

DISEÑO Y SELECCIÓN DE UN SISTEMA TELEMÉTRICO DE POZO Y  
GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA LA EMPRESA PETROSANTANDER  
(COLOMBIA) INC.

LUCAS FELIPE SERRANO SÁNCHEZ

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOMECÁNICAS  
ESCUELA INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA

2015

DISEÑO Y SELECCIÓN DE UN SISTEMA TELEMÉTRICO DE POZO Y  
GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA LA EMPRESA PETROSANTANDER  
(COLOMBIA) INC.

LUCAS FELIPE SERRANO SÁNCHEZ

Trabajo de grado en modalidad de práctica empresarial para optar al título de  
Ingeniero Mecánico

Director  
CARLOS BORRÁS  
Ingeniero Mecánico, Ph.D

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOMECÁNICAS  
ESCUELA INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA

2015

## DEDICATORIA

*A mis padres Eusebio Serrano y Martha Sánchez por su cariño, amor, consejos y constante apoyo a lo largo de mi formación.*

## AGRADECIMIENTOS

*Al profesor Carlos Borrás, director del proyecto de grado por su inmensa colaboración, orientación y conocimiento compartido.*

*Al selecto grupo de profesores de la Universidad Industrial de Santander por su interés y dedicación en el proceso de formación de nuevos profesionales.*

*A Lissa Barreto, Gerente de Recursos Humanos de PetroSantander (Colombia) Inc. por tenderme la mano y apoyarme en la construcción de mi vida laboral.*

*A Ciro Gómez, Gerente de Mantenimiento de PetroSantander (Colombia) Inc. por brindarme el espacio al interior de su equipo para desarrollar mi proyecto de grado.*

*A todos mis amigos de estudio y compañeros de trabajo que de una y mil maneras participaron en mi formación como profesional y en el desarrollo fluido del software.*

*A todas las personas que de alguna manera contribuyeron en mi proceso de formación profesional.*

*¡A todos muchas gracias!*

# CONTENIDO

pág.

INTRODUCCIÓN .....	20
1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA Y ANTECEDENTES .....	21
1.1 SISTEMA TELEMÉTRICO .....	21
1.2 GESTIÓN DE MANTENIMIENTO .....	24
2. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN .....	26
2.1 SISTEMA TELEMÉTRICO .....	26
2.1.1 Criterios para la selección de sensores.....	29
2.1.2 Selección del pozo pionero. ....	30
2.1.3 Modelo de solución, implementación y presupuesto.: ....	32
2.2 GESTIÓN DE MANTENIMIENTO .....	34
2.2.1 Requerimientos del software .....	35
2.2.2 Modelo y condiciones de desarrollo. ....	36
3. OBJETIVOS .....	38
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	38
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	38
4. DESPLIEGUE DE LA SOLUCIÓN.....	40
4.1 SISTEMA TELEMÉTRICO .....	40
4.1.1 Expansión de la cobertura de red WI-FI.....	40
4.1.2 Convertidor de señal. ....	41
4.1.3 Selección de dispositivos de medición .....	42
4.1.3.1 Sensor de presión. ....	42

4.1.3.2	Sensor de caudal ON/OFF .....	43
4.1.3.3	Sensor de nivel de tanque.....	44
4.1.4	Selección de software para el sistema telemétrico.....	44
4.1.5	Tablas para medir indicadores de producción .....	45
4.2	GESTIÓN DE MANTENIMIENTO .....	48
4.2.1	Resultados del desarrollo del software.....	48
4.2.1.1	Introducción.....	48
4.2.1.2	Componentes de diseño .....	48
4.2.1.3	Ingreso y configuración de SGM .....	54
4.2.1.4	Ordenes de trabajo de mantenimiento OTM.. .....	58
4.2.1.5	Hojas de vida de equipos HVE.....	64
4.2.1.6	Reportes de grupos de análisis RGA.. .....	69
4.2.1.7	Plan de trabajo PDT .....	72
4.2.1.8	Cronograma de actividades CDA.....	75
4.2.1.9	Reunión de seguimiento diario RSD. ....	77
4.2.1.10	Utilidades de mantenimiento UM.....	81
4.2.2	Toma de muestras de aceite .....	91
4.2.3	Acompañamiento a la gestión de mantenimiento.....	93
4.2.3.1	Proceso de compra de repuestos y servicios .....	94
4.2.3.2	Sustentación de proyectos a gerencia operativa.....	95
4.2.3.3	Sustentación de proyectos a gerencia financiera. ....	96
5.	CONCLUSIONES.....	98
6.	RECOMENDACIONES .....	100

6.1 SISTEMA TELEMÉTRICO .....	100
6.2 GESTIÓN DE MANTENIMIENTO .....	100
BIBLIOGRAFÍA.....	101
ANEXOS.....	102

## LISTA DE TABLAS

pág.

Tabla 1. Justificación de las señales a usar en el sistema telemétrico. ....	26
Tabla 2. Detalle del presupuesto de implementación del sistema telemétrico.....	33
Tabla 3. Resumen del presupuesto de implementación del sistema telemétrico .....	34
Tabla 4. Registro diario de pozos parados .....	46
Tabla 5. Registro diario de totales de producción .....	46
Tabla 6. Listado de elementos de diseño de SGM .....	48
Tabla 7. Lista de tablas de SGM.....	49

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Montaje de producción por bomba PCP, pozo “Salina 63” .....	21
Figura 2. Montaje de producción por bomba de desplazamiento positivo .....	23
Figura 3. Bombas de desplazamiento positivo .....	23
Figura 4. Mapa de la zona industrial payoa .....	24
Figura 5. Torre de enfriamiento (a la izquierda) y planta de gas (a la derecha).....	25
Figura 6. Elementos a monitorear.....	27
Figura 7. Sistemas de telemetría o monitoreo común.....	28
Figura 8. Transferencia de información .....	29
Figura 9. Criterios de selección de sensores .....	29
Figura 10. <i>Lease factor</i> .....	30
Figura 11. Mapa del área.....	31
Figura 12. Esquema de funcionamiento del sistema telemétrico.....	31
Figura 13. Modelo de transferencia de datos.....	32
Figura 14. Implementación de etapa piloto .....	32
Figura 15. Módulos principales del Sistema de Gestión de Mantenimiento SGM..	36
Figura 16. Ciclo de vida del software .....	37
Figura 17. Puntos de emisión y recepción de señal.....	40
Figura 18. Convertidor de señal Danfoss MCA 121.....	41
Figura 19. Sensor de presión Danfoss MBS 4701 .....	42

Figura 20. Sensor de caudal ABB TX .....	43
Figura 21. Sensor de flujo ABB LST400 .....	44
Figura 22. Software MCT 10 Danfoss.....	45
Figura 23. Indicadores de producción por mes .....	47
Figura 24. Diagrama entidad-relación módulo RSD.....	51
Figura 25. Diagrama entidad-relación módulo OTM .....	52
Figura 26. Diagrama entidad-relación módulo HVE .....	52
Figura 27. Diagrama entidad-relación módulo CDA.....	53
Figura 28. Diagrama entidad-relación módulo APL, AST y PDT.....	53
Figura 29. Diagrama entidad-relación módulo GDA .....	54
Figura 30. Icono de ingreso SGM .....	54
Figura 31. Login SGM.....	55
Figura 32. Inicio SGM .....	56
Figura 33. Configuraciones SGM.....	57
Figura 34. Perfil de usuario .....	58
Figura 35. Lista de OTM .....	59
Figura 36. Detalle de OTM.....	60
Figura 37. Ventana de ayuda en detalle OTM .....	61
Figura 38. Personal involucrado en OTM .....	61
Figura 39. Repuestos utilizados en OTM.....	62
Figura 40. Complementarios en OTM.....	62
Figura 41. Lista de documentos OTM.....	63
Figura 42. Impresión en rango de OTM.....	64

Figura 43. Lista de equipos en HVE .....	65
Figura 44. Detalle de equipos en HVE.....	65
Figura 45. Imágenes de equipos en HVE .....	66
Figura 46. OTM y cronograma en HVE.....	67
Figura 47. Repuestos y personal en HVE .....	67
Figura 48. Confiabilidad y disponibilidad en HVE .....	68
Figura 49. Gráfico de confiabilidad y disponibilidad en HVE.....	69
Figura 50. Lista de reportes de grupos de análisis .....	70
Figura 51. Detalle de reportes de grupos de análisis.....	70
Figura 52. Ejemplo de reporte de grupos de análisis.....	71
Figura 53. Grupos de plan de trabajo .....	72
Figura 54. Actividades del PDT.....	73
Figura 55. Asistente de creación de cronogramas, paso 1 .....	73
Figura 56. Asistente de creación de cronogramas, paso 2 .....	74
Figura 57. Asistente de creación de cronogramas, paso 3 .....	74
Figura 58. Cronograma de actividades .....	75
Figura 59. Lista de actividades .....	76
Figura 60. Detalle de actividad.....	76
Figura 61. Reunión de seguimiento diario RSD .....	77
Figura 62. Paradas de equipos en RSD .....	78
Figura 63. Plantilla para envío de RSD.....	79
Figura 64. Complementos de RSD .....	80
Figura 65. Actividades programadas de RSD .....	80

Figura 66. Actividades programadas reportables de RSD .....	81
Figura 67. Utilidades de mantenimiento UM .....	82
Figura 68. Campos adicionales en UM .....	82
Figura 69. Lista de condiciones en UM.....	83
Figura 70. Definiciones de estado en UM .....	83
Figura 71. Lista de departamentos en UM.....	84
Figura 72. Detalle de empresa en UM .....	85
Figura 73. Lista de especialidades en UM .....	85
Figura 74. Detalle de AST en UM .....	86
Figura 75. Lista de familias en UM.....	87
Figura 76. Grupos de análisis en UM.....	87
Figura 77. Lista de partes APL en UM.....	88
Figura 78. Lista de piezas y materiales en UM .....	88
Figura 79. Detalle de pieza en UM.....	89
Figura 80. Lista de sistemas en UM.....	89
Figura 81. Pozos inyectados por agua en UM .....	90
Figura 82. Tipos de mantenimiento en UM .....	90
Figura 83. Agrupación de equipos para tomas de muestra de aceite .....	91
Figura 84. Toma de muestra de aceite desde el carter a través de un “vampiro” de succión.....	93
Figura 85. Tren de compresores zona industrial payoa .....	94
Figura 86. Requisición para la compra de repuestos para la flota automotriz .....	94
Figura 87. Taller automotriz zona industrial payoa .....	96

Figura 88. Tren de compresores (a la izquierda), compresores refrigerantes (en el medio) y tren de generadores (a la derecha) .....97

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Convenio de apoyo interinstitucional .....	103
Anexo B. Acta de compromiso de práctica .....	110
Anexo C. Carta de soporte de práctica .....	114
Anexo D. Cotización de sensores .....	116
Anexo E. Cotización de tarjeta convertidora de señal y software danfoss .....	117
Anexo F. Reporte de visita Ludesa .....	118
Anexo G. Ejemplo de resultados de análisis de aceite .....	121
Anexo H. Análisis de causa raíz CLSG07 .....	123
Anexo I. Sustentación a gerencia del mantenimiento mayor a CLSG07 .....	134
Anexo J. Presentación de proyecto a la gerencia financiera .....	144
Anexo K. Formato impreso de una orden de trabajo de mantenimiento OTM .....	145
Anexo L. Certificado de prácticas en PetroSantander (Colombia) Inc. ....	146
Anexo M. Propuestas económicas de sistemas telemétricos de 2 proveedores .	147

## GLOSARIO

APL: *application part list* o listado de partes

CDA: cronograma de actividades

HVE: hoja de de vida de equipo

OTM: orden de trabajo de mantenimiento

PIM: proyectos de inversión y mejoramiento

PCP: *progressive cavity pump*, bomba de cavidades progresivas

PDT: plan de trabajo

PSCI: PetroSantander (Colombia) Inc.

RGA: reporte de grupo de análisis

RSD: reunión de seguimiento diario

SGM: sistema de gestión de mantenimiento

SQL: *structured query qanguage* o lenguaje de consulta estructurado

TCP: *transmission Control Protocol*, uno de los protocolos fundamentales en Internet

UM: utilidades de mantenimiento

## RESUMEN

TÍTULO: DISEÑO Y SELECCIÓN DE UN SISTEMA TELEMÉTRICO DE POZO Y GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA LA EMPRESA PETROSANTANDER (COLOMBIA) INC.\*

AUTOR: LUCAS FELIPE SERRANO SÁNCHEZ\*\*

PALABRAS CLAVE: Telemetría, software, mantenimiento, cronograma.

### DESCRIPCIÓN:

El presente documento contiene 6 capítulos que se dividen en 2 partes cada uno, inicialmente el diseño y selección de un sistema de telemetría para pozo, en el cual se plantean los pasos y parámetros necesarios para que PSCI implemente el modelo autónomo de medición de variables (presión, caudal on/off y nivel de tanque) en cabeza de pozo. En la segunda parte se tiene las memorias del desarrollo de un software de gestión de ingeniería de mantenimiento que agrupa varios módulos que ofrecen una ayuda en el control de: Ordenes de trabajo de mantenimiento de la maquinaria, hojas de vida de equipos, Planes de trabajo y repuestos, cronograma de mantenimiento y control de lubricación, indicadores de gestión de confiabilidad y disponibilidad y reunión diaria de apertura y cierre de actividades de mantenimiento. Estas 2 partes fueron desarrolladas durante la práctica empresarial realizada en PSCI desde el 8 de septiembre de 2014 hasta el 8 de marzo de 2015 cumpliendo los 6 meses reglamentarios. También contiene la gestión diaria de los requerimientos al interior del departamento de Mantenimiento de PSCI, los cuales son similares a los desarrollados en cualquier otra empresa; tales como requisiciones de compra de material, elaboración de informes de análisis de causa raíz etc.

---

\* Trabajo de grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Director: Carlos Borrás.

## ABSTRACT

TITLE: DISEÑO Y SELECCIÓN DE UN SISTEMA TELEMÉTRICO DE POZO Y GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA LA EMPRESA PETROSANTANDER (COLOMBIA) INC.\*

AUTHOR: LUCAS FELIPE SERRANO SÁNCHEZ\*\*

KEYWORDS: Telemetry, software, maintenance, schedule.

### DESCRIPTION:

This document contains a total of six chapters, each one is divided into two parts. Firstly, the design and selection of an oil-well telemetry prototype system, which raise the steps and parameters that the PSCI requires to implement the autonomous model of variables measurement (pressure, flow on / off and tank level) at the wellhead. In the second part of this thesis are the memories of the development of an engineering management maintenance software, which comprises several modules that provide an aid to the maintenance department of PSCI in the control of: Work orders and reports of machinery maintenance, resumes and datasheet of machines and operation elements, maintenance schedule and lubrication control, work plans and spares, management indicators of reliability and availability and daily opening and closing maintenance meeting. These Project composed by two parts were developed during the academic-industrial practice done in PSCI from September 8th, 2014 to March 8th, 2015 according to the six regulatory months. It also contains the daily management requirements within the Maintenance department of PSCI, which are similar to those developed in any other oil or non-oil company; such as purchase requisitions, primary failure cause report and papers to expose improving projects to the company.

---

\* Document degree

\*\* Physics and Mechanical Engineering Faculty, Mechanical Engineering School, Director: Carlos Borrás.

# INTRODUCCIÓN

Actualmente la industria tiene alta demanda en tecnologías que automaticen sus procesos y les ayuden a economizar gastos, tiempo, fallas etc. Partiendo de esta necesidad este trabajo de grado dará los parámetros necesarios para suplir la necesidad de automatización de 2 procesos al interior de la empresa PetroSantander (Colombia) Inc. también llamada por sus siglas: PSCI, la cual es una compañía de hidrocarburos localizada en la zona de explotación “Las Monas” (168 km<sup>2</sup>), asignada por ECOPETROL S.A. en la vereda Payoa del municipio de Sabana de Torres (Santander).

El presente documento contiene 6 capítulos cada uno se divide en 2 partes: diseño y selección de un sistema de telemetría para pozo y gestión de mantenimiento; en el capítulo 1 se presentan los problemas asociados a cada parte y los antecedentes que promueven la búsqueda de un mejoramiento.

En el capítulo 2 se plantean los pasos y parámetros necesarios para que PSCI implemente el modelo autónomo de medición de variables (presión, caudal on/off y nivel de tanque) en cabeza de pozo y los módulos iniciales que contendrá un software de gestión a desarrollar. En el capítulo 4 se explica los detalles de la solución aplicada, se recorren los resultados del desarrollo del software y se realiza un análisis completo para la implementación del sistema telemétrico el cual incluye accesorios necesarios, presupuesto y tiempos de instalación.

La práctica empresarial fue desarrollada desde el 8 de septiembre de 2014 hasta el 8 de marzo de 2015 cumpliendo los 6 meses reglamentarios.

# 1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA Y ANTECEDENTES

## 1.1 SISTEMA TELEMÉTRICO

Luego de la labor de perforación y adecuación de pozos, el departamento de producción de PSCI se encarga de asegurar una extracción constante de mezcla (sedimentos, agua, gas y crudo) de más de 100 pozos que existen dentro del área de explotación, donde se espera una producción diaria de 3200 barriles de crudo, de los cuales según el promedio de registro diario se logra 2900.

En la figura 1 se puede ver de izquierda a derecha: variador eléctrico, tanque de almacenamiento y bombas de extracción:

Figura 1. Montaje de producción por bomba PCP, pozo “Salina 63”



Se hace una investigación de los registros existentes en la empresa y de las experiencias de los trabajadores, donde se logra identificar que existen muchas causas de la disminución de producción esperada, estas son las más comunes:

- Sabotaje de pozos: Los habitantes de las veredas cercanas suelen romper tuberías con el fin de generar una emergencia ambiental que obligue a la empresa a la contratación inmediata de personal residente en la zona para la atención de la contaminación.
- Hurto de elementos: Algunas personas suelen ingresar a la zona de pozos y hurtar elementos como cables de alimentación, lo que causa una suspensión inmediata del fluido eléctrico de todos los pozos dependientes de ese circuito.
- Fallas del suministro eléctrico: La zona conocida como Payoa está sometida a fuertes tormentas eléctricas y vientos de alrededor de 80 [Km/H] lo que usualmente incide en el correcto funcionamiento del generador y las líneas de transporte eléctrico.
- Variaciones de sedimentos: Ya que la composición de la mezcla no es constante, se hace necesaria una revisión diaria de RPM y torque del pozo para verificar que la bomba se adecue a la nueva composición de la mezcla, dicha revisión no se hace con la periodicidad requerida.
- Fallas de equipos: El sistema de levantamiento (bomba-tubería) está expuesto a fallas, llamadas por lo operarios de la siguiente manera:
  - Tubería o varilla rota: Las vibraciones y el movimiento constante inciden sobre las tuberías y varillas más viejas las cuales terminan cediendo a la ruptura total o pequeñas fugas.
  - Bomba pegada: Si la mezcla contiene demasiados sedimentos, estos taponan la vía de extracción y la bomba se detiene por presión alta.
  - Daño de bomba: Se le llama así a cualquier inconveniente presentado por la bomba, tal como desgaste en piezas internas, fugas por carcasa etc.

Se puede entender entonces la cantidad de eventos que pueden intervenir directamente en la producción diaria, por tanto la manera inmediata de evitar las pérdidas de producción es implementar un sistema telemétrico o de monitoreo en

pozo que notifique a la central y a los recorredores del estado de cada pozo en tiempo real para realizar una intervención oportuna.

En la figura 2 se puede ver de izquierda a derecha: Bomba, variador eléctrico, motor de combustión interna:

Figura 2. Montaje de producción por bomba de desplazamiento positivo



Figura 3. Bombas de desplazamiento positivo

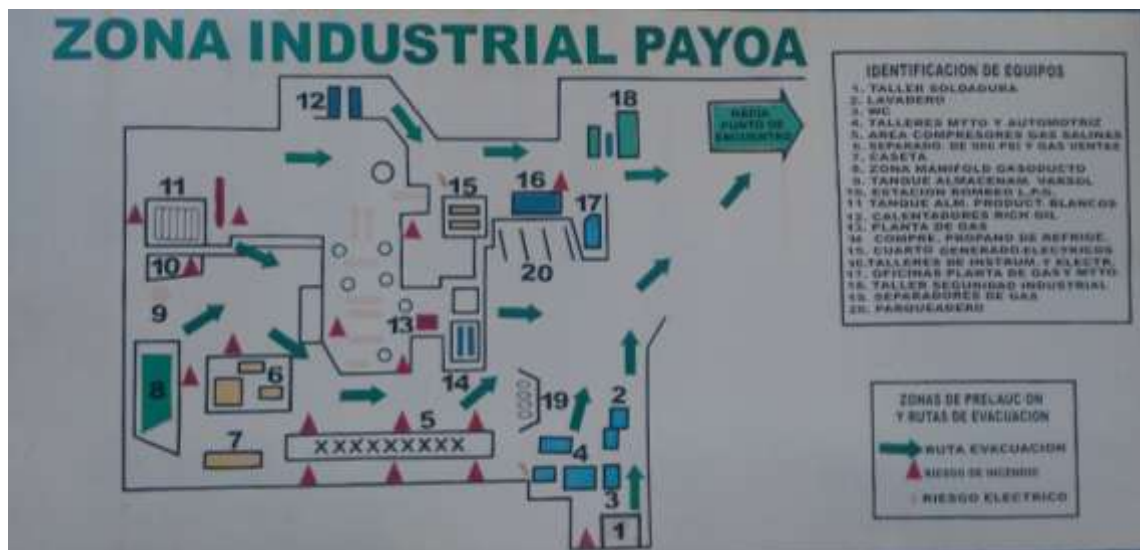


## 1.2 GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

Por otra parte, el departamento de mantenimiento de PSCI, es el encargado de la gestión del mantenimiento de toda la maquinaria, equipos eléctricos y otros elementos del campo de trabajo, tales como:

- Compresores y compresores refrigerantes
- Bombas (PCP y desplazamiento positivo)
- Motores de combustión interna (gas y diésel)
- Motores eléctricos, transformadores y línea de transporte eléctrico
- Línea de transporte de todos los fluidos derivados de la producción, tales como gas, crudo, etanol etc.
- Parque automotor
- Instrumentación

Figura 4. Mapa de la zona industrial payoa



A octubre de 2014 la empresa PSCI inició la implementación del mantenimiento preventivo, y se hace necesario un control del cronograma de actividades de mantenimiento, no se cuenta con hojas de vida detallada de la maquinaria y no se

tiene un registro correcto y completo de las intervenciones a cada máquina (correctiva o preventivamente).

No existe un cronograma más allá de 1 mes sobre las actividades y responsables de cada labor o de máquinas a intervenir preventivamente, y no existen indicadores que otorguen a gerencia un panorama general de mejoramiento de la gestión de mantenimiento.

Figura 5. Torre de enfriamiento (a la izquierda) y planta de gas (a la derecha)



No se tiene un plan adecuado para la compra anticipada de repuestos lo que genera maquinas paradas a la espera de piezas, a su vez no se sabe con certeza el costo de las piezas instaladas en una intervención ni mucho menos el total del costo por mantenimientos en un rango de fechas o para un grupo determinado de equipo.

## 2. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN

### 2.1 SISTEMA TELEMÉTRICO

PSCI busca a través de la implementación de un sistema telemétrico facilitar el monitoreo sobre la operación de equipos de campo (motores eléctricos, bombas y tanques de almacenamiento), ofreciendo datos en tiempo real de cada pozo para su pronta intervención ante incidencias, todo esto pensando en mejorar de forma sustancial la productividad de la empresa.

Tabla 1. Justificación de las señales a usar en el sistema telemétrico.

Señal	Uso
RPM	Todas las señales eléctricas provenientes directamente del variador nos darán información del status (encendido o apagado) del motor, además nos permitirá ver la variación de carga sobre el motor eléctrico.
Torque	
Presión	Es indispensable conservar la presión de los pozos en un rango determinado, para algunos pozos la presión es menor de 10 psi, por lo que cualquier variación de presión difícilmente se identificará con las señales eléctricas al ser tan poca la potencia variante; Conociendo el aumento de la presión se pueden identificar inminentes bloqueos por sedimentos en la tubería.
Caudal	Se necesita saber si existe caudal en la tubería ya que si hay presión no significa directamente que el pozo tenga producción continua.
Nivel	La mezcla es almacenada en tanques temporales que en ocasión se han rebosado por descuido de los operarios, por tanto se quiere evitar esta situación con los tanques más alejados de las oficinas.

Figura 6. Elementos a monitorear



Actualmente la empresa cuenta con variadores eléctricos instalados en algunos pozos, estos ofrecen señales de torque y RPM del motor eléctrico, por tanto se necesita integrar los sensores faltantes en un solo conjunto de monitoreo.

Se propone por tanto un sistema integral compuesto por sensores de presión, caudal, nivel de tanque, rpm y torque para garantizar un pleno diagnóstico oportuno del estado de cada pozo.

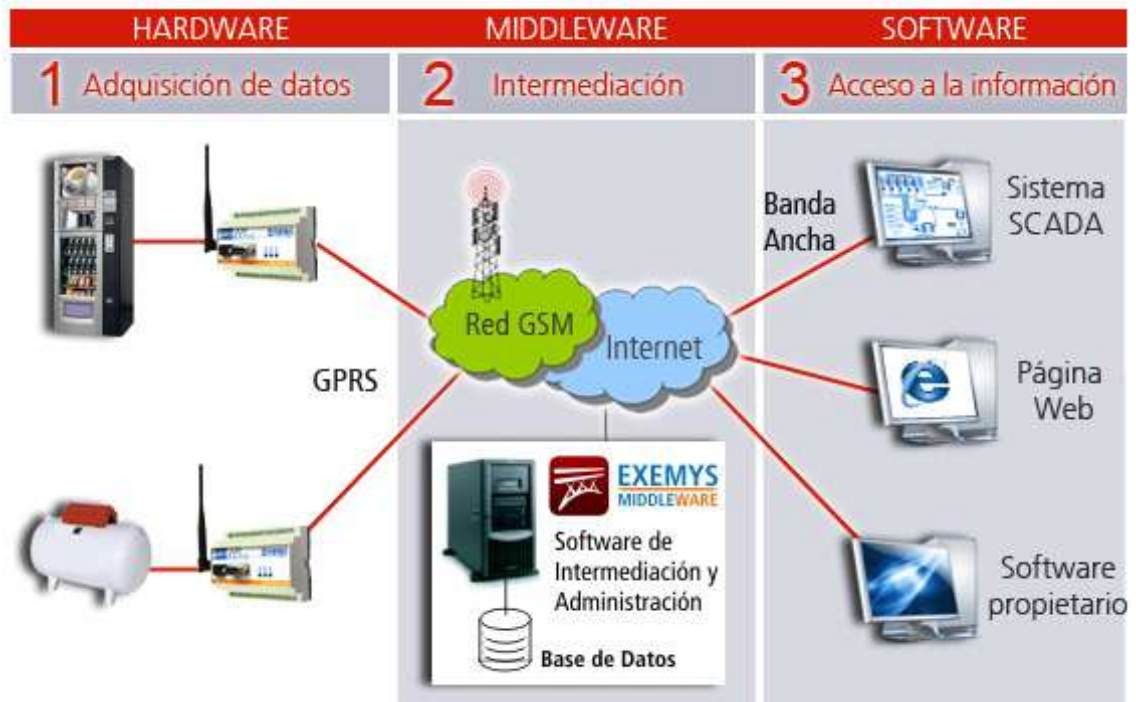
No todos los pozos necesitan todos los sensores (p. ej. sensor de nivel de tanque) y algunos no tiene variador por tanto no se cuenta con las variables eléctricas; la implementación se definirá para cada pozo por aparte según criterio de PSCI.

Este proyecto busca seleccionar un pozo piloto donde se pueda poner a prueba las siguientes condiciones:

- La viabilidad técnica-económica del proyecto

- La compatibilidad de dispositivos
- La estabilidad de la red de transmisión de datos
- La usabilidad del software.

Figura 7. Sistemas de telemetría o monitoreo común.

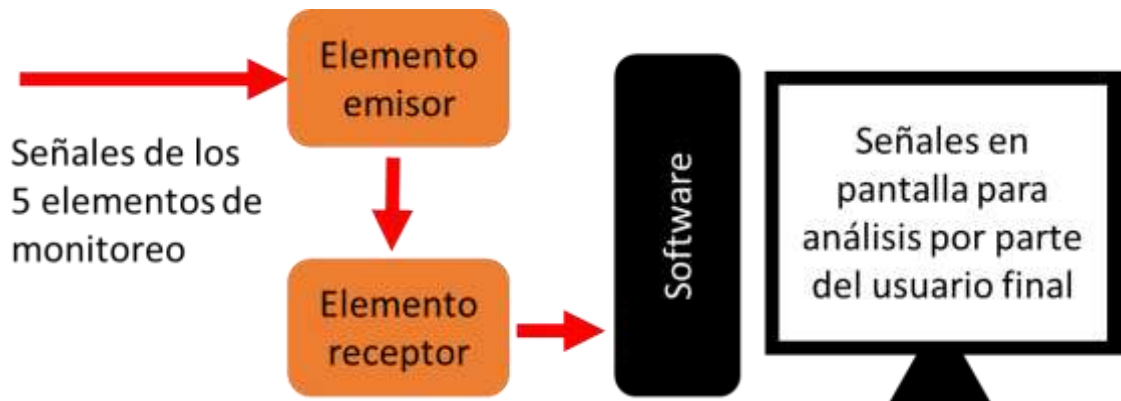


Fuente: Telemetría, [tomada de internet el 17 de julio del 2014] disponible en línea URL: <http://opetelperu.com/telemetria.php>

Se analizan 2 propuestas económicas de terceros adjuntas en el anexo M, las cuales se exceden en el costo estimado por PSCI para el proyecto; por esta razón la empresa quiere desarrollar el sistema telemétrico por cuenta propia.

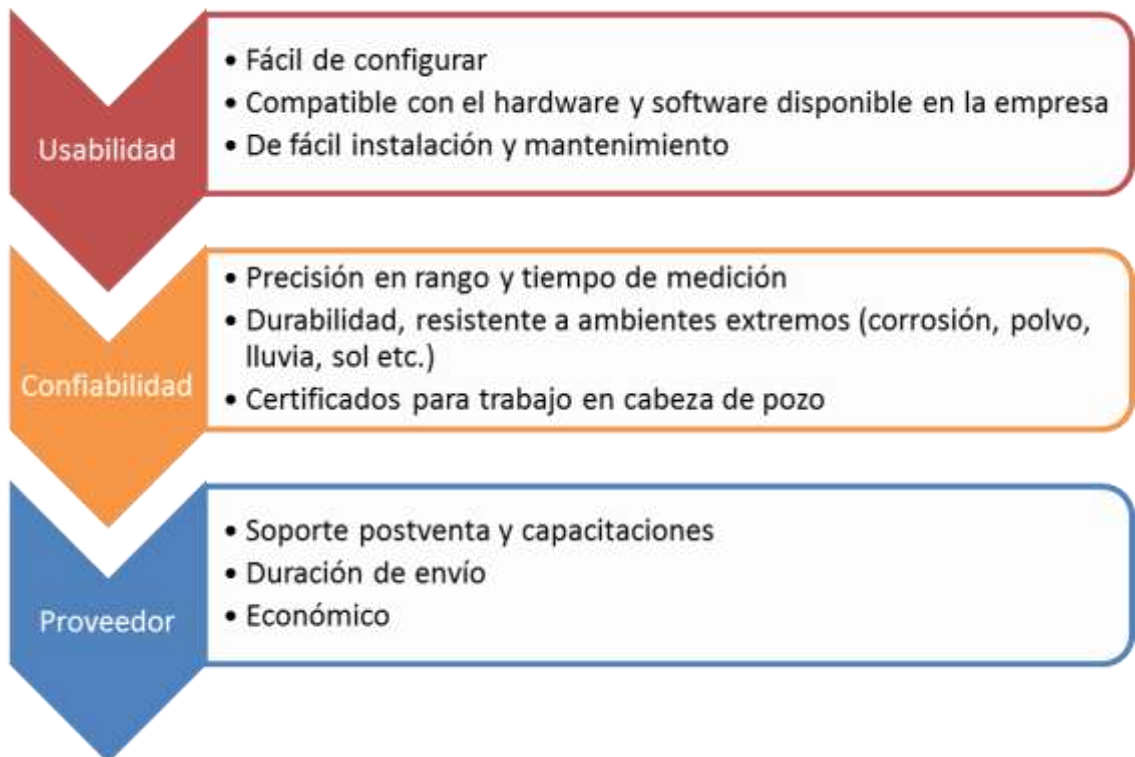
PSCI se inclina por una vía inalámbrica al instalar dispositivos NanoStation5 lo cuales permiten el aumento de la cobertura de red Wi-Fi disponible, y que la señal de los sensores sea finalmente administrada por el software propio de los variadores (marca DANFOSS).

