



## GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS

### CARTA DE AUTORIZACIÓN



**CÓDIGO**

**AP-BIB-FO-06**

**VERSIÓN**

**1**

**VIGENCIA**

**2014**

**PÁGINA**

**1 de 2**

Neiva, 10 DE FEBRERO DEL 2015

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s):

JUAN CAMILO BARRERA CHAVEZ, con C.C. No. 1.075.261.170,  
\_\_\_\_\_, con C.C. No. \_\_\_\_\_,  
\_\_\_\_\_, con C.C. No. \_\_\_\_\_,  
\_\_\_\_\_, con C.C. No. \_\_\_\_\_,

autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado o \_\_\_\_\_

titulado OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA PCP EN POZOS DE LOS CAMPOS SAN FRANCISCO Y DINA TERCIARIO

presentado y aprobado en el año 2015 como requisito para optar al título de

INGENIERO DE PETROLEOS;

Autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales "open access" y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.

• Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.



## GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS

### CARTA DE AUTORIZACIÓN



**CÓDIGO**

**AP-BIB-FO-06**

**VERSIÓN**

**1**

**VIGENCIA**

**2014**

**PÁGINA**

**2 de 2**

- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: 

EL AUTOR/ESTUDIANTE:





Firma: \_\_\_\_\_

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: \_\_\_\_\_

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: \_\_\_\_\_

	<b>GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS</b>					  	
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
<b>CÓDIGO</b>	<b>AP-BIB-FO-07</b>	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>	<b>VIGENCIA</b>	<b>2014</b>	<b>PÁGINA</b>	<b>1 de 3</b>

**TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO:** OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA PCP EN POZOS DE LOS CAMPOS SAN FRANCISCO Y DINA TERCIARIO

**AUTOR O AUTORES:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Barrera Chavez	Juan Camilo

**DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Charry	Andrés Mauricio
Mantilla	Luis Enrique

**ASESOR (ES):**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE:** Ingeniero De Petróleos

**FACULTAD:** Ingeniería

**PROGRAMA O POSGRADO:**

**CIUDAD:** Neiva - Huila    **AÑO DE PRESENTACIÓN:** 2015    **NÚMERO DE PÁGINAS:** 64

**TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):**

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional [www.usco.edu.co](http://www.usco.edu.co), link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



## GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS

### DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO



<b>CÓDIGO</b>	<b>AP-BIB-FO-07</b>	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>	<b>VIGENCIA</b>	<b>2014</b>	<b>PÁGINA</b>	<b>2 de 3</b>
---------------	---------------------	----------------	----------	-----------------	-------------	---------------	---------------

Diagramas\_\_ Fotografías\_X Grabaciones en discos\_\_ Ilustraciones en general\_X Grabados\_\_ Láminas\_\_  
Litografías\_\_ Mapas\_\_ Música impresa\_\_ Planos\_\_ Retratos\_\_ Sin ilustraciones\_\_ Tablas o  
Cuadros\_X

**SOFTWARE** requerido y/o especializado para la lectura del documento:

**MATERIAL ANEXO:**

**PREMIO O DISTINCIÓN** (En caso de ser LAUREADAS o Meritoria):

**PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:**

	<u>Español</u>	<u>Inglés</u>		<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1.	Optimización	Optimization	6.	Cambio De Bomba	Pump Change
2.	Elastomero	Elastomer	7.	Rediseño	Redesign
3.	Well services	Well services	8.	Run life	Run life
4.	Pozos	Wells	9.	Fallas	Failure
5.	Filtros de arena	Sand filters	10.	Equipos	Equipments





**RESUMEN DEL CONTENIDO:** (Máximo 250 palabras)

Este trabajo de pasantía fue elaborado como modalidad de grado, el cual se realizó desde el 16 de junio del 2014 hasta el 16 de diciembre del mismo año con la supervisión de la empresa TDA SUPPLY & SERVICE S.A.

La actividad principal desarrollada durante el transcurso de dicha pasantía fue la optimización del sistema de levantamiento artificial (ALS) bombeo de cavidades progresivas (PCP), con el fin de mejorar el “run life” de los pozos críticos encontrados en los campos de Dina Terciario y San Francisco.

Se identificaron los pozos considerados críticos tomando como base la cantidad de servicios (Well Services) realizados durante su productividad. Posteriormente se tuvo en cuenta los parámetros señalados por la empresa operadora para determinar cuáles fueron los pozos que se encontraban fuera de los rangos establecidos y de esta manera se continuó con el desarrollo del rediseño de los sistema PCP seleccionados con el fin de mejorar su “run life”.

San Francisco y Dina Terciario en la actualidad cuentan con 20 y 86 pozos respectivamente que

	<b>GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS</b>					  	
	<b>DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO</b>						
<b>CÓDIGO</b>	<b>AP-BIB-FO-07</b>	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>	<b>VIGENCIA</b>	<b>2014</b>	<b>PÁGINA</b>	<b>3 de 3</b>

trabajan con sistema de levantamiento artificial PCP, de estos se emplearon para el trabajo de optimización los pozos DT-078, DT-081, DT-132 y SF-024.

Estos pozos rediseñados fueron seleccionados debido a que en el transcurso del año 2012 al 2014 tuvieron la mayor cantidad de servicios, los cuales correspondieron en mayor proporción a fallas en tubería y varilla.

**ABSTRACT:** (Máximo 250 palabras)

This internship job was developed as a form of degree, which took place from since June 16, 2014 until December 16 of the same year under the supervision of the company TDA SUPPLY & SERVICE S.A.

The main activity during the course of the internship was the optimization of artificial lift system (ALS) progressive cavity pump (PCP), in order to improve the run life of critical wells found in the Dina Terciario and San Francisco Fields.

Wells considered critical based on the amount of services (Well Services) made during their productivity were identified. Subsequently took into account the parameters identified by the operator company to determine which wells were outside the ranges established and thus continued the development of PCP system redesign selected in order to improve their run life.

San Francisco and Dina Terciario currently count with 20 and 86 wells respectively working with artificial lift system PCP, these were used for optimization work wells DT-078, DT-081, DT-132 y SF-024.

These studied and redesign wells were selected because in the year 2012 and 2014 had the highest number of services, which accounted for a greater proportion of failures in pipe and rod.

**APROBACION DE LA TESIS**

Nombre Presidente Jurado:

Firma:

Nombre Jurado: Luis Fernando Bonilla

Firma: 

Nombre Jurado: Javier Andrés Martínez

Firma: 

**PASANTIA SUPERVISADA POR LA EMPRESA TDA SUPPLY & SERVICE S.A**

**OPTIMIZACION DEL SISTEMA PCP EN POZOS DE LOS CAMPOS SAN FRANCISCO Y DINA TERCIARIO**



**JUAN CAMILO BARRERA CHAVEZ**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE PETROLEOS  
NEIVA  
2015**

**PASANTIA SUPERVISADA POR LA EMPRESA TDA SUPPLY & SERVICE S.A**

**OPTIMIZACION DEL SISTEMA PCP EN POZOS DE LOS CAMPOS SAN  
FRANCISCO Y DINA TERCIARIO**

**JUAN CAMILO BARRERA CHAVEZ  
2009178767**

**DIRECTOR:  
ING. ANDRES MAURICIO CHARRY**

**CODIRECTOR:  
ING. LUIS ENRIQUE MANTILLA**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE PETROLEOS  
NEIVA  
2015**

**Nota de Aceptación**

---

---

---

---

---

---

**Firma del Director**

---

**Firma del Codirector**

---

**Firma del Evaluador**

---

**Firma del Evaluador**



## DEDICATORIA

*Les dedico este logro a mis padres Juan Cristóbal Barrera Bermúdez y Nubia Chavez Laguna los cuales me han brindado todo su apoyo tanto económicamente como emocionalmente, me han brindado buenos valores y de esta manera cumplir con los objetivos y superar cada uno de los obstáculos presentados durante la vida.*

*A mis hermanos Johan Sebastián Barrera Chavez y Juan Cristóbal Barrera Chavez quienes son los que día a día me brindan momentos de felicidad, espero poder acompañarlos en cada uno de sus logros y otorgarles todo el apoyo necesario.*

*JUAN CAMILO BARRERA CHAVEZ*

## **AGRADECIMIENTOS**

A TDA SUPPLY & SERVICE S.A, por brindarme la oportunidad de poner en práctica el conocimiento teórico obtenido por medio de la universidad en especial al ingeniero Juan Pablo Andrade, además a los ingenieros Mauricio Charry y Daniela Rengifo por proporcionarme toda la ayuda necesaria y apoyo en el trabajo de grado. Al personal de la empresa, por acogerme y facilitarme sus conocimientos y aptitudes en cada una de sus actividades a diario.

Al ingeniero Luis Henrique Mantilla por el apoyo, asesoría y correcciones necesarios durante el desarrollo del trabajo y de esta manera dar culminación al proyecto de grado.

A todas aquellas personas que de una u otra forma me apoyaron e influyeron en el desarrollo de este proyecto de grado.

## RESUMEN

Este trabajo de pasantía fue elaborado como modalidad de grado, el cual se realizó desde el 16 de junio del 2014 hasta el 16 de diciembre del mismo año con la supervisión de la empresa TDA SUPPLY & SERVICE S.A.

La actividad principal desarrollada durante el transcurso de dicha pasantía fue la optimización del sistema de levantamiento artificial (ALS) bombeo de cavidades progresivas (PCP), con el fin de mejorar el “run life” de los pozos críticos encontrados en los campos de Dina Terciario y San Francisco.

Se identificaron los pozos considerados críticos tomando como base la cantidad de servicios (Well Services) realizados durante su productividad. Posteriormente se tuvo en cuenta los parámetros señalados por la empresa operadora para determinar cuáles fueron los pozos que se encontraban fuera de los rangos establecidos y de esta manera se continuó con el desarrollo del rediseño de los sistema PCP seleccionados con el fin de mejorar su “run life”.

San Francisco y Dina Terciario en la actualidad cuentan con 20 y 86 pozos respectivamente que trabajan con sistema de levantamiento artificial PCP, de estos se emplearon para el trabajo de optimización los pozos DT-078, DT-081, DT-132 y SF-024.

Estos pozos estudiados y rediseñados fueron seleccionados debido a que en el transcurso del año 2012 al 2014 tuvieron la mayor cantidad de servicios, los cuales correspondieron en mayor proporción a fallas en tubería y varilla.

Como resultado de este trabajo, y siendo el principal objetivo de la optimización se observaron mejoras en cuanto al tiempo entre servicios para consecuentes beneficios económicos disminuyendo los costos debido a las fallas en los pozos.

## **ABSTRACT**

This internship job was developed as a form of degree, which took place from since June 16, 2014 until December 16 of the same year under the supervision of the company TDA SUPPLY & SERVICE S.A.

The main activity during the course of the internship was the optimization of artificial lift system (ALS) progressive cavity pump (PCP), in order to improve the run life of critical wells found in the Dina Terciario and San Francisco Fields.

Wells considered critical based on the amount of services (Well Services) made during their productivity were identified. Subsequently took into account the parameters identified by the operator company to determine which wells were outside the ranges established and thus continued the development of PCP system redesign selected in order to improve their run life.

San Francisco and Dina Terciario currently count with 20 and 86 wells respectively working with artificial lift system PCP, these were used for optimization work wells DT-078, DT-081, DT-132 y SF-024.

These studied and redesign wells were selected because in the year 2012 and 2014 had the highest number of services, which accounted for a greater proportion of failures in pipe and rod.

As a result of this job, and being the main objective of the optimization were observed improvements in the time between services for consequential economic benefits to lowering costs due to failures in the wells.

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	15
1. MARCO TEORICO.....	17
1.2. Software PC-PUMP .....	17
1.3. Accesorios .....	18
1.3.1. Pin de paro .....	18
1.3.2. Rotador de tubería y Swivel .....	19
1.3.3. Separador de gas – Spiral Jet.....	19
1.3.4. Ancla anti torque .....	19
1.3.5. Filtro de arena .....	20
1.3.6. ABS Tool .....	20
1.3.7. Shear coupling .....	21
1.3.8. Tubing Blast Joint.....	21
1.4. Tipo de fallas .....	21
1.4.1. Bomba Pegada.....	21
1.4.2. Tubería rota.....	21
1.4.3. Jetting.....	22
1.4.4. Sobre-torque de bomba .....	22
1.4.5. Bajo-torque de bomba.....	23
1.4.6. Descompresión explosiva .....	23
1.4.7. Incompatibilidad de fluidos .....	24
1.4.8. Alta temperatura.....	24
1.4.9. Bombeo de partículas solidas .....	25
2. OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA PCP EN POZOS CRITICOS .....	26
2.1. Sistemas PCP en pozo DT-078 .....	26
2.1.1. Sistema PCP antes de optimización DT-078 .....	27
2.1.2. Sistema PCP después de optimización DT-078.....	31
2.2. Sistema PCP en pozo DT-081 .....	34
2.2.1. Sistema PCP antes de optimización DT-081 .....	36

2.2.2.	Sistema PCP después de la optimización DT-081 .....	39
2.3.	Sistema PCP en pozo DT-132 .....	39
2.3.1.	Sistema PCP antes de optimización DT-132 .....	41
2.3.2.	Sistema PCP después de optimización DT-132.....	43
2.4.	Sistemas PCP en pozo SF-024 .....	43
2.4.1.	Sistema PCP antes de optimización SF-024.....	45
2.4.2.	Sistema PCP después de optimización SF-024 .....	47
3.	RESUMEN DE RESULTADOS .....	50
4.	CONCLUSIONES.....	51
5.	RECOMENDACIONES .....	53
6.	BIBLIOGRAFIA .....	55

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Niveles en el pozo (Fuente: Marcelo Hirschfeldt, Versión2008V1. Manual de Bombeo de Cavidades Progresivas).....	17
<b>Figura 2</b> Software PC –PUMP (Fuente: Software PC-PUMP) .....	18
<b>Figura 3</b> Pin de paro (Fuente: Base TDA).....	18
<b>Figura 4</b> Swivel (Fuente: Base TDA).....	19
<b>Figura 5</b> Separador de gas – Spiral Jet (Fuente: <a href="http://pcpoiltools.com/seccion_detalle.php?ididioma=1&amp;idsede=1&amp;idseccion=19&amp;idcarpeta=30">http://pcpoiltools.com/seccion_detalle.php?ididioma=1&amp;idsede=1&amp;idseccion=19&amp;idcarpeta=30</a> ). .....	19
<b>Figura 6</b> Ancla anti torque (Fuente: Base TDA) .....	20
<b>Figura 7</b> Filtro de arena (Fuente: <a href="http://www.odessaseparator.com/#!tubing-screen/c1afs">http://www.odessaseparator.com/#!tubing-screen/c1afs</a> ). .....	20
<b>Figura 8</b> Shear coupling (Fuente: Base TDA) .....	21
<b>Figura 9</b> Tubería rota (Fuente: Base de datos TDA) .....	22
<b>Figura 10</b> Jetting (Fuente: Base de datos TDA) .....	22
<b>Figura 11</b> Descompresión explosiva (Fuente: Base de datos TDA).....	23
<b>Figura 12</b> Incompatibilidad de fluidos (Fuente: Base de datos TDA) .....	24
<b>Figura 13</b> Falla en elastómero por alta temperatura (Fuente: Base de datos TDA) .....	24
<b>Figura 14</b> Falla en elastómero por solidos (Fuente: Base de datos TDA).....	25

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Resumen histórico well services DT-078 ( <b>fuentes:</b> Base de datos TDA) ..	26
<b>Tabla 2</b> Resumen resultados antes de optimización DT-078 ( <b>Fuente:</b> Software PC-PUMP) .....	30
<b>Tabla 3</b> Resumen resultados después de optimización DT-078 ( <b>Fuente:</b> Software PC-PUMP) .....	33
<b>Tabla 4</b> Resumen histórico well services DT-081 ( <b>Fuente:</b> Base de datos TDA) ..	34
<b>Tabla 5</b> Resumen resultados antes de optimización DT-081 ( <b>Fuente:</b> Software PC-PUMP) .....	38
<b>Tabla 6</b> Resumen histórico well services DT-132 ( <b>Fuente:</b> Base de datos TDA) ..	39
<b>Tabla 7</b> Resumen resultados antes de optimización DT-132 ( <b>Fuente:</b> Software PC-PUMP) .....	42
<b>Tabla 8</b> Resumen histórico well services SF-024 ( <b>Fuente:</b> Base de datos TDA) ..	43
<b>Tabla 9</b> Resumen resultados antes de optimización SF-024 ( <b>Fuente:</b> Software PC-PUMP) .....	46
<b>Tabla 10</b> Resumen resultados después de optimización SF-024 ( <b>Fuente:</b> Software PC-PUMP) .....	48
<b>Tabla 11</b> Cantidad de fallas en pozos considerados críticos en los campos de San Francisco y Dina Terciario. ( <b>Fuente:</b> Base de datos TDA) .....	50
<b>Tabla 12</b> Resumen resultados pozos optimizados ( <b>Fuente:</b> Base de datos TDA y Software PC-PUMP) .....	50



## LISTA DE GRAFICAS

<b>Gráfica 1</b> Vertical Section DT-078 ( <b>Fuente:</b> Software PC-PUMP) .....	27
<b>Gráfica 2</b> Measured Depth vs. Dogleg Severity DT-078 ( <b>Fuente:</b> Software PC-PUMP) .....	27
<b>Gráfica 3</b> Rod/Tubing Contact Loads antes de optimización DT-078 ( <b>Fuente:</b> Software PC-PUMP) .....	28
<b>Gráfica 4</b> Rod String Torque and Axial Load Profiles antes de optimización DT-078 ( <b>Fuente:</b> Software PC-PUMP) .....	28
<b>Gráfica 5</b> Tubing Wear antes de optimización DT-078 ( <b>Fuente:</b> Software PC-PUMP) .....	29
<b>Gráfica 6</b> Tubing wear vs Time antes de optimización DT-078 ( <b>Fuente:</b> Software PC-PUMP) .....	29
<b>Gráfica 7</b> Rod/Tubing Contact Loads después de optimización DT-078 ( <b>Fuente:</b> Software PC-PUMP) .....	31
<b>Gráfica 8</b> Tubing Wear Vs. Time después de optimización DT-078 ( <b>Fuente:</b> Software PC-PUMP) .....	32
<b>Gráfica 9</b> Vertical Section DT-081 ( <b>Fuente:</b> Software PC-PUMP) .....	35
<b>Gráfica 10</b> Measured Depth vs. Dogleg Severity DT-112 ( <b>Fuente:</b> Software PC-PUMP) .....	35
<b>Gráfica 11</b> Rod/Tubing Contact Loads antes de optimización DT-081 ( <b>Fuente:</b> Software PC-PUMP) .....	36
<b>Gráfica 12</b> Tubing Wear antes de optimización DT-081 ( <b>Fuente:</b> Software PC-PUMP) .....	36
<b>Gráfica 13</b> Tubing wear vs Time antes de optimización DT-081 ( <b>Fuente:</b> Software PC-PUMP) .....	37
<b>Gráfica 14</b> Vertical Section DT-132 ( <b>Fuente:</b> Software PC-PUMP) .....	40
<b>Gráfica 15</b> Measured Depth vs. Dogleg Severity DT-132 ( <b>Fuente:</b> Software PC-PUMP) .....	40
<b>Gráfica 16</b> Rod/Tubing Contact Loads antes de optimización DT-132 ( <b>Fuente:</b> Software PC-PUMP) .....	41
<b>Gráfica 17</b> Vertical Section SF-024 ( <b>Fuente:</b> Software PC-PUMP) .....	44

<b>Gráfica 18</b> Measured Depth vs. Dogleg Severity SF-024 ( <b>Fuente:</b> Software PC-PUMP) .....	44
<b>Gráfica 19</b> Rod/Tubing Contact Loads antes de optimización SF-024 ( <b>Fuente:</b> Software PC-PUMP) .....	45
<b>Gráfica 20</b> Rod/Tubing Contact Loads después de optimización SF-024 ( <b>Fuente:</b> Software PC-PUMP) .....	47

## LISTA DE ANEXOS

<b>Anexo 1</b> Plan de capacitación y estructuramiento para la evaluación y el desarrollo de competencias ocupacionales.....	56
<b>Anexo 2</b> Estado mecánico antes de optimización DT-078.....	57
<b>Anexo 3</b> Estado mecánico después de optimización DT-078 .....	58
<b>Anexo 4</b> Estado mecánico antes de optimización DT-081 .....	59
<b>Anexo 5</b> Estado mecánico después de optimización DT-081 .....	60
<b>Anexo 6</b> Estado mecánico antes de optimización DT-132.....	61
<b>Anexo 7</b> Estado mecánico después de optimización DT-132 .....	62
<b>Anexo 8</b> Estado mecánico antes de optimización SF-024 .....	63
<b>Anexo 9</b> Estado mecánico después de optimización SF -024 .....	64

## INTRODUCCIÓN

TDA SUPPLY & SERVICE S.A es una compañía la cual cuenta con más de 30 años de experiencia en el mercado nacional, como proveedor de servicios en el sector petrolero. En sus comienzos su primera razón social fue: Técnicos Diésel Asociados Ltda. (TDA), enfocándose al Servicio Electromecánico, mantenimiento y reparación de motores industriales diésel, a gas y gasolina. En la actualidad la empresa ha incursionado en nuevas áreas de la industria petrolera, por tal motivo su razón social también decidió cambiarse por una la cual abarque todos los trabajos realizados por la compañía (Tecnología, Desarrollo y Aplicaciones).

TDA, incursiona desde el 2001 con el suministro y mantenimiento de sistemas de Levantamiento Artificial de bombas de cavidades progresivas (PCP), siendo la primera empresa en incursionar en el mercado colombiano con sistema de levantamiento PCP, en la actualidad es la primera en implementar tecnología para control de Back Spin y cuenta con alta credibilidad en el mercado de hidrocarburos.

TDA Supply & Service S.A es reconocida por ser una organización que diseña, suministra, instala y optimiza sistemas de levantamiento artificial (ALS). Comercializa tubería de producción y revestimiento, así como equipos y accesorios los cuales la industria petrolera requiere para obtener buen desempeño laboral; igualmente realiza montaje, instalación, mantenimiento mecánico y eléctrico de líneas de flujo, oleoductos, gasoductos y acometidas para el sector petrolero; ofreciendo a sus clientes soluciones integrales de Calidad.

