



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA DE PETRÓLEO
CARRERA DE INGENIERÍA EN PETRÓLEO**

**“ESTUDIO DE LOS CICLOS DE TRABAJO
UTILIZANDO EL ECHOMETER PARA AUMENTAR
LA EFICIENCIA DE LOS EQUIPOS DE BOMBEO
MECÁNICO EN LAS SECCIONES 67 Y TIGRE DEL
CAMPO GUSTAVO GALINDO VELASCO”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
Previa a la obtención del Título de:**

INGENIERO EN PETRÓLEO

AUTOR:

ANDRÉS ANTONIO CALDERÓN ENRÍQUEZ

TUTOR: ING. TARQUINO LÓPEZ CADENA

LA LIBERTAD – ECUADOR

2013-2014

**UNIVERSIDAD ESTATAL “PENÍNSULA DE
SANTA ELENA”**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA DE PETRÓLEO**

CARRERA DE INGENIERÍA EN PETRÓLEO

**“ESTUDIO DE LOS CICLOS DE TRABAJO
UTILIZANDO EL ECHOMETER PARA AUMENTAR
LA EFICIENCIA DE LOS EQUIPOS DE BOMBEO
MECÁNICO EN LAS SECCIONES 67 Y TIGRE DEL
CAMPO GUSTAVO GALINDO VELASCO”**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO EN PETRÓLEO

AUTOR:

ANDRÉS ANTONIO CALDERÓN ENRÍQUEZ

TUTOR: ING. TARQUINO LÓPEZ CADENA

LA LIBERTAD – ECUADOR

2013-2014

APROBACIÓN DEL TUTOR

Como Tutor de la tesis:, **“ESTUDIO DE LOS CICLOS DE TRABAJO UTILIZANDO EL ECHOMETER PARA AUMENTAR LA EFICIENCIA DE LOS EQUIPOS DE BOMBEO MECÁNICO EN LAS SECCIONES 67 Y TIGRE DEL CAMPO GUSTAVO GALINDO VELASCO”** desarrollada por el estudiante Sr. Andrés Antonio Calderón Enríquez egresado de la Carrera de Ingeniería en Petróleo, Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del Título de Ingeniero en Petróleo, me permito declarar que luego de haber dirigido, estudiado y revisado, apruebo en su totalidad este trabajo de investigación.

Atentamente,

ING.TARQUINO LÓPEZ CADENA

TUTOR DE TESIS

DECLARACIÓN

Yo, **Andrés Antonio Calderón Enríquez**, declaro bajo juramento que el trabajo descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual que me corresponde por este trabajo; a la Universidad Estatal Península de Santa Elena; según lo establecido por la ley de Propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Andrés Antonio Calderón Enríquez

REVISIÓN ORTOGRÁFICA Y GRAMATICAL

**DE: LCDA. ALEXIS ZULEMA ALBÁN ÁLVAREZ
ESPECIALIZADA EN LITERATURA Y PEDAGOGÍA**

En mi calidad de Licenciada de la especialidad de Lengua y Literatura, luego de haber revisado y corregido la tesis **“ESTUDIO DE LOS CICLOS DE TRABAJO UTILIZANDO EL ECHOMETER PARA AUMENTAR LA EFICIENCIA DE LOS EQUIPOS DE BOMBEO MECÁNICO EN LAS SECCIONES 67 Y TIGRE DEL CAMPO GUSTAVO GALINDO VELASCO”** ”, previo a la obtención del Título de **INGENIERO EN PETRÓLEO**, del estudiante de la Carrera de Ingeniería en Petróleo, Escuela de Ingeniería en Petróleo, Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, **ANDRÉS ANTONIO CALDERÓN ENRÍQUEZ**, certifico que está habilitada con el completo manejo del lenguaje, claridad en la expresión, coherencia en los conceptos, adecuado empleo de sinonimia, corrección ortográfica y gramatical.

Es cuanto puedo decir en honor a la verdad.

La Libertad, octubre del 2014

**LCDA. ALEXIS ZULEMA ALBÁN ÁLVAREZ
ESPECIALIZADA EN LITERATURA Y PEDAGOGÍA**

AGRADECIMIENTO

A Dios, por todas las bendiciones concedidas.

A mis padres y hermanos, quienes siempre me orientaron por el camino del bien, con su constante amor y apoyo durante toda mi carrera.

A la Gerencia, Equipo de Ingeniería, Recursos Humanos, Supervisores, Operadores y Auxiliares de PACIFPETROL S.A.; por haber permitido integrarme a su familia empresarial durante los seis meses, que en calidad de pasante estuve en el Campo Gustavo Galindo de Ancón; donde conocí a gente muy profesional, sociable y amable que supieron despejarme dudas acerca de las practicas operacionales que se efectúa en el Campo, dándome una mayor claridad de conocimiento para la culminación de mi carrera.

Al Ingeniero Ramón Muñoz Decano de la Carrera por brindarme su asesoría desinteresada para la finalización del trabajo de titulación.

Al Ingeniero Alamir Álvarez Director de la Carrera por su colaboración para la elaboración de este trabajo de grado.

Al Ingeniero Tarquino López por su apoyo y enseñanza para la culminación de la tesis.

Al Ingeniero Pierre Herzog y a los Ingenieros del Área de Producción de la compañía PACIFPETROL S.A. por haberme brindado su colaboración, confianza y conocimientos profesionales.

Andrés Calderón Enríquez

DEDICATORIA

El esfuerzo, la voluntad, y las ganas de superarme, los años de dedicación en mi carrera y el tiempo en la realización de mi tesis, va dedicado a mis padres, Gustavo Calderón Pilay y Ángela Enríquez Jinés, pilares fundamentales en la formación de mi carrera profesional y en la consecución de mis metas.

A mis hermanos Verónica, Gustavo y Juan Carlos por su amor, motivación y apoyo incondicional, que hicieron de mí una mejor persona, con ellos comparto la satisfacción de este triunfo.

Andrés Calderón Enríquez

TRIBUNAL DE GRADO

**ING. RAMÓN MUÑOZ S. Msc.
DECANO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**

**ING. ALAMIR ÁLVAREZ L.Msc.
DIRECTOR DE LA ESCUELA
DE PETRÓLEO**

**ING. TARQUINO LÓPEZ C. Msc.
PROFESOR TUTOR**

**ING. HEINZ TERAN. Msc.
PROFESOR DE ÁREA**

**ABG. JOE ESPINOZA AYALA.
SECRETARIO GENERAL**

ÍNDICE

APROBACIÓN DEL TUTOR	I
DECLARACIÓN	II
REVISIÓN ORTOGRÁFICA Y GRAMATICAL	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
DEDICATORIA	V
TRIBUNAL DE GRADO	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	X
ÍNDICE DE TABLAS	XV
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XVIII
RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN	2
CAPÍTULO I.....	4
DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DEL CAMPO ANCÓN	4
1.1. Aspectos generales	4
1.1.1. Ubicación geográfica del Campo.	4
1.1.2. Historia de la Explotación del Bloque 2	5
1.2. Geología.....	6
1.2.1. Estructura Geológica.	7
1.2.2. Litología de las Formaciones	8
1.3. Historia de la Producción del Campo.	14
1.4. Yacimiento.....	16
1.4.1. Propiedades de los Fluidos.....	17
1.4.2. Propiedades de la Roca	18
1.4.3. Reservas	19
1.5. Producción	20

1.5.1. Sistemas de Extracción Empleados:	21
1.5.2. Producción por Sistemas (Número de Pozos)	31
1.5.3. Producción por Zonas	31
CAPÍTULO II	32
EL SISTEMA DE BOMBEO MECÁNICO	32
2.1. Descripción	33
2.2. Clasificación del Equipo de Bombeo Mecánico	33
2.2.1. Equipo de Subsuelo.	33
2.2.2. Equipo de Superficie.	35
2.3. Tipos y Clasificación de las Bombas de Subsuelo	37
2.4. Ciclo de Bombeo	39
2.4.1 Desplazamiento y Eficiencia Volumétrica de la Bomba.....	40
2.4.2. Carrera Efectiva del Pistón	41
CAPÍTULO III	45
WELL ANALYZER (ECHOMETER)	45
3.1. Well Analyzer (ECHOMETER).....	46
3.2.1. Carta Dinagráfica.....	48
3.2.2. Dinamómetro o Celda de Carga (Herradura)	49
3.3 Llenado Eficiente de la Bomba	50
3.4 Golpe de Fluido	51
3.5. Interpretación de varios Tipos de Cartas Dinagráficas.....	54
3.6. Datos Calculados por una Carta Dinagráfica.....	66
CAPÍTULO IV	68
PROCEDIMIENTO OPERATIVO PARA OPTIMIZACIÓN	68
4.1. Selección de Pozos a Optimizar	69
4.2. Condiciones Iniciales de Operación de Cada Pozo.	69
4.3 Determinación de Carreras Efectivas y Eficiencias Volumétricas Promedio Iniciales	70
4.4. Pruebas Dinagráficas de Campo a Diferentes Intervalos.....	71
CAPÍTULO V	108
RESULTADOS	108
5.1. Tiempo máximo de alta eficiencia volumétrica.	109
5.2. Análisis y Tabulación de Resultados (Promedio de todas las Pruebas para sacar Tiempos Máximos de Alta Eficiencia Volumétrica).....	112
5.3. Determinación de Ciclos de Trabajo en Base a Pruebas Dinagráficas	121
5.4. Pruebas de Producción	124

5.5. Ahorro Estimado de Tiempos de Trabajo.....	127
5.6. Ahorro Estimado Económico.....	128
CAPÍTULO VI	131
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	131
6.1. CONCLUSIONES	132
6.2. RECOMENDACIONES.....	133
BIBLIOGRAFÍA	134
ANEXOS.....	135

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA No.- 1 Ubicación Geográfica del Campo Petrolero Ing. Gustavo Galindo Velasco.....	4
FIGURA No.- 2 Primer pozo Petrolero Explotado en el Campo Ancón ANC0001	5
FIGURA No.- 3 Columna Estratigráfica del Bloque 2	8
FIGURA No.- 4 Reservorios del Campo Ancón	9
FIGURA No.- 5 Niveles Tectónicos del Campo Ancón	9
FIGURA No.- 6 Medios de Depósito.....	11
FIGURA No.- 7 Diagrama de la Producción del Bloque Ancón (1921 – 2011)	15
FIGURA No.- 8 Diagrama Histórico de Producción y Pozos Perforados	16
FIGURA No.- 9 Método de Extracción por Bombeo Mecánico	21
FIGURA No.- 10 Componentes del Sistema de Bombeo Mecánico	22
FIGURA No.- 11 Unidad De Sistema De Levantamiento Por Herramienta Local.....	23
FIGURA No.- 12 Unidad de Sistema de Levantamiento por Pistoneo o Swab.....	24
FIGURA No.- 13 Método de Extracción por Gas Lift.....	26
FIGURA No.- 14 Método de Extracción por Plunger Lift	28
FIGURA No.- 15 Equipo de Superficie y Subsuelo de Plunger Lift Autónomo	29
FIGURA No.- 16 Bomba de Subsuelo RWAC	34
FIGURA No.- 17 Partes Principales de las Bombas de Subsuelo	38
FIGURA No.- 18 Gráfico del Ciclo de Bombeo	39
FIGURA No.- 19 Gráfico de la Carrera Efectiva del Pistón	41
FIGURA No.- 20 Componentes Principales del Equipo Well Analyzer.....	47
FIGURA No.- 21 Diagrama de una Carta Dinagráfica Ideal.....	48
FIGURA No.- 22 Celda de Carga tipo Herradura.....	49
FIGURA No.- 23 Carta Dinagráfica generada por una bomba trabajando al 100% llenado	50
FIGURA No.- 24 Carta dinagráfica con Problema de Golpe de Fluido.....	51
FIGURA No.- 25 Carta Dinagráfica generada por una bomba trabajando con Golpe Fluido	52
FIGURA No.- 26 Secuencia de Pérdida de Fluido en la Bomba (Golpe de Fluido).....	53

FIGURA No.- 27 Carta dinagráfica con Problema de Golpe de Gas.....	55
FIGURA No.- 28 Carta Dinagráfica con problema de Pérdida de Fluido en la Válvula Viajera (TV)	56
FIGURA No.- 29 Carta Dinagráfica con problema de Pérdida de Fluido en la Válvula Fija (SV).....	57
FIGURA No.- 30 Carta Dinagráfica con Problema de Bomba Embastonada	58
FIGURA No.- 31 Carta Dinagráfica con Problema de Varilla Rota.....	59
FIGURA No.- 32 Carta Dinagráfica con Problema de Fricción Excesiva	60
FIGURA No.- 33 Carta Dinagráfica con Problema de Perdida de Carga	61
FIGURA No.- 34 Carta Dinagráfica con Problemas de Estiramiento de Varillas o Bajo Recorrido.	62
FIGURA No.- 35 Carta Dinagráfica con problema de Sobre Recorrido.....	63
FIGURA No.- 36 Carta Dinagráfica con Problema de Bomba con Hueco	64
FIGURA No.- 37 Carta Dinagráfica con Problema de Golpe de Bomba.....	65
FIGURA No.- 38 Carta Dinagráfica de Superficie y de Fondo	66
FIGURA No.- 39 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 60 minutos. (TIG0018).....	72
FIGURA No.- 40 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 120 minutos. (TIG0018).....	73
FIGURA No.- 41 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 240 minutos. (TIG0018).....	74
FIGURA No.- 42 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 600 minutos. (TIG0018).....	75
FIGURA No.- 43 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 1200 minutos. (TIG0018).....	76
FIGURA No.- 44 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 60 minutos. (TIG0019).....	77
FIGURA No.- 45 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 120 minutos. (TIG0019).....	78
FIGURA No.- 46 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 240 minutos. (TIG0019).....	79

FIGURA No.- 47 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 600 minutos. (TIG0019).....	80
FIGURA No.- 48 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 1200 minutos. (TIG0019).....	81
FIGURA No.- 49 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 60 minutos. (ANC0702).....	82
FIGURA No.- 50 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 120 minutos. (ANC0702).....	83
FIGURA No.- 51 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 240 minutos. (ANC0702).....	84
FIGURA No.- 52 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 600 minutos. (ANC0702).....	85
FIGURA No.- 53 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 1200 minutos. (ANC0702).....	86
FIGURA No.- 54 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 60 minutos. (ANC1232).....	87
FIGURA No.- 55 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 120 minutos. (ANC1232).....	88
FIGURA No.- 56 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 240 minutos. (ANC1232).....	89
FIGURA No.- 57 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 600 minutos. (ANC1232).....	90
FIGURA No.- 58 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 1200 minutos. (ANC1232).....	91
FIGURA No.- 59 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 60 minutos.(TIG0028)	92
FIGURA No.- 60 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 120 minutos. (TIG0028).....	93
FIGURA No.- 61 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 240 minutos. (TIG0028).....	94
FIGURA No.- 62 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 600 minutos. (TIG0028).....	95

FIGURA No.- 63 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 1200 minutos. (TIG0028).....	96
FIGURA No.- 64 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 60 minutos. (ANC0585).....	97
FIGURA No.- 65 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 120 minutos. (ANC0585).....	98
FIGURA No.- 66 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 240 minutos. (ANC0585).....	99
FIGURA No.- 67 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 600 minutos. (ANC0585).....	100
FIGURA No.- 68 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 1200 minutos. (ANC0585).....	101
FIGURA No.- 69 Gráfico de Pruebas Dinagráficas a Diferentes Intervalos de Tiempo del Pozo TIG0018.....	102
FIGURA No.- 70 Gráfico de Pruebas Dinagráficas a Diferentes Intervalos de Tiempo del Pozo TIG0019.....	103
FIGURA No.- 71 Gráfico de Pruebas Dinagráficas a Diferentes Intervalos de Tiempo del Pozo ANC0702.....	104
FIGURA No.- 72 Gráfico de Pruebas Dinagráficas a Diferentes Intervalos de Tiempo del Pozo ANC1232.....	105
FIGURA No.- 73 Gráfico de Pruebas Dinagráficas a Diferentes Intervalos de Tiempo del Pozo TIG0028.....	106
FIGURA No.- 74 Gráfico de Pruebas Dinagráficas a Diferentes Intervalos de Tiempo del Pozo ANC0585.....	107
FIGURA No.- 75 Gráfico de Tiempos Máximos de Trabajo en función de Intervalos de Recuperación. (TIG0018).....	115
FIGURA No.- 76 Gráfico de Tiempos Máximos de Trabajo en función de Intervalos de Recuperación. (TIG0019).....	116
FIGURA No.- 77 Gráfico de Tiempos Máximos de Trabajo en función de Intervalos de Recuperación. (ANC0702).....	117
FIGURA No.- 78 Gráfico de Tiempos Máximos de Trabajo en función de Intervalos de Recuperación. (ANC1232).....	118

FIGURA No.- 79 Gráfico de Tiempos Máximos de Trabajo en función de Intervalos de Recuperación. (TIG0028).....	119
FIGURA No.- 80 Gráfico de Tiempos Máximos de Trabajo en función de Intervalos de Recuperación. (ANC0585)	120
FIGURA No.- 81 Comparación entre Tiempos de Trabajo Actual, Tiempo de Trabajo Anterior y Tiempo de Trabajo Ahorrado.....	127
FIGURA No.- 82 Comparación entre Consumo de Energía Eléctrica Actual, Consumo de Energía Eléctrica Anterior y Energía Eléctrica Ahorrada.	129

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA No.- 1 Producción por Sistemas de Levantamiento Artificial	31
TABLA No.- 2 Producción por Zonas del Campo Ancón	31
TABLA No.- 3 Listado de Pozos a Optimizar y Características de Producción	69
TABLA No.- 4 Condiciones Iniciales Operacionales de Pozos a Optimizar	69
TABLA No.- 5 Carreras Efectivas de Pozos a Optimizar	70
TABLA No.- 6 Eficiencias Volumétricas Promedio Iniciales de Pozos a Optimizar	70
TABLA No.- 7 Resultados de la Prueba de 60 min (TIG0018)	72
TABLA No.- 8 Resultados de la Prueba de 120 min (TIG0018).....	73
TABLA No.- 9 Resultados de la Prueba de 240 min (TIG0018).....	74
TABLA No.- 10 Resultados de la Prueba de 600 min (TIG0018).....	75
TABLA No.- 11 Resultados de la Prueba de 1200 min (TIG0018).....	76
TABLA No.- 12 Resultados de la Prueba de 60 min (TIG0019).....	77
TABLA No.- 13 Resultados de la Prueba de 120 min (TIG0019).....	78
TABLA No.- 14 Resultados de la Prueba de 240 min (TIG0019).....	79
TABLA No.- 15 Resultados de la Prueba de 600 min (TIG0019).....	80
TABLA No.- 16 Resultados de la Prueba de 1200 min (TIG0019).....	81
TABLA No.- 17 Resultados de la Prueba de 60 min (ANC0702)	82
TABLA No.- 18 Resultados de la Prueba de 120 min (ANC0702)	83
TABLA No.- 19 Resultados de la Prueba de 240 min (ANC0702)	84
TABLA No.- 20 Resultados de la Prueba de 600 min (ANC0702)	85
TABLA No.- 21 Resultados de la Prueba de 1200 min (ANC0702)	86
TABLA No.- 22 Resultados de la Prueba de 60 min (ANC1232)	87
TABLA No.- 23 Resultados de la Prueba de 120 min (ANC1232)	88
TABLA No.- 24 Resultados de la Prueba de 240 min (ANC1232)	89
TABLA No.- 25 Resultados de la Prueba de 600 min (ANC1232)	90
TABLA No.- 26 Resultados de la Prueba de 1200 min (ANC1232)	91
TABLA No.- 27 Resultados de la Prueba de 60 min (TIG0028).....	92
TABLA No.- 28 Resultados de la Prueba de 120 min (TIG0028).....	93

TABLA No.- 29 Resultados de la Prueba de 240 min (TIG0028).....	94
TABLA No.- 30 Resultados de la Prueba de 600 min (TIG0028).....	95
TABLA No.- 31 Resultados de la Prueba de 1200 min (TIG0028).....	96
TABLA No.- 32 Resultados de la Prueba de 60 min (ANC0585).....	97
TABLA No.- 33 Resultados de la Prueba de 120 min (ANC0585).....	98
TABLA No.- 34 Resultados de la Prueba de 240 min (ANC0585).....	99
TABLA No.- 35 Resultados de la Prueba de 600 min (ANC0585).....	100
TABLA No.- 36 Resultados de la Prueba de 1200 (ANC0585).....	101
TABLA No.- 37 Resultados de Tiempos Máximos de Alta Eficiencia Volumétrica a diferentes Intervalos de Tiempo (TIG0018).....	109
TABLA No.- 38 Resultados de Tiempos Máximos de Alta Eficiencia Volumétrica a diferentes Intervalos de Tiempo (TIG0019).....	109
TABLA No.- 39 Resultados de Tiempos Máximos de Alta Eficiencia Volumétrica a diferentes Intervalos de Tiempo (ANC0702).....	110
TABLA No.- 40 Resultados de Tiempos Máximos de Alta Eficiencia Volumétrica a diferentes Intervalos de Tiempo (ANC1232).....	110
TABLA No.- 41 Resultados de Tiempos Máximos de Alta Eficiencia Volumétrica a diferentes Intervalos de Tiempo (TIG0028).....	111
TABLA No.- 42 Resultados de Tiempos Máximos de Alta Eficiencia Volumétrica a diferentes Intervalos de Tiempo (ANC0585).....	111
TABLA No.- 43 Resultados del Análisis Promedio de Tiempos de Trabajo a Alta Eficiencia Volumétrica (TIG0018).....	112
TABLA No.- 44 Resultados del Análisis Promedio de Tiempos de Trabajo a Alta Eficiencia Volumétrica (TIG0019).....	112
TABLA No.- 45 Resultados del Análisis Promedio de Tiempos de Trabajo a Alta Eficiencia Volumétrica (ANC0702).....	113
TABLA No.- 46 Resultados del Análisis Promedio de Tiempos de Trabajo a Alta Eficiencia Volumétrica (ANC1232).....	113
TABLA No.- 47 Resultados del Análisis Promedio de Tiempos de Trabajo a Alta Eficiencia Volumétrica (TIG0028).....	114
TABLA No.- 48 Resultados del Análisis Promedio de Tiempos de Trabajo a Alta Eficiencia Volumétrica (ANC0585).....	114

TABLA No.- 49 Resultados de Tiempos de Trabajo Máximo a una Alta Eficiencia Volumétrica (TIG0018).....	115
TABLA No.- 50 Resultados de Tiempos de Trabajo Máximo a una Alta Eficiencia Volumétrica (TIG0019).....	116
TABLA No.- 51 Resultados de Tiempos de Trabajo Máximo a una Alta Eficiencia Volumétrica (ANC0702).....	117
TABLA No.- 52 Resultados de Tiempos de Trabajo Máximo a una Alta Eficiencia Volumétrica (ANC1232).....	118
TABLA No.- 53 Resultados de Tiempos de Trabajo Máximo a una Alta Eficiencia Volumétrica (TIG0028).....	119
TABLA No.- 54 Resultados de Tiempos de Trabajo Máximo a una Alta Eficiencia Volumétrica (ANC0585).....	120
TABLA No.- 55 Ciclos de Trabajo (TIG0018).....	121
TABLA No.- 56 Ciclos de Trabajo (TIG0019).....	121
TABLA No.- 57 Ciclos de Trabajo (ANC0702).....	122
TABLA No.- 58 Ciclos de Trabajo (ANC1232).....	122
TABLA No.- 59 Ciclos de Trabajo (TIG0028).....	123
TABLA No.- 60 Ciclos de Trabajo (ANC0585).....	123
TABLA No.- 61 Pruebas de Producción del Pozo TIG0018.....	124
TABLA No.- 62 Pruebas de Producción del Pozo TIG0019.....	124
TABLA No.- 63 Pruebas de Producción del Pozo ANC0702.....	125
TABLA No.- 64 Pruebas de Producción del Pozo ANC1232.....	125
TABLA No.- 65 Pruebas de Producción del Pozo TIG0028.....	126
TABLA No.- 66 Pruebas de Producción del Pozo ANC0585.....	126
TABLA No.- 67 Ahorro Estimado de Tiempos de Trabajo de los Pozos Optimizados..	127
TABLA No.- 68 Gastos del Proyecto de Tesis.....	128
TABLA No.- 69 Consumo vs Ahorro del Consumo Eléctrico por Mes.....	128
TABLA No.- 70 Ahorro de Energía Eléctrica por Mes.....	129
TABLA No.- 71 Análisis Económico del Proyecto de Tesis.....	130

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO No.- 1	136
ANEXO No.- 2	142
ANEXO No.- 3	148
ANEXO No.- 4	1

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN PETRÓLEO
CARRERA DE INGENIERÍA EN PETRÓLEO

**“ESTUDIO DE LOS CICLOS DE TRABAJO UTILIZANDO EL ECHOMETER PARA
AUMENTAR LA EFICIENCIA DE LOS EQUIPOS DE BOMBEO MECÁNICO EN LAS
SECCIONES 67 Y TIGRE DEL CAMPO GUSTAVO GALINDO VELASCO”**

AUTOR: Andrés Antonio Calderón Henríquez

TUTOR: Ing. Tarquino López Cadena

RESUMEN

El Objetivo de esta tesis es buscar la Optimización de los Ciclos de trabajo en los Equipos de Bombeo Mecánico con Motor Eléctrico con los que actualmente operan las 24 horas del día. La Técnica empleada en el proyecto consiste en determinar períodos óptimos de trabajo de los Aparatos Individuales de Bombeo (AIB), en base a la eficiencia volumétrica en las bombas de subsuelo, mediante cartas dinagráficas usando el Equipo Well Analyzer, con lo que se implementaría, en el presente proyecto, que está desarrollado en seis capítulos: En el I capítulo se expone la descripción geológica del campo Ancón y su evolución; En el II capítulo se menciona los componentes principales del Equipo de Bombeo Mecánico y la clasificación de las bombas de subsuelo; En el III capítulo se describe el Equipo Well Analyzer (TWM–ECHOMETER), tipos de Cartas Dinagráficas y el Golpe de Fluido; En el IV capítulo se muestra las condiciones iniciales de operación de los pozos seleccionados y las pruebas dinagráficas de campo; En el V capítulo se da referencia a las pruebas de producción de campo realizadas y a la determinación de los nuevos ciclos óptimos de trabajo. Se realizara un análisis económico respecto al ahorro del tiempo de trabajo, gasto del proyecto de tesis y consumo de energía eléctrica; En el VI capítulo finalmente se dan las conclusiones y recomendaciones del proyecto de tesis ejecutado en el Campo Ancón, mediante el cual se reducirá las horas de trabajo innecesarias en los Equipos de Bombeo Mecánico, el golpe de fluido excesivo y alargará la vida útil de los motores eléctricos, equipos de superficie (estructura y caja reductora) y subsuelo (bombas de subsuelo, varillas y varillón).

INTRODUCCIÓN

El Bombeo Mecánico es el método de levantamiento artificial más común, antiguo y ampliamente utilizado en la industria del petróleo. Usualmente, es el más económico y fácil de mantener cuando es diseñado y operado apropiadamente. Incrementar la eficiencia del sistema de Bombeo Mecánico, es necesariamente importante, razón por la cual, PACIFPETROL S.A. investiga constantemente. La tecnología proveída por el “Well Analyzer (TWM – ECHOMETER)” constituye una herramienta valiosa para generar grandes ahorros o incrementos en la producción.

El Equipo mencionado permite conocer valores de carga real en cualquier punto del ciclo de bombeo, y así determinar condiciones de eficiencia volumétrica de bombas de subsuelo para poderlas extrapolar al comportamiento de afluencia de cada pozo. Además se puede determinar el funcionamiento de las válvulas de la bomba de subsuelo, nivel de fluido, movimiento de tubería, torque en la caja de engranaje, esfuerzo de las varillas, carga de fluidos y otros. PACIFPETROL tiene como objetivo la optimización de la producción de petróleo estimando ciclos óptimos de trabajo de balancines y restauración de nivel de pozos realizando pruebas periódicas de llenado de bomba con el “Well Analyzer” y reducir horas de trabajo innecesarias en los Aparatos Individuales de Bombeo.

El Presente proyecto tiene como lugar el Bloque 2 del Campo Petrolero Ing. Gustavo Galindo Velasco, actualmente administrado por Pacifpetrol S.A. y cuya ubicación está en la Península de Santa Elena, Parroquia Ancón.

CAPÍTULO I
DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA
DEL CAMPO ANCÓN

CAPÍTULO I

DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DEL CAMPO ANCÓN

1.1. Aspectos generales

1.1.1. Ubicación geográfica del Campo.

El Campo Gustavo Galindo Velasco, se encuentra ubicado en la península de Santa Elena al sureste de la Provincia del Guayas, a una distancia de 120 km de la ciudad de Guayaquil.

El Bloque Ancón, como se muestra en la figura N° 1 tiene una extensión total de 1200 km², de las cuales 720 km² se encuentran en superficie terrestre y 480 km² fuera de la costa. En el campo se han perforado aproximadamente 2882 pozos, los primeros pozos productores de petróleo en el Ecuador.

FIGURA No.- 1 Ubicación Geográfica del Campo Petrolero Ing. Gustavo Galindo Velasco



Fuente: Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

El principal yacimiento es el campo Ancón, que proviene de reservorios de edad Terciaria, habiendo acumulado hasta el presente 110 MM bls (95% de la producción acumulada total de la Península). El 5% restante (6 MM bls) se origina de un

conjunto de pequeños yacimientos cuya producción proviene de reservorios de edad Cretácica (Santa Paula, Achallán, Petropolis, Carolina, San Raymundo, Cautivo).

El primer pozo perforado fue el ANC0001 en el año 1911 (Ver figura N° 2), por la compañía inglesa ANGLO ECUADORIAN OILFIELDS Ltda. , a una profundidad de 2116 pies, que dio como resultado una escasa producción de crudo que no permitió lanzar un plan de desarrollo.

1.1.2. Historia de la Explotación del Bloque 2

La explotación de los campos situados en la Península de Santa Elena, en afloramientos naturales de petróleo ha sido conocida desde tiempos prehispánicos. Los indígenas de la zona y posteriormente los conquistadores utilizaban el petróleo y arenas bituminosas proveniente de los numerosos manaderos de gas y petróleo que se encuentran en la región (La Libertad, Baños de San Vicente).

La perforación comenzó en el año 1911. En el año 1921, el segundo pozo fue el verdadero inicio de un programa intensivo de exploración, desarrollo y producción que culminó con una producción de 10 000 barriles en el año 1956.

FIGURA No.- 2 Primer pozo Petrolero Explotado en el Campo Ancón ANC0001



Fuente: Pacifpetrol
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

En el año 1917, dos empresas controlaban el campo Ancón; la operadora más importante fue Anglo-Ecuadorian Oilfields Ltd. (AEO) en la zona sur de la península, la cual explotó los campos de Ancón hasta 1964 y controló el 75% de la producción en la región y en la zona norte Ecuador Oilfields Ltd. otra compañía de origen británico, que descubrió en 1934 el campo Tigre en cercanías de Ancón.

En 1961, los operadores suspendieron las actividades de perforación para sólo concentrarse en la producción de las zonas desarrolladas del campo. En 1976 se efectuó la reversión del conjunto de campos de la península y la Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana (CEPE) comenzó a operar el bloque.

En Abril de 1996 la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), administradora de los campos, para entonces por decreto gubernamental, suscribió con la compañía CGC un contrato de operación y desde el año 2002 la compañía Pacifpetrol pasó a operar el campo hasta la actualidad.

1.2.Geología.

El área petrolera Ancón se encuentra ubicado en el "Levantamiento de Santa Elena" y comprende la secuencia sedimentaria del Cretácico al Terciario Inferior (Paleoceno – Eoceno), desarrollada sobre corteza oceánica. El Levantamiento de Santa Elena se encuentra delimitado al Nor-Este por la falla regional de "La Cruz" que la separa de la cuenca de Progreso, con sedimentación de edad Oligoceno-Plioceno.

En el sector Occidental del levantamiento afloran rocas pertenecientes al Cretácico (Formación Santa Elena, Wildflysh y Carolina), mientras que en la porción oriental y central (De Playas a Chanduy) afloran una gruesa secuencia de areniscas y conglomerados de la Formación Azúcar.

1.2.1. Estructura Geológica.

La Definición del modelo geológico del campo Ancón y el área circundante, complejidad estructural y sedimentaria, correlación de perfiles eléctricos e información sísmica, definieron el modelo estructural de la Península y los principales rasgos estructurales vinculados a los campos. Los Primeros modelos conceptualmente oscilaban entre una Tectónica Distensiva, acompañada por pliegues a una tectónica de gravedad con la participación de estructuras Caóticas, la estructura del campo Ancón era un sobrecojamiento producto de esfuerzos compresivos.