Figura 8. Transferencia de información



2.1.1 Criterios para la selección de sensores. Se deben seleccionar los sensores de presión, caudal y nivel disponibles en el mercado según los siguientes criterios demandados por PSCI:

Figura 9. Criterios de selección de sensores



2.1.2 Selección del pozo pionero. A continuación se presenta el *Lease Factor*, documento que almacena la hoja de vida de cada pozo, donde la compañía agrupa los pozos en 3 zonas principales:

- Payoa
- La salina
- Corazón West

Figura 10. Lease factor

ENGINEERING DEPARTMENT - LAS MONAS FIELD - LEASE FACTOR

SALINA		01/08/2014 9:53																								
BLOCK	No.	FORM	ST	BAT	SYS	STATUS	DATE			EXPECTED PRODUCTION TEST					EXPECTED PRODUCTION FOR DECLINATIO				DIFFERENCE		AVERAGE CURRENT PRODUCTION					
							Y	M	D	BFPD	BOPD	KSCFD	ANLAI	BWPD	BSW	BFPD	BOPD	KSCFD	BWPD	BOPD	KSCFD	BFPD	BOPD	KSCFD	BWPD	
LS BA	7	LIS	S	LIS	25	BM	14	5	8	7	8	6	34	2	28,6	7	6	22	1	2	12	8	8	14	0	
LS BA	13	LIS	S	LIS	25	BM	14	5	3	60	30	9	60	30	50,0	43	34	70	9	-16	-12	36	18	58	18	
LS BA	20	LIS	S	LIS	25	BM	14	4	29	32	25	5	8	7	21,9	40	32	8	8	-6	-2	33	26	8	7	
LS BA	28	LIS	S	LIS	25	PCP	14	4	30	79	60	12	110	19	24,1	79	60	113	19	-4	-81	80	56	62	24	
LS BA	29	LIS	S	LIS	25	BM	14	4	27	44	32	8	185	12	27,3	47	33	120	12	-3	-39	44	32	81	32	
LS BA	30	LIS	S	LIS	25	BM	14	4	27	59	45	8	55	14	23,7	59	47	60	12	-6	-30	30	41	10	9	
LS BA	31	LIS	S	LIS	25	BM	14	4	29	73	44	2	49	29	39,7	52	41	48	11	7	-1	68	48	47	20	
LS BA	33	LIS	S	LIS	25	BM	14	4	11	209	35	4	20	174	85,3	231	42	20	206	8	22	204	52	42	171	
LS BA	44	LIS	S	LIS	25	BM	14	4	29	15	14	17	250	1	6,7	18	17	140	1	-1	-7	17	16	133	1	
LS BA	45	LIS	S	LIS	25	BM	14	5	2	50	30	10	32	20	40,0	47	33	30	14	-12	-3	35	21	27	34	
LS BA	46	LIS	S	LIS	25	BM	14	4	2	11	19	4	12	1	9,1	10	10	28	0	-6	-7	4	4	15	0	
LS BA	48	LIS	S	LIS	25	BM	14	5	3	4	4	3	67	0	0,6	5	5	60	0	-1	-19	4	4	41	0	
LS BA	50	LIS	S	LIS	25	BM	14	4	27	102	60	9	80	42	41,2	108	86	84	42	-11	18	104	55	99	51	
LS BA	51	ELP	S	LIS	25	BM	14	5	4	14	10	5	195	4	28,6	13	12	130	1	-4	17	8	8	147	0	
LS BA	59	LIS	S	LIS	25	BM	14	4	23	23	13	5	170	10	43,5	18	16	200	2	-5	-67	19	11	133	8	
LS BA	60	LIS	S	LIS	25	PCP	14	4	23	83	30	8	47	3	4,8	38	38	60	0	19	8	65	57	65	8	
LS BA	63	LIS	S	LIS	25	PCP	14	5	3	89	66	-5	43	3	3,4	92	90	40	2	-4	-2	87	86	18	1	
LS BA	64	LIS	S	LIS	25	PCP	14	5	4	31	24	5	765	7	22,6	29	25	710	4	-1	128	28	24	830	3	
LS BA	74	LIS	S	LIS	25	BM	14	4	15	28	20	3	18	8	28,6	60	20	15	40	3	-8	14	23	10	31	
LS BA	75	LIS	S	LIS	25	BM	14	4	24	35	24	3	136	1	2,9	38	36	100	0	-3	23	34	33	123	1	
LA SALINA BLOQUE A - LIS							1018	631	121	2327	387					1062	678	2228	384	-54	-30	986	624	2198	362	
TOTAL LA SALINA PRODUCTION							3282	2135	681	5504	1286					3411	2254	5394	1178	-115	-106	3312	2110	5155	1200	
USTADO POR GLP									87		2202															

Fuente: PetroSantander (Colombia) Inc.

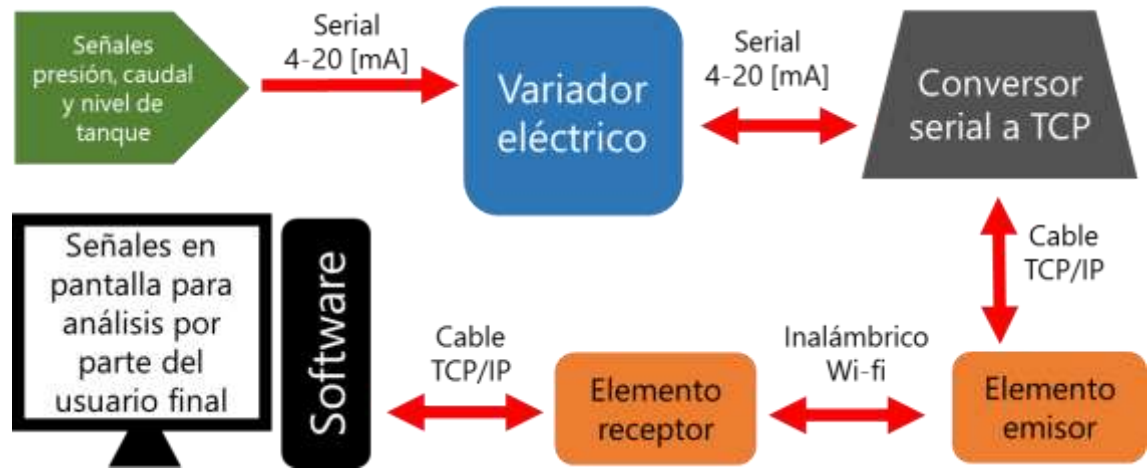
La zona crítica determinada por el departamento de producción de PSCI es La Salina, la cual se subdivide en varios bloques, los pozos más relevantes son los localizados en el bloque "LIS", ya que son los de constante falla, mayor distancia a las oficinas y los de alta producción.

Queriendo probar el sistema telemétrico en condiciones críticas, el comité de ingeniería selecciona el pozo 63, llamado de aquí en adelante "Salina 63", ya que está a mayor distancia en carretera desde las oficinas (30 min aproximadamente) y presenta alta productividad, este pozo se puede observar en la figura 1.



2.1.3 Modelo de solución, implementación y presupuesto. El sistema de transferencia de datos se presenta en la siguiente figura:

Figura 13. Modelo de transferencia de datos



La implementación de la etapa piloto se describe en el siguiente diagrama de Gantt:

Figura 14. Implementación de etapa piloto

IMPLEMENTACIÓN ETAPA PILOTO					
Actividad	Responsable	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Instalación sensores en cabeza de pozo	PRODUCCIÓN				
Instalación de <i>netwotking</i>	NETWORKING				
Integración sensores a variador danfoss	ELECTRICO				
Pruebas del sistema telemétrico	PRODUCCIÓN NETWORKING				

Tabla 2. Detalle del presupuesto de implementación del sistema telemétrico

\*TRM=2000 COP

<b>PRESUPUESTO POR POZO</b>						
Elemento	Cant	Unid	Valor unit	Valor parcial	Observaciones	NEP
Sensor de presión DANFOSS MBS		1 EA	\$ 600,00	\$ 600,00	Existen 10 tipos de sensor que abarcan rangos desde [0-14,5 psi] hasta [0-870 psi], se solicita el que se ajuste a cada pozo, con el mismo precio. El proveedor TRMEDICONT (distribuidor directo DANFOSS) obsequia 1 sensor para la prueba piloto.	NO
Sensor de flujo ON/OFF		1 EA	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00		NO
Sensor de nivel de tanque		1 EA	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	Solo aplica para algunas locaciones	NO
Accesorios de conexión		1 EA	\$ 100,00	\$ 100,00	Cables, conectores, aislantes etc	SI
Convertor serial a TCP DANFOSS 130B1119		1 EA	\$ 400,00	\$ 400,00	Señales deben ser convertidas antes de ser enviadas, ya se encuentra 1 instalado en Salinas M26 que puede ser usado	NO
NanoStation 5 Ubiquity		1 EA	\$ 150,00	\$ 150,00	Equipo emisor de datos	NO
<b>VALOR TOTAL USD POR POZO</b>				<b>\$ 3.250,00</b>		
<b>PRESUPUESTO GENERAL</b>						
Elemento	Cant	Unid	Valor unit	Valor parcial	Observaciones	NEP
NanoStation 5 Ubiquity		6 EA	\$ 150,00	\$ 900,00	Necesarios para dar cobertura de red, algunos pozos podrían estar fuera de alcance y se necesitaria una antena repetidora	SI
Cuadrilla ( Instalación de antena repetidora)		2 DIA	\$ 500,00	\$ 1.000,00	No se requiere para la etapa piloto Salinas 63	NO
Software DANFOSS		1 EA	\$ 1.350,00	\$ 1.350,00	Necesario para la lectura de datos	SI
Equipo de computo (CPU, pantalla, teclado y mouse)		1 EA	\$ 500,00	\$ 500,00	Se instalará en la oficina de producción para el monitoreo de las variables	NO
Accesorios de conexión		1 EA	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	Cables, conectores, aislantes etc	SI
<b>VALOR TOTAL USD GENERAL</b>				<b>\$ 4.750,00</b>		
						NEP= Necesario para la etapa piloto

Tabla 3. Resumen del presupuesto de implementación del sistema telemétrico

<b>PRESUPUESTO PROYECTO</b>			
Grupo	Valor unitario	Cant	Valor parcial
VALOR TOTAL USD GENERAL	\$ 4.750,00	1	\$ 4.750,00
*VALOR TOTAL USD POR POZO	\$ 3.250,00	57	\$ 185.250,00
	<b>Subtotal</b>		\$ 190.000,00
	<b>Imprevistos (10%)</b>		\$ 19.000,00
<b>VALOR TOTAL POR PROYECTO</b>			\$ 209.000,00
*A octubre de 2014, se encuentran 57 pozos activos con variador instalado, no obstante, se pueden seleccionar solo las locaciones críticas, reduciendo el alcance del proyecto			

<b>PRESUPUESTO PILOTO SALINAS 63</b>			
Grupo	Valor unitario	Cant	Valor parcial
Accesorios de conexión	\$ 1.100,00	1	\$ 1.100,00
NanoStation 5 Ubiquity	\$ 150,00	4	\$ 600,00
Software DANFOSS	\$ 1.350,00	1	\$ 1.350,00
	<b>Subtotal</b>		\$ 3.050,00
	<b>Imprevistos (10%)</b>		\$ 305,00
<b>VALOR TOTAL PILOTO</b>			\$ 3.355,00

## 2.2 GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

PetroSantander (Colombia) Inc. busca organizar su gestión de mantenimiento a través de la práctica realizada por el autor, el cual estará a cargo de Nicolas Morales y Román Carrillo coordinadores del departamento de mantenimiento.

En los 6 meses de la práctica empresarial se brindará acompañamiento en las labores diarias del departamento como la creación de requisiciones de compra, el soporte en el análisis de causa raíz de fallas, sustentación de proyectos de inversión y desarrollo de una aplicación en *Microsoft Office Access* que albergue inicialmente los módulos descritos a continuación.

### 2.2.1 Requerimientos del software

- OTM (Orden/Reporte de trabajo de mantenimiento): Este módulo contiene un consecutivo de documentos de cada labor desarrollada en cualquier maquina bajo el control del departamento de mantenimiento, llevará un registro desde un sencilla limpieza superficial de carcasa, hasta un mantenimiento completo.
- HVE (Hoja de vida de equipos): En esta sección se tendrá la información completa de identificación de cada máquina, así como una trazabilidad desde su adquisición por parte de la empresa hasta el estado actual de cada una de sus piezas, incluida su lubricación.
- CDA (Cronograma de actividades): Con la información obtenida de OTM y la caracterización de piezas (periodicidad de revisión de piezas) dada en HVE, se creará un cronograma de mantenimiento a cada máquina, el cual genera alertas a los responsables de cada labor.
- APL (*Application part list*): PSCI requiere un sistema que permita el control de los repuestos e identificar rápidamente las piezas faltantes para una intervención venidera.
- RSD (Reunión de seguimiento diaria): Se debe crear un módulo que permita guardar un historial de las actividades programadas y ejecutas cada día, además de las paradas de equipos del día anterior, presione en líneas de transporte de gas y cantidad de barriles de agua inyectados a pozos.

Figura 15. Módulos principales del Sistema de Gestión de Mantenimiento SGM



2.2.2 Modelo y condiciones de desarrollo. Para completar estos requisitos se usará el desarrollo de software evolutivo, el cual se caracteriza por:

- La totalidad de requerimientos no son completamente conocidos al inicio del proyecto.
- El desarrollo debe ir sujeto a una supervisión constante por parte del usuario cada vez que se avanza en un punto y no al final de terminar el módulo.

Figura 16. Ciclo de vida del software



Fuente: Ciclo de vida del software, [tomada de internet el 1 de abril del 2015] disponible en línea  
URL: <http://softwaredb.wikispaces.com/Ciclo+del+Software>

La aplicación desarrollada para el departamento de mantenimiento de la empresa PetroSantander (Colombia) Inc. será bautizada como SGM (Sistema de Gestión de Mantenimiento) y será desarrollado en *Visual Basic For Application* a través de *Microsoft Office Access* almacenando la información en *SQL Server*.

## **3. OBJETIVOS**

### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Implementar un sistema de monitoreo de equipos de operación en campo petrolero y realizar la gestión de mantenimiento para la empresa PetroSantander (Colombia) Inc. siguiendo los lineamientos éticos, metodología y técnicas de la Universidad Industrial de Santander.

### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ❖ Seleccionar para el pozo “Salina 63” dispositivos de medición de:
  - Caudal (ON/OFF)
  - Presión (MIN/MAX)
  - Nivel de tanque (MAX)
- ❖ Seleccionar red de transferencia de datos.
- ❖ Seleccionar software de escritorio o plataforma WEB para el control diario de producción, capacitando al personal para su correcto uso.
- ❖ Mostrar indicadores de gestión que le permita a la empresa medir el antes y el después de los tiempo de reacción ante incidencias, costos y producción diaria.
- ❖ Entregar documentación del paso a paso de instalación y selección para su posterior extensión a los pozos restantes.
- ❖ Desarrollar una aplicación en Microsoft Access para el control de mantenimiento, la cual debe almacenar la siguiente información:
  - Hojas de vida de la maquinaria
  - Reportes de mantenimiento correctivo
  - Reportes de mantenimiento preventivo
  - Historial de mediciones de lubricantes

- ❖ Crear y controlar cronograma mensual de mantenimiento preventivo, asignando labores y responsables para cada actividad y llevando un indicador de cumplimiento.
- ❖ Hacer seguimiento al uso del presupuesto asignado para el departamento de mantenimiento, preparando los documentos necesarios para soportar el nuevo presupuesto a solicitar a gerencia.
- ❖ Generar requisiciones de materiales para el stock de piezas de mantenimiento, teniendo un plan de compra predictiva.

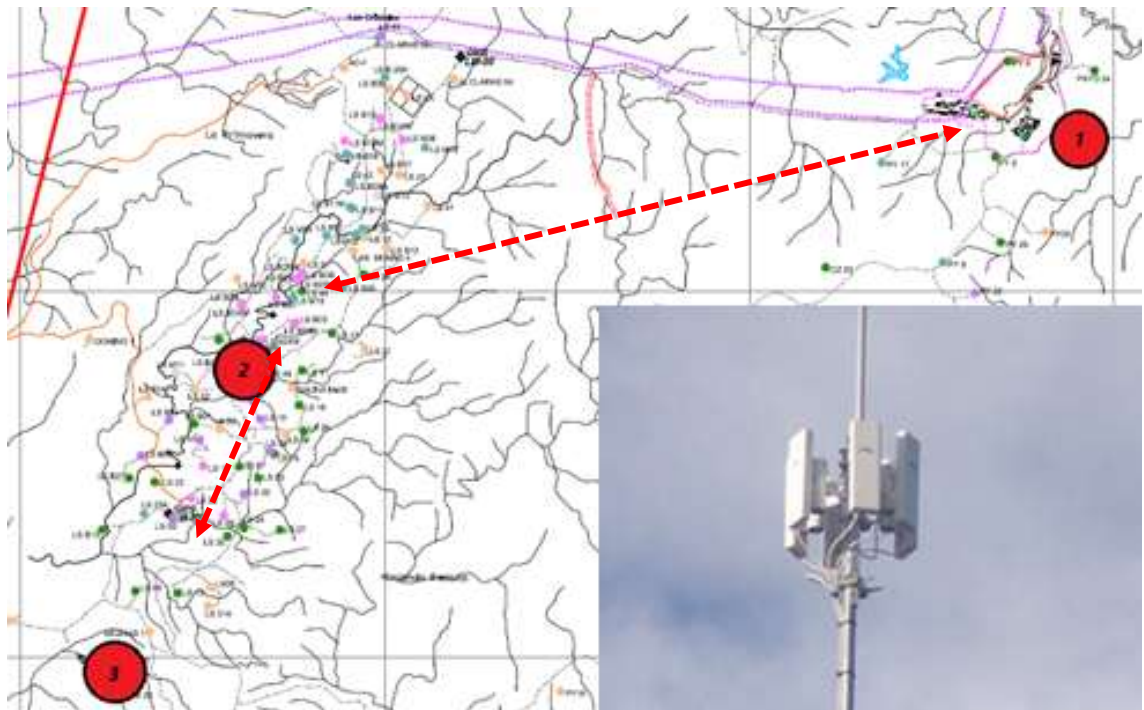
## 4. DESPLIEGUE DE LA SOLUCIÓN

### 4.1 SISTEMA TELEMÉTRICO

Se hace entrega al departamento de producción del presente documento ya que contiene el análisis económico y técnico para expandir el sistema a otros pozos.

4.1.1 Expansión de la cobertura de red WI-FI. Para aumentar la cobertura de la red se seleccionan dispositivos *NanoStation5* por ser económicos y fiables, además brindan una excelente calidad de cobertura y alcance; se requiere un punto medio de transmisión de red, ya que la geografía de la zona no permite hacer una conexión directa desde el pozo hasta las oficinas, por tanto se debe instalar dispositivos *NanoStation5* en los puntos señalados en la siguiente figura:

Figura 17. Puntos de emisión y recepción de señal



Punto 1: Oficinas administrativas

Punto 2: Batería La salina

Punto 3: Pozo la salina 63

Costo unitario aproximado: USD 150

La instalación debe ser realizada por personal certificado para trabajo en alturas, los *NanoStation5* deben ser puestos lo más alto posible para asegurar un señal fluida.

4.1.2 Convertidor de señal. La señal de los sensores entra al variador a través de los puertos de 4-20 [mA], para ser tomada por los *NanoStation5* a la salida debe ser llevada a protocolo TCP, entonces se usa la tarjeta conversor serial a TCP Danfoss MCA 121.

Figura 18. Convertidor de señal Danfoss MCA 121



Fuente: MCA 121, [tomada de internet el 1 de abril del 2015] disponible en línea URL:  
[http://drives.com.co/wp-content/uploads/2014/03/VLT-EtherNetIP\\_MCA121.pdf](http://drives.com.co/wp-content/uploads/2014/03/VLT-EtherNetIP_MCA121.pdf)

Costo unitario aproximado: USD 400

### 4.1.3 Selección de dispositivos de medición

4.1.3.1 Sensor de presión. Fue seleccionado el sensor Danfoss MBS 4701 ya que cuenta con todas las garantías necesarias para trabajo en cabeza de pozo, además de ser un diseño compacto y sencillo con el fin de reducir costo, tiene una salida de 4-20 [mA] lo que permite conectarlo fácilmente al variador de la misma marca; ofrece una gama amplia de rangos de presión por el mismo costo, esto permite a PSCI ubicar el sensor correcto según el pozo.

Costo aproximado: USD 600

Figura 19. Sensor de presión Danfoss MBS 4701



Fuente: MBS 4701, [tomada de internet el 1 de abril del 2015] disponible en línea URL: <http://products.danfoss.com/productrange/industrialautomation/pressure-transmitters/>

4.1.3.2 Sensor de caudal ON/OFF. Este *switch* de caudal marca ABB funciona por dispersión térmica y es usado para detectar en un rango no mayor a 10 segundos si el fluido está en reposo o movimiento.

Costo aproximado: USD 1000

Figura 20. Sensor de caudal ABB TX



Fuente: ABB TX, [tomada de internet el 1 de abril del 2015] disponible en línea URL:  
<http://www.abb.com/product/seitp330/8f4e646b623357dc85257925004f9a69.aspx>

4.1.3.3 Sensor de nivel de tanque. El LST400 es un transmisor de nivel ultrasónico capaz de medir el nivel de crudo en tanque. Estos sensores son bastante costosos (si bien existen otras tecnologías más económicas sigue siendo un sensor no necesario) por lo que PSCI optó por excluirlos del sistema final a instalar.

Costo aproximado: USD 1000

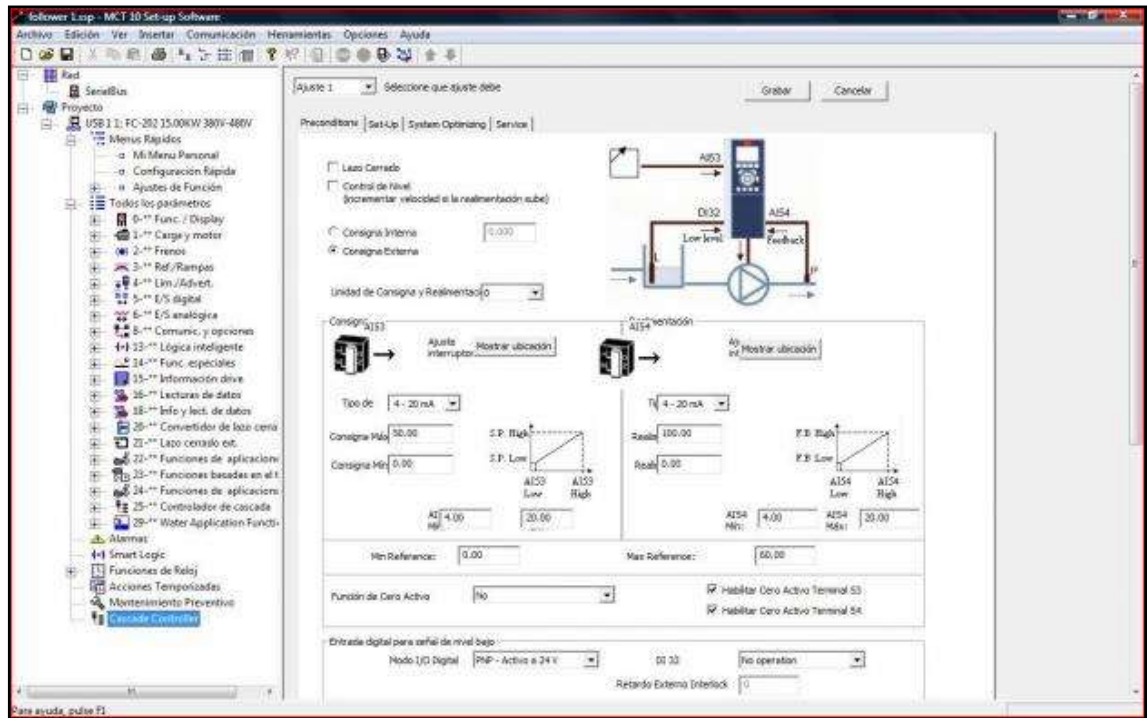
Figura 21. Sensor de flujo ABB LST400



Fuente: LST400, [tomada de internet el 1 de abril del 2015] disponible en línea URL:  
<http://www.abb.com/product/seitp330/94c0ee114d78c15285257b2b0074ac8a.aspx>

4.1.4 Selección de software para el sistema telemétrico. Entre las distintas opciones para visualizar las lecturas de las oficinas en campo (SCADA, plataforma WEB o aplicación de escritorio), se optó por el software MCT 10 Danfoss por compatibilidad y costo.

Figura 22. Software MCT 10 Danfoss



Fuente: MCT 10, [tomada de internet el 1 de abril del 2015] disponible en línea URL: <http://p-n-p.co.uk/product/danfoss-mct10-set-up-software-license-key/>

Este software permite hacer telemetría y telecontrol fácilmente de varias señales, permite agrupar pozos, genera gráficas y alertas, la versión completa del software no tiene límite de señales y puede ser usado por 5 usuarios en línea.

Costo aproximado: USD 1000 (Licencia permanente)

4.1.5 Tablas para medir indicadores de producción. Para el análisis de resultados del sistema telemétrico propuestos se disponen de las siguientes tablas para llevar un registro diario de la producción y poder generar a final de mes, indicadores que permitan el análisis global de producción, incidentes, costos etc.

Fecha	Pozo	Hora de parada [HH:MM]	Puesta en marcha [HH:MM]	Hora de intervención [HH:MM]	Costo intervención ambiental o wellservice [USD]	Costo producción nominal [USD]	Observaciones
01/02/2015	LS63	8:30	8:40	8:35	\$0,00	\$2.400,00	Apagón
01/02/2015	LS21	14:35	18:00	14:56	\$1.000,00	\$25.420,00	Fisura de empaque en bomba

Tabla 4. Registro diario de pozos parados

En la tabla 4 se lleva un registro de cada parada de pozo, su causa, hora de parada, hora de puesta en marcha, hora de intervención al pozo y costos aproximados de la parada.

Tabla 5. Registro diario de totales de producción

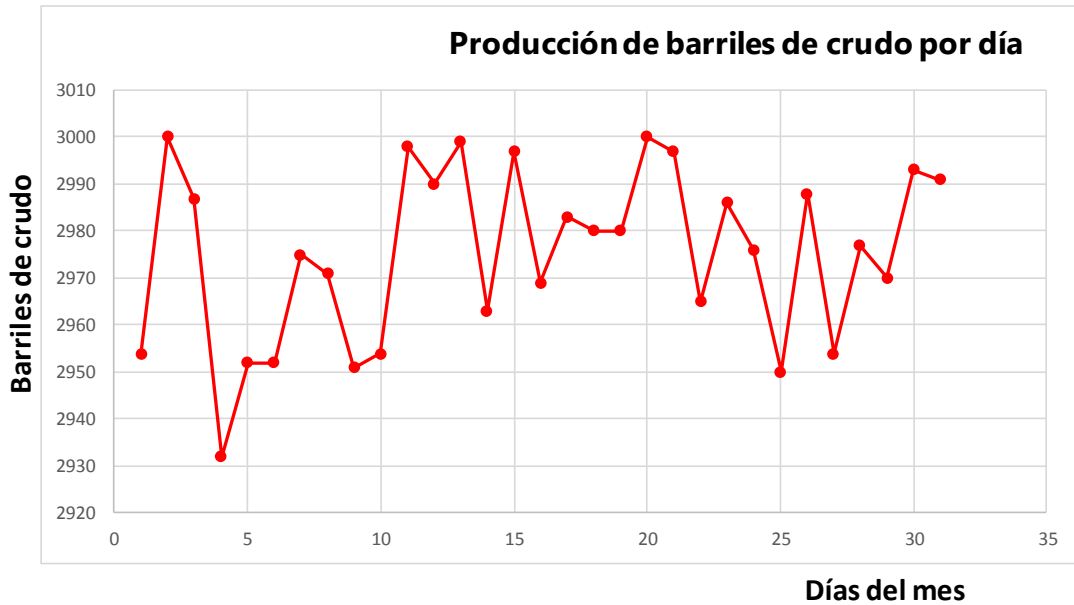
Fecha	Pozos activos	Paradas registradas	Horas de falla	Costo aproximado producción perdida [USD]	Producción diaria [BFPD]
01/01/2015	156	3	5	\$35.500,36	2954
02/01/2015	156	1	0,5	\$3.150,00	3000
03/01/2015	153	2	1	\$47.096,00	2987

Con los datos registrados día a día se construye la tabla 5 que lleva los totales de producción diaria los cuales se agrupan a final de mes para mostrar los indicadores respectivos.

Figura 23. Indicadores de producción por mes



**INDICADORES DE PRODUCCIÓN  
ENERO DE 2015**



<b>Pozos totales</b>	156
<b>Pozos activos promedio</b>	154,7742
<b>Paradas totales</b>	78
<b>Horas totales paradas</b>	325,5
<b>Costo de producción perdida [USD]</b>	497795,4
<b>Perdidas diarias promedio [USD]</b>	16057,91
<b>Producción total [BFPD]</b>	92269
<b>Producción diaria promedio [BFPD]</b>	2976,419

**Realizó**  
Lucas Serrano  
**Revisó**  
José Clavijo

## 4.2 GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

4.2.1 Resultados del desarrollo del software. A continuación se presenta las memorias del desarrollo del software para la gestión del mantenimiento, se detallan sus módulos y funcionalidades.

4.2.1.1 Introducción. SGM es el acrónimo de *SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO* y tiene como fin, facilitar la gerencia y administración diaria de los sistemas de mantenimiento al interior de una compañía. Fue desarrollado en conjunto con los usuarios finales para garantizar la ergonomía de uso y así convertirla en una herramienta fácil y de gran ayuda.

4.2.1.2 Componentes de diseño. A continuación se expondrá el conteo de elementos internos del software desarrollado, la lista de tablas y su modelo de entidad-relación.

Tabla 6. Listado de elementos de diseño de SGM

Elemento	Cantidad	Uso
Tablas	51	Almacena la toda la información de SGM
Consultas	54	Mezcla la información requerida de varias tablas
Formularios	89	Es la parte visible al usuario con la cual se interactúa
Informes	25	Contiene los reportes exportables de la aplicación
Macros	2	Comandos auxiliares de SGM
Módulos de funciones	7	Contiene funciones diseñadas exclusivamente para SGM

Se exponen las tablas del sistema en la tabla 7 y los diagramas entidad-relación en las figuras 24 a 29.