Con el fin de mejorar el tiempo medio de falla de los pozos en los campos San Francisco y Dina Terciario, para ello se identificaron los sistemas PCP que presenten condiciones de operación que no se encuentren en los rangos normales, como la baja eficiencia de la bomba ya sea por alto run life o falla de la misma, también pozos que se encontraban sobrediseñados o subdiseñados, teniendo en cuenta parámetros operacionales (rpm, torque, sumergencia, entre otros); posteriormente se desarrolló rediseño de los mismos. Además es de suma importancia realizar el seguimiento de variables operacionales para determinar el comportamiento de los pozos e identificar posibles fallas que puedan ser controladas o mitigadas antes de que el pozo falle o de lo contrario realizar la planeación adecuada con las respectivas acciones de mejora.

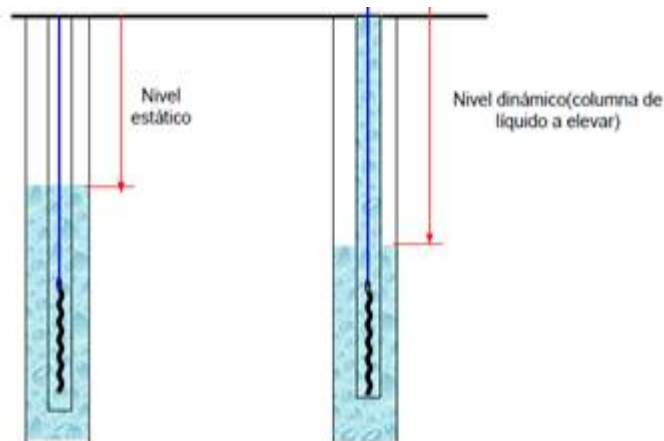
Teniendo en cuenta todos los parámetros mencionados anteriormente, además del histórico de la producción en pozos de los campos de Dina Terciario y San Francisco, el trabajo de optimización, se llevó a cabo para los pozos DT-078, DT-081, DT-132 y SF-024, ya que estos pozos son unos de los más críticos debido a su frecuente falla tanto en varilla, tubería y la bomba PCP como tal, al mismo tiempo estos pozos se encuentran con una geometría de hueco altamente agresiva, lo cual

dificulta el desempeño óptimo de las PCP y aumentando la repetitividad de daños en equipos de fondo.

## 1. MARCO TEORICO

### 1.1. Back Spin

Es un fenómeno que se presentan en las bombas de cavidades progresivas (PCP), el cual se evidencia en las paradas de pozo, ocasionando diferentes tipos de fallas a la bomba. Cuando el sistema se encuentra operando, una cantidad significativa de energía se acumula en forma de torsión en las varillas. Si el sistema es detenido repentinamente, la sarta de varillas libera tal energía ocasionando que el rotor gire en forma inversa y liberar torsión. Adicionalmente, se encuentra el fluido que se está expulsando a superficie por la tubería, en el momento de la parada de pozo, el fluido que asciende por la sarta se devuelve hasta que la columna se iguale con la columna de fluido que se encuentra en el espacio anular (Figura 1). En esta acción, La bomba PCP se ve forzada a trabajar en reversa, lo cual desgasta el elastómero y ocasiona otras fallas evidenciadas en el estator, rotor, varilla, equipo de superficie y otros elementos que componen todo el sistema para la extracción del hidrocarburo.

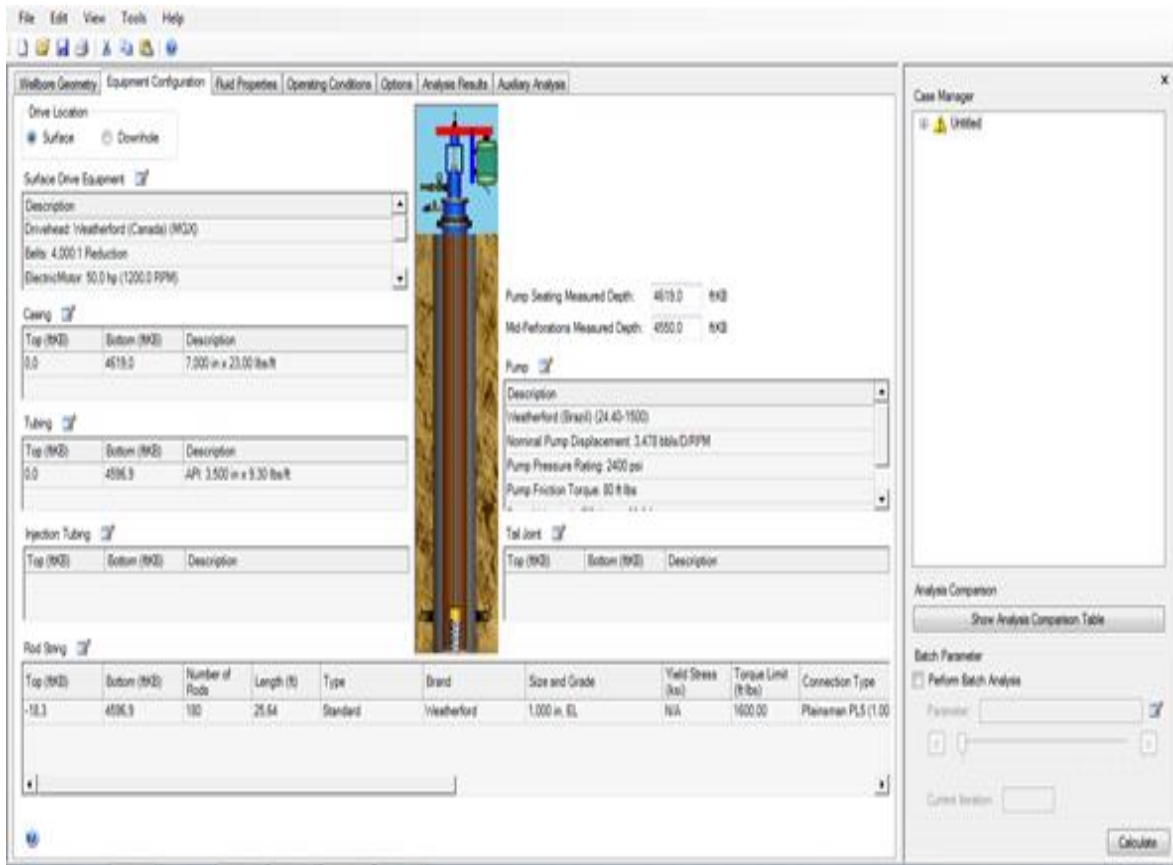


**Figura 1** Niveles en el pozo (Fuente: Marcelo Hirschfeldt, Versión2008V1. Manual de Bombeo de Cavidades Progresivas)

### 1.2. Software PC-PUMP

PC-PUMP es un software el cual fue desarrollado como parte de un proyecto de investigación en la industria petrolera, completado por C-FER Technologies, para ayudar a mejorar el uso de la PCP de fondo de pozo en el oeste de Canadá.

PC-PUMP nos permite realizar análisis de calidad, diseños y evaluar en fondo del pozo para mejorar las aplicaciones de bombeo mediante cavidades progresivas (Figura 2).

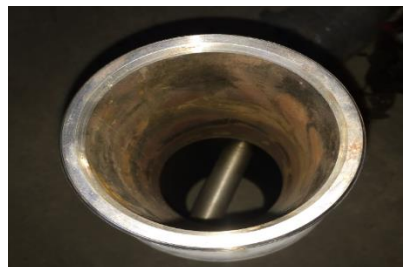


**Figura 2** Software PC –PUMP (Fuente: Software PC-PUMP)

### 1.3. Accesorios

#### 1.3.1. Pin de paro

Es aquella herramienta que va roscada en la parte inferior del estator, la función que cumple es de servir como tope para la acción de espaciado del rotor y evitar que en una desconexión, la sarta de varilla caiga a fondo.



**Figura 3** Pin de paro (Fuente: Base TDA)

### 1.3.2. Rotador de tubería y Swivel

La función principal del rotador de tubería es prolongar la vida de la tubería, haciendo que el desgaste interno de la tubería con la varilla sea uniforme, manejando una frecuencia de rotación de la tubería.

La swivel es el equipo auxiliar del rotador de tubería, se instala por encima de la PCP, su función principal es que en el momento en que la tubería es rotada, la PCP no realice esta acción.



**Figura 4** Swivel (Fuente: Base TDA)

### 1.3.3. Separador de gas – Spiral Jet

La función principal de esta herramienta es que el elastómero se encuentre en contacto principalmente con fluido líquido y no ingrese a la bomba alto contenido de gas, ya que este se podría alojar en el elastómero provocando hinchamiento y futuros daños al estator.



**Figura 5** Separador de gas – Spiral Jet (Fuente: [http://pcpoiltools.com/seccion\\_detalle.php?ididioma=1&idsede=1&idseccion=19&idcarpeta=30](http://pcpoiltools.com/seccion_detalle.php?ididioma=1&idsede=1&idseccion=19&idcarpeta=30)).

### 1.3.4. Ancla anti torque

Es la herramienta que evita el problema del desenrosque de la sarta de tubería, causada por las vibraciones realizadas en la operación del sistema. El efecto de las vibraciones que son producidas por el giro del rotor dentro del estator, las cuales son directamente proporcional a la profundidad de instalación de la bomba. El ancla debe ir instalada debajo del estator, aquel elemento de la



columna donde el esfuerzo de torque es mayor. En bombas que se encuentran instaladas a poca profundidad o que manejan bajo caudal y baja velocidad, se puede trabajar sin ancla anti torque, aunque es recomendado usar esta herramienta en todos los casos.



**Figura 6** Ancla anti torque (Fuente: Base TDA)

### 1.3.5. Filtro de arena

El filtro de arena es el encargado de que no entren solidos a la bomba, ya que esta puede ocasionar daños al elastómero, provocando tubería pegada o desgarramiento del elastómero dejando inutilizable la PCP.



**Figura 7** Filtro de arena (Fuente: <http://www.odessaseparator.com/#!tubing-screen/c1afs>).

### 1.3.6. ABS Tool

Anti Back Spin, su funcionamiento es restringir el flujo inverso más conocido como back spin que se presenta en las paradas de pozo, de tal modo el rotor no gira en sentido contrario y no daña el elastómero, adicionalmente tiene otros beneficios como contrarrestar la descompresión explosiva, ya que evita el cambio de presión abrupto que se genera al momento de la igualación de columnas durante las paradas de pozo, además controla la falla de bomba pegada debido a que los sólidos que se encuentran en la columna de fluido no se decantaran en la PCP.

### 1.3.7. Shear coupling

El shear coupling se ubica en la sarta con el fin de liberar la sarta en caso de atascamiento. Este elemento evita el procedimiento de back-off.



**Figura 8** Shear coupling (Fuente: Base TDA)

### 1.3.8. Tubing Blast Joint

Este accesorio es muy útil para contra arrear los problemas de jetting, debido a que esta es una tubería con un espesor mayor al de la convencional, aumentando el tiempo en que ocurra la perforación evidenciada por el gas que es producido por los perforados.

## 1.4. Tipo de fallas

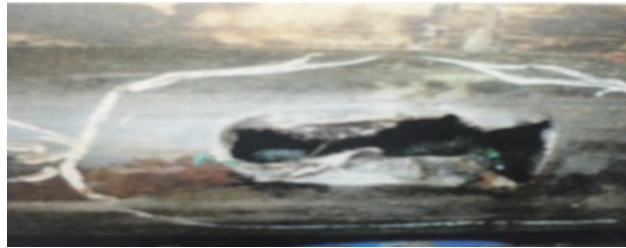
### 1.4.1. Bomba Pegada

Se le denomina al problema obtenido cuando el rotor no gira dentro del estator y es necesario realizar servicio de flushing, de esta manera tensionar la sarta de varilla hasta lograr extraer el rotor del estator y limpiar bombeando fluido. Se genera regularmente en las paradas de pozo, cuando los sólidos se asientan en la bomba o debido al hinchamiento del elastómero.

### 1.4.2. Tubería rota

Se debe a las elevadas cargas de contacto que se presentan entre la varilla y el tubing a raíz de la geometría del pozo. Entre las cargas de contacto sean más elevadas, mayor desgaste se da entre la tubería y la varilla. Sin embargo se puede mermar dicho desgaste con el uso de centralizadores de varilla, de este modo la carga se mermara y la vida útil tanto de la varilla como de la tubería se aumentara. En caso tal de que este tipo de problemas persistan, tenemos varias opciones para reducir las cargas de contacto entre la varilla y el tubing, la más radical y significativa seria instalar varilla continua para reducir las cargas de contacto. También tenemos como opción homogeneizar el desgaste en la tubería mediante la instalación de un

rotador de tubería eléctrico o de acción manual, de esta manera se prolongaría el tiempo en el que le tomaría a la varilla romper la tubería.



**Figura 9** Tubería rota (Fuente: Base de datos TDA)

### 1.4.3. Jetting

Este tipo de daño es aquel que se presenta como una perforación en la tubería asociada con el gas a alta presión que es aportado mediante los perforados. La principal forma de mitigar este daño es mediante el uso de tubing blast joint en las zonas afectadas, o mantener un intake de la bomba por encima de perforados.



**Figura 10** Jetting (Fuente: Base de datos TDA)

### 1.4.4. Sobre-torque de bomba

Este tipo de falla se presenta por diferentes razones, como por ejemplo el daño en los rodamientos del cabezal o del motor ocasionando que el sistema quede frenado y aumentando el torque, otra de ellas es debido a los sólidos que incursionan entre el rotor y el elastómero o el hinchamiento del elastómero, ya que la naturaleza del crudo genera un hinchamiento natural en todos los elastómeros que se instalan en el pozo. Al incrementarse un hinchamiento del elastómero se reduce el espacio libre entre el rotor y el estator, de esta manera aumenta el torque de fricción entre los mismos, dicho torque de fricción vence al torque del sistema y por eso se presentan las paradas por sobre torque del VSD (OL1), una manera para evitar este tipo de inconvenientes es instalar bombas con un menor ajuste de rotor y estator para que el hinchamiento natural de la bomba al momento de actuar deje el sistema operando con un torque manejable y que no comprometa la integridad del elastómero, otro

método si se encuentra con sólidos, es planear un servicio por flushby, el cual realiza una limpieza por arenamiento en la zona de contacto elastómero y rotor, dejando operando con normalidad el sistema.

#### **1.4.5. Bajo-torque de bomba**

Esta falla se conoce comúnmente como UL3. Este tipo de falla es muy común encontrarse en los sistemas de levantamiento artificial PCP, se puede producir debido a una desconexión en la barra lisa, varilla partida o desconectada, o un daño en la correa del cabezal, de tal modo que el torque se ve disminuido. La varilla partida, se ve afectada por las elevadas cargas de contacto que esta tiene con la tubería, por ende debe tomarse medidas y realizar acción de mejora con respecto al tipo de varilla que se debe bajar en cada pozo.

#### **1.4.6. Descompresión explosiva**

En el pozo se presenta este problema cuando hay paradas de pozo por tubería rota, cuando se para el pozo por cualquier motivo, cuando se instalan bombas que han estado instaladas en otros pozos. Los cambios abruptos de presión en el estator generan que el CO<sub>2</sub> disuelto penetre en el elastómero comprometiendo la integridad de las propiedades mecánicas del mismo, es por eso que para que no se presente la descompresión explosiva debemos buscar como mitigar los problemas de paradas de pozo y de paso se garantiza un sistema de larga duración, adicional a esto se puede instalar una PCP Check valve que impida que en el momento de una parada se generen cambios bruscos de presión sobre la bomba, de esta manera se mitiga el back spin y la igualación de columnas de nivel entre el anular y el tubing para evitar que se presente la descompresión explosiva. También otras formas de prevenir la descompresión explosiva, es con la instalación de un separador de gas en la entrada de la bomba PCP, de esta manera se minimizara la cantidad de gas que ingresa y se disuelva con el elastómero, por otro lado para evitar que entre una gran cantidad de gas, seria instalando la bomba PCP por debajo de perforados, de esta manera se va a controlar el gas que es liberado dentro del sistema.



**Figura 11** Descompresión explosiva (Fuente: Base de datos TDA)

### 1.4.7. Incompatibilidad de fluidos

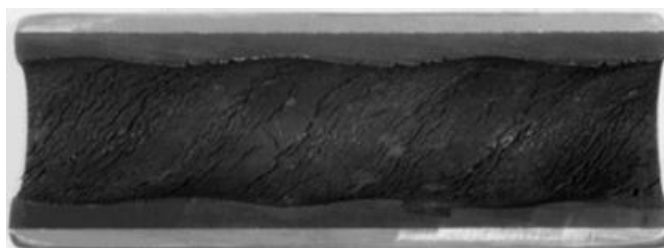
Este tipo de falla se presenta generalmente cuando se inyectan químicos al pozo para hacer trabajos adicionales sobre la formación (estimulaciones, control de corrosión, etc.), en múltiples ocasiones este tipo de fluidos son muy agresivos para el elastómero de la bomba ocasionando que se alteren las propiedades mecánicas del pozo debido al elevado contenido de aromáticos y otros agentes que modifican la estructura molecular del elastómero, por ende es de vital importancia que haya comunicación entre el proveedor de la bomba y la persona que realiza y programa la inyección de químicos y aditivos en el pozo para realizar pruebas de compatibilidad y garantizar que los productos que se inyectan al pozo no vayan a generar daño alguno sobre el elastómero.



**Figura 12** Incompatibilidad de fluidos (Fuente: Base de datos TDA)

### 1.4.8. Alta temperatura

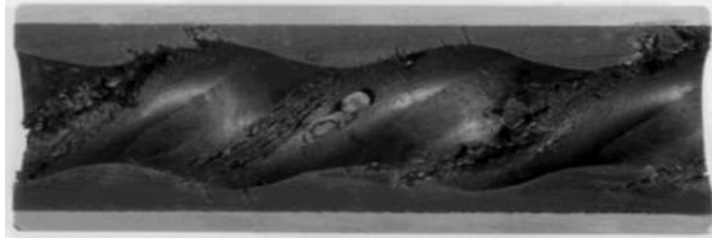
Este tipo de falla se observa cuando la bomba está trabajando con baja sumergencia (nivel de fluido sobre la bomba), con mucho gas o en zonas con temperaturas elevadas. Debido a que el elastómero no está diseñado para trabajar con estos parámetros, la superficie del elastómero se empieza a poner dura, brillante y con grietas. Para controlar esta falla se debe controlar la sumergencia, utilizar separadores de gas para controlar grandes volúmenes de gas que puedan entrar en contacto con el elastómero o evaluar otros tipos de elastómeros, el cual sea más resistente a la temperatura que maneja el pozo.



**Figura 13** Falla en elastómero por alta temperatura (Fuente: Base de datos TDA)

#### 1.4.9. Bombeo de partículas sólidas

Esta falla se caracteriza por presentarse rasgones en las líneas de sello del elastómero, es presentado por partículas de mayor tamaño a finos o arena de la formación, se recomienda usar filtros ranurados o perforados en la entrada de la bomba.