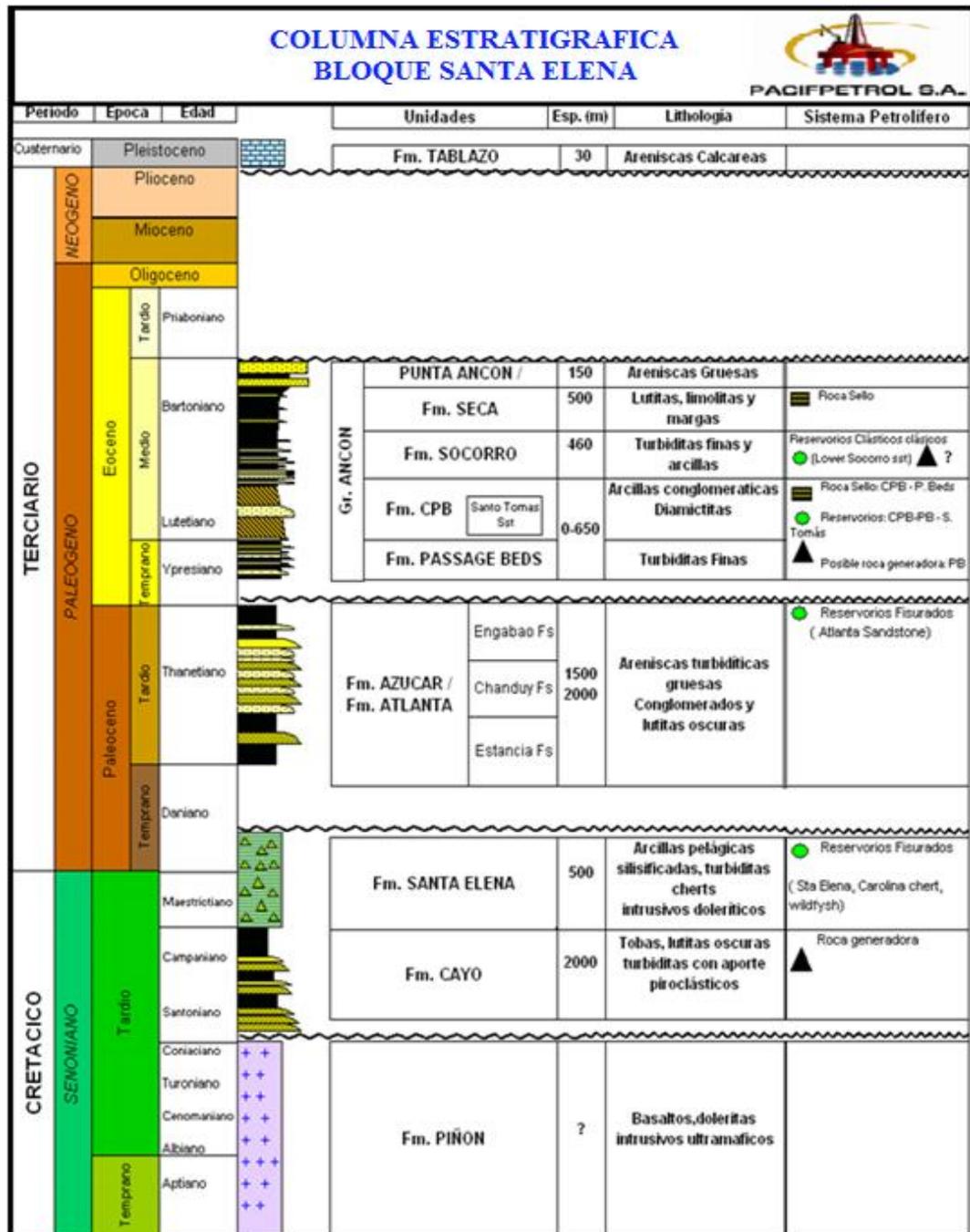
La columna estratigráfica del campo Ancón comprende depósitos sedimentarios desde el Cretácico al Terciario Inferior, desarrollados sobre el basamento, el cual corresponde a la Formación Piñón de origen oceánico y de edad Cretácica. Considerando la naturaleza normal de la geología de la península, se puede decir que la secuencia Cretácica y los niveles inferiores de la Formación Azúcar experimentaron esfuerzos compresivos. Los niveles superiores de Formación Azúcar y Grupo Ancón fueron afectados por fallas tectónicas de desplazamiento.

La zona del Campo Ancón puede subdividirse en varias estructuras definidas claramente como pliegues asociados a fallas o bloques. Las estructuras más conocidas son los anticlinales de Emporio-Certeza, Tigre, y Concepción.

1.2.2. Litología de las Formaciones

La figura N° 3 muestra las principales características litológicas del Bloque Santa Elena.

FIGURA No.- 3 Columna Estratigráfica del Bloque 2



Fuente: Pacifpetrol
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

En la figura N° 4 se muestra un gráfico de los principales Reservorios del Campo Ancón.

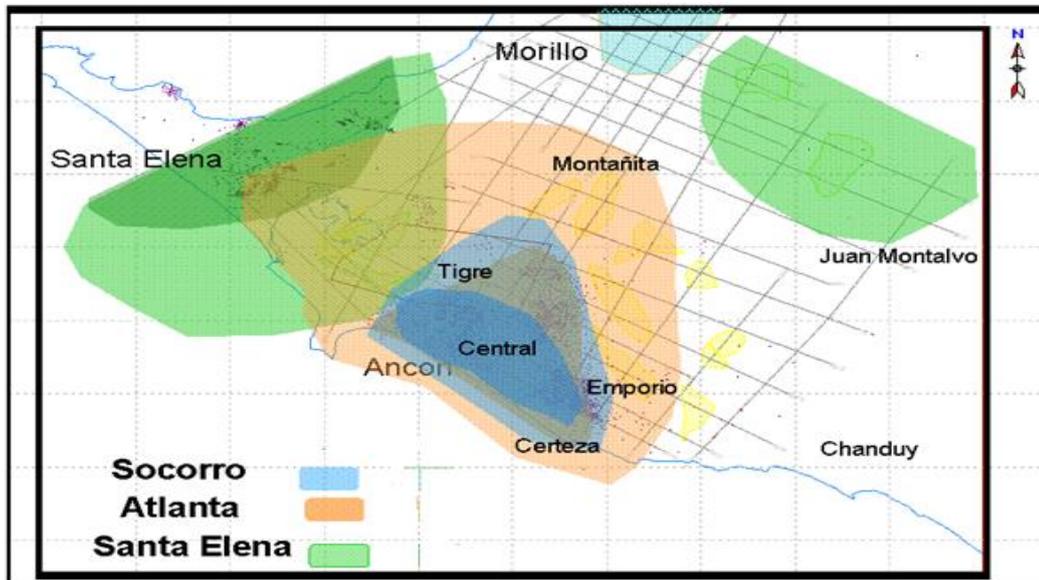


FIGURA No.- 4 Reservorios del Campo Ancón

Fuente: Pacifpetrol
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

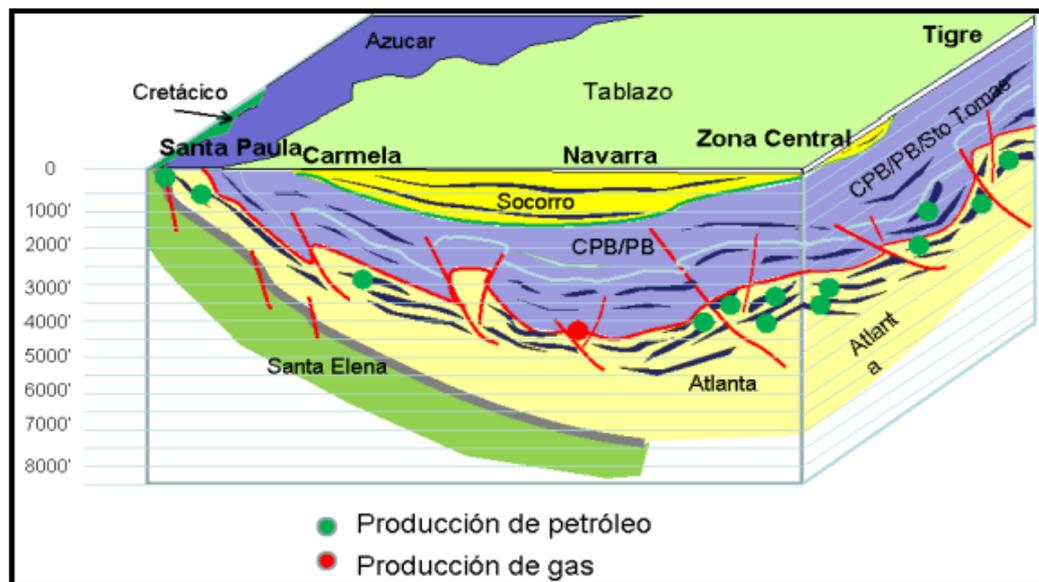


FIGURA No.- 5 Niveles Tectónicos del Campo Ancón

Fuente: Pacifpetrol
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

La figura N° 5 muestra un diagrama de los Niveles Tectónicos y las formaciones productoras de petróleo y gas del Campo Ancón.

- **Formación Tablazo (Pleistoceno).**

La Formación Tablazo (Ver figura N° 4) está compuesta por niveles de terraza marina de edad Pleistocena que descansan en fuerte discordancia erosiva (y angular) sobre las rocas cretácicas y paleógenas de la Península Santa Elena. Son areniscas gruesas y calizas arenosas con bancos de conchillas.

- **Grupo Ancón (Eoceno).**

El Grupo Ancón (Ver figura N° 5) comprende las rocas silicoclásticas que toman su nombre en el campo petrolero de Ancón y está compuesto por las siguientes formaciones: a) F. Clay Pebble Beds, que contiene a su vez la arenisca Santo Tomás, b) F. Passage Beds c) F. Socorro, d) F. Seca y e) F. Punta Ancón.

- **Formación Seca (Eoceno Medio).**

La Formación Seca constituye la roca sello de los reservorios de la Formación Socorro en el campo Ancón, está constituida por arcillitas gris verdosas con raras intercalaciones de areniscas finas que hacia el techo obtienen un color amarillento rojizo, correspondientes a depósitos marinos de plataforma que se intercalan con las facies de abanicos submarinos, con un espesor promedio de 300 m.

- **Formación Socorro (Eoceno Medio Temprano).**

La Formación Socorro (Ver figura N° 4) es el segundo reservorio de mayor importancia en Ancón. Comprende areniscas turbidíticas y pelitas que recubren la Formación Clay Pebble Beds, son de lutitas grises hasta negro y de areniscas turbidíticas delgadas verdosas.

El espesor medido en la localidad tipo de Ancón es de 390 m. En el subsuelo se indica un espesor máximo perforado de 457 m. El contenido fosilífero indica edades Eoceno Medio-Superior a Eoceno Superior

La figura N° 6 muestra un gráfico de las principales Formaciones y Medios de Depósito del Campo Ancón.

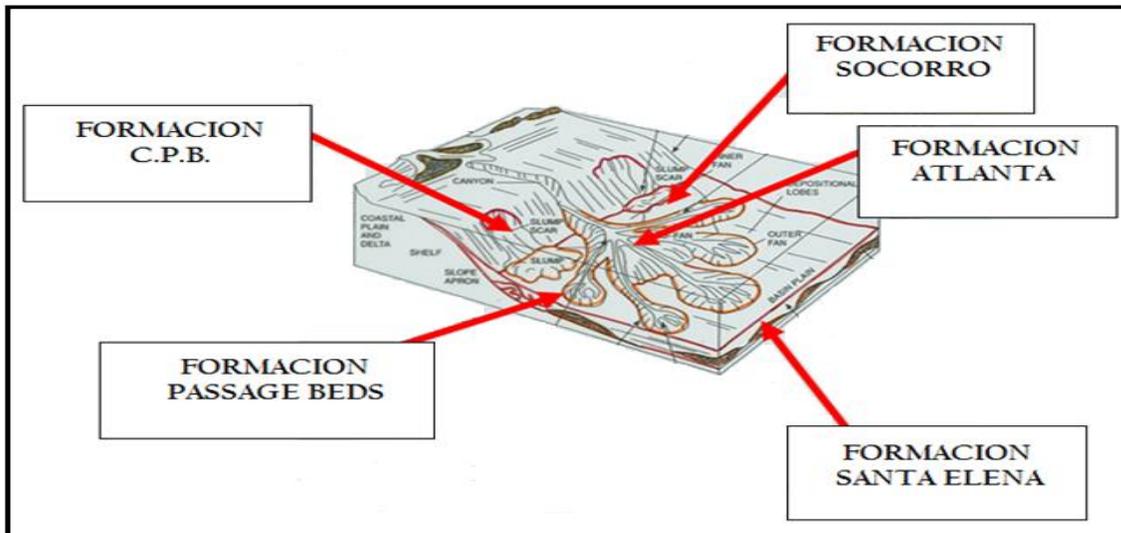


FIGURA No.- 6 Medios de Depósito

Fuente: Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

- **Formación CPB -Clay Pebble Beds (Eoceno Inferior).**

La Formación CPB -Clay Pebble Beds (Ver figura N° 4), aflora en los acantilados de Ancón, con un espesor de 180 m totales asignados en el subsuelo. Constituye una secuencia de matriz arcillosa, originada por el deslizamiento sin-sedimentario del tipo de flujos de barro densos submarinos e interestratificado con turbiditas de la edad del Eoceno Medio.

- **Formación Santo Tomás.**

La Formación Santo Tomás (Ver figura N° 4) está compuesta por un banco de areniscas de potencias modestas conocida solamente en el subsuelo en el sector homónimo, hacia el extremo NE del campo Ancón. Constituye la culminación del ciclo turbidítico de la formación Passage Beds.

- **Formación Passage Bed PB-(Capas De Transición).**

La Formación Passage Bed PB (Ver figura N° 6) constituye el subsuelo de Ancón, transición entre el Grupo Azúcar y el Grupo Ancón, parte de estos niveles fueron identificados como "Atlanta Shales", con un espesor de 500m .Esta constituida por duros estratos delgados de areniscas, que incluyen intercalaciones de areniscas calcáreas de grano medio a grueso y arcillitas con restos carbonosos.

- **Formación Atlanta (Paleoceno).**

La Formación Atlanta (Ver figura N° 4 y N° 6) está estratigráficamente acotada entre la Formación Santa Elena y el Grupo Ancón, es el principal reservorio del campo Ancón, reconocido en las perforaciones. La formación está constituida por una arenisca gris dura con textura media a gruesa que representa el principal reservorio por sus fracturas.

Además la integran tres formaciones basadas por la presencia de una facie conglomerática que separa a dos facies areno-arcillosas: La Estancia, Chanduy y Engabao. La edad de esta formación es Paleoceno - Eoceno inferior.

- **Formación Santa Elena (Cretácico).**

La Formación Santa Elena (Ver figura N° 4) también es conocida como Wildflisch Santa Elena, Olistostromo Wildflisch, Chert de Carolina o Chert Santa Paula , consiste en depósitos turbidíticos finos de aguas profundas, deslizamientos y flujos de detritos, representados por niveles finamente estratificados de pelitas silíceas y radiolaritas con participación de tobáceas de colores blanquecinos. El conjunto se caracteriza por una intensa deformación de tipo dúctil con desarrollo de clivaje penetrativo que determina pliegues y fallamientos.

La base de la Formación Santa Elena y consecuentemente su espesor son desconocidos, aunque al ser correlacionable con la Formación Guayaquil, que posee unos 400 m al NE de la Falla Chongón-Colonche.

- **Formación Cayo (Cretácico).**

La Formación Cayo (Ver figura N° 4) está compuesta de una espesa secuencia volcánica y volcano-sedimentaria cuya localidad tipo se encuentra en los alrededores de Guayaquil, con aproximadamente 3000m de espesor que no aflora en la península. Está constituida por sedimentos marinos (lutitas bituminosas y turbiditas finas), volcánicos (lavas almohadilladas) y volcano clásticos (tobas).

- **Formación Piñón (Jurásico- Cretácico Medio).**

La Formación Piñón, considerada el basamento de la región costera del Ecuador, es de origen cortical oceánico y naturaleza basáltica. Está constituida por Basaltos Afaníticos almohadillados, doleritas intrusivas y algunas intrusiones Gabroides y Ultramáficas. La edad ha sido determinada como Aptiano Superior-Albian.

1.3. Historia de la Producción del Campo.

Las Empresas Petroleras que participaron en la exploración, producción y desarrollo del Campo Ancón proporcionaron la información geológica y declinaciones que ha experimentado el Bloque 2 al pasar de los años.

La Compañía Anglo Ecuatorian Oilfields Company operó por más de 50 años el Bloque Ancón. El primer pozo perforado en 1911, llamado Ancón 001, dio resultados pobres que no permitieron lanzar un plan de desarrollo. En 1921, el segundo pozo fue el verdadero inicio de un programa intensivo de exploración, desarrollo y producción que culminó con una producción de 10.000 barriles diarios en 1956.

Entre 1956 y 1967, la producción bajó de manera importante a pesar de la perforación de nuevos pozos en zonas probadas y en la vecindad de zonas productivas. En 1976, la operadora Anglo deja por completo las operaciones a CEPE. En 1996 el Estado otorga a la ESPOL la concesión del campo y la ESPOL suscribe con CGC un contrato de operación del Bloque.

En 2002 Pacifpetrol S.A; pasa a operar el Bloque. En otro sector hasta la fecha se han perforado 5 pozos en el Área de Morrillo y registrado 68 km de sísmica 2D y 30.58 km² de sísmica 3D.

En la figura N° 7 se muestra un diagrama detallado de las Compañías que operaron en el Campo, número de pozos perforados y la máxima producción acumulada.

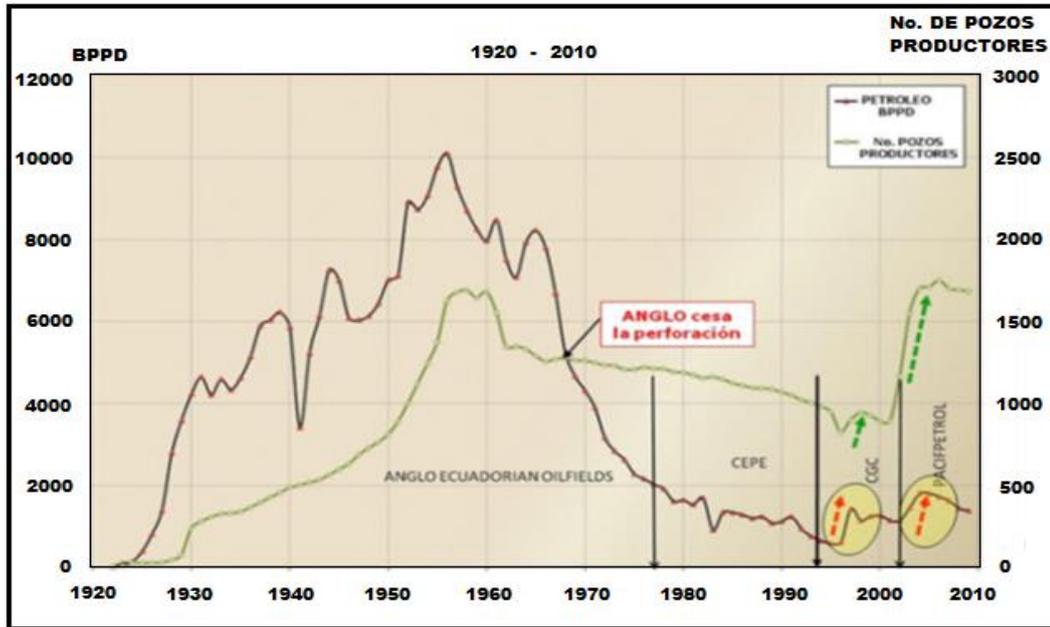


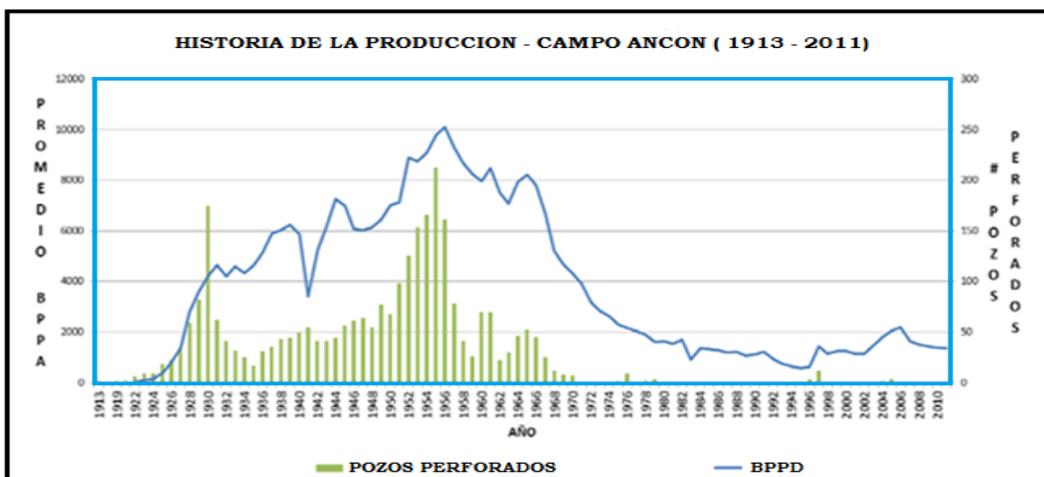
FIGURA No.- 7 Diagrama de la Producción del Bloque Ancón (1921 – 2011)

Fuente: Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

El 22 de Enero del 2011, Pacifpetrol firma el Contrato Modificador al Contrato de Prestación de Servicios de Exploración y Explotación de Hidrocarburos en el Bloque Gustavo Galindo Velasco con el Estado Ecuatoriano. El plazo de vigencia de este contrato modificador es hasta mayo de 2016. La producción promedio actualmente es de 1161 BPPD.

FIGURA No.- 8 Diagrama Histórico de Producción y Pozos Perforados



Fuente: Pacifpetrol
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

En la figura N° 8 se muestra el diagrama de Producción vs Pozos Perforados del campo Ancón a partir del año 1913 hasta el 2011. Desde el año 2002 hasta 2011 se observa la producción de la compañía actualmente operadora.

1.4. Yacimiento.

Un Yacimiento es aquella parte de una trampa que contiene petróleo, gas o ambos como un solo sistema hidráulico conectado. Los yacimientos de hidrocarburos se hallan conectados hidráulicamente a rocas llenas con agua, denominadas acuíferos. La trampa contiene petróleo y gas, y en este caso la trampa y el yacimiento son uno mismo. (Manual de Yacimientos – Halliburton)

El Campo Ancón acumuló una producción total de 110 MM bls en Yacimientos de la Edad Terciaria, aproximadamente un 95% de la producción acopiada total de la Península de Santa Elena- Bloque 2. Yacimientos de la Edad Cretácica, resultaron pequeños afloramientos de Petróleo en la Libertad y Petrópolis y parte de Santa Paula, Achallàn, y Cautivo, que recolectaron una producción total de 6 MM bls, que corresponden a aproximadamente el 5 % restante.

1.4.1. Propiedades de los Fluidos.

De manera general los fluidos están clasificados como gases y líquidos. Un fluido puede existir como gas, líquido, dependiendo de la presión y temperatura a la cual el fluido está sometido.

- **Factor Volumétrico, (β_o)**

El factor volumétrico de formación del petróleo, β_o , es el volumen de la masa de petróleo a presión y temperatura de yacimiento dividido por el volumen de la misma masa a condiciones de superficie.

$$\beta_o = \frac{\text{Volumen de masa del petróleo a cond.yacim.}}{\text{Unidad volumétrica de petróleo a cond.normales}}, \left[\frac{BY}{BN} \right]$$

- **Densidad.**

La densidad, (ρ), se define como la fracción de la relación entre el peso específico y una unidad de volumen respecto al flujo de fluidos.

$$\rho = \frac{\text{Peso Especifico}}{\text{Unidad de Volumen}}, \left[\frac{M}{V} \right]$$

- **Gravedad ° API**

La gravedad API (American Petroleum Institute), es una medida de densidad que representa valores comparativos respecto a la gravedad ° API del Petróleo.

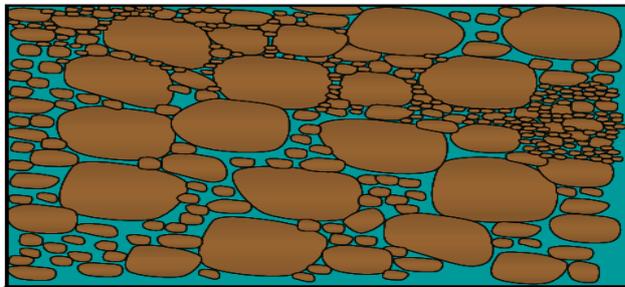
$$API = 141,5/\text{Grav.Esp.} - 131,5$$

1.4.2. Propiedades de la Roca.

Son las propiedades que constituyen los parámetros fundamentales mediante los cuales las rocas yacimiento pueden ser descritas y son: porosidad, permeabilidad, saturación de fluidos, presión capilar, tensión superficial y mojabilidad.

– **Porosidad.**

La porosidad describe el espacio en la roca no ocupado por algún mineral o material sólido, lo que permite el almacenamiento de fluido.



$$\Phi = \frac{Vb - Vm}{Vb}$$

Donde:

Φ = Porosidad Absoluta

Vb = Volumen Bruto

Vm = Volumen Matriz

- **Permeabilidad.**

La permeabilidad es la facultad que tiene la roca para permitir que los fluidos se muevan a través de los espacios porosos interconectados. La unidad de Permeabilidad es el Darcy.

- **Saturación de Fluidos de una Roca.** Es la relación que expresa la cantidad de fluido que satura el medio poroso. Conocida dicha cantidad y la extensión del volumen poroso se puede volumétricamente determinar cuánto fluido existe en una roca.

1.4.3. Reservas

Las Reservas están definidas como aquellas cantidades de petróleo que anticipadamente se consideran comercialmente recuperables de una acumulación conocida en una fecha determinada. Las reservas se clasifican en:

Probadas y no Probadas. Las no probadas tienen menos certezas de ser recuperadas que las probadas y a su vez se subdividen en: Probables y Posibles.

- **Reservas Probadas.-** Son aquellas cantidades de petróleo las que por análisis geológicos y de ingeniería, pueden ser estimadas con una certeza razonable de ser comercialmente recuperables.
- **Reservas No Probadas.** Este grupo de Reservas, están basadas en las mismas técnicas y sondeos que las probadas, sólo que las incertidumbres técnicas, contractuales, económicas o regulatorias, excluyen a las mismas de ser clasificada como probadas.
- **Reservas Probables.**

Las Reservas Probables son aquellas no probadas que de acuerdo a las estimaciones pertinentes parecen no ser recuperables.

Éstas incluyen a aquellas que son anticipadas a pruebas de producción, aquellas que aparecen en los registros pero por la falta de datos de núcleos o pruebas definitivas y las cuales no son análogas a las arenas productoras o al de las áreas de reservas probadas, reservas atribuibles a futuros trabajos de reacondicionamiento.

– **Reservas Posibles.**

Las Reservas Posibles son aquellas no probadas que de acuerdo a los análisis parecen menos recuperables que las probables.

Son aquellas que podrían existir más allá de las áreas clasificadas como probables, también las que aparecen en registros y en análisis de núcleos pero no pueden ser productivas a tasas comerciales.

1.5. Producción

La Producción de Petróleo requiere levantar el fluido a superficie. Esto se puede lograr gracias a la misma energía del yacimiento que expulsa a los fluidos confinados dentro de sí (petróleo, gas y agua) de manera “surgente”.

Sin embargo, a medida que la presión del yacimiento declina, la producción del pozo decae hasta llegar a cero. En estos casos es necesario suministrar energía externa que conduzca el petróleo a superficie.

Pacifpetrol produce 605 barriles por día solo por el método de bombeo mecánico, casi el 50% de la producción de la empresa que en total bordea los 1180 barriles diarios, petróleo que posee un API de 36 °.

Los sistemas de extracción empleados en el Campo Ancón por PACIFPETROL para la producción de petróleo son:

Métodos de Extracción

- 1.- Por Bombeo Mecánico
- 2.- Por Herramienta Local
- 3.- Por Pistoneo o Swab
- 4.- Por Gas Lift
- 5.- Por Plunger Lift

1.5.1. Sistemas de Extracción Empleados:

-Método de Extracción por Bombeo Mecánico

El Método de Bombeo Mecánico consiste en elevar el fluido (petróleo + agua) desde el nivel que éste alcanza en el pozo y desplazarlo al punto de recolección (estación satélite o tanque elevado) por medio de una bomba de profundidad accionada por la columna de varillas que transmiten el movimiento del equipo de bombeo. Este método que es el más antiguo y ampliamente usado, es el método de levantamiento artificial costa adentro. (Ver figura N° 9).

FIGURA No.- 9 Método de Extracción por Bombeo Mecánico



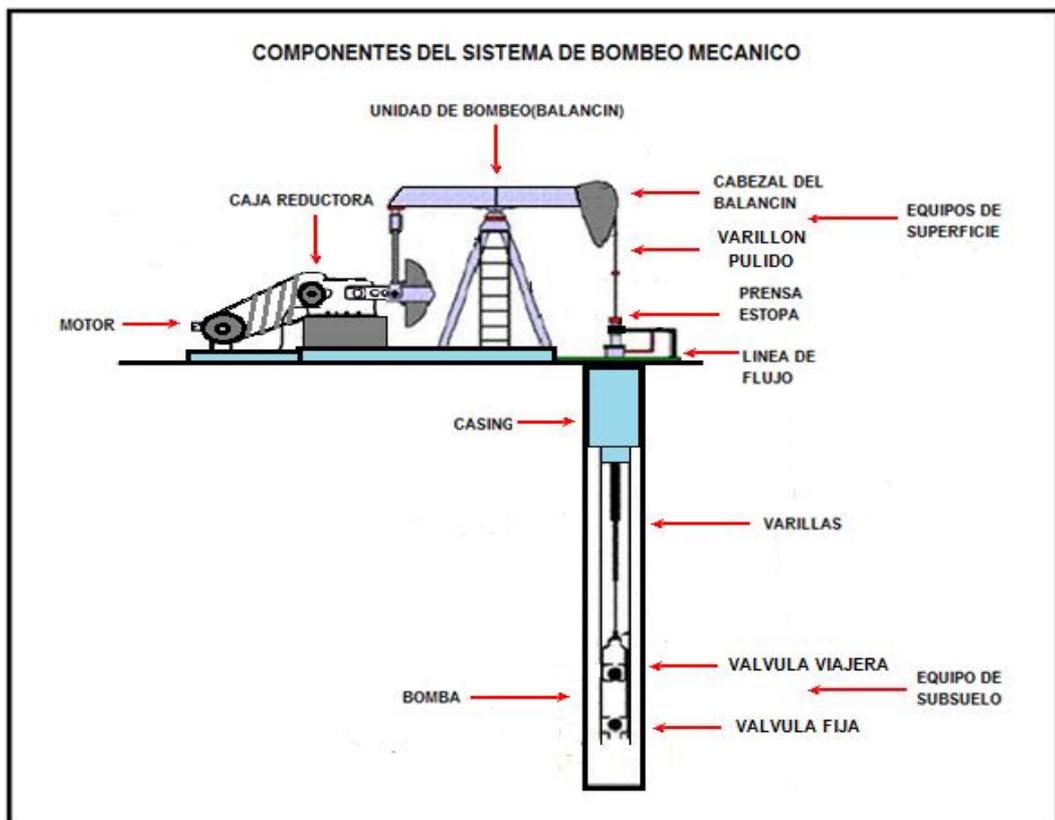
Fuente: Pacifpetrol
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

Es usualmente el más económico y el sistema más fácil de mantener cuando es diseñado y operado apropiadamente por su facilidad de producción y bajos riesgos de derrame por ser una operación a baja presión, los pozos que poseen levantamiento artificial en casi un 50% a 80% están produciendo por bombeo mecánico. Normalmente se emplea bombeo mecánico en la etapa final de producción de un pozo.

En la figura N° 10 se muestra los principales componentes del Sistema de Levantamiento Artificial por Bombeo Mecánico.

En Ecuador, su aplicación se remonta desde los años cuarenta, en la explotación de petróleo de los campos de la Península de Santa Elena, cuyos yacimientos son someros con una profundidad promedio de 2000 – 4000 ft.