Tabla 7. Lista de tablas de SGM

<b>Tabla</b>	<b>Información que contiene</b>
<b>ast</b>	Plantillas de análisis de seguridad en el trabajo
<b>ast_1</b>	Detalle de las plantillas de análisis de seguridad en el trabajo
<b>cl</b>	Registro de modificaciones hechas a la aplicación desde su lanzamiento
<b>cond</b>	Lista de condiciones de los ítems en el inventario
<b>config</b>	Parámetros internos de funcionamiento
<b>Cro</b>	Cronograma de los equipos
<b>cro_1</b>	Detalle del cronograma de los equipos
<b>cro_2</b>	Adjuntos y observaciones del cronograma de los equipos
<b>cro_festivos</b>	Fechas festivas configuradas por el usuario según el país
<b>dc</b>	Usada para generar indicadores de disponibilidad y confiabilidad
<b>dee</b>	Definiciones de estado de equipos
<b>doc</b>	Listado de documentos exportados desde la aplicación
<b>dpto</b>	Listado de departamentos y sus configuraciones
<b>emp</b>	Empresas y terceros relacionados con cada equipo
<b>equipo</b>	Hojas de vida de los equipos
<b>equipo_1</b>	Observaciones y adjuntos de los equipos
<b>equipo_2</b>	Rutas de las imágenes asociadas a los equipos
<b>equipo_3</b>	Valores de los campos adicionales para cada equipo

Tabla 7. (Continuación)

<b>Tabla</b>	<b>Información que contiene</b>
<b>equipo_campo</b>	Listado de campos adicionales
<b>equipo_pl</b>	Listado de partes para cada equipo "APL"
<b>equipo_pl_1</b>	Detalle del listado de partes para cada equipo "APL"
<b>esp</b>	Listado de especialidades
<b>fam</b>	Listado de familias para los equipos
<b>gda</b>	Listado de grupos de análisis para los equipos
<b>gda_rep</b>	Listado de reportes de indicadores generados
<b>gda_rep_1</b>	Observaciones de cada familia para los reportes de indicadores
<b>gda_rep_2</b>	Observaciones generales para los reportes de indicadores
<b>gda_rep_3</b>	Valores de confiabilidad y disponibilidad para cada reporte
<b>inv_data</b>	Listado de inventario importado
<b>otm</b>	Reporte/orden de trabajo de mantenimiento "OTM"
<b>otm_1</b>	Lista de actividades realizadas en cada "OTM"
<b>otm_2</b>	Repuestos usados en cada "OTM"
<b>otm_3</b>	Observaciones y adjuntos en cada "OTM"
<b>omt_4</b>	Personal involucrado en cada "OTM"
<b>pais</b>	Lista de países con su código internacional
<b>pdt</b>	Planes de trabajo para los equipos agrupado por departamento
<b>pdt_1</b>	Planes de trabajo para los equipos agrupado por especialidad
<b>pdt_1_1</b>	Detalle del plan de trabajo
<b>pia</b>	Pozos inyectados con agua

Tabla 7. (Continuación)

Tabla	Información que contiene
rsd	Reunión de seguimiento diaria "RSD"
rsd_1	Lista de equipos fuera de funcionamiento
rsd_2	Lista de actividades a realizar en el día
rsd_3	Observaciones de la reunión
rsd_4	Valor de inyección de agua en cada pozo
rsd_ec	Plantillas para el envío del formato de "RSD" a través de correo electrónico
sis	Listado de sistemas de equipos
temp_inv_data_duplicados	Usada para importar y preparar la tabla inv_data
tipo_mtto	Tipos de mantenimiento
user	Listado de usuarios
user_per	Permisos delegados por un usuario a otro

Figura 24. Diagrama entidad-relación módulo RSD

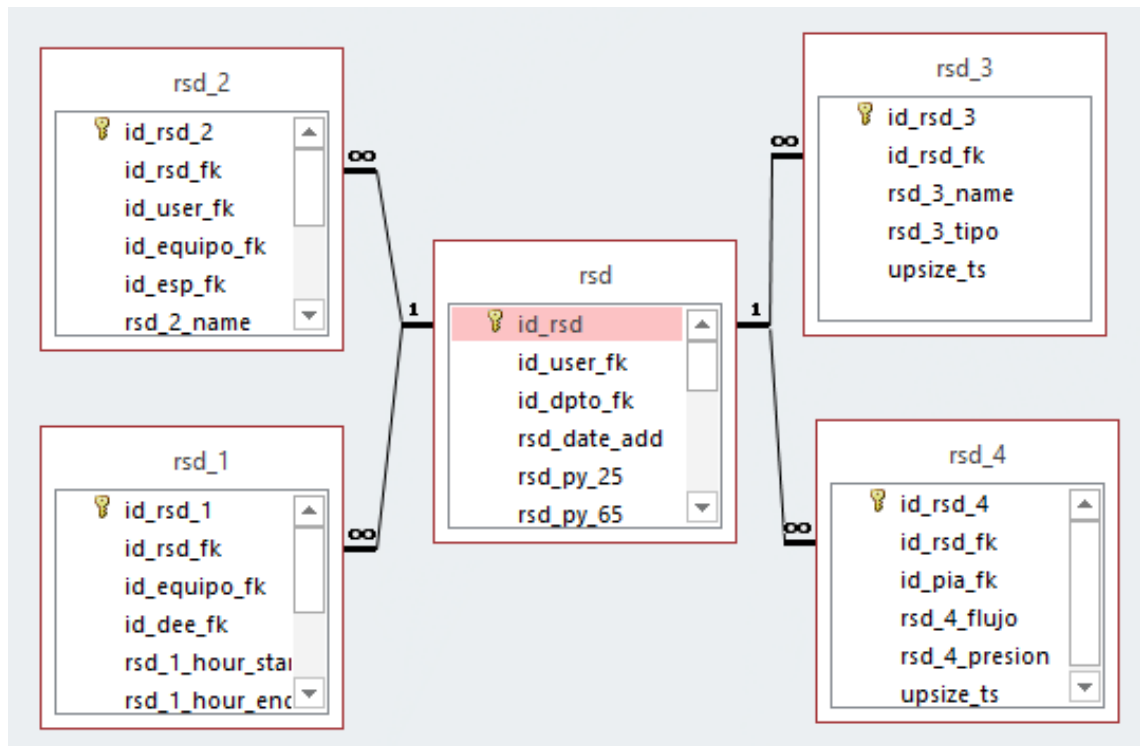


Figura 25. Diagrama entidad-relación módulo OTM

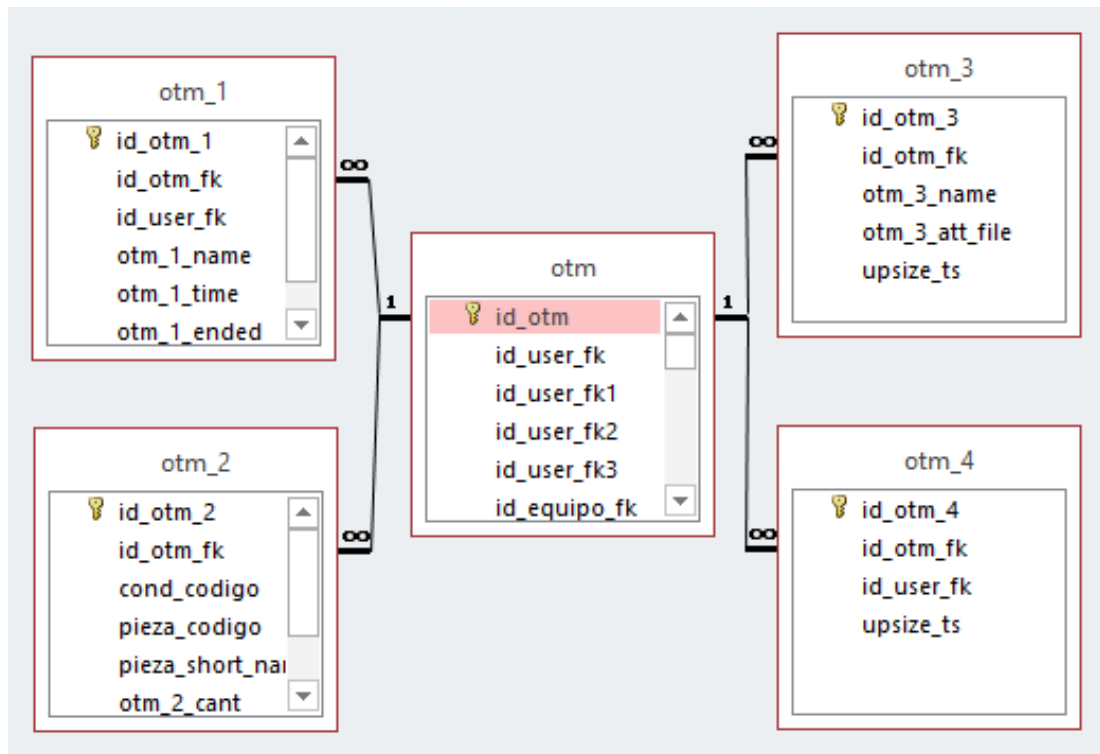


Figura 26. Diagrama entidad-relación módulo HVE

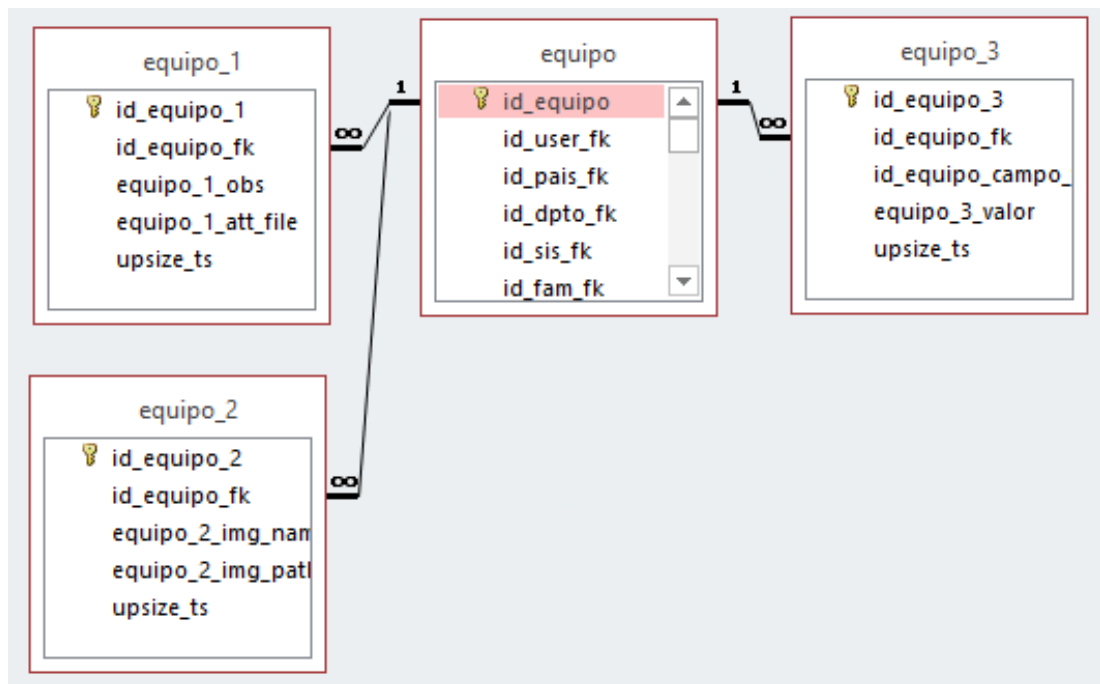


Figura 27. Diagrama entidad-relación módulo CDA

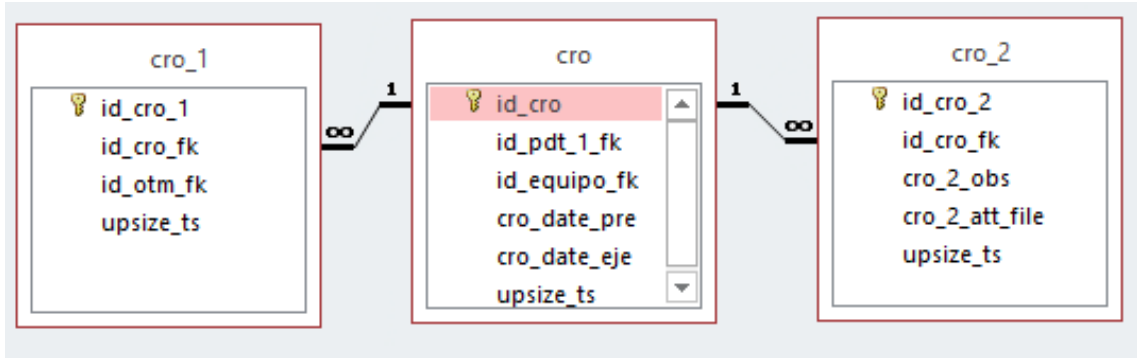


Figura 28. Diagrama entidad-relación módulo APL, AST y PDT

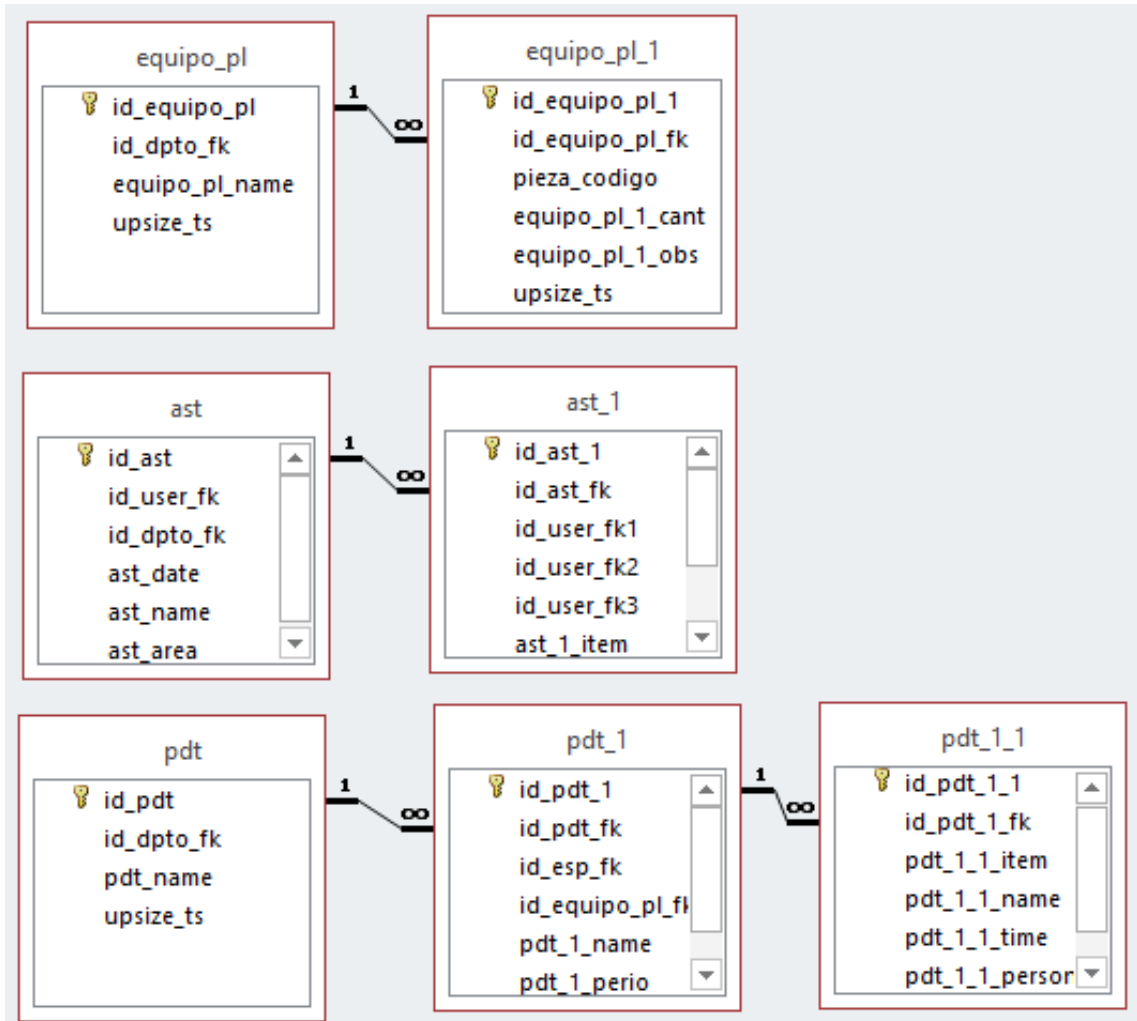
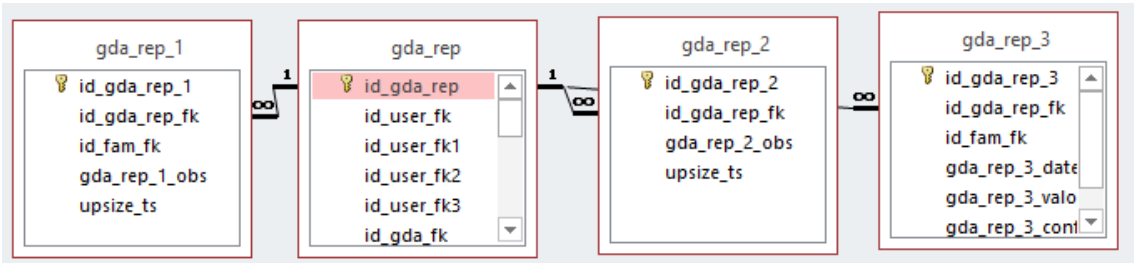


Figura 29. Diagrama entidad-relación módulo GDA



4.2.1.3 Ingreso y configuración de SGM. Se accede a la aplicación desde el siguiente icono de la figura 30:

Figura 30. Icono de ingreso SGM



4.2.1.3.1 Login: La ventana Login (expuesta en la figura 31) contiene:

- **Usuario:** Campo numérico de identificación del usuario, puede ser un código personalizado o la cédula de ciudadanía.
- **Contraseña:** Por defecto es el mismo usuario, el usuario debe cambiarla en su primero ingreso a SGM.
- **Guardar credenciales:** Al seleccionar esta opción SGM almacenará la ubicación actual como segura y guardará los valores escritos en *usuario* y *contraseña*.
- **Autoingreso:** Al abrir SGM, el sistema ingresará automáticamente a la aplicación al tener los credenciales guardados.

Figura 31. Login SGM

Bienvenido a SGM

**PetroSantander (Colombia) Inc.**

Usuario: 1098717253

Contraseña: \*\*\*\*

Guardar credenciales

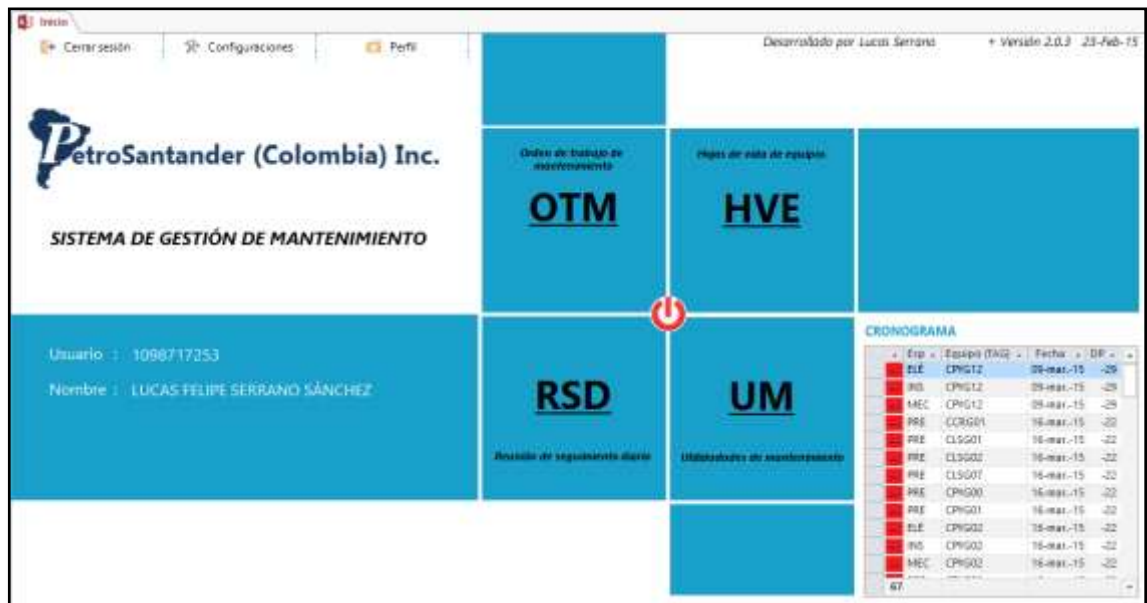
Autoingreso

Ingresar

4.2.1.3.2 Inicio: En el inicio de SGM de la figura 32 se encuentra:

- **Cerrar sesión:** Cierra SGM y permite ingresar con un usuario diferente.
- **Configuraciones:** Formulario para creación y edición de usuarios y otras funciones, solo accesible por administradores de SGM.
- **Perfil:** Permite editar el perfil del usuario actual.
- **OTM:** Módulo para las ordenes de trabajo de mantenimiento.
- **HVE:** Módulo para hojas de vida, PDT, cronograma e indicadores.
- **RSD:** Módulo para el seguimiento de las reuniones diarias de apertura y cierre.
- **UM:** Módulo con diferentes funcionalidad complementarias del software.
- **CRONOGRAMA:** Muestra rápidamente las actividades pendientes por realizar.

Figura 32. Inicio SGM



4.2.1.3.3 Configuraciones: En esta ventana de la figura 33 se crean y editan usuarios, asignando permisos y modificando perfiles, además se puede configurar aspectos avanzados del sistema, como visor PDF por defecto, estado de la aplicación (cerrada o abierta) etc.

Figura 33. Configuraciones SGM

Usuario	Nombre	Iniciales	Online	Nombre corto	Departamento	Admin	Tag creator	Activo	ultimo login	Version
1351686	BAXTER MORALES CAMELO	BM	Si	BAXTER MORALES	MANTENIMIENTO	No	Si	Si	05/03/2015 5:20:15 a. m.	2.0.1
110235208	CARLOS ALBERTO ATENCIA	CA	Si	CARLOS ATENCIA	MANTENIMIENTO	Si	Si	Si	06/03/2015 6:40:01 a. m.	2.0.1
13716385	CARLOS ALBERTO DEVA RUEDA	CD	No	CARLOS DEVA	MANTENIMIENTO	No	No	No	05/03/2015 5:04:58 p. m.	2.0.1
91216740	CARLOS EDUARDO ROBAYO BUIT	CR	No	CARLOS ROBAYO	MANTENIMIENTO	No	No	No		
91002973	CHEPE RINCON ABAYES	CHR	No	CHEPE RINCON	PRODUCCION	No	No	Si		
91068754	CIRO ALFONSO GOMEZ SUAREZ	CG	Si	CIRO GOMEZ	MANTENIMIENTO	No	Si	Si	05/03/2015 6:44:36 a. m.	2.0.1
1096625338	CRISTIAN GONZALEZ CARREÑO	CGC	No	CRISTIAN GONZAL	MANTENIMIENTO	No	No	Si		
91000789	DEMETRIO VALENCIA GODOY	DV	No	DEMETRIO VALENC	PRODUCCION	No	No	Si		
91496151	EDGAR FERNANDO TELLEZ CACE	ET	No	EDGAR TELLEZ	PRODUCCION	No	No	Si		
91137325	EDWINA PORTILLA RODAS	EP	No	EDWINA PORTILLA	MANTENIMIENTO	No	No	Si		
5718354	EFRAIN LAMUS PLATA	EL	No	EFRAIN LAMUS	MANTENIMIENTO	No	No	Si		
91000221	ELIAS GONZALEZ PEDROZA	EG	No	ELIAS GONZALEZ	MANTENIMIENTO	No	No	Si		
91004957	GUSTAVO JOYA GARCIA	GJ	No	GUSTAVO JOYA	MANTENIMIENTO	No	No	Si		
13837401	GUSTAVO UMAÑA RINCON	GU	No	GUSTAVO UMAÑA	MANTENIMIENTO	No	No	Si		
91253712	HENRY DIAZ OCHOA	HD	No	HENRY DIAZ	MANTENIMIENTO	No	No	Si		
5083320	IVAN CHINCHILLA	IC	No	IVAN CHINCHILLA	MANTENIMIENTO	No	No	Si		
91004438	JAIRO CORZO HERNANDEZ	JCH	No	JAIRO CORZO	MANTENIMIENTO	No	No	Si		
91002957	JAIRO NAVAS MEJIA	JN	No	JAIRO NAVAS	MANTENIMIENTO	No	No	Si		

Nombre	Valor	Estado
Aplicación	Estado de la aplicación	<input checked="" type="checkbox"/>
Ubicación SARA PDF		<input checked="" type="checkbox"/>
Editor de imágenes	c:\windows\system32\mspaint.exe	<input checked="" type="checkbox"/>
Visor de imágenes por defa	C:\Program files\Microsoft Office\	<input checked="" type="checkbox"/>
Ubicación de imágenes	(varano\SAM\public\media	<input checked="" type="checkbox"/>
Visor PDF	C:\Program Files\Adobe\Reader 1	<input checked="" type="checkbox"/>

Nombre	Valor
Vincular SQL	<input checked="" type="checkbox"/>
Preparado	

4.2.1.3.4 Perfil: Permite cambiar el nombre completo y corto de usuario, la ubicación personal la cual almacena cualquier OTM en la ruta especificada, adjuntar una imagen de firma para la impresión de documentos.

En la parte derecha se pueden especificar los usuarios a los cuales se les delega permisos, es decir usuarios que tiene permitido editar registros que fueron creados por otro, estos aplica en OTM y HVE.

Figura 34. Perfil de usuario

R	Nombre corto
MG	MAGDA GRATERON
NM	NICOLAS MORALES
RC	ROMAN CARRILLO
WR	WILLINTON ROPER

4.2.1.4 Órdenes de trabajo de mantenimiento OTM. Éste módulo contiene formularios para la administración de órdenes de trabajo de mantenimiento, y está asociado a los módulos HVE, APL y PDT.

4.2.1.4.1 Lista de OTM: Este formulario de la figura 35 muestra la lista de órdenes de trabajo de mantenimiento con colores según su estado para fácil identificación:

- Blanco: Finalizada o anulada.
- Amarillo: Pendiente por finalizar.
- Rojo: Pendiente por finalizar por parte del usuario.

El usuario puede expandir cada OTM para verla en detalle al dar click en la primera columna “...”

Figura 35. Lista de OTM

Consecutivo	Fecha	Autor	Esp	Equipo (TAG)	Nombre de equipo	Título	Finalizado	Anulada
OTM-314-15	19-mar-15	LS	MEC	CPYG02	COMPRESOR PAYOA 02		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
OTM-313-15	05-mar-15	JH	MEC	GLSE03	GENERADOR SALINAS WK 0	Corrección fuga de agua	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
OTM-312-15	05-mar-15	JH	MEC	GLSE04	GENERADOR SALINAS W 04	Corrección de fuga de aceite	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
OTM-311-15	05-mar-15	MM	QUI	ZPY	ZONA INDUSTRIAL PAYOA	Selección de Gamic dados de baja	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
OTM-310-15	05-mar-15	JC	MEC	ZPY	ZONA INDUSTRIAL PAYOA	Housekeeping taller compresores	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
OTM-309-15	05-mar-15	JC	MEC	CPYG17	COMPRESOR PAYOA 17	Reparación de tubo de retorno de agua al radiador	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
OTM-308-15	05-mar-15	JC	MEC	CPYG12	COMPRESOR PAYOA 12	Cambio de escape	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
OTM-307-15	05-mar-15	JF	INS	ZPY	ZONA INDUSTRIAL PAYOA	Registrador Barton para compresores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
OTM-306-15	05-mar-15	JF	INS	ZPY	ZONA INDUSTRIAL PAYOA	Continuar calibración registradores para producción para m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
OTM-305-15	05-mar-15	CA	ELÉ	ZPY	ZONA INDUSTRIAL PAYOA	Acometida electrica para zona de Rigs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
OTM-304-15	05-mar-15	CA	ELÉ	LS98	POZO LA SALINAS 98	Iniciar acometida en BT LS-98	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
OTM-303-15	05-mar-15	CA	ELÉ	GLSE04	GENERADOR SALINAS W 04	Asistencia cambio de Gen-Set Salinas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
OTM-302-15	05-mar-15	CA	ELÉ	555403	AFE: PIA	Tablero de control para nueva PIA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
OTM-301-15	05-mar-15	WR	AUT	KJR 421	Foton Olin 3.5 DC	Revisión vibración en el cardán, pendiente de repuestos y ca	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
OTM-300-15	05-mar-15	WR	AUT	GX 825	Chevrolet Kodiak	Re	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
OTM-299-15	05-mar-15	WR	AUT	GX 800	Chevrolet Kodiak	Cambio de abrazadera metálica que sostiene el tanque de a	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
OTM-298-15	05-mar-15	JH	MEC	BOPGP905	BOMBA REFORZADORA 2	Cambio de sello mecánico	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
OTM-297-15	05-mar-15	JH	MEC	BOPGP905	BOMBA REFORZADORA 2	corrección fuga de gas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
OTM-296-15	04-mar-15	WR	AUT	KJO 903	Mazda BT50 4X4 DC / B260	Revisar anomalía sistema GNV.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
OTM-295-15	06-mar-15	MR	LEV	PCPLS48	PCF LA SALINAS 48	CAMBIO DE MOTOR ELECTRICO PCF	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
OTM-294-15	29-nov-10	MG	MEC	CPYG02	COMPRESOR PAYOA 02	Desmonte de cufata #6 para cambio	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
OTM-293-15	02-nov-10	MG	MEC	CPYG04	COMPRESOR PAYOA 04	Mantenimiento Preventivo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- **Nuevo registro:** Crear una OTM.
- **Documentos:** Permite consultar todas las OTM generadas en formato PDF almacenadas en una ruta compartida.
- **Imprimir rango:** Imprimir un conjunto de OTM rápidamente.
- **Pendientes XLS:** Exporte a Excel el listado de OTM pendientes por finalizar en su departamento.
- **Filtro rápido:** Muestra únicamente el listado de OTM que fueron creadas por el usuario.

4.2.1.4.2 Detalle de OTM: La figura 36 muestra el detalle de la orden de trabajo de mantenimiento donde se describen el paso a paso de actividades, título general, duración cronológica, avance general del proyecto, centro de costo, tipo de mantenimiento etc.

Figura 36. Detalle de OTM

- **Nuevo registro:** Crear una OTM.
- **Eliminar:** Elimina la OTM actual siempre que sea del mismo usuario, no altere los consecutivos y sea del año vigente.
- **Ayuda:** En la figura 37 se muestra una tabla con conversiones de hora estándar a hora militar y horas a minutos.
- **Duplicar:** El usuario puede duplicar OTM anteriores y así ahorrar trabajo al crear un OTM de una actividad similar.
- **Continuar:** El listado de actividades permite señalar si cada paso a paso fue terminado o no, al oprimir este botón se creará un nueva OTM con las actividades que no fueron terminadas.
- **PDT / APL:** Permite insertar un PDT y un APL anteriormente almacenado.

Figura 37. Ventana de ayuda en detalle OTM

DURACIÓN		TIEMPO	
Horas	Minutos	AM/PM	MILITAR
1	60	12:00 a. m.	0:00
2	120	1:00 a. m.	1:00
3	180	2:00 a. m.	2:00
4	240	3:00 a. m.	3:00
5	300	4:00 a. m.	4:00
6	360	5:00 a. m.	5:00
7	420	6:00 a. m.	6:00
8	480	7:00 a. m.	7:00
9	540	8:00 a. m.	8:00
10	600	9:00 a. m.	9:00
11	660	10:00 a. m.	10:00
12	720	11:00 a. m.	11:00
13	780	12:00 p. m.	12:00
14	840	1:00 p. m.	13:00
15	900	2:00 p. m.	14:00
16	960	3:00 p. m.	15:00
17	1020	4:00 p. m.	16:00
18	1080	5:00 p. m.	17:00
19	1140	6:00 p. m.	18:00
20	1200	7:00 p. m.	19:00
21	1260	8:00 p. m.	20:00
22	1320	9:00 p. m.	21:00
23	1380	10:00 p. m.	22:00
24	1440	11:00 p. m.	23:00

4.2.1.4.3 Otras pestañas del detalle de OTM: Al explorar las pestañas del detalle de OTM, se encuentra con:

Figura 38. Personal involucrado en OTM

Diagnóstico y actividades realizadas		Personal involucrado	Repuestos utilizados	Complementarios
R	Nombre corto	Cargo		
JH	JAVIER HERRERA	TECNICO MECANICO		
JCH	JAIRO CORZO	MECANICO DE MOTORES COMPRESORES		
JP	JUAN P PEREZ	TECNICO INSTRUMENTISTA		
*				

El usuario rápidamente puede incluir los participantes al digitar las iniciales de cada uno, SGM completa el campo de nombre corto y cargo.

Figura 39. Repuestos utilizados en OTM

Diagnóstico y actividades realizadas		Personal involucrado		Repuestos utilizados		Complementarios	
+ Código	+ Descripción corta	C	Cant	Unid	Valor unitario	Valor parcial	
15550030	POLYPROPYLENE ABSORBENT ROLLS IN 3/8	1	1	RL	225.343,92	225.343,92	
57780005	DETERGENTE EN POLVO BIODEGRADABLE,	1	2	EA	5.044,77	10.089,54	
57800033	GUANTES EN BADANA (CUERO ANIMAL), C	1	2	PR	6.223,33	12.446,66	
57800030	GUANTES EN HILAZA SITNTETICA, CON PUM	1	2	PR	2.597,15	5.194,30	
*		1	0		0,00		
<b>Total</b>		<b>4</b>	<b>7</b>			<b>253.074,42</b>	

SGM almacena la lista de piezas que se pueden vincular a la OTM con el código del ítem, también se puede especificar la condición (Nuevo, usado, en reparación); SGM calculará el valor parcial según la condición, cantidad y costo promedio traído desde la base de datos del inventario de PSCI.

Figura 40. Complementarios en OTM

Diagnóstico y actividades realizadas | Personal involucrado | Repuestos utilizados | **Complementarios**

**APROBACIONES**

\* Encargado: JAVIER HERRERA

\* Supervisor: JAVIER HERRERA

\* Coordinador: ROMAN CARRILLO

**IMPRESIÓN**

Pantalla

Crear PDF

Imprimir

Imprimir y crear PDF

Impresa

**PARA PDF**

Enviar a ubicación personal

Abrir al imprimir

Ruta del archivo: D:\Lucas\Universidad\Proyecto\150305-GLSE04-h

**OBSERVACIONES Y ADJUNTOS**

+ Observación

Este trabajo se inicio el 04-03-2015 a las 14:30, se termino el 05-03-2015 a las 11:00 [att](#)

RICARDO SAMORA (TECNICO DE PEGSA) [att](#)

\*

Registro: 14 | 1 de 2 | Sin filtro | Buscar

La OTM necesita estar aprobada por el encargado, supervisor y coordinador para ser imprimible, tiene varias opciones de impresión, además permite agregar comentarios generales con adjuntos del cualquier tipo de formato, desde esta pestaña se hace la impresión física o .PDF, el formato de la impresión se adjunta en el Anexo K.

4.2.1.4.4 Documentos: La figura 41 detalla la ventana de documentos la cual contiene el listado de órdenes de trabajo de mantenimiento generadas, y permita encontrar el archivo .PDF fácilmente por fecha, equipo, especialidad, tipo de mantenimiento o autor.

Figura 41. Lista de documentos OTM

	+ Ruta	Fecha	TAG	Esp	Tipo	Obs
...	\\aquiles\mantenimiento\ConfiabilidadProyetc	11/11/2014	BBSTC01	M	C	
...	\\aquiles\mantenimiento\ConfiabilidadProyetc	11/11/2014	CPYG05	M	C	26-JM
...	\\aquiles\mantenimiento\ConfiabilidadProyetc	11/11/2014	CPYG03	M	C	27-JM
...	\\aquiles\mantenimiento\ConfiabilidadProyetc	11/11/2014	CPYG03	M	C	
...	\\aquiles\mantenimiento\ConfiabilidadProyetc	11/11/2014	CLSG07	M	C	24-JM
...	\\aquiles\mantenimiento\ConfiabilidadProyetc	11/11/2014	CLSG02	M	P	1-LS
...	\\aquiles\mantenimiento\ConfiabilidadProyetc	11/11/2014	CLSG02	I	P	1-JP
...	\\aquiles\mantenimiento\ConfiabilidadProyetc	11/11/2014	1043	I	C	4-PP
...	\\aquiles\mantenimiento\ConfiabilidadProyetc	11/11/2014	PA1	M	C	22-JM
...	\\aquiles\mantenimiento\ConfiabilidadProyetc	11/11/2014	1043	I	P	5-NMJ
...	\\aquiles\mantenimiento\ConfiabilidadProyetc	11/11/2014	1043	I	P	3-NMJ
...	\\aquiles\mantenimiento\ConfiabilidadProyetc	11/11/2014	1043	I	C	5-PP
...	\\aquiles\mantenimiento\ConfiabilidadProyetc	11/11/2014	CPYG06	M	C	25-JM
...	\\aquiles\mantenimiento\ConfiabilidadProyetc	11/11/2014	CLSG01	I	C	6-NMJ
...	\\aquiles\mantenimiento\ConfiabilidadProyetc	11/11/2014	GLSE01	I	P	7-NMJ
...	\\aquiles\mantenimiento\ConfiabilidadProyetc	11/11/2014	SPSL-02	I	P	9-NMJ
...	\\aquiles\mantenimiento\ConfiabilidadProyetc	11/11/2014	SPSL-02	I	P	3-PP
...	\\aquiles\mantenimiento\ConfiabilidadProyetc	11/11/2014	GLSE03	I	P	8-NMJ
...	\\aquiles\mantenimiento\ConfiabilidadProyetc	11/11/2014	GLSE03	M	C	20-JM
...	\\aquiles\mantenimiento\ConfiabilidadProyetc	11/11/2014	CPYG21	M	C	28-JM
...	\\aquiles\mantenimiento\ConfiabilidadProyetc	11/11/2014	GCRE02	M	C	23-JM
...	\\aquiles\mantenimiento\ConfiabilidadProyetc	11/11/2014	CQLS802	M	C	

Registro: 16 de 408 Sin filtrar Buscar

4.2.1.4.5 Imprimir rango: En la figura 42 se expone el formulario para imprimir fácilmente los reportes seleccionados o por rango de fecha.