**Figura 14** Falla en elastómero por sólidos (Fuente: Base de datos TDA)

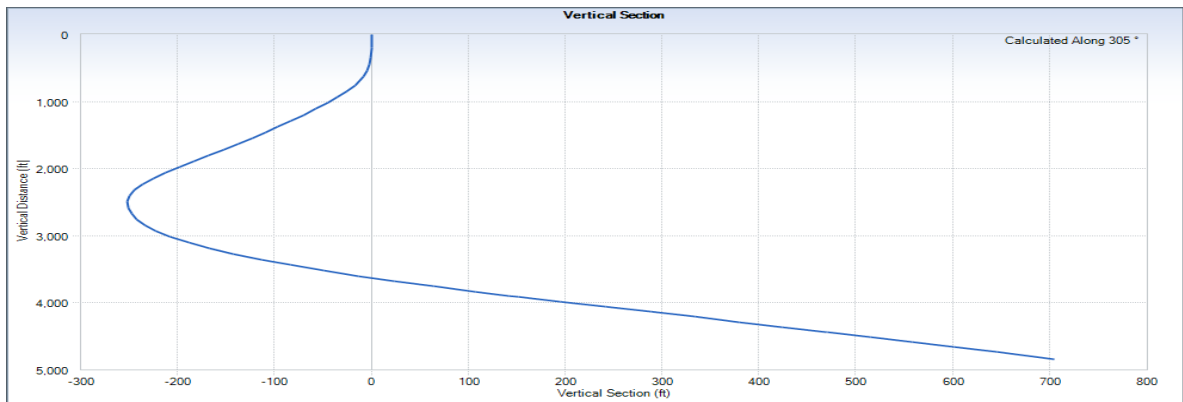
## 2. OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA PCP EN POZOS CRITICOS

### 2.1. Sistemas PCP en pozo DT-078

DT-078								
BOMBAS	Generalidades del pozo	Capacidad Volumetrica	Varilla	Fecha instalacion	Pull date	Run Life	Generalidades de falla	Observaciones
Geremia 28.40-2100 Elastomero NBRA	Geometria agresiva, problemas con acanalamiento de tubería y varilla partida.	4,2	1" Grado D. Cent. PL5. Cuello de ganso PROROD 970M.	08-mar-11	21-mar-12	379	Rotor partido	El 18 de Diciembre del 2011 se realiza servicio encontrandose varilla desconectada del shear coupling. El 20 de Marzo del 2012 se realiza servicio encontrandose 15 ft de rotor partido dentro del estator.
NOV 70-1800 Elastomero OBX		4,4	1" Grado D. Cent. PL5. Cuello de ganso PROROD 970M.	22-mar-12	11-sep-12	173	Varilla partida	30 de Abril del 2012 varilla # 26 a 710 ft con ruptura. El 3 - 09 - 2012 servicio evidenciando desconexion de varilla a 88 y 118 ft de profundidad, también se encuentra la varilla # 61 partida. Rotor atascado dentro del estator.
Geremia 28.40-2100 Elastomero NBRA		4,2	Cuello de ganso PROROD 970M. 1" Grado D. Cent. PL5	12-sep-12	13-dic-12	92	Rotor partido	El 13 de Diciembre del 2013 se diagnostico varilla partida o desconexión, por lo cual se deja pozo parado. 25 de Abril del 2013 se realiza servicio encontrandose rotor incrustado en el estator. Sarta de tubería # 29 - 71 con acanalamiento.
Geremia 28.40-2100 Elastomero NBRA		4,2	1" Grado D. Centralizada PL5	26-abr-13	16-feb-14	296	Tuberia rota	16 de Febrero del 2014 se realiza servicio, junta de tubería # 5 a 220 ft sale rota, además se encuentra juntas # 53 - 65 - 69 con acanalamiento. Rotor se encuentra con corrosión severa en cabeza.
Geremia 28.40-500 Elastomero NBRA		1	1" Grado D. Centralizada PL5	17-feb-14	22-jul-14	155	Tuberia rota	Se realiza servicio el 22 de Julio del 2014, evidenciandose juntas de tubería # 22 a 73 a una profundidad de 1369 - 4468 ft con acanalamiento interno y corrosión.
NOV 24-2100 Elastomero OBX		1,5072	1" COROD SER 6	25-jul-14	16-nov-14	114	Bomba Hinchada	Pup joint de manejo roto.
Geremia 28.45-700 Elas. NBRA		1,4	1" COROD SER 6	18-nov-14	17-dic-14	29	Funcionando	
<b>Run Life Promedio</b>							<b>177</b>	

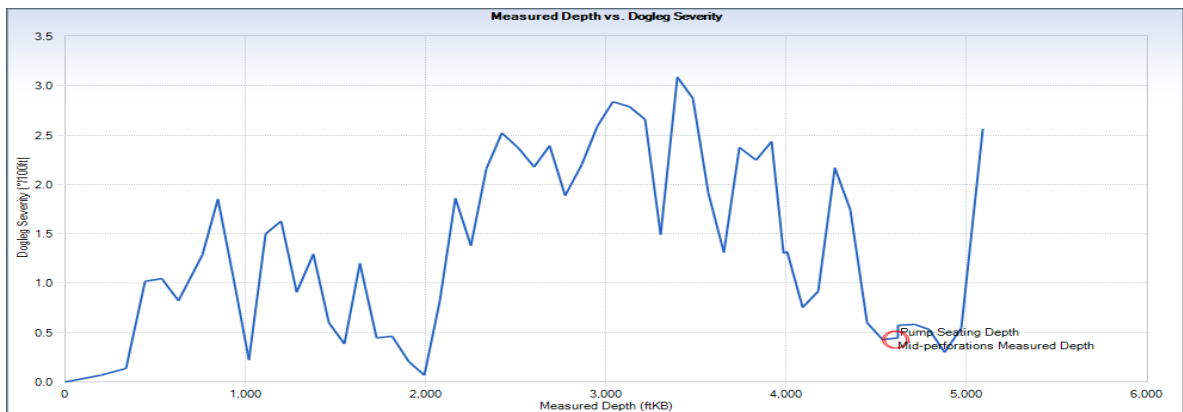
**Tabla 1** Resumen histórico well services DT-078 (fuente: Base de datos TDA)

A continuación se presentan graficas con las características del pozo, además se plantean dos escenarios de estudio, el primero antes de realizar acciones de mejora al pozo con varilla convencional y el segundo en el cual se plantea el trabajo realizado de optimización del pozo con varilla continua.



**Gráfica 1** Vertical Section DT-078 (Fuente: Software PC-PUMP)

En la gráfica 1 se muestra la geometría del pozo en una vista frontal, el cual se puede observar que es un pozo tipo S, también se evidencia que los primeros 340 ft del pozo aproximadamente no hay grado de inclinación.



**Gráfica 2** Measured Depth vs. Dogleg Severity DT-078 (Fuente: Software PC-PUMP)

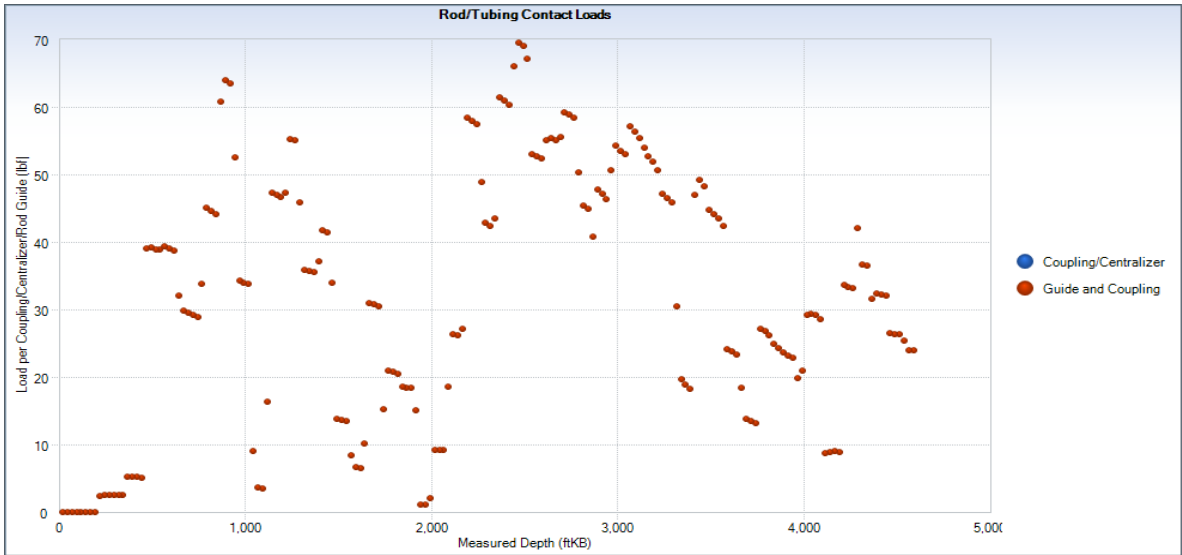
Se puede observar un survey con dogleg máximos de 3.1°/100ft la cual no es una medida agresiva para la varilla, la profundidad de asentamiento de la PCP a 4620 ft presenta un dogleg de 0.4°/100ft un excelente punto de ubicación de la PCP, la bomba se encuentra por debajo de perforados, controlando la liberación del gas.

### 2.1.1. Sistema PCP antes de optimización DT-078

El 17 de febrero del año 2014 se realizó servicio de instalación de la bomba Geremia 28.40-500 ya que la bomba anterior a esta se evidencio rotor con corrosión severa

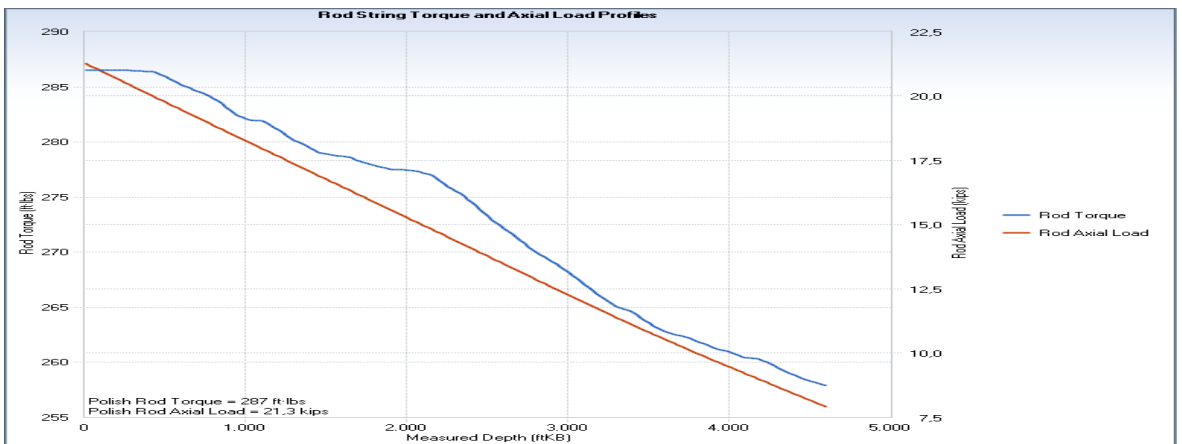


en cabeza, además tubería rota, lo cual hizo necesario el cambio de bomba por una de características similares, manteniendo el sistema con el uso de varilla convencional de 1" Grado D centralizada con PL5.



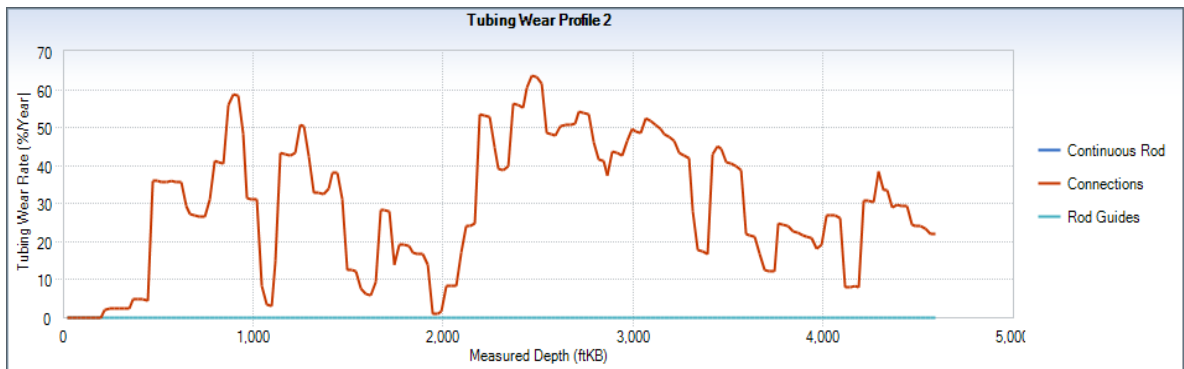
**Gráfica 3** Rod/Tubing Contact Loads antes de optimización DT-078 (Fuente: Software PC-PUMP)

En la gráfica 3 la cual muestra la carga de contacto entre varilla y tubería, se puede observar que a una profundidad de 894 ft y 2469 ft se encuentran las mayores cargas de contacto entre varilla y tubería con una medida de 64 lbf y 70 lbf respectivamente. Estas cargas son manejables con la configuración que maneja el sistema.



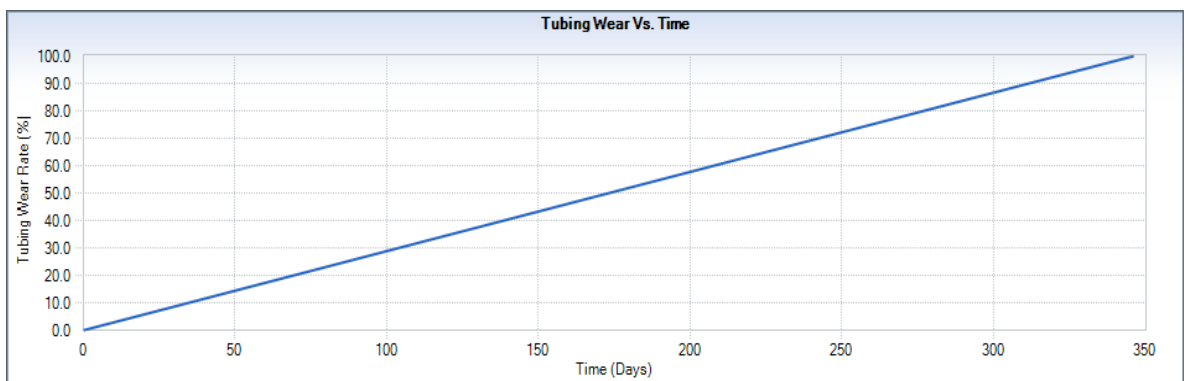
**Gráfica 4** Rod String Torque and Axial Load Profiles antes de optimización DT-078 (Fuente: Software PC-PUMP)

En la gráfica 4 se observa el torque y la carga axial de la varilla a lo largo de esta, lo cual indica que a mayor profundidad estas cargas, serán menores. En superficie se genera mayor torque para el movimiento de la sarta de varilla, igualmente la carga axial es mayor debido a que tiene que soportar todo el peso de la sarta de varilla.



**Gráfica 5** Tubing Wear antes de optimización DT-078 (**Fuente:** Software PC-PUMP)

La grafica No. 5 nos muestra el porcentaje de desgaste de la tubería, el porcentaje recomendado basado en casos anteriores es del 10% para que la tubería tenga un buen rendimiento, como se evidencia en la gráfica este desgaste es mayor al 50% en algunos puntos, lo cual indica que la tubería no tendrá una vida larga. Una forma de mermar este porcentaje de desgaste, es mediante el uso de varilla continua o el uso de blast joint en los puntos críticos.



**Gráfica 6** Tubing wear vs Time antes de optimización DT-078 (**Fuente:** Software PC-PUMP)

Como se puede observar en la gráfica No 6 el tiempo en que la tubería estaría desgastada presentando falla seria de aproximadamente 345 días, lo cual es un dato malo con respecto a la vida que se espera de la tubería.

A continuación se muestran los resultados obtenidos en el programa PC-PUMP:

<b>Operating Conditions</b>	
Surface Liquid Flow Rate (specified)	157,00 bbls/D
Pump Speed	191,08 RPM
Pump Volumetric Efficiency	80,00%
Fluid Level	4420,00 ftKB
Submergence (specified)	200,00 ft
Bottomhole Pressure	97,50 psi
Tubing Head Pressure	120,00 psi
Casing Head Pressure	40,00 psi
Bottomhole Temperature	120,00 °F
Flowing Wellhead Temperature	90,00 °F
<b>Basic Parameters</b>	
Submergence	200,00 ft
Pump Intake Pressure	104,77 psi
Pump Discharge Pressure	2012,37 psi
Differential Pressure	1907,59 psi
Net Hydrostatic Head	1825,91 psi
Flow Losses	1,68 psi
Pump Pressure Loading	68,13 % Rtd.
Pump Torque	257,87 ft·lbs
Pump Axial Load	7,90 kips
Maximum Rod Torque	286,55 ft·lbs
Maximum Rod Torque Load	N/A % Limit
Maximum Axial Rod Load	21,28 kips
Maximum Effective Rod Stress	47,81%
<b>Surface Parameters</b>	
System Input Power	12,03 hp
Prime Mover Output Power	11,55 hp
Energy Cost	1076,72 \$/day
Thrust Bearing L10 Life	15,76 Years
Drivehead Main Shaft Torque Loading	14,33%
Drivehead Structural Loading	N/A
Drivehead Power Output	8,33%
Drivehead Speed Output	31,85%
Drivehead Gearbox Torque	N/A
Surface Motor Loading	15,40%

**Tabla 2** Resumen resultados antes de optimización DT-078 (Fuente: Software PC-PUMP)

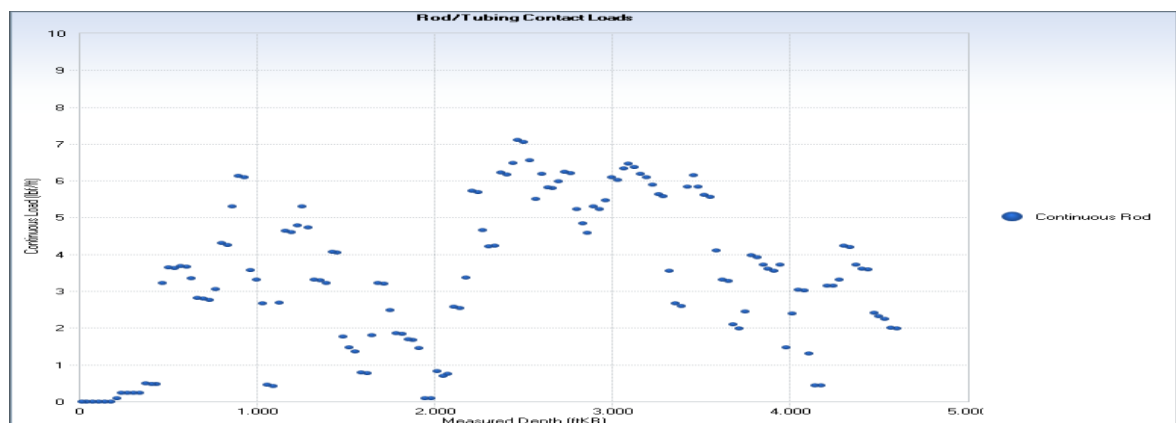
Como se puede observar todas las condiciones del sistema son amigables para garantizar una instalación de larga duración, la carga de la bomba es solo del 68,13% con un factor de diseño en cabeza de 139% MD, la carga máxima efectiva sobre la varilla es del 47,81%, la velocidad de operación es 191RPM para 157 BFPD y la carga sobre el motor de superficie es de 15,40%.

La bomba GEREMIA 28.40-500 operaría en promedio a una velocidad de 191 RPM para 157 BFPD. La carga sobre la bomba tendrá un promedio de 68,13%. El factor de diseño en cabeza para este pozo es de 139%, este valor resulta un valor promedio, si tenemos en cuenta que el valor recomendado es por encima del 120% y el óptimo es 150%.

Debido a las repetitivas fallas por tubería rota y varilla partida, para el servicio realizado el 25 de julio del 2014, se realizó cambio en la varilla convencional centralizada por varilla continua COROD 1" SER6, la cual tiene un mayor límite de torque y además disminuye el desgaste varilla – tubería.

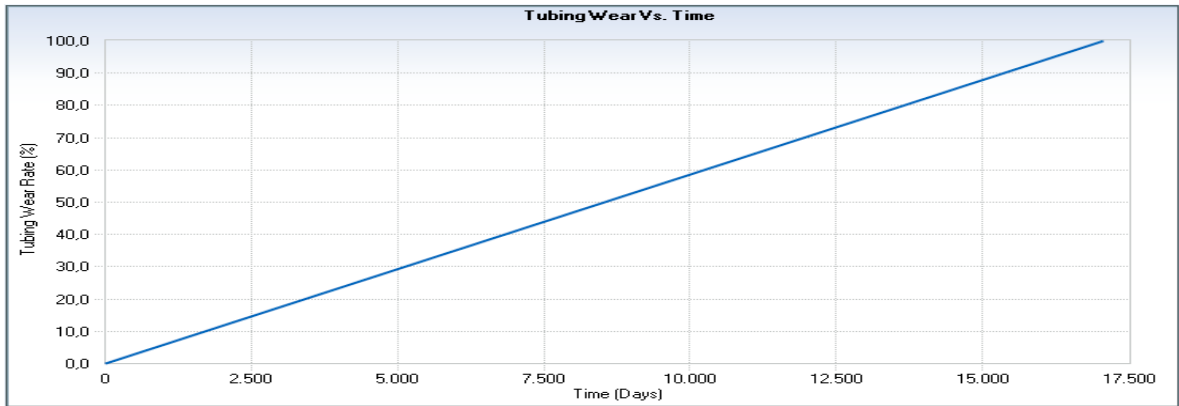
### 2.1.2. Sistema PCP después de optimización DT-078

El 18 de Noviembre del año 2014 se realizó servicio de instalación de la bomba Geremia 28.45-700 ya que la bomba anterior a esta se evidencio bomba con elastómero hinchado, además pup joint de manejo roto, lo cual hizo necesario el cambio de bomba por una de características similares, se mantiene el sistema de varilla continua COROD 1" SER6 la cual se había instalado en el servicio del 25 de julio del 2014, además se realiza instalación de swivel y rotador de tubería, con estas nuevas características del sistema, se espera un mayor run life tanto de equipo PCP como de tubería y varilla. En este servicio, se probó tubería con hold down a 1500 psi, así cambiar la sarta de tubería que se evidencia rota o acanalada.



**Gráfica 7** Rod/Tubing Contact Loads después de optimización DT-078 (Fuente: Software PC-PUMP)

En la gráfica No 7 la cual muestra la carga de contacto entre varilla y tubería, se puede observar que a una profundidad de 2474 ft se encuentra la mayor carga de contacto entre varilla y tubería con una medida de 7,1 lbf.



**Gráfica 8** Tubing Wear Vs. Time después de optimización DT-078 (Fuente: Software PC-PUMP)

Como se puede afirmar en la gráfica No 8 según la simulación luego de la optimización, el tiempo en el cual la tubería dejaría de ser operativa y el sistema presentaría falla debido al desgaste sería aproximadamente 17.000 días.

A continuación se muestran los resultados obtenidos en el programa PC-PUMP:

Operating Conditions	
Surface Liquid Flow Rate (specified)	157,00 bbls/D
Pump Speed	129,44 RPM
Pump Volumetric Efficiency	80,00%
Fluid Level	4413,00 ftKB
Submergence (specified)	200,00 ft
Bottomhole Pressure	99,50 psi
Tubing Head Pressure	120,00 psi
Casing Head Pressure	40,00 psi
Bottomhole Temperature	120,00 °F
Flowing Wellhead Temperature	90,00 °F

Basic Parameters	
Submergence	200,00 ft
Pump Intake Pressure	104,23 psi
Pump Discharge Pressure	2008,45 psi
Differential Pressure	1904,22 psi
Net Hydrostatic Head	1822,83 psi
Flow Losses	1,38 psi
Pump Pressure Loading	68,01 % Rtd.
Pump Torque	342,11 ft·lbs
Pump Axial Load	10,43 kips
Maximum Rod Torque	439,94 ft·lbs
Maximum Rod Torque Load	33,84 % Limit
Maximum Axial Rod Load	22,19 kips
Maximum Effective Rod Stress	47,34%
Surface Parameters	
System Input Power	12,51 hp
Prime Mover Output Power	12,01 hp
Energy Cost	1119,82 \$/day
Thrust Bearing L10 Life	20,21 Years
Drivehead Main Shaft Torque Loading	22,00%
Drivehead Structural Loading	N/A
Drivehead Power Output	8,67%
Drivehead Speed Output	21,57%
Drivehead Gearbox Torque	N/A
Surface Motor Loading	16,02%

**Tabla 3** Resumen resultados después de optimización DT-078 (**Fuente:** Software PC-PUMP)

Como se puede observar todas las condiciones del sistema son amigables para garantizar una instalación de larga duración, la carga de la bomba es solo del 68,11% con un factor de diseño en cabeza de 140% MD, el máxima carga efectiva sobre la varilla es 47,43%, la velocidad de operación es 129RPM para 157 BFPD y la carga sobre el motor de superficie es de 16,06%.