FIGURA No.- 10 Componentes del Sistema de Bombeo Mecánico



Fuente: Pacifpetrol
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

Método de Extracción por Herramienta Local (HL)

El Método más sencillo y más utilizado por su bajo costo de operación y rápida recuperación de producción en el proceso de extracción de crudo en el Campo Ancón es el sistema de Herramienta Local, que representa el 30% de la producción diaria. (Ver figura N° 11).

FIGURA No.- 11 Unidad De Sistema De Levantamiento Por Herramienta Local



Fuente: Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

La Herramienta principal de extracción de crudo es una botella metálica tipo barril o también conocida como cuchara, que es un cilindro es de material acerado o fibra de vidrio de 3, 4 o 6 pulgadas de diámetro, que por medio de un cable y una wincha de una unidad móvil cuyos componentes principales son: pluma, cable, motor principal (camión), motor auxiliar, polea, sistema hidráulico de estabilización, descende hasta tener contacto con el crudo del pozo, abriéndose un dispositivo(válvula) que le permite llenarse.

Una vez lleno se cierra y es llevado nuevamente a su posición original en la wincha y se dispone del petróleo obtenido en tanque móvil, este paso se repite varias veces hasta dejar seco el pozo.

Método de Extracción por Pistoneo o Swab

El Método levantamiento de petróleo por Swab, consiste en la extracción de fluidos del interior del pozo, desde una profundidad dada hacia la superficie a través del pistoneo del pozo, debido a que la presión de la formación del mismo no es lo suficientemente mayor como para vencer la columna hidrostática, esta operación se realiza, generalmente, en pozos profundos y someros. (Ver figura N° 12).

FIGURA No.- 12 Unidad de Sistema de Levantamiento por Pistoneo o Swab



Fuente: Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

La Operación de Swab consiste en bajar un cable de acero más los equipos de fondo (guarda cabo, swibel ,porta copas ,copas) que va enrollado en el winche o tambor de Swab de la unidad hasta el fondo del pozo (cruceta) donde una vez que se sabe dónde está nuestra cruceta se coloca una marca en el cable , mediante un porta copas que succiona el crudo al momento de aplicar la acción oscilante de un pistón, es decir, que succiona el crudo por efecto de subir y bajar el cable levantando la columna de fluido que se almacena dentro del tubing y es retenido por el STVF o el Standing viajero cual sea el caso, se realiza esta operación hasta que el pozo quede sin nivel, luego de esto se recoge el cable hacia superficie donde se extrae el

fluido del pozo, esta operación se repite varias veces hasta que el volumen extraído de crudo comience a disminuir por completo.

Al Pistonear los pozos se debe saber de antemano si estos tienen standing fijo en su completación, caso contrario se debe tirar un standing viajero antes de proceder al proceso de pistoneo, luego se lo pescará al final del proceso. La Producción es almacenada en el tanque de la unidad o carreta de almacenamiento portátil según sea el caso y luego transportada por tanqueros a Casa Bomba.

Equipo de Pistoneo: Está formado por todos los componentes y accesorios que se utilizan durante la realización de la operación de pistoneo. Estos componentes y accesorios se pueden clasificar como: de superficie y de subsuelo:

De superficie

1. Equipo de Swab.
2. Lubricador Hidráulico.
3. Tubo Lubricador.
4. Bomba Hidráulica Manual
5. Árbol de Pistoneo con bandeja colectora de fluidos.

De subsuelo

1. Cable de Acero
2. Guardacabo.
3. Unión Giratoria (Swibel)
4. Varillón.
5. Caja o Zapato.
6. Mandril (Porta Copas)
7. Copa de Swab.
8. Válvula de Retención de fondo (Standing Valve)

Método de Extracción por Gas Lift

El Levantamiento Artificial por Gas Lift es un método de producción que utiliza gas comprimido, este gas es inyectado en la tubería de producción desde un compresor en superficie hacia la columna de fluidos a alta presión como fuente externa de energía. (Ver figura N° 13).

FIGURA No.- 13 Método de Extracción por Gas Lift



Fuente: Pacifpetrol
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

Se Inyecta gas a una presión relativamente alta (250 lb/pg^2 como mínima) para poder aligerar o desplazar la columna de fluido, reduciendo su peso, de esta manera, la energía del yacimiento será suficiente para transportar los fluidos desde el fondo hasta la superficie, este ciclo se repite cuantas veces sea necesario para optimizar la producción de petróleo.

- **Equipo de Superficie.**

Los componentes principales del equipo de superficie del sistema por Gas Lift son:

- **Controlador de Inyección:** Se encarga de controlar por tiempo la apertura y cierre de la válvula motora.
- **Válvula Motora:** Permite el ingreso del gas inyectado hacia el fondo del pozo ya sea a través de la tubería de producción o casing.
- **Estrangulador de Flujo:** Regula el pase de gas a través del macarroni o casing en el anular.
- **Válvula Maestra:** Permite el control de flujo de fluido del pozo.

- **Equipo de Subsuelo.**

El Equipo de Subsuelo del método por Gas Lift lo componen los siguientes elementos:

1. El Mandril de Gas Lift.
2. Niple de Asiento.
3. Standing Valve.
4. Tubo Perforado tapón.

Método de Extracción por Plunger Lift

El Levantamiento Artificial por Plunger Lift funciona mediante un pistón metálico que viaja desde el fondo del pozo hacia la superficie con todo el fluido que hay por encima del pistón, debido a que aumenta la presión del gas en el anular hasta que haya un diferencial de presión suficiente entre tubing y anular, para lograr abrir la válvula del tubing y desfogue la presión del gas por ahí y lleve el pistón hasta superficie junto con el fluido. (Ver figura N° 14)

FIGURA No.- 14 Método de Extracción por Plunger Lift



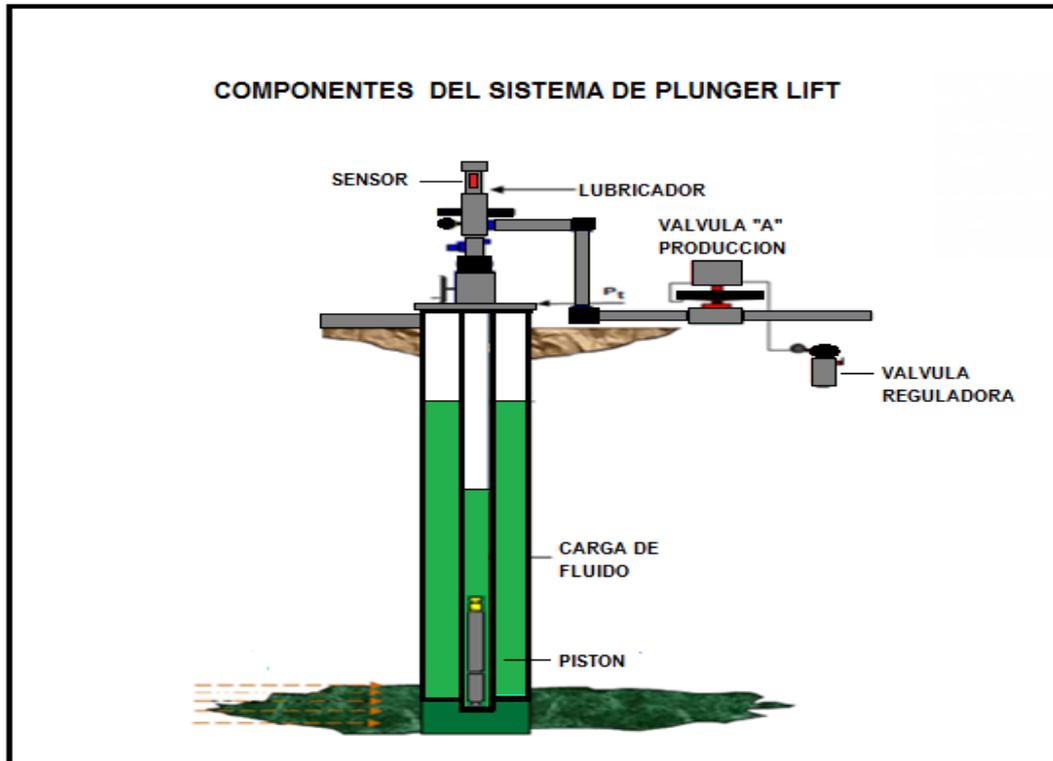
Fuente: Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

Este método es automático, programado mediante un computador para que cuando alcance el diferencial de presión necesario, la válvula en el tubing se abra. Luego que el pistón viaja a la superficie éste es retenido en la parte superior del cabezal hasta que finalice el tiempo de purga.

El tiempo de purga es el tiempo que demora el sistema para que vuelva a soltar el pistón y lo deje caer en el pozo, esto se lo hace para que se libere suficiente presión de gas del anular para que la formación pueda aportar petróleo y se pueda recuperar el nivel para una recuperación de petróleo uniforme y controlada.

FIGURA No.- 15 Equipo de Superficie y Subsuelo de Plunger Lift Autónomo



Fuente: Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

Este levantamiento es el más económico de todos ya que funciona automáticamente y depende de la presión del gas del propio yacimiento o de gas de otro pozo cercano y el costo del equipo es muy reducido comparado con los anteriores.

El Campo Ancón cuenta con 2 tipos de Plunger Lift:

1. Plunger Lift Autónomo.
2. Plunger Lift Asistido.

Componentes del Plunger Lift (Ver figura N° 15):

1. **Controlador:** Abre y cierra de manera controlada las válvulas neumáticas, basándose en parámetros de tiempo y presión.

2. **Bumper Spring o Resorte:** Es un resorte que se fija en el fondo del tubing en el niple de asiento, tiene la finalidad de amortiguar el golpe en el descenso del pistón, en su parte inferior tiene un Standing Valve que impide el retorno de fluido del tubing hacia el pozo durante los periodos de cierre.
3. **Plunger o Pistón:** Es la interfase sólida entre el gas de levantamiento y nivel de fluido acumulado durante el periodo de flujo, éste viaja libremente dentro del tubing produciendo de manera intermitente.
4. **Cácher:** Este dispositivo sirve para retener el pistón cuando llega a superficie.
5. **Lubricador:** Este dispositivo va instalado en la boca de pozo encima de la válvula maestra, tiene por objetivo alojar al pistón cuando este arriba en superficie, internamente tiene un pequeño resorte que amortigua la llegada del pistón.
6. **Sensor de Arribo:** Este dispositivo va colocado en el lubricador y tiene la finalidad de detectar la llegada del pistón, cuando lo hace le envía una señal al controlador para que comience el período.
7. **Válvula Neumática:** Esta válvula se conecta en la salida de la producción y es el dispositivo que realiza el cierre y la apertura del pozo, gobernada por el controlador electrónico.

1.5.2. Producción por Sistemas (Número de Pozos)

En la siguiente Tabla N° 1 se presentan los datos de producción por cada Sistema de Levantamiento Artificial usados en el Campo.

TABLA No.- 1 Producción por Sistemas de Levantamiento Artificial

SISTEMA	NORIE	CENTRAL	SUR	TOTAL
BM	133	99	65	297
SW	62	89	101	252
HL	280	221	421	922
GL	5	0	0	5
PL	5	0	0	5
FY	5	1	1	7
TOTAL POZOS PRODUCTIVOS	490	411	588	1488
PARADO TRANSITORIO (PT)	603	426	364	1393
TOTAL DE POZOS	1093	837	952	2882

Fuente: Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

1.5.3. Producción por Zonas

En la siguiente Tabla N° 2 se presentan los datos de producción por cada Zona en Barriles por día.

TABLA No.- 2 Producción por Zonas del Campo Ancón

SISTEMA	NORTE	CENTRAL	SUR	TOTAL	PORCENTAJE
BM	253	249	116	618	50.4
SW	61.94	128	110	299.94	24.4
HL	96.02	71	118	285.02	23.2
GL	6.15	0	0	6.15	0.5
PL	13.75	0	0	13.75	1.1
FY	2.08	0.3	2	4.38	0.4
TOTAL BARRILES PRODUCIDOS (BBPD)	432.94	448.3	346	1227.24	100.00

Fuente: Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

CAPÍTULO II

EL SISTEMA DE BOMBEO MECÁNICO

2.1. Descripción

En el Capítulo 2 se menciona los componentes principales del Equipo de Bombeo Mecánico, funcionamiento como tal, y partes que conforman el Equipo de Levantamiento Artificial por Bombeo Mecánico.

2.2. Clasificación del Equipo de Bombeo Mecánico

El Equipo de Bombeo Mecánico se clasifica en 2 secciones:

1. Equipo de Subsuelo
2. Equipo de Superficie

2.2.1. Equipo de Subsuelo.

Es la parte más importante del Sistema de Bombeo Mecánico. Las partes que lo conforman son:

1. Tubería de Producción
2. Sarta de Varillas
3. Bomba de Subsuelo

Tubería de Producción

- Tubing como su nombre lo indica es la tubería que sirve para transportar la producción de petróleo, del subsuelo a la superficie. El tubing se utiliza como guía del conjunto de varillas y la bomba de subsuelo.
- Las Tuberías de Producción usadas por PACIFPETROL tienen un diámetro de 2-3/8", la tubería larga tiene una longitud promedio de 31' y la tubería corta de 22' ambas de 8 hilos especial.

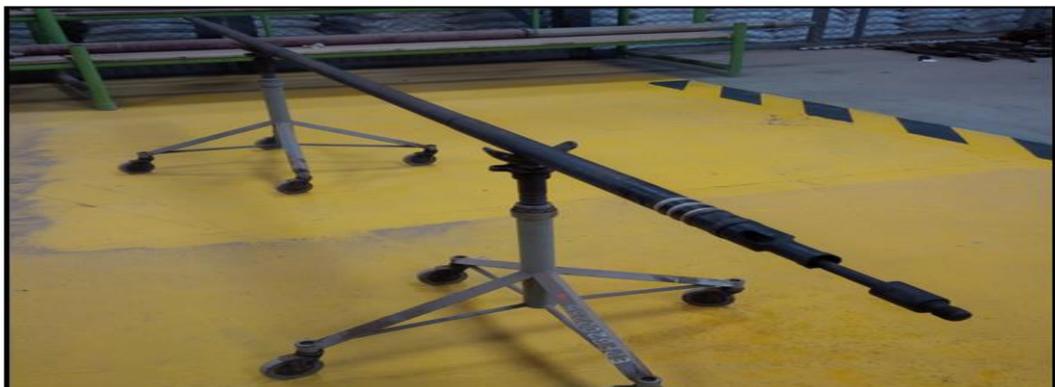
Sarta de Varillas

- La Sarta de Varillas o sarta de cabillas es un conjunto de varillas metálicas colgadas desde superficie hasta el intervalo de producción, que mediante la conexión con la bomba de fondo realiza el movimiento de la carrera ascendente y descendente del pistón desplazando el fluido a tanques de almacenamiento o estaciones en superficie.
- Las varillas utilizadas por PACIFPETROL en sus instalaciones son de diámetros de 5/8" y 3/4" y longitudes de 25'.

Bomba de Subsuelo

- La Bomba de Subsuelo, como su nombre lo indica es una bomba que va ubicada en el fondo de la instalación del sistema de bombeo mecánico, se introduce mediante tubería o insertada con el conjunto de varillas. (Ver figura N° 16).
- Su función principal es bombear el fluido desde la formación productora a su almacenamiento en superficie, mediante un pistón que va colocado en el barril de la bomba de subsuelo, que consta de 2 válvulas llamadas válvula fija y válvula viajera.

FIGURA No.- 16 Bomba de Subsuelo RWAC



Fuente: Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

Partes Principales de una Bomba de Subsuelo:

- **Camisa o Barril.-** El barril es un cilindro metálico de superficie pulida, que permite el desplazamiento del pistón en la carrera ascendente y descendente dentro del mismo. PACIFPETROL usa barriles de longitudes de 8, 12, y 16 pies.
- **Embolo o Pistón.-** El pistón tiene como función crear un efecto de succión en el barril mediante el cual permite la apertura o cierre de las válvulas viajera y fija.
- **Válvula Viajera.-** La válvula viajera, como su nombre lo indica es la válvula que viaja durante las carreras ascendentes y descendentes del ciclo de bombeo, su función principal es permitir el paso del fluido durante del barril de la bomba a la tubería de producción.
- **Válvula Fija.-** La válvula fija o de pie, como su nombre lo indica es la válvula que durante el ciclo de bombeo permite el paso del fluido desde la formación al barril de la bomba.

2.2.2. Equipo de Superficie.

Las Partes del Equipo de Bombeo Mecánico de Superficie son:

1. Aparato Individual de Bombeo (AIB)
2. Motor (AIB)
3. Varillón Pulido
4. Prensa Estopa (Stuffing Box)
5. Línea de Flujo o de Producción

- **Aparato Individual de Bombeo (AIB)**

El Aparato de Individual de Bombeo o Balancín proporciona movimiento ascendente y descendente al varillón pulido, conjunto de varillas y pistón de la bomba por medio del movimiento angular del motor.

El tipo de Aparato Individual de Bombeo usada en PACIFPETROL son las del tipo Convencional, tales como: AMERICAN, LEGRAND y LUFKIN.

Existen 2 tipos de AIB o balancines utilizados en el Campo Ancón, son conocidos como Balancines Fijos para pozos de producción diaria y Balancines Portátiles o Móviles para pozos de producción periódica.

- **Motor (AIB)**

EL Motor es la fuente de potencia del Aparato Individual de Bombeo que genera el funcionamiento de la unidad durante su ciclo de trabajo. Los tipos de motores más comunes en el Campo Ancón usados por PACIFPETROL, son motores ARROW de combustión interna de entre 9 y 13 hp y eléctricos de 10 hp.

- **Varillón Pulido**

El Varillón Pulido o Barra Pulida es una barra de superficie totalmente pulida, su función principal es hacer de conexión entre el aparato individual de bombeo en superficie y el conjunto de varillas junto con la bomba en subsuelo. El diámetro de varillón pulido que utiliza PACIFPETROL son de 1 ¼.

- **Prensa Estopa (Stuffing Box)**

La Prensa Estopa o Stuffing Box es un conjunto de prensas que por medio de empacaduras en su interior sirven para evitar fugas de fluido en la cabeza del pozo, previniendo derrames de crudo.

- **Línea de Flujo**

Las Líneas de Flujo o de Producción son líneas de tuberías en superficie, que son las encargadas de transportar el fluido del pozo productor a separadores, tanques de almacenamiento o estaciones.

2.3. Tipos y Clasificación de las Bombas de Subsuelo

Las Bombas de Subsuelo más conocidas y utilizadas en el Sistema de Bombeo Mecánico son:

- Bomba de Tubería
- Bomba Insertable (Varilla)

- **Bomba de Tubería**

Son bombas que van acopladas junto con la tubería, el barril de la bomba y la válvula fija es bajada, en conjunto con la tubería al momento de instalarla en el pozo, y el pistón con la válvula viajera es bajado con la sarta de varillas. Este tipo de bombas tienen mayor capacidad de producción, en comparación con una bomba insertable. La desventaja de las bombas de tubería, es que al momento que se presenta un problema en la instalación de subsuelo, desgaste de válvulas, asiento o pistón, se debe sacar la bomba en conjunto con la tubería. (Ver figura N° 17).

- **Bomba Insertable (Varilla)**

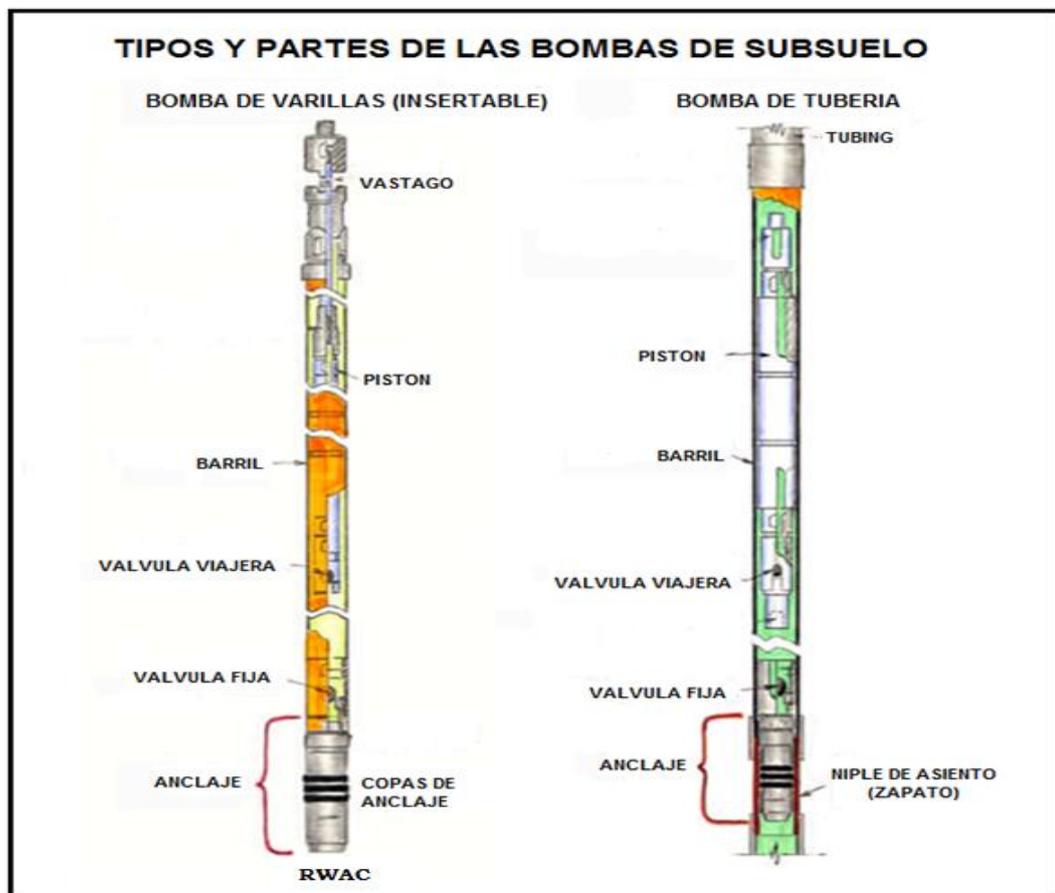
Las Bombas Insertables son bombas que son bajadas completamente con la sarta de varillas, siendo asentadas por medio de un niple de asiento que permite un anclaje de copas en el tubing. Al contrario de las bombas de tubería, las bombas insertables tienen la ventaja de permitir ser desinstaladas o recuperadas, sin necesidad de sacar el tubing si se presenta un problema en la instalación.

La compañía PACIFPETROL usa este tipo de bombas insertables en sus equipos de bombeo mecánico. La más usada es la **RWAC**, su descripción API indica que es una bomba insertable, de barril de pared delgada, con un anclaje superior y se asienta por un anclaje de copas. (Ver figura N° 17).

Partes Principales de la Bomba de Subsuelo:

- Vástago
- Pistón
- Barril
- Válvula fija
- Válvula viajera
- Anclaje de Copas o Niple de Asiento

FIGURA No.- 17 Partes Principales de las Bombas de Subsuelo



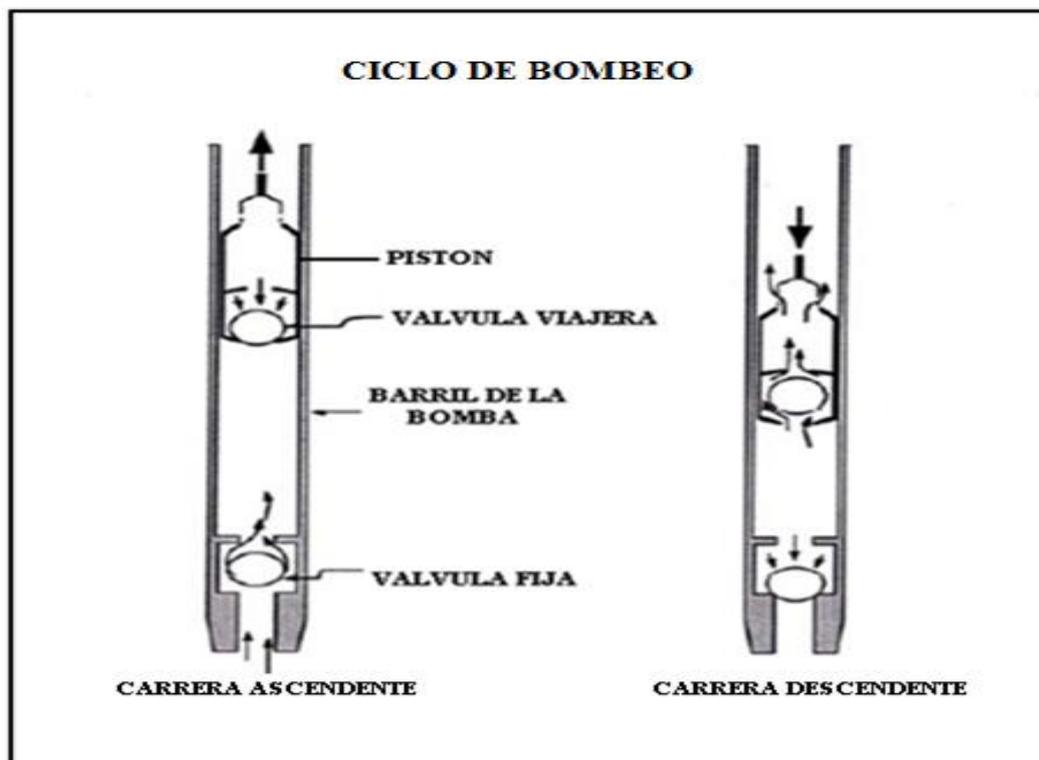
Fuente: Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

2.4. Ciclo de Bombeo

El Ciclo de bombeo en la bomba de subsuelo describe el comportamiento de la válvula fija y la válvula viajera durante el desplazamiento del pistón en la carrera ascendente y descendente. (Ver figura N° 18).

FIGURA No.- 18 Gráfico del Ciclo de Bombeo



Fuente: Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

- Descripción de la Carrera Ascendente

La carrera ascendente, es cuando el pistón de la bomba comienza a moverse de manera ascendente por el movimiento del equipo de superficie y varillas, durante este movimiento la válvula viajera tiende a cerrarse por efecto de gravedad, haciendo un sello y levantando cargas de fluido. La válvula fija en el fondo se abre, por el efecto de vacío que genera la carrera ascendente, permitiendo el ingreso de fluido de la formación al barril de la bomba

- Descripción de la Carrera Descendente

La carrera descendente, (contrario de la ascendente), es cuando el pistón de la bomba comienza a moverse hacia abajo, el fluido que llenó el barril durante la carrera ascendente, genera un efecto de flotabilidad, abriendo la válvula viajera, permitiendo el paso del fluido de barril al pistón, ocasionando el cierre de la válvula fija.

2.4.1 Desplazamiento y Eficiencia Volumétrica de la Bomba.

Este movimiento consiste en el cálculo de producción en barriles expresado al 100% de su eficiencia volumétrica en base a la carrera efectiva del pistón. Las condiciones establecidas para determinar el desplazamiento de la bomba es conocer el diámetro del pistón, la longitud de carrera que va a depender de la profundidad y diseño del conjunto de varillas, y los strokes por minuto. La fórmula del desplazamiento de la bomba es la siguiente:

$$PD = 0.1484 \times Dp \left(\frac{\pi (\text{Diámetro pistón})^2}{4} \right) \times SP (\text{Long. Carrera}) \times SPM$$

Donde:

PD = Desplazamiento de la bomba (BPPD)

Dp = Diámetro del pistón (in)

Sp = Longitud de la carrera (in)

SPM = Velocidad de bombeo (spm)

La eficiencia volumétrica de la bomba es el cálculo de la relación entre la tasa o producción del pozo y el desplazamiento teórico de la bomba con respecto al 100%. Del 80 a 100% indica una alta eficiencia volumétrica relacionada al llenado del barril de la bomba, interpretando un buen aporte de producción del pozo y sin problemas en el equipo de subsuelo.

Del 50 al 30% indica una baja eficiencia volumétrica, interpretando que existen problemas de golpe de fluido debido al ineficiente llenado de bomba por el poco aporte de producción del pozo, presencia de gas en el barril o por problemas de

desgaste en el equipo de subsuelo. La fórmula para calcular eficiencia volumétrica de la bomba es la siguiente:

$$EV = \frac{BPPD \text{ superficie}}{PD} \times 100\%$$

Donde:

EV = Eficiencia Volumétrica (%)

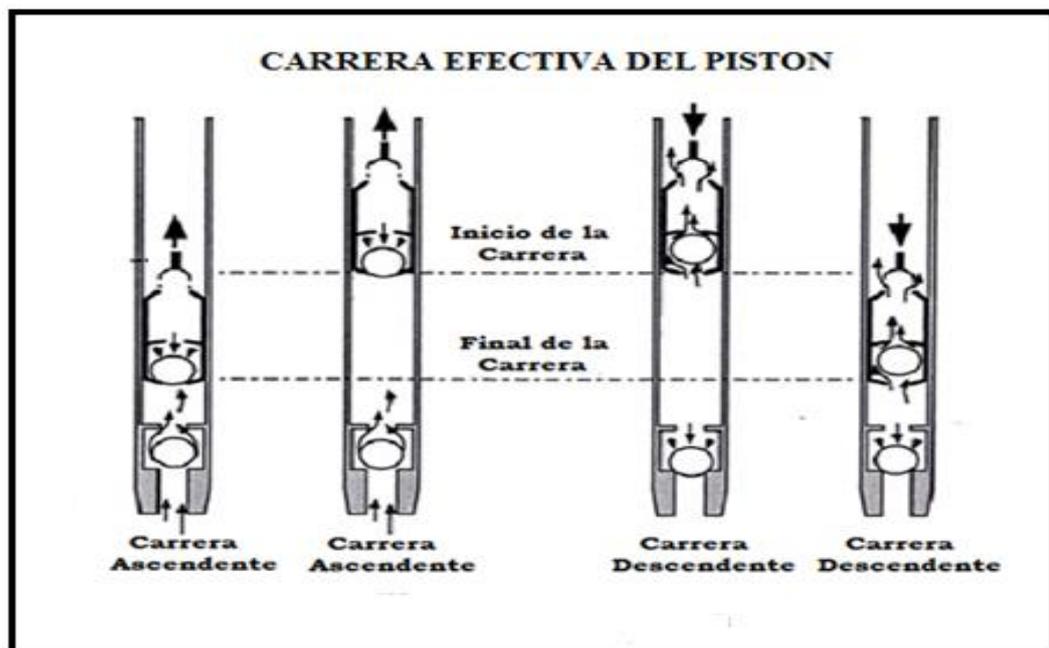
BPPD Superficie = Barriles de Petróleo de superficie por día

PD = Desplazamiento de la Bomba (BBPD)

2.4.2. Carrera Efectiva del Pistón

La carrera efectiva del pistón se describe como el movimiento ascendente y descendente del pistón dentro del barril de la bomba. Cuando se presenta sobre recorrido o poco estiramiento de varillas existe un mayor recorrido del pistón, que al compararlo cuando se presenta un bajo recorrido o estiramiento de varillas, causando la reducción de la carrera efectiva del pistón, generando problemas de producción por la tardía apertura de válvulas en la bomba. (Ver figura N° 19).

FIGURA No.- 19 Gráfico de la Carrera Efectiva del Pistón



Fuente: Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

Para el cálculo de la longitud de la carrera efectiva del pistón tenemos la siguiente formula:

$$S_p = S + e_p - e_t - e_r$$

Donde:

S_p = Longitud de la Carrera Efectiva del Pistón.