Figura 42. Impresión en rango de OTM

Documento	Impreso	TAG
OTM-130-14	Sí	CPYRF02
OTM-142-14	Sí	ZIPY
OTM-141-14	Sí	ZIPY
OTM-138-14	Sí	KJP 295
OTM-136-14	Sí	ZIPY
OTM-135-14	Sí	UBCRW4
OTM-143-14	Sí	CPYG11
OTM-131-14	Sí	GPYE02
OTM-129-14	Sí	CPYG17
OTM-127-14	Sí	BPGPB04
OTM-126-14	Sí	ZIPY
OTM-125-14	Sí	GLSE02
OTM-121-14	Sí	KJO 903
OTM-201-15	Sí	BPGB02
OTM-200-15	Sí	GLSE01
OTM-119-14	Sí	CPYG03
OTM-110-14	Sí	KJR 436
OTM-128-14	Sí	CPYG01
OTM-108-14	Sí	GIX 955
OTM-115-14	Sí	ZIDV

4.2.1.5 Hojas de vida de equipos HVE. Esté módulo es el más extenso y denso, ya que contiene las hojas de vida de los equipos, el cronograma de actividades y los indicadores de confiabilidad y disponibilidad.

4.2.1.5.1 Lista de HVE: El formulario de la figura 43 muestra la lista de equipos donde se puede editar rápidamente aspectos como ubicación, departamento, etc.

- **RGA:** Reportes de grupos de análisis (indicadores de confiabilidad y disponibilidad).
- **PDT:** Crear y editar planes de trabajo.
- **CDA:** Cronograma de actividades de mantenimiento.

Figura 43. Lista de equipos en HVE

Equipo (TAG)	Nombre de equipo	Ubicación	Departamento	Familia	Sistema
CK-06	VALVULA CHEQUE DE RE PATIN MEDICION PARA CRUD		PRODUCCIÓN		
CK-07	VALVULA CHEQUE DE RE PATIN MEDICION PARA CRUD		PRODUCCIÓN		
CLSG01	COMPRESOR SALINAS 01		MANTENIMIENTO	Compresores	Compresión salinas
CLSG02	COMPRESOR SALINAS 02	BATERIA SALINAS	MANTENIMIENTO	Compresores	Compresión salinas
CLSG07	COMPRESOR SALINAS 07		MANTENIMIENTO	Compresores	Compresión salinas
CO3	CORAZON WEST 3	CORAZON WEST 3	MANTENIMIENTO	Pozos	
CO7	CORAZON WEST 7	CORAZON WEST 7	MANTENIMIENTO	Pozos	
CO9	CORAZON WEST 9	CORAZON WEST 9	MANTENIMIENTO	Pozos	
CPYG00	UNIDAD RECUPERADORA	FLOTA COMPRESORA PAYOA	MANTENIMIENTO	Compresores	Compresión payoa
CPYG01	COMPRESOR PAYOA 01	FLOTA COMPRESORA PAYOA	MANTENIMIENTO	Compresores	Compresión payoa

4.2.1.5.2 Detalle de HVE: En esta ventana se completa toda la información de cada equipo, además se pueden agregar campos adicionales y adjuntos.

Figura 44. Detalle de equipos en HVE

**DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

Nombre corto (TAG): CPYG01  
 Nombre completo: COMPRESOR PAYOA 01  
 Fecha creación: 11/11/2014  
 Marca: INGERSOLL RAND  
 Modelo: IR-10 SVG  
 Serie:  
 Área/Ubicación: FLOTA COMPRESORA PAYOA  
 Usuario creador: NICOLAS MORALES  
 Departamento: MANTENIMIENTO  
 Cédula/Barcode:  
 Familia: Compresores  
 Sistema: Compresión payoa  
 Grupo de análisis: Equipos críticos  
 Grupo PDT: Moto-Compresores SVG  
 Uso/Servicio: 2 ETAPAS - DESCARGA COMPRESORES A PLANTA DE GAS

**DATOS TÉCNICOS**

Motor: INGERSOLL RAND  
 Potencia/Capacidad: IR-10SVG  
 Alimentación: GAS NATURAL  
 Fases: NA  
 RPM: 400  
 Peso: NA  
 Año: NA  
 Ancho: NA  
 Profundidad: NA

**DATOS DE ORIGEN Y OUTSOURCING**

Proveedor: PEGGA S.A.  
 País de origen: ESTADOS UNIDOS  
 Fecha de compra: 01 ene '30

**CAMPOS ADICIONALES**

Campo	Valor
CLINDROS COMPRESORES	8,188
CLINDROS COMPRESORES	8,188
CLINDROS COMPRESORES	3,5
CLINDROS COMPRESORES	3,5

**OBSERVACIONES Y ADJUNTOS**

Planos CAD multiple escape  
 Reporte de videoescopia 03-Feb-15

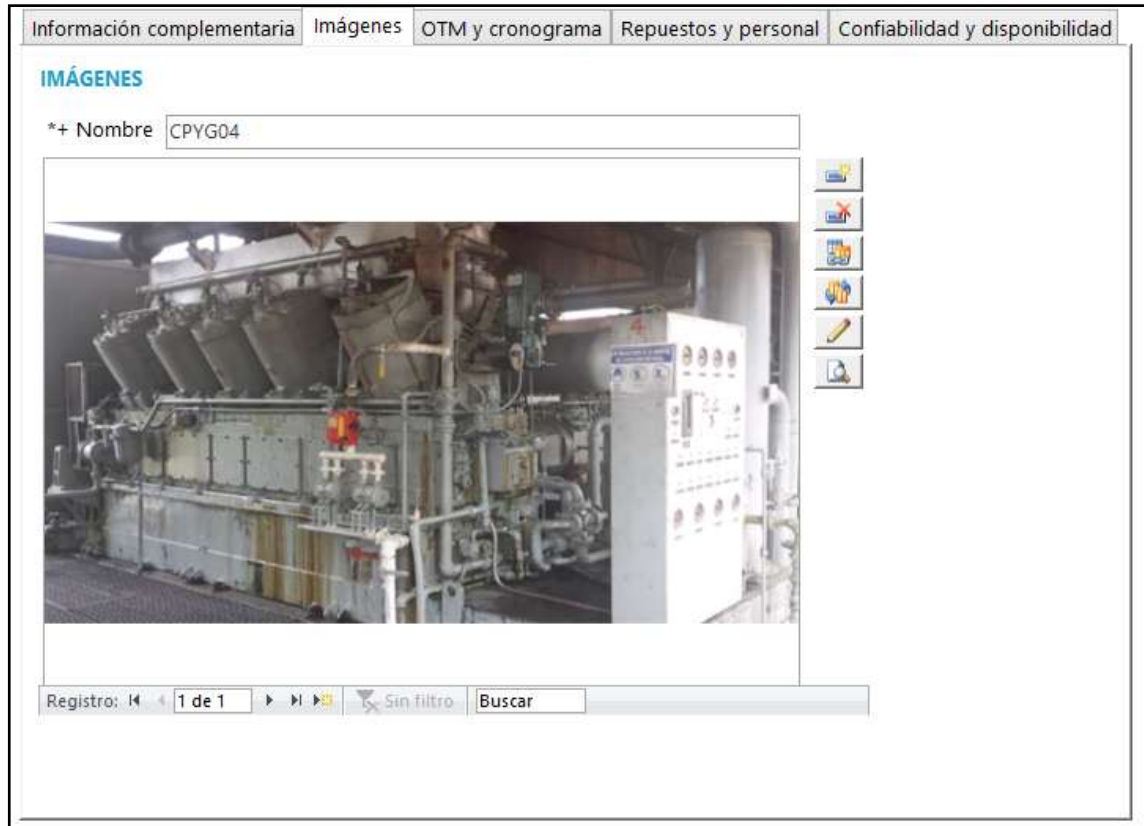
**OTROS**

Equipo activo  Req. calibración   
 Equipo patron  Rev. (verificación)

Rev: indica si el equipo requiere verificación rutinaria, tal como muestras de aceite, inspecciones visuales etc.

4.2.1.5.3 Otras pestañas del detalle de HVE: se pueden almacenar varias imágenes (ver figura 45) del equipo de tipo, se pueden editar las fotos directamente de SGM a través de cualquier editor de imágenes para señalar fallas o puntos de atención.

Figura 45. Imágenes de equipos en HVE



En la figura 46 SGM muestra todas las OTM y actividades de cronograma asociadas al equipo para consultas rápidas y fáciles, así como en la figura 47 se expone los repuestos y personal involucrado en cada intervención reportada a través de una OTM, permite hacer filtros para analizar, por ejemplo, el valor de los repuestos usados en un rango de fechas o la cantidad de veces que cierta pieza ha sido reemplazada, así como el total de horas hombre.

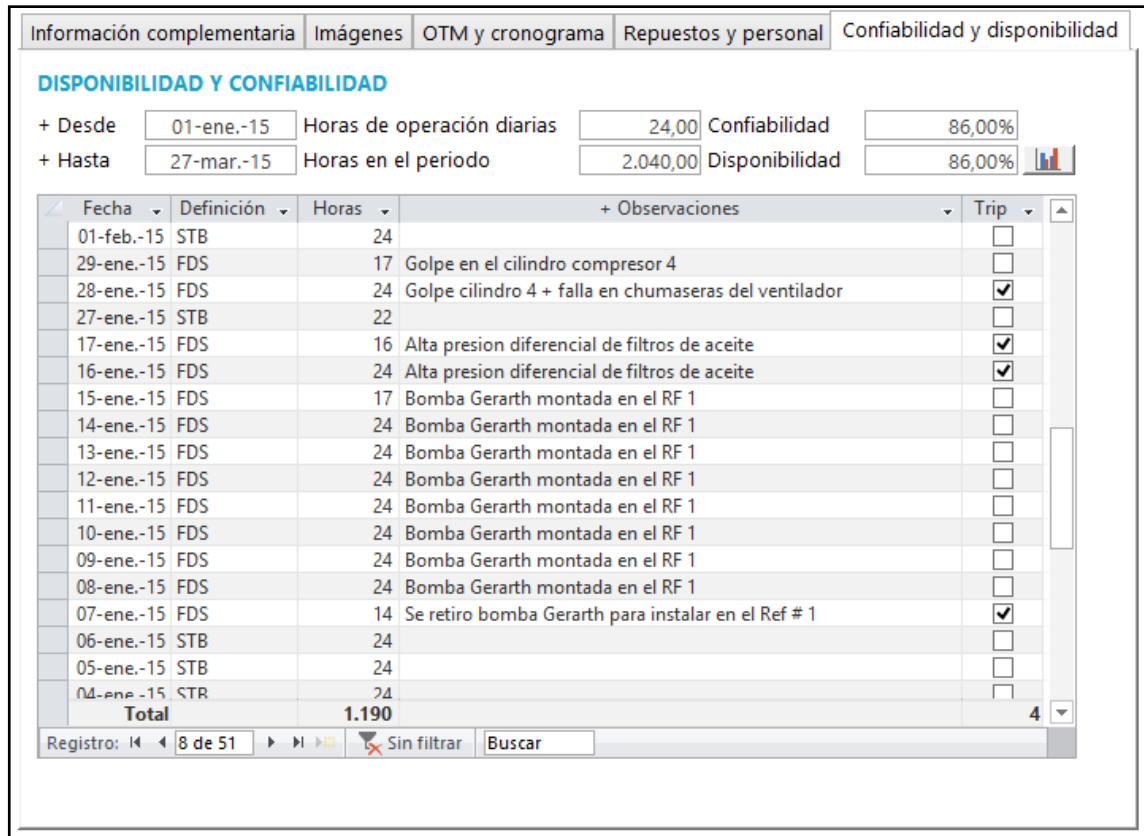
Figura 46. OTM y cronograma en HVE

Información complementaria					Imágenes					OTM y cronograma					Repuestos y personal					Confiabilidad y disponibilidad				
<b>ORDENES DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO</b>																				OTM abiertas				
Consecutivo	Fecha	+ Título													Esp									
OTM-289-15	02-mar.-15	Mantenimiento Preventivo 5000 horas													MEC									
OTM-288-15	02-mar.-15	Mantenimiento Preventivo 5000 horas													INS									
OTM-287-15	02-mar.-15	Mantenimiento Preventivo 5000 horas													ELÉ									
OTM-128-14	29-dic.-14	Revisión cilindros compresores - Presenta presión alta de descarga													MEC									
4																								
Registro: 1 de 4																								
<b>CRONOGRAMA</b>																								
Esp	Plan de trabajo	+ Actividad													Fecha estimada	Fecha ejecución	Días							
PRE	Moto-Compresores S'	Muestra de aceite equipos alterr													05-nov.-16									
PRE	Moto-Compresores S'	Muestra de aceite equipos alterr													08-jul.-16									
PRE	Moto-Compresores S'	Muestra de aceite equipos alterr													10-mar.-16									
PRE	Moto-Compresores S'	Muestra de aceite equipos alterr													11-nov.-15									
PRE	Moto-Compresores S'	Muestra de aceite equipos alterr													14-jul.-15									
PRE	Moto-Compresores S'	Muestra de aceite equipos alterr													16-mar.-15									
9																	3	0						
Registro: 1 de 9																								

Figura 47. Repuestos y personal en HVE

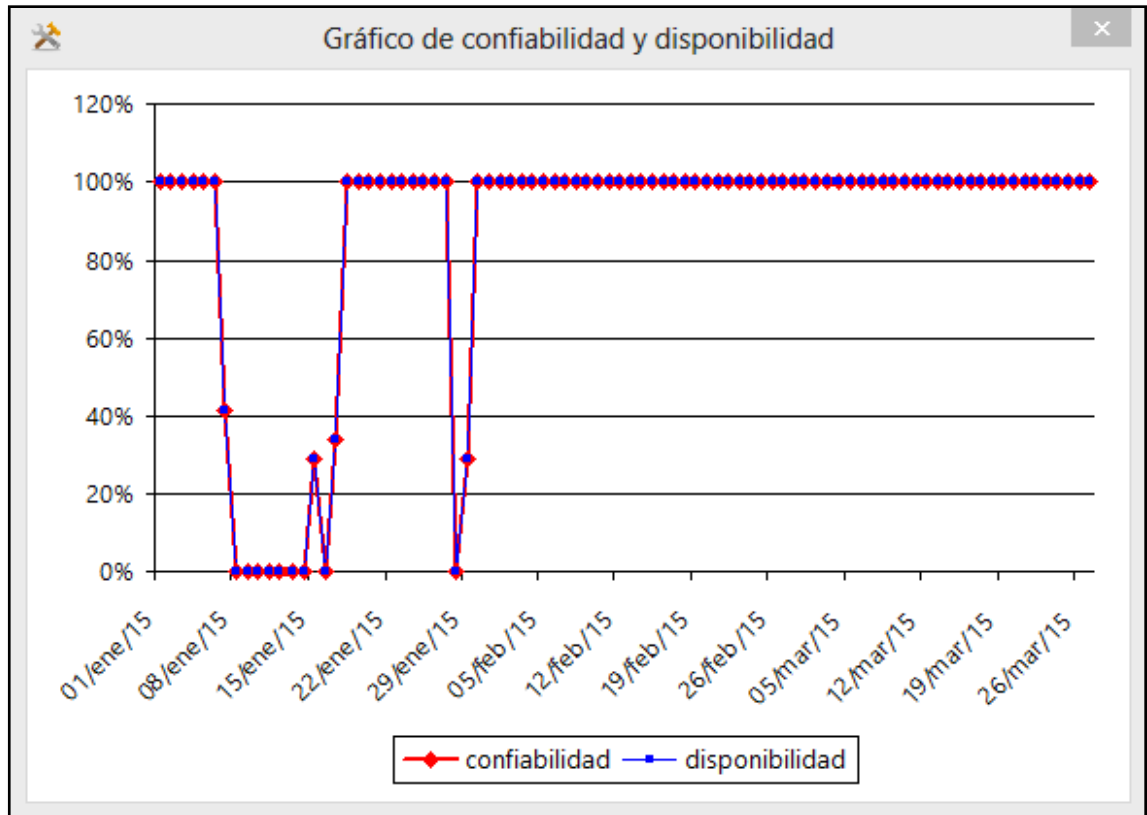
Información complementaria					Imágenes					OTM y cronograma					Repuestos y personal					Confiabilidad y disponibilidad				
<b>REPUESTOS</b>																								
Fecha	Código	+ Descripción corta													C	Cant	Unid	Valor parcial	CC/A					
02-mar.-15	22368515	11065687 RING,COMBO,6", F/PISTC													1	1	SET	327.210,50	580000					
02-mar.-15	22368310	1W9216 RETAINER, CAMSHAFT													1	2	EA	5.752,00	580000					
02-mar.-15	22370180	83A2S148 SCREW, HEAD, CYLINDE													1	2	EA	17.200,00	580000					
02-mar.-15	22368740	X1099TS18R RING SET, RENEWAL, S													1	1	SET	598.726,50	580000					
02-mar.-15	22352311	ARANDELA DE COBRE DE 1,5 mm C													1	4	EA	116.000,00	580000					
02-mar.-15	22352311	ARANDELA DE COBRE DE 1,5 mm C													1	4	EA	116.000,00	580000					
02-mar.-15	22368515	11065687 RING,COMBO,6", F/PISTC													1	1	SET	327.210,50	580000					
02-mar.-15	34300100	VARZOL, DISOLVENTE # 4													1	8	GAL	63.759,12	580000					
02-mar.-15	1210105	FT436-0-2 ELEMENT,OIL FILTER FLO													1	18	EA	633.424,50	580000					
02-mar.-15	5237270	197 PLUG,SPARK,STITT 7/8" THRD,													1	10	EA	693.113,60	580000					
16																	61	3.575.744,14						
Registro: 1 de 16																								
<b>PERSONAL</b>																								
Fecha	Nombre corto	Cargo													Tiempo (MM)	CC/AFE								
02-mar.-15	RICARDO VERA	MECANICO DE MOTORES COMPRESOF													2.082	580000								
02-mar.-15	JUAN P PEREZ	TECNICO INSTRUMENTISTA													0	580000								
02-mar.-15	CARLOS ATENCIA	TECNICO ELECTRICISTA													0	580000								
29-dic.-14	JESUS MONTAÑA	supervisor junior de mantenimiento													740	580000								
29-dic.-14	JAIRO CORZO	MECANICO DE MOTORES COMPRESOF													740	580000								
7																	3.562							
Registro: 1 de 7																								

Figura 48. Confiabilidad y disponibilidad en HVE



La ventana de la figura 48 resume todos los estados de disponibilidad y confiabilidad registrados en el módulo RSD, se puede consultar por definición de estado, fecha o descripción y permite en un rango de fechas calcular rápidamente la confiabilidad y disponibilidad una vez suministrada la horas de operación diaria, además genera una gráfica mostrada en la figura 49.

Figura 49. Gráfico de confiabilidad y disponibilidad en HVE



4.2.1.6 Reportes de grupos de análisis RGA. Este módulo permite generar reportes de repuestos, horas hombre, confiabilidad y disponibilidad en un rango determinado de fechas y para un grupo específico de equipos, se observa en la figura 50.

Figura 50. Lista de reportes de grupos de análisis

	GDA	Nombre	Autor	
...	Camionetas Mazda	Análisis de repuestos automotrices	LS	<a href="#">visualizar</a>
...	Equipos críticos	Indicadores de Desempeño Feb 2015	LS	<a href="#">visualizar</a>
...	Equipos críticos	Indicadores de Desempeño Ene 2015	LS	<a href="#">visualizar</a>
...	Equipos críticos	Indicadores de Desempeño Dic 2014	NM	<a href="#">visualizar</a>

Figura 51. Detalle de reportes de grupos de análisis

**INCLUYE**

- Confiabilidad y disponibilidad
- Resumen de costo de repuestos
- Resumen de horas bombas
- Detalle de costo de repuestos

**OBSERVACIONES POR FAMILIAS**

Familia	+ Observaciones
Bombas	Se registran 31 horas de parada externa en la bomba
Bombas	No se registraron trips en el periodo.
Compresores	Se obtuvieron resultados por encima de la meta de
Compresores	CPYG20 acumuló 672 horas fuera de servicio por fall
Compresores	CPYG21 estuvo 32 horas FDS en 3 trips por cambio d
Compresores	CPYG03 se le realizó Mantenimiento Preventivo 50i
Compresores	CPYG18 tuvo 2 paradas por cambio de chumacera y
Compresores	CPYG17 tuvo mantenimiento preventivo 2500 horas
Compresores	CPYG15 registró 2 paradas por falla en motor de arr
Generadores	GLSE01 528 horas por falla motor (ruido en cigüeña)
Generadores	GLSE03 367 horas en fuera de servicio por car

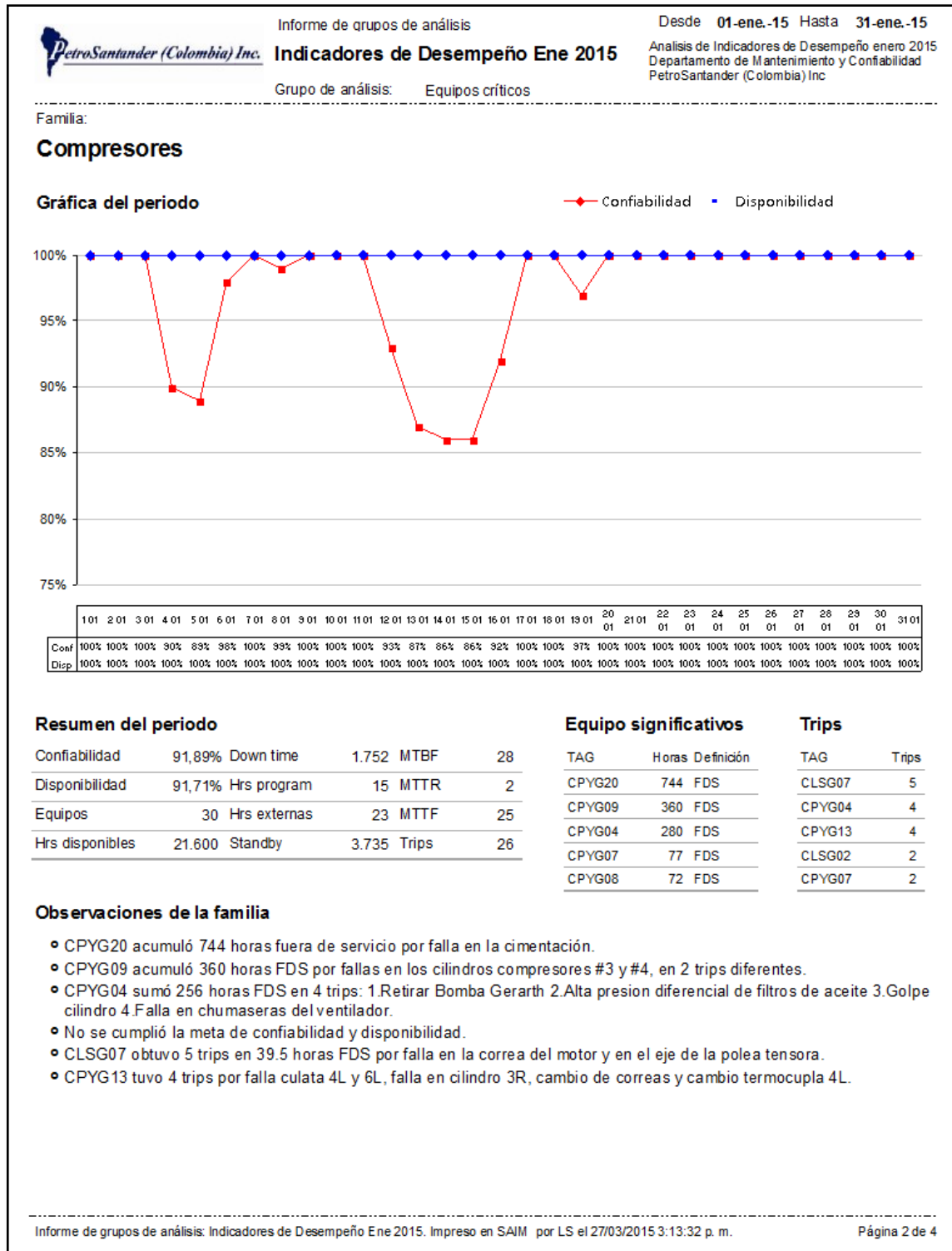
**OBSERVACIONES GENERALES**

+ Observaciones generales

La familia de equipos que más se vio afectada fue la de generación y los esfuerzos deben ser enfocados en la ampliación del mantenimiento se generó nuevo cronograma de mantenimiento para los compresor

En el formulario de la figura 51 el usuario puede personalizar el reporte a generar, agregando autor, revisor y aprobador, así como observaciones agrupadas por familia, descripción del reporte, título y observaciones generales para crear el reporte de la figura 52.

Figura 52. Ejemplo de reporte de grupos de análisis



#### 4.2.1.7 Plan de trabajo PDT

Figura 53. Grupos de plan de trabajo

Grupo de plan de trabajo		Departamento	
Moto-Compresores SVG		MANTENIMIENTO	
Especialidad	Plan de trabajo	Periodicidad (horas)	Lista de partes
MECÁNICA	Mantenimiento mecánico 5000 horas SVG 2E	5,000	Bomba de Agua Compresor IR
ELÉCTRICA	Mantenimiento eléctrico 5000 horas SVG 2E	5,000	CHICAGO PNEUMATIC CPD75G
INSTRUMENTACIÓN	Mantenimiento instrumentación 5000 horas SVG 2E	5,000	
MECÁNICA	Mantenimiento mecánico 5000 horas SVG CPYG05	5,000	
ELÉCTRICA	Mantenimiento eléctrico 5000 horas SVG CPYG05	5,000	
INSTRUMENTACIÓN	Mantenimiento instrumentación 5000 horas SVG CPYG05	5,000	
MECÁNICA	Mantenimiento mecánico 5000 horas SVG REF	5,000	
ELÉCTRICA	Mantenimiento eléctrico 5000 horas SVG REF	5,000	
INSTRUMENTACIÓN	Mantenimiento instrumentación 5000 horas SVG REF	5,000	
MECÁNICA	Mantenimiento mecánico 5000 horas SVG 3E	5,000	
ELÉCTRICA	Mantenimiento eléctrico 5000 horas SVG 3E	5,000	
INSTRUMENTACIÓN	Mantenimiento instrumentación 5000 horas SVG 3E	5,000	
PREDICTIVO	Muestra de aceite equipos alternos	2,880	
PREDICTIVO	Muestra de aceite equipos críticos	720	
*		0	
Moto-Compresores AJAX	MANTENIMIENTO	>+	
Moto-Compresores 4RDS	MANTENIMIENTO	>+	
Moto-Compresores ESH11	MANTENIMIENTO	>+	
Moto-Compresores OTROS	MANTENIMIENTO	>+	
Moto-Generador Waukesha	MANTENIMIENTO	>+	
Moto-Generador PSVG	MANTENIMIENTO	>+	
Moto-Generador CATERPILLAR	MANTENIMIENTO	>+	

Se pueden crear infinidad de planes de trabajo para un grupo de equipos en la ventana de la figura 53; cada PDT puede tener periodicidad, especialidad y APL diferente. Desde esta misma ventana se puede crear actividades en el cronograma rápidamente con un asistente muy práctico, expuesto en las figuras 55, 56 y 57.

Cada PDT se compone de una serie de actividades creadas por el usuario con un tiempo y personal requerido, además de un orden específico visto en la figura 54.

Figura 54. Actividades del PDT

Item	Actividad	Tiempo (min)	Personal	HH hombre
1	Revisión de rodamientos del ventilador y engrase	60	4	4,00
2	Revisión y engrase del gobernador	120	4	8,00
3	Toma de metrología a zapato en las crucetas y pin	120	4	8,00
4	Desmonte de bolsillo cyl. K # 1	60	4	4,00
5	Metrología anillos compresor cyl. K # 1	30	4	2,00
6	Desmonte de válvulas de succión y descarga cyl. K # 1	120	4	8,00
7	Desmonte de piston compresor cyl. K # 1	60	4	4,00
8	Reparación de taller de válvulas compresores cyl. K # 1	180	4	12,00
9	Cambio de empaquetadura de gas cyl. K # 1	60	4	4,00
10	Cambio de rascadores de aceite cyl. K # 1	60	4	4,00
11	Instalación piston compresor # 1	120	4	8,00
12	Instalación válvulas compresoras cyl. K # 1	120	4	8,00
13	Instalación de bolsillo cyl. K # 1	120	4	8,00
14	Desmonte de bolsillo cyl. K # 2	60	4	4,00

Figura 55. Asistente de creación de cronogramas, paso 1

Asistente de creación de cronogramas

Paso 1/3: Seleccione los planes de trabajo

**PLANES DE TRABAJO**

PDT	Periodicidad	Esp	
Muestra de aceite equipos críticos	720	PRE	
Muestra de aceite equipos alternos	2880	PRE	
Mantenimiento eléctrico 5000 horas SVG 2E	5000	ELÉ	
Mantenimiento eléctrico 5000 horas SVG 3E	5000	ELÉ	
Mantenimiento eléctrico 5000 horas SVG CPYG05	5000	ELÉ	
Mantenimiento eléctrico 5000 horas SVG REF	5000	ELÉ	
Mantenimiento instrumentación 5000 horas SVG 2E	5000	INS	
Mantenimiento instrumentación 5000 horas SVG 3E	5000	INS	
Mantenimiento instrumentación 5000 horas SVG CPYG05	5000	INS	
Mantenimiento instrumentación 5000 horas SVG REF	5000	INS	
Mantenimiento mecánico 5000 horas SVG 2E	5000	MEC	
Mantenimiento mecánico 5000 horas SVG 3E	5000	MEC	
Mantenimiento mecánico 5000 horas SVG CPYG05	5000	MEC	
Mantenimiento mecánico 5000 horas SVG REF	5000	MEC	

Cancelar
 Anterior
 Siguiente
 Generar

Figura 56. Asistente de creación de cronogramas, paso 2

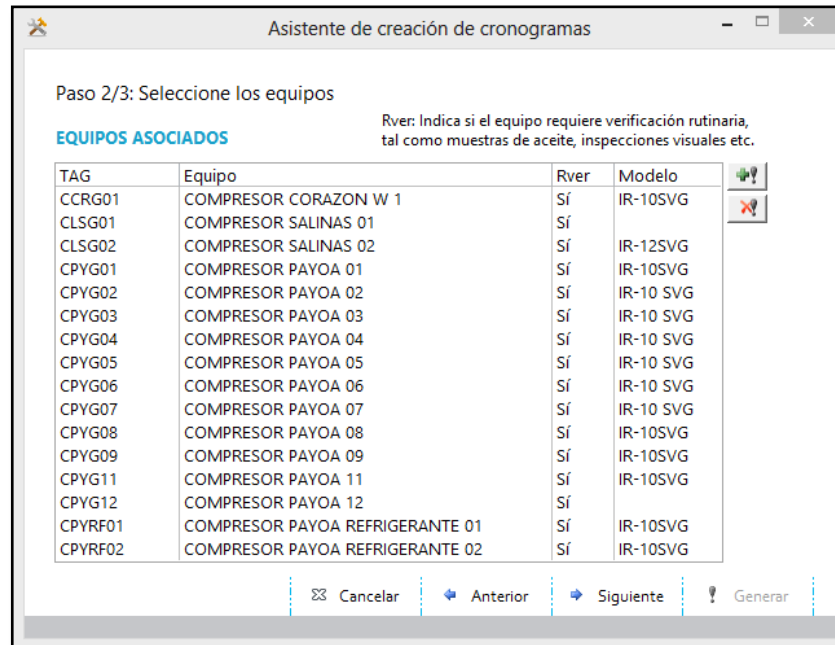
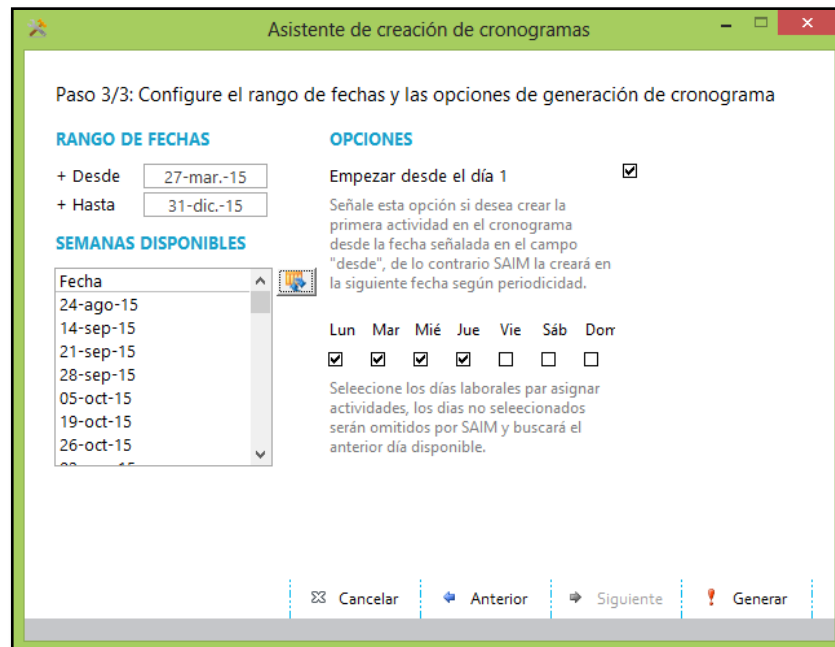


Figura 57. Asistente de creación de cronogramas, paso 3

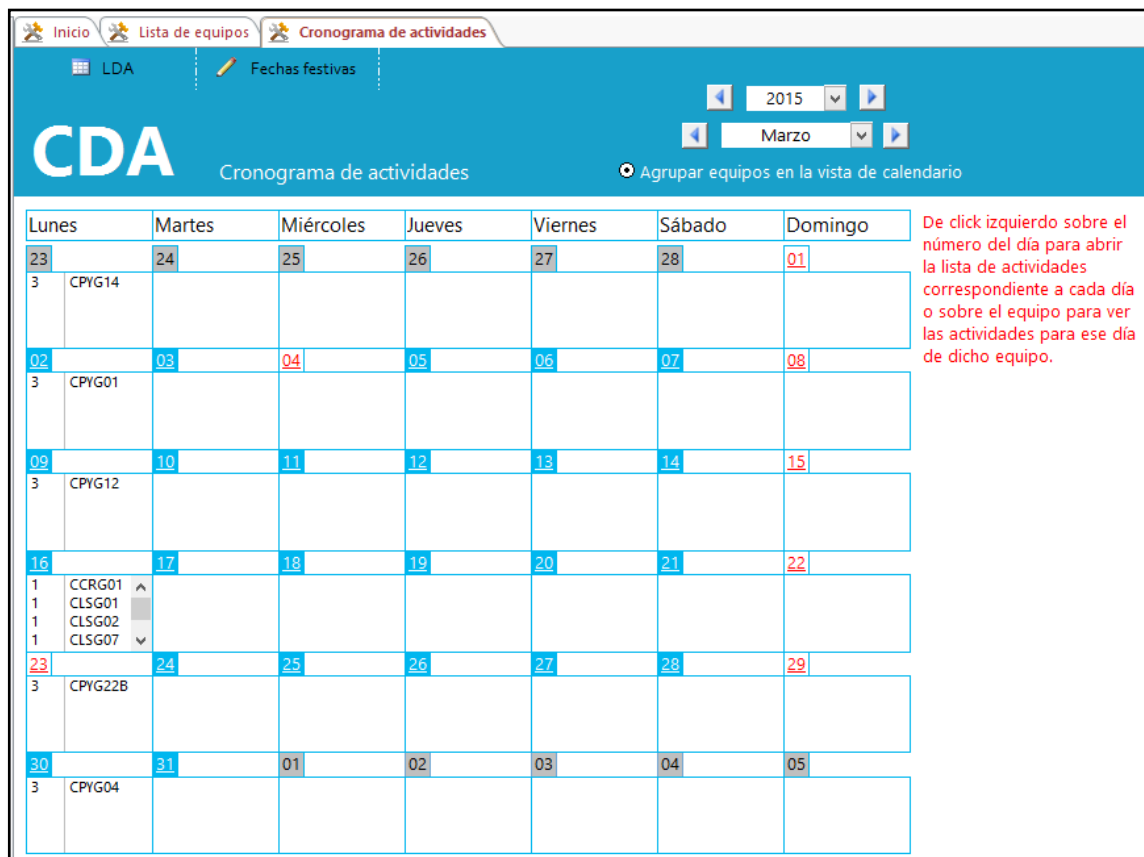


#### 4.2.1.8 Cronograma de actividades CDA

El cronograma de actividades muestra por defecto el calendario del mes actual y permite explorar otros meses y otros años, permite identificar fácilmente todas las intervenciones de equipos pendientes o finalizados, además tiene 2 modos de vista, agrupado muestra el total de actividades por equipo y desagrupado muestra la especialidad de cada equipo.