La bomba GEREMIA 28.45-700 operaría en promedio a una velocidad de 129 RPM para 157 BFPD, condiciones favorables para incrementar RPM en caso tal de que haya un poco mas de aporte por parte del pozo después del servicio y con rango para disminuir RPM en caso tal de que el pozo empiece a perder aporte por taponamiento de perforados. La carga sobre la bomba tendrá un promedio de 68,11% dicho valor es muy provechoso para nuestro sistema debido a que nos garantiza que la bomba trabajara relajada ya que está sobredimensionada en

cuanto a carga refiere, es sumamente importante que el desplazamiento si sea el adecuado para el potencial del pozo. El factor de diseño en cabeza para este pozo es de 140%, este valor resulta un valor promedio, si tenemos en cuenta que el valor recomendado es por encima del 120% y el óptimo es 150%.

Con este diseño, la mejora que se aprovecha al máximo es el tiempo útil de la varilla y la tubería, debido al cambio de varilla convencional por continua, manteniendo los demás parámetros de operación semejantes a los del diseño anterior.

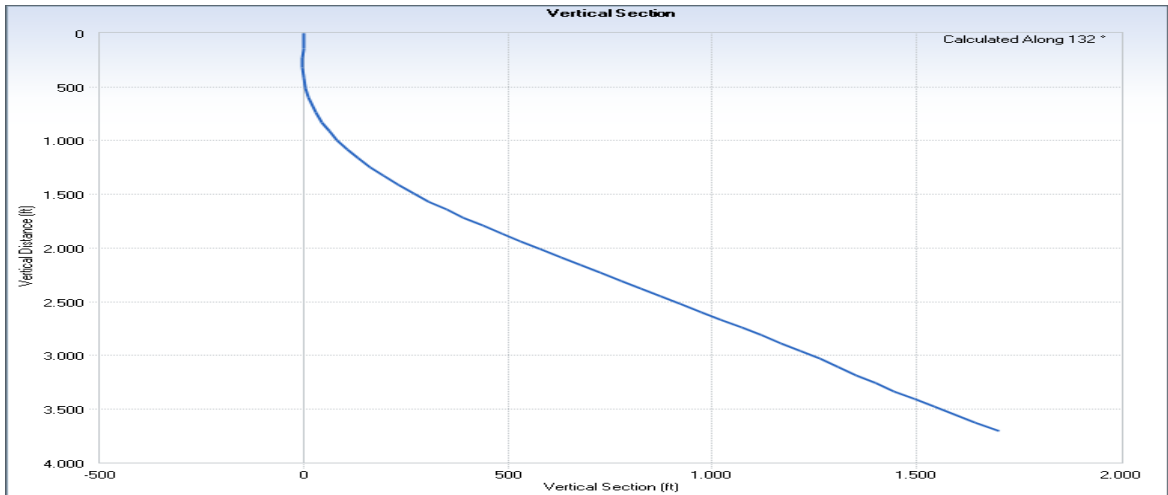
Al modificar el sistema con la instalación de varilla continua se alivia considerablemente las cargas de contacto, al pasar de una medida máxima de 70 lbf con varilla convencional a un máximo de 7,1 lbf con varilla continua.

Con respecto a las simulaciones realizadas anteriormente se evidenció que la vida útil de la tubería aumenta considerablemente al pasar de 345 días a un aproximado de 17.000 días después de haberse realizado la optimización.

## 2.2. Sistema PCP en pozo DT-081

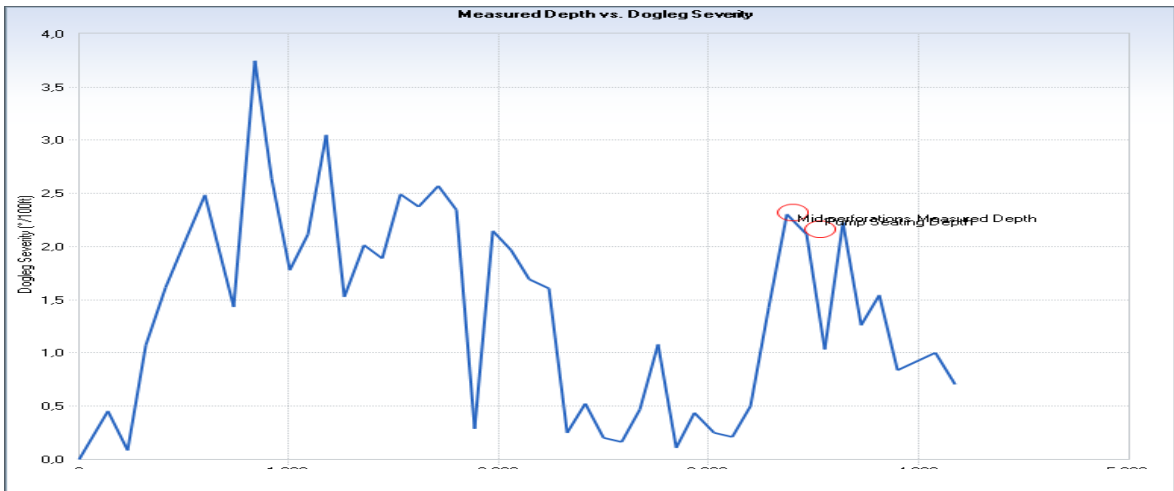
DT-081								
BOMBAS	Generalidades del pozo	Capacidad Volumétrica	Varilla	Fecha instalacion	Pull date	Run Life	Generalidades de falla	Observaciones
PCM 200 TP-1800	Geometría agresiva con dogleg mayor a 3 en algunos puntos, problemas de tubería rota.	2,5	7/8" EL Centralizada PL5	03-ene-12	12-ene-13	375	Elastomero desgarrado	Juntas 109-113 (3356ft-34479ft) con acanalamiento.
NOV 44-2100 Elastomero OBX		2,8	7/8" EL Centralizada PL5	14-ene-13	31-ene-14	382	Bomba hinchada	Junta 111 (3441) ft presenta acanalamiento interno, estator con restricción a 2 ft de la descarga.
BMW MOD 15-1800/BMW MOD 32-200 Elast. HN309		0,9	7/8" EL Centralizada PL5	02-feb-14	04-jun-14	122	Tubería rota	Se evidencia acanalamiento en las juntas de la 106 - 113 (3249-3496)ft, adicionalmente la junta 105 con corrosión externa y de la junta 97 - 100 con corrosión (2972-3095)ft.
NOV 24-1800 Elast. OBX		1,5	7/8" WCN 96 Centralizada PL5	07-jun-14	10-nov-14	156	Rotor partido	17 de Julio se realiza servicio para ascender el intake 369ft. 10 de Noviembre servicio por Rotor partido a 12ft de la cabeza, estator se encuentra desgarrado en la descarga, juntas de tubería 35, 49, 51, 63, 73, 79 con corrosión.
GER 28.45-700 Elast. NBRA		1,4	7/8" WCN 96 Centralizada PL5	11-nov-14	17-dic-14	36	Fncionando	En este servicio se profundiza la bomba 3700ft y se instala rotador de tubería son swivel.
Run Life Promedio						214		

**Tabla 4** Resumen histórico well services DT-081 (**Fuente:** Base de datos TDA)



**Gráfica 9** Vertical Section DT-081 (**Fuente:** Software PC-PUMP)

En esta grafica se muestra la geometría del pozo en una vista frontal, el cual se puede identificar que es un pozo tipo J, además se evidencia que en los primeros 600 ft del pozo aproximadamente no hay grado de inclinación.



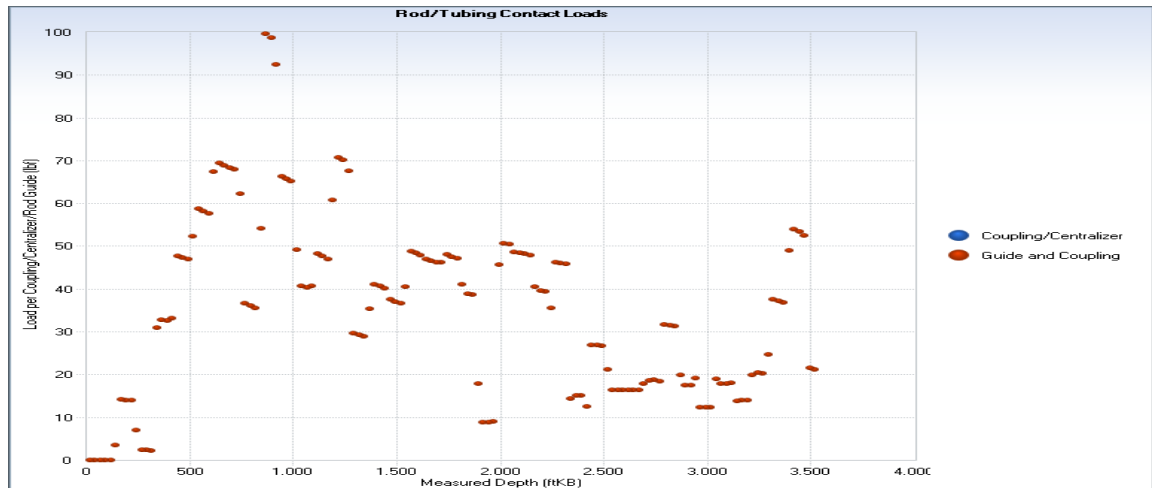
**Gráfica 10** Measured Depth vs. Dogleg Severity DT-112 (**Fuente:** Software PC-PUMP)

En la gráfica 10 se puede observar un survey con dogleg máximos de 3.8°/100ft que se está manejando mediante el uso de varilla convencional centralizada, la profundidad de asentamiento de la PCP está a 3536 ft donde presenta un dogleg de 2.1°/100ft el cual se encuentra dentro del rango aceptable para la ubicación de la PCP, además la bomba se encuentra por debajo de perforados, controlando la liberación del gas.



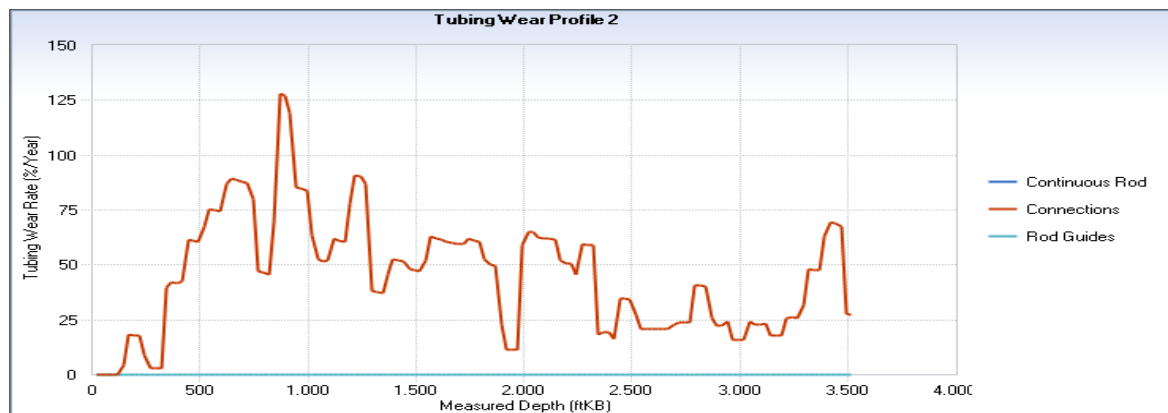
### 2.2.1. Sistema PCP antes de optimización DT-081

El 7 de junio del 2014 se instaló la bomba NOV 24-1800 con elastómero OBX debido a que la bomba anterior a esta durante el servicio realizado se evidenció corrosión severa en el estator superior como también en ambos rotores tanto el superior como el inferior, por tal motivo se hizo necesario el cambio de bomba PCP manteniendo unas características de la bomba semejantes a la anterior.



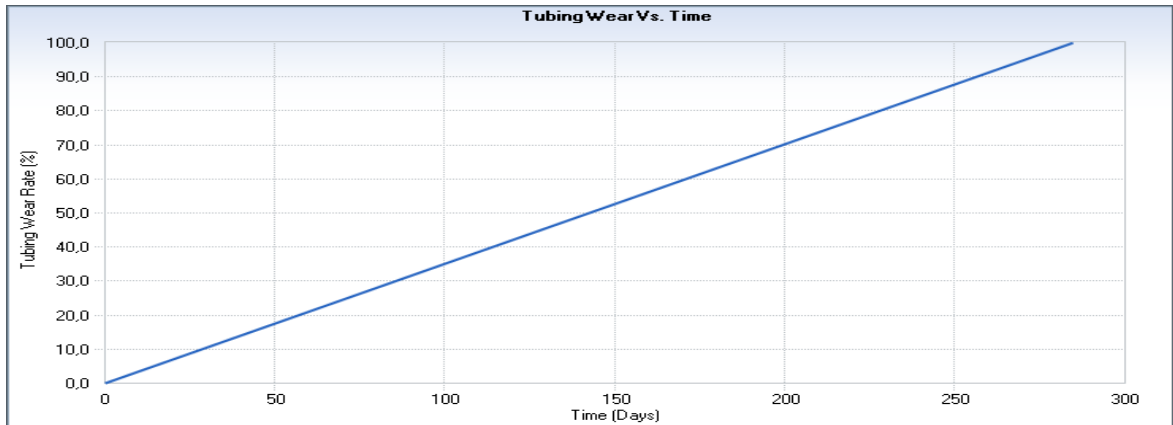
**Gráfica 11** Rod/Tubing Contact Loads antes de optimización DT-081 (Fuente: Software PC-PUMP)

En la gráfica 11 la cual muestra la carga de contacto entre varilla y tubería, se puede observar que a una profundidad alrededor de 890 ft se encuentran las mayores cargas de contacto entre varilla y tubería con una medida de 100 lbf.



**Gráfica 12** Tubing Wear antes de optimización DT-081 (Fuente: Software PC-PUMP)

La grafica 12 nos muestra el porcentaje de desgaste de la tubería, se evidencia en la gráfica que este desgaste es mayor al 100% en algunos puntos, lo cual indica que la tubería no tendrá una buena vida útil.



**Gráfica 13** Tubing wear vs Time antes de optimización DT-081 (**Fuente:** Software PC-PUMP)

Como se puede observar en la gráfica 13 nos indica un tiempo de aproximadamente 280 días en el que la tubería estaría desgastada presentando falla lo cual es un dato malo con respecto a la vida que se espera de la tubería.

A continuación se muestran los resultados obtenidos en el programa PC-PUMP.

Operating Conditions	
Surface Liquid Flow Rate (specified)	224,00 bbls/D
Pump Speed	185,27 RPM
Pump Volumetric Efficiency	80,00%
Fluid Level	3336,00 ftKB
Submergence (specified)	200,00 ft
Bottomhole Pressure	90,02 psi
Tubing Head Pressure	150,00 psi
Casing Head Pressure	70,00 psi
Bottomhole Temperature	120,00 °F
Flowing Wellhead Temperature	88,00 °F

Basic Parameters	
Submergence	200,00 ft
Pump Intake Pressure	139,38 psi
Pump Discharge Pressure	1483,76 psi
Differential Pressure	1344,39 psi
Net Hydrostatic Head	1261,87 psi
Flow Losses	2,52 psi
Pump Pressure Loading	48,01 % Rtd.
Pump Torque	265,05 ft·lbs
Pump Axial Load	7,63 kips
Maximum Rod Torque	283,36 ft·lbs
Maximum Rod Torque Load	35,42 % Limit
Maximum Axial Rod Load	14,81 kips
Maximum Effective Rod Stress	44,41%
Surface Parameters	
System Input Power	12,71 hp
Prime Mover Output Power	11,69 hp
Energy Cost	1137,13 \$/day
Thrust Bearing L10 Life	54,43 Years
Drivehead Main Shaft Torque Loading	14,17%
Drivehead Structural Loading	N/A
Drivehead Power Output	7,99%
Drivehead Speed Output	30,88%
Drivehead Gearbox Torque	N/A
Surface Motor Loading	23,38%

**Tabla 5** Resumen resultados antes de optimización DT-081 (**Fuente:** Software PC-PUMP)

Como se puede observar todas las condiciones del sistema son amigables para garantizar una instalación de larga duración, la carga de la bomba es solo del 48% con un factor de diseño en cabeza de 166,8% MD, la máxima carga efectiva sobre la varilla es del 44,41%, la velocidad de operación son 185 RPM para 224 BFPD y la carga sobre el motor de superficie es de 23,38 %.

La bomba NOV 24-1800 operaría en promedio a una velocidad de 185 RPM para 224 BFPD. La carga sobre la bomba tendrá un promedio de 48% dicho valor es muy provechoso para nuestro sistema debido a que nos garantiza que la bomba trabajara relajada ya que está sobredimensionada en cuanto a carga se refiere. El factor de diseño en cabeza para este pozo es de 166,8%, este valor nos resulta muy apropiado, si tenemos en cuenta que el valor recomendado es por encima del 120% y el óptimo es 150%.

### 2.2.2. Sistema PCP después de la optimización DT-081

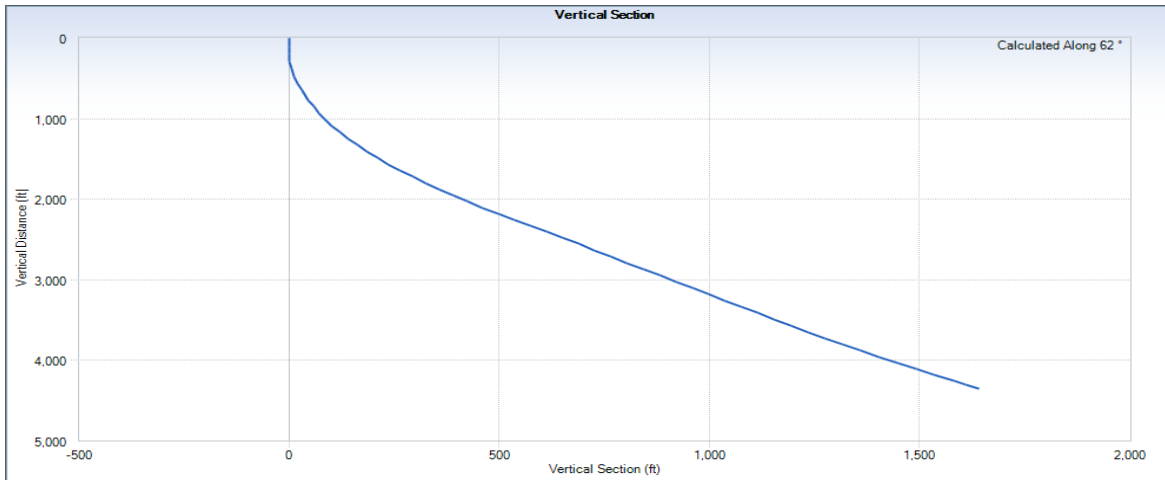
El 11 de noviembre del 2014 se instaló la bomba Geremia 28.45-700 con elastómero NBRA debido a que el estator del equipo anterior presentó durante el servicio realizado desgarramiento del elastómero en la descarga. Esta falla pudo haber sido causada por la descompresión explosiva que se evidencia en una parada de pozo la cual fue generada el 17 de julio del mismo año ya que se realizó servicio para ubicar la bomba en una profundidad por encima de perforados con el fin de recuperar gas.

Este pozo es común que presente falla por tubería rota de acuerdo al histórico de servicios realizados y a las gráficas No. 12 y 13 que fueron desarrolladas por medio del simulador PC-PUMP. Por tal motivo se realizó la optimización del sistema con la instalación de rotador de tubería y swivel, estos equipos optimizan el pozo de tal manera que aumentan la vida útil de la tubería realizando un trabajo mecánico el cual consiste en rotar la tubería los grados que sean convenientes y de esta manera el desgaste en la tubería es uniforme mas no en un solo punto como es común.