S = Longitud de la Carrera del Varillón Pulido.

e_p = Poco Estiramiento o Sobrerrecorrido del Pistón.

e_t = Estiramiento o Elongación de la Tubería.

e_r = Bajo Recorrido o Estiramiento de Varillas

Datos adicionales para el cálculo de la longitud de la carrera efectiva del pistón:

L = Longitud del Conjunto de varillas en pulgadas (in)

N = Golpes por minuto

G = Gravedad Específica del Fluido (0.84 para crudo de 36° API)

S = Longitud de la Carrera del Varillón Pulido en pulgadas (in²)

A_p = Área Seccional del Pistón en pulgadas cuadradas (in²)

A_r = Área Seccional de las Varillas en pulgadas cuadradas (in²)

A_t = Área Seccional del Tubing en pulgadas cuadradas (in²)

E = Módulo de Elasticidad del Acero (30 X 10⁶ PSI)

POZO TIG0018

Fórmulas:

Estiramiento de Varillas e_r :

$$e_r = \frac{5.2 G L^2 (A_p - A_r)}{A_r E}$$

Para el pozo TIG0018 donde hay combinación de varillas de 3/4" y 5/8", e_r será:

$$e_r = e_{r\frac{3}{4}} + e_{r\frac{5}{8}} = \frac{5.2 (0.84)(1325)^2 (1.227 - 0.307)}{(0.307)30000000} + \frac{5.2 (0.84)(745)^2 (1.227 - 0.442)}{(0.442)30000000}$$

$$e_r = 0,9095 \text{ in}$$

Estiramiento de Tubería e_t :

$$e_t = \frac{5.2 G L^2 (A_p - A_r)}{A_t E}$$

$$e_t = \frac{5.2 (0.84)(2070)^2 (1.227 - 0.442)}{(1.304)30000000}$$

$$e_t = 0.3756 \text{ in}$$

Sobrecorrido del Pistón e_p :

$$e_p = 1.55 * \left[\frac{L}{1000} \right]^2 * \left[\frac{S N^2}{70500} \right]$$

$$e_p = 1.55 * \left[\frac{2070}{1000} \right]^2 * \left[\frac{30 * 13^2}{70500} \right]$$

$$e_p = 0.4776 \text{ in}$$

Por último, la Longitud de Carrera Efectiva del Pistón:

$$S_p = S + e_p - e_t - e_r$$

$$S_p = (30 + 0.4776 - 0.3756 - 0,9095) \text{ in}$$

$$S_p = 29,19 \text{ in}$$

En las tablas N°4 y N°5 se muestran los datos de los 6 pozos optimizados, longitudes de varillas y varillón, golpes por minuto, áreas seccionales y longitudes de carrera efectiva del pistón.

Desplazamiento Volumétrico de la Bomba PD:

$$PD = 0.1484 A_p S_p N$$

$$PD = 0.1484 * 1.227 * 29,19 * 13 = \mathbf{69,09 \text{ BPPD}}$$

Eficiencia Volumétrica Promedio EV:

$$EV = \frac{\text{APORTE YACIMIENTO}}{PD} * 100\%$$

$$EV = \frac{4 \text{ BPD}}{69,09} * 100\% = 5,78 \%$$

En la Tabla N°6 se muestra el desplazamiento de la bomba y las eficiencias volumétricas de los 6 pozos optimizados con los nuevos ciclos de trabajo.

CAPÍTULO III
WELL ANALYZER (ECHOMETER)

3.1. Well Analyzer (ECHOMETER)

El Analizador de Pozos o Well Analyzer permite conocer valores de carga real en cualquier punto del ciclo de bombeo, de esta manera determinar condiciones de eficiencia volumétrica de bombas de subsuelo, para poderlas extrapolar al comportamiento de afluencia de cada pozo. Sirve como herramienta para generar grandes ahorros o incrementos en la producción.

La Técnica consiste en determinar períodos óptimos de trabajo de los Aparatos Individuales de Bombeo analizando los tiempos máximos de alta eficiencia volumétrica en bombas de subsuelo con apoyo de cartas dinamométricas proporcionadas por el Equipo.

Descripción del Equipo Well Analyzer.

El Well Analyzer como se muestra en la figura N° 20 está compuesto por:

- Dinamómetro o Celda de Carga (Herradura)
- Cable Convertidor de Señales Analógicas a Digitales (A/D).
- Computador y Software “Total Well Management”.

- Dinamómetro o Celda de Carga (Herradura)

Es un dispositivo que se coloca en el varillón pulido de una instalación de bombeo mecánico, detecta valores instantáneos de carga y aceleración en varillón pulido y los envía al Well Analyzer.

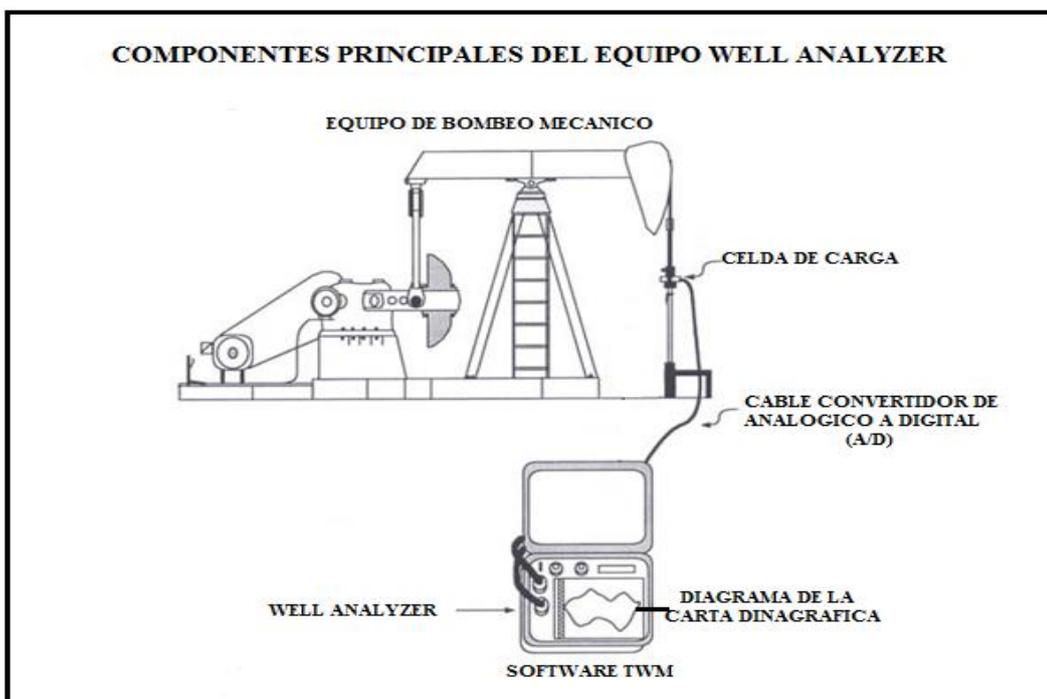
- **Cable convertidor de Analógico a Digital (A/D).**

El convertidor A/D es un cable que condiciona y digitaliza las señales eléctricas provenientes del transductor de carga, acelerómetro y sensores de la corriente del motor y las lleva hacia el Well Analyzer. Las señales digitalizadas se transmiten al computador para procesamiento y grabado.

- **Computador y Software.**

La consola “Well Analyzer” trabaja en conjunto con el computador y con un software de interpretación gráfica “Total Well Management” ordenando las funciones que el operador desea ejecutar como : toma de niveles acústicos, toma de cartas dinamométricas, medida de consumo de corriente en motores eléctricos, pruebas de válvulas, medida de presión de cabeza, etc ; desplegando los resultados de cada prueba.

FIGURA No.- 20 Componentes Principales del Equipo Well Analyzer.



Fuente: Pacifpetrol
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

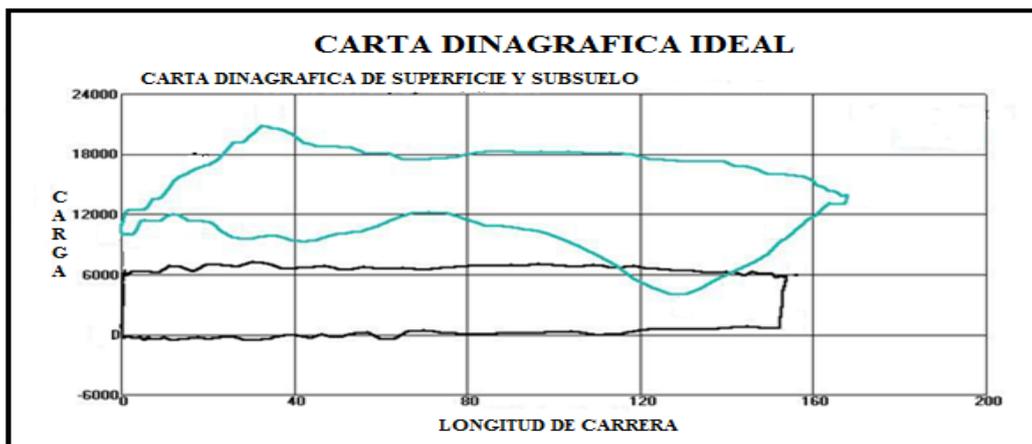
3.2.1. Carta Dinográfica

La Carta Dinográfica es un diagrama que muestra un registro continuo de las cargas instantáneas que se aplican sobre el varillón pulido en función de su desplazamiento durante un ciclo de bombeo. El Objetivo de una Carta Dinográfica es determinar las condiciones del pozo mediante datos obtenidos en la carta dinográfica como: carrera de la bomba, golpes por minuto, eficiencia volumétrica de la bomba, desplazamiento de fluido en la bomba, funcionamiento de las válvulas de la bomba de subsuelo, torque de la caja reductora, tensiones en las varillas y potencia. (Ver figura N° 21).

Por medio del uso de las cartas dinográficas se puede detectar problemas en el pozo como:

- Golpe de Fluido.
- Golpe de Gas o Candado de Gas.
- Pérdida de fluido en Válvulas.
- Bomba Embastionada.
- Varilla Rota.
- Fricción Excesiva.
- Pérdidas de Carga de Fluido.
- Estiramiento y Sobre-Recorrido de Varillas.
- Bomba con Hueco.
- Golpe de Bomba.

FIGURA No.- 21 Diagrama de una Carta Dinográfica Ideal



Fuente: Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

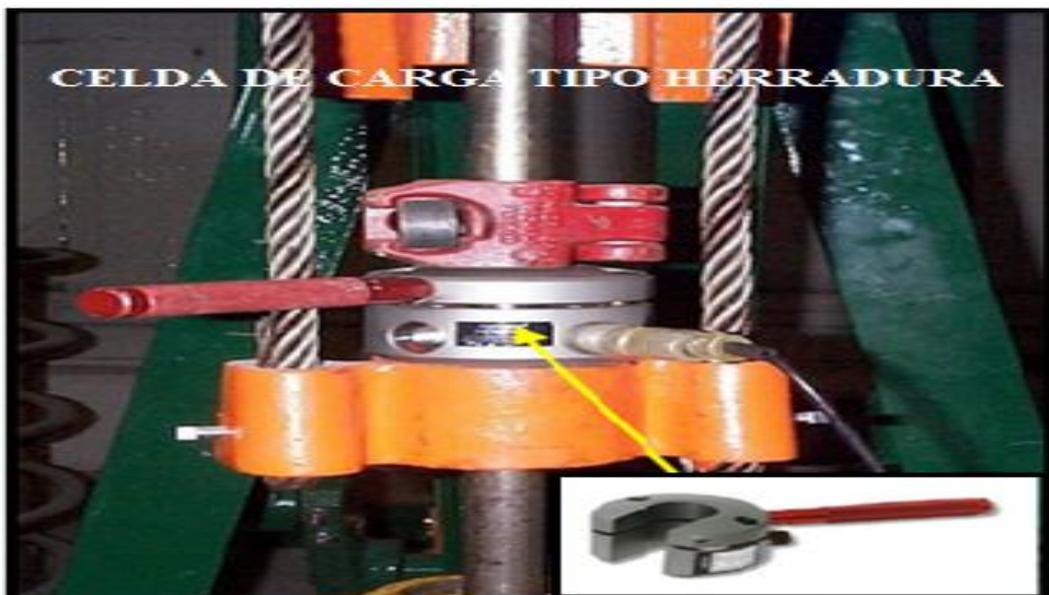
3.2.2. Dinamómetro o Celda de Carga (Herradura)

La celda de carga tipo herradura o dinamómetro es un transductor con una capacidad nominal de 50000 lb, y se calibra para producir una exactitud total de 0.5% del rango de operación. (Ver figura N° 22).

Se manufactura con acero inoxidable de grado de instrumentación e incorpora una celda que provee valores precisos de carga y un sensor que mide la aceleración del varillón pulido durante el ciclo de bombeo. El programa convierte esa aceleración en velocidad y luego en posición integrando respecto al tiempo.

Es una herramienta de calibración que interpreta la información en base a las cargas que está soportando el varillón, calcula valores de los esfuerzos en cualquier punto de la sarta de varillas y obtiene gráficos representativos del funcionamiento de la bomba de subsuelo en el fondo que puede usarse para mejorar la eficiencia, reducir la tasa de problemas y tiempos de trabajo con golpe de fluido excesivo en pozos.

FIGURA No.- 22 Celda de Carga tipo Herradura

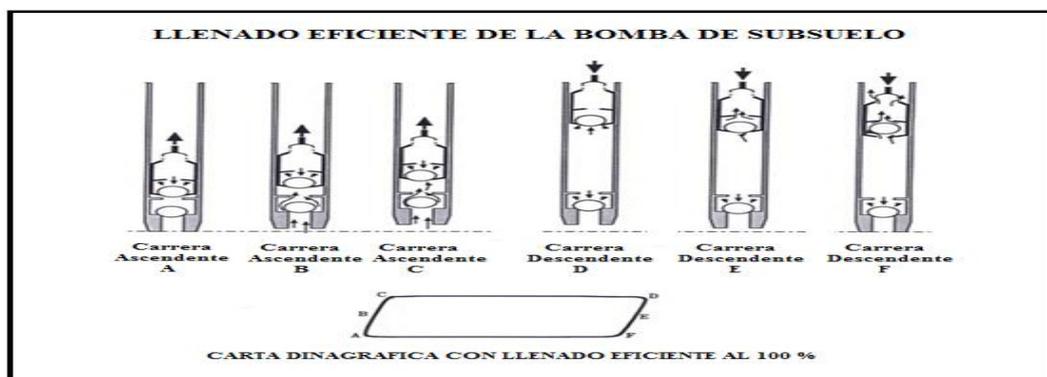


Fuente: Pacifpetrol
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

3.3 Llenado Eficiente de la Bomba

En la figura N° 23 se muestra la operación de una bomba con llenado total (eficiencia volumétrica del 100%) y se explica el diagrama Dinagráfico que se generaría en esas condiciones. Como se puede observar, la transferencia de carga del pistón hacia la tubería, se da inmediatamente después que inicia la carrera descendente del pistón de la bomba. Bajo estas condiciones no existe peligro de desgaste de válvulas, varillas, tubería ni equipo de superficie.

FIGURA No.- 23 Carta Dinagráfica generada por una bomba trabajando al 100% llenado



Fuente: Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

DONDE:

- **A:** Inicio de la carrera ascendente, válvula viajera cierra, el pistón comienza a tomar la carga de fluido y el dinamómetro registra carga de varillas + fluido en el varillón.
- **B:** Pistón continúa subiendo y ha recogido el 50% de la carga total del fluido.
- **C:** Pistón continúa subiendo y alcanza a recoger el 100% de la carga del fluido.
- **D:** Pistón termina de recorrer la carrera ascendente con válvula viajera cerrada recogiendo el 100% de la carga del fluido e inicia la carrera descendente.
- **E:** La válvula viajera abre y la carga del fluido se transfiere del pistón a la tubería, el dinamómetro registra pérdida de carga.
- **F:** Pistón continúa bajando y alcanza a transferir el 100% de la carga del fluido a la tubería, el dinamómetro no registra carga de fluido, solo de varillas.

3.4 Golpe de Fluido

El Golpe de Fluido se reconoce en una carta dinagráfica cuando existe un llenado ineficiente de fluido en el barril de la bomba de subsuelo y por la disminución brusca de las cargas durante la carrera descendente como se muestra en la figura N° 24. Este problema puede presentarse, cuando en la carrera ascendente, el llenado de la bomba es incompleto debido al que el pozo perdió fluido (achico) y la presión es baja en el barril de la bomba. Entonces en la carrera descendente, el peso de la columna de fluido en el tubing sigue ejerciéndose sobre la válvula viajera, como el barril está casi vacío, no hay incremento de presión que permita abrir la válvula viajera.

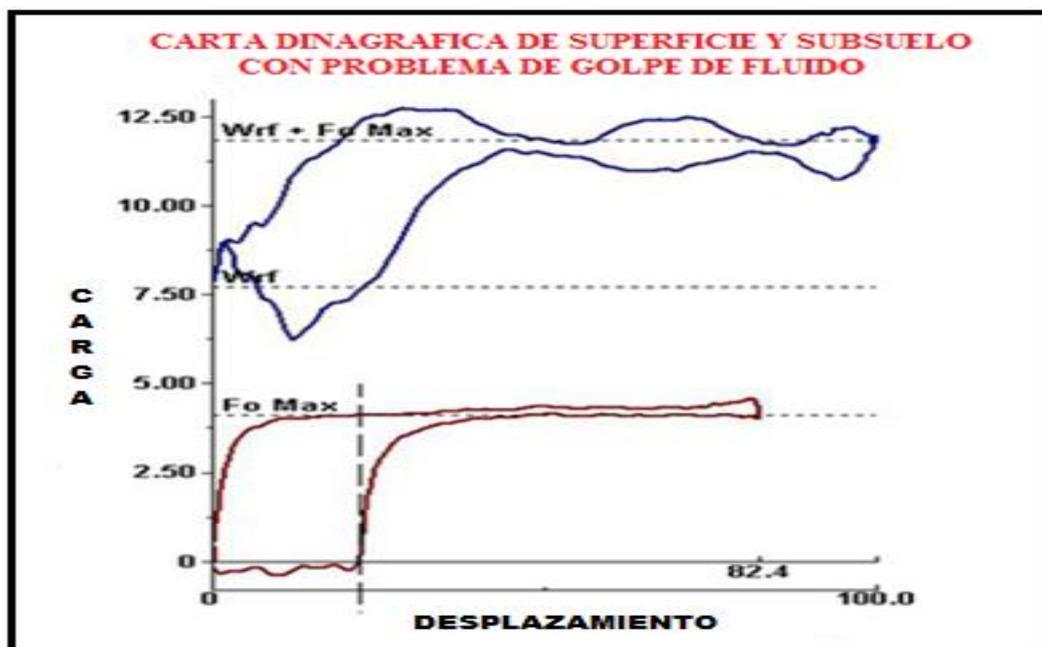


FIGURA No.- 24 Carta dinagráfica con Problema de Golpe de Fluido

Fuente: Pacifpetrol /Seminario Well Analyzer and Total Well Monitoring 2013 (Wichita – Texas)

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

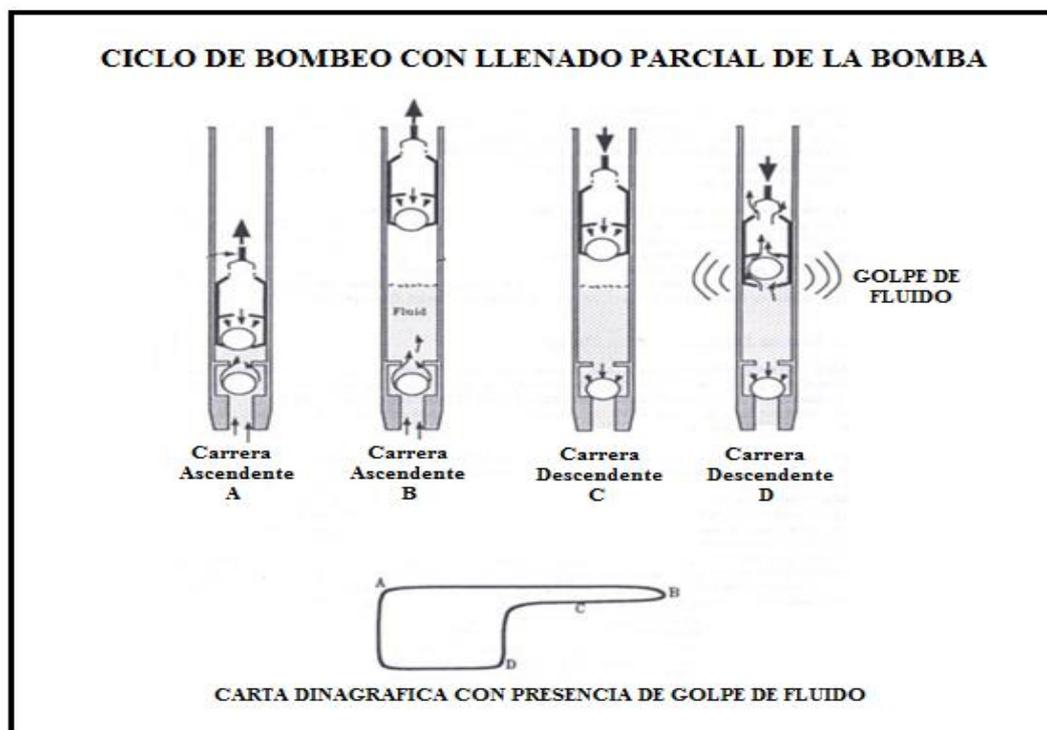
La Sarta de varillas cae libremente hasta que se encuentra con el poco fluido que ingresó al barril y se produce un golpe entre la válvula viajera con el fluido que llenó parcialmente la bomba. En este punto, el pistón está viajando cerca de su máxima velocidad, abriendo la válvula viajera y originando un brusco descenso de

cargas, al transferir el peso de la columna de fluido en el tubing a la válvula fija, provocando un fuerte impacto conocido como golpe de fluido. (Ver figura N° 25).

Dependiendo del grado de llenado del barril de la bomba, el golpe de fluido puede ser:

- **Golpe de fluido leve:** cuando se presenta hasta $1/8$ " del inicio de la carrera descendente. La bomba llenó aproximadamente $7/8$ " de su carrera.
- **Golpe de fluido fuerte:** cuando el golpe de fluido se presenta entre $1/8$ " y $1/2$ " del inicio de la carrera descendente. La bomba llenó entre $7/8$ " a $1/2$ " de su carrera.
- **Golpe de fluido severo:** cuando se presenta a más de $1/2$ " del inicio de la carrera descendente. La bomba llenó menos de la mitad de su carrera.

FIGURA No.- 25 Carta Dinagráfica generada por una bomba trabajando con Golpe Fluido



Fuente: Pacifpetrol

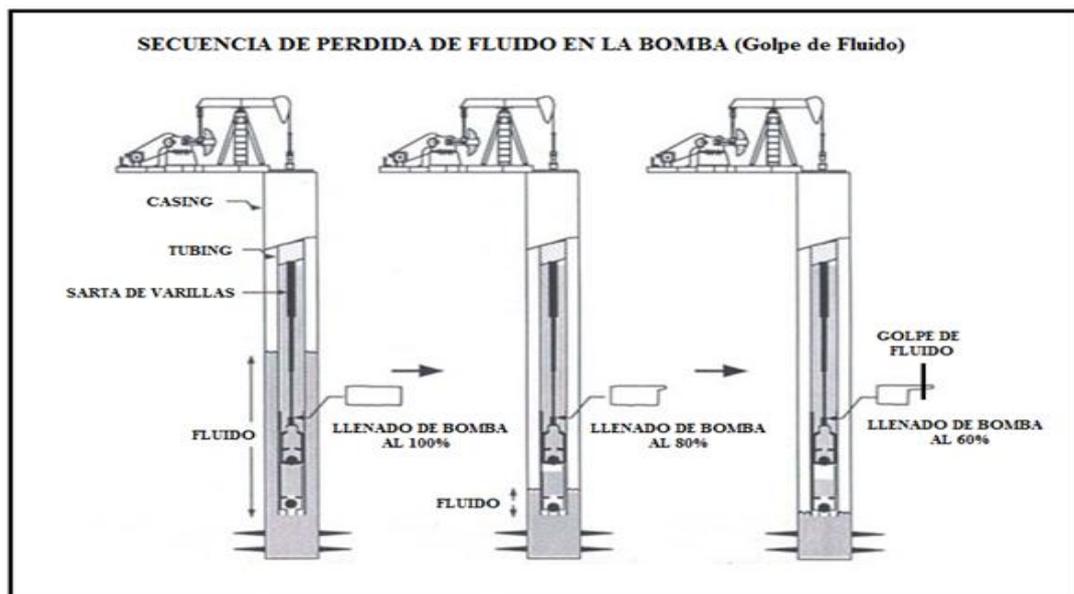
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

DONDE:

- **A:** Inicio de la carrera ascendente, válvula viajera cierra, el pistón soporta la carga total de fluido dentro de tubería, fluido ingresa al barril de la bomba.
- **B:** Pistón termina la carrera ascendente, el barril se llena parcialmente de fluido debido a que el pozo no produce suficiente fluido.
- **C:** Pistón ha iniciado su carrera descendente, no hay pérdida de carga porque no existe fluido en el barril que genere contrapresión de apertura en válvula viajera
- **D:** Pistón desciende y golpea a gran velocidad el nivel de fluido dentro del barril de la bomba (golpe de fluido) la válvula viajera se abre y la carga de fluido se transfiere del pistón a la tubería.

La Figura N° 26 muestra la secuencia de una Carta Dinográfica por Golpe de Fluido, al achicarse la columna de fluido en el pozo y producirse un llenado ineficiente de la bomba de subsuelo durante sus Ciclos de Trabajo:

FIGURA No.- 26 Secuencia de Pérdida de Fluido en la Bomba (Golpe de Fluido).



Fuente: Pacifpetrol
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

3.5. Interpretación de varios Tipos de Cartas Dinagráficas.

Los problemas más comunes en una instalación de Bombeo Mecánico, diagnosticados mediante el Well Analyzer y el Software TWM, utilizando las Cartas Dinagráficas se presentan a continuación:

- Golpe de Gas o Candado de Gas

El golpe de gas o candado de gas se produce sólo en pozos con presencia de gas. Cuando el barril de la bomba de subsuelo se llena con líquido y gas libre a una presión relativamente alta, presenta un G.O.R. relativamente alto, durante la carrera ascendente.

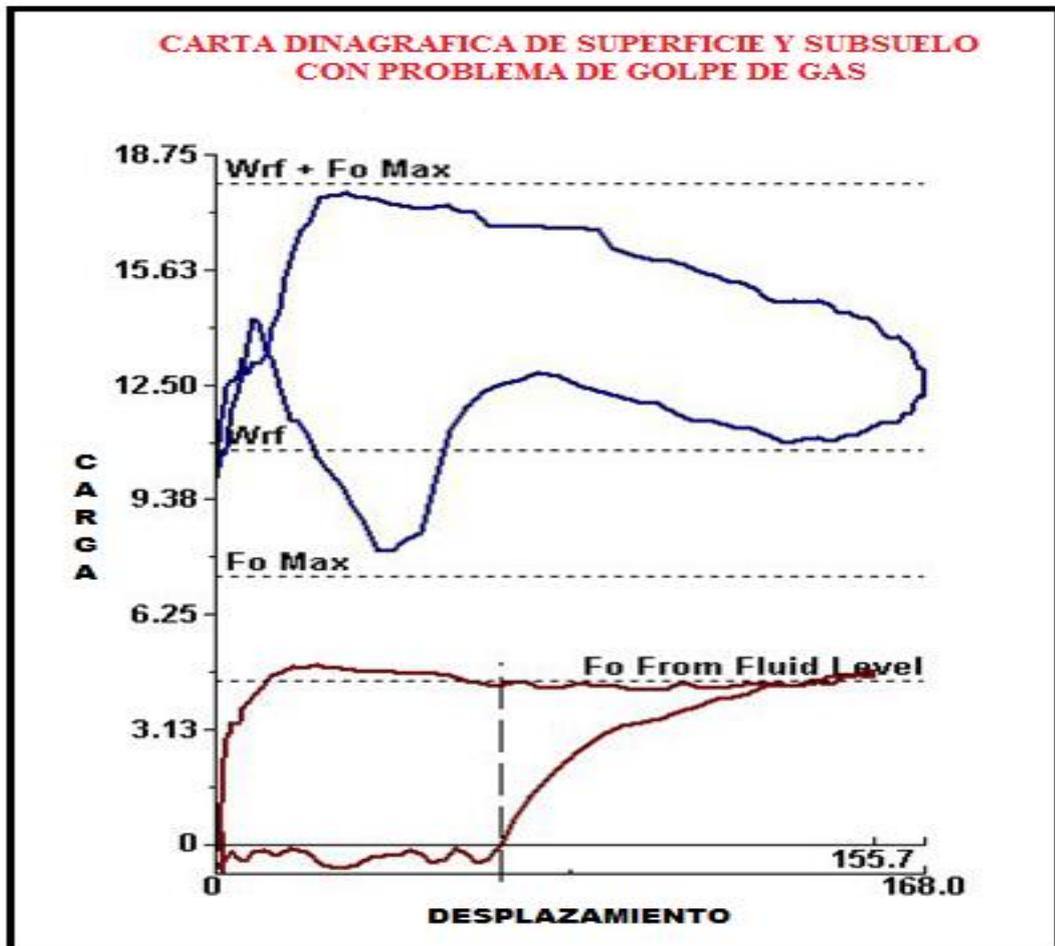
Cuando se inicia la carrera descendente, el gas por ser menos denso que el líquido se ubica en la parte superior del barril de la bomba y ejerce una “especie de amortiguación” a la caída libre de la sarta de varillas, hasta que la columna dentro del barril se vuelve incompresible y se incrementa la presión dentro del barril que produce la apertura de la válvula viajera. En algunos casos, durante la carrera descendente no se llega a incrementar la presión dentro del barril lo suficiente como para producir la apertura de la válvula viajera, lo que origina un Candado de Gas o bloqueo de la bomba, debido a que ésta sólo realiza el trabajo de comprimir y expandir el gas en el interior del barril y se produce la apertura de la válvula móvil cerca del final de la carrera descendente.

En una carta dinamométrica el golpe de gas se reconoce por una disminución más suave de las cargas, debido a que la transferencia del peso de la columna del fluido en el tubing a la válvula viajera es lenta. (Ver figura N° 27).

Los daños que produce el Golpe de Gas son los mismos que se presentan en el golpe de fluido, además de reducir la eficiencia del sistema de Bombeo Mecánico, resulta

muy dañino para la sarta de varillas, caja reductora, motor, tubing y casing. Para remediar los problemas que causa el Golpe de Gas se recomienda reducir los golpes por minuto y aumentar la carrera del varillón.

FIGURA No.- 27 Carta dinográfica con Problema de Golpe de Gas



Fuente: Pacifpetrol / Seminario Well Analyzer and Total Well Monitoring 2013 (Wichita – Texas)
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

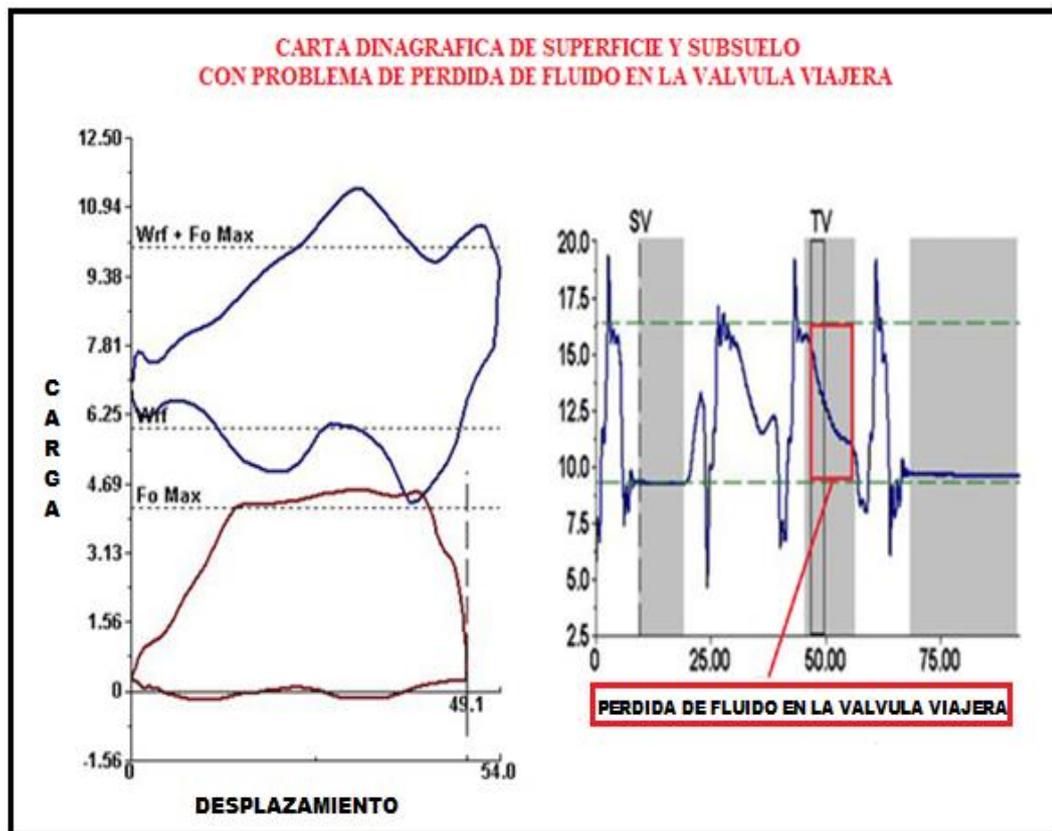
- Pérdida de Fluido en la Válvula Viajera (TV)

La pérdida en la válvula viajera o el escurrimiento debido al desgaste de la bola y asiento de la válvula, se puede determinar realizando una prueba parando el ciclo de bombeo a 3/4 del inicio de la carrera ascendente, en este punto la carga que se registra representa el peso de las varillas sumergidas más el peso del fluido y es la válvula viajera la que soporta toda la carga en ese momento.