4.2.1.8.1 Cronograma: La figura 58 muestra el visor del cronograma de actividades; dando click sobre LDA o sobre cualquier actividad se desplegará el listado completo de actividades.

Figura 58. Cronograma de actividades



4.2.1.8.2 Lista de actividades: Este formulario de la figura 59 contiene todas las actividades de cronograma generadas, se puede buscar y filtrar registros.

Figura 59. Lista de actividades

Esp	Plan de trabajo	Actividad	Equipo (TAG)	Nombre de equipo	Fecha estimada	Fecha ejecución	Días
PRE	Moto-Compresores SVG	Muestra de aceite equipos tr	CCRG01	COMPRESOR CORAZON 1	05-dic-16		
PRE	Moto-Compresores SVG	Muestra de aceite equipos tr	CLSG01	COMPRESOR SALINAS 01	05-dic-16		
PRE	Moto-Compresores SVG	Muestra de aceite equipos tr	CLSG02	COMPRESOR SALINAS 02	05-dic-16		
PRE	Moto-Compresores SVG	Muestra de aceite equipos tr	CLSG07	COMPRESOR SALINAS 07	05-dic-16		
PRE	Moto-Compresores SVG	Muestra de aceite equipos al	CPYG06	COMPRESOR PAYOA 06	05-dic-16		
PRE	Moto-Compresores SVG	Muestra de aceite equipos al	CPYG07	COMPRESOR PAYOA 07	05-dic-16		
PRE	Moto-Compresores SVG	Muestra de aceite equipos al	CPYG08	COMPRESOR PAYOA 08	05-dic-16		

4.2.1.8.3 Detalle de actividad: El detalle de la actividad visible en la figura 60 resume las observaciones y adjuntos relacionados con dicha actividad, SGM puede crear una OTM trayendo en APL y PDT relacionados haciendo la tarea de reporte mucho más fluida al estar prácticamente diligenciada por el sistema.

Figura 60. Detalle de actividad

**DDA** Detalle de actividad

Eliminar

Plan de trabajo: Moto-Compresores 4RDS

Especialidad: MECÁNICA

Actividad: Mantenimiento mecánico 5000 horas 4RDS 1E

Equipo (TAG): CPG17

Nombre de equipo: COMPRESOR PAYOA 17

+ Fecha estimada: 10-feb.-15

+ Fecha ejecutada: 10-feb.-15

**OBSERVACIONES Y ADJUNTOS**

+ Observación

- Reporte de metrología cilindros. [adj](#)
- Reporte de metrología unidad motriz. [adj](#)
- Inspección HSE, permisos de trabajo y análisis de seguridad en el trabajo. [adj](#)

Registros: 4 de 4

**OTM ASOCIADAS**

Consecutivo: OTM-223-15

Título: Mantenimiento Preventivo 5000 Horas

Registros: 1 de 2

4.2.1.9 Reunión de seguimiento diario RSD. El módulo RSD mostrado en la figura 61 contiene las reuniones de seguimiento diario de apertura (mañana) y cierre (noche) que se hace al interior de un equipo de trabajo, con el fin de registrar las actividades planeadas y ejecutadas cada día, así como anomalías en equipos y otros datos de interés de la compañía.

Figura 61. Reunión de seguimiento diario RSD

	Fecha	Autor
...	06-mar.-15	ROMAN CARRILLO
...	05-mar.-15	ROMAN CARRILLO
...	04-mar.-15	ROMAN CARRILLO
...	03-mar.-15	ROMAN CARRILLO
...	02-mar.-15	NICOLAS MORALES
...	01-mar.-15	NICOLAS MORALES

4.2.1.9.1 Pestañas de la reunión de seguimiento diario: La primera pestaña contiene las paradas de los equipos el día anterior (ver figura 62), se especifica el TAG del equipo, la definición de estado, la hora de inicio, hora fin y observaciones, SGM calcula las horas totales y si dicha parada corresponde a un trip o falla.

- **Visualizar:** Ver el reporte de apertura o cierre de la RSD actual.
- **Enviar:** Enviar el reporte de apertura o cierre de la RSD actual, a través de una plantilla de envío que no requiere un software externo administrador de correo electrónico (ver figura 63).
- **Traer pendientes:** Trae actividades no ejecutadas al 100% de la fecha que el usuario especifique.
- **APR:** Genera rápidamente OTM de las actividades programas para que el usuario responsable la complete.

Figura 62. Paradas de equipos en RSD

The screenshot displays the RSD (Reunión de seguimiento diario) web application interface. At the top, there are navigation tabs for 'Inicio', 'Lista de RSD', and 'Detalle de RSD'. Below these are action buttons: 'Nuevo registro', 'Eliminar', 'Visualizar', 'Enviar', 'Traer pendientes', and 'APR'. The main header features the 'RSD' logo and the text 'Reunión de seguimiento diario'. Underneath, there is a 'DATOS DE IDENTIFICACIÓN' section with fields for 'Usuario creador' (ROMAN CARRILLO) and 'Fecha reunión' (05-mar.-15). Below this, there are tabs for 'Paradas de equipos', 'Complementos', and 'Actividades programadas'. The main content area is titled 'PARADAS DE EQUIPOS DÍA ANTERIOR' and contains a table with the following data:

+ Equipo (TAG)	Definición	Hora inicio	Hora fin	Hrs totales	+ Observaciones	Trip
CLSG02	STB	00:00	00:00	24,00		<input type="checkbox"/>
CPYG01	PRO	00:00	00:00	24,00	Mantenimiento programado	<input type="checkbox"/>
CPYG02	STB	00:00	00:00	24,00		<input type="checkbox"/>
CPYG04	STB	00:00	00:00	24,00		<input type="checkbox"/>
CPYG05	EXT	00:00	00:00	0,50	Por baja presion de etanos en PG	<input type="checkbox"/>
CPYG07	STB	00:00	00:00	24,00		<input type="checkbox"/>
CPYG08	STB	00:00	00:00	24,00		<input type="checkbox"/>
CPYG10	STB	00:00	00:00	24,00		<input type="checkbox"/>
CPYG20	FDS	00:00	24:00	24,00	Falla en cimentación	<input type="checkbox"/>
CPYG21	EXT	00:00	00:00	0,50	Por produccion	<input type="checkbox"/>
GLSE01	FDS	00:00	00:00	24,00	Ruido en cigüeñal	<input type="checkbox"/>
GLSE02	STB	00:00	00:00	24,00		<input type="checkbox"/>
GLSE03	STB	00:00	00:00	17,00		<input type="checkbox"/>
GLSE04	PRO	00:00	00:00	7,00	Por correccion de tubing de lubricac	<input type="checkbox"/>
*		00:00	00:00	0,00		<input type="checkbox"/>

At the bottom of the table, there is a pagination control showing 'Registro: 14' and a search bar with the text 'Sin filtrar' and 'Buscar'.

Figura 63. Plantilla para envío de RSD

**Plantillas de envío de correo electrónico**

**CONFIGURACIÓN DE ENVÍO**

+ Título: Reunión de seguimiento diario {fecha}

+ Mensaje: Hola a todos,  
Adjunto reporte diario de actividades del departamento de Mantenimiento para el día de hoy {fecha}  
En espera de sus comentarios,  
Lucas Serrano

Use el comodín {fecha} para insertar la fecha de envío

+ Para: ingserrano@live.com

+ Con copia:

+ Con copia oculta:

Editar antes de enviar

Reporte: Apertura

Enviar

Registro: 1 de 1 Sin filtro Buscar

La pestaña de complementos en la figura 64 muestra las presiones de las líneas de transporte de gas, la inyección de agua en pozos y observaciones generales.

Figura 64. Complementos de RSD

PRESIONES [PSI]		INYECCIÓN DE AGUA EN POZOS			COMENTARIOS GENERALES	
		Pozo	Flujo [BWPD]	Presión [PSI]	+ Comentario	Cierre
PY25	27	B11	568,00	1.975,00	Jairo Ocho en permiso sindical	<input type="checkbox"/>
PY65	52	LS53	3.557,00	1.975,00	Luis Enrique Sanabria incapacitado por enfermi	<input type="checkbox"/>
PY300	210	*	0,00	0,00	Marcela Jaime en compensatorio	<input type="checkbox"/>
PY900	740	<b>Total</b>	<b>4.125,00</b>	<b>2</b>	Sistema de inyeccion de agua opero las 24 hor	<input type="checkbox"/>
PYGL	720				*	<input type="checkbox"/>
LS25	19					
LS900	800					
LSGL	800					
CW25	10					
CW1E	10					
CW2E	50					
CW3E	200					

En la figura 65 se observa una ventana que agrupan las actividades de cada especialidad de trabajo y detalla el responsable, el equipo objetivo, el título, el personal que estará en dicha actividad, el avance general del proyecto, observaciones y la última columna señala si es una actividad programa o fue un imprevisto.

Figura 65. Actividades programadas de RSD

ACTIVIDADES PROGRAMADAS		Especialidad		+ Actividad		+ Personal		Avance		+ Observaciones		Pro	
+		AUTOMOTRÍZ											
+		ELÉCTRICA											
+		INSTRUMENTACIÓN											
+		MECÁNICA											
JC	BOPGPB05	Revisar vibracion	IC+Sena	70,00%	Falta calibrar e instalar d	<input checked="" type="checkbox"/>							
RV	CPYG01	Mantenimiento Preventivo 5000 horas	RV+EP+AO	100,00%	Esta en servicio desde la	<input checked="" type="checkbox"/>							
JC	CPYG12	Cambio de escape	MM+JC	20,00%	Se fabricaron 2 bridas d	<input checked="" type="checkbox"/>							
JC	CPYG17	Reparacion de tubo de retorno de agua	JC	100,00%		<input checked="" type="checkbox"/>							
JH	GLSE04	LIMPIEZA GENERAL	JH+CM	100,00%		<input checked="" type="checkbox"/>							
EG	ZICW	Instalar caseta a compresor de aire	EG+CM	20,00%		<input checked="" type="checkbox"/>							
EG	ZILS	Desmontar separador de unidad de glic	EG+AO	0,00%		<input checked="" type="checkbox"/>							
JC	ZIPY	Housekeeping taller compresores	JC	55,00%		<input checked="" type="checkbox"/>							
*				0,00%		<input type="checkbox"/>							
+		PREDICTIVO											
+		PROYECTOS											

Registro: 1 de 7 Sin filtro Buscar

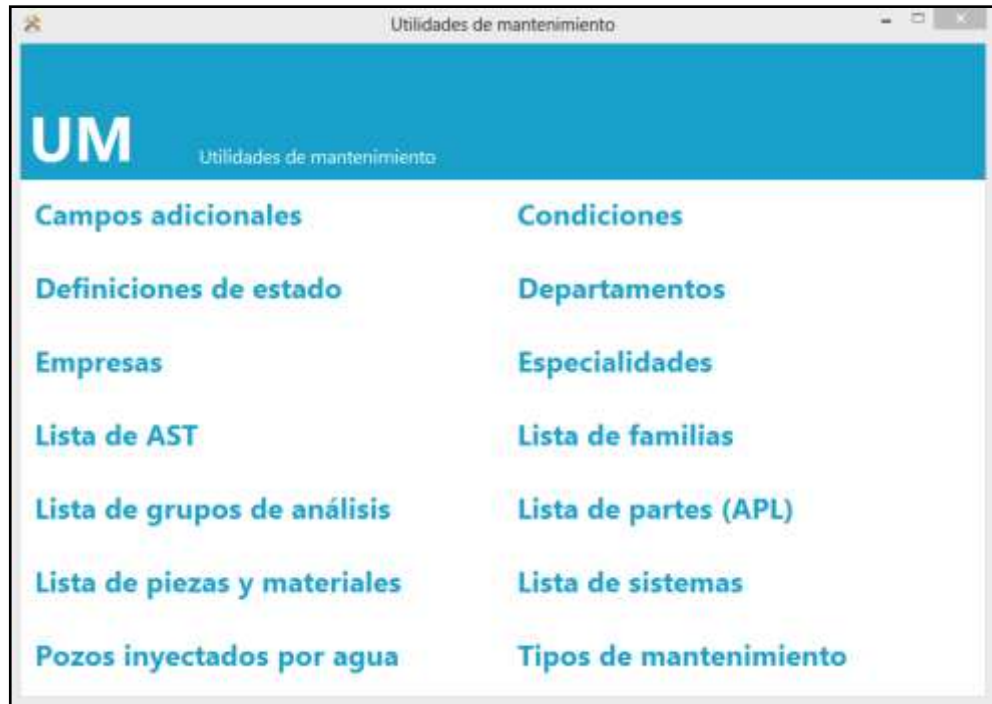
4.2.1.9.2 APR: En la vista de la figura 66 el usuario selecciona las actividades reportables para generar OTM automáticamente, dichas OTM facilitan el trabajo del responsable al estar parcialmente diligenciadas con la información depositada en la RSD, tal como fecha, especialidad, título etc.

Figura 66. Actividades programadas reportables de RSD

Esp	R	TAG	Actividad	OTM pe
AUT	WR	GIW 498	Revisión sistema GNV	Sí
AUT	WR	GIX 600	Cambio de abrazadera metálica que sostiene el tanque de aceite hidráulico de grúa	No
AUT	WR	GIX 825	Reparación silla	Sí
AUT	WR	KJR 421	Revisión vibración en el cardan, pendiente de repuestos y cambio de válvula principal del	Sí
ELÉ	CA	555403	Tablero de control para nueva PIA	Sí
ELÉ	CA	BOPGPB06	Revisión arrancador de motor 40HP	No
ELÉ	CA	GLSE04	Asistencia cambio de Gen-Set Salinas	Sí
ELÉ	CA	LS13	Cambio de moto reductor	No
ELÉ	CA	LS98	Iniciar acometida en BT LS-98	Sí
ELÉ	CA	ZIPY	Acometida eléctrica para zona de Rigs	Sí
INS	JP	CPYG01	Mantenimiento Preventivo 5000 horas	Sí
INS	JP	ZIPY	Continuar calibración registradores para producción para medir gas en cabeza de pozo	Sí
INS	JP	ZIPY	Registrador Barton para compresores	Sí
INS	NM	BOPGPB05	Calibración de Damper	No
INS	NM	ZIPY	Instalación de transmisor multivariable en PG	Sí
MEC	EG	ZICW	Instalar caseta a compresor de aire	No
MEC	EG	ZILS	Desmontar separador de unidad de glicol	No
MEC	JC	BOPGPB05	Revisar vibración	No
MEC	JC	CPYG12	Cambio de escape	Sí
MEC	JC	CPYG17	Reparación de tubo de retorno de agua al radiador	No

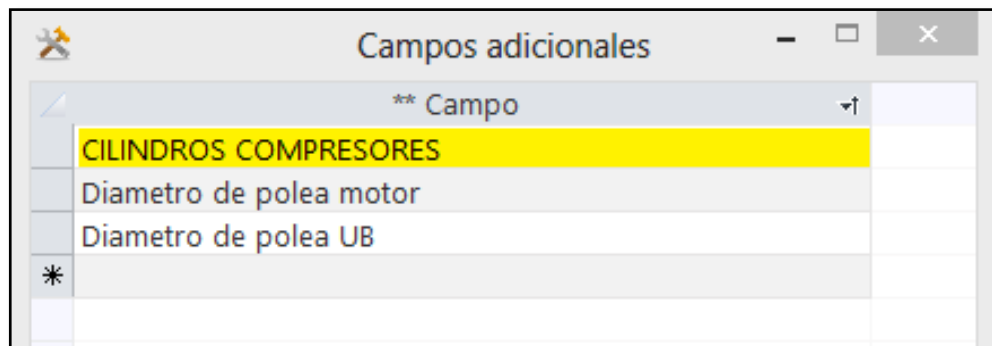
4.2.1.10 Utilidades de mantenimiento UM. El cuarto y último módulo contiene 14 formularios que complementan las funciones de la aplicación explicados a continuación:

Figura 67. Utilidades de mantenimiento UM



4.2.1.10.1 Campos adicionales: La figura 68 muestra el formulario desde donde se crean campos adicionales ya que existe mucha información para almacenar de un equipo y toda aquella que no se pueda guardar sobre los campos preestablecidos se puede almacenar a través de campos adicionales como se observó en el detalle de HVE.

Figura 68. Campos adicionales en UM



4.2.1.10.2 Condiciones: En el detalle de OTM se explica que cada repuesto usado en una intervención tiene una condición, este formulario visible en la figura 69 permite crear y editar condiciones y asignar un porcentaje relativo al costo normal del equipo, por ejemplo un repuesto usado anteriormente se carga al equipo con el 50% del costo.

Figura 69. Lista de condiciones en UM

** Código	* Nombre	+ Observaciones	%
1	Nuevo	Nuevo	100,00%
2	Usado	Usado reparado	50,00%
3	Transitorio	Transitorio (por reparar)	0,00%
4	Chatarra	Chatarra	0,00%
5	Chatarra	Chatarra (Código en desuso)	0,00%

4.2.1.10.3 Definiciones de estado: Al reportar las paradas de los equipos en RSD se debe especificar el estado, SGM permite crear y configurar múltiples definiciones, y para cada una ellos se señala si afecta confiabilidad, afecta disponibilidad o si es para externa, todo esto se realiza desde la ventana de la figura 70.

Figura 70. Definiciones de estado en UM

** Código	** Definición de estado	Conf	Disp	Ext
EXT	PARADA EXTERNA	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
FDS	FUERA DE SERVICIO / FALLA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PRO	PARADA PROGRAMADA	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
STB	STANDBY	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
*		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

4.2.1.10.4 Departamentos: SGM permite ser usada por distintos departamentos de manera simultánea, compartiendo los intereses en común de cada uno y separando los temas internos. En esta ventana de la figura 71 se crean, editan y se asigna un coordinador el cual figurará en todos documentos generados de ese departamento.

Figura 71. Lista de departamentos en UM

** Departamento	Coordinador	Autofirmar
ADMINISTRACIÓN		No
CIVIL Y AMBIENTAL		No
COMPRAS		No
FINANZAS		No
GERENCIA		No
HSE		No
INGENIERIA		No
MANTENIMIENTO	ROMAN CARRILLO	Sí
OPERACIONES		No
PLANTA DE GAS		No
PRODUCCIÓN	JOSE CLAVIJO	Sí
RECURSOS HUMANOS		No
SEGURIDAD FÍSICA		No
WORKOVER Y PERFORACIÓN	JULIO RAMÍREZ	Sí
*		No

Registro: 1 de 14 Sin filtro Buscar

4.2.1.10.5 Empresas: Crear y asociar terceros a HVE permite identificar rápidamente la empresa atenta a realizar una intervención avanzada sobre el equipo, y esto se realiza desde el formulario de la figura 72.

Figura 72. Detalle de empresa en UM

The screenshot shows a window titled 'Detalle de empresa' with a red 'Edición' button. The form contains the following fields:

- Razón social: APPING SAS
- Nombre comercial: APPING
- NIT: 900809486
- Dirección: Bucaramanga
- Observaciones: Proveedor SAIM
- Contacto: Lucas Felipe Serrano
- Teléfonos: 3186932622
- Teléfono 2: (empty)
- Email: ingserrano@live.com
- Activo:

At the bottom, there is a navigation bar with 'Registro: 1 de 2', 'Sin filtro', and a 'Buscar' button.

4.2.1.10.6 Especialidades: Existen varios frentes de trabajo al interior de la empresa y es necesario agruparlos, por ello, en la ventana de la figura 73 se crean y configuran las especialidades necesarias para cada departamento.

Figura 73. Lista de especialidades en UM

** Especialidad	Supervisor	* Departamento	Reporte	CC/AFE	Autofirmar
AUTOMOTRÍZ	LUCAS SERRANO	MANTENIMIENTO	AUTOMOTRÍZ	582000	Sí
ELÉCTRICA	CARLOS ATENCIA	MANTENIMIENTO	ESTÁNDAR	580000	Sí
INGENIERÍA	EDGAR TELLEZ	PRODUCCIÓN	ESTÁNDAR	550000	Sí
INSTRUMENTACIÓN	NELSON MORALES	MANTENIMIENTO	ESTÁNDAR	580000	Sí
LEVANTAMIENTO AR	MARCO RIQUE	PRODUCCIÓN	ESTÁNDAR	552000	Sí
MECÁNICA	JUAN CARREÑO	MANTENIMIENTO	ESTÁNDAR	580000	Sí
MEDICIÓN	OSCAR MORALES	PRODUCCIÓN	ESTÁNDAR	550000	Sí
PREDICTIVO	ROMAN CARRILLO	MANTENIMIENTO	ESTÁNDAR	580000	Sí
PROYECTOS	BAXTER MORALES	MANTENIMIENTO	ESTÁNDAR	580000	Sí
QUÍNICOS	JHON MENEZ	MANTENIMIENTO	ESTÁNDAR	580000	Sí

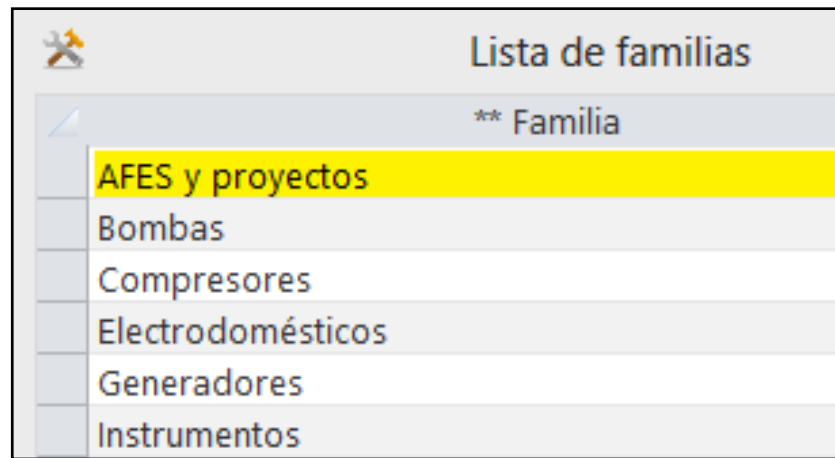
4.2.1.10.7 Lista de AST: El departamento de HSE exige un análisis de seguridad en el trabajo antes de cada intervención con el fin de identificar fuentes de peligro para el trabajador, el usuario puede almacenar plantillas de AST para futuras impresiones rápidas desde la ventana de la figura 74.

Figura 74. Detalle de AST en UM

Item	Paso a paso del trabajo	Peligro / Riesgo / Aspecto ambiental	Controles	R1	R2	R3
1	Inspección Arca	Picadura de insectos, mordedura de culebra. Golpes, atrapamientos,	Utilización de EPP, autocuidado, pausas activas	RV		
2	Cambio de Aceite y Filtros	Salpique de aceite, caídas por superficies resbalozas	Utilización de EPP, charlas operativas, autocuidado	RV		
3	Revisión Bujías, Sincronización del Motor	Cortaduras en las manos, machucos, golpes	utilización de EPP, pausas activas, autocuidado, capacitaciones técnicas	RV		
4	Revisión de Cilindros, Compresores, Anillos, Valvulas y Empaquetaduras	Posturas inadecuadas, movimientos repetitivos, quemaduras, machucos	Utilización de EPP, charlas operativas, pausas activas,	RV		
*				LS		

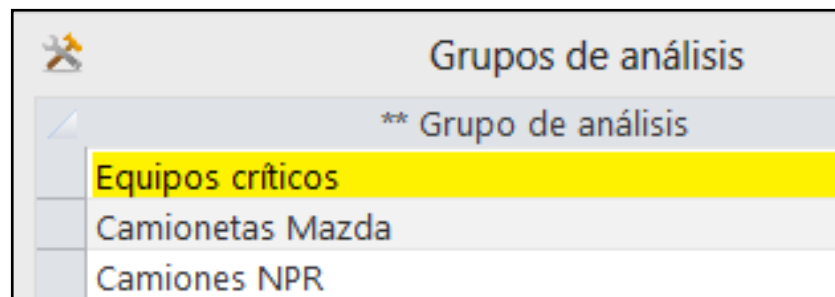
4.2.1.10.8 Lista de familias: Los equipos se agrupan en familias que permiten su análisis posterior, por ejemplo para indicadores. Desde el formulario de la figura 75 se crean y editan familias.

Figura 75. Lista de familias en UM



4.2.1.10.9 Lista de grupos de análisis: El usuario organiza los equipos en grupos de análisis para generar indicadores de confiabilidad, disponibilidad, repuestos y horas hombre desde la ventana de la figura 76.

Figura 76. Grupos de análisis en UM



4.2.1.10.10 Lista de partes (APL): Este formulario almacena los APL para cada intervención, equipo o proyecto que se requiera, totaliza el costo y cruza la cantidad requerida con las existencias de inventario mostrando con colores los ítems (ver figura 77) que tiene stock suficiente (verde), que quedan en cero o por debajo del mínimo (amarillo) o los que no existe la cantidad suficiente (rojo).

Figura 77. Lista de partes APL en UM

Código	Referencia	Descripción corta	Unid.	NOY	SOH	Valor uretano	Valor parcial	Observaciones	fm	fs
31112120	31112120	AA204702R HEAD, CYLINDER, COMPLETE, F	EA	4	3	8,435,980.30	37,743,822.00		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
31112400	31112400	P/N A-204542S, MANFOLD, EXHAUST, No. 6	EA	4	2	4,022,068.00	16,488,272.00		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
31112130	31112130	G-977-49 GASKET SET, CYLINDER HEAD, F/EI	SET	12	19	318,018.00	3,816,216.00		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
22373970	22373970	79CS2 VALVE, COMPLETE, DISCHARGE, FOR	EA	6	3	1,746,271.00	10,477,626.00		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
22373950	22373950	P/N: 75CS1A VALVE COMP-RECONDITIONED	EA	6	13	1,216,236.00	7,297,416.00		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
1215370	1215370	P/N: 160190M ELEMENT, AIR FILTER, F/ENG	EA	2	10	441,003.05	803,806.10		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
34550016	34550016	ACEITE PEGASUS 303 A GRANUL MOBIL	GAL	250	20561.9	18,818.91	4,704,727.50		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
38720028	38720028	EMPAQUE VEGETABLE, 1/16" X 1 MTR DE AF	MTR	1	35	34,815.93	34,815.93		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
22357107	22357107	X1014785-81U GASKET VALVE SEAT, COMPRE	EA	12	32	10,570.92	126,851.04		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
22357765	22357765	X1014789-88U GASKET COVER, SUCTION AN	EA	12	50	10,425.72	125,108.64		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
22358480	22358480	30A11U06540X1 GASKET, VALVE COVER, F/C	EA	8	10	7,896.81	63,174.48		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
22358530	22358530	30A11F0600X1 GASKET, VALVE SEAT, F/C	EA	8	33	12,419.26	99,354.08		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
22357480	22357480	X1014768-63 GASKET, COPPER/ASBESTO, VA	EA	8	35	12,096.05	96,888.40		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
22357470	22357470	X1014772-68 GASKET, VALVE COVER, F/C	EA	8	35	13,179.93	105,439.44		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
1210075	1210075	166660-B ELEMENT, OIL FILTER, 32" LONG	U	14	5	63,930.17	1,315,022.38		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5101053	5101053	PROTECTOR EN CALZOHO PARA CABLE DE AL	EA	12	375	1,508.00	18,096.00		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
31109606	31109606	897 PLUG, SPARK, STITT, 7/8" THIRD, F/ENG	EA	12	74	80,179.73	962,156.70		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
22368520	22368520	11087345- RING SET, PISTON COMBO FOR 7	EA	1	11	454,773.11	454,773.11		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Total</b>				<b>22</b>		<b>89,303,397.51</b>				

4.2.1.10.11 Lista de piezas y materiales: Muestra el listado completo de piezas en el inventario (ver figura 78).

Figura 78. Lista de piezas y materiales en UM

Código	Referencia	Descripción	Unid.
11030010	11030010	BIT TYPE LH1, 4", IADC 321, VAREL	EA
11030100	11030100	BIT TYPE L2, 4-3/4", IADC 211, VAREL	EA
11030106	11030106	BIT TYPE L2, 6", IADC 211, VAREL, TRICONICA	EA
11030110	11030110	BIT TYPE L2, 6-1/8", IADC 211, VAREL	EA
11030320	11030320	BROCA DE 6 1/4" BIG HOLE VAREL	EA
11030450	11030450	BITS, ROLLER CONE DRILL, 12-1/4", TYPE 551	EA
11030500	11030500	BROCA TIPO PDC DE MATRIZ REF.FM-2563 CODIGO IADC M 452 DE 6-3/4" MARCA SECURITY	EA
11030550	11030550	BROCA DE 6" DBS, TYPE FMX 931, SER.1001222B, SECURITY	EA
11030551	11030551	BROCA DE 8-1/2", M424, TYPE FM 2565	EA
11030600	11030600	DRAG PIPE BIT, 4", (BROCA DE ALETA)	EA
11030605	11030605	DRAG PIPE BIT, 4-3/4", 209K, (BROCA DE ALETA)	EA
11030610	11030610	DRAG PIPE BIT, 6", 6438K, (BROCA DE ALETA)	EA
11030612	11030612	2099K VAREL 4-3/4 CS-3-WING BLADE BIT TO MILL CEMENT IADC 211, ON 5-1/2" CASING	EA
11030605	11030605	P/NL24-3/4, VAREL 4-3/4" BLADE BIT TO MILL CEMENT ON 5-1/2" CASING	EA

Al expandir se observa la información completa (ver figura 79) de cantidad mínimas y máximas, SOH total (cantidad total disponible), costo estimado, SAP (costo promedio ponderado) y las existencias en cada bodega agrupadas por condición.

Figura 79. Detalle de pieza en UM

**INFORMACIÓN**

Código: 11050174      Referencia: 11050174

+ Descripción: BIT, ROCK, 8-1/2", TYPE HS51J, 4-1/2", PIN REG, "REED"

+ Descripción corta: BIT, ROCK, 8-1/2", TYPE HS51J, 4-1/2", PIN REG, "REED"

Unid: EA      SOH Total: 1,00

Máx SOH: 0,00      Min SOH: 0,00

Máx costo estimado: 140.541,00      Máx SAP: 140.541,00

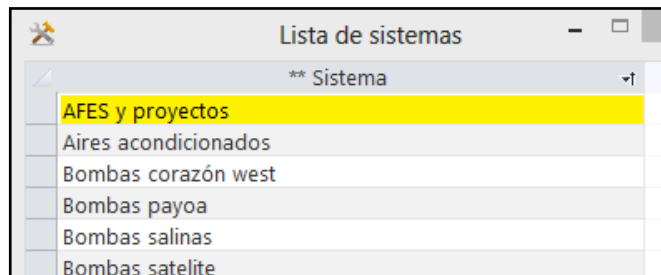
**EXISTENCIAS**

C	Bodega	SOH	Máx SOH	Min SOH	Costo estimado	SAP
1	WHASOC	0,00	0,00	0,00	140.541,00	140.541,00
2	WHASOC	1,00	0,00	0,00	140.541,00	105.405,75
2	WHMAIN	0,00	0,00	0,00	140.541,00	103.924,00

Registro: 14    1 de 3    Sin filtro    Buscar

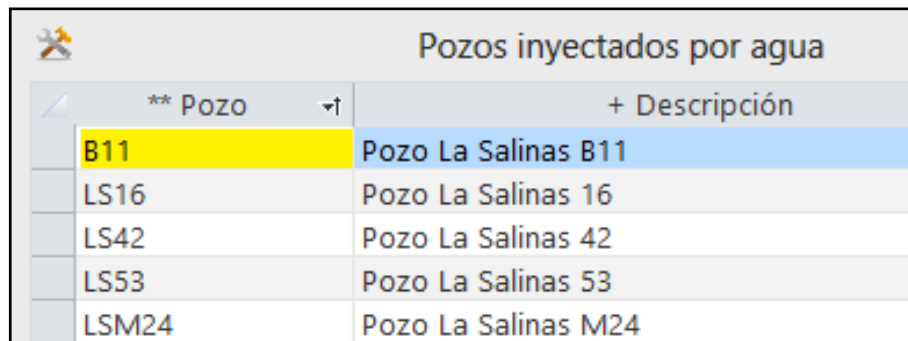
4.2.1.10.12 Lista de sistemas: Las familias de equipos se subdividen en sistemas para hacer aún más fácil su análisis y clasificación (ver figura 80).