### 2.3. Sistema PCP en pozo DT-132

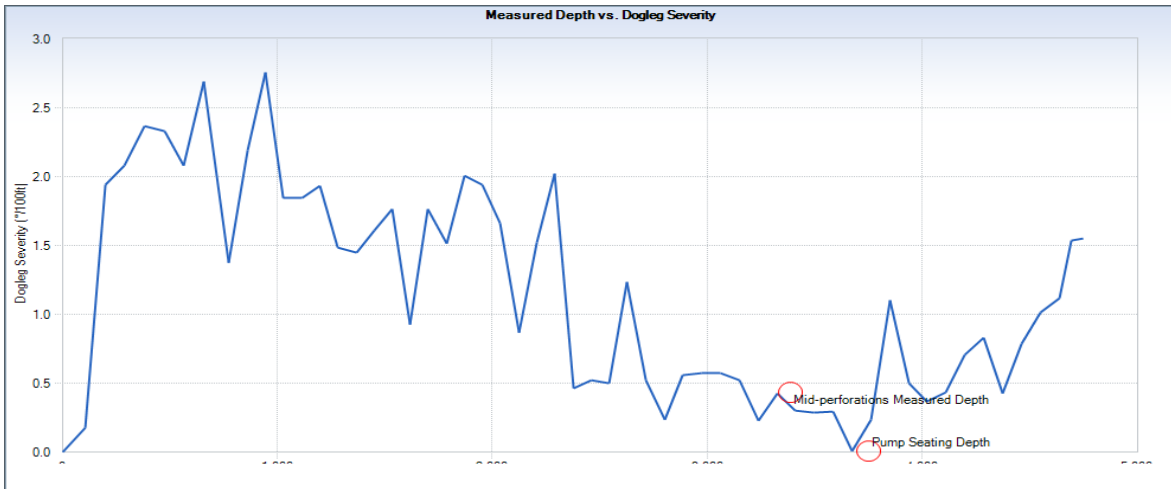
DT-132							Generalidades de falla	Observaciones
BOMBAS	Generalidades del pozo	Capacidad Volumetrica	Varilla	Fecha instalacion	Pull date	Run life		
Geremia 24.40-1200 HN - 100C	Alta velocidad de operación, problemas de arenamiento, acanalamiento en la tubería y problemas de varilla partida.	2,4	COROD 1" SER 6	03-sep-10	13-nov-10	71	Sobretorque	No se logra liberar rotor de estator, se hace necesario tensionar.
BMW 42-1400(265-5200) HN / BMW 95-250(600-850) HN		2,6376	COROD 1" SER 6	14-nov-10	02-jun-11	200	Tubería rota	18 juntas de tubería con desgaste y acanalamiento.
Geremia 22.40-2500 Elas 100C		5	COROD 1" SER 6	03-jun-11	05-abr-12	307	Tubería rota	45 Juntas con acanalamiento. La rosca del pin de paro se encuentra quemada.
NOV 80-1600 Elastomero RR		5,024	COROD 1" SER 6	05-abr-12	31-ene-13	301	Varilla partida	Perdida de eficiencia de la bomba. A 3137 ft se evidencia varilla partida. Bomba sale con desgaste en la descarga.
Geremia 22.40-2500 Elas NBRA		5	COROD 1" SER 6	01-feb-13	19-mar-13	46	Rotor dañado	Rotor doblado en la parte superior.
Geremia 22.40-2500 Elas NBRA		5	COROD 1" SER 6	20-mar-13	09-may-13	50	Tubería rota	Shear coupling no operable. Salieron 6 juntas con roscas dañadas sin presentar tubería con acanalamiento, Bomba presencia de burbujas de gas.
Geremia 28.40-2500 100C		5	COROD 1" SER 6	09-may-13	22-ene-14	258	Tubería rota	Desconexión de barra lisa en el coupling, 6 juntas con acanalamiento, ancla con aleta dañada.
BMW 80-1400 Elas HN309		5,024	COROD 1" SER 6	23-ene-14	29-oct-14	279	Tubería rota	PCP se encuentra desgarrado en el intake. Varilla con desgaste mayor al 20% desde 2000 a 3700 ft. Sarta de tubería con 66 jts acanaladas y juntas con desgaste mayor al 20%.
Geremia 22.40-2500 Elas. NBRA		5		04-nov-14	17-dic-14	43	Funcionando	
<b>Run Life Promedio</b>							<b>173</b>	

**Tabla 6** Resumen histórico well services DT-132 (Fuente: Base de datos TDA)



**Gráfica 14** Vertical Section DT-132 (Fuente: Software PC-PUMP)

En esta grafica se muestra la geometría del pozo en una vista frontal, el cual se puede observar que es un pozo tipo J, además se evidencia que aproximadamente los primeros 200 ft el pozo es vertical.

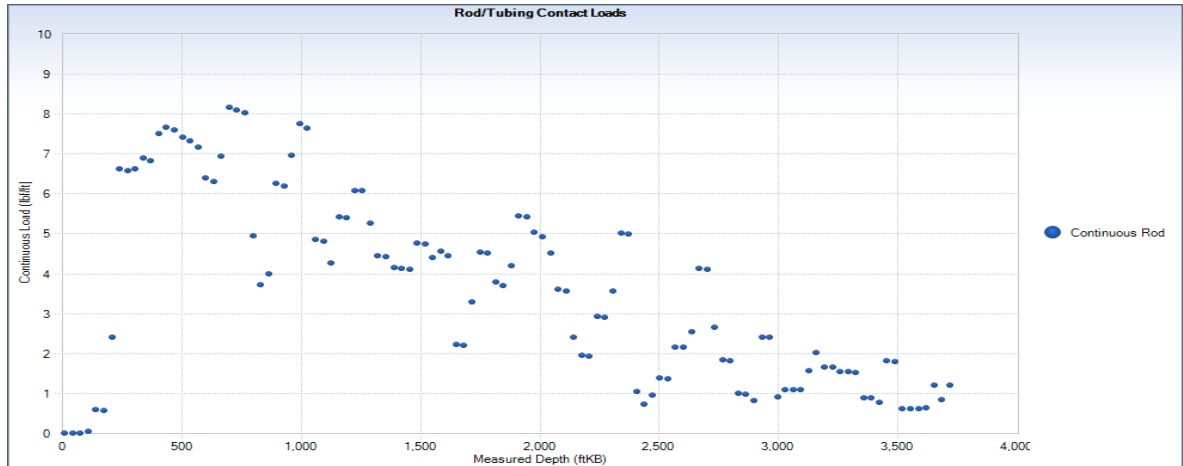


**Gráfica 15** Measured Depth vs. Dogleg Severity DT-132 (Fuente: Software PC-PUMP)

Se puede observar un survey con dogleg máximos de 2.8°/100ft el cual se está manejando mediante el uso de varilla continua 1" SER 6, la profundidad de asentamiento de la PCP a 3752 ft presenta un dogleg de 0.2°/100ft un excelente punto de ubicación de la PCP, además la bomba se encuentra por debajo de perforados, controlando la liberación del gas.

### 2.3.1. Sistema PCP antes de optimización DT-132

El 23 de enero del 2014 se instaló la bomba BMW 80-1400 debido a que la bomba anterior a esta se encontró con tubería rota, se hizo necesaria el cambio de PCP manteniendo unas características de la bomba semejantes a la anterior.



**Gráfica 16** Rod/Tubing Contact Loads antes de optimización DT-132 (Fuente: Software PC-PUMP)

En la gráfica No 16 la cual muestra la carga de contacto entre varilla y tubería, se puede observar que a una profundidad de 700 ft se encuentran las mayores cargas de contacto entre varilla y tubería con una medida de 8.1 lbf. Estas cargas de contacto son óptimas para un buen funcionamiento del sistema.

A continuación se muestran los resultados obtenidos en el programa PC-PUMP.

Operating Conditions	
Surface Liquid Flow Rate (specified)	266,00 bbls/D
Pump Speed	319,53 RPM
Pump Volumetric Efficiency	80,00%
Fluid Level	3552,00 ftKB
Submergence (specified)	200,00 ft
Bottomhole Pressure	40,46 psi
Tubing Head Pressure	116,00 psi
Casing Head Pressure	23,00 psi
Bottomhole Temperature	120,00 °F
Flowing Wellhead Temperature	80,00 °F

Basic Parameters	
Submergence	200,00 ft
Pump Intake Pressure	98,16 psi
Pump Discharge Pressure	1593,20 psi
Differential Pressure	1495,04 psi
Net Hydrostatic Head	1400,68 psi
Flow Losses	1,36 psi
Pump Pressure Loading	70,80 % Rtd.
Pump Torque	752,23 ft·lbs
Pump Axial Load	11,21 kips
Maximum Rod Torque	836,23 ft·lbs
Maximum Rod Torque Load	64,32 % Limit
Maximum Axial Rod Load	20,39 kips
Maximum Effective Rod Stress	80,20%
Surface Parameters	
System Input Power	61,27 hp
Prime Mover Output Power	58,21 hp
Energy Cost	5482,84 \$/day
Thrust Bearing L10 Life	16,56 Years
Drivehead Main Shaft Torque Loading	41,81%
Drivehead Structural Loading	N/A
Drivehead Power Output	33,92%
Drivehead Speed Output	53,25%
Drivehead Gearbox Torque	N/A
Surface Motor Loading	77,61%

**Tabla 7** Resumen resultados antes de optimización DT-132 (**Fuente:** Software PC-PUMP)

Como se puede observar todas las condiciones del sistema son amigables para garantizar una instalación de larga duración, la carga de la bomba es solo del 65.8% con un factor de diseño en cabeza de 122.41% MD, la carga máxima efectiva sobre la varilla es de 80.20%, la velocidad de operación son 319 RPM para 1266 BFPD y la carga sobre el motor de superficie es de 77.61%.

La bomba BMW 80-1400 operaría en promedio a una velocidad de 319 RPM para 1266 BFPD, condiciones favorables para incrementar RPM en caso que haya un aumento de aporte por parte del pozo después del servicio y con rango para disminuir RPM en caso tal de que el pozo empiece a perder aporte por taponamiento de perforados. La carga sobre la bomba tendrá un promedio de 65.8% este valor es provechoso para nuestro sistema debido a que nos garantiza que la bomba trabajara relajada ya que está sobredimensionada en cuanto a carga se refiere. El

factor de diseño en cabeza para este pozo es de 122.41%, este valor resulta un valor promedio, si tenemos en cuenta que el valor recomendado es por encima del 120% y el óptimo es 150%.

### 2.3.2. Sistema PCP después de optimización DT-132

El 4 de Noviembre se realiza servicio al pozo por tubería rota, el sistema PCP se mantuvo similar, manteniendo varilla continua de 1", una bomba de la misma capacidad volumetrica y equivalente capacidad de levantamiento.

Debido a las repetitivas fallas en el pozo a causa de tubería rota, se tomo como medida correctiva la instalacion de tubing blast joint para aumentar la vida util de la tubeía, debido a que en este servicio se evidenciaron juntas de varilla con desgaste mayor al 20%, sarta de tubería acanalada y otras con desgaste mayor al 10%, las cuales no se recomienda volver a instalar.

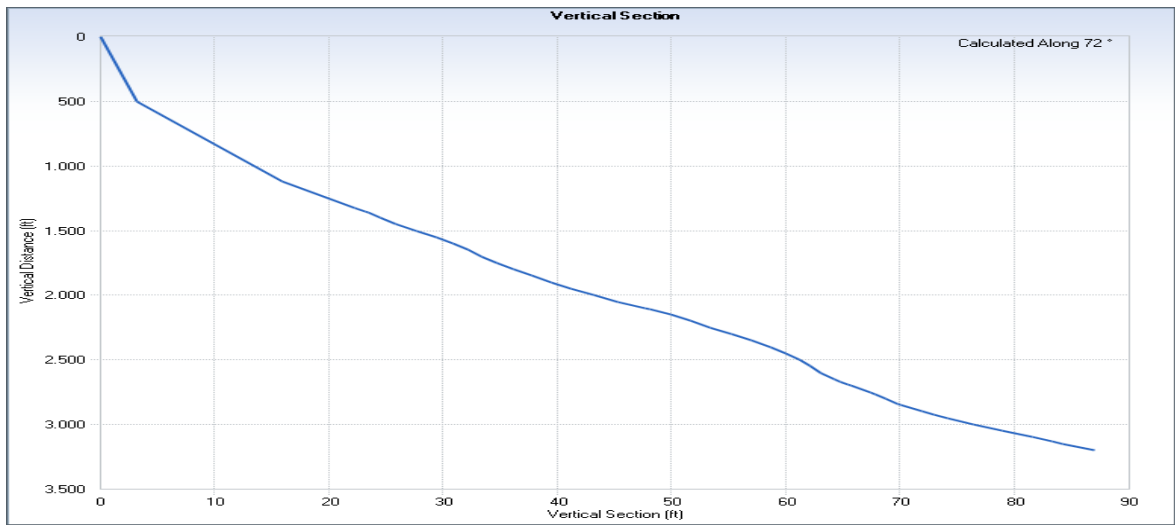
Para la instalación de los blast joint se tuvieron en cuenta las profundidades en las cuales se encuentran los valores mas altos de dogleg, mayores cambios de angulo por pie, altas cargas de contacto entre varilla y tubería y relacionandolos con las profundidades en las cuales se han evidenciado fallas por tubería rota.

### 2.4. Sistemas PCP en pozo SF-024

SF-024								
BOMBAS	Generalidades del pozo	Capacidad Volumetrica	Varilla	Fecha instalacion	Pull date	Run Life	Generalidades de falla	Observaciones
GER 22.40-2500 Elast. NBRA	Pozo afectado por fluidos del proyecto ASP. Ultimo servicio se aumentó la capacidad volumétrica de la bomba debido al incremento de fluido aportado por el pozo.	5,0	1" Gr N97	20-sep-12	12-oct-13	387	Bomba hinchada	Se evidenció en el servicio 6 varillas con desgaste desde 2715 ft hasta 2865 ft. El estator se retiro del pozo con rotor en su interior debido a atascamiento.
BMW 80-1400 Elast. HN309		5,0	1" Gr N97	14-oct-12	09-dic-14	786	Elastomero desgarrado	Se realizo prueba boroscopica al elastómero y se observo desgarramiento en la descarga de la bomba. Las ultims 6 juntas salieron con bastante SCALE.
BMW 95-1500 HN309		5,0	1" Gr N97	09-dic-14	17-dic-14	8	Funcionando	
Run Life Promedio		394						

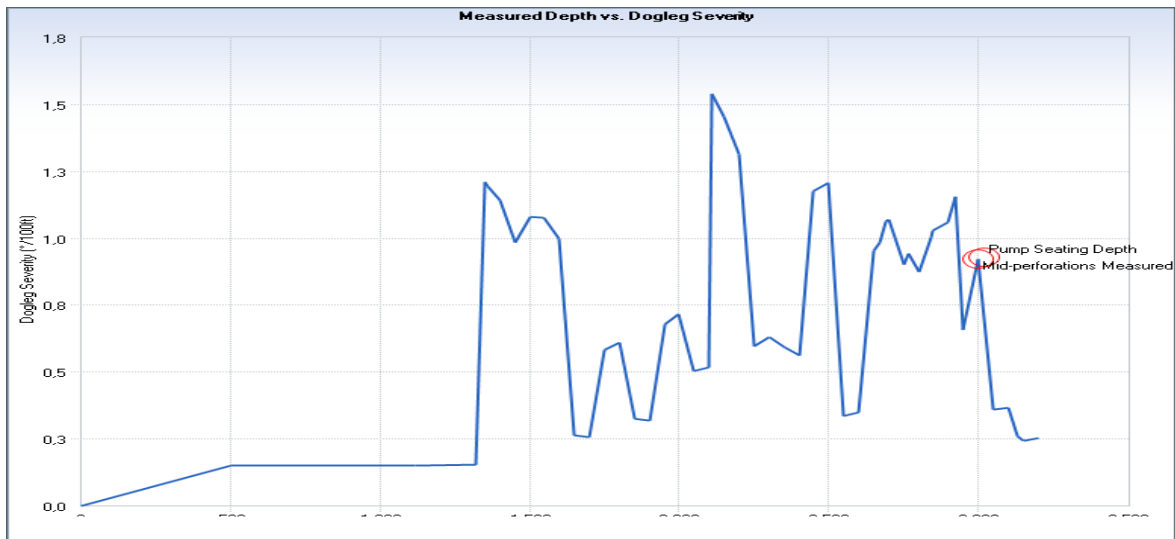
**Tabla 8** Resumen histórico well services SF-024 (Fuente: Base de datos TDA)





**Gráfica 17** Vertical Section SF-024 (Fuente: Software PC-PUMP)

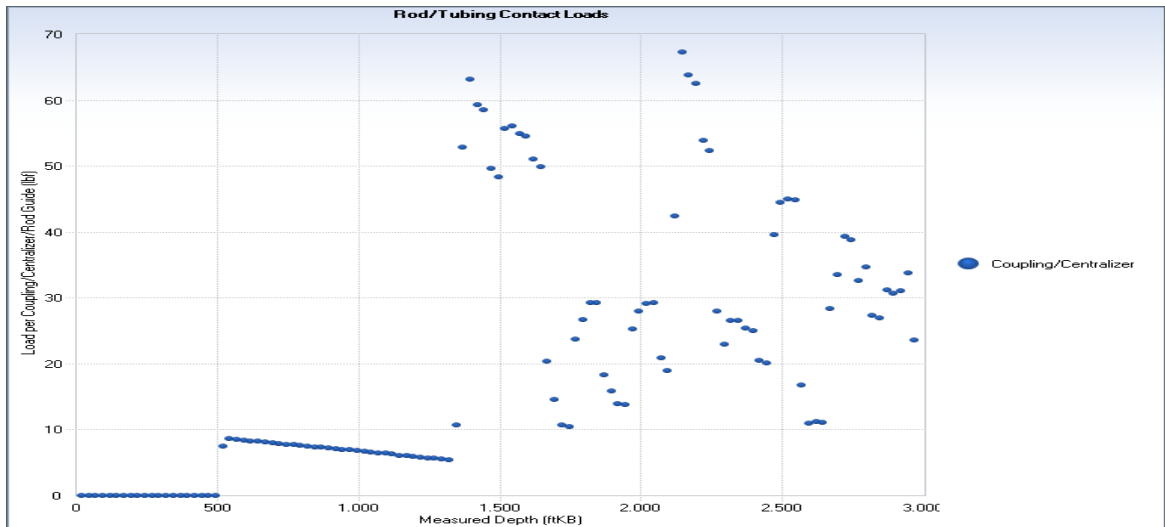
En esta grafica 17 se muestra la geometría del pozo en una vista frontal, el cual se puede observar que es un pozo altamente desviado.



**Gráfica 18** Measured Depth vs. Dogleg Severity SF-024 (Fuente: Software PC-PUMP)

Se puede observar un survey con dogleg máximo de 1,5°/100ft el cual se está manejando mediante el uso de varilla convencional Gr 97 de 1". En la profundidad de asentamiento de la PCP a 3020 ft presenta un dogleg de 0,9°/100ft un excelente punto de ubicación de la PCP.

### 2.4.1. Sistema PCP antes de optimización SF-024



**Gráfica 19** Rod/Tubing Contact Loads antes de optimización SF-024 (Fuente: Software PC-PUMP)

La gráfica 19 nos indica las cargas de contacto entre varilla y tubería, se puede observar que a una profundidad de 1395 y 2145 ft se encuentran las mayores cargas de contacto con unas medidas alrededor de 63 y 67 lbf. Estas cargas de contacto son manejables para lograr un rendimiento óptimo en el sistema.

A continuación se detallan los resultados obtenidos en el programa PC-PUMP.

Operating Conditions	
Surface Liquid Flow Rate (specified)	516,00 bbls/D
Pump Speed	125,56 RPM
Pump Volumetric Efficiency	80,00%
Fluid Level	2820,00 ftKB
Submergence (specified)	200,00 ft
Bottomhole Pressure	79,25 psi
Tubing Head Pressure	110,00 psi
Casing Head Pressure	45,00 psi
Bottomhole Temperature	113,00 °F
Flowing Wellhead Temperature	85,00 °F

Basic Parameters	
Submergence	200,00 ft
Pump Intake Pressure	87,65 psi
Pump Discharge Pressure	1381,80 psi
Differential Pressure	1294,15 psi
Net Hydrostatic Head	1213,67 psi
Flow Losses	15,47 psi
Pump Pressure Loading	64,69 % Rtd.
Pump Torque	683,72 ft·lbs
Pump Axial Load	7,21 kips
Maximum Rod Torque	717,32 ft·lbs
Maximum Rod Torque Load	59,78 % Limit
Maximum Axial Rod Load	16,08 kips
Maximum Effective Rod Stress	68,37%
Surface Parameters	
System Input Power	21,80 hp
Prime Mover Output Power	19,62 hp
Energy Cost	1950,83 \$/day
Thrust Bearing L10 Life	93,10 Years
Drivehead Main Shaft Torque Loading	35,87%
Drivehead Structural Loading	N/A
Drivehead Power Output	11,43%
Drivehead Speed Output	20,93%
Drivehead Gearbox Torque	N/A
Surface Motor Loading	39,24%

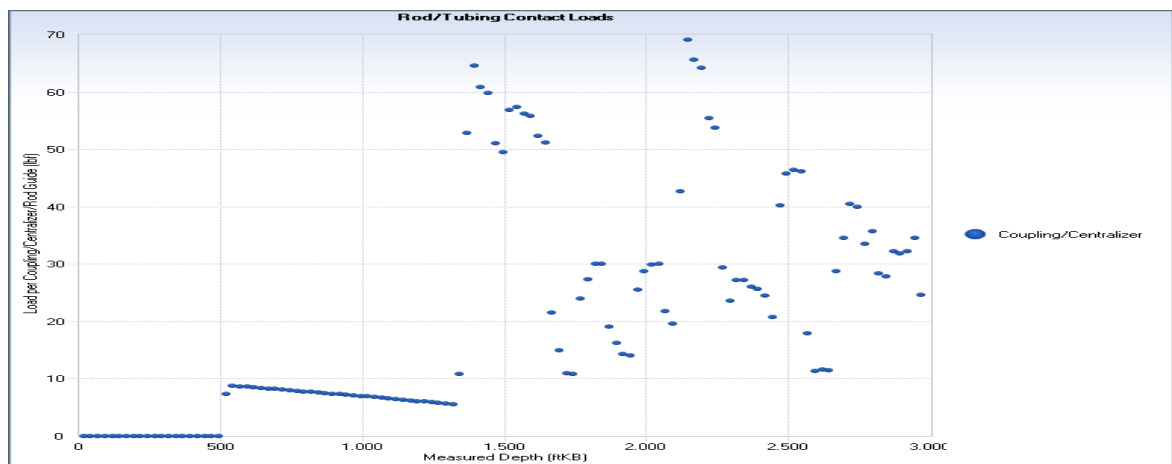
**Tabla 9** Resumen resultados antes de optimización SF-024 (**Fuente:** Software PC-PUMP)

Como se puede observar todas las condiciones del sistema son amigables para garantizar una instalación de larga duración, la carga de la bomba es del 65% con un factor de diseño en cabeza de 152% MD, la carga máxima efectiva sobre la varilla es de 68,37%, la velocidad de operación son 125 RPM para 516 BFPD y la carga sobre el motor de superficie es de 39,24%.

La bomba BMW 80-1400 operaría en promedio a una velocidad de 125 RPM para 516 BFPD. La carga sobre la bomba se evidencia con un promedio de 65% dicho valor es muy provechoso para nuestro sistema debido a que nos garantiza que la bomba trabajara relajada ya que está sobredimensionada en cuanto a carga refiere, pues es sumamente importante que el desplazamiento si sea el adecuado para el potencial del pozo. El factor de diseño en cabeza para este pozo es de 152%, este valor resulta un valor óptimo, si tenemos en cuenta que el valor recomendado es por encima del 120% y el óptimo es 150%.