Si la carga disminuye produce un trazado de la línea hacia abajo, como se observa en la carta dinagráfica, significa que parte de la carga del fluido se está escurriendo a través de la válvula viajera.

En una carta dinamométrica la pérdida de fluido en la válvula viajera se reconoce debido a que los ángulos superiores de la carta de fondo se redondean debido al desgaste de la válvula. (Ver figura N° 28).

FIGURA No.- 28 Carta Dinagráfica con problema de Pérdida de Fluido en la Válvula Viajera (TV)



Fuente: Pacifpetrol / Seminario Well Analyzer and Total Well Monitoring 2013(Wichita – Texas)
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

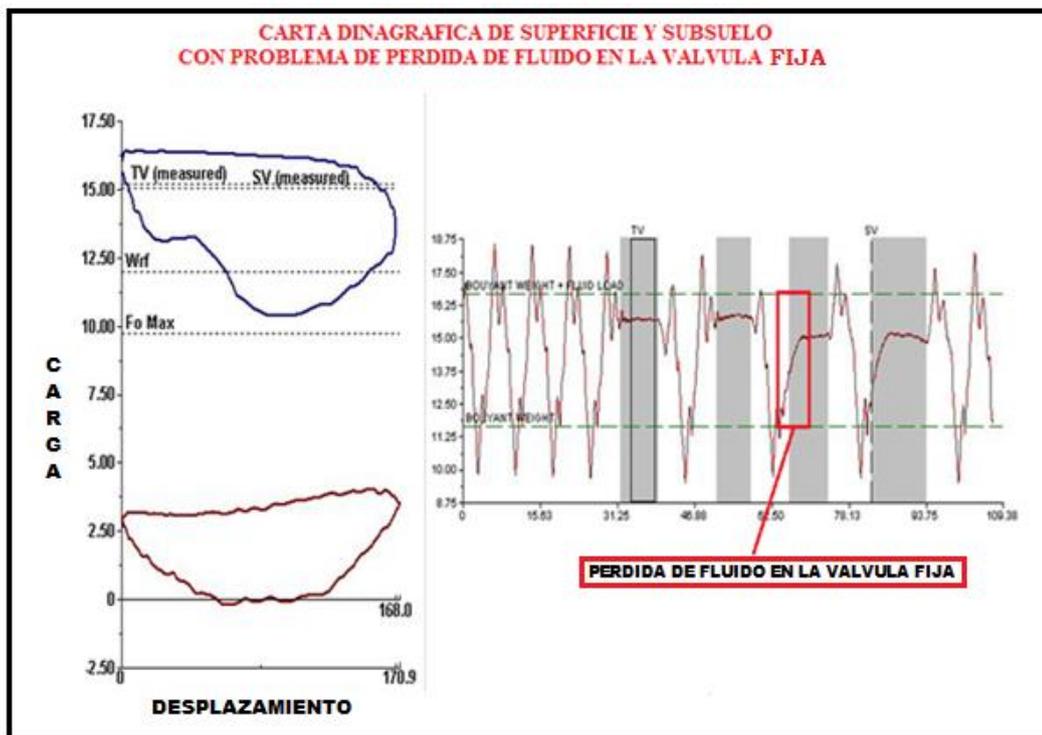
- Pérdida de Fluido en la Válvula Fija (SV)

Para determinar si hay una pérdida de fluido en la válvula fija, se realiza una prueba parando el ciclo de bombeo a 3/4 del inicio de la carrera descendente, en este punto la carga que se registra representa el peso de las varillas sumergidas. La válvula fija se cierra durante la carrera descendente, y soporta toda la carga en ese momento.

Si la carga aumenta, se registrará como una línea hacia arriba, como se observa en la carta dinagráfica, significa que parte de la carga del fluido se está escurriendo a través de la válvula fija.

En una carta dinamométrica la pérdida de fluido en la válvula fija se reconoce debido a que los ángulos inferiores de la carta de fondo se redondean debido al desgaste de la válvula. (Ver figura N° 29).

FIGURA No.- 29 Carta Dinagráfica con problema de Pérdida de Fluido en la Válvula Fija (SV)



Fuente: Pacifpetrol / Seminario Well Analyzer and Total Well Monitoring 2013(Wichita – Texas)

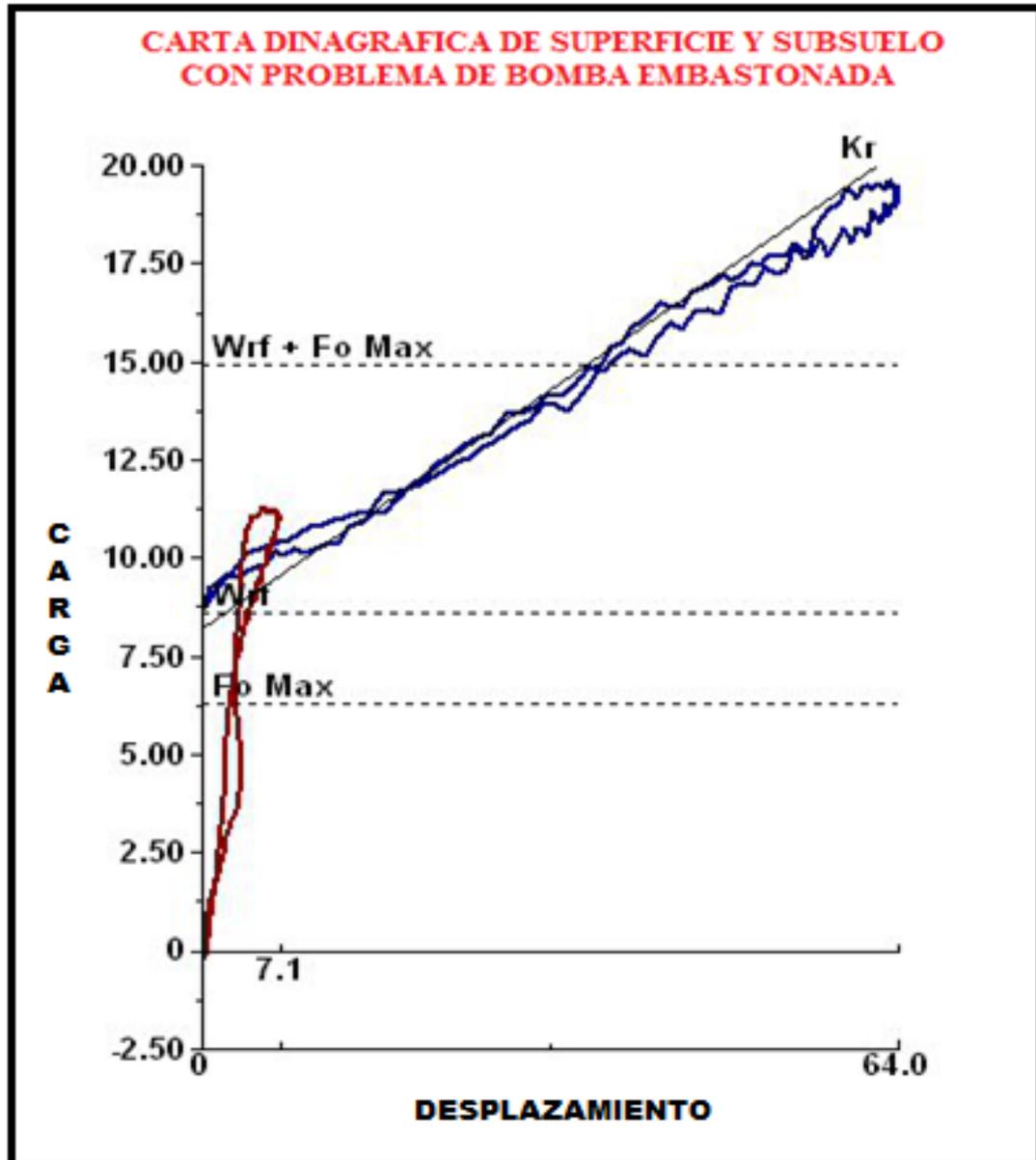
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

- **Bomba Embastionada**

El Embastionamiento de Bomba se presenta cuando algún cuerpo extraño impide el deslizamiento libre del pistón dentro del barril de la bomba de subsuelo. En este caso la sarta de varillas está sometida a esfuerzos de elongación y compresión solamente, y el pistón no se desplaza por encontrarse aprisionado, generando pérdida de producción.

Este problema provoca que exista proporcionalidad entre el cambio de posición y el cambio de carga del varillón pulido. La carta dinagráfica se presenta de forma decreciente debido a que el pistón no se mueve y no registra carga de fluido. (Ver figura N° 30).

FIGURA No.- 30 Carta Dinagráfica con Problema de Bomba Embastonada



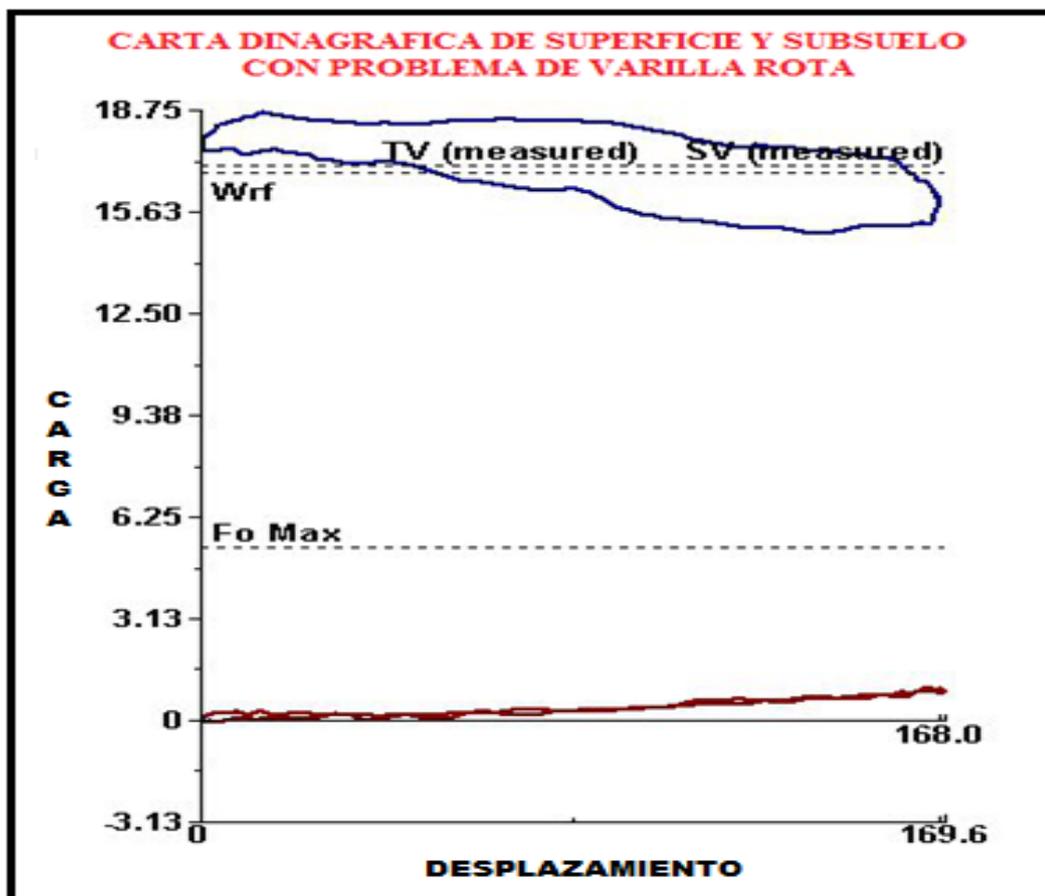
Fuente: Pacifpetrol / Seminario Well Analyzer and Total Well Monitoring 2013(Wichita – Texas)
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

- **Varilla Rota**

Cuando el Dinamómetro o Celda de Carga no registra peso de fluido, podemos determinar que las varillas pueden estar rotas en algún punto de su longitud y que el pozo no está produciendo.

Las cargas medidas en la carta dinagráfica de superficie como se muestra en la figura N° 31, solo registra la carga tomada en la válvula fija (**Wrf**). Esto indica que el fluido no está ejerciendo fuerza sobre la bomba, porque no hay estiramiento de varillas y que la velocidad del varillón pulido y del pistón sean iguales durante todo el Stroke,

FIGURA No.- 31 Carta Dinagráfica con Problema de Varilla Rota



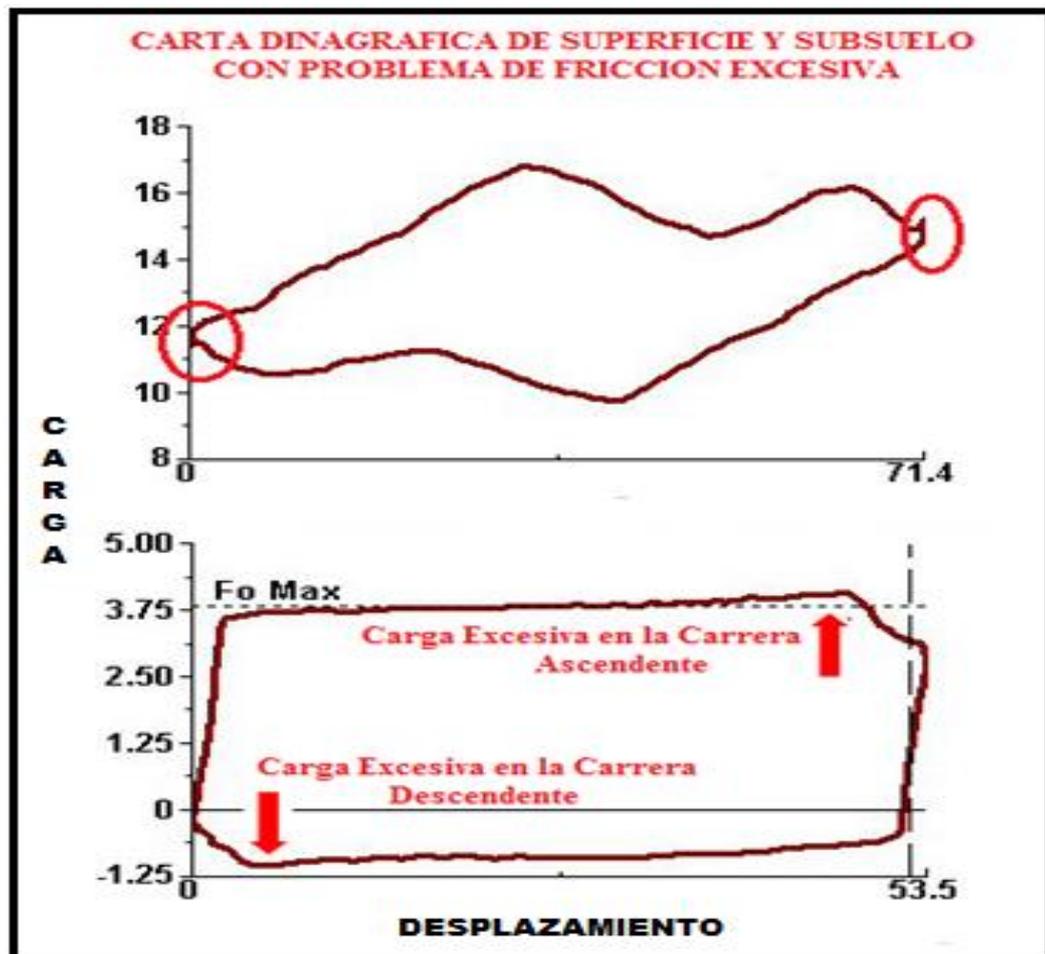
Fuente: Pacifpetrol / Seminario Well Analyzer and Total Well Monitoring 2013(Wichita – Texas)
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

- Fricción Excesiva

La Fricción Excesiva es ocasionada cuando el pistón realiza un recorrido irregular en el cilindro de la bomba, reduciendo su eficiencia y desplazamiento.

En la carta dinográfica de fondo como se muestra en la figura N° 32 , los valores de carga deberían estar entre **0** y el **Fo Max**, cargas superiores a ese rango indican fricción excesiva que puede ser causada por: fricción en la bomba, stuffing box muy apretado, balancín desalineado, pozo desviado, parafina, carbonatos y arena.

FIGURA No.- 32 Carta Dinográfica con Problema de Fricción Excesiva



Fuente: Pacifpetrol / Seminario Well Analyzer and Total Well Monitoring 2013(Wichita – Texas)
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

- Pérdida de Carga de Fluido

Cuando existe pérdida de carga de fluido, la carta dinagráfica de superficie como se observa en la figura N° 33 , muestra que la carga de fluido actual medida es menor a la pre calculada, el **Fo** o carga neta de la bomba es mucho menor que el **Fo** requerido por el nivel de líquido. Esto puede ser causado por problemas de Tubería Rota, Bomba con fuga o Válvulas con fuga.

FIGURA No.- 33 Carta Dinagráfica con Problema de Perdida de Carga



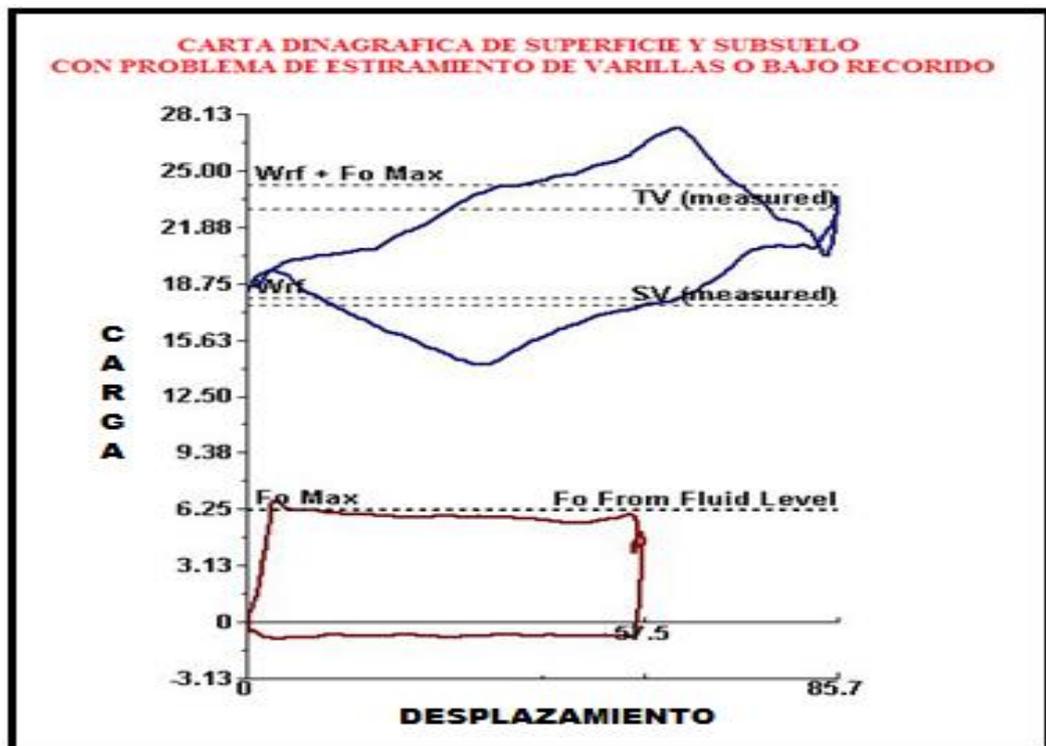
Fuente: Pacifpetrol / Seminario Well Analyzer and Total Well Monitoring 2013(Wichita – Texas)
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

- Estiramiento de Varillas (Kr) o Bajo Recorrido

Cuando las cartas dinagráficas tienen su eje inclinado hacia arriba en la dirección de la carrera ascendente indican bajo recorrido del pistón de la bomba de subsuelo, respecto al total de su carrera, debido al estiramiento de las varillas. Al inicio de la carrera ascendente, las varillas levantan su peso y el peso de la columna de fluido, por este motivo las varillas presentan una elongación o estiramiento. Al presentarse este fenómeno, la válvula viajera se cierra en la carrera ascendente a más del 40% del total del desplazamiento del varillón en superficie. (Ver figura N° 34).

Las causas de este problema pueden ser un deficiente diseño de sarta de varillas, bomba aprisionada, el pistón muy largo para el diseño de sarta de varillas, problema de arenas o carbonatos, prensa estopa muy apretada o parafinas.

FIGURA No.- 34 Carta Dinagráfica con Problemas de Estiramiento de Varillas o Bajo Recorrido.



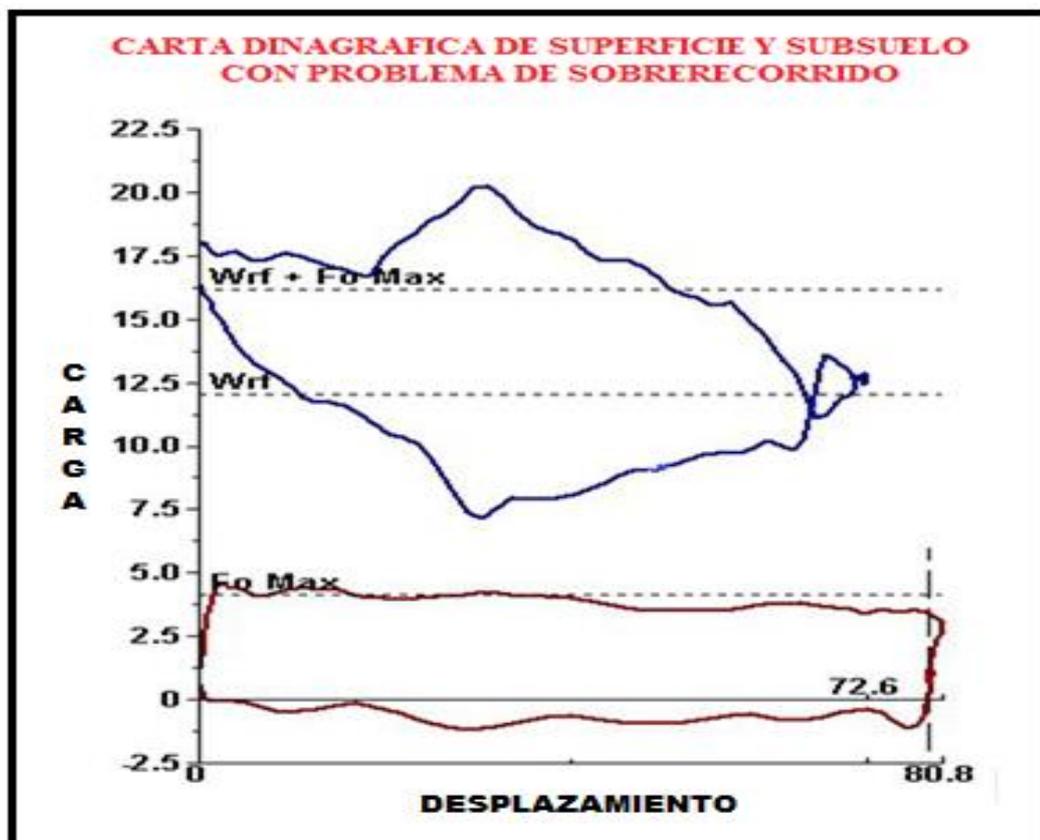
Fuente: Pacifpetrol / Seminario Well Analyzer and Total Well Monitoring 2013 (Wichita – Texas)
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

- Sobre-Recorrido o Poco Estiramiento de Varillas

Las cartas dinagráficas cuyo eje está inclinado hacia abajo en la dirección de la carrera ascendente indican sobre-recorrido del pistón de la bomba de subsuelo, debido al poco estiramiento de varillas y un mayor recorrido efectivo del pistón. Este tipo de cartas dinagráficas se caracterizan también por una disminución gradual de las cargas en la carrera ascendente y una mejor eficiencia de desplazamiento del pistón en la carrera descendente. (Ver figura N° 35).

El Sobre Recorrido es un problema deseable hasta cierto punto, porque existe una mayor eficiencia del sistema de Bombeo Mecánico, pero si en el diseño de sarta de varillas, éstas son muy livianas y están trabajando a esfuerzos de compresión superiores a las de diseño, aceleran la fatiga del material.

FIGURA No.- 35 Carta Dinagráfica con Problema de Sobre Recorrido



Fuente: Pacifpetrol / Seminario Well Analyzer and Total Well Monitoring 2013 (Wichita – Texas)
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

- Bomba con Hueco

El problema de Bomba con Hueco se presenta en el barril de la bomba de subsuelo cuando existe una fisura o un hueco provocado debido al desgaste o corrosión, esto provoca que haya pérdida de producción por el barril de la bomba.

En la carrera ascendente cuando el pistón se eleva más arriba del agujero de la bomba, debido al hueco del barril existe una fuga de presión y fluido desde el interior del barril de la bomba hacia el interior de la tubería, debido a esto la carga de fluido se pierde de forma abrupta y no levanta fluido, lo que provoca un golpe de fondo, como se muestra en la carta dinográfica. Este problema provoca que exista pérdida de carga en la bomba con respecto a la posición del pistón. (Ver figura N°36).

FIGURA No.- 36 Carta Dinográfica con Problema de Bomba con Hueco



Fuente: Pacifpetrol / Seminario Well Analyzer and Total Well Monitoring 2013 (Wichita – Texas)
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

- Golpe de Bomba

El golpe de bomba en la carta dinagráfica se presenta como una caída brusca de cargas al final de la carrera descendente. Un golpe de bomba produce daños directamente a la bomba, y problemas en la sarta de varillas debido a que están sometidas a efectos de tensión, pandeo y rozamiento con el casing y tubing, provocando que la unidad de bombeo y motor estén sometidas a bruscas aceleraciones y desaceleraciones. (Ver figura N° 37).

FIGURA No.- 37 Carta Dinagráfica con Problema de Golpe de Bomba

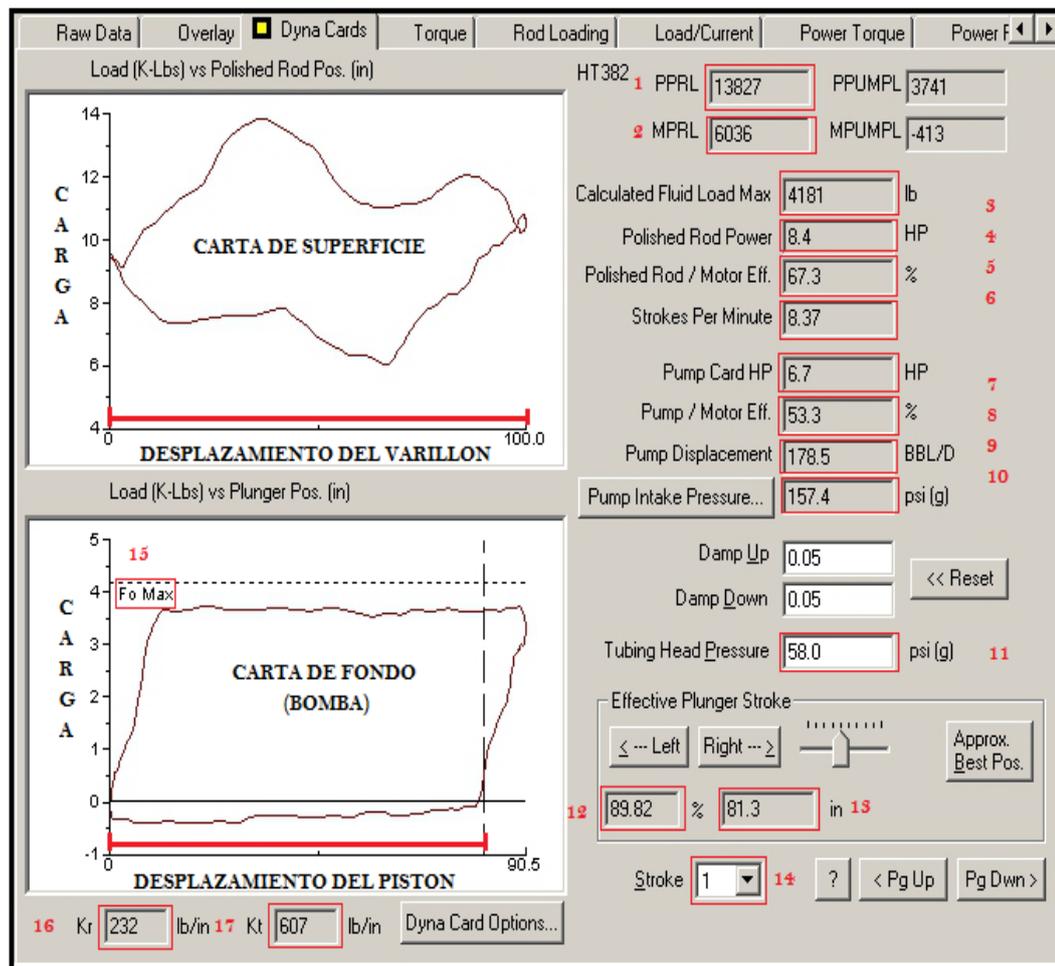


Fuente: Pacifpetrol / Seminario Well Analyzer and Total Well Monitoring 2013 (Wichita – Texas)
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

3.6. Datos Calculados por una Carta Dinográfica

La siguiente Carta Dinográfica muestra los datos obtenidos mediante una Carta de superficie y una Carta de fondo como se observa en la figura N° 38. La carta dinográfica de superficie consiste en un diagrama de cargas (K-Lbs) vs posición (in) del varillón pulido. La carta dinográfica de fondo muestra el diagrama de la bomba a condiciones de fondo y el desplazamiento muestra la carrera de la bomba a las mismas condiciones. El programa Well Analyzer calcula el volumen de fluido por día (bppd), que debería ser desplazado por la bomba a un llenado del 100%.

FIGURA No.- 38 Carta Dinográfica de Superficie y de Fondo



Fuente: Pacifpetrol / Software TWM-WELL ANALYZER

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

Los datos calculados en una Carta Dinográfica como se muestra en la figura N° 38 son los siguientes:

- 1.- PPRL** = máxima carga en barra pulida durante la carrera ascendente (lbs).
- 2.- MPRL** = mínima carga en barra pulida experimentada durante la carrera descendente (lbs).
- 3.- CALCULATED FLUID LOAD MAX** = máxima carga de fluido calculada (lbs).
- 4.- POLISHED ROD POWER** = potencia en barra pulida (hp).
- 5.- POLISHED ROD/MOTOR EFFICIENCY** = eficiencia del motor respecto al varillón pulido (%).
- 6.- STROKES POR MINUTOS** = velocidad de bombeo (spm).
- 7.- PUMP CARD HP** = potencia en la bomba (hp).
- 8.- PUMP/MOTOR EFFICIENCY** = eficiencia del motor respecto a la bomba (%).
- 9.- PUMP DISPLACEMENT** = desplazamiento efectivo del pistón en la bomba en barriles por día (bbls/día).
- 10.- PUMP INTAKE PRESSURE** = presión del fluido sobre la bomba (psig).
- 11.- TUBING HEAD PRESSURE** = presión de cabeza del tubing (psig).
- 12.- EFICIENCIA DE LA BOMBA EN PORCENTAJE DE LLENADO** (porcentaje - %)
- 13.- CARRERA EFECTIVA DEL PISTÓN** (pulgadas - in).
- 14.- STROKE** = número de stroke.
- 15.- FO MAX** = valor máximo de Fo (carga que aplica el fluido sobre el pistón) asumiendo que la presión en el asiento de la bomba es igual a cero (lbs).
- 16.- Kr** = elasticidad de la sarta de varillas en libras por pulgadas de estiramiento (lb/in).
- 17.- Kt** = elasticidad de la tubería en libras por pulgadas de estiramiento (lb/in).

CAPÍTULO IV

PROCEDIMIENTO OPERATIVO PARA OPTIMIZACIÓN

4.1. Selección de Pozos a Optimizar

En la siguiente Tabla N° 3 se muestra el listado de los pozos a optimizar, horario de trabajo y cada una de sus características de producción.