Figura 80. Lista de sistemas en UM



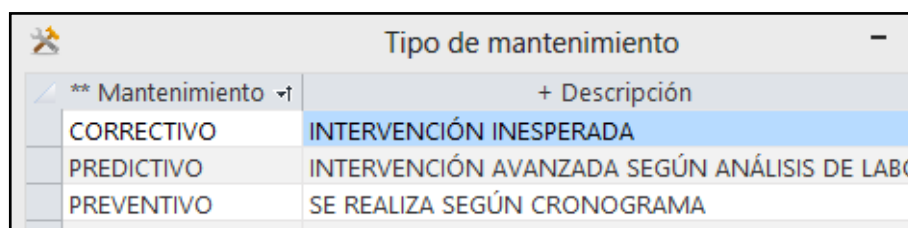
4.2.1.10.13 Pozos inyectados por agua: PSCI requiere llevar un historial de inyección de agua a cada pozo, en esta ventana (ver figura 81) se crean y editan los pozos.

Figura 81. Pozos inyectados por agua en UM



4.2.1.10.14 Tipos de mantenimiento: Cada intervención (OTM) se clasifica según el tipo de mantenimiento, SGM tiene preestablecidas los 3 tipos de mantenimiento.

Figura 82. Tipos de mantenimiento en UM



4.2.2 Toma de muestras de aceite. Ludesa de Colombia S.A. es la empresa proveedora de aceite lubricante para motores, compresores, generadores, bombas y vehículos, a través de un contrario renovable cada 3 años se fija un acompañamiento mensual al estado de los lubricantes a través de 20 análisis de laboratorio gratuitos en las instalaciones de MOBIL de Bogotá D.C.

Se diseña un plan de toma de muestras de aceite para los equipos críticos y alternos (ver figura 83); a los 14 equipos críticos por lubricación se les realiza muestra mensual y los alternos están separados en 4 grupos de 6 equipos cada uno, cada grupo se turna mensualmente para completar los 20 análisis de laboratorio.

Figura 83. Agrupación de equipos para tomas de muestra de aceite

<b>TOMA DE MUESTRAS MENSUALES</b>	<b>TOMA DE MUESTRAS ALTERNAS</b>	
<b>COMPRESORES</b>	<b>GRUPO 1</b>	
CLSG01	CPYG00	CPYG01
CLSG02	CPYG02	CPYG03
CLSG07	CPYG04	CPYG05
CPYG13	<b>GRUPO 2</b>	
CPYG17	CPYG06	CPYG07
CPYG18	CPYG08	CPYG09
CCRG01	CPYG11	CPYG12
<b>GENERADORES</b>	<b>GRUPO 3</b>	
GLSE03	CPYG14	CPYG15
GLSE04	CPYG16	CPYG19
GPYE01	CPYG21	GLSE01
GPYE02	<b>GRUPO 4</b>	
GPYE03	CPYG22A	CPYG22B
<b>COMP REF</b>	BBPYC08	BBPYC09
CPYRF01	BBPYC10	GLSE02
CPYRF02		

Se genera en el software SGM todo el cronograma anual de tomas de muestras de aceite siguiendo la figura anterior, SGM se encargará de alertar a los coordinadores de mantenimiento para que se disponga del personal de toma de muestras de aceite el día específico.

La empresa Ludesca capacitó a personal de PSCI para la correcta toma de muestras de aceite, brindó las herramientas necesarias y el acceso a la plataforma virtual de mobil.

Figura 84. Toma de muestra de aceite desde el carter a través de un “vampiro” de succión



Con la toma frecuente de muestras de aceite se pretende intervenir los equipos donde los análisis de laboratorio muestren patrones fuera de lo normal, con esto se identifican piezas del motor desgastadas, contaminación del aceite etc.

Se anexan reporte de visita de Ludesca a campo payoa (véase Anexo F) y resultados de análisis (véase el Anexo G).

4.2.3 Acompañamiento a la gestión de mantenimiento. En las labores del día a día se encuentran la creación de requisiciones para compra de material, la adquisición de información para soportar la solicitud de proyectos a gerencia y el análisis de causa raíz cuando ocurren fallas graves en los equipos críticos.

Figura 85. Tren de compresores zona industrial payoa



4.2.3.1 Proceso de compra de repuestos y servicios. Se usa el software desarrollado SGM para la creación del listado de partes para cada intervención rutinaria de cada equipo, con esto se obtiene rápidamente el listado de piezas faltantes que se requieren comprar.

El paso siguiente es generar la requisición de compra a través del software base de PSCI llamado IDEAS, esta requisición se expone a un proceso de aprobación por parte de gerencia para posteriormente ser tramitado por el departamento de compras el cual busca la mejor oferta del mercado en costo, calidad, soporte y tiempo de entrega.

Figura 86. Requisición para la compra de repuestos para la flota automotriz

**PURCHASE REQUISITION  
STOCK - PURCHASES REQUISITION**

<b>COMPANIA:</b>	24 LAS MONAS	<b>LOCATION:</b>	WHASOC	<b>REQ DATE:</b>	01/26/2015
<b>CURRENCY:</b>	COL COLOMBIAN PESOS	<b>APPROVED:</b>	N	<b>REQUESTED BY:</b>	CGOMEZ
<b>REQ NO:</b>	201500155	<b>COMMENT:</b>	Repuestos necesario para el mantenimiento 10.000 km de la FOTON KJR 421	<b>RESPONSE UNIT:</b>	01
<b>DESCRIPTION:</b>	Repuestos necesario para el mantenimiento 10.000 km de la FOTON KJR 421				

LINE	STOCK NO./LONO DESCRIPTION	COND. CODE	DATE NEEDED	UNIT	QUANTITY	UNIT PRICE	OTHER COST	EXTENDED PRICE	TOTAL VALUE
1	E299332 PN: 77D1523972384, FOTON, SOPORTE DE MOTOR (IZQUIERDO, MODELO 2011	01		EA	1.0000	0	0	0	0
2	E299327 PN: 77D1523488526, FOTON, BOMBA DE AGUA, MODELO 2011	01		EA	1.0000	0	0	0	0
3	E298815 PN: 77D1523629460, FOTON, RETENEDOR DEL CIGUEÑAL, MODELO 2011	01		EA	1.0000	0	0	0	0
4	E298831 PN: 77D1523972391, FOTON, SOPORTE DE MOTOR DERECHO, MODELO 2011	01		EA	1.0000	0	0	0	0
5	E299348 PN: 77D1523630876, FOTON, GRAPA 1 BALLESTA DELANTERA, MODELO 2011	01		EA	2.0000	0	0	0	0
TOTAL REQUISITION: 201500155									
							0	0	0

4.2.3.2 Sustentación de proyectos a gerencia operativa. Las constantes fallas de un equipo críticos o una sola falla grave hace que se cronograma una reunión gerencial de contingencia, en dichas reuniones se toman las decisiones necesarias para prevenir que la situación en particular se repita o continúe empeorando, para ello se requiere un estudio de antecedentes del equipo así como un análisis de causa raíz.

Se anexa toda la información recopilada para el compresor la salina 7 “CLSG07” (véase el Anexo H y el Anexo I) el cual estuvo en mal estado durante todo el 2014 y fue necesaria la exposición ante gerencia de la necesidad de hacer un mantenimiento mayor inmediatamente, dicha intervención se realizó satisfactoriamente en diciembre de 2014.

4.2.3.3 Sustentación de proyectos a gerencia financiera. Existen varios proyectos que el departamento desea realizar con el fin de mejorar aspectos de la operación de campo payoa, dichas propuestas deben ser aprobadas por gerencia, por tanto es labor del ingeniero mecánico en el cargo de coordinador de mantenimiento hacer toda la investigación para obtener información que sustente la conveniencia de la ejecución del proyecto se adjunta en el Anexo J una presentación de proyecto para 2015 a la gerencia financiera.

A continuación se presentan algunas imágenes de la zona industrial payoa

Figura 87. Taller automotriz zona industrial payoa



Figura 88. Tren de compresores (a la izquierda), compresores refrigerantes (en el medio) y tren de generadores (a la derecha)



## 5. CONCLUSIONES

- ❖ Se seleccionó sensor de presión MBS 4701, sensor de nivel de tanque on/off ABB LST400 y sensor de caudal on/off ABB TX; los cuales están adaptados a las condiciones de selección en aspectos de costo, seguridad y confiabilidad demandados por PSCI.
- ❖ Se optó por expandir la red Wi-Fi existente y con esto no depender de terceros para la prestación del servicio y reducir sustancialmente los costos asociados; se adjuntan el resumen de propuestas económicas de 2 proveedores en el anexo M.
- ❖ El software Danfoss MCT 10 fue la solución adecuada para este sistema telemétrico propuesto, ya que permite agrupar todas las mediciones de campo en una sola pantalla, al ser danfoss no se tienen problemas de compatibilidad con otros dispositivos ya existentes y tiene un costo bajo.
- ❖ El departamento de producción de PSCI asimiló las tablas 4 y 5 como tarea diaria para la consecución final de indicadores que permitan medir la evolución de los tiempos de reacción ante incidencias, costos asociados y producción diaria antes, durante y después de la implementación del sistema telemétrico.
- ❖ El presente trabajo de grado servirá de guía a PSCI para la expansión del sistema telemétrico a la totalidad de pozos, contiene la especificación de los materiales requeridos, el tiempo de implementación y presupuesto sustentado con el proveedor autorizados danfoss.

- ❖ El software SGM desarrollado para PSCI brindó al departamento de mantenimiento la capacidad de gestionar el mantenimiento de los equipos de una forma más fácil, automatizada y confiable; cumpliendo las expectativas de los usuarios finales del software.
- ❖ Se generó cronograma anual de mantenimiento preventivo para todos los equipos críticos (7 bombas, 30 compresores y 9 generadores) a través de SGM el cual alertará a cada responsable de la actividad, SGM muestra un indicador de cumplimiento con el total de actividades propuestas versus actividades ejecutadas.
- ❖ Durante toda la duración de la práctica se sustentaron distintos proyecto de inversión y mejora para la empresa, dicha labor de sustentar se basó en consecución de información como cotizaciones de equipos y piezas, análisis de causa raíz de fallas críticas, antecedentes de mantenimientos etc.
- ❖ Con el módulo APL del software desarrollado se logró obtener un listado de piezas a comprar antes de que están llegarán a cero y así se evita equipos parados a la espera de repuestos. Se realizaron APL para los compresores marca WAUKESHA e INGERSOLL RAND, dejando la aplicación abierta para la inclusión de más APL de otros equipos.
- ❖ Se cumplieron satisfactoriamente todos los objetivos propuestos al inicio de este documento.

## **6. RECOMENDACIONES**

### **6.1 SISTEMA TELEMÉTRICO**

- ❖ Instalar tierras y elementos de protección contra tormentas en todos los puntos donde se ubiquen los NanoStation5 con el fin de mitigar daños.
- ❖ Soldar todos los sensores a la tubería mediante varillas de protección para prevenir robos.
- ❖ Instalar el sensor de presión con el rango de presión más acertado al pozo objetivo, ya que un rango muy alto de presión no arroja una señal precisa de medición si el pozo trabaja con pequeñas presiones.
- ❖ Continuar con el desarrollo del proyecto por parte de PSCI para lograr automatizar alertas vía SMS a los recorredores de producción.
- ❖ Hacer Backup periódico de la base de datos del software Danfoss.

### **6.2 GESTIÓN DE MANTENIMIENTO**

- ❖ Consultar el listado de repuestos antes de cada intervención con suficiente antelación para evitar paradas por espera de piezas.
- ❖ Realizar Backup periódico de la base de datos SQL Server de SGM.
- ❖ No dejar OTM pendientes más allá de 1 semana con el fin de prevenir la acumulación de reportes vacíos.

## BIBLIOGRAFÍA

ÁLVAREZ MERCADO, Mario Rafael y BALLESTEROS CORZO, Edinson. Diseño de un sistema de telemetría inalámbrico para automatizar la lectura de consumos en los medidores de agua. Trabajo de grado ingeniero electrónico. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Escuela de ingeniería mecánica. 2007.

CÁRDENAS PLAZAS, Francisco Javier. Aplicación de la metodología análisis causa-raíz, para la reducción de fallas en el sistema de telemetría de los tanques de almacenamiento del CPF1 en campo rubiales, departamento del Meta. Monografía de grado especialista en gerencia de mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Escuela de ingeniería mecánica. 2012.

DURAN SARMIENTO, Miguel Arlenzo y SUAREZ REDONDO, Cesar Luis. Diseño Y Construcción De Una Trenzadora De Randas. Trabajo de grado ingeniero mecánico. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Escuela de ingeniería mecánica. 2011.

GARCÍA, Santiago. Organización y gestión integral de mantenimiento. España: Ediciones Díaz de Santos S.A., 2003.

MACDONALD, Matthew. Acces 2010, The missing manual. Estados Unidos de América: O´reilly Media Inc., 2010.

PARRA, Carlos A. y CRESPO, Adolfo. Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicada a la gestión de activos. España: Ingeman, 2012

SALAVERT, Isidro R. Ingeniería del software y bases de datos, tendencias actuales. España: Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha, 2000.

## **ANEXOS**

## Anexo A. Convenio de apoyo interinstitucional

### **CONVENIO DE APOYO INTERINSTITUCIONAL PARA LA REALIZACIÓN DE PRÁCTICAS EMPRESARIALES COMO MODALIDAD DE TRABAJO DE GRADO CELEBRADO ENTRE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER Y PETROSANTANDER (COLOMBIA) INC.**

Entre los suscritos a saber, por una parte, **PETROSANTANDER (COLOMBIA) INC.** con NIT 800.000.750-8, la cual fue constituida mediante escritura pública 0752 de la notaria 28 de Bogota, representada en este acto por su Representante legal **OMAR ALONSO MEJIA TETTE**, mayor de edad, identificado con la cédula de ciudadanía número 91.225.121 expedida en Bucaramanga, todo lo cual consta en el certificado de existencia y representación expedido por la Cámara de Comercio de Bogota, copia de la cual se adjunta, empresa que en adelante y para todos los efectos del presente documento se denominará **PETROSANTANDER (COLOMBIA) INC.** y por la otra, la **UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**, ente universitario autónomo del orden departamental, creada mediante Ordenanzas 41 de 1940 y 83 de 1944 de la Asamblea Departamental de Santander, reglamentada por el Decreto 1300 de Junio 30 de 1982 de la Gobernación de Santander, Institución de Educación Superior reconocida por el Ministerio de Educación Nacional mediante Decreto 583 de 25 de Febrero de 1947, con NIT. 890.201.213-4 y domicilio principal en la ciudad de Bucaramanga, representada en este acto por el Director de la Escuela de ingeniería mecánica, nombre **DAVID FUENTES**, identificado con cédula de ciudadanía 91.260.958 de Bucaramanga, debidamente delegado para celebrar convenios de conformidad con lo previsto en la Resolución de Rectoría No. 249 de 2004 en nombre de la **UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**, entidad que en adelante y para todos los efectos del presente documento se denominará **LA UNIVERSIDAD**, hemos convenido en celebrar el presente **CONVENIO DE APOYO INTERINSTITUCIONAL PARA EL DESARROLLO DE PRÁCTICAS EMPRESARIALES COMO MODALIDAD DE TRABAJO DE GRADO**, que se regirá por las siguientes cláusulas:

**CLÁUSULA PRIMERA. OBJETO:** El presente convenio tiene como objeto establecer las bases de cooperación entre **PETROSANTANDER (COLOMBIA) INC.** y **LA UNIVERSIDAD** para el desarrollo integrado de un programa de prácticas empresariales como modalidad de trabajo de grado, con el fin de proporcionar a **LA UNIVERSIDAD** espacios de práctica para la mejor formación profesional de sus estudiantes, acorde con los conocimientos, habilidades y destrezas de los mismos.

**CLÁUSULA SEGUNDA. NATURALEZA DEL CONVENIO:** El presente convenio es de carácter eminentemente académico. Por lo tanto, la modalidad de vinculación de los estudiantes no generará ningún tipo de relación laboral o solidaridad entre **PETROSANTANDER (COLOMBIA) INC.** y **LA UNIVERSIDAD**.

**CLÁUSULA TERCERA. COMPROMISOS DE LAS PARTES:** En virtud del presente convenio las partes adquieren los siguientes compromisos:

**3.1 De LA UNIVERSIDAD:**

- 3.1.1 Preseleccionar a los estudiantes que aspiren a ser practicantes en **PETROSANTANDER (COLOMBIA) INC.**, de conformidad con las necesidades de la misma, señaladas previamente en un documento al inicio de cada uno de los periodos de práctica.
- 3.1.2 Presentar los aspirantes preseleccionados a **PETROSANTANDER (COLOMBIA) INC.** con al menos treinta (30) días de anticipación al inicio del periodo de práctica.
- 3.1.3 Asignar el número de estudiantes por semestre académico que sea requerido por **PETROSANTANDER (COLOMBIA) INC.**
- 3.1.4 Suscribir directamente con los estudiantes seleccionados por **LA UNIVERSIDAD** y aprobados por **PETROSANTANDER (COLOMBIA) INC.**, un acta de compromiso en donde se determinen de manera específica las actividades a realizar durante el periodo de práctica, su término de duración y las obligaciones que contrae en virtud del mismo, documento que se anexa y hace parte integral del presente convenio.
- 3.1.5 Garantizar mediante la firma del acta de compromiso por parte del estudiante, la Universidad y la empresa, la permanencia de los estudiantes en práctica en el número asignado y durante la totalidad del periodo de práctica. En caso de que fuere necesario realizar una sustitución del estudiante esta obligación se condicionará a la existencia de estudiantes habilitados para realizar las mismas labores asignadas en cumplimiento de los requisitos exigidos por **PETROSANTANDER (COLOMBIA) INC.** La ausencia de estudiantes o la existencia de espacios para su ubicación en la práctica, no generará la terminación del presente convenio, sino la suspensión del mismo, hasta que sea factible reiniciarlo con nuevos estudiantes o nuevos espacios de práctica.
- 3.1.6 Informar a **PETROSANTANDER (COLOMBIA) INC.** cualquier modificación en el plan de estudios de los estudiantes que afecte el desarrollo de la práctica, con al menos treinta (30) días de anticipación a la fecha en que dichas modificaciones sean aplicables.
- 3.1.7 Supervisar el desarrollo de las prácticas convenidas, garantizando los derechos de los estudiantes sobre la producción intelectual derivada de la práctica que desarrollan.
- 3.1.8 Asignar director de trabajo de grado para cada practicante, quien deberá orientar y apoyar su desempeño procurando la efectividad en el desarrollo de las actividades que están bajo su responsabilidad.
- 3.1.9 Entregar a **PETROSANTANDER (COLOMBIA) INC.** el formato de evaluación de los practicantes.

- 3.1.10. El Director de Escuela reportará a bienestar universitario el listado de los estudiantes que se van a práctica, según la normatividad vigente y para los fines internos de la Universidad
- 3.1.11. La Universidad garantizará en caso de requerirse y previa autorización del Director de Escuela, el desplazamiento del director de trabajo de grado a las instalaciones de **PETROSANTANDER (COLOMBIA) INC.**, en caso de que las mismas se encuentren fuera del área metropolitana de Bucaramanga y dentro del territorio colombiano, según lo convenido con esta última.
- 3.1.12 Las demás que se deriven del desarrollo del presente convenio.

3.2 De **PETROSANTANDER (COLOMBIA) INC.:**

- 3.2.1 Informar a **LA UNIVERSIDAD** con anterioridad al inicio de las actividades propias de la práctica, que en todo caso estarán encaminadas a la mejor formación profesional del estudiante en práctica, el número de estudiantes que requiera para cada semestre académico, así como los requisitos mínimos que deben cumplir los aspirantes por medio de documento escrito, correo electrónico o a través del portal CUEES.
- 3.2.2 Seleccionar los estudiantes que realizarán las prácticas empresariales, como modalidad de trabajo de grado de los estudiantes preseleccionados presentados por **LA UNIVERSIDAD**.
- 3.2.3 Facilitar al estudiante todos los medios para que reciba formación profesional metódica y completa en los términos de la práctica convenida.
- 3.2.4 Nombrar un profesional de LA EMPRESA que actúe como tutor del estudiante durante el desarrollo de la práctica convenida.
- 3.2.5 Realizar la evaluación de desempeño de los estudiantes en los términos solicitados por **LA UNIVERSIDAD**.
- 3.2.6 Permitir a **LA UNIVERSIDAD** realizar la comprobación directa de las actividades realizadas por los estudiantes por medio de visitas físicas a las instalaciones y demás lugares en donde estas se desarrollen. Así mismo, facilitar al estudiante la disposición de los tiempos programados con el Director del trabajo de grado para las sesiones de consulta, asesoría o seguimiento.
- 3.2.7 Asignar a los estudiantes la realización de actividades directamente relacionadas con el objeto propio del programa académico que adelanten, en concordancia con las directrices trazadas por **LA UNIVERSIDAD** en este sentido.
- 3.2.8 Hacer una inducción y orientación; así como prestar el entrenamiento y supervisión requeridos para el desarrollo de las tareas que le sean asignadas.
- 3.2.9 Expedir el correspondiente documento de identificación interna al estudiante en práctica.

- 3.2.10 Informar a **LA UNIVERSIDAD** cualquier novedad o eventualidad que se presente relacionada con los estudiantes en el desarrollo de las actividades que les han sido asignadas.
- 3.2.11. Aprobar junto con el Comité de Trabajos de Grado de **LA UNIVERSIDAD**, el Plan de Trabajo elaborado por el estudiante durante la realización de su Trabajo de Grado I.
- 3.2.11 Las demás que se deriven del desarrollo del presente convenio.

**CLÁUSULA CUARTA. SUPERVISIÓN:** **LA UNIVERSIDAD**, a través del Comité de trabajos de grado de la Escuela respectiva, verificará periódicamente el cumplimiento de las labores encomendadas a los practicantes, para lo cual **PETROSANTANDER (COLOMBIA) INC.** brindará toda la colaboración que sea requerida.

**CLÁUSULA QUINTA. DURACIÓN DE LA PRÁCTICA:** La duración de cada práctica será la convenida por las partes, teniendo en cuenta lo señalado en la normatividad interna de la **UNIVERSIDAD** y las necesidades de **PETROSANTANDER (COLOMBIA) INC.** El término estipulado en cada práctica empresarial como modalidad de trabajo de grado deberá ser informado por **LA UNIVERSIDAD** a **PETROSANTANDER (COLOMBIA) INC.** en el acta de compromiso que será suscrita con anterioridad al inicio de la misma, que en todo caso deberá ser mínimo de un semestre académico prorrogable hasta por un año.

**CLÁUSULA SEXTA. DURACIÓN DEL CONVENIO:** El presente convenio tendrá un periodo de duración de cinco (5) años contados a partir de la fecha de la firma del presente documento.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. TERMINACIÓN:** El presente convenio se dará por terminado, sin perjuicio de las demás causales establecidas en la ley, en los siguientes eventos:

- 7.1 Vencimiento del plazo pactado en este convenio o de cualquiera de sus prórrogas.
- 7.2 Mutuo acuerdo.
- 7.3 Aviso escrito de una parte a la otra, con sesenta (60) días de antelación a la fecha en que se pretenda dar por terminado.
- 7.4 Por incumplimiento comprobado de cualquiera de las obligaciones previstas en el presente convenio, caso en el cual la parte cumplida comunicará a la incumplida sin necesidad de requerimientos previos.
- 7.5 Por caso fortuito o fuerza mayor.

**PARÁGRAFO:** En caso de finalización del convenio, por cualquiera de los eventos anteriores, permanecerá en vigencia hasta que terminen los estudiantes que están realizando la práctica en el marco del presente convenio.

**CLÁUSULA OCTAVA. SOLUCIÓN DE CONTROVERSIAS:** Las partes solucionarán directamente las diferencias que se presenten entre ellas por razón del contenido y alcance de las disposiciones contenidas en el convenio. No obstante, si transcurrieren cuarenta y cinco (45) días comunes sin que las mismas llegaren a algún acuerdo, las partes acudirán a los mecanismos de solución de controversias extrajudiciales establecidos en la Ley 446 de 1998 y las demás disposiciones que las modifiquen, adicionen o sustituyan, tales como la transacción, conciliación y amigable composición, para solucionar las diferencias surgidas en la ejecución del contrato.

**CLÁUSULA NOVENA. CONFIDENCIALIDAD:** Mantener CONFIDENCIALIDAD y abstenerse de usar para beneficio propio o para terceros, reproducir o divulgar la información de las partes declarada como confidencial, que se llegue a conocer en virtud de la ejecución del presente convenio. La violación de esta obligación hará incurrir a los responsables en las sanciones legales correspondientes. Se considerará información confidencial sin limitación alguna, todas las descripciones, datos, productos, procesos y operaciones, métodos, fórmulas, know-how y cualquier otra información de naturaleza técnica, económica, financiera, administrativa, jurídica y de otra naturaleza perteneciente a las operaciones, estrategias, políticas, y manejo de actividades, programas o sistemas de cómputo, software, códigos fuente o códigos objeto, algoritmos, fórmulas, diagramas, planos, procesos, técnicas, diseños, fotografías, registros, compilaciones, información de clientes o interna de los contratantes y, en general, toda aquella información que esté relacionada con programas, inventos, marcas, patentes, nombres comerciales, secretos industriales, y derechos de propiedad industrial o intelectual, licencias y cualquier otra información oral, escrita o en medio magnético que revelen **PETROSANTANDER (COLOMBIA) INC.**, el **PRACTICANTE** o la **UNIVERSIDAD** con el fin del cumplimiento de este convenio. Dentro de la INFORMACIÓN CONFIDENCIAL no se incluirá: A) Aquello que sea del dominio público, por una razón diferente del incumplimiento a la confidencialidad aquí pactada. B) Que esté en posesión de la parte receptora y que la haya recibido legítimamente con anterioridad a la celebración de este convenio. C) Que por orden válida de autoridad competente deba revelarse en tal forma que pase al dominio público. La INFORMACIÓN CONFIDENCIAL no dejará de serlo cuando deba revelarse a cualquier entidad oficial, Nacional o Internacional, por orden válida de autoridad competente, sin que pierda su calidad de confidencial y reservada. Las partes acuerdan también que las notas, resúmenes u otros materiales derivados de la INFORMACIÓN CONFIDENCIAL, en cualquier soporte físico o electrónico están sujetos a los términos y condiciones determinados aquí, y por lo tanto, son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL. Esta condición de confidencialidad se mantendrá durante la duración del convenio y no vence por la terminación del mismo, a menos que se acuerde o convenga otra cosa por las partes.

**CLÁUSULA DÉCIMA. AUSENCIA DE EXCLUSIVIDAD:** El presente convenio no limita el derecho de las partes a la formalización de acuerdos iguales o semejantes con otras instituciones.

**CLÁUSULA DÉCIMA PRIMERA. PROPIEDAD INTELECTUAL:** En caso eventual que la práctica genere derechos de propiedad intelectual, las partes valoraran si los resultados obtenidos pueden ser objeto de protección de propiedad intelectual, caso en el cual, acordaran el procedimiento a seguir. Los derechos morales sobre los productos e innovaciones obtenidas pertenecerán a sus autores. Los derechos patrimoniales sobre los resultados protegibles que puedan derivarse del desarrollo de la práctica (patentes, publicaciones o aprovechamiento comercial de los resultados obtenidos), pertenecerán a la EMPRESA, salvo aquellos casos en los cuales sean invertidos recursos de la UNIVERSIDAD, en los cuales la titularidad de la propiedad intelectual de los productos desarrollados será compartida a prorrata de los aportes de las partes; sin perjuicio de los derechos patrimoniales de terceros. No obstante, los derechos de propiedad intelectual están sujetos a la legislación nacional y supranacional vigente.

**CLÁUSULA DÉCIMA SEGUNDA: INDEMNIDAD DE LA UNIVERSIDAD Y PETROSANTANDER (COLOMBIA) INC.:** Las partes se mantendrán indemnes en caso de cualquier reclamación, demanda o acción legal que surjan o se le causen como consecuencia del desarrollo del presente convenio.

**CLÁUSULA DÉCIMA TERCERA. CESIÓN:** Ninguna de las partes podrá ceder su posición contractual ni los derechos u obligaciones derivadas de la misma, ni subcontratar las obligaciones emanadas de este convenio, sin previa autorización por escrito de la otra parte.

**CLÁUSULA DÉCIMA CUARTA. ACUERDO INTEGRAL:** El presente convenio y sus anexos constituyen el acuerdo integral que vincula a las partes en relación con el objeto del mismo. En consecuencia, el convenio deroga expresamente todos los acuerdos anteriores verbales o escritos que tengan relación con el mismo objeto.

**CLÁUSULA DÉCIMA QUINTA. DOMICILIO CONTRACTUAL:** Se fija como domicilio contractual la ciudad de Bucaramanga.

**CLÁUSULA DÉCIMA SEXTA. PERFECCIONAMIENTO:** El presente convenio se perfecciona con la suscripción que del mismo hagan las partes.

**CLÁUSULA DÉCIMA SÉPTIMA. LIQUIDACIÓN:** Vencido el plazo estipulado para el desarrollo del presente convenio, se llevará a cabo su evaluación y se decide si se prórroga, en caso contrario se procederá a su liquidación, dentro de los cuatro (4) meses siguientes, con base en la información suministrada por las partes. En todo caso se dejará una memoria contentiva del desarrollo del convenio y de los resultados obtenidos.

**CLÁUSULA DÉCIMA OCTAVA. MODIFICACIÓN:** Cualquier modificación a los términos aquí contenidos deberá constar en documento escrito suscrito por cada una de las partes.

**ESTA PÁGINA ES CONTINUACIÓN DEL CONVENIO DE APOYO  
INTERINSTITUCIONAL PARA LA REALIZACIÓN DE PRÁCTICAS  
EMPRESARIALES COMO MODALIDAD DE TRABAJO DE GRADO  
CELEBRADO ENTRE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER Y  
PETROSANTANDER (COLOMBIA) INC.**

Para constancia se firma en Bucaramanga a los \_\_\_\_ (\_\_\_\_) días del mes de \_\_\_\_\_ del  
año \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_) en dos ejemplares de igual valor y contenido.

**PETROSANTANDER (COLOMBIA) INC.**

  
**OMAR ALONSO MEJIA TETTE**  
Representante Legal  
PetroSantander(Colombia) Inc.

**LA UNIVERSIDAD**

  
**DAVID FUENTES**  
Director de Escuela de Ingeniería Mecánica  
Delegado del Rector



## Anexo B. Acta de compromiso de práctica

### ACTA DE COMPROMISO N° 01 DE 2014 EN DESARROLLO DEL CONVENIO DE APOYO INTERINSTITUCIONAL PARA LA REALIZACIÓN DE PRÁCTICAS EMPRESARIALES COMO MODALIDAD DE TRABAJO DE GRADO CELEBRADO ENTRE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER Y PETROSANTANDER (COLOMBIA) INC.

Entre los suscritos LUCAS FELIPE SERRANO SÁNCHEZ identificado con cédula de ciudadanía número 1.098.717.253 expedida en Bucaramanga y carné universitario número 2091923, estudiante de 10 semestre de INGENIERÍA MECÁNICA de la Universidad Industrial de Santander, DAVID FUENTES, director de la escuela de ingeniería mecánica de la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, y OMAR ALONSO MEJIA TETTE, representante de PETROSANTANDER (COLOMBIA) INC. hemos convenido la suscripción de la presente acta de compromiso previas las siguientes

#### I. CONSIDERACIONES

- a. Que el día 06 de Agosto de 2014, se celebró entre la Universidad Industrial de Santander y PETROSANTANDER (COLOMBIA) INC. el Convenio de apoyo interinstitucional para el desarrollo de prácticas empresariales como modalidad de trabajo de grado, cuyo objeto es *"Establecer las bases de cooperación entre PETROSANTANDER (COLOMBIA) INC. y LA UNIVERSIDAD para el desarrollo integrado de un programa de prácticas empresariales como modalidad de trabajo de grado, con el fin de proporcionar a LA UNIVERSIDAD espacios de práctica para la formación de sus estudiantes, acorde con los conocimientos, habilidades y destrezas de los mismos"*.
- b. Que dicho convenio establece en su cláusula tercera numeral 3.1.4 como obligación de la Universidad la de *"Suscribir directamente con los estudiantes seleccionados por LA UNIVERSIDAD y aprobados por PETROSANTANDER (COLOMBIA) INC., un acta en donde se determinen de manera específica las actividades a realizar durante el periodo de práctica, su duración y las obligaciones que contrae en virtud del mismo, documento que se anexa y hace parte integral del presente convenio"*.
- c. Que LUCAS FELIPE SERRANO SÁNCHEZ ha sido seleccionado por la Universidad y aprobado por la PETROSANTANDER (COLOMBIA) INC. para realizar práctica empresarial como modalidad de trabajo de grado por un término de 6 meses, contados a partir del día 01 de Septiembre de 2014.
- d. Que en virtud del mencionado convenio, las partes, por medio de la presente acta de compromiso adquieren las siguientes obligaciones:

#### II. OBLIGACIONES DE LA EMPRESA PETROSANTANDER (COLOMBIA) INC.

- 2.1. Definir los objetivos que persigue la empresa con la práctica y los requisitos de la misma.
- 2.2. Nombrar un profesional de PETROSANTANDER (COLOMBIA) INC. que actúe como tutor del estudiante durante el desarrollo de la práctica empresarial convenida.
- 2.3. Hacer una inducción y orientación; así como prestar el entrenamiento y supervisión requeridos para el desarrollo de las tareas que le sean asignadas al estudiante en práctica.
- 2.4. Facilitar al estudiante todos los medios para que reciba formación profesional metódica y completa en los términos de la práctica convenida.
- 2.5. Brindar colaboración en la asesoría académica que requiera la práctica convenida.