## 2.4.2. Sistema PCP después de optimización SF-024

El 10 de diciembre del año 2014 se realizó servicio de instalación de la bomba BMW 95-1500 con elastómero HN309 ya que la bomba anterior a esta se evidencio con elastómero desgarrado. Para este servicio a pozo se realizó cambio de bomba por una de mayor capacidad volumétrica y levantamiento debio a que el pozo aumentó el caudal de fluido aportado pasando de 516BFPD evidenciado en la prueba de octubre del 2013 a un caudal de 798 BFPD registro tomado de la prueba de producción tomada en Noviembre del 2014; esta producción aumento en debido a que este pozo hace parte del proyecto de inyección de fluidos ASP (Alcalis, Surfactantes y Polimeros).



**Gráfica 20** Rod/Tubing Contact Loads después de optimización SF-024 (Fuente: Software PC-PUMP)

La gráfica 20 nos indica las cargas de contacto entre varilla y tubería, se puede observar que a una profundidad de 1395 y 2145 ft se encuentran las mayores cargas de contacto con unas medidas alrededor de 65 y 69 lbf, estas cargas de contacto son manejables para lograr un rendimiento óptimo en el sistema.

A continuación se detallan los resultados obtenidos en el programa PC-PUMP.

Operating Conditions	
Surface Liquid Flow Rate (specified)	798,00 bbls/D
Pump Speed	169,68 RPM
Pump Volumetric Efficiency	80,00%
Fluid Level	2820,00 ftKB
Submergence (specified)	200,00 ft
Bottomhole Pressure	72,30 psi
Tubing Head Pressure	110,00 psi
Casing Head Pressure	45,00 psi
Bottomhole Temperature	113,00 °F
Flowing Wellhead Temperature	85,00 °F

Basic Parameters	
Submergence	200,00 ft
Pump Intake Pressure	80,69 psi
Pump Discharge Pressure	1412,33 psi
Differential Pressure	1331,64 psi
Net Hydrostatic Head	1219,08 psi
Flow Losses	47,56 psi
Pump Pressure Loading	60,52 % Rtd.
Pump Torque	791,03 ft·lbs
Pump Axial Load	7,46 kips
Maximum Rod Torque	825,58 ft·lbs
Maximum Rod Torque Load	68,80 % Limit
Maximum Axial Rod Load	16,39 kips
Maximum Effective Rod Stress	78,12%
Surface Parameters	
System Input Power	33,91 hp
Prime Mover Output Power	30,52 hp
Energy Cost	3034,31 \$/day
Thrust Bearing L10 Life	64,57 Years
Drivehead Main Shaft Torque Loading	41,28%
Drivehead Structural Loading	N/A
Drivehead Power Output	17,78%
Drivehead Speed Output	28,28%
Drivehead Gearbox Torque	N/A
Surface Motor Loading	61,04%

**Tabla 10** Resumen resultados después de optimización SF-024 (**Fuente:** Software PC-PUMP)

Como se puede observar todas las condiciones del sistema son amigables para garantizar una instalación de larga duración, la carga de la bomba es del 60,52% con un factor de diseño en cabeza de 162% MD, la carga máxima efectiva sobre la varilla es de 78%, la velocidad de operación son 169 RPM para 798 BFPD y la carga sobre el motor de superficie es de 61%.

La bomba BMW 90-1500 operaría en promedio a una velocidad de 160 RPM para 798 BFPD, condiciones favorables para incrementar RPM en caso tal de que haya un poco más de aporte por parte del pozo después del servicio y con rango para disminuir RPM en caso tal de que el pozo empiece a perder aporte por taponamiento de perforados. La carga sobre la bomba tiene un promedio de 60,52% dicho valor es muy provechoso para nuestro sistema debido a que nos garantiza que la bomba trabajara relajada ya que está sobredimensionada en cuanto a carga refiere, pues es sumamente importante que el desplazamiento si sea el adecuado para el

potencial del pozo. El factor de diseño en cabeza para este pozo es de 162%, este valor resulta un valor óptimo, si tenemos en cuenta que el valor recomendado es por encima del 120% y el óptimo es 150%.

De esta manera el pozo logró producir los 798 BFPD estimados sin algún inconveniente, ya que el motor, el variador y el cabezal están en los parámetros aceptables para desarrollar el trabajo deseado.

Para un futuro servicio se recomienda realizar pruebas de compatibilidad con el elastómeros debido a los fluidos inyectados en el proyecto ASP (Álcalis, Surfactantes y Polímeros), ya que estos se encuentran en contacto con el elastómero causando hinchamiento y ampollamiento por ende una falla en el sistema.

### 3. RESUMEN DE RESULTADOS

Se desarrolló el trabajo de optimización obteniendo resultados para los casos particulares de los pozos DT-078, DT-081, DT-132 y SF-024 que se consideraron en estado crítico debido a que presentaban mayor cantidad de servicios realizados y puntualmente la mayor proporción de determinadas fallas.

Componente Fallado	Cantidad de Fallas		
	2014	2013	2012
Tubería	5	1	-
Varillas	1	2	5
Rotor	-	-	2
Estator	2	2	-
<b>Total general</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>7</b>

**Tabla 11** Cantidad de fallas en pozos considerados críticos en los campos de San Francisco y Dina Terciario. (Fuente: Base de datos TDA)

A partir de las fallas que se presentaron en mayor cantidad en los pozos críticos (Tabla 11) se realizó el trabajo de optimización observando beneficios en las predicciones hechas utilizando el software PC-PUMP que evidencian aumento en el run life de cada pozo.

PARAMETROS OPERACIONALES	DT - 078		DT - 081		DT - 132		SF - 024	
	ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS
CAUDAL FLUIDO (BFPD)	157	157	224	224	1266	1266	516	798
BSW (%)	90	90	78	78	90	90	83	83
CAUDAL CRUDO (BOPD)	15,7	15,7	49,3	49,3	127	127	87,7	135,7
VELOCIDAD RPM	191	129	185	185	319	319	130	170
MAYOR CARGA DE CONTACTO VARILLA-TUBERÍA (LBF)	70	7,1	100	100	8,1	8,1	67	69
CARGA SOBRE LA BOMBA (%)	68	68	48	48	65	65	72	61
CARGA MAXIMA EFECTIVA SOBRE LA VARILLA (%)	48	47	44	44	80	80	69	78
CARGA SOBRE EL MOTOR DE SUPERFICIE (%)	15	16	24	24	77	77	40,27	61
<b>MEJORA</b>	Cambió varilla convencional a continua		Instaló rotador de tubería y swivel		Instaló tubing blast joint		Instaló bomba PCP de mayor capacidad volumétrica	

**Tabla 12** Resumen resultados pozos optimizados (Fuente: Base de datos TDA y Software PC-PUMP)

En la tabla 12 podemos encontrar los parámetros operacionales antes y después de la optimización dada durante la elaboración del proyecto de pasantía supervisada “OPTIMIZACION DEL SISTEMA PCP EN POZOS DE LOS CAMPOS SAN FRANCISCO Y DINA TERCIARIO”. Como se puede evidenciar en algunos pozos no se realizó optimización con respecto a la mejora de los parámetros operacionales si no que se tomaron medidas por medio de la instalación de accesorios para el sistema de levantamiento artificial los cuales aumentan el tiempo entre falla “run life”.

#### 4. CONCLUSIONES

- Se optimizaron los sistemas de levantamiento artificial PCP de los pozos identificados como críticos en los campos Dina Terciario y San Francisco utilizando la metodología de monitoreo y control de variables de producción desarrollado por TDA.
- Fueron puestos en práctica los conocimientos adquiridos de la universidad en casos reales con bombas PCP y lograr mejoría de run life en los pozos.
- La pasantía se representó en el aumento de run life de los pozos seleccionados con la ayuda el software PC-PUMP, en el cual se realizaron todas las simulaciones pertinentes para la debida optimización.
- Una de las elementos más vulnerable que se identificó del sistema pcp es el elastómero ya que en varias situaciones se presentó con falla de bomba pegada, debido a que este al entrar en contacto con ambientes y fluidos agresivos, tales como ácido sulfhídrico, dióxido de carbono, grandes cantidades de parafinas, compuestos aromáticos (xileno, benceno, tolueno y antraceno), altas presiones y temperaturas, puede hincharse drásticamente, sufrir ampollamiento o dilatación térmica por ende alterar sus propiedades mecánicas a tal punto de sufrir desgarramiento y dar la bomba por perdida.
- Las PCP a diferencia de los otros sistemas de levantamiento artificial, están diseñados para manejar sólidos, sin embargo en algunos pozos se instalan filtros de arena para controlar el tamaño de grano que entra a la PCP.
- Con el fin de aliviar las cargas de contacto entre varilla y tubería, las soluciones que se realizaron, como primer recurso fue instalar centralizadores de varilla de esta manera relajar las cargas distribuyendo los puntos de contacto, en el evento que esto no resulte y las cargas de contactos siguen siendo altas se deberá tener en cuenta la instalación de varilla continúa, la cual también depende del potencial del pozo para su respectiva disposición.
- Los pozos estudiados presentan repetitivas fallas operacionales, de diseño y administrativo, como por ejemplo varilla partida, tubería rota, bomba pegada, sistema sobre diseñadas o sub diseñadas, estos problemas son debido a cortes eléctricos en los campos, falta de materiales, taponamiento de perforados, mala selección de equipos y materiales con los cuales trabajar



de una manera óptima, bombas con eficiencias no adecuadas para el pozo, personal técnico con capacitación insuficiente.

## 5. RECOMENDACIONES

- Este proyecto de optimización sirve como pauta e inicio para plasmar una optimización en todo el campo de Dina Terciario y San Francisco, por esta razón es necesario realizar el seguimiento de los pozos re diseñados en este proyecto de grado con el fin de comprobar la eficiencia dada con estas mejoras ejecutadas.
- Todo pozo que lleve más de 6 meses sin intervención, se recomienda especificar en el planning el despeje de los perforados con raspador y reportar fondo alcanzado, si este está por encima del estipulado, limpiar con bomba desaneradora de esta manera lograr un rat hole adecuado para el sistema.
- Especificar en los planning de servicios con cuantos ratches el rotador de tubería rompe pines de la swivel, de esta manera asegurar un óptimo trabajo de las herramientas instaladas.
- Con el fin de disminuir los problemas de pegue de bomba por paradas de pozo, se recomienda mejorar el sistema eléctrico de los campos.
- En pozos que presenten problemas de fallas por tubería tener en cuenta que se encuentran en el mercado variedad de clases de tubería como la N-80 y L80 las cuales sirven para corrosión, por otro lado la J55 se usa principalmente cuando se necesita contrarrestar los problemas de abrasión.
- Se debe realizar pruebas de compatibilidad previa a la inyección de sustancias químicas en los pozos ya que interactúan con el elastómero y pueden degradar las propiedades mecánicas como hinchamiento y desgarramiento.
- Cuando se realiza instalación de varilla combinada (convencional – continua) en el pozo, debido a la falta de materiales o ya sea porque el pozo no tiene el suficiente potencial para la instalación de varilla continua en su totalidad, se recomienda que la varilla de mayor esfuerzo se instale en la parte superior, debido a que en superficie, se necesita mayor torque disponible para girar toda la sarta de varillas y debe resistir mayor carga axial, adicionalmente se debe instalar la varilla continua en la zona de mayor desviación.

- Teniendo como propósito aumentar el run life de la tubería, se tiene como opción el uso de blast joint, el cual es usado en los pozos que presentan problemas de jetting, ya que esta herramienta tiene un mayor espesor al de la tubería usada normalmente. Otra forma de aumentar el run life, es el uso de rotador de tubería y swivel, lo cual permite un desgaste uniforme de la tubería y no en un solo punto como se evidencia comúnmente en los servicios realizados. Esta tubería blast joint, no alivia los problemas de varilla partida, ya que el rozamiento con la tubería continuara.
- Si la carga de contacto entre varilla y tubería son mayores a 170lbf, se debe tomar como medida el uso de varilla continuo.
- Se debe tener como guía la Norma API 11BR para el uso de la varilla clase B (varilla usada que se encuentra en buenas condiciones).
- Si se realizan servicios repetitivos por varilla partida, en el siguiente servicio al pozo se recomienda realizar una inspección minuciosa de la tubería para descartar tubería acanalada o con alto porcentaje de desgaste y además se puede considerar hacer prueba de tubería contra hold down con una presión entre 1500 y 2000 psi, de esta manera en el pulling de tubería, aquella que no se encuentre en condiciones óptimas de trabajo, proseguir con su respectivo cambio.
- Pozos con alto GOR (relación gas aceite), es recomendable profundizar el intake de la bomba por debajo de perforados, mantener PCP por debajo del punto de burbuja e instalación de separador de gas, de esta manera se controla la entrada de gas libre a la bomba y por ende aumentar la vida del elastómero.

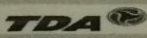
## 6. BIBLIOGRAFIA

- ALGR, 20014. Catalogo ABS Tool, vol. 1. Serinpet LTDA.
- PCP Oil Tools, 2013. [Web en línea]. [http://pcpoiltools.com/seccion\\_detalle.php?ididioma=1&idsede=1&idsccion=19&idcarpeta=30](http://pcpoiltools.com/seccion_detalle.php?ididioma=1&idsede=1&idsccion=19&idcarpeta=30).
- Empresa TDA Supply & Service S.A. 2014. <http://www.tdasupplyservice.com/>.
- Hirschfeldt Marcelo, 2008. Manual de Bombeo de Cavidades Progresivas vol. 1.
- Norma API RP 11 BR, 2° edition, July 1, 1991. Recommended Practice for Care and Handling of Sucker Rods.
- Weatherford Artificial Lift Systems, 2010. Progressing Cavity Pumping Systems, Impact of Gas on Pump Run Life.
- R & M Energy Systems, a Unit of Robbins and Myers Inc. 1997. Progressing Cavity (PC) Pump Design Optimization for Abrasive Applications. SPE 37455
- Compañía C-FER Technologies, [Web en línea]. <http://www.cfertech.com/pc-pump>.
- Tim Soltys, CO2 & Explosive Decompression In Pc Pumping Applications.
- Compañía ODESSA SEPARATOR INC, [Web en línea]. <http://www.odessaseparator.com/>.

# ANEXOS

## Anexo 1 Plan de capacitación y estructuramiento para la evaluación y el desarrollo de competencias ocupacionales

RHC-08.05



### PLAN DE CAPACITACION Y ENTRENAMIENTO PARA LA EVALUACION Y EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS OCUPACIONALES

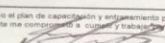
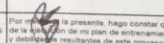
Cada vez que ingresa una persona a la compañía, o se realice un cambio de cargo o funciones, así mismo se necesite reforzar competencias específicas se debe diligenciar este registro con el ánimo de identificar y establecer necesidades de capacitación y entrenamiento según el perfil del cargo fijado por la organización.

Fecha de Realización del programa: 25 De Febrero de 2014      Nombre del funcionario que ingresa al programa: **BARRERA CHAVEZ JUAN CAMILO**      Cargo Actual: Ingeniera junior integral als      Base: **BASE NEIVA**


Nombre y cargo de quien realiza el Programa: **Mauricio Charry**      Origen de la necesidad de fortalecimiento de competencias: Ingeniera junior integral als      Ingreso: \_\_\_\_\_      Ascenso/Cambio de ocupación o cargo: \_\_\_\_\_      Nuevas labores asociadas al cargo: \_\_\_\_\_      Otro: \_\_\_\_\_      Cui? \_\_\_\_\_

Como mínimo defina los 3 categorías siguientes, o inserte tantos temas como considere necesario. Recuerde que se tiene 15 días como plazo para establecer el presente plan de entrenamiento para lograr que el colaborador se desempeñe de la mejor forma en su puesto de trabajo aportando a la organización en el logro de las metas y objetivos trazados.

**PROCESO AL QUE PERTENECE EL FUNCIONARIO( Opts) al que pertenece:**

TEMA/CONCEPTO/ SITUACIONES	PROGRAMACION		RESPONSABLE ASIGNADO PARA SU ENTRENAMIENTO	FECHA DE EVALUACION FINAL	EJECUCION, EVALUACION Y VALIDACION		FECHA DE REALIZACION DE LA EVALUACION	CONCEPTO: Aprobado, No aprobado, Reservas (reservar) adicional	FIRMA DEL ENTRENADOR QUE EVALUA
	INTENSIDAD TEORICA (HR)	INTENSIDAD PRACTICA (HR)			INTENSIDAD TEORICA (HR)	INTENSIDAD PRACTICA (HR)			
<b>TEMA 1: Teoría y principios de funcionamiento de los sistemas PCP</b>									
1 Reconocimiento de equipos de fondo y superficie	4	2	Mauricio Charry	22/04/14	4	2	22/04/14	Aprobado	A. J. M. C.
2 Diseños de sistemas PCP y análisis de resultados en PC-Pump	8	8	Mauricio Charry	15/05/14	8	8	15-05-14	Aprobado	A. J. M. C.
3 Nuevas tecnologías ALS	4	4	Mauricio Charry	15/05/14	4	4	15-05-14	Aprobado	A. J. M. C.
4 Comparación de diferentes escenarios	2	2	Mauricio Charry	15/05/14	2	2	15-05-14	Aprobado	A. J. M. C.
5 Desarrollo de planes de instalación (Planings)	2	2	Mauricio Charry	15/05/14	2	2	15-05-14	Aprobado	A. J. M. C.
6 Análisis de fallas	4	8	Mauricio Charry	15/05/14	4	8	15-05-14	Aprobado	A. J. M. C.
7 Informe de Optimización y tabla PCP	2	4	Mauricio Charry	02-04-14	2	4	24/14 24/14	Aprobado	A. J. M. C.
8 Pruebas de Compatibilidad	2	4	Mauricio Charry	16/05/14	2	4	16-05-14	Aprobado	A. J. M. C.
9 Problemas típicos de operación	10		Mauricio Charry	16/05/14	10		16-05-14	Aprobado	A. J. M. C.
# Centralización	2	3	Mauricio Charry	19/05/14	2	3	19-05-14	Aprobado	A. J. M. C.
# Catálogos mecánicos	2	2	Mauricio Charry	20/05/14	2	2	20-05-14	Aprobado	A. J. M. C.
# Optimización de sistemas PCP	4	2	Mauricio Charry	21/05/14	4	2	21-05-14	Aprobado	A. J. M. C.
# Configuración de la sarta de válvulas y tubería	4	4	Mauricio Charry	22/05/14	4	4	22-05-14	Aprobado	A. J. M. C.
Total de intensidad de capacitación y entrenamiento por tema: 38    34									
<b>TEMA 2: Administrativo</b>									
1 Políticas y Objetivos Gerencia PCP (Funciones y metas vie)	2		Daniel Ortega	26-05-14	2		26-05-14	Aprobado	A. J. M. C.
2 Política de ventas y formato de cotización	2		Daniel Ortega	26-05-14	2		26-05-14	Aprobado	A. J. M. C.
3 Política de requerimiento de válvulas y sarta de costales	1	1	Ledy Lemus	15-04-14	1	1	15-04-14	Aprobado	A. J. M. C.
4 Política de regularización de válvulas y antigros	1	1	Ledy Lemus	15-04-14	1	1	15-04-14	Aprobado	A. J. M. C.
5 Mapa de puntos de control de procesos (APE)	2	2	Mauricio Charry	26-05-14	2	2	26-05-14	Aprobado	A. J. M. C.
6 Política de trabajo y forma de pago TDA	1	1	Ledy Lemus	15-04-14	1	1	15-04-14	Aprobado	A. J. M. C.
8 Revisión del manualidad de Facturación	1	1	Mauricio Charry	23-05-14	1	1	23-05-14	Aprobado	A. J. M. C.
9 Aprobación de horas Extras y gastos de la base	1	1	Mauricio Charry	23-05-14	1	1	23-05-14	Aprobado	A. J. M. C.
Total de intensidad de capacitación y entrenamiento por tema: 11    7									
<b>TEMA 3: Instalación y Mantenimiento de equipos PCP</b>									
1 Instalación de Catwalk	2	4	Adolfo Barrios	4/08/14	2	4	4-08-2014	Aprobado	A. J. M. C.
2 Running y Pulling de Válvula	6	16	Adolfo Barrios	5/08/14	6	16	5-08-2014	Aprobado	A. J. M. C.
3 Armeo de BVA	3	6	Adolfo Barrios	5/08/14	3	6	5-08-2014	Aprobado	A. J. M. C.
4 Espaciamiento	2	6	Adolfo Barrios	5/08/14	2	6	5-08-2014	Aprobado	A. J. M. C.
5 Armeo de Pazo	1	2	Adolfo Barrios	5/08/14	1	2	5-08-2014	Aprobado	A. J. M. C.
6 Flashing	2	4	Adolfo Barrios	8/08/14	2	4	8-8-2014	Aprobado	A. J. M. C.
7 Torre de Niveles	2	4	Adolfo Barrios	8/08/14	2	4	8-8-2014	Aprobado	A. J. M. C.
8 Diagrama de Puntos	2	6	Adolfo Barrios	11/08/14	2	6	11-8-2014	Aprobado	A. J. M. C.
9 Emisión y planeación del plan de nido (Fondos programados)	2	6	Adolfo Barrios	30/08/14	2	6	30-8-2014	Aprobado	A. J. M. C.
10 Reconocimiento de accesos (Cabeza, Ancla, Rotador de Tubería)	2	6	Adolfo Barrios	5/08/14	2	6	5-8-2014	Aprobado	A. J. M. C.
Total de intensidad de capacitación y entrenamiento por tema: 24    56									
<b>TEMA 4: Logística y Taller</b>									
1 Procedimiento y pruebas de Bombas	2	4	Oscaz Fajardo	05/04/14	2	4	05/04/14 05/04/14	Aprobado	A. J. M. C.
2 Pruebas de Boreascope y Tear Down	2	4	Oscaz Fajardo	24/04/14	2	4	24/04/14 24/04/14	Aprobado	A. J. M. C.
3 Requerimiento de equipos del cliente	2	4	Mauricio Charry	02/04/14	2	4	02/04/14 24/04/14	Aprobado	A. J. M. C.
Total de intensidad de capacitación y entrenamiento por tema: 6    12									
<b>TEMA 5: Programación, Armeo y Mantenimiento de VDF</b>									
1 Setting de Variadores	2	4	Adolfo Barrios	1/08/14	2	4	1-8-2014	Aprobado	A. J. M. C.
2 Descarga de evento history y detangling	2	4	Adolfo Barrios	1/08/14	2	4	1-8-2014	Aprobado	A. J. M. C.
3 Instalación de Accesorios en el Variador	2	4	Adolfo Barrios	1/08/14	2	4	1-8-2014	Aprobado	A. J. M. C.
4 Interpretación de Fallos en el Variador	2	4	Adolfo Barrios	1/08/14	2	4	1-8-2014	Aprobado	A. J. M. C.
Total de intensidad de capacitación y entrenamiento por tema: 8    16									
<b>TEMA 6: Calidad, Seguridad Industrial, Salud Ocupacional y Medio Ambiente -HSEQ-</b>									
1 Políticas y Objetivos HSEQ	2	1	Gisely Charry	25/02/14	2	1	25-02-14	Aprobado	M. F. L. M. B. G. E. T. I. N.
2 ISO 9001 Procedimiento de Seguimiento de Trabajo (Riesgo)	2	1	Gisely Charry	05/05/14	2	1	05-May-14	Aprobado	M. F. L. M. B. G. E. T. I. N.
3 Ruta segura: Requisitos de Calidad y HSE	1	2	Gisely Charry	25/02/14	1	2	25-Feb-14	Aprobado	M. F. L. M. B. G. E. T. I. N.
4 Nuevos Peligros - Riesgos y Controles asociados al cargo	2	NA	Gisely Charry	12/03/14	2	NA	12-Mar-14	Aprobado	M. F. L. M. B. G. E. T. I. N.
5 Roles y Responsabilidades en HSEQ	1	NA	Gisely Charry	10/03/14	1	NA	10-Mar-14	Aprobado	M. F. L. M. B. G. E. T. I. N.
6 Inducción interna Fomento Seguro, Limpio y Saludable	8		Gisely Charry	14/05/2014	8		14/05/14	Aprobado	M. F. L. M. B. G. E. T. I. N.
7 Seguridad Vital	2	4	Gisely Charry	20/05/2014	2	4	20-May-14	Aprobado	M. F. L. M. B. G. E. T. I. N.
8 Plan de Emergencias y Contingencia	2	2	Gisely Charry	15/04/2014	2	2	15-Abr-14	Aprobado	M. F. L. M. B. G. E. T. I. N.
Total de intensidad de capacitación y entrenamiento por tema: 30    10									
Observaciones:									
Por medio de la presente, hago constar que se diseñó y comenzó el plan de capacitación y entrenamiento para el desarrollo de mis competencias, de igual forma a través de la presente me comprometo a cumplir y trabajar de acuerdo a este plan, en consonancia de lo anterior firmo					Por medio de la presente, hago constar que conozco los resultados derivados de la implementación de mi plan de entrenamiento y me dan a conocer las fortalezas y debilidades resultantes de este proceso.				
 AVAL GERENCIA DE AREAS GERENTE PROCESO					 AVAL GERENCIA DE AREAS GERENTE PROCESO				