TABLA No.- 3 Listado de Pozos a Optimizar y Características de Producción

CARACTERISTICAS DE PRODUCCION									
POZOS	SECCION	CICLO	POTENCIAL	BPPD	AGUA	BAPD	HORAS DE TRABAJO	ENCENDIDO	APAGADO
TIG0018	TIGRE	1	4	4,00	0,00	0,00	24	9:00	9:00
TIG0019	TIGRE	1	3	3,00	2,00	2,00	12	14:00	2:00
ANC0702	67	1	7	7,00	0,00	0,00	24	09:00	09:00
ANC1232	67	1	10	10,00	1,00	1,00	24	09:00	09:00
TIG0028	TIGRE	1	4	4,00	0,00	0,00	24	09:00	09:00
ANC0585	66	1	6	6,00	4,00	4,00	24	11:00	11:00

Fuente: Pacifpetrol
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

4.2. Condiciones Iniciales de Operación de Cada Pozo.

En la siguiente Tabla N° 4 se muestran las condiciones iniciales de operación de los pozos a optimizar.

TABLA No.- 4 Condiciones Iniciales Operacionales de Pozos a Optimizar

POZOS	Longitud de carrera en superficie(in)	Golpes por minuto	Área del pistón (in ²)	Grav. Especifica del Fluido(36°API)	Longitud de varillas de 5/8" (ft)	Área seccional de varillas de 5/8" (in ²)	Longitud de varillas de 3/4" (ft)	Área seccional de varillas de 3/4" (in ²)	Área metálica seccional del tubing(in ²)	Modulo de elasticidad del acero(PSI)
TIG0018	30	13	1.227	0,84	1325	0,307	745	0,442	1,304	30000000
TIG0019	30	11	1.227	0,84	1575	0,307	950	0,442	1,304	30000000
ANC0702	38	9	1.227	0,84	1925	0,307	1142	0,442	1,304	30000000
ANC1232	37	13	1.227	0,84	1250	0,307	897	0,442	1,304	30000000
TIG0028	38	8.5	1.227	0,84	2175	0,307	1694	0,442	1,304	30000000
ANC0585	32	11	1.227	0,84	2350	0,307	1029	0,442	1,304	30000000

Fuente: Pacifpetrol
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

4.3. Determinación de Carreras Efectivas y Eficiencias Volumétricas Promedio Iniciales.

En la siguiente Tabla N° 5 se muestra la longitud de carrera, golpes por minuto, y la carrera efectiva del pistón en la bomba de subsuelo de los pozos seleccionados.

TABLA No.- 5 Carreras Efectivas de Pozos a Optimizar

POZOS	Longitud de carrera en superficie	Golpes por minuto	Área del pistón	Estiramiento de varillas de 5/8"	Estiramiento de varillas de 3/4 "	Estiramiento total de varillas (er)	Estiramiento total de tubería (et)	Sobrecorrido del pistón (ep)	Carrera efectiva del pistón (Sp)
	in		in ²	in	in	in	in	in	in
TIG0018	30	13	1.227	0,7660	0,1435	0,9095	0,3756	0,4776	29,19
TIG0019	30	11	1.227	1,0824	0,2334	1,3158	0,5588	0,5088	28,63
ANC0702	38	9	1.227	1,6168	0,3372	1,9540	0,8245	0,6365	35,86
ANC1232	37	13	1.227	0,6817	0,2080	0,8897	0,4040	0,6337	36,34
TIG0028	38	8,5	1.227	0,8451	0,2515	1,0966	1,3120	0,9035	36,49
ANC0585	32	11	1.227	2,4096	0,2738	2,6834	1,0007	0,9720	29,28

Fuente: Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

En la siguiente Tabla N° 6 se muestra las eficiencias volumétricas promedio iniciales de los pozos seleccionados para el proceso de optimización.

TABLA No.- 6 Eficiencias Volumétricas Promedio Iniciales de Pozos a Optimizar

POZOS	PETROLEO	AGUA	Longitud de carrera en superficie	Golpes por minuto	Area de pistón	Carrera efectiva del pistón (Sp)	Desplazamiento de la bomba	Eficiencia volumétrica promedio
	BPPD	BPPD	in		in ²	in	BPPD	%
TIG0018	4	0	30	13	1,227	29,19	69,09	5,78
TIG0019	3	2	30	11	1,227	28,63	57,34	5,23
ANC0702	7	0	38	9	1,227	35,86	58,76	11,91
ANC1232	10	1	37	13	1,227	36,34	86,02	11,62
TIG0028	4	0	38	8,5	1,227	36,49	56,47	7,08
ANC0585	6	4	32	11	1,227	29,28	58,64	10,23

Fuente: Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

4.4. Pruebas Dinagráficas de Campo a Diferentes Intervalos.

Para realizar el estudio de los ciclos de trabajo en los equipos de bombeo mecánico que actualmente trabajan las 24 horas del día, se realizó pruebas de campo con cartas dinagráficas a diferentes intervalos de tiempo analizando la eficiencia volumétrica con respecto al llenado total de la bomba de subsuelo usando el equipo Well Analyzer en cada uno de los pozos seleccionados para determinar los nuevos ciclos de trabajo en los Aparatos Individuales de Bombeo y eliminar el problema de golpe de fluido.

Las cartas dinamométricas fueron obtenidas a diferentes intervalos de descanso de 60, 120, 240, 600 y 1200 minutos, 3 tomas de cada prueba (Ver Anexo 2), en los pozos TIG0018, TIG0019, ANC0702, ANC1232, TIG0028 y ANC0585 que pertenecen a la Sección 67 y Tigre, con el fin de recuperar la columna de fluido y detectar el golpe de fluido durante el tiempo en que la bomba de subsuelo va perdiendo fluido.

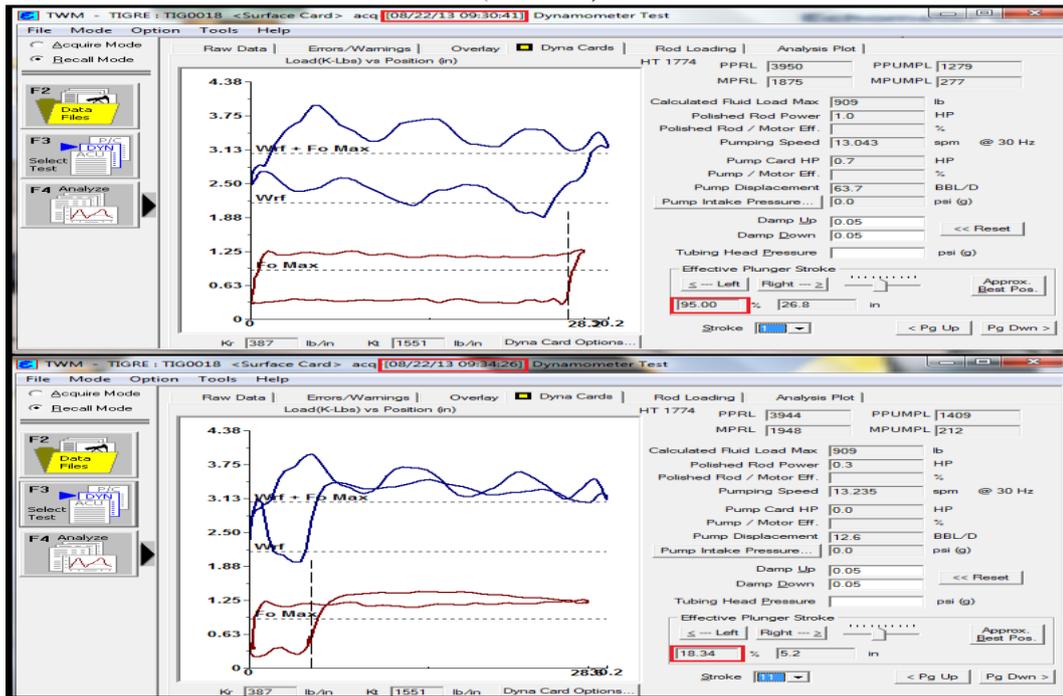
Para apreciar mejor los resultados de las pruebas, se muestra en la parte superior de la carta dinagráfica, dentro de un rectángulo rojo, consta la fecha y la hora a la que fue obtenida cada carta y se puede constatar como baja la eficiencia volumétrica conforme pasa el tiempo, y en la parte inferior dentro de un rectángulo rojo se puede apreciar el llenado de Bomba Inicial y Final, de acuerdo al comportamiento de afluencia de cada pozo.

POZO TIG0018

TIEMPO DE RESTAURACION: 1 HORA (60 min)

En la siguiente Figura N° 39 se muestra la carta dinagráfica Inicial y Final tomada en el pozo TIG0018 con intervalo de restauración de 60 min.

**FIGURA No.- 39 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 60 minutos.
(TIG0018)**



Fuente: Software TWM – Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

En la siguiente Tabla N° 7 se muestran los resultados de la prueba con carta dinagráfica tomada en el pozo TIG0018 con intervalo de restauración de 60 min.

TABLA No.- 7 Resultados de la Prueba de 60 min (TIG0018)

POZO: TIG0018	
TIEMPO DE PARADA: 1 HORA	
TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
min	%
0	95,00
0,5	94,99
1	95,53
1,5	92,71
2	89,62
2,5	90,96
3	84,48
3,7	57,99
3,8	19,64
4	18,34

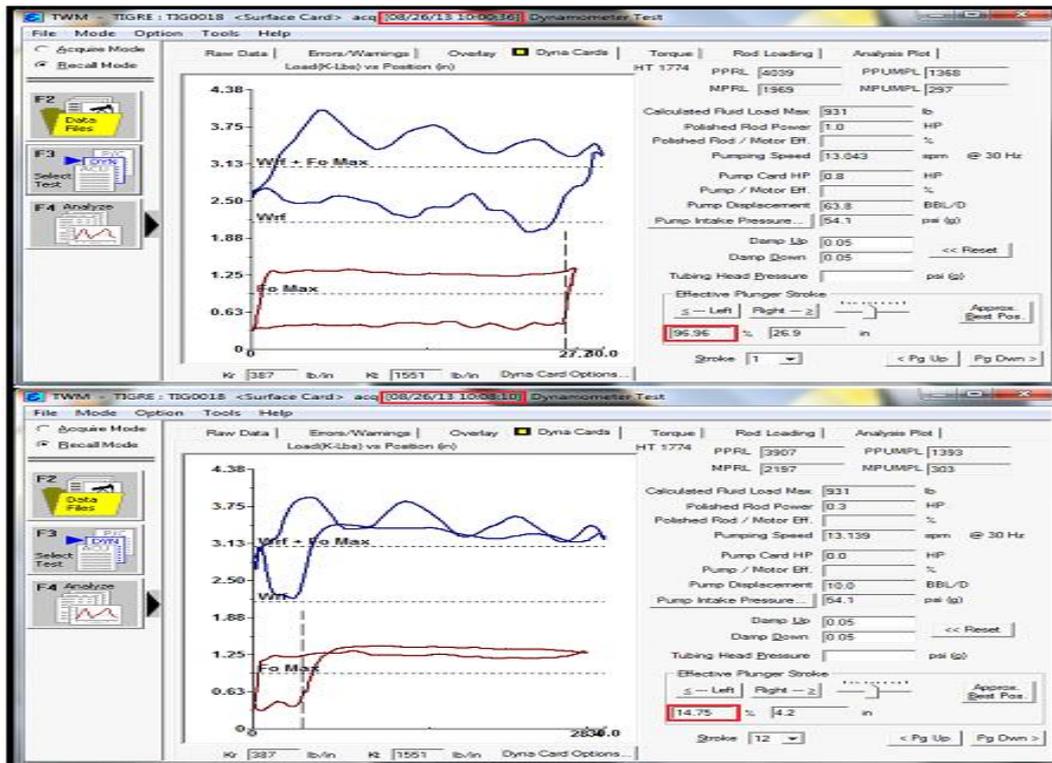
Fuente: Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

TIEMPO DE RESTAURACION: 2 HORAS (120 min)

En la siguiente Figura N° 40 se muestra la carta dinagráfica Inicial y Final tomada en el pozo TIG0018 con intervalo de restauración de 120 min.

FIGURA No.- 40 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 120 minutos. (TIG0018)



Fuente: Software TWM – Pacifpetrol
 Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

En la siguiente Tabla N° 8 se muestran los resultados de la prueba con carta dinagráfica tomada en el pozo TIG0018 con intervalo de restauración de 120 min.

TABLA No.- 8 Resultados de la Prueba de 120 min (TIG0018)

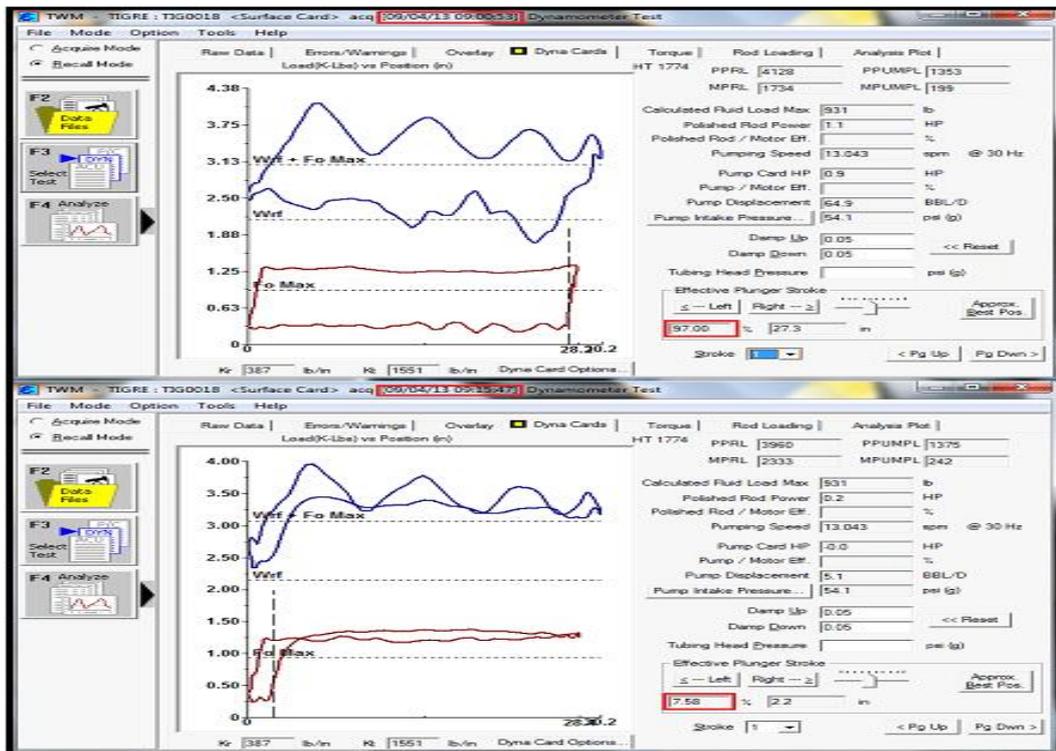
POZO: TIG0018	
TIEMPO DE PARADA: 2 HORAS	
TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
min	%
0	96,96
1	96,98
1,5	94,77
2	93,90
4	92,90
6	86,85
7	83,21
7,9	67,51
7,10	50,29
8	14,75

Fuente: Pacifpetrol
 Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

TIEMPO DE RESTAURACIÓN: 4 HORAS (240 min)

En la siguiente Figura N° 41 se muestra la carta dinagráfica Inicial y Final tomada en el pozo TIG0018 con intervalo de restauración de 240 min.

FIGURA No.- 41 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 240 minutos. (TIG0018)



Fuente: Software TWM – Pacifpetrol
 Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

En la siguiente Tabla N° 9 se muestran los resultados de la prueba con carta dinagráfica tomada en el pozo TIG0018 con intervalo de restauración de 240 min.

TABLA No.- 8 Resultados de la Prueba de 240 min (TIG0018)

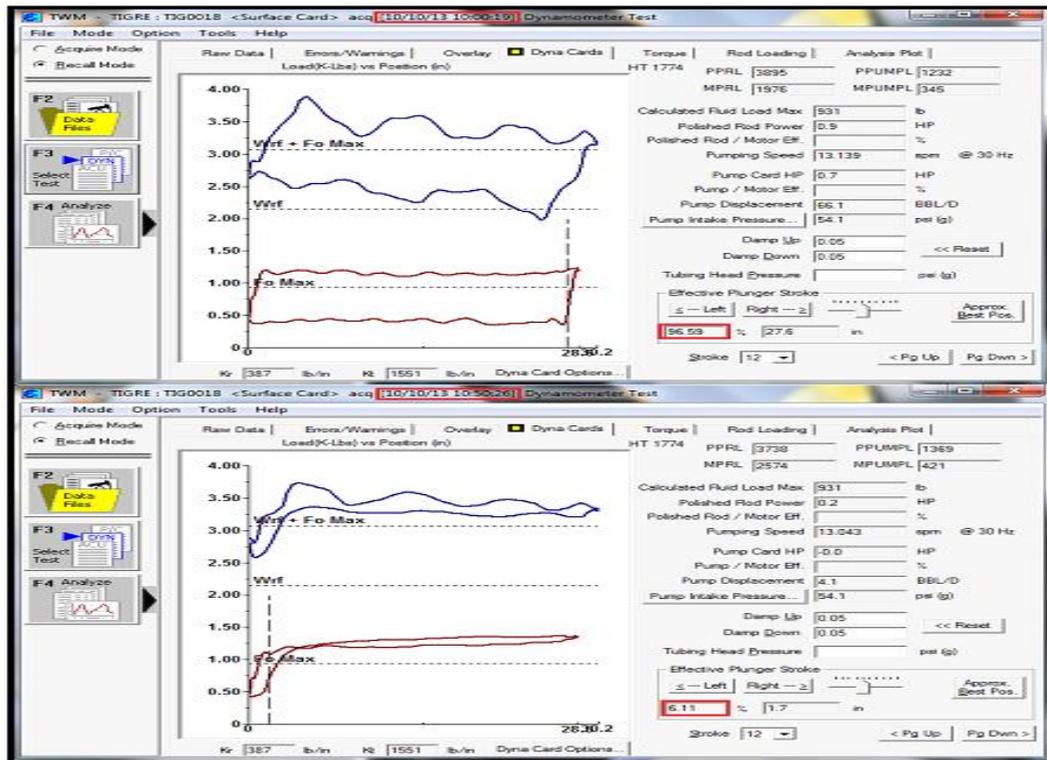
POZO: TIG0018	
TIEMPO DE PARADA: 4 HORAS	
TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
min	%
0	97,00
1	97,46
2	97,41
4	95,72
6	95,10
8	89,10
10	84,96
12	85,97
14	84,10
15	7,58

Fuente: Pacifpetrol
 Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

TIEMPO DE RESTAURACIÓN: 10 HORAS (600 min)

En la siguiente Figura N° 42 se muestra la carta dinagráfica Inicial y Final tomada en el pozo TIG0018 con intervalo de restauración de 600 min.

FIGURA No.- 42 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 600 minutos. (TIG0018)



Fuente: Software TWM – Pacifpetrol
 Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

En la siguiente Tabla N° 10 se muestran los resultados de la prueba con carta dinagráfica tomada en el pozo TIG0018 con intervalo de restauración de 600 min.

TABLA No.- 9 Resultados de la Prueba de 600 min (TIG0018)

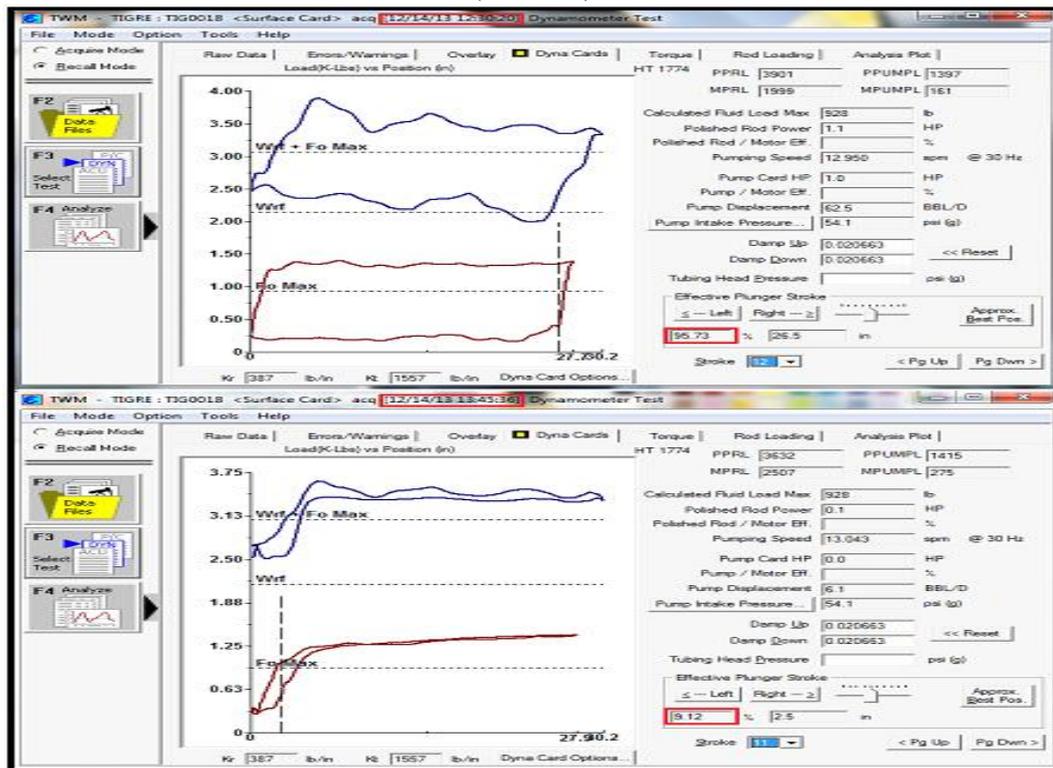
POZO: TIG0018	
TIEMPO DE PARADA: 10 HORAS	
TIEMPO DE TRABAJO LLENADO DE BOMBA	
min	%
1	96,59
5	96,83
10	96,21
20	93,65
25	96,60
30	94,69
35	91,03
40	89,11
45	86,49
50	6,11

Fuente: Pacifpetrol
 Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

TIEMPO DE RESTAURACIÓN: 20 HORAS (1200 min)

En la siguiente Figura N° 43 se muestra la carta dinagráfica Inicial y Final tomada en el pozo TIG0018 con intervalo de restauración de 1200 min.

FIGURA No.- 43 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 1200 minutos. (TIG0018)



Fuente: Software TWM – Pacifpetrol
 Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

En la siguiente Tabla N° 11 se muestran los resultados de la prueba con carta dinagráfica tomada en el pozo TIG0018 con intervalo de restauración de 1200 min.

TABLA No.- 10 Resultados de la Prueba de 1200 min (TIG0018)

POZO: TIG0018	
TIEMPO DE PARADA: 20 HORAS	
TIEMPO DE TRABAJO LLENADO DE BOMBA	
min	%
1	95,73
5	95,37
15	90,83
30	94,09
45	92,24
60	90,62
70	84,04
74	71,99
74,5	58,45
75	9,12

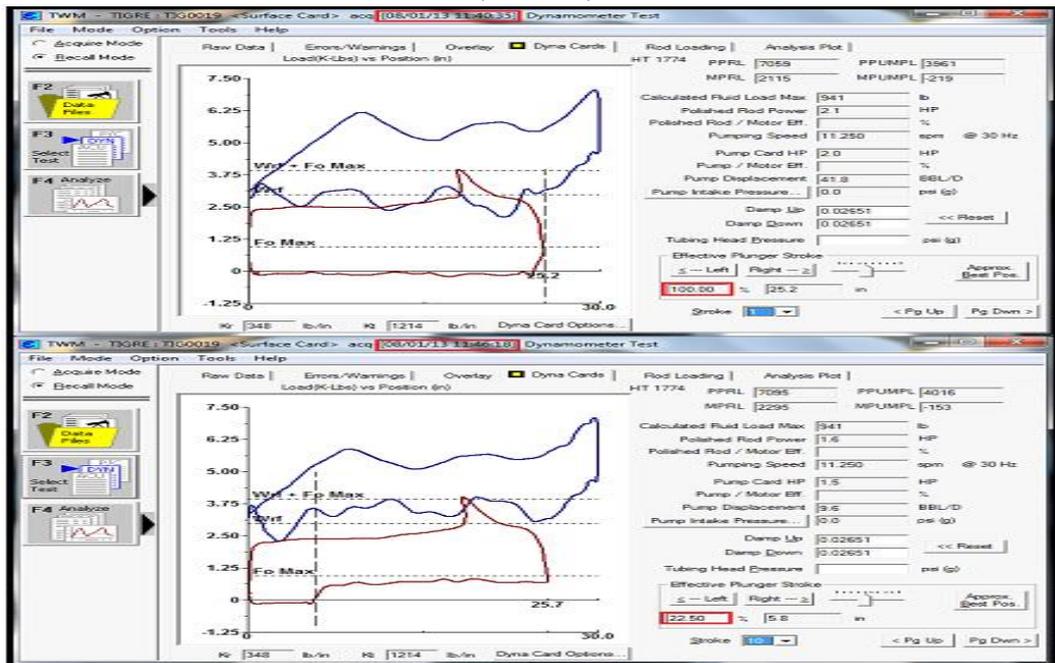
Fuente: Pacifpetrol
 Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

POZO TIG0019

TIEMPO DE RESTAURACIÓN: 1 HORA (60 min)

En la siguiente Figura N° 44 se muestra la carta dinagráfica Inicial y Final tomada en el pozo TIG0019 con intervalo de restauración de 60 min.

**FIGURA No.- 44 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 60 minutos.
(TIG0019)**



Fuente: Software TWM – Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

En la siguiente Tabla N° 12 se muestran los resultados de la prueba con carta dinagráfica tomada en el pozo TIG0019 con intervalo de restauración de 60 min.

TABLA No.- 11 Resultados de la Prueba de 60 min (TIG0019)

POZO: TIG0019	
TIEMPO DE PARADA: 1 HORA	
TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
min	%
0	100,00
0,5	100,00
1	100,00
1,5	100,00
2	100,00
3	100,00
4	100,00
5	100,00
5,5	72,50
6	22,50

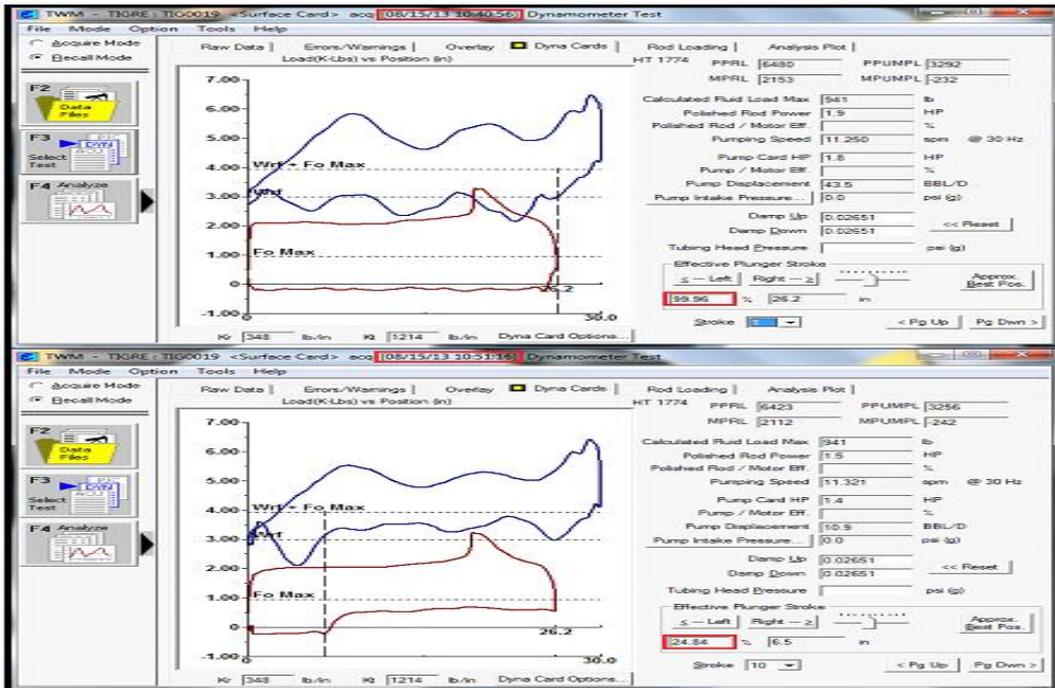
Fuente: Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

TIEMPO DE RESTAURACIÓN: 2 HORAS (120 min)

En la siguiente Figura N° 45 se muestra la carta dinagráfica Inicial y Final tomada en el pozo TIG0019 con intervalo de restauración de 120 min.

FIGURA No.- 45 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 120 minutos. (TIG0019)



Fuente: Software TWM – Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

En la siguiente Tabla N° 13 se muestran los resultados de la prueba con carta dinagráfica tomada en el pozo TIG0019 con intervalo de restauración de 120 min.

TABLA No.- 12 Resultados de la Prueba de 120 min (TIG0019)

POZO: TIG0019	
TIEMPO DE PARADA: 2 HORAS	
TIEMPO DE TRABAJO min	LLENADO DE BOMBA %
0	99,96
1	99,92
2	99,93
4	99,95
6	99,89
8	99,87
10	99,89
10,5	97,37
10,6	54,84
11	24,84

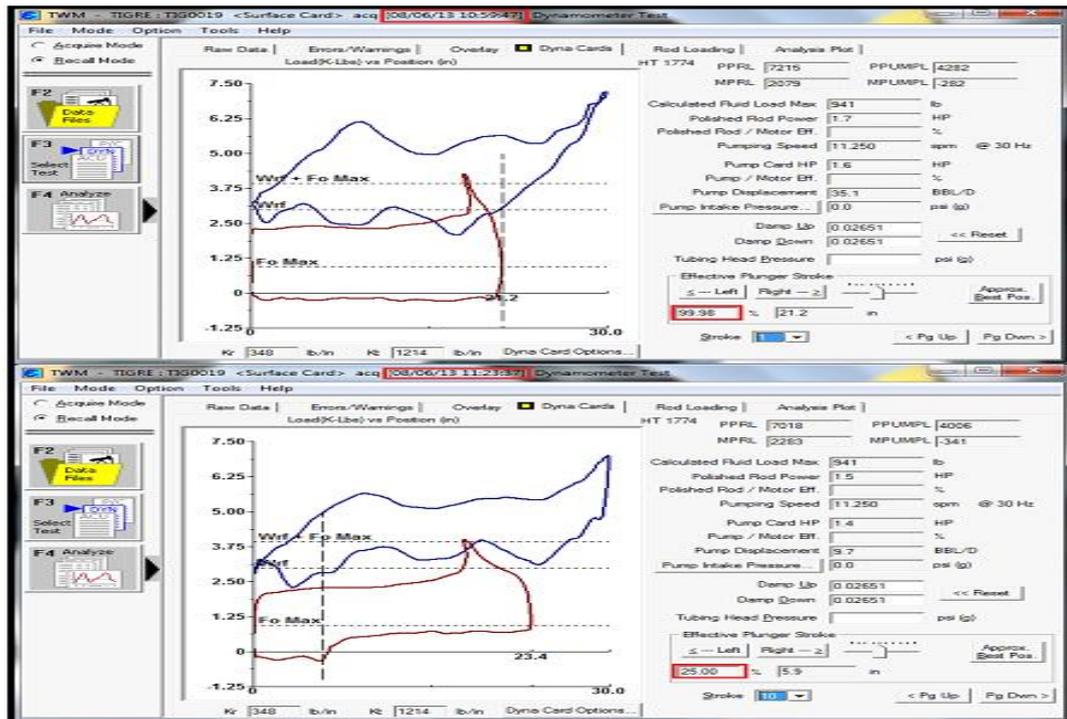
Fuente: Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

TIEMPO DE RESTAURACIÓN: 4 HORAS (240 min)

En la siguiente Figura N° 46 se muestra la carta dinagráfica Inicial y Final tomada en el pozo TIG0019 con intervalo de restauración de 240 min.

FIGURA No.- 46 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 240 minutos. (TIG0019)



Fuente: Software TWM - Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

En la siguiente Tabla N° 14 se muestran los resultados de la prueba con carta dinagráfica tomada en el pozo TIG0019 con intervalo de restauración de 240 min.