1.

- 2.6. Realizar la evaluación de desempeño de los estudiantes en los términos solicitados por **LA UNIVERSIDAD**.
- 2.7. Facilitar a **LA UNIVERSIDAD** realizar la comprobación directa de las actividades realizadas por los estudiantes por medio de visitas físicas a las instalaciones y demás lugares en donde estas se desarrollen.
- 2.8. Informar a **LA UNIVERSIDAD** cualquier novedad o eventualidad que se presente relacionada con el estudiante en el desarrollo de las actividades que le han sido asignadas.
- 2.9. Determinar la posibilidad de ofrecer un apoyo económico al estudiante, y si es el caso, establecer su cuantía y forma de pago.
- 2.10. Las demás que se deriven del desarrollo del presente convenio.

### **III. OBLIGACIONES DE LA UNIVERSIDAD.**

- 3.1. Asignar como director a **CARLOS BORRAS PINILLA** del trabajo de grado en la modalidad de práctica empresarial, quien se encargará de supervisar el desarrollo de la práctica convenida, así como orientar y apoyar su desempeño procurando la efectividad en el desarrollo de las actividades que están bajo su responsabilidad.
- 3.2. Exigir al estudiante en práctica que adquiera una póliza de seguro contra accidentes y que mantenga su afiliación al sistema general de la seguridad social en salud durante la práctica.
- 3.3. En el evento en que el estudiante en práctica, pierda la calidad de estudiante, la Universidad informará a la empresa este hecho, y procederá a dar cumplimiento a lo estipulado en la cláusula tercera numeral 3.1.5 del Convenio de apoyo interinstitucional para el desarrollo de prácticas empresariales como modalidad de trabajo de grado celebrado entre la **UNIVERSIDAD** y **PETROSANTANDER (COLOMBIA) INC.**
- 3.4. Las demás que se deriven del desarrollo del presente.

### **IV. OBLIGACIONES DEL ESTUDIANTE**

- 4.1. Mantener matrícula vigente como estudiante de la Universidad, incluyendo la asignatura trabajo de grado II durante el tiempo de realización de la práctica.
- 4.2. Realizar las actividades señaladas por **LA UNIVERSIDAD** y **PETROSANTANDER (COLOMBIA) INC.** objeto de la práctica.
- 4.3. Cumplir los reglamentos internos de **PETROSANTANDER (COLOMBIA) INC.**
- 4.4. Cumplir los horarios establecidos por **PETROSANTANDER (COLOMBIA) INC.** para realizar la práctica.
- 4.5. Estar afiliados a un plan obligatorio de salud (POS), en cualquiera de sus modalidades, durante todo el término de vinculación con **PETROSANTANDER (COLOMBIA) INC.**, obligación que declara conocer por requisito previo para realizar su matrícula académica.
- 4.6. Adquirir la póliza de seguro contra accidentes la cual debe estar vigente por el tiempo que dure la práctica.
- 4.7. Declara que conoce, entiende y acepta expresamente que dependerá académicamente de **LA UNIVERSIDAD** y mantendrá con **PETROSANTANDER (COLOMBIA) INC.** una relación meramente académica, durante el tiempo de ejecución de la práctica.
- 4.8. Asumir directamente los costos de traslado necesarios para la realización de prácticas nacionales e internacionales, si es el caso.
- 4.9. Responder en caso de cualquier reclamación, demanda o acción legal que por su acción u omisión se causen dentro de la ejecución de la práctica empresarial.
- 4.10. Abstenerse de realizar actos que atenten contra el buen nombre y las instalaciones de **PETROSANTANDER (COLOMBIA) INC.** y de **LA UNIVERSIDAD**.

- 4.11. Entregar los informes que solicite el Comité de Trabajos de Grado de **LA UNIVERSIDAD** o el Director de la práctica.
- 4.12. Notificar oportunamente a la **PETROSANTANDER (COLOMBIA) INC.** y a **LA UNIVERSIDAD** cualquier novedad que afecte el desarrollo o la correcta ejecución de la práctica empresarial.
- 4.13. Informar oportunamente a la **PETROSANTANDER (COLOMBIA) INC.** y a **LA UNIVERSIDAD**, sobre los resultados o desarrollos tecnológicos que puedan ser objeto de protección o manejo confidencial.

**PARÁGRAFO:** El incumplimiento de cualquiera de las obligaciones anteriormente señaladas, acarreará para el estudiante las sanciones que **LA UNIVERSIDAD** en materia disciplinaria determine, de conformidad con la normatividad vigente, lo que eventualmente podrá generar la pérdida de la práctica empresarial

#### **V. OBLIGACIONES CONJUNTAS.**

- 5.1. En caso eventual que la práctica genere derechos de propiedad intelectual, las partes valorarán si los resultados obtenidos pueden ser objeto de protección de propiedad intelectual, caso en el cual, acordarán el procedimiento a seguir. Los derechos morales sobre los productos e innovaciones obtenidas pertenecerán a sus autores. Los derechos patrimoniales sobre los resultados protegibles que puedan derivarse del desarrollo de la práctica (patentes, publicaciones o aprovechamiento comercial de los resultados obtenidos), pertenecerán a la **PETROSANTANDER (COLOMBIA) INC.**, salvo aquellos casos en los cuales sean invertidos recursos de la **UNIVERSIDAD**, en los cuales la titularidad de la propiedad intelectual de los productos desarrollados será compartida a prorrata de los aportes de las partes; sin perjuicio de los derechos patrimoniales de terceros. No obstante, los derechos de propiedad intelectual están sujetos a la legislación nacional y supranacional vigente.
- 5.2. Mantener **CONFIDENCIALIDAD** y abstenerse de usar para beneficio propio o para terceros, reproducir o divulgar la información de las partes declarada como confidencial, que se llegue a conocer durante el desarrollo de la práctica. La violación de esta obligación hará incurrir a los responsables en las sanciones legales correspondientes. Se considerará información confidencial sin limitación alguna, todas las descripciones, datos, productos, procesos y operaciones, métodos, fórmulas, know-how y cualquier otra información de naturaleza técnica, económica, financiera, administrativa, jurídica y de otra naturaleza perteneciente a las operaciones, estrategias, políticas, y manejo de actividades, programas o sistemas de cómputo, software, códigos fuente o códigos objeto, algoritmos, fórmulas, diagramas, planos, procesos, técnicas, diseños, fotografías, registros, compilaciones, información de clientes o interna de los contratantes y, en general, toda aquella información que esté relacionada con programas, inventos, marcas, patentes, nombres comerciales, secretos industriales, y derechos de propiedad industrial o intelectual, licencias y cualquier otra información oral, escrita o en medio magnético que revelen **PETROSANTANDER (COLOMBIA) INC.**, el **PRACTICANTE** o la **UNIVERSIDAD** con el fin de llevar a cabo la presente práctica empresarial. Dentro de la **INFORMACIÓN CONFIDENCIAL** no

se incluirá: A) Aquello que sea del dominio público, por una razón diferente del incumplimiento a la confidencialidad aquí pactada. B) Que esté en posesión de la parte receptora y que la haya recibido legítimamente con anterioridad al inicio de la práctica. C) Que por orden válida de autoridad competente deba revelarse en tal forma que pase al dominio público. La INFORMACIÓN CONFIDENCIAL no dejará de serlo cuando deba revelarse a cualquier entidad oficial, Nacional o Internacional, por orden válida de autoridad competente, sin que pierda su calidad de confidencial y reservada. Las partes acuerdan también que las notas, resúmenes u otros materiales derivados de la INFORMACIÓN CONFIDENCIAL, en cualquier soporte físico o electrónico están sujetos a los términos y condiciones determinados aquí, y por lo tanto, son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL. Esta condición de confidencialidad se mantendrá durante la duración de la práctica y no vence por la terminación de la misma, a menos que se acuerde o convenga otra cosa por las partes.


Esta acta de compromiso se suscribe en desarrollo del Convenio de apoyo interinstitucional para el desarrollo de prácticas empresariales como modalidad de trabajo de grado celebrado entre la UNIVERSIDAD y PETROSANTANDER (COLOMBIA) INC., por lo tanto, las partes firmantes se acogen a lo contenido en el mismo.

En constancia se firma en Bucaramanga a los \_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

  
LUCAS FELIPE SERRANO SÁNCHEZ  
Practicante

06 AGO 2014   
DAVID FUENTES  
Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica  
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE  
SANTANDER

  
OMAR ALONSO MEJÍA TETTE  
PETROSANTANDER (COLOMBIA) INC.

  
CARLOS BORRAS PINLLA  
Director del proyecto de grado en la UIS  
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE  
SANTANDER



## Anexo C. Carta de soporte de práctica



RH-200.

Bucaramanga, 14 de agosto de 2014

Señores

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

Cordial saludo,

Yo LISSA MARCELA BARRETO, Jefe del departamento de Recursos Humanos de PetroSantander (Colombia) Inc. notifico el interés de la empresa de recibir a LUCAS FELIPE SERRANO SÁNCHEZ como practicante de ingeniería mecánica, dando apoyo en la realización de su práctica de grado y asignando los siguientes objetivos específicos a su labor de práctica:

- Coordinar la adquisición de un sistema de telemetría para pozo, el cual consta de sensores de presión, caudal y nivel de tanque, que envía a través de red GSM las señales a una plataforma web del proveedor accesible por lo usuario del departamento de producción.
- Desarrollar una aplicación en Microsoft Access para el control de mantenimiento, la cual debe almacenar la siguiente información:
  - Hojas de vida de la maquinaria
  - Reportes de mantenimiento correctivo
  - Reportes de mantenimiento preventivo
- Crear y controlar cronograma mensual de mantenimiento preventivo, asignando labores y responsables para cada actividad y llevando un indicador de cumplimiento.
- Hacer seguimiento al uso del presupuesto asignado para el departamento de mantenimiento, preparando los documentos necesarios para soportar el nuevo presupuesto a solicitar a gerencia.
- Generar requisiciones de materiales para el stock de piezas de mantenimiento, teniendo un plan de compra predictiva.

NIT. 800.000.750-8

Calle 70 No. 7-60 Oficina 601 Bogotá D.C. - Colombia PBX: 3493660 Fax: 2121431 Gerencia General y Operaciones - 2123258 Finanzas  
Calle 58 No. 8-11, Centro Industrial Garibaldi Estrada por la paralela a Itacol Autopista Girón - Bucaramanga Teléfono: 6532424 Fax: 6489943



- Desarrollar una aplicación para el control de lubricantes, esta aplicación debe almacenar mediciones hechas a los lubricantes periódicamente, para su posterior análisis, logrando con esto enfocarse en los compresores con el sistema de lubricación más crítico.

Esta práctica se realizará durante seis meses contados a partir del primero de septiembre del 2014.

Atentamente,

  
LISSA MARCELA BARRETO B.  
JEFE RECURSOS HUMANOS.  
PETROSANTANDER (COLOMBIA) INC.

NIT: 800.000.750-8

Calle 70 No. 7-60 Oficina 601 Bogotá D.C. - Colombia PBX: 5493660 Fax: 2121431 Gerencia General y Operaciones - 212258 Finanzas  
Calle 58 No. 8-II. Centro Industrial Garibaldi Entrada por la paralela a Jalco Autopista Girón - Bucaramanga Teléfono: 6532424 Fax: 6469943

## Anexo D. Cotización de sensores

COTIZACIÓN No.020



**Instrumentación  
de Procesos  
Industriales**

**COMPAÑIA:** Petrosantander  
**CONTACTO:** Lucas Felipe Serrano  
**TELEFONO:** 3186932622  
**REQUISICION:** Via email  
**FECHA :** 18/07/2014  
**FORMA DE PAGO:** Crédito

**TR MEDICONT LTDA.**  
**MARTHA JULIANA DURAN**  
bucaramanga@trmedicont.com.co  
CELULAR: 3183472182 PBX: 6322936

ITEM	CANT	DESCRIPCION	T. ENTREGA	Vf. UNIT	Vf. TOTAL
1	1	Transmisor de presión manométrica. Precisión 0.075%. Alcance de 8700psi. Diafragma en Hastelloy C276. Conexión a Proceso de 1/2- 14 NPT en AISI 316L SST. Cuerpo en Aleación de Aluminio. Pantalla LCD integral. Configuración en sitio, sin herramientas externas, con tecnología TTG (Through The Glass) sin remover la cubierta de la pantalla. Protección contra sobretensiones. HART (Opcional PA,FF). 4-20mA. Certificación FM. Certificado de calibración (9 puntos).SIL2. Marca: ABB	8 - 10 semanas	\$ 5.210.000	\$ 5.210.001
2	1	Switch de flujo para Caudal (on/off): para tubería con DIAMETRO 4 PULGADAS utilizando el principio de dispersión térmica. Modelo: A1960750182H0FMXCOC, Conexión 0.75 in. (19 mm) MNPT (Standard). Marca: ABB	8 - 10 semanas	\$ 4.080.000	\$ 4.080.000
3	1	Sensor de nivel ultrasónico LST400 ABB Transmisor de Nivel Ultrasónico. Rango de nivel hasta 60 metros. Dispositivo de bajo costo, transmisor compacto con transductor incluido. Pantalla LCD de 4 dígitos. Control automático de potencia según la aplicación. Partes húmedas en PVDF para ambientes corrosivos.	8 - 10 semanas	\$ 10.000.000	\$ 10.000.000
<b>SUBTOTAL</b>					<b>\$ 19.290.001</b>
<b>IVA</b>					<b>\$ 3.086.400</b>
<b>TOTAL</b>					<b>\$ 22.376.401</b>

Anexo E. Cotización de tarjeta convertidora de señal y software danfoss

COTIZACION No.025



**Instrumentación  
de Procesos  
Industriales**

COMPañIA: Petrosantander  
CONTACTO: Lucas Serrano  
TELEFONO: 3156932622  
REQUISICION: Via email  
FECHA : 17/10/2014  
FORMA DE PAGO: Crédito

TR MEDICONT LTDA.  
MARTHA JULIANA DURAN  
bucaramanga@trmedicont.com.co  
CELULAR: 3183472182 PBX: 6912379

ITEM	CANT	DESCRIPCION	T. ENTREGA	Vv. UNIT	Vv. TOTAL
1	1	TARJETA MCA 121 - ETHERNET IP Option for VLT: MCA 121 Ethernet IP REFERENCIA 130B1119 MARCA DANFOSS	2 DIAS	\$ 730.000	\$ 730.000
2	1	MCT 10 SET-UP SOFTWARE - 5 USERS VLT® MCT 10 PC Software 5 licenses REFERENCIA 130B1001 MARCA DANFOSS	2 DIAS	\$ 2.700.000	\$ 2.700.000
3	1	TRANSMISOR DE PRESION INTRINSICAMENTE SEGURO MBS 4701 RANGO PRESION 0 - 1,6 BAR. DANFOSS	2 DIAS	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000
4	50	TRANSMISOR DE PRESION INTRINSICAMENTE SEGURO MBS 4701 RANGO PRESION 0 - 1,6 BAR. DANFOSS. <b>CANTIDADES SUPERIORES A 50 UNIDADES</b>	3 A 4 SEMANAS	\$ 890.000	\$ 44.500.000
SUBTOTAL					\$ 49.130.000
IVA					\$ 7.880.800
TOTAL					\$ 56.990.800

## Reporte de Visita

Cliente: PETROSANTANDER

Fecha de Visita: 25 Febrero de 2015

Nombre	Persona(s) visitada(s):	Cargo
Nicolas Morales		Gerente de Mantenimiento
Ciro Gomez		Coordinador Mantenimiento

Hora Llegada: 9:00 am – 25 Febrero Hora Salida: 3:00 pm – 25 Febrero

### Comentarios:

Se realizó visita a Campo Payoa con el fin de entrenar al personal encargado de la toma de muestra de lubricante a los compresores, también se entrenó al personal que administrará SIGNUM la plataforma de análisis de aceite usado para que las muestras sean enviadas directamente desde campo al laboratorio y evitar retraso en la logística y afectación en la rapidez para tomar decisiones con los resultados.



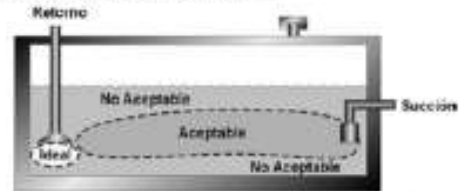
Se entregó al personal de Petrosantander los elementos necesarios para la toma de muestras según lo indica la imagen:

1. Bomba de Vacío (Vampiro) para la toma de muestras
2. Manguera
3. Frascos de muestra SIGNUM

Se acompañó al personal a cada uno de los puntos de muestra se enseñó el procedimiento para marcar los frascos y preparar los elementos necesarios para la toma evitando la contaminación al máximo.



Se identificó el punto de muestra en cada motor, la muestra se realizará por el testigo de nivel con una manguera del mismo tamaño que el testigo para evitar que esta toque las superficies o el fondo del cárter y así tomar una muestra representativa.



Se concientizó al personal acerca de la importancia de tomar una purga que limpie el sistema de partículas que no se quieren tener en el análisis de aceite usado.

La muestra debe tomarse en caliente con el equipo funcionando y con la carga normal de operación, en algunos motores se identificaron válvulas de muestreo rápido las cuales también pueden implementarse para una mejor toma ya que el lubricante al pasar por la tubería a alta presión y temperatura es adecuado para analizar, también asegura que la toma siempre se haga en el mismo lugar.



Es recomendable utilizar guantes para protegerse de las altas temperaturas del lubricante.



**Recomendaciones:**

Supervisar la toma de muestras durante los primeros meses para detectar acciones de mejora, retroalimentar al encargado y a Ludesa de Colombia con el fin de escribir el procedimiento que mas se adecue a las situaciones del campo.

Extender el análisis de aceite usado a Unidades de Bombeo y Equipo Movil

Se recomienda utilizar elementos adecuados para la manipulación de los aceites en Campo Payoa o mantenerlos guardados y envueltos en plástico para evitar la contaminación.



Firma:

*Hernán Andrés García Hernández, Ingeniero Soporte Técnico –*  
LUDESA DE COLOMBIA S.A

Teléfonos:

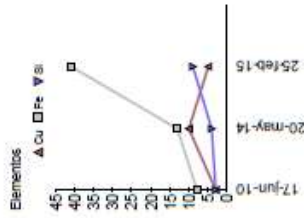
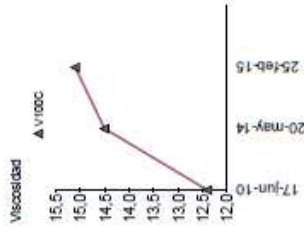
+ 57 (7)6760778 / +57 3124312520



## Anexo G. Ejemplo de resultados de análisis de aceite

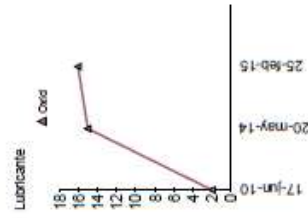
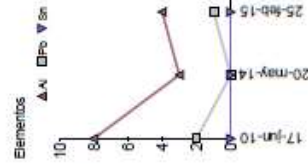
<b>SIGNUM</b> OIL ANALYSIS	<b>CPYG18</b>	<b>Precaución</b>
No. de Cuenta: 212629	COMPRESOR PAYOA 18	
Nombre de la Cuenta: PETROSANTANDER LUESA DE COLOMBIA	Compresor	
Fecha: 03-mar-2016	Fabricante: INGERSOLL RAND	
Número Signum: 30003923	Modelo: ESH	
	Lubricante registrado: MOBIL PEGASUS 505	

Información de la Muestra			
ID de Muestra	606872838	414659328	0165208358
Fecha Muestra	26-feb-2016	20-may-2014	17-jun-2010
Fecha del Informe	03-mar-2016	27-may-2014	21-jun-2010
Marca	MOBIL	MOBIL	MOBIL
Lub. Analizado	PEG 606	PEG 505	PEG 505
Equipo			
Temp. del Dep.			
Relleño			
Aceite cambiado			
Filtro Cambiado			



Información de la Muestra			
ID de Muestra	606872838	414659328	0165208358
Fecha Muestra	26-feb-2016	20-may-2014	17-jun-2010
Elementos de desgaste - ppm (mg/kg)			
Al (Aluminio)	4	0	8
Cr (Cromo)	0	0	1
Cu (Cobre)	6	10	3
Fe (Hierro)	+41	13	8
Mn (Manganeso)	3	0	1
Ni (Níquel)	0	0	0
Pb (Plomo)	1	0	2
Sr (Estroncio)	0	0	0

Datos del lubricante			
Evl. de Contamin.	Normal	Normal	Normal
Evaluación Equipo	+Precaución	Normal	Normal
Evl. del Aceite	+RE 1	Normal	Normal
Viscosidad @ 100C	14.5	12.4	12.4
Pot. de Refrigerante	No Detectado	No Detectado	No Detectado
PC (ppm)	15	15	15
Agua (ppm)	No Detectado	No Detectado	No Detectado



Elementos contaminantes - ppm (mg/kg)			
B (Boro)	0	0	3
K (Potasio)	2	0	1
Na (Sodio)	6	0	8
S (Azufre)	9	4	3

Elementos aditivos - ppm (mg/kg)			
SS (Bismuto)	0	0	1
Ca (Calcio)	1664	1226	1058
Mg (Magnesio)	7	5	5
P (Fósforo)	278	278	233
Zn (Zinc)	942	334	248

Los resultados y comentarios de este análisis son solo recomendaciones; la validez de la información puede ser afectada por la forma de muestreo y el método de análisis. Para más información consulte el manual de instrucciones de análisis de aceite. Si usted por cualquier otra persona puede estar usando este producto, consulte el Directorio de Distribuidores 2013 Exxon Mobil Corporation, Exxon, Esso, Mobil, ExxonMobil y Signum son marcas registradas de Exxon Mobil Corporation o alguna de sus subsidiarias. Afiliada de Comersalizacion - ExxonMobil Lubricants & Specialties.

Normal	+ Precaución	Alerta
--------	--------------	--------



**SIGNUM**  
OIL ANALYSIS

No. de Cuenta : 212629  
Nombre de la Cuenta : PETROSANTANDER  
LUDESA DE COLOMBIA  
Fecha : 03-mar-2016  
Número Signum : 30903923

**CPYG18**

Descripción : COMPRESOR PAYOA 18  
Componente : Compresor  
Fabricante : INGERSOLL RAND  
Modelo : ESH  
Lubricante registrado : MOBIL PEGASUS 506

**Precaución**

**ACTION REQUIRED: HIGH WEAR METAL BUILDUP WITH LOW OR MODERATE SILICON:** Locate and correct causes of metal build-up. - Possible causes include: 1. wear of oil wiper parts; 2. contamination from previous fill; 3. over-extended drain interval or may be normal break-in of new equipment.

**ACTION REQUIRED: HIGH OIL VISCOSITY:** Locate and correct the cause of high viscosity. - Higher than expected viscosity can: 1. reduce cooling of parts; 2. restrict oil flow causing oil starvation and wear. - Possible sources of high viscosity include: 1. contamination or use of a higher viscosity oil; 2. high oxidation; oil degradation/contaminant; 3. excessive sediment; 4. coolant contamination causing oxidation, sludge; 5. mislabeled sample submitted for analysis.

Los resultados y comentarios de este análisis son sólo recomendaciones; la calidad de la información puede ser afectada por la forma de una muestra no representativa o por información incorrecta. Este análisis se provee como información confidencial para quien lo manda. Su uso por cualquier otra persona queda estrictamente prohibido. © Derechos Reservados 2003 Exxon Mobil Corporation. Exxon, Esso, Mobil, ExxonMobil y Signum son marcas registradas de Exxon Mobil Corporation o alguna de sus subsidiarias. Afiliada de Comercialización - ExxonMobil Lubricants & Specialties.


Normal

+ Precaución

Alerta

**Mobil**

## Anexo H. Análisis de causa raíz CLSG07

 <b>PetroSantander (Colombia) Inc.</b>	PETROSANTANDER (COLOMBIA) INC
	REPORTE DE ACTIVIDADES RELEVANTES

Tipo Reporte	RCA falla en culatas L7042	Consecutivo N°	2014-01-11-02
Lugar	Bateria Salinas	Tag Máquina	CLSG07
Equipo	Moto compresor Salinas 07 W L7042 – DR 4RDS		
Condición	Fuera de servicio		
Orden de Trabajo		Horómetro	
Fecha de Reporte	06 de Noviembre 2014	Horas FDS	64
Realizado por	Nicolás Morales García	Revisado por	Ciro Gomez

### 1. OBJETIVO

Realizar un análisis causa raíz de las múltiples fallas presentadas en las culatas del motor Waukesha L7042 del CLS-07 en la Bateria Salinas en el Campo Payoa.

Identificar las causas físicas, humanas y latentes; y generar acciones inmediatas para la eliminación permanente de este problema

### 2. ANTECEDENTES DE FALLA EN CULATAS

El hecho más reciente se presentó en la misma unidad compresora el día 11 de junio de 2014; Ver informe adjunto

<b>Falla en culatas CLS 07 11 Junio 2014</b>	 Reporte actividades relevantes y análisis
--	--

Adicionalmente se cuentan con las fallas ocurridas en culatas con modos de falla muy similares de los siguientes equipos Waukesha:

- CPY-13
- Gen-Set LS-03

### 3. HECHOS

#### DECLARACIÓN ALEJANDRO ROJAS (OPERADOR DE TURNO)

Siendo la 1:38 am del día Sábado 4 de Julio de 2014, el operador Alejandro Rojas evidencia que se presenta cascabeleo en el banco izquierdo del motor del CLS-07 en ese mismo momento el motor se para y no muestra falla.

El Sr. Rojas, manifiesta haberle reportado esta situación al Supervisor Mecánico de turno Sr. Jesus Montaña, quien le dio la orden de dejar reposar el motor durante 10 minutos para darle arranque nuevamente, argumentando que esto debía ser por la presencia de líquidos en el gas combustible; así se hizo.

Una vez puesto el equipo en servicio y siendo las 2 am nuevamente el operador evidencia el cascabeleo en el motor y realiza una inspección a la unidad, observando que las correas de la bomba de agua auxiliar no están en su sitio lo cual informa inmediatamente al Supervisor de Mecánico turno, quien ordena suministrar agua permanente al intercambiador de aceite y arrancar el motor sin las correas.

Siendo las 4:45 am la unidad se para nuevamente y se informa al supervisor, quien acude al llamado e inicia la inspección siendo las 6:10 am evidenciando el bloqueo del equipo por posible contenido de agua al interior de algunos cilindros. La unidad queda fuera de servicio. **(Ver anexo)**

#### **DECLARACIÓN JESUS MONTAÑO (SUPERVISOR DE TURNO)**


Siendo la 1:30 am el señor Alejandro Rojas operador de batería Salinas, me informa que el motor se encuentra cascabeleando. Y me pregunta QUE HAGO? Yo le respondo: Señor Alejandro drene el Scrubber de gas combustible y bájele rpm al motor, mientras que vuelve y estabiliza. Realizando la maniobra se le apaga el equipo yo le digo que drene el compresor y póngalo en servicio, yo le digo que si el equipo en una hora está trabajando bien me avisa, él una hora más tarde me llama y me dice que el equipo está trabajando bien y ya no está cascabeleando.

A las 4:50 am me llama el operador y me comenta que el equipo estaba cascabeleando y se apagó, yo le digo déjelo quieto que ya voy para allá. Siendo las 5:30 am hago presencia en el sitio, reviso el equipo y encuentro la siguiente anomalía:

- Correas bomba auxiliar afuera

Inicio la revisión del equipo e inicio las siguientes actividades:

- Monto nuevamente las correas de la bomba auxiliar, donde evidencio que el tensor no sirve.
- Procedemos a dar un inicio a la máquina, donde se evidencia bloqueo del equipo
- Retiro bujías 2, 3, 4 y 5 banco izquierdo y se encuentra lleno de agua.
- Dreno el sistema con arranque continuo y al ver la cantidad de agua, procedo a dar aviso al Jefe de Departamento Ciro Gomez el cual me dice que pongamos el CLS02 en servicio el cual estaba sin el scruber de descarga de tercera etapa.

 <i>PetroSantander (Colombia) Inc.</i>	PETROSANTANDER (COLOMBIA) INC
	REPORTE DE ACTIVIDADES RELEVANTES

Observaciones Jesus Montaño:

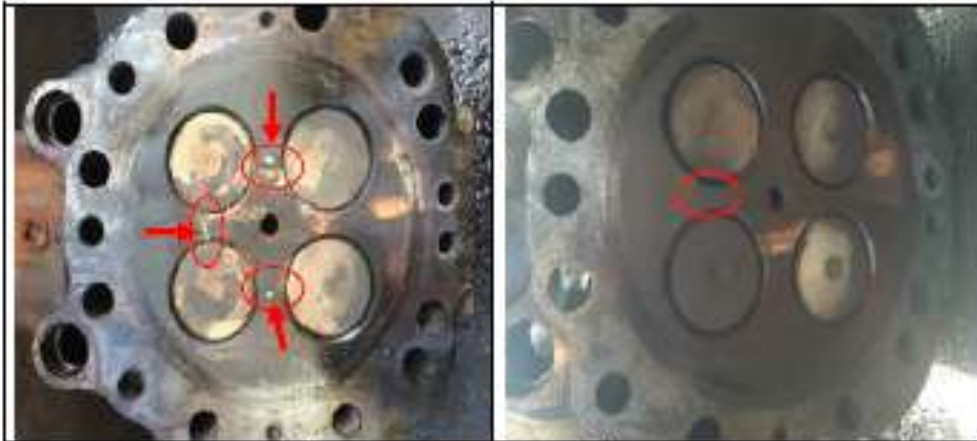
- Quiero aclarar que de ninguna manera es posible que la bomba auxiliar pueda causar daños en las culatas.
- Quiero especificar que el daño en las culatas, son causados por cambios de temperatura bruscos o por incrustaciones en las galerías de la culata causados por la mala calidad de agua de enfriamiento
- Estos equipos no vienen para mantener agua continua en el tanque de reposición, son diseñados para reponer agua dependiendo de la perdida
- Se debe buscar la forma de implementar Switches de nivel de agua o visores de nivel de agua

(Ver Anexo)

#### 4. HALLAZGOS GRUPO MECÁNICO

- Unidad fuera de servicio
- El tensor se encontraba amarrado con una soga.
- El empaque de culata del cilindro 6R se había salido.
- Los filtros de aire no se encontraban tapados
- Los orificios del sistema de enfriamiento entre las culatas y los codos de escape se encontraban obstruidos.
- El setting de disparo por alta temperatura de agua del sistema auxiliar se encontraba en 220 °F el cual debería estar en 190°F.
- No se cuenta con una protección por baja presión de agua del sistema auxiliar.
- No se cuenta con un tratamiento adecuado al agua de enfriamiento (Es agua sucia).

5. REGISTRO FOTOGRAFICO

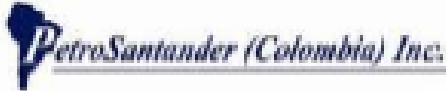


Fisuras en las culatas del motor



Se evidencia agua del sistema de refrigeración contaminada



	PETROSANTANDER (COLOMBIA) INC
	REPORTE DE ACTIVIDADES RELEVANTES
Cambio de 4 culatas banco izquierdo	Setting de temperatura de agua al máximo

## 6. LISTADO DE ALARMAS PRESENTADAS ANTES DE LA FALLA

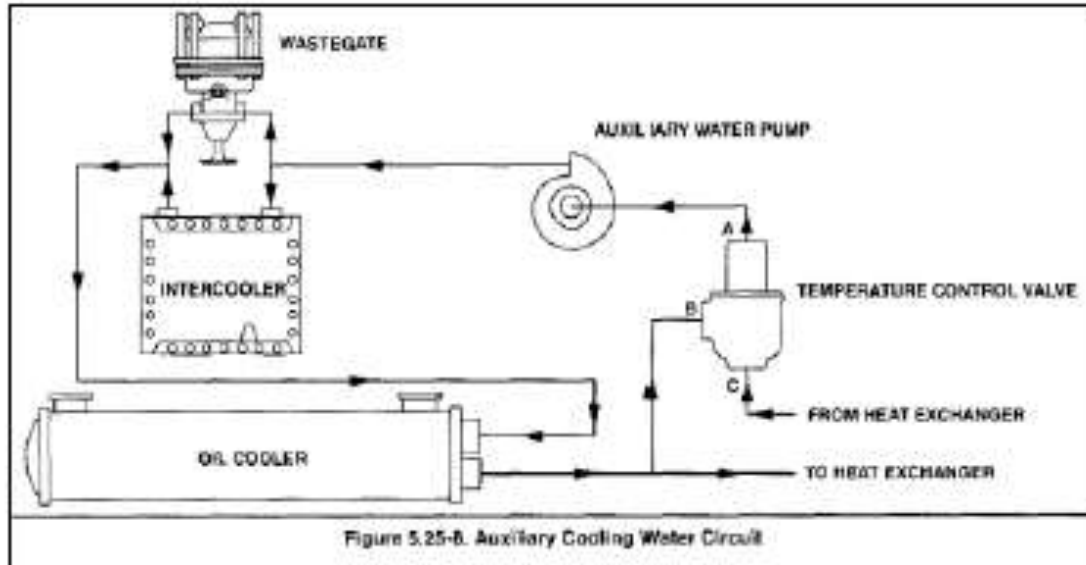
- Dos paradas sin mostrar falla
- Cascabeleo banco izquierdo
- Pérdida de tensión en correas de la bomba agua auxiliar
- Pérdida de las correas.
- Bloqueo del motor

## 7. POSIBLES MECANISMOS DE FALLA DE CULATAS WAUKESHA CLS07

### MECANISMO DE FALLA 1

Debido a que el tensor de la bomba auxiliar del sistema de refrigeración fallo, las correas perdieron tensión y se salieron de las poleas, lo que generó que el motor estuviera en operación aproximadamente 3 horas sin el circuito de agua auxiliar de refrigeración; la temperatura del aceite y de los turbos tuvo un incremento fuera de los rangos permisibles lo que ocasionó que el aire de admisión ingresara a mayor temperatura y que no fuese posible evacuar la totalidad de los gases de escape y produjo sobretemperaturas en la cámara de combustión, las cuales generaron fatiga térmica del área más sensible de las culatas.