# Anexo 2 Estado mecánico antes de optimización DT-078

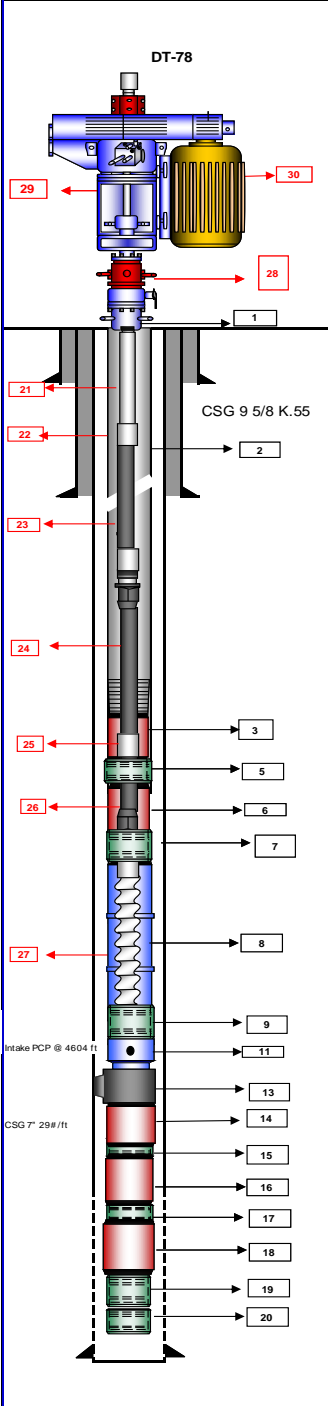


## REPORTE COMPLETAMIENTO PCP

RO-06.03

No

CONSECUTIVO No.



INFORMACION GENERAL						
COMPañIA		PREPARADO POR		TELÉFONO		FECHA
ECOPETROL						18-feb-14
POZO		CAMPO		PAIS	D/PTO.	nuevo
DT-78		DINA TERCIARIO		COLOMBIA	HUILA	w orkover
CASING	SIZE	WEIGHT	GRADE	THREAD	ID (INCH)	DEPTH
	9 5/8	36 #FT	K- 55	BTC	10,05	
CASING	SIZE	WEIGHT	GRADE	THREAD	ID (INCH)	DEPTH
	7	23 #FT	N - 80	BTC	6,184	
TUBING	SIZE	WEIGHT	GRADE	THREAD	ID (INCH)	DEPTH
	3-1/2"	9.3#	N80	EUE	2,992	4558,21

COMPLETAMIENTO EN SUPERFICIE				
DRIVE HEAD (29)		ELECTRIC MOTOR (30)		VSD
FABRICANTE	WTF	FABRICANTE	EMERSON-US MOTOR	FABRICANTE
S/N.	8461	S/N.	R06 9702438-0001H0004	S/N.
MODELO	MG	AMPERIOS	86	MODELO
POLEA	14 M55	POLEA	36 M55	CORRIENTE
GEAR RATIO	4:1	HP	75	HP
CORREAS	14M55 2800	RPM	180	VOLTAJE
				460

(28). BOP COMPOSITE PUMPING TEE 7 1/16" X 3MIL X 3 1/8" X 3000M RAMS 1 1/2" (OIL LIFT), R 31 / R45 .

COMPLETAMIENTO EN FONDO					
ESTATOR		ROTOR		SUCKER ROD	
FABRICANTE	WTF	FABRICANTE	WTF	FABRICANTE	NORRIS
MODELO	28.40-500	MODELO	28-40-500	DIAMETRO	1"
S/N.	3144600113	S/N.	325900012	LONGITUD	25 FT
ELASTOMERO	NBRA	SIZE	STD	GRADO/TIPO	D
CONEXIÓN	3,5" EUE	CONEXIÓN	1"	PESO	2,3#/FT

DESCRIPCION						
SARTA DE PRODUCCION	SUMINISTRADO PO	I.D. (")	O.D. (")	LENGHT (')	FROM (')	TO (')
MR	N/A	N/A	N/A	5,00	0,00	5,00
1.TUBING HANGER 7-1/8 X 3 1/2" EUE	ECP	3,5	7,063	0,60	5,00	5,60
2. (148) JUNTAS DE TUBING 3-1/2" EUE N80 9.3#/ft	ECP	2,992	4,5	4558,21	5,60	4573,81
3. SETTING NIPLE 3-1/2" EUE PIN X BOX	ECP	2,75	4,50	1,10	4573,81	4574,91
4. TUBING PUP JOINT 3-1/2" EUE X 4FT PIN X BOX	ECP	2,992	4,50	4,06	4574,91	4578,97
5. COUPLING XO 3-1/2" EUE X 3-1/2" NU	WTF	N/A	4,42	0,53	4578,97	4579,50
6. TUBING PUP JOINT 3 1/2" NU X 10FT	WTF	3,500	3,50	9,48	4579,50	4588,98
7. COUPLING 3 1/2" NU	WTF	4,000	4,8	0,48	4588,98	4589,46
8. ESTATOR 28-40-500 NBRA 3 1/2" NU PIN X PIN	WTF	N/A	3,50	13,39	4589,46	4602,85
9. COUPLING 3 1/2" NU	WTF	4,000	4,8	0,48	4602,85	4603,33
10. NIPLE ESPACIADOR DE 3 1/2" NU	WTF	3,500	3,500	1,13	4603,33	4604,46
11. PIN DE PARO 3 1/2" NU BOX X 2 7/8" EUE PIN	WTF	N/A	4,18	0,40	4604,46	4604,86
12. X/O DE 3 1/2" EUE PIN X 2 7/8" BOX EUE	ECP	2,992	3,78	0,40	4604,86	4605,26
13. ANCLA TORSTOPPER CSG 7" 3-1/2" EUE PIN - BOX	ECP	2,992	5,00	1,13	4605,26	4606,39
14. SEPARADOR DE GAS 3-1/2" EUE BOX-BOX	ECP	N/A	4,50	2,75	4606,39	4609,14
15. EXTENSION 3 1/2" EUE	ECP	2,750	3,50	0,60	4609,14	4609,74
16. FILTRO 3 1/2" EUE	ECP	N/A	3,500	23,84	4609,74	4633,58
17. EXTENSION 3 1/2" EUE	ECP	2,750	3,500	0,60	4633,58	4634,18
18. FILTRO 3 1/2" EUE	ECP	N/A	3,500	23,86	4634,18	4658,04
19. EXTENSION 3 1/2" EUE	ECP	N/A	3,500	0,61	4658,04	4658,65
20. TAPON 3 1/2" EUE	ECP	N/A	4,500	0,48	4658,65	4659,13
SARTA DE VARILLA	SUMINISTRADO PO	I.D. (")	O.D. (")	LENGHT (')	FROM (')	TO (')
DMR	N/A	N/A	N/A	10,00	0,00	10,00
21.POLISHED ROD 1-1/2" x40 X PIN DE T	ECP	N/A	1500	33,00	10,00	43,00
22. COUPLING T PR	ECP	N/A	2,000	0,42	43,00	43,42
23.PONY ROD T X 10 FT	ECP	N/A	1000	9,58	43,42	53,00
24.(72) SUCKER ROD T D X 25 Ft. W CENTRALIZADOR PLS	ECP	N/A	1000	4428,20	53,00	4481,20
25. SHEAR COUPLING DE T X 50KLS	WTF	N/A	2,200	1,10	4481,20	4482,30
26. (4) SUCKER ROD T D X 25 Ft. W CENTRALIZADOR PLS	ECP	N/A	1000	10180	4482,30	4584,10
27. ROTOR 28.40-500 STD	WTF	N/A	2,000	15,68	4584,10	4599,78
SPACING (54")	N/A	N/A	N/A	4,50	4599,78	4604,28


PERFORADOS	FROM (')	TO (')	THICKNESS	SHOWS
	3967,00	3982,000	15,00	
	424,00	494,000	20,00	
	4292,00	4302,00	10,00	
	4390,00	4400,00	10,00	
	4496,00	4506,00	10,00	
			0,00	

FECHA	HISTORIAL INTERVENCIONES (WORKOVER & WELL SERVICE)

COMENTARIOS

Peso de la sarta de tubería 50 Klbs. Y sarta de varilla 21K lbs.-----distancia de la drive clamp a la base del coupling es de 13 ".

# Anexo 3 Estado mecánico después de optimización DT-078

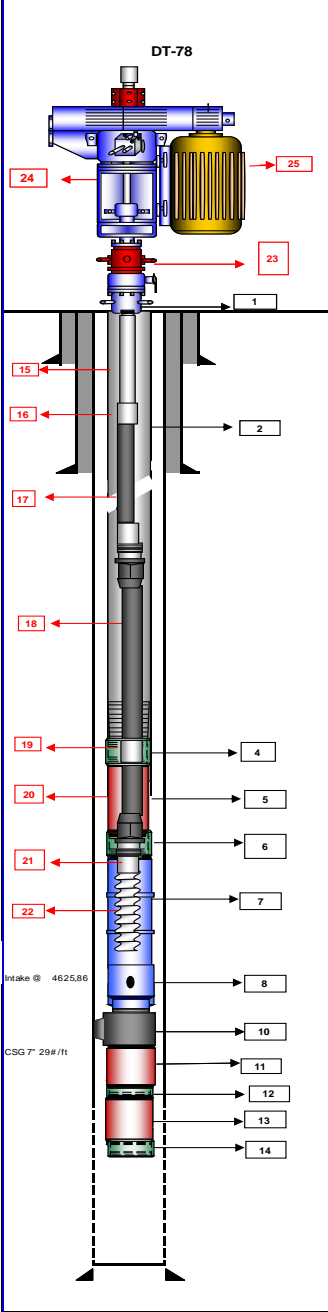


## REPORTE COMPLETAMIENTO PCP

RO-06.03

No

CONSECUTIVO No.



DT-78

INFORMACION GENERAL							
COMPañIA		PREPARADO POR		TELÉFONO		FECHA	
ECOPETROL						18-nov-14	
POZO		CAMPO		PAIS		D/P.TO.	
DT-78		DINA TERCIARIO		COLOMBIA		HUILA	
						nuevo	
						workover	
CASING	SIZE	WEIGHT	GRADE	THREAD	ID (INCH)	DEPTH	
	9 5/8	36 #FT	K- 55	BTC	10,05		
CASING	SIZE	WEIGHT	GRADE	THREAD	ID (INCH)	DEPTH	
	7	23 #FT	N- 80	BTC	6,184		
TUBING	SIZE	WEIGHT	GRADE	THREAD	ID (INCH)	DEPTH	
	3-1/2"	9.3#	N80	EUE	2,992	4566.85	

COMPLETAMIENTO EN SUPERFICIE					
DRIVE HEAD (24)		ELECTRIC MOTOR (25)		VSD	
FABRICANTE	WTF	FABRICANTE	EMERSON-US MOTOR	FABRICANTE	YASKAWA
S/N.	9461	S/N.	R06 9702438-0001H0004	S/N.	M0882230060024
MODELO	MG	MODELO	86	MODELO	F7U045
POLEA	M4 M55	POLEA	36 M55	CORRIENTE	91A
GEAR RATIO	4:1	HP	75	HP	75
CORREAS	MM55 2800	RPM	180	VOLTAJE	460

(23). BOP COMPOSITE PUMPING TEE 7 1/16" X 3 MIL X 3 1/8" X 3000M RAMS 1 1/2" (OIL LIFT), R 31 / R45 . TUBING ROTATOR

COMPLETAMIENTO EN FONDO					
ESTATOR		ROTOR		SUCKER ROD	
FABRICANTE	WTF	FABRICANTE	WTF	FABRICANTE	COROD SER 6
MODELO	22-2400	MODELO	22-2400	DIAMETRO	1"
S/N.	E107733	S/N.	151035	LONGITUD	4430,26 + 100FT
ELASTOMERO	HN-309	SIZE	STD	GRADO/TIPO	SER 6
CONEXIÓN	2-7/8" EUE	CONEXIÓN	7/8"	PESO	2,65

DESCRIPCION	SUMINISTRADO POR	I.D. (")	O.D. (")	LENGHT (')	FROM (')	TO (')
<b>SARTA DE PRODUCCION</b>						
MR	N/A	N/A	N/A	15,00	0,00	15,00
1. TUBING HANGER 7-1/16 X 3 1/2" EUE / MANDRIL	ECP	3,5	7,063	0,98	15,00	15,98
2. (148) JUNTA DE TUBING 3-1/2" EUE N80 9,3#/ft	ECP	2,992	3,500	4566,85	15,98	4582,83
3. SETTING NIPLE 3-1/2" EUE PIN X BOX	PRK	2,75	3,50	1,13	4582,83	4583,96
4. SWIVEL DE 3 1/2" SN- 31595	WTF	2,992	5,00	1,69	4583,96	4585,65
5. TUBING PUP JOINT 3-1/2" EUE X 6FT	TDA	2,992	3,50	6,11	4585,65	4591,76
6. COLLAR X-O 2-7/8" X 3-1/2" EUE	ECP	2,400	4,50	0,45	4591,76	4592,21
7. ESTATOR 22-2400 2-7/8"	WTF	N/A	3,50	32,00	4592,21	4624,21
8. PIN DE PAIRO 2-7/8" EUE	WTF	2,400	3,14	1,65	4624,21	4625,86
9. SLUB X-OVER 2-7/8" BOX X 3-1/2" PIN	ECP	2,400	4,50	0,65	4625,86	4626,51
10. ANCLA TORSTOPPER CSG 7" 3-1/2" EUE PIN-BOX	ECP	2,992	5,00	1,14	4626,51	4627,65
11. SEPARADOR DE GAS 3-1/2" EUE BOX-BOX	ECP	N/A	4,50	2,75	4627,65	4630,40
12. NIFLE ESPACIDOR 3 1/2" EUE	ECP	2,992	3,500	0,58	4630,40	4630,98
13. FILTRO 3 1/2" EUE	ECP	N/A	3,500	23,88	4630,98	4654,86
14. TAPON 3 1/2" EUE	ECP	2,992	4,500	1,08	4654,86	4655,94
<b>SARTA DE VARILLA</b>						
DVR	N/A	N/A	N/A	9,00	0,00	9,00
15. POLISHED ROD 1-1/2" x 40' X PIN DE 1"(Del pozo)	ECP	N/A	1,500	40,00	9,00	49,00
16. COUPLING SH 1" PR (NUEVO)	TDA	N/A	2,000	0,42	49,00	49,42
17. (3) PONY ROD MMS-N87 1" X 2+4+6FT COUPLING	ECP	N/A	1,000	12,00	49,42	61,42
18. VARILLA CONTINUA COROD SER 6	ECP	N/A	1,000	4430,26	61,42	4491,68
19. SHEAR COUPLING DE 1" X 50K LBS (NUEVO)	WTF	N/A	2,200	1,10	4491,68	4492,78
20. VARILLA CONTINUA COROD SER 6	ECP	N/A	1,000	100,00	4492,78	4592,78
21. COUPLING XO 7/8" X 1" (NUEVO)	TDA	N/A	2,000	0,43	4592,78	4593,21
22. ROTOR NOV 22-2400 PIN 7/8"	WTF	N/A	N/A	28,90	4593,21	4622,11
SPACING (45")	XXX	XXX	XXX	3,75	4622,11	4625,86


FORMACIONES	FROM (')	TO (')	THICKNESS	SHOWS
	3967,00	3982,000	15,00	
	4124,00	4144,000	20,00	
	4292,00	4302,000	10,00	
	4390,00	4400,000	10,00	
	4496,00	4506,000	10,00	
			0,00	

FECHA	HISTORIAL INTERVENCIONES (WORKOVER & WELL SERVICE)

**COMENTARIOS**

Peso de la sarta de tubería 44 Klbs. Y sarta de varilla 14K lbs. -----distancia de la drive clamp a la base del coupling es de 1".

# Anexo 4 Estado mecánico antes de optimización DT-081

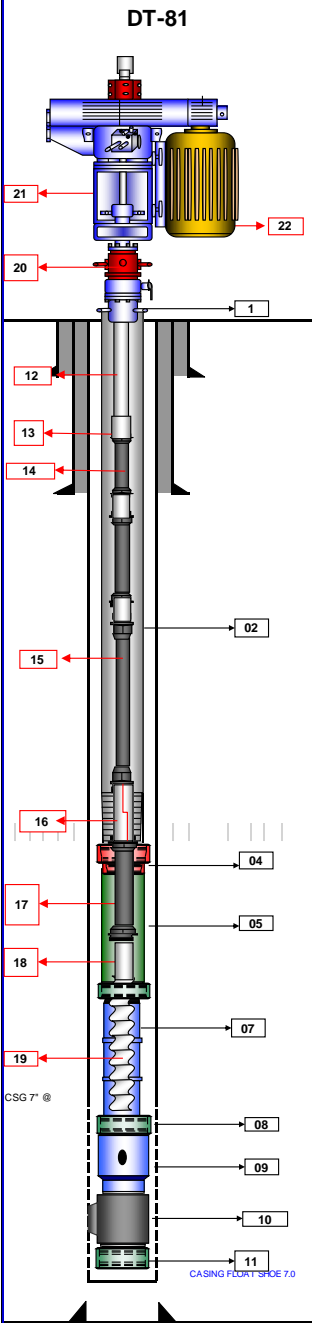


TDA S.A.  
TDA SUPPLY & SERVICE S.A.  
AL SERVICIO DE LA INGENIERÍA COLOMBIANA

## REPORTE COMPLETAMIENTO PCP

RO-06.03

CONSECUTIVO No.



**DT-81**

INFORMACION GENERAL						
COMPANIA	PREPARADO POR		TELEFONO	FECHA		
ECOPETROL				07-jun-14		
POZO	CAMPO	PAIS		DIPTO.	Nuevo	
DT-81	DINA TERCARIO	COLOMBIA		HUILA	w/over	
CASING	SIZE	WEIGHT	GRADE	THREAD	ID (INCH)	DEPTH
	9-5/8"	36 #/FT	S-95	BTC	8,681	
CASING	SIZE	WEIGHT	GRADE	THREAD	ID (INCH)	DEPTH
	7"	26 #/ft	N-80	BTC	6,276	
LINER Ranurado	SIZE	WEIGHT	GRADE	THREAD	ID (INCH)	DEPTH
TUBING	SIZE	WEIGHT	GRADE	THREAD	ID (INCH)	DEPTH
	3 1/2"	9,3 #/ft	N-80	EUE	3,958	3455,24

COMPLETAMIENTO EN SUPERFICIE					
DRIVE HEAD (21)		ELECTRIC MOTOR (22)		VSD	
FABRICANTE	BMW	FABRICANTE	EMERSON	FABRICANTE	YASKAWA
S/N.	6092262086	S/N.	460	S/N.	M08522 80360042
MODELO	MINI G 1,25	AMPERIOS	46	MODELO	F7U4022
POLEA	144 DIENTES	POLEA	36 DIENTES	CORRIENTE	60
GEAR RATIO	4:1	HP	40	HP	50
CORREAS	14M55-2800	RPM	1190	VOLTAJE	460 Vac

(20). BOP COMPOSITE PUMPING TEE 7 1/16" X 3 MIL X 3 1/8" X 3000M RAMS 1 1/4" (OIL LIFT), R 31 / R45 .