TABLA No.- 13 Resultados de la Prueba de 240 min (TIG0019)

POZO: TIG0019	
TIEMPO DE PARADA: 4 HORAS	
TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
min	%
0	99,98
1	99,96
2	99,97
5	99,93
10	99,81
15	99,75
20	99,91
22	99,84
22,5	58,77
23	25,00

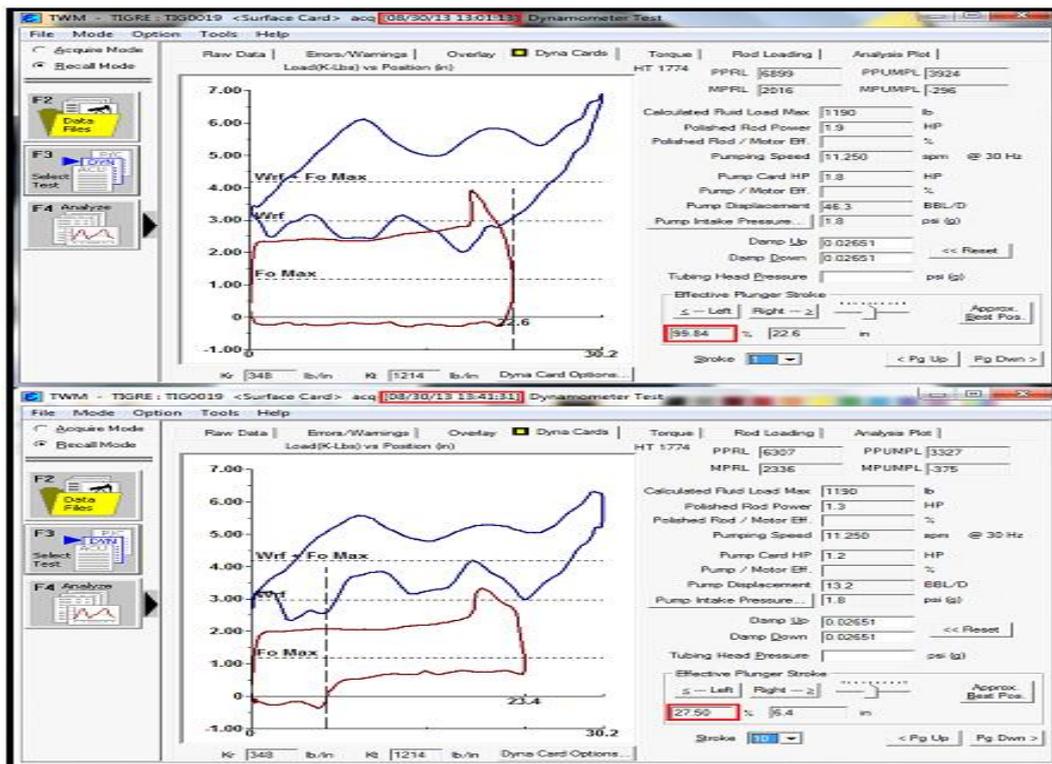
Fuente: Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

TIEMPO DE RESTAURACIÓN: 10 HORAS (600 min)

En la siguiente Figura N° 47 se muestra la carta dinagráfica Inicial y Final tomada en el pozo TIG0019 con intervalo de restauración de 600 min.

FIGURA No.- 47 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 600 minutos. (TIG0019)



Fuente: Software TWM – Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

En la siguiente Tabla N° 15 se muestran los resultados de la prueba con carta dinagráfica tomada en el pozo TIG0019 con intervalo de restauración de 600 min.

TABLA No.- 14 Resultados de la Prueba de 600 min (TIG0019)

POZO: TIG0019	
TIEMPO DE PARADA: 10 HORAS	
TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
min	%
0	99,84
1	99,90
5	99,76
10	99,61
20	99,66
25	99,62
30	99,77
38	99,92
40,5	74,41
41	27,50

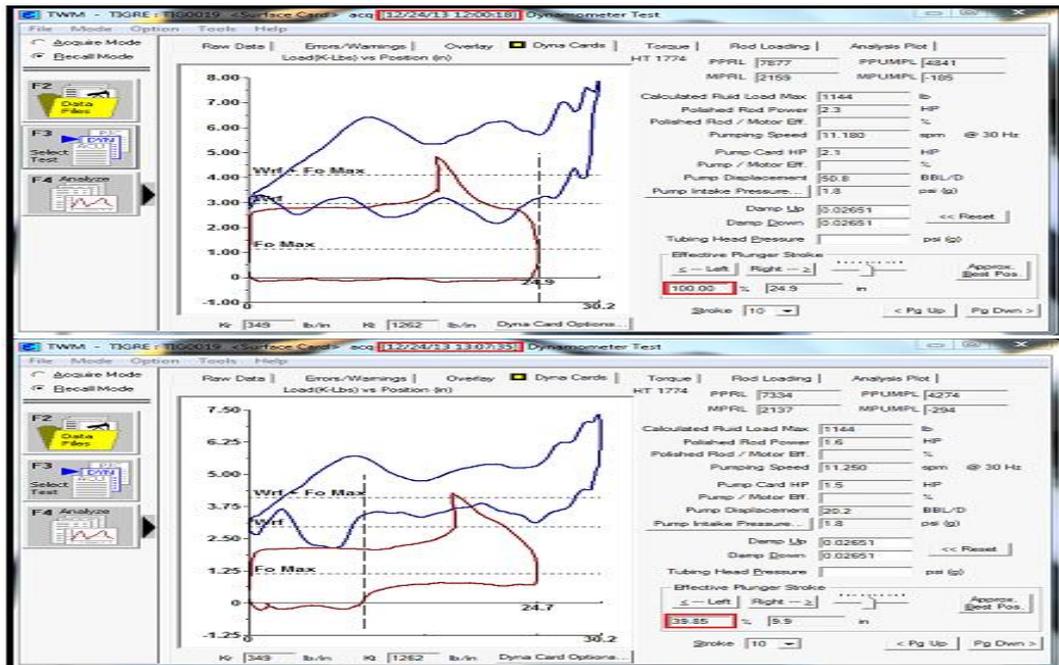
Fuente: Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

TIEMPO DE RESTAURACIÓN: 20 HORAS (1200 min)

En la siguiente Figura N° 48 se muestra la carta dinagráfica Inicial y Final tomada en el pozo TIG0019 con intervalo de restauración de 1200 min.

FIGURA No.- 48 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 1200 minutos. (TIG0019)



Fuente: Software TWM – Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

En la siguiente Tabla N° 16 se muestran los resultados de la prueba con carta dinagráfica tomada en el pozo TIG0019 con intervalo de restauración de 1200 min.

TABLA No.- 15 Resultados de la Prueba de 1200 min (TIG0019)

POZO: TIG0019	
TIEMPO DE PARADA: 20 HORAS	
TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
min	%
1	100,00
5	100,00
10	100,00
15	100,00
20	100,00
30	99,93
45	100,00
60	100,00
65	99,92
67	39,85

Fuente: Pacifpetrol

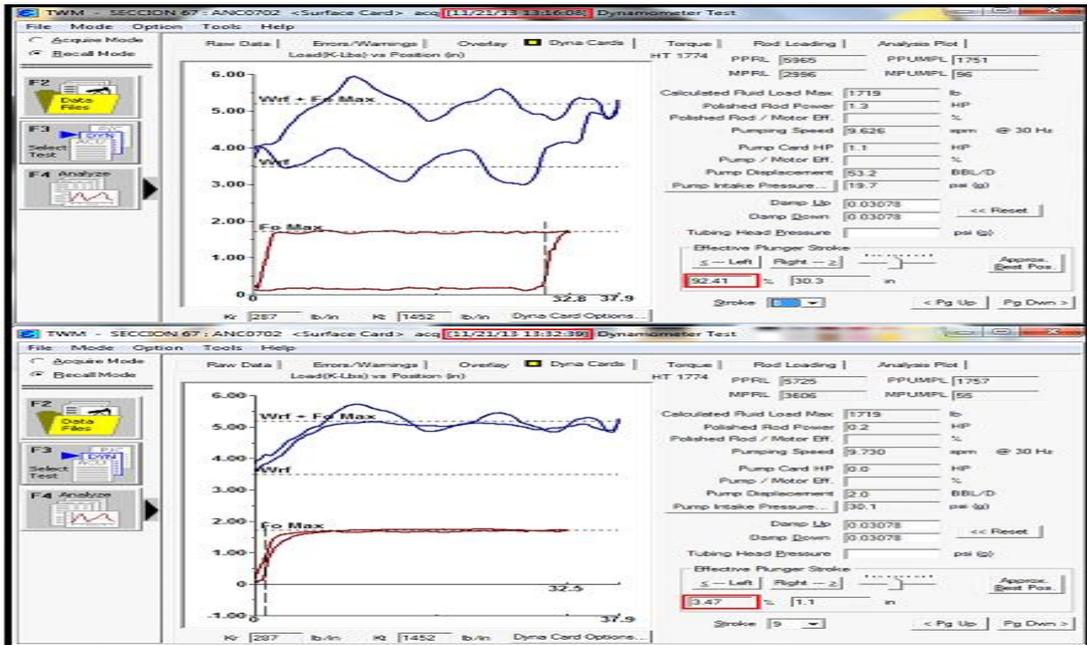
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

POZO ANC0702

TIEMPO DE RESTAURACIÓN N° 1 HORA (60 min)

En la siguiente Figura N° 49 se muestra la carta dinagráfica Inicial y Final tomada en el pozo ANC0702 con intervalo de restauración de 60 min.

FIGURA No.- 49 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 60 minutos. (ANC0702)



Fuente: Software TWM – Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

En la siguiente Tabla N° 17 se muestran los resultados de la prueba con carta dinagráfica tomada en el pozo ANC0702 con intervalo de restauración de 60 min.

TABLA No.- 16 Resultados de la Prueba de 60 min (ANC0702)

POZO: ANC0702	
TIEMPO DE PARADA: 1 HORA	
TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
min	%
1	92,41
2	92,34
4	91,00
6	89,42
8	88,06
10	86,79
12	82,56
15	78,91
16	52,22
17	3,47

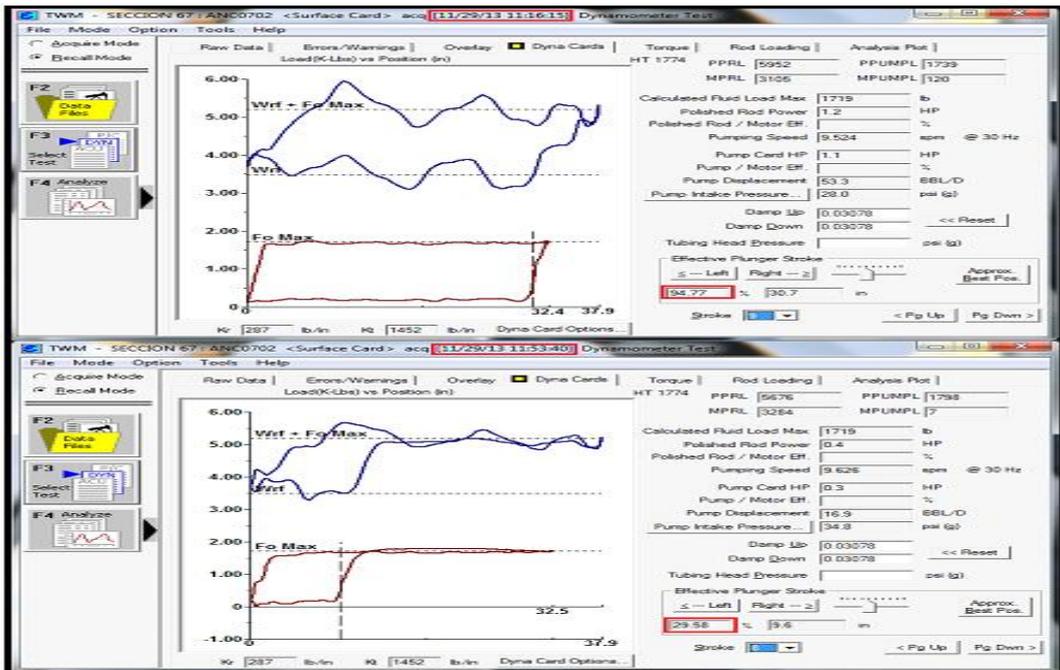
Fuente: Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

TIEMPO DE RESTAURACIÓN: 2 HORAS (120 min)

En la siguiente Figura N° 50 se muestra la carta dinagráfica Inicial y Final tomada en el pozo ANC0702 con intervalo de restauración de 120 min.

FIGURA No.- 50 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 120 minutos. (ANC0702)



Fuente: Software TWM – Pacifpetrol
 Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

En la siguiente Tabla N° 18 se muestran los resultados de la prueba con carta dinagráfica tomada en el pozo ANC0702 con intervalo de restauración de 120 min.

TABLA No.- 17 Resultados de la Prueba de 120 min (ANC0702)

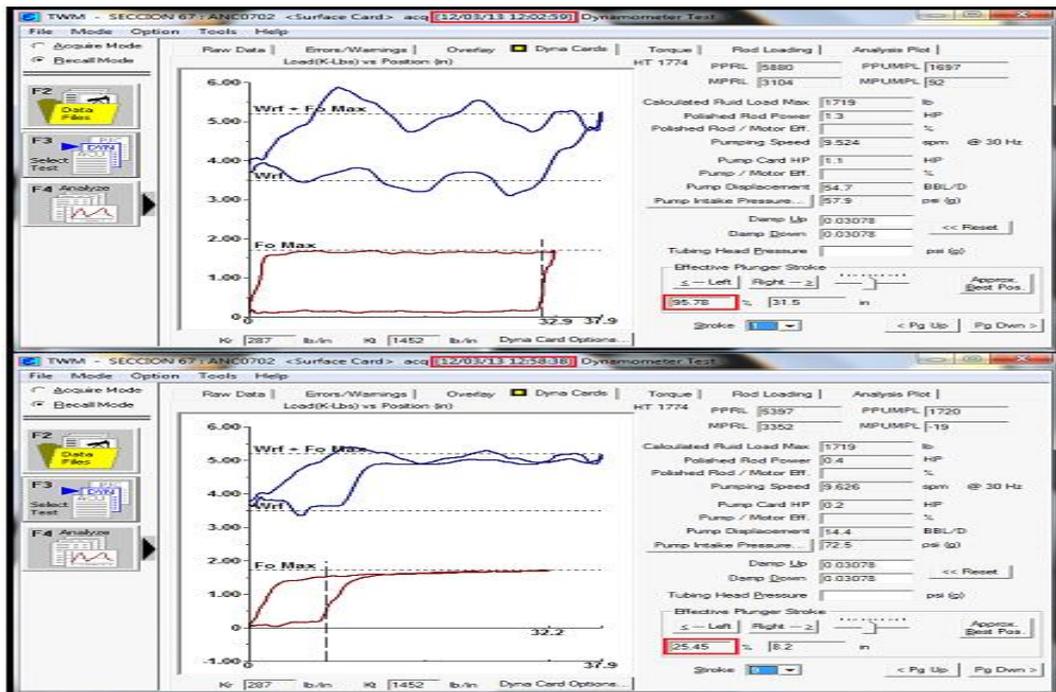
POZO: ANC0702	
TIEMPO DE PARADA: 2 HORAS	
TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
min	%
1	94,77
5	93,99
10	90,92
15	89,85
20	88,67
25	83,20
30	79,22
35	62,51
40	57,22
43	29,58

Fuente: Pacifpetrol
 Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

TIEMPO DE RESTAURACIÓN: 4 HORAS (240 min)

En la siguiente Figura N° 51 se muestra la carta dinagráfica Inicial y Final tomada en el pozo ANC0702 con intervalo de restauración de 240 min.

FIGURA No.- 51 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 240 minutos. (ANC0702)



Fuente: Software TWM – Pacifpetrol
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

En la siguiente Tabla N° 19 se muestran los resultados de la prueba con carta dinagráfica tomada en el pozo ANC0702 con intervalo de restauración de 240 min.

TABLA No.- 18 Resultados de la Prueba de 240 min (ANC0702)

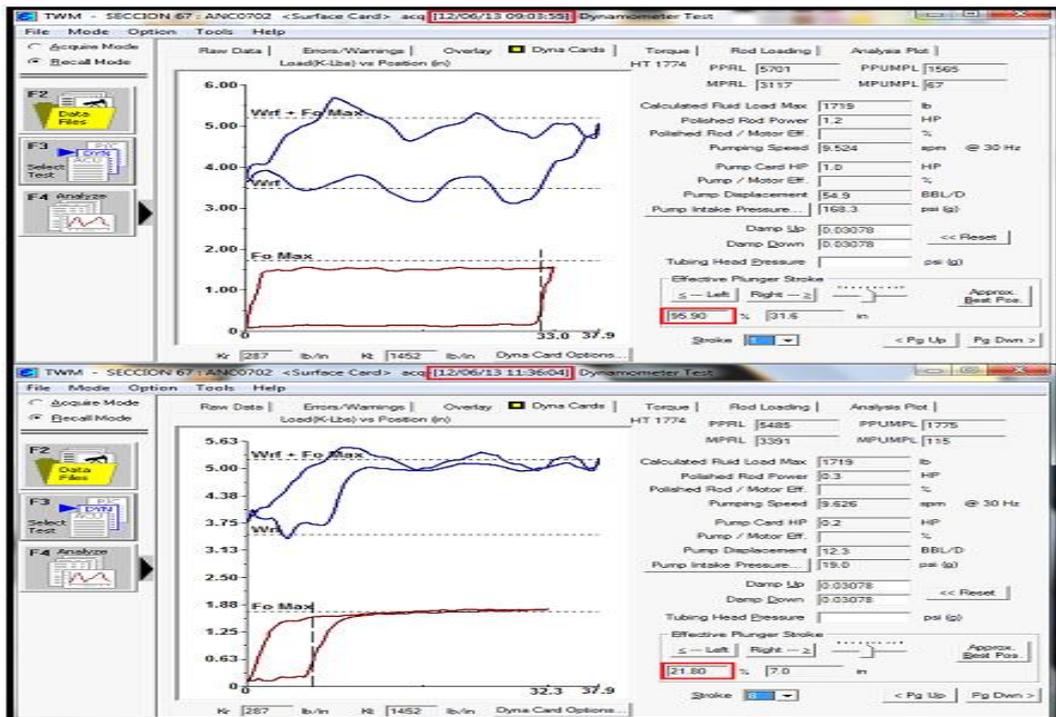
POZO: ANC0702	
TIEMPO DE PARADA: 4 HORAS	
TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
min	%
1	95,78
5	94,60
10	93,55
15	90,08
20	89,74
30	87,42
40	85,35
50	77,29
55	76,02
58	25,45

Fuente: Pacifpetrol
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

TIEMPO DE RESTAURACIÓN: 10 HORAS (600 min)

En la siguiente Figura N° 52 se muestra la carta dinagráfica Inicial y Final tomada en el pozo ANC0702 con intervalo de restauración de 600 min.

FIGURA No.- 52 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 600 minutos. (ANC0702)



Fuente: Software TWM – Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

En la siguiente Tabla N° 20 se muestran los resultados de la prueba con carta dinagráfica tomada en el pozo ANC0702 con intervalo de restauración de 600 min.

TABLA No.- 19 Resultados de la Prueba de 600 min (ANC0702)

POZO: ANC0702	
TIEMPO DE PARADA: 10 HORAS	
TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
min	%
1	95,90
15	89,50
30	92,53
45	91,06
60	88,96
90	85,46
105	85,27
120	54,92
150	44,38
156	21,80

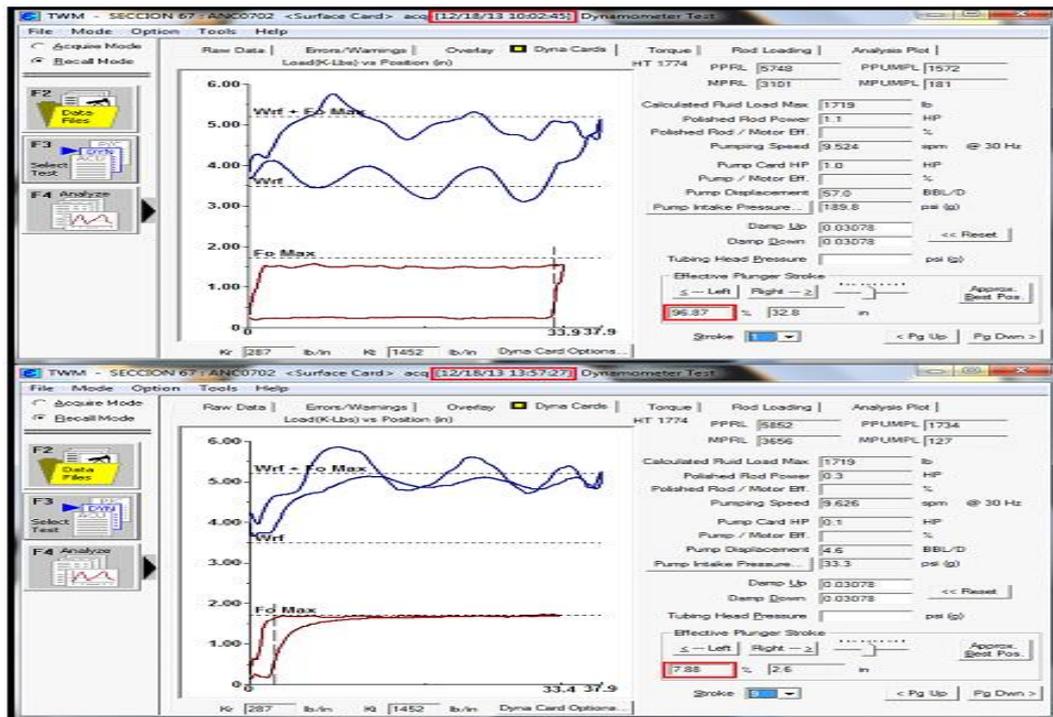
Fuente: Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

TIEMPO DE RESTAURACIÓN: 20 HORAS (1200 min)

En la siguiente Figura N° 53 se muestra la carta dinagráfica Inicial y Final tomada en el pozo ANC0702 con intervalo de restauración de 1200 min.

FIGURA No.- 53 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 1200 minutos. (ANC0702)



Fuente: Software TWM – Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

En la siguiente Tabla N° 21 se muestran los resultados de la prueba con carta dinagráfica tomada en el pozo ANC0702 con intervalo de restauración de 1200 min.

TABLA No.- 20 Resultados de la Prueba de 1200 min (ANC0702)

POZO: ANC0702	
TIEMPO DE PARADA: 20 HORAS	
TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
min	%
1	96,87
5	96,54
30	94,21
60	93,07
120	92,41
180	64,82
200	64,97
230	58,42
236	61,25
237	7,88

Fuente: Pacifpetrol

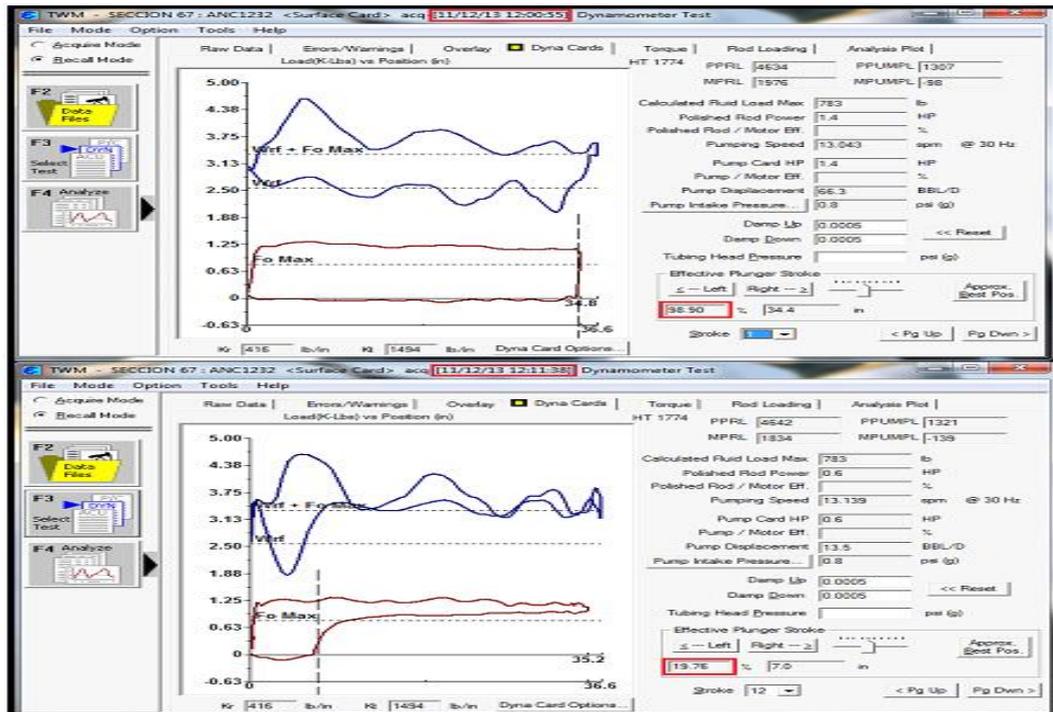
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

POZO ANC1232

TIEMPO DE RESTAURACIÓN: 1 HORA (60 min)

En la siguiente Figura N° 54 se muestra la carta dinagráfica Inicial y Final tomada en el pozo ANC1232 con intervalo de restauración de 60 min.

FIGURA No.- 54 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 60 minutos. (ANC1232)



Fuente: Software TWM – Pacifpetrol
 Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

En la siguiente Tabla N° 22 se muestran los resultados de la prueba con carta dinagráfica tomada en el pozo ANC1232 con intervalo de restauración de 60 min.

TABLA No.- 21 Resultados de la Prueba de 60 min (ANC1232)

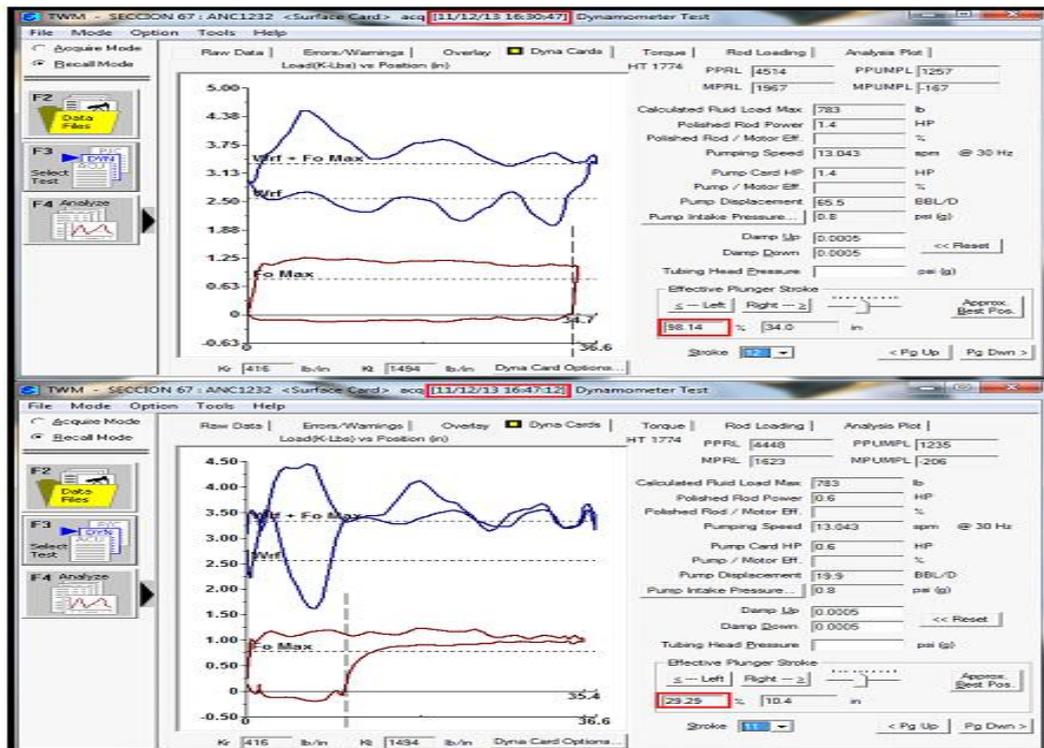
POZO: ANC1232	
TIEMPO DE PARADA: 1 HORA	
TIEMPO DE TRABAJO LLENADO DE BOMBA	
min	%
0	98,90
1	98,70
2	98,96
4	98,82
6	99,14
8	99,02
9	98,99
10	99,07
10,5	44,76
11	19,76

Fuente: Pacifpetrol
 Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

TIEMPO DE RESTAURACIÓN: 2 HORAS (120 min)

En la siguiente Figura N° 55 se muestra la carta dinagráfica Inicial y Final tomada en el pozo ANC1232 con intervalo de restauración de 120 min.

FIGURA No.- 55 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 120 minutos. (ANC1232)



Fuente: Software TWM – Pacifpetrol
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

En la siguiente Tabla N° 23 se muestran los resultados de la prueba con carta dinagráfica tomada en el pozo ANC1232 con intervalo de restauración de 120 min.

TABLA No.- 22 Resultados de la Prueba de 120 min (ANC1232)

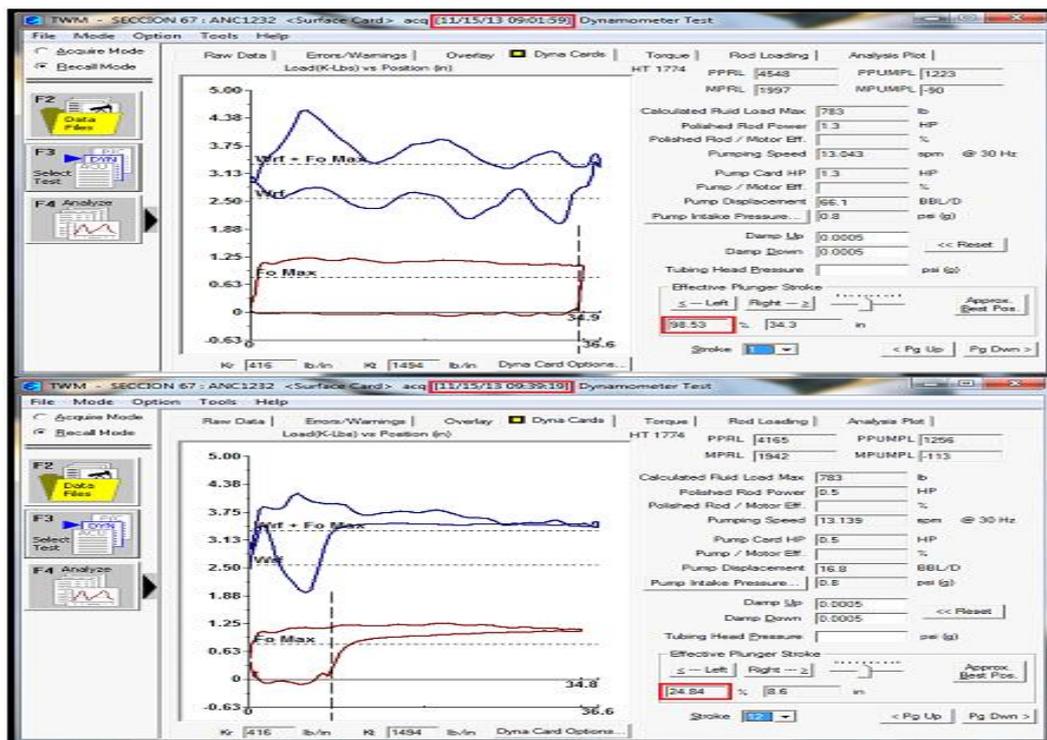
POZO: ANC1232	
TIEMPO DE PARADA: 2 HORAS	
TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
min	%
1	98,14
2	98,42
5	98,17
8	98,24
10	97,72
12	98,05
14	98,21
16	98,27
16,5	31,07
17	29,29

Fuente: Pacifpetrol
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

TIEMPO DE RESTAURACIÓN: 4 HORAS (240 min)

En la siguiente Figura N° 56 se muestra la carta dinagráfica Inicial y Final tomada en el pozo ANC1232 con intervalo de restauración de 240 min.

FIGURA No.- 56 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 240 minutos. (ANC1232)



Fuente: Software TWM – Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

En la siguiente Tabla N° 24 se muestran los resultados de la prueba con carta dinagráfica tomada en el pozo ANC1232 con intervalo de restauración de 240 min.