A continuación se observa el circuito auxiliar de refrigeración que fue afectado por la no operación de la bomba auxiliar de agua.

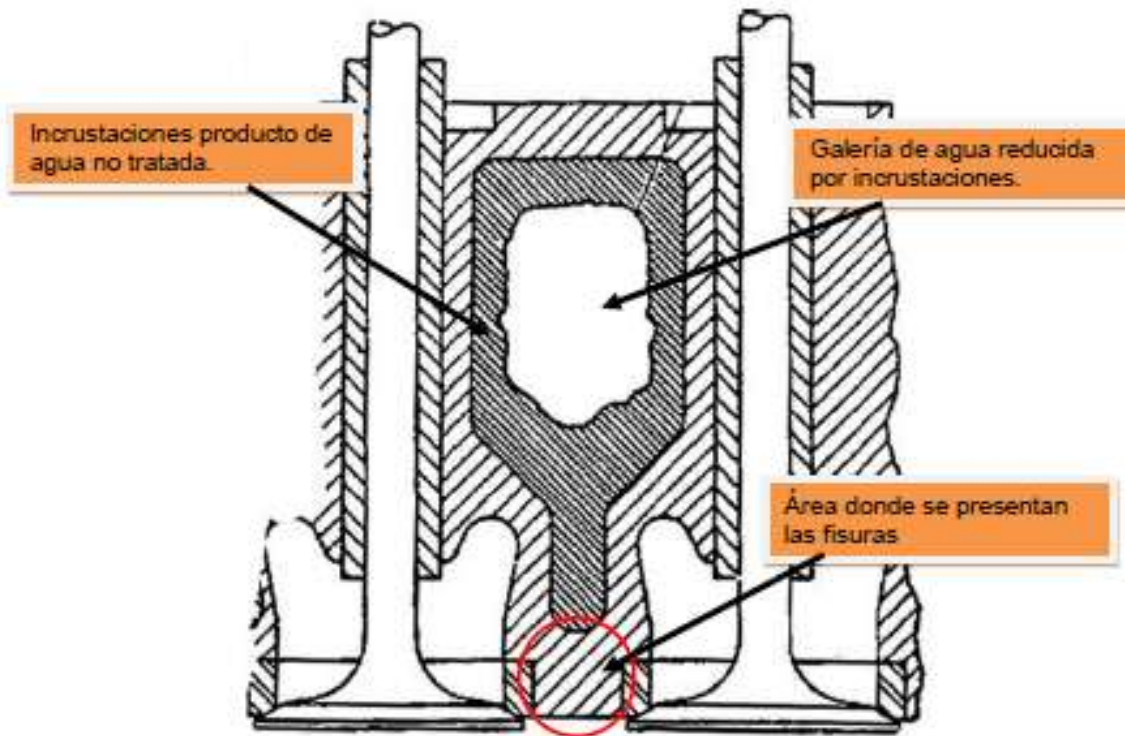


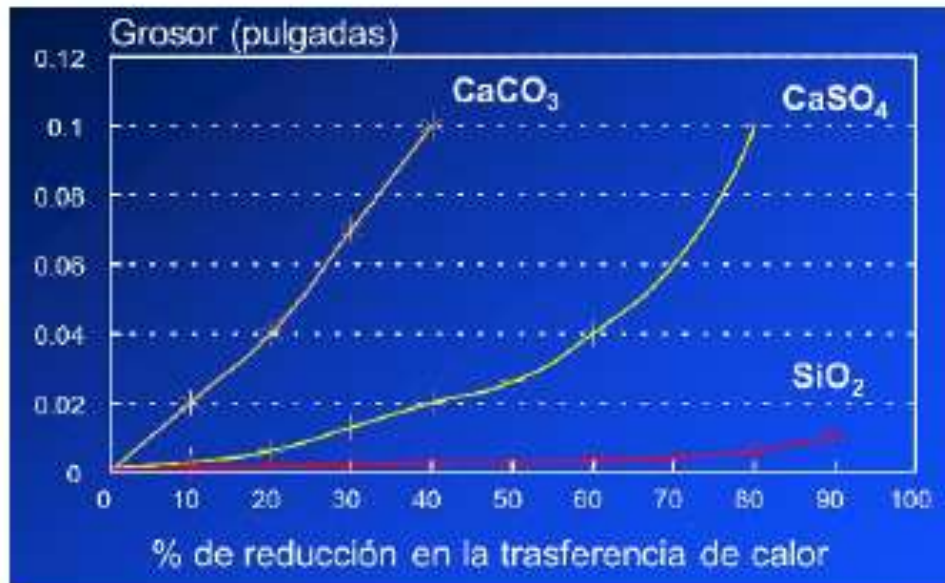
## MECANISMO DE FALLA 2

Un área en donde ocurre una alta transferencia de calor es el pasaje de agua entre las dos válvulas de escape de una culata de motor VHP. Por lo tanto, esta área es muy susceptible a la formación de las incrustaciones minerales que ocasionan la imposibilidad de transferencia de calor por convección entre el área de la culata y el agua. Por ende cualquier tipo de aumento de temperatura ocasionara el astillamiento súbito del material.

Este tipo de fisura es la que se ha venido presentando en las culatas de los motores Waukesha L70 42 de campo Payoa.

A continuación se muestra un diagrama en corte de una culata de motor Waukesha, en la que se ilustran las galerías de refrigeración, los lugares más propensos a incrustaciones y el lugar más común de fisuras en culatas.





En la gráfica anterior se muestra tres de los compuestos minerales mas comunes que pueden causar incrustaciones y barros. Se puede observar que una capa o película relativamente delgada de incrustaciones que se hayan depositado en el interior de los pasajes de un motor, va a tener un efecto perjudicial ya que las incrustaciones se comportan como aislantes térmicos.

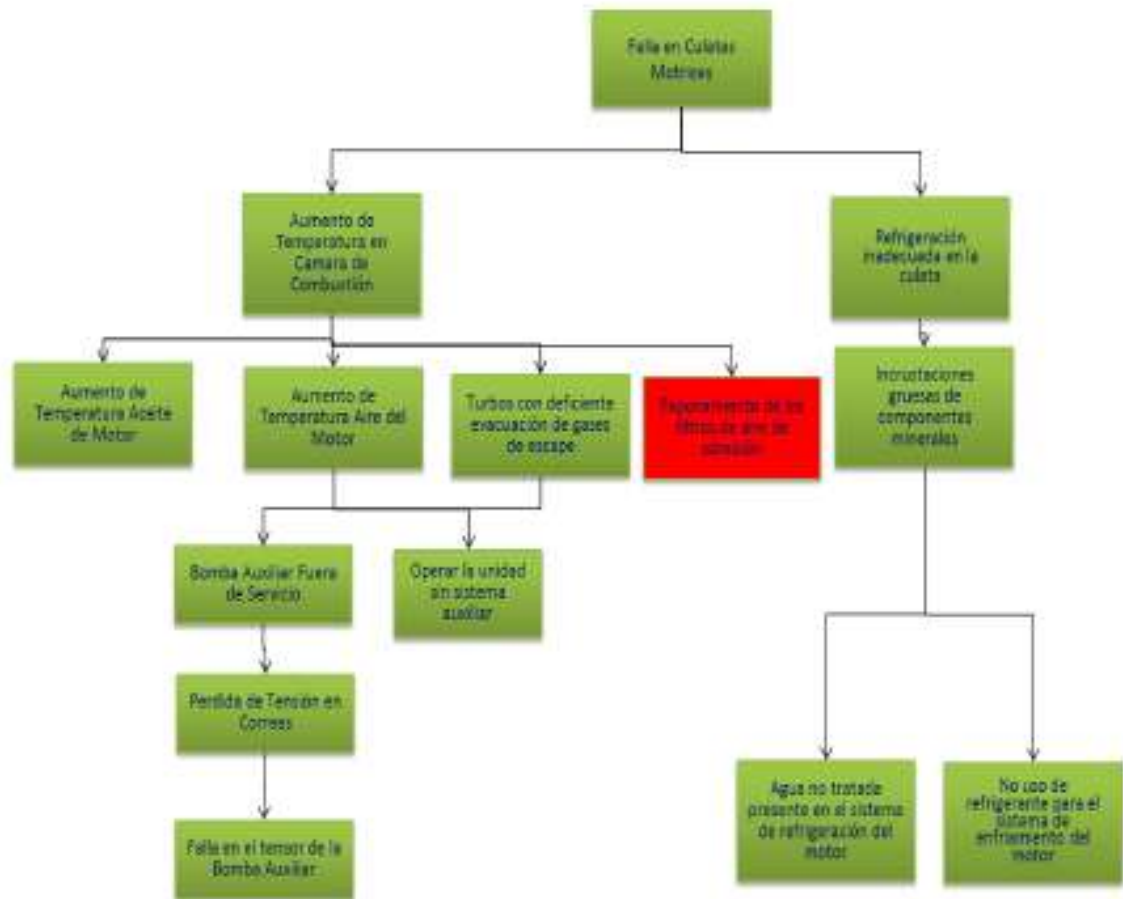


Fisura en el area entre las dos valvulas de escape




Incrustaciones gruesas debido a un tratamiento de agua inadecuado

Las incrustaciones se pueden prevenir utilizando refrigerante y añadiendo los inhibidores apropiados. Las culatas no se agrietarán si se usara el refrigerante adecuado para llenar el sistema. Un buen ejemplo son los sistemas de cogeneración que operan 24 horas al día con temperaturas tan altas como los 250° F (121° C) y no sufren de este tipo de problemas.

**8. ARBOL LOGICO DE FALLA**


**Se descarta la hipótesis de taponamiento de filtros de aire de admisión ya que estos se encontraban en perfecto funcionamiento.**

 <b>PetroSantander (Colombia) Inc.</b>	PETROSANTANDER (COLOMBIA) INC
	REPORTE DE ACTIVIDADES RELEVANTES

Item	Causas Físicas	Causas Humanas	Causa Latente
1	Falla del tensor de correas de la bomba auxiliar.	Operar la unidad sin sistema de enfriamiento auxiliar	No existe protección por baja presión de agua de enfriamiento
2	Incrustaciones en las galerías de agua de la culata		Suministro de agua cruda sin ningún tipo de tratamiento; al sistema de enfriamiento

## 9. ACCIONES PARA ELIMINACIÓN CAUSAS RAICES

- Instalar protección por baja presión del sistema auxiliar de agua.
- Realizar Flushing con inhibidor de corrosión con el fin de eliminar las incrustaciones en los conductos del sistema de enfriamiento.
- Realizar pruebas a todas las seguridades de la unidad.
- Llevar trazabilidad del tiempo de operación de las culatas
- Tratar el agua de enfriamiento o usar líquido refrigerante
- Eliminar la caja de termostatos con el fin de garantizar el paso continuo de agua.
- Eliminar la reposición permanente de agua de enfriamiento.
- Capacitar personal en el funcionamiento y mantenimiento de motores Waukesha.

## 10. REFERENCIA

Documento de análisis de fallas en motores Waukesha

Video de Entrenamiento Motores Waukesha

Norma ISO 14224 Industrias de petróleo y gas natural -  
Recolección e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento de equipos

**DOSSIER**

*PetroSantander (Colombia) Inc.*

# COMPRESOR LA SALINAS 07

- INFORMACIÓN BÁSICA
  - FICHA TÉCNICA
  - ANTECEDENTES
- OPERACIÓN
  - INTERVENIONES
  - CONFIABILIDAD Y DISPONIBILIDAD
- PLAN DE ACCIÓN
  - OVERHAUL
  - REEMPLAZO

# FICHA TÉCNICA



TAG		CLSG07	
NOMBRE DEL EQUIPO			
MOTOR		COMPRESOR SALINAS 07	
MARCA	WAUKESHA		
MODELO	7042		
POTENCIA	0		
COMPRESOR		DRESSER RAND	
MODELO	4RDS		
CAPACIDAD			
UBICACIÓN		BATERIA SALINAS	

## **ANTECEDENTES**

Declaraciones de Juan Carreño y Javier Herrera

- (Año 2010) Se giró un casquete que taponó la lubricación, lo que causó que todo el sistema motriz se fundiera (bancada, cigüeñal, camisas)
- (Año 2010) Se cambió por motor usado de aspiración. natural, se le hicieron modificaciones para adaptarle turbo y mejorar refrigeración (Perforación del bloque).

Anotaciones de Juan Carreño y Javier Herrera

- El motor NO está diseñado mecánicamente para la potencia actual, espárragos de tamaño inferior al necesario, cigüeñal no tiene contrabalance adecuado.

## INTERVENCIONES

Resaltadas las intervenciones en válvulas y culatas

FECHA	RESUMEN DE ACTIVIDAD
26/01/2008	MANTENIMIENTO PREVENTIVO
22/02/2008	SE REPARAN 6 VALVULAS CIL1 CIL4 2 DE SUCCION Y 4 DE DESCARGA
04/03/2008	SE CAMBIA EMPAQUETADURA DE GAS CIL3
09/03/2008	CAMBIO DE CORREAS VENTILADOR, ALINEAR TENSORES Y AJUSTAR SOPORTES
30/03/2008	SE REPARA TENDOR DE CORREAS DE BOMBA AUXILIAR
18/04/2008	CAMBIO DE CORREAS DE BOMBA DE AGUA PRINCIPAL
26/05/2008	MANTENIMIENTO PREVENTIVO
12/06/2008	SE CAMBIA CORREA DE BOMBA DE AGUA Y EMPAQUETADURA DE VALVULAS 5L,6L
23/06/2008	SE REPARAN VALVULAS CIL3
30/06/2008	CAMBIO DE ACOPLER DE MAGNETO
04/07/2008	SE CAMBIAN 12 BUJIAS 897
06/07/2008	SE CAMBIAN VALVULAS DE SUCCION Y DESCARGA CIL3
19/07/2008	SE CAMBIAN ANILLOS DE PISTON CIL4
29/08/2008	SE CAMBIAN 2 VALVULAS Y EMPAQUES CIL3
25/09/2008	SE CAMBIAN LAS 4 VALVULAS CIL3, SE CAMBIAN EMPAQUETADURA DE GAS Y ACEITE
15/10/2008	CAMBIO DE CORREAS DE BOMBA DE AGUA PRINCIPAL
16/10/2008	MANTENIMIENTO PREVENTIVOS, FILTROS, ACEITE, CAMBIO DE BUJIAS, SE REPARAN 6 TUBOS ROTOS DE COOLER
18/10/2008	CAMBIO DE TODAS LAS VALVULAS CIL3
30/10/2008	MANTENIMIENTO PREVENTIVO

## INTERVENCIONES

Resaltadas las intervenciones en válvulas y culatas

FECHA	RESUMEN DE ACTIVIDAD
07/11/2008	CAMBIO DE ACEITE
15/11/2008	SE REPARON 4 TUBOS SERPENTINES COOLER DE GAS ROTOS
19/11/2008	SE REPARON 4 TUBOS SERPENTINES COOLER DE GAS ROTOS
25/11/2008	CORRECCION DE FUGAS DE ACEITE Y AGUA
02/12/2008	SE ENCUENTRAN 4 CULATAS ROTAS (1L, 2L, 5R, 6R), SE REEMPLAZAN POR NUEVAS
06/12/2008	SE CAMBIAN ANILLOS DE PISON Y VALVULAS CIL2
15/12/2008	CAMBIO DE VALVULAS DE DESCARGA CIL2
17/12/2008	MANTENIMIENTO PREVENTIVO, CAMBIO DE VALVULAS DE SUCCION
20/12/2008	SE CAMBIAN ANILLOS DE PISTON CIL2
25/12/2008	CAMBIO DE VALVULAS DE SUCCION Y DESCARGA CIL2
01/01/2009	CAMBIO DE ACEITE
21/01/2009	SE REEMPLAZARON 4 VALVULAS EN CIL3
22/01/2009	REPARACION MOTOR DE ARRANQUE
28/01/2009	SE CAMBIA EMPAQUETADURA CIL3
02/02/2009	SE REEMPLAZAVALVULA DE SUCCION CIL2
07/02/2009	SE INSTALAN 12 BUJIAS NUEVAS
14/02/2009	SE REEMPLAZAVALVULA DE SUCCION CIL3
27/03/2009	SE CAMBIO VALVULA DE ENTRADA DE AGUA
30/03/2009	SE CAMBIA ACEITE
30/03/2009	SE CAMBIAN 1 VALVULA DE SUCCION 1 DE DESCARGA EN CIL2
14/05/2009	INSTALACIÓN DE MANOMETRO

## INTERVENCIONES

Resaltadas las intervenciones en válvulas y culatas

FECHA	RESUMEN DE ACTIVIDAD
28/06/2009	FALLA POR ALTO NIVEL DE SCRUBER 1, 2 Y 3
30/06/2009	SE CAMBIAN 2 VALVULAS DE SUCCION Y 1 DE DESCARGA EN CIL 20 1/2 "
17/09/2009	SE DETECTAN 8 CULATAS FISURADAS, SE INSTALAN 6 NUEVAS ( 2L,3L,6L,2R,4R,5R) Y 2 REPARADAS (4L Y 3R)
24/09/2009	MANTENIMIENTO PREVENTIVOS, CAMBIO DE ACEITE, FILTROS, EMPAQUES
08/10/2009	SE REPARAN VALVULAS DE DESCARGA EN CIL1
19/11/2009	SE CAMBIAN VALVULAS DE SUCCION CIL3
31/12/2009	TUERCA FLOJA EN CIL2
28/01/2010	SE CAMBIAN Y REPARAN VALVULAS DE SUCCION Y DESCARGA CIL3
30/01/2010	SE REPARA VALVULA DE SUCCION DE CIL3
11/02/2010	SE REPARA CODO DE ESCAPE CIL 5L
28/02/2010	SE CORRIGE FALLA EN VALVULAS DE SUCCION Y DESCARGA CIL5 CIL6 L
27/09/2010	SE CAMBIAN BUJES, ZAPATAS, JUEGO DE CASQUETES, ANILLOS COMPRESORES Y GLAND DE CIL3
02/10/2010	FALLA ALTA TEMPERATURA CIL3
05/10/2010	SE HALLA EN MAL ESTADO CULATA 4R, 2L, 3L Y 4L
06/10/2010	SE REPARA CULATA 4R
06/10/2010	SE REPARA CULATA 2L, 3L, 4L
07/10/2010	SE INSTALAN CULATAS REPARADAS 2R, 5R Y 5L
09/10/2010	SE CORRIGE FUGA DE ACEITE POR NIPLE ROTO
10/10/2010	REPARACION DE INSTRUMENTACION, TERMOMETRO Y MANOMETRO

## INTERVENCIONES

Resaltadas las intervenciones en válvulas y culatas

FECHA	RESUMEN DE ACTIVIDAD
30/10/2010	SE REPARA FUGA EN BOMBA PRINCIPAL DE AGUA
08/11/2010	SE REPARAN 3 VALVULAS DE DESCARGA
10/11/2010	MANTENIMIENTO PREVENTIVOS, CAMBIO DE ACEITE, FILTROS, EMPAQUES
12/11/2010	SE CAMBIAN VALVULAS DE SUCCION CILZ
13/11/2010	SE CORRIGE TUERCA FLOJA EN PISTON DE 13"
22/11/2010	SE CAMBIARON LOS PREFILTROS DE AIRE
24/11/2010	SE CORRIGEN FUGAS DE ACEITE EN EL SISTEMA DE LUBRICACION
14/01/2014	MANTENIMIENTO PREVENTIVOS, CAMBIO DE ACEITE, FILTROS, EMPAQUES
23/07/2014	FUGA DE AGUA POR CODO FISURADO 6L
29/07/2014	CORRECCION DE FUGAS EN SISTEMA DE ESCAPE R1
10/09/2014	CAMBIO DE 2 CULATAS (3R,5R) Y MANTENIMIENTO GENERAL
19/09/2014	CAMBIO DE PREFILTROS
26/09/2014	REVISION DE SCRUBER DE SUCCION
01/10/2014	CAMBIO DE FILTROS DE ACEITE
10/10/2014	FUGA DE AGUA EN TOBERA LIENAS DE SISTEMA AUXILIAR 2"
15/10/2014	CAMBIO DE ANILLOS, 1 VALVULA DE DESCARGA Y 2 VALVULAS DE SUCCION 1R,4R
16/10/2014	DESMONTE DE CULATAS (4R,1R) Y EJE VENTILADOR
17/10/2014	INSTALACION DE CULATAS (4R,1R) Y EJE VENTILADOR. CAMBIO DE ACEITE Y MANTENIMIENTO GENERAL
18/10/2014	SE CORRIGE FUGA DE AGUA CODO 5R, SE CAMBIA CAMISA, SE ALINA EJE VENTILADOR Y CALIBRAN VALVULAS
11/11/2014	FALLA CORREA BOMBA AUXILIAR DE AGUA

INICIO

# INTERVENCIONES

CULATA	REEMPLAZO DE CULATAS
1R	1
2R	2
3R	2
4R	3
5R	4
6R	1
1L	1
2L	3
3L	2
4L	2
5L	1
6L	1
<b>TOTAL</b>	<b>23</b>

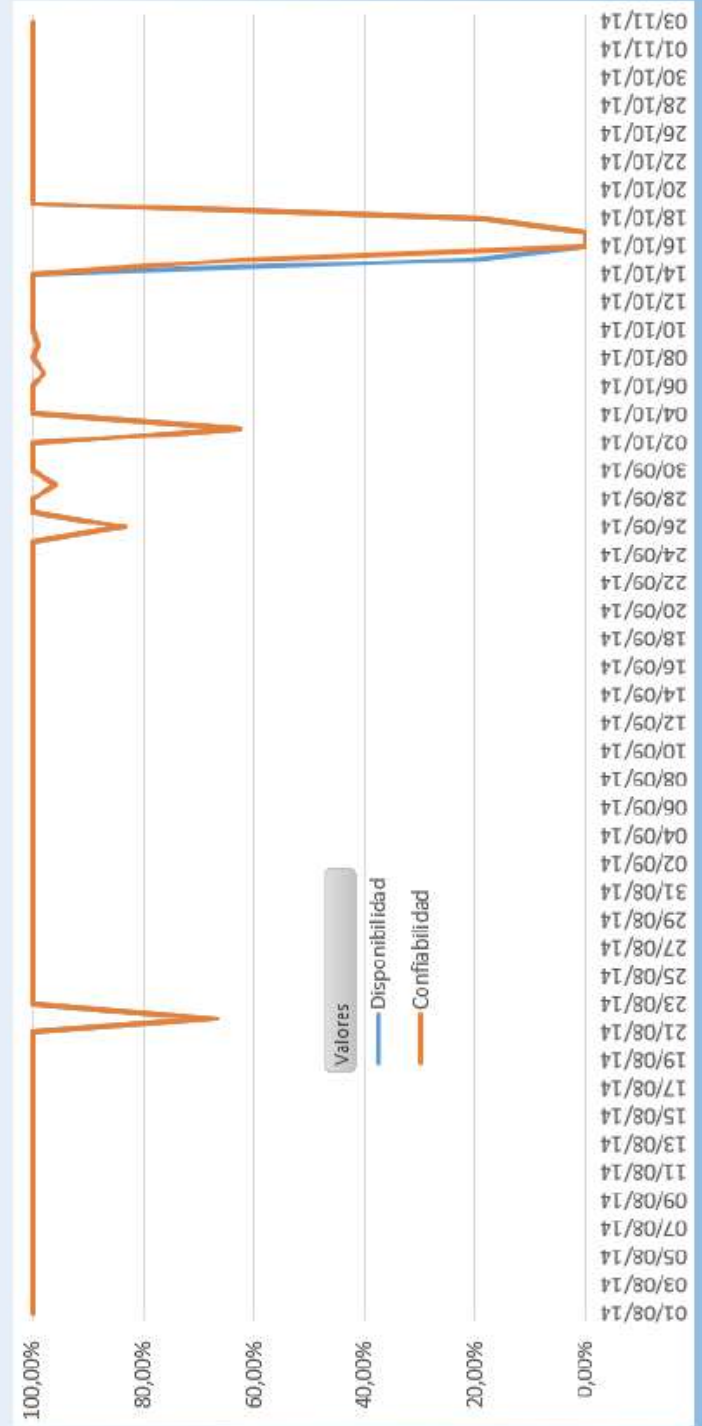
TOTAL 2008-2010	19
TOTAL 2014-II	4

SOLO PARA CULATAS	
SAP actual	7.598.202,00
Costo total	<b>\$174.758.646,00</b>

# CONFIABILIDAD Y DISPONIBILIDAD

Tener en cuenta horas hombre consumidas

Disponibilidad	Confiabilidad	H. totales	H. operando	H. Stanby	H. prog	H. No prog	H. externas	P. externas	P. Correctivas
95,11%	95,55%	2232	2101	6	10	99	16	1	7




# OVERHAUL



Presupuesto Aproximado Overhaul Motor L7042 - Compresor 4RDS CLSG07						
Repuestos y Servicios	Cantidad	Valor Unidad	Valor Total			
Grouting	1	\$ 20.000.000	\$ 20.000.000			
Sistema de Control	1	\$ 30.000.000	\$ 30.000.000			
Repuestos Compresor	1	\$ 223.562.551	\$ 223.562.551			
Repuestos Motor	1	\$ 263.728.573	\$ 263.728.573			
<b>Repuestos y Servicios</b>			<b>\$ 537.291.124</b>			
<b>Recurso</b>	<b>Cant</b>	<b>Dias</b>	<b>Valor / Dia</b>	<b>Total</b>		
Supervisor Junior	1	45	\$ 252.000,00	\$ 11.340.000,00		
Tecnico Mecanico Compresores	2	45	\$ 168.682,00	\$ 15.181.380,00		
Ayudantes	4	45	\$ 139.304,00	\$ 25.074.720,00		
Tecnico Electricista	1	45	\$ 168.682,00	\$ 7.590.690,00		
Tecnico Instrumentista	1	45	\$ 168.682,00	\$ 7.590.690,00		
<b>Subtotal Personal Tecnico</b>				<b>\$ 66.777.480,00</b>		
<b>Vehiculo</b>	<b>Cant</b>	<b>Dias</b>	<b>Valor / Dia</b>	<b>Total</b>		
Camioneta 4 x 4	1	45	\$ 170.000,00	\$ 7.650.000,00		
<b>Subtotal Vehiculo</b>				<b>\$ 7.650.000,00</b>		
<b>Lubricantes y Aceites</b>	<b>Cant</b>	<b>GL</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Total</b>		
Aceites	2	175	19000	\$ 6.650.000,00		
<b>Subtotal Lubricantes y Aceites</b>				<b>\$ 6.650.000,00</b>		
<b>Mantenimientos Y reparaciones</b>				<b>Total</b>		
Reparaciones Talleres Externos	1			\$ 15.000.000,00		
<b>Subtotal Mantenimientos y Reparaciones</b>				<b>\$ 15.000.000,00</b>		
Imprevistos 5%				\$ 33.251.851,69		
<b>Total General</b>				<b>\$ 665.037.033,76</b>		

INICIO

Anexo J. Presentación de proyecto a la gerencia financiera

		TRM	2.000											
<b>LAS MONAS</b>														
<b>PROPUESTA DE PROYECTO ESPECIAL PARA 2014</b>														
CENTRO DE COSTO:	580000													
PRESENTADO POR:	CIRO ALFONSO GOMEZ SUAREZ													
TIPO DE COSTOS	INVERSION:	X	GASTO:											
DETALLE DEL PROYECTO: Cambio de Bomba de Transferencia de Crudo Payoa														
Cambio de motor de bomba de transferencia de crudo Payoa														
JUSTIFICACION DEL PROYECTO:														
El motor de la bomba de transferencia instalado actualmente se encuentran obsoleto lo cual hace imposible la consecucion de repuestos ante cualquier mantenimiento o problemas que se presente dentro de la operación, por tanto se requiere repotenciar el sistema de transferencia con un motor para bomba importada de segunda mano, con más confiabilidad y más actualizada. Disminuirá el tiempo medio de reparación y aumentará el tiempo medio entre fallas.														
PROGRAMACION DEL PROYECTO														
MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL	
% EJECUCION	0%	30%	30%	40%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	
ESTIMADO DE REDUCCION DE GASTOS:														
TOTAL COSTO ESTIMADO USD\$:			USD\$			125.000,00								
COSTOS ESTIMADOS POR ORIGENES														
			%											
COSTO ESTIMADO ORIGEN USD\$			100%	USD\$			125.000,00							
COSTO ESTIMADO ORIGEN PESOS			0%	COP\$										
EJECUCION TOTAL POR ORIGENES			100%											
ESTIMADO DE INCREMENTO DE PRODUCCION:														

Anexo K. Formato impreso de una orden de trabajo de mantenimiento OTM



**ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO**

OTM No. 177 Autor JUAN CARREÑO Nombre del equipo COMPRESOR CORAZON W 1  
 Fecha 26-Jan-15 Equipo (TAG) CCRG01 Ubicación  
 Título Revisión cilindro compresor 3 (Falla en vastago)

**INFORMACIÓN BÁSICA**

Especialidad	MECÁNICA
Tipo de mantenimiento	CORRECTIVO
Programado	No
Avance de proyecto	100.00%
CCIAFE	580000
Condición	
Anulada	No

**RESUMEN DE ACTIVIDADES**

ACTIVIDAD	TIEMPO (MM)
Chara preoperacional	15
Permiso de trabajo	15
Retiro de materiales	60
Transporte	60
Tiempo efectivo labor	440
Cierre del permiso	15
Informe	15

**RESUMEN DE DURACIÓN**

Fecha inicio	26-Jan-15
Hora inicio	08:00
Fecha fin	26-Jan-15
Hora fin	18:20

**TIEMPO TOTAL DE EJECUCIÓN**

10	HH	20	MM
----	----	----	----

**DETALLE DE ACTIVIDADES**

ACTIVIDAD	RESPONSABLE	DURACIÓN (MM)
se cambio el rod del piston compresor por rotura.	JUAN CARREÑO	320
se cambiaron los anillos al piston compresor No. 3 de 6 pulg. De diametro	JUAN CARREÑO	60
se reparo una valvula de bsuccion del cil. Compresor No. 3	JUAN CARREÑO	60

**REPUESTOS UTILIZADOS**

CÓDIGO	C DESCRIPCIÓN CORTA	CANT	UNID	VALOR PARCIAL
0	1 rod cil. Compresor para 6 pulg.	1		0.00
22368515	1 11065687 RING,COMBO,5", FIPISTON ON COMPRESSOR CYLINDER, 10 SVG,	3	SET	981,631.50
<b>TOTAL</b>				<b>981,631.50</b>

**PERSONAL INVOLUCRADO**

NOMBRE CORTO	CARGO
IVAN CHINCHILLA	MECANICO DE MOTORES COMPRE
JAVIER HERRERA	TECNICO MECANICO
JUAN CARREÑO	SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO

**OBSERVACIONES**

OBSERVACIÓN
tambien colaboro en este trabajo el señor alfonso martinez.

  
 ENCARGADO  
 JUAN CARREÑO

  
 SUPERVISOR  
 JUAN CARREÑO

  
 COORDINADOR  
 NICOLÁS MORALES

Anexo L. Certificado de prácticas en PetroSantander (Colombia) Inc.



TH-061-15

Bucaramanga, 21 de Abril de 2015

Señores  
**Escuela de Ingeniería Mecánica**  
**Universidad Industrial de Santander**

Cordial Saludo,

Por medio de la presente certificamos que **Lucas Felipe Serrano Sanchez** identificado con cédula de ciudadanía No. 1.098.717.253 de Bucaramanga, estudiante de Ingeniería Mecánica, código estudiantil 2091923, realizó su **práctica empresarial en el Departamento de Mantenimiento** de nuestra compañía, iniciando el día seis (06) de Septiembre de 2014 y finalizando el día Cinco (05) de Marzo de 2015, tiempo en el cual cumplió a cabalidad con los objetivos planteados al inicio de la práctica.

Cordialmente

**Lissa Marcela Barreto B**  
**Gerente de Talento Humano**

Anexo M. Propuestas económicas de sistemas telemétricos de 2 proveedores



SERVICIOS SWRS AND WELL TESTING		
DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR UNITARIO
Instalacion por Sensor incluye HUB y Nodo según requerimiento para su instalacion	Unidad	500,00
Renta mensual por cada sensor de Superficie Presion_Temp , Nivel de Tanque , Frecuencia de bomba electrosumergible < 10 sensores ( Un mes libre de Cargo por DEMO)	Por mes	650,00
Renta mensual por cada sensor de Superficie Presion_Temp , Nivel de Tanque , Frecuencia de bomba electrosumergible > 10 sensores ( Un mes libre de Cargo por DEMO)	Por mes	550,00
Renta mensual por cada sensor de Superficie Presion_Temp , Nivel de Tanque , Frecuencia de bomba electrosumergible > 25 sensores ( Un mes libre de Cargo por DEMO)	Por mes	450,00
Cargo Basico Software Visualizacion y Servidores almacenamiento datos ( Un mes libre de Cargo por DEMO)	Por mes	2.598,10



### 3. OFERTA ECONÓMICA

El precio total estimado para el Sistema de Monitoreo para Pozo Piloto Salinas 63 es de Veinticuatro Mil Ciento Veintiséis Dólares Estadounidenses (**USD 24.126**), sin incluir el valor de los impuestos.

Ítem	Cant.	Unidad	Descripción	Precio
1	1	SG	Sistema de Monitoreo para pozo piloto Salinas 63	USD 24.126
<b>Total</b>				<b>USD 24.126</b>