COMPLETAMIENTO EN FONDO					
STATOR		ROTOR		DRIVE RODS	
FABRICANTE	NOV	FABRICANTE	NOV	FABRICANTE	ALBERTA
MODELO	24-800	MODELO	24-800	DIAMETRO	7/8"
S/N.	43437	S/N.	43438	LONGITUD	25'
ELASTOMERO	OBX	SIZE	UND	GRADO	WCN 96
CONEXION	3 1/2"	CONEXION	7/8" PIN	PESO	2,22

DESCRIPCION	SUMINISTRADO POR	I.D. (")	O.D. (")	LENGHT (')	FROM (')	TO (')
<b>SARTA DE PRODUCCION</b>						
MR	XXX	XXX	XXX	15,00	0,00	15,00
01. tubing hanger 7 1/16" x 3 1/2"	ECP	3,500	7,063	0,64	15,00	15,64
02. (113) tubing joint 3-1/2" eue n80 9,3#	ECP	2,992	3,500	3455,24	15,64	3470,88
03. (4) tubing Blast joint 3-1/2" eue n 80 9,3#	ECP	2,992	4,500	36,28	3470,88	3507,16
04. Nippleslla 3 1/2" eue pin-pin	PARKO	2,750	3,500	1,10	3507,16	3508,26
05. pup joint 3 1/2" eue N80 9,3# + COLLAR DE 3 1/2" EUE	TDA	2,992	3,500	4,10	3508,26	3512,36
06. Collar de 3 1/2"	TDA	2,980	3,780	0,52	3512,36	3512,88
07. STATOR NOV 24-1800 3 1/2" OBX	TDA	NA	3,500	25,98	3512,88	3538,86
08. Collar de 3 1/2"	TDA	2,980	3,780	0,52	3538,86	3539,38
09. PIN DE PARO 3 1/2" EUE	TDA	2,980	3,130	1,58	3539,38	3540,96
10. Non Turn Anchor Torqstopper 7" CSG X 3-1/2" EUE	WTF	2,992	5,000	1,14	3540,96	3542,10
11. Coupling 3 1/2" EUE	ECP	3,500	4,500	0,48	3542,10	3542,58
<b>SARTA DE VARILLA</b>						
MR	XXX	XXX	NA	7,00	0,00	7,00
12. POLISHED ROD 1-1/4" X 40' PIN 1"	ECP	XXX	1,250	39,91	7,00	46,91
13. COUPLING SH X 7/8"	TDA	XXX	1,630	0,38	46,91	47,29
14. (1) PONY'S ROD 7/8" GR WCN 96 x ( 4 FT)	ECP	XXX	0,875	4,00	47,29	51,29
15. (132) VARILLA 7/8" X 25 FT GRADO WCN 96 Centralizada PL5	ECP	XXX	0,875	3382,53	51,29	3433,82
16. SHEAR COUPLING 7/8" X 40 KLB	TDA	XXX	1,750	1,10	3433,82	3434,92
17. (3) VARILLAS WCN 96 DE 7/8" x 25 FT PIN	ECP	XXX	0,875	75,00	3434,92	3509,92
18. COUPLING SH 7/8"	TDA	XXX	1,630	0,38	3509,92	3510,30
19. ROTOR NOV 24-1800 7/8" PIN	TDA	XXX	1,630	27,49	3510,30	3537,79
SPACING (38")	XXX	NA	NA	3,17	3537,79	3540,96


FORMACIONES	FROM (')	TO (')	THICKNESS	SHOWS

FECHA	HISTORIAL INTERVENCIONES (WORKOVER & WELL SERVICE)

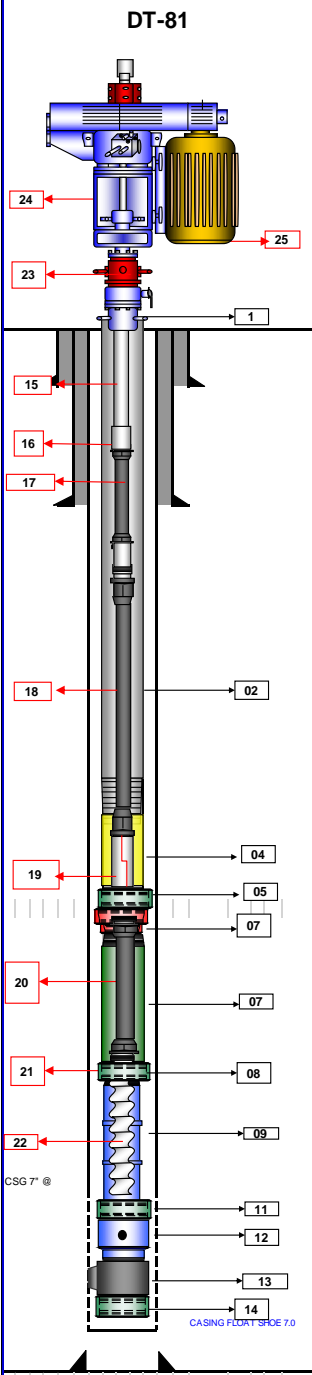
COMENTARIOS
WS TUBERIA =37 k lbs ---WS DE VARILLA = 8Klbs ----DISTANCIA DE LA DRIVE CLAMP A LA BASE DEL COUPLING ES DE 6"



# Anexo 5 Estado mecánico después de optimización DT-081



**DT-81**



CSG 7" @

CASING FLOUTY SIZE 7.0

## REPORTE COMPLETAMIENTO PCP

RO-06.03

CONSECUTIVO No.

---

**INFORMACION GENERAL**

COMPAÑIA		PREPARADO POR		TELEFONO	FECHA	
ECOPETROL					11-nov-14	
POZO	CAMPO	PAIS	DPTO.	Nuevo		
DT-81	DINA TERCARIO	COLOMBIA	HUILA	w orkover		
CASING	SIZE	WEIGHT	GRADE	THREAD	ID (INCH)	DEPTH
	9-5/8"	36 #/ft	S-95	BTC	8.681	
CASING	SIZE	WEIGHT	GRADE	THREAD	ID (INCH)	DEPTH
	7"	26 #/ft	N-80	BTC	6.276	
LINER Ranurado	SIZE	WEIGHT	GRADE	THREAD	ID (INCH)	DEPTH
TUBING	SIZE	WEIGHT	GRADE	THREAD	ID (INCH)	DEPTH
	3 1/2"	9.3 #/ft	N-80	EUE	3.958	3085,80

---

**COMPLETAMIENTO EN SUPERFICIE**

DRIVE HEAD (24)		ELECTRIC MOTOR (25)		VSD	
FABRICANTE	BIMV	FABRICANTE	EMERSON	FABRICANTE	YASKAWA
S/N	6092262086	S/N	460	S/N	1W08522180360042
MODELO	MINI G 1.25	AMPERIOS	46	MODELO	F7U4022
POLEA	144 DIENTES	POLEA	36 DIENTES	CORRIENTE	60
GEAR RATIO	4:1	HP	40	HP	50
CORREAS	14M55-2800	RPM	1190	VOLTAJE	460 Vac

(23). BOP COMPOSITE PUMPING TEE 7 1/16" X 3 MIL X 3 1/8" X 3000M RAMS 1 1/4" (OIL LIFT), R 31 / R45 .

---

**COMPLETAMIENTO EN FONDO**

STATOR		ROTOR		DRIVE RODS	
FABRICANTE	WTF	FABRICANTE	WTF	FABRICANTE	ALBERTA
MODELO	28-45-700	MODELO	28-45-700	DIAMETRO	7/8"
S/N	3249600115	S/N	3286160214	LONGITUD	25'
ELASTOMERO	NBRA	SIZE	UND	GRADO	WCN 96
CONEXIÓN	4" NU	CONEXIÓN	1"	PESO	2,22

---

DESCRIPCION		SUMINISTRADO POR	I.D. (")	O.D. (")	LENGHT (')	FROM (')	TO (')
<b>SARTA DE PRODUCCION</b>							
EMR		XXX	XXX	XXX	15,00	0,00	15,00
01. TUBING HANGER 3 1/2" EUE X 7 1/16"		ECP	3,500	7,063	0,98	15,00	15,98
02. (113) TUBING 3 1/2" EUE N80 9.3#		ECP	2,992	4,500	3484,25	15,98	3500,23
03. SETTING NIPPLE 3 1/2" EUE PINX PIN		PARKO	2,750	3,500	1,10	3500,23	3501,33
04. PUP JOINT 3 1/2" EUE N80 9.3#		ECP	2,992	4,500	4,10	3501,33	3505,43
05. SWIVEL 3 1/2" EUE S/N 31580		WTF	2,992	5,000	1,68	3505,43	3507,11
06. CROSSCOUPLING 3 1/2" EUE x 4" NU		WTF	4,000	4,500	0,54	3507,11	3507,65
07. EXTENSION SUPERIOR 4" NU		WTF	3,500	4,000	9,50	3507,65	3517,15
08. COUPLING 4" UN		WTF	4,000	4,500	0,48	3517,15	3517,63
<b>09. ESTATOR 28-45-700 4" NU NBRA</b>		WTF	NA	4,000	16,29	3517,63	3533,92
10. COUPLING 4" NU		WTF	4,000	4,500	0,48	3533,92	3534,40
11. EXTENSION INFERIOR 4" UN		WTF	3,500	4,000	1,60	3534,40	3536,00
<b>12. PIN DE PARO 4 NU x 3 1/2" EUE</b>		WTF	NA	4,500	0,43	3536,00	3536,43
13. ANCLA TORSTOPPER 3 1/2" EUE CSG 7"		ECP	2,992	5,000	1,12	3536,43	3537,55
14. SEPARADOR DE GAS SPIRAL 3 1/2" EUE		WTF	NA	4,500	2,8	3537,55	3540,35
<b>SARTA DE VARILLA</b>							
DWR		XXX	XXX	NA	7,00	0,00	7,00
15. POLISHED ROD 1-1/4" x 7/8"		ECP	XXX	1,250	39,30	7,00	46,30
16. COUPLING 7/8"		ECP	XXX	1,630	0,34	46,30	46,64
17. PONY ROD 7/8" WCN 96 x 8"		ECP	XXX	0,875	8,00	46,64	54,64
18. (132) VARILLA WCN 96 7/8" x 25' centralizada con PL5 7/8" x 3 1/2"		ECP	XXX	0,875	3383,48	54,64	3438,12
19. SHEAR COUPLING 7/8" x 40 KLB		TDA	XXX	1,750	1,10	3438,12	3439,22
20. (3) VARILLA WCN 96 7/8"		ECP	XXX	0,875	75,00	3439,22	3514,22
21. COUPLING SH 7/8" 1"		TDA	XXX	2,000	0,42	3514,22	3514,64
<b>22. ROTOR GEREMIA 28-45-700 1"</b>		WTF	XXX	2,000	18,67	3514,64	3533,31
<b>ESPACIAMIENTO</b>		WTF	XXX	NA	3,00	3533,31	3536,31

---

FORMACIONES		FROM (')	TO (')	THICKNESS	SHOWS

---

**HISTORIAL INTERVENCIONES (WORKOVER & WELL SERVICE)**

FECHA	SERVICIO
07-jun-14	SERVICIO POR CAIDA DE PRODUCCION POSIBLE TUBERIA ROTA
11-nov-14	SERVICIO POR ROTOR PARTIDO

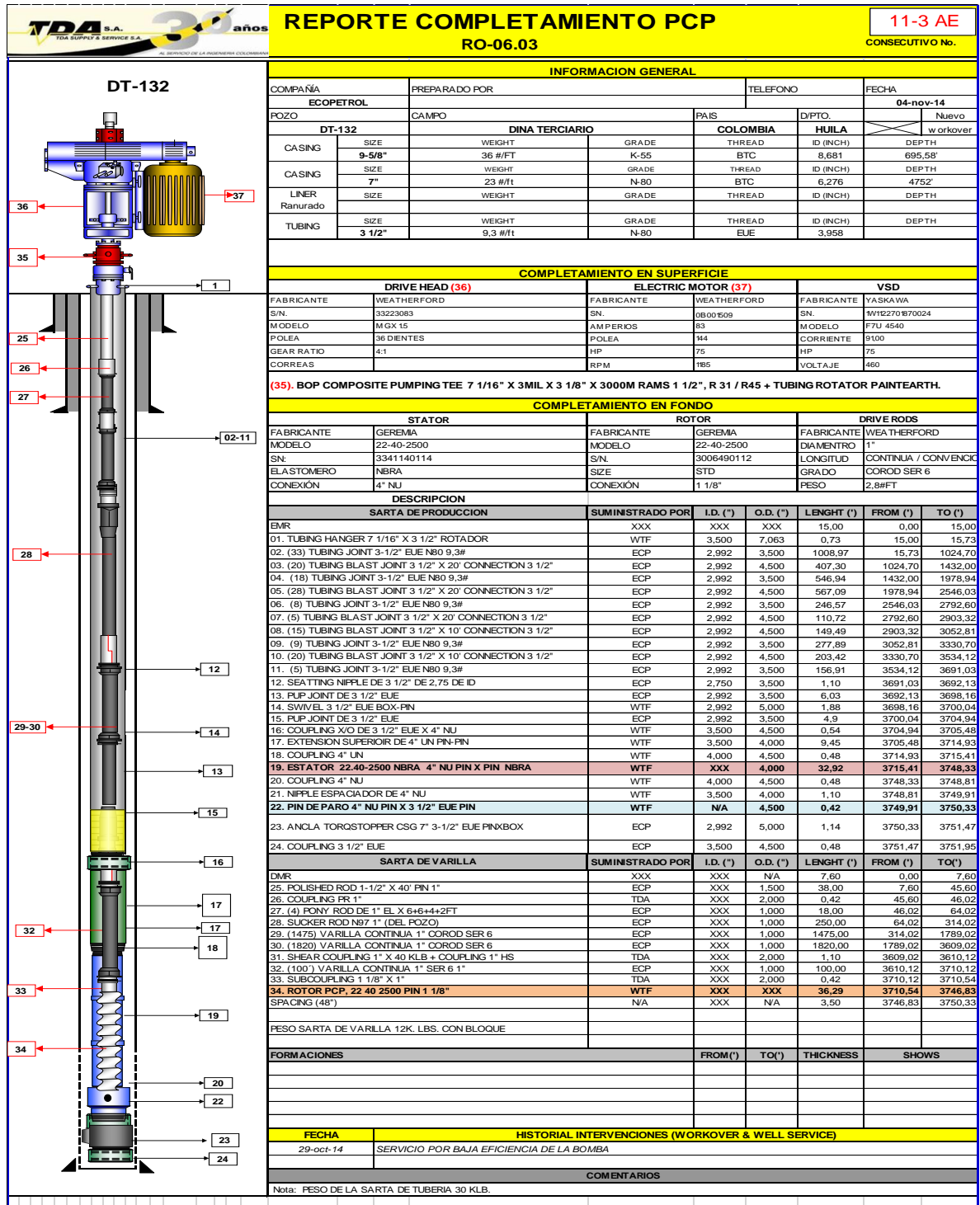
---

**COMENTARIOS**

WS TUBERIA =33 k lbs ---WS DE VARILLA = 6KLSB ----DISTANCIA DE LA DRIVE CLAMP A LA BASE DEL COUPLING ES DE 9"




# Anexo 7 Estado mecánico después de optimización DT-132





# Anexo 9 Estado mecánico después de optimización SF -024

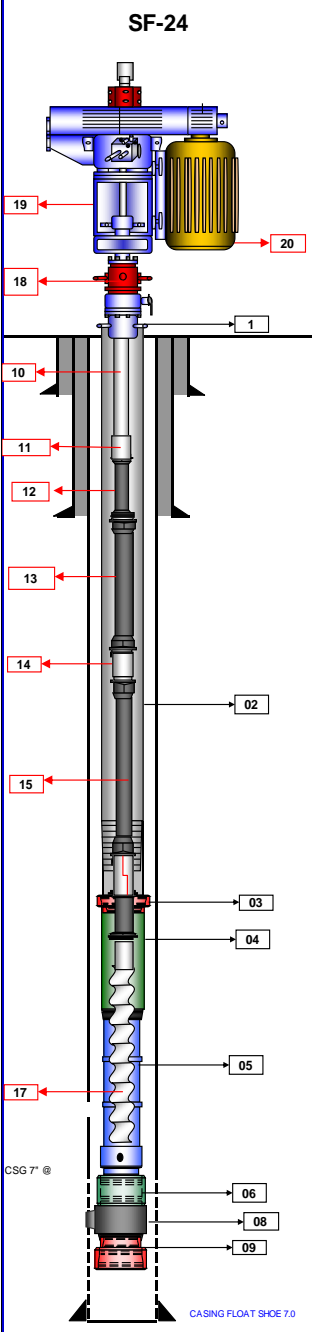


TDA S.A.  
TDA SUPPLY & SERVICE S.A.  
AL SERVIDOR DE LA INGENIERIA COLOMBIANA

## REPORTE COMPLETAMIENTO PCP

RO-06.03

**AE-1613**  
CONSECUTIVO No.



**SF-24**

INFORMACION GENERAL						
COMPAÑIA		PREPARADO POR		TELEFONO	FECHA	
ECOPETROL					10-dic-14	
POZO	CAMPO		PAIS	D/PTO.	Nuevo	
SF-24	SAN FRANCISCO		COLOMBIA	HUILA	workover	
CASING	SIZE	WEIGHT	GRADE	THREAD	ID (INCH)	DEPTH
	9-5/8"	36 #/FT	J-55			660'
CASING	SIZE	WEIGHT	GRADE	THREAD	ID (INCH)	DEPTH
	7"	23 #/ft	K-55			3226'
LINER Ranurado	SIZE	WEIGHT	GRADE	THREAD	ID (INCH)	DEPTH
TUBING	SIZE	WEIGHT	GRADE	THREAD	ID (INCH)	DEPTH
	3 1/2"	9,3 #/ft	N-80	EUE	3,958	2962,87

COMPLETAMIENTO EN SUPERFICIE					
DRIVE HEAD (19)		ELECTRIC MOTOR (20)		VSD	
FABRICANTE	BMW	FABRICANTE	EMERSON	FABRICANTE	YASKAWA
S/N.	3540707	S/N.	R 12 900760-0001M 0003	S/N.	M07 7885970004
MODELO	MGX	AMPERIOS	58	MODELO	F7U4030
POLEA	SINCRÓNICA 1/4-1M 55	POLEA	SINCRÓNICA 3/8-1M 55	CORRIENTE	61
GEAR RATIO	4,00	HP	50	HP	50
CORREAS	2800 1/4MBH 55	RPM	180	VOLTAJE	460 Vac

(18). BOP COMPOSITE PUMPING TEE 7 1/16" X 3MIL X 3 1/8" X 3000M RAMS 1 1/2" (OIL LIFT), R 31 / R45 .

COMPLETAMIENTO EN FONDO					
STATOR		ROTOR		DRIVE RODS	
FABRICANTE	BMW	FABRICANTE	BMW	FABRICANTE	AOT N97
MODELO	95-500	MODELO	95-500	DIAMETRO	1"
S/N.	E11500	S/N.	E4458	LONGITUD	25'
ELASTOMERO	HN309	SIZE	STD	GRADO	97
CONEXIÓN	3 1/2" BOX-BOX	CONEXIÓN	1" PIN	PESO	8000 lb

DESCRIPCION							
SARTA DE PRODUCCION		SUMINISTRADO POR	I.D. (")	O.D. (")	LENGHT (')	FROM (')	TO (')
MR		XXX	XXX	XXX	12,00	0,00	12,00
01. tubing hanger 7 1/16" x 3 1/2"		ECP	3,500	7,063	0,50	12,00	12,50
02. (96) tubing joint 3-1/2" eue n80 9,3#		ECP	2,992	3,500	2962,87	12,50	2975,37
03. nipples 3 1/2" eue pin-pin		ECP	2,750	3,500	1,10	2975,37	2976,47
04. pup joint 3 1/2" eue n80 9,3#		ECP	2,992	3,500	6,05	2976,47	2982,52
05. STATOR BMW 95-1500 H309 box box SN-E11 500		WTF	NA	4,520	37,5	2982,52	3020,02
06. Pin de paro de 3 1/2" pin box		WTF	2,992	4,500	1,82	3020,02	3021,84
07. nipple 1/2" eue pin-pin		ECP	2,750	3,500	0,60	3021,84	3022,44
08. Non Turn Anchor Torqstopper 7" CSG X 3-1/2" EUE		ECP	NA	5,000	1,15	3022,44	3023,59
09. GAS SEPARATOR 3-1/2" BOX-BOX		ECP	NA	5,250	3,34	3023,59	3026,93
SARTA DE VARILLA		SUMINISTRADO POR	I.D. (")	O.D. (")	LENGHT (')	FROM (')	TO (')
MR		XXX	XXX	NA	6,41	0,00	6,41
10. POLISHED ROD 1-1/2" X 40' PIN 1"		ECP	XXX	1,500	38,50	6,41	44,91
11. (1) COUPLING PR SH 1"		WTF	XXX	2,000	0,32	44,91	45,23
12. (2) PONY ROD 1" GR EL. (6+4) FT		ECP	XXX	1,000	10,00	45,23	55,23
13. ( 113) VARILLA CONVENCIONALES AOT NORRIS 97 1" X 25 FT DEL POZO CON COUPLING FS		ECP	XXX	1,000	2825,00	55,23	2880,23
14. SHEAR COUPLING 1" X 40 KLB		ECP	XXX	2,000	0,93	2880,23	2881,16
15. (4) VARILLAS CONVENCIONALES AOT NORRIS 97 1" X 25 FT		ECP	XXX	1,000	100,00	2881,16	2981,16
16. (1) COUPLING SH 1 (NUEVO)		WTF	XXX	2,000	0,32	2981,16	2981,48
17. ROTOR 95-1500 SN-154458		WTF	XXX	1,630	33,96	2981,48	3015,44
SPACING (38")			XXX	NA	3,20	3015,44	3018,64

FORMACIONES			
	FROM (')	TO (')	THICKNESS
			SHOWS

FECHA	HISTORIAL INTERVENCIONES (WORKOVER & WELL SERVICE)

COMENTARIOS	
Peso de la sarta de tubería WS=22k# PESO SARTA DE BOMBEO 8 KLBS	