TABLA No.- 23 Resultados de la Prueba de 240 min (ANC1232)

POZO: ANC1232	
TIEMPO DE PARADA: 4 HORAS	
TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
min	%
1	98,53
5	98,54
10	98,29
20	97,93
25	97,80
30	98,00
35	97,61
36	97,59
37	45,02
39	24,84

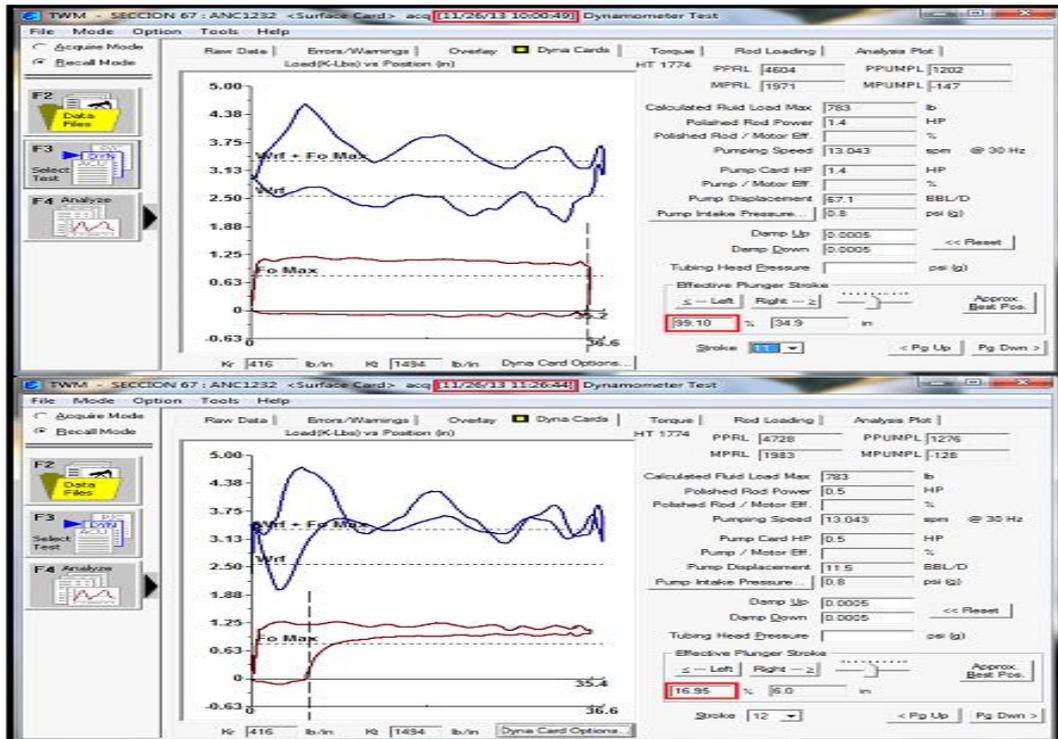
Fuente: Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

TIEMPO DE RESTAURACION: 10 HORAS (600 min)

En la siguiente Figura N° 57 se muestra la carta dinagráfica Inicial y Final tomada en el pozo ANC1232 con intervalo de restauración de 600 min.

FIGURA No.- 57 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 600 minutos. (ANC1232)



Fuente: Software TWM – Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

En la siguiente Tabla N° 25 se muestran los resultados de la prueba con carta dinagráfica tomada en el pozo ANC1232 con intervalo de restauración de 600 min.

TABLA No.- 24 Resultados de la Prueba de 600 min (ANC1232)

POZO: ANC1232	
TIEMPO DE PARADA: 10 HORAS	
TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
min	%
1	99,10
15	99,17
30	98,89
45	99,03
60	99,30
70	99,09
75	98,99
84	98,67
85	39,88
86	16,95

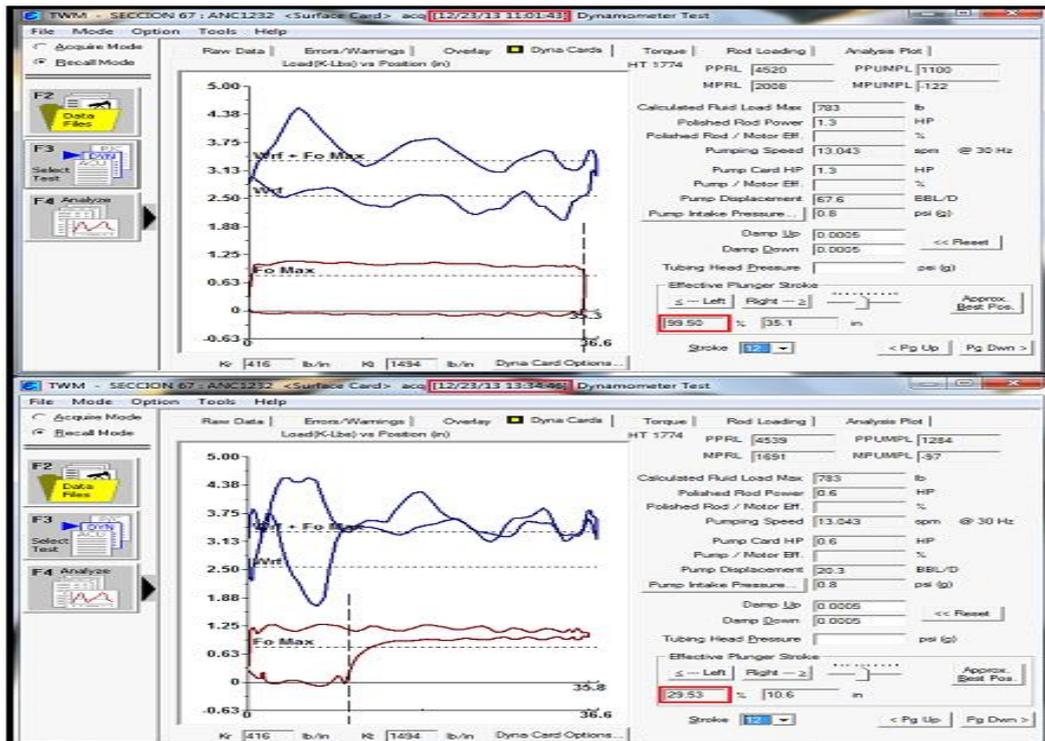
Fuente: Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

TIEMPO DE RESTAURACIÓN: 20 HORAS (1200 min)

En la siguiente Figura N° 58 se muestra la carta dinagráfica Inicial y Final tomada en el pozo ANC1232 con intervalo de restauración de 1200 min.

FIGURA No.- 58 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 1200 minutos. (ANC1232)



Fuente: Software TWM – Pacifpetrol
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

En la siguiente Tabla N° 26 se muestran los resultados de la prueba con carta dinagráfica tomada en el pozo ANC1232 con intervalo de restauración de 1200 min.

TABLA No.- 25 Resultados de la Prueba de 1200 min (ANC1232)

POZO: ANC1232	
TIEMPO DE PARADA: 20 HORAS	
TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
min	%
1	99,50
15	99,44
30	99,40
60	99,32
90	99,12
120	99,30
150	99,19
153	59,13
153,5	49,38
154	29,53

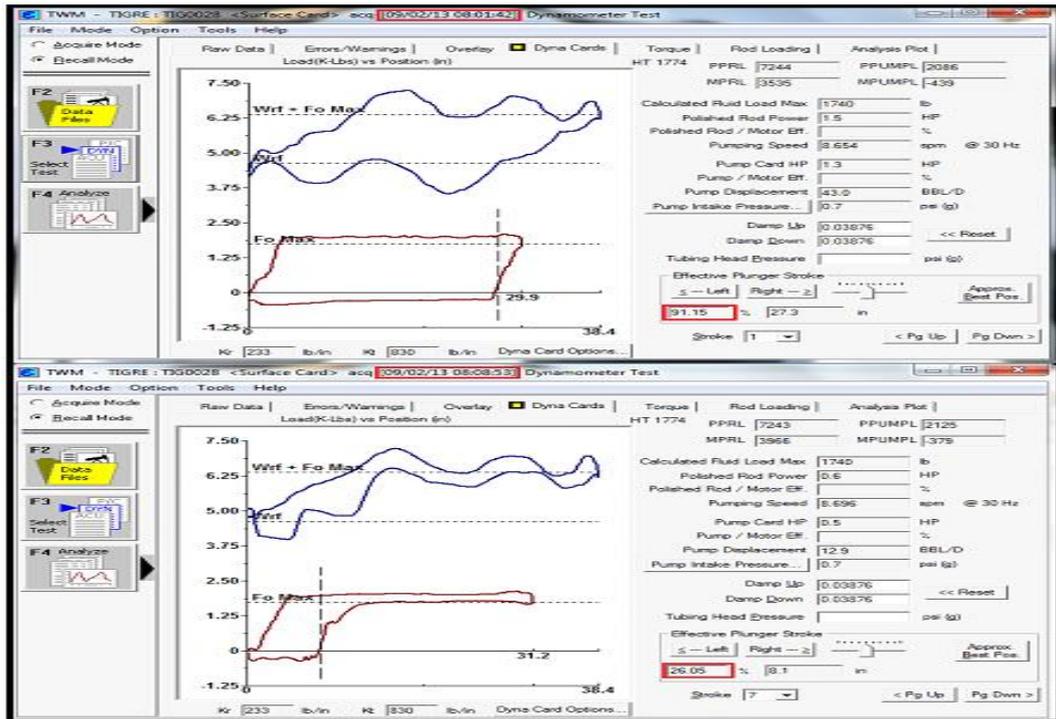
Fuente: Pacifpetrol
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

POZO TIG0028

TIEMPO DE RESTAURACIÓN: 1 HORA (60 min)

En la siguiente Figura N° 59 se muestra la carta dinagráfica Inicial y Final tomada en el pozo TIG0028 con intervalo de restauración de 60 min.

FIGURA No.- 59 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 60 minutos.(TIG0028)



Fuente: Software TWM – Pacifpetrol
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

En la siguiente Tabla N° 27 se muestran los resultados de la prueba con carta dinagráfica tomada en el pozo TIG0028 con intervalo de restauración de 60 min.

TABLA No.- 26 Resultados de la Prueba de 60 min (TIG0028)

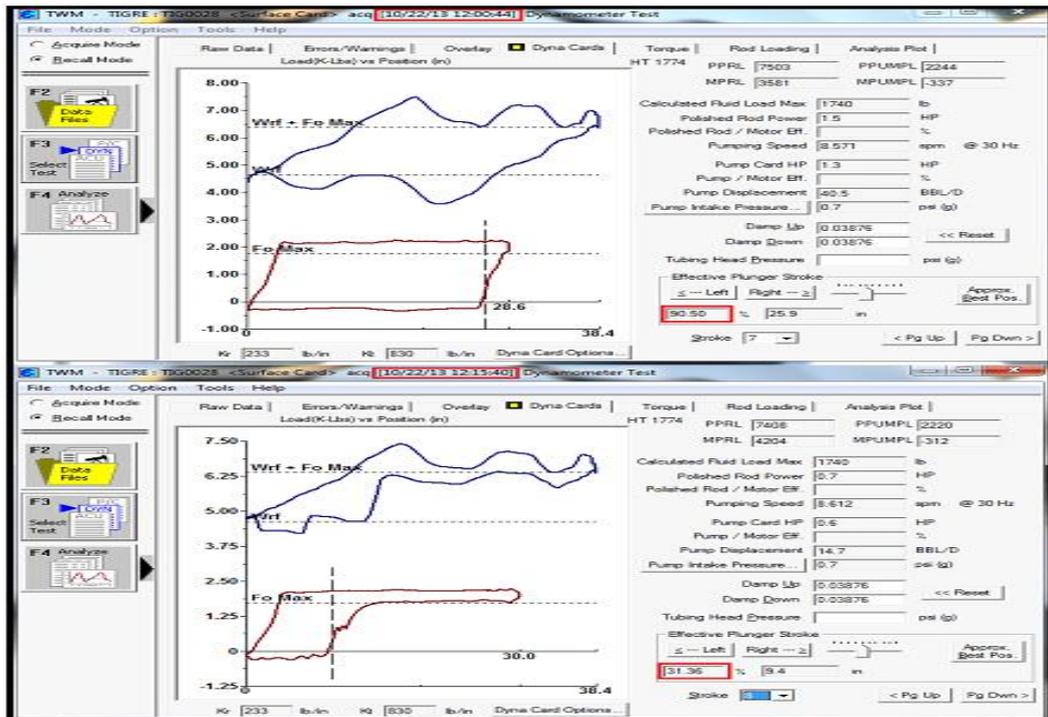
POZO: TIG0028	
TIEMPO DE PARADA: 1 HORA	
TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
min	%
0	91,15
1	91,36
2	91,43
3	90,96
4	90,89
5	90,93
6	90,98
7	73,56
7,5	44,73
8	26,05

Fuente: Pacifpetrol
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

TIEMPO DE RESTAURACIÓN: 2 HORAS (120 min)

En la siguiente Figura N° 60 se muestra la carta dinagráfica Inicial y Final tomada en el pozo TIG0028 con intervalo de restauración de 120 min.

FIGURA No.- 60 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 120 minutos. (TIG0028)



Fuente: Software TWM – Pacifpetrol
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

En la siguiente Tabla N° 28 se muestran los resultados de la prueba con carta dinagráfica tomada en el pozo TIG0028 con intervalo de restauración de 120 min.

TABLA No.- 27 Resultados de la Prueba de 120 min (TIG0028)

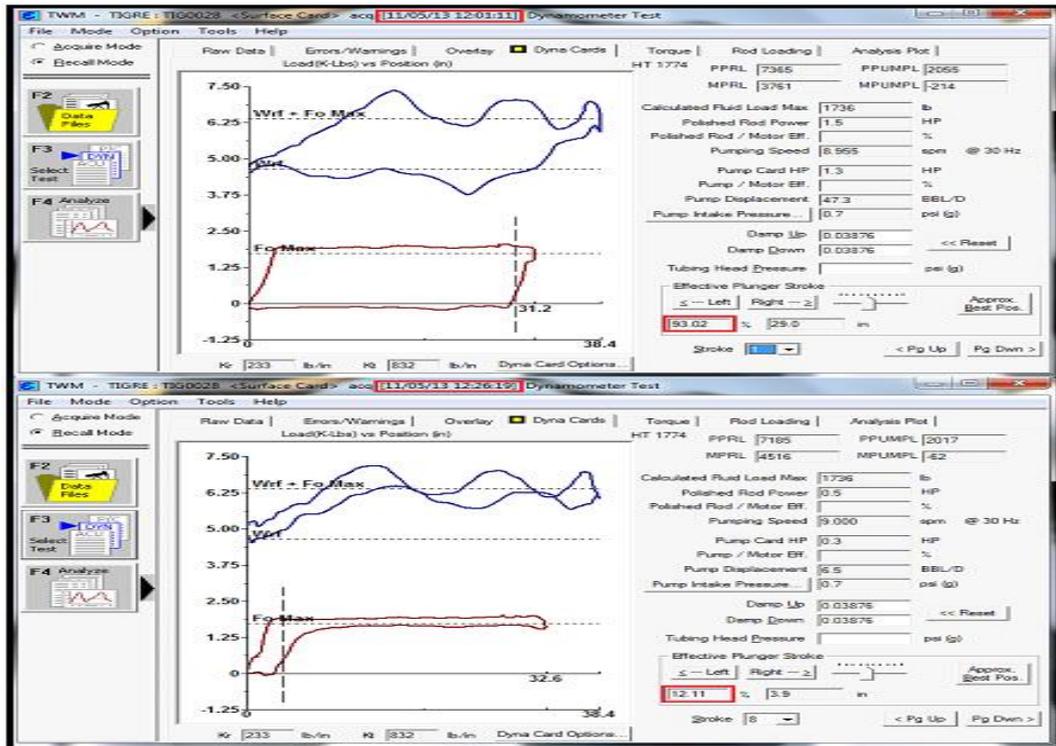
POZO: TIG0028	
TIEMPO DE PARADA: 2 HORAS	
TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
min	%
1	90,50
2	90,02
4	89,94
6	89,52
8	89,81
10	89,84
12	89,83
13	54,18
14	42,27
15	31,36

Fuente: Pacifpetrol
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

TIEMPO DE RESTAURACIÓN: 4 HORAS (240 min)

En la siguiente Figura N° 61 se muestra la carta dinagráfica Inicial y Final tomada en el pozo TIG0028 con intervalo de restauración de 240 min.

FIGURA No.- 61 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 240 minutos. (TIG0028)



Fuente: Software TWM – Pacifpetrol
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

En la siguiente Tabla N° 29 se muestran los resultados de la prueba con carta dinagráfica tomada en el pozo TIG0028 con intervalo de restauración de 240 min.

TABLA No.- 28 Resultados de la Prueba de 240 min (TIG0028)

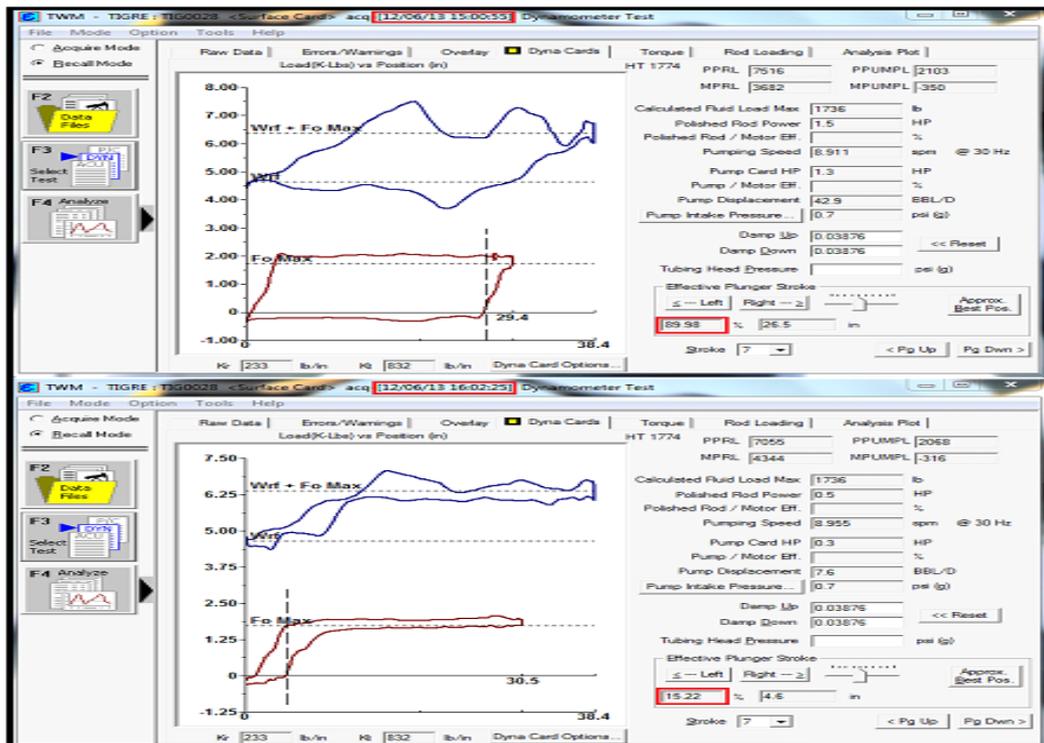
POZO: TIG0028	
TIEMPO DE PARADA: 4 HORAS	
TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
min	%
0	93,02
1	92,94
2	92,86
5	92,00
10	92,19
15	92,64
20	92,58
24	76,39
25	52,50
26	12,11

Fuente: Pacifpetrol
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

TIEMPO DE RESTAURACIÓN: 10 HORAS (600 min)

En la siguiente Figura N° 62 se muestra la carta dinagráfica Inicial y Final tomada en el pozo TIG0028 con intervalo de restauración de 600 min.

FIGURA No.- 62 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 600 minutos. (TIG0028)



Fuente: Software TWM – Pacifpetrol
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

En la siguiente Tabla N° 30 se muestran los resultados de la prueba con carta dinagráfica tomada en el pozo TIG0028 con intervalo de restauración de 600 min.

TABLA No.- 29 Resultados de la Prueba de 600 min (TIG0028)

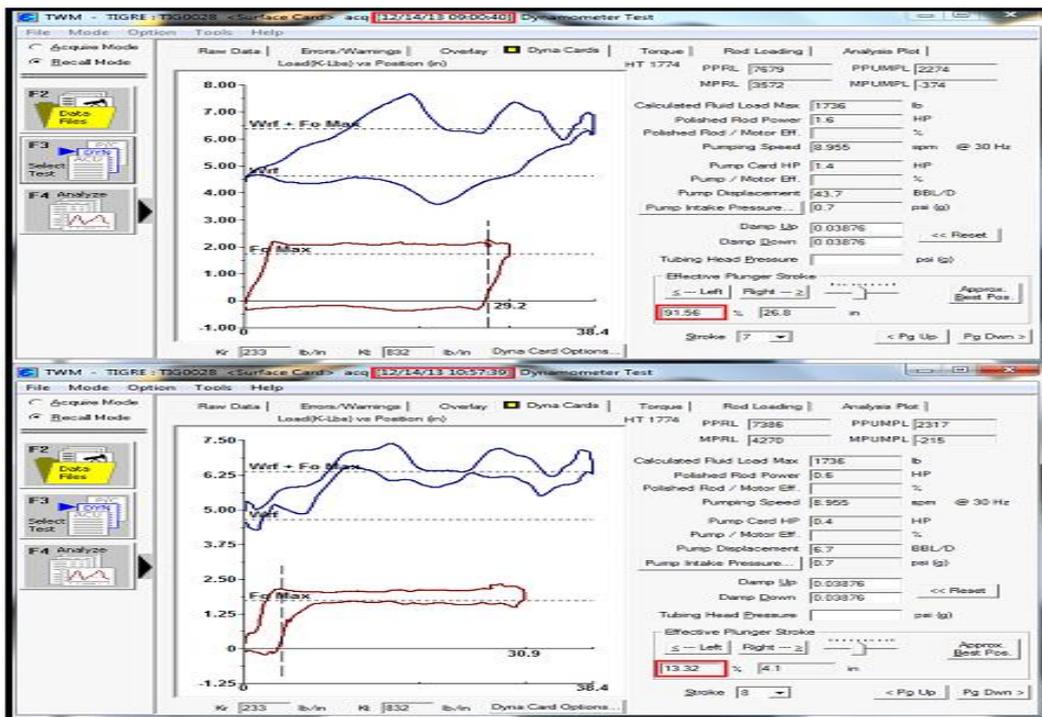
POZO: TIG0028	
TIEMPO DE PARADA: 10 HORAS	
TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
min	%
1	89,90
5	89,47
10	89,42
15	89,52
20	89,37
30	88,39
40	88,75
50	88,70
60	67,19
62,5	15,22

Fuente: Pacifpetrol
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

TIEMPO DE RESTAURACIÓN: 20 HORAS (1200 min)

En la siguiente Figura N° 63 se muestra la carta dinagráfica Inicial y Final tomada en el pozo TIG0028 con intervalo de restauración de 1200 min.

FIGURA No.- 63 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 1200 minutos. (TIG0028)



Fuente: Software TWM – Pacifpetrol
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

En la siguiente Tabla N° 31 se muestran los resultados de la prueba con carta dinagráfica tomada en el pozo TIG0028 con intervalo de restauración de 1200 min.

TABLA No.- 30 Resultados de la Prueba de 1200 min (TIG0028)

POZO: TIG0028	
TIEMPO DE PARADA: 20 HORAS	
TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
min	%
1	91,56
5	91,16
15	92,50
30	92,78
45	92,60
60	92,22
90	92,16
105	92,59
116,5	44,45
117	13,32

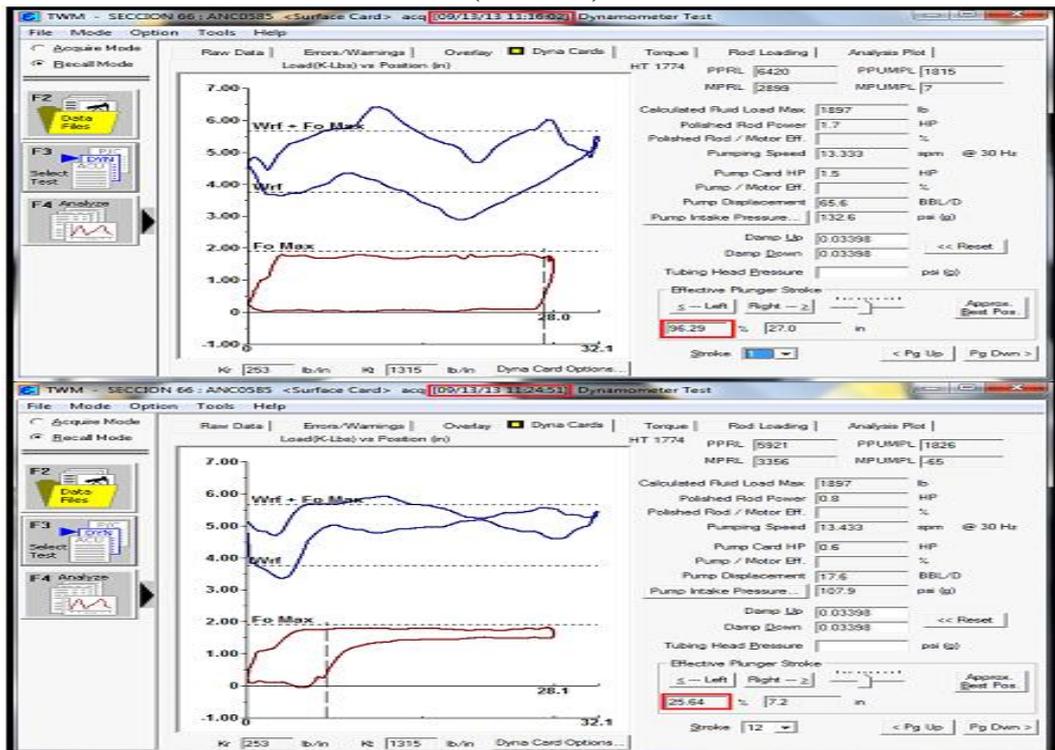
Fuente: Pacifpetrol
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

POZO ANC0585

TIEMPO DE RESTAURACIÓN: 1 HORA (60 min)

En la siguiente Figura N° 64 se muestra la carta dinagráfica Inicial y Final tomada en el pozo ANC0585 con intervalo de restauración de 60 min.

FIGURA No.- 64 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 60 minutos. (ANC0585)



Fuente: Software TWM – Pacifpetrol
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

En la siguiente Tabla N° 32 se muestran los resultados de la prueba con carta dinagráfica tomada en el pozo ANC0585 con intervalo de restauración de 60 min.

TABLA No.- 31 Resultados de la Prueba de 60 min (ANC0585)

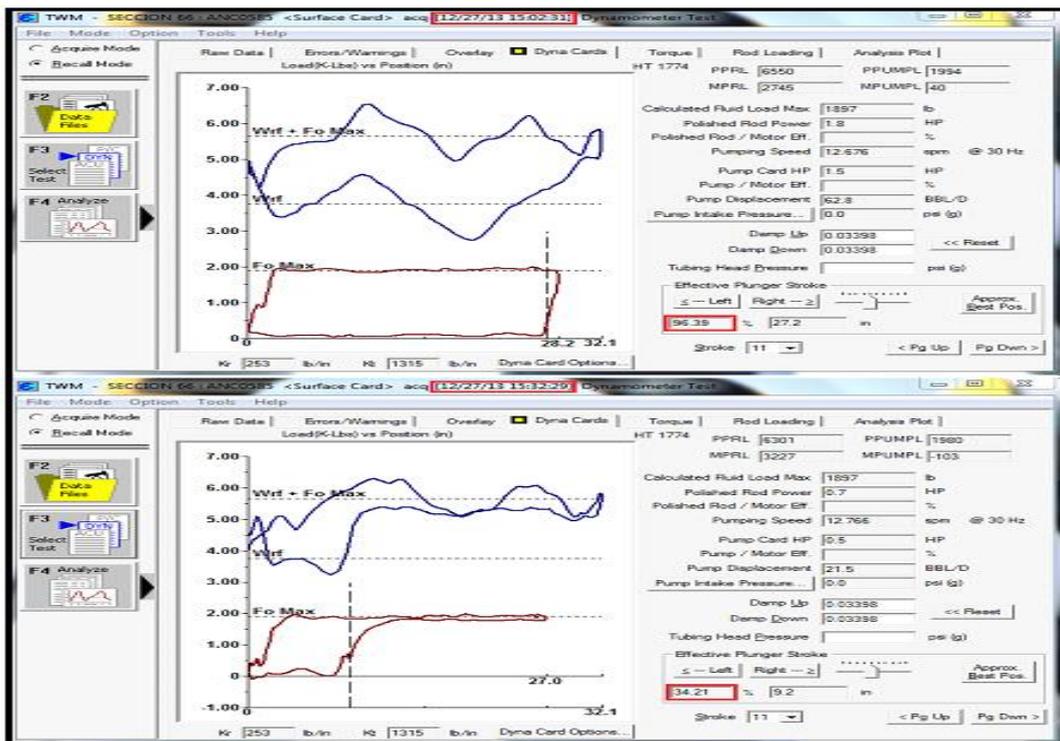
POZO: ANC0585	
TIEMPO DE PARADA: 1 HORA	
TIEMPO DE TRABAJO LLENADO DE BOMBA	
min	%
0	96,29
1	96,14
2	96,44
4	95,10
5	94,82
6	94,79
8	94,62
9	68,75
9,5	31,98
10	25,64

Fuente: Pacifpetrol
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

TIEMPO DE RESTAURACIÓN: 2 HORAS (120 min)

En la siguiente Figura N° 65 se muestra la carta dinagráfica Inicial y Final tomada en el pozo ANC0585 con intervalo de restauración de 120 min.

FIGURA No.- 65 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 120 minutos. (ANC0585)



Fuente: Software TWM – Pacifpetrol
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

En la siguiente Tabla N° 33 se muestran los resultados de la prueba con carta dinagráfica tomada en el pozo ANC0585 con intervalo de restauración de 120 min.

TABLA No.- 32 Resultados de la Prueba de 120 min (ANC0585)

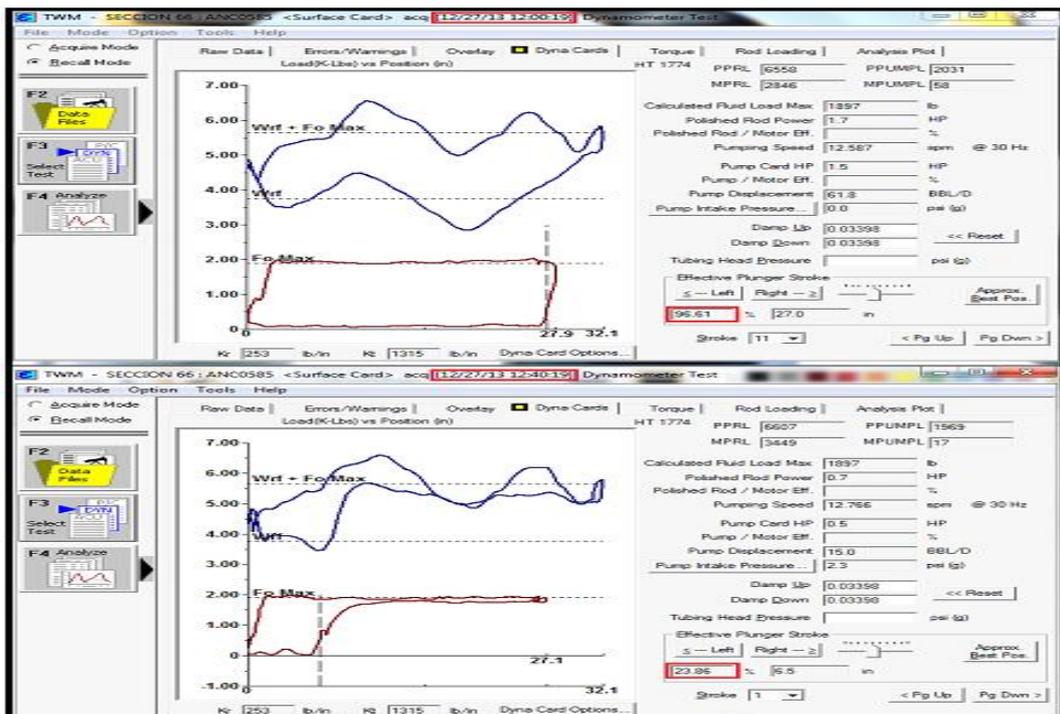
POZO: ANC0585	
TIEMPO DE PARADA: 2 HORAS	
TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
min	%
1	96,39
5	96,81
10	95,78
15	95,16
20	95,91
25	95,70
26	95,02
28	95,48
30	55,77
32	34,21

Fuente: Pacifpetrol
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

TIEMPO DE RESTAURACIÓN: 4 HORAS (240 min)

En la siguiente Figura N° 66 se muestra la carta dinagráfica Inicial y Final tomada en el pozo ANC0585 con intervalo de restauración de 240 min.

FIGURA No.- 66 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 240 minutos. (ANC0585)



Fuente: Software TWM – Pacifpetrol
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

En la siguiente Tabla N° 34 se muestran los resultados de la prueba con carta dinagráfica tomada en el pozo ANC0585 con intervalo de restauración de 240 min.

TABLA No.- 33 Resultados de la Prueba de 240 min (ANC0585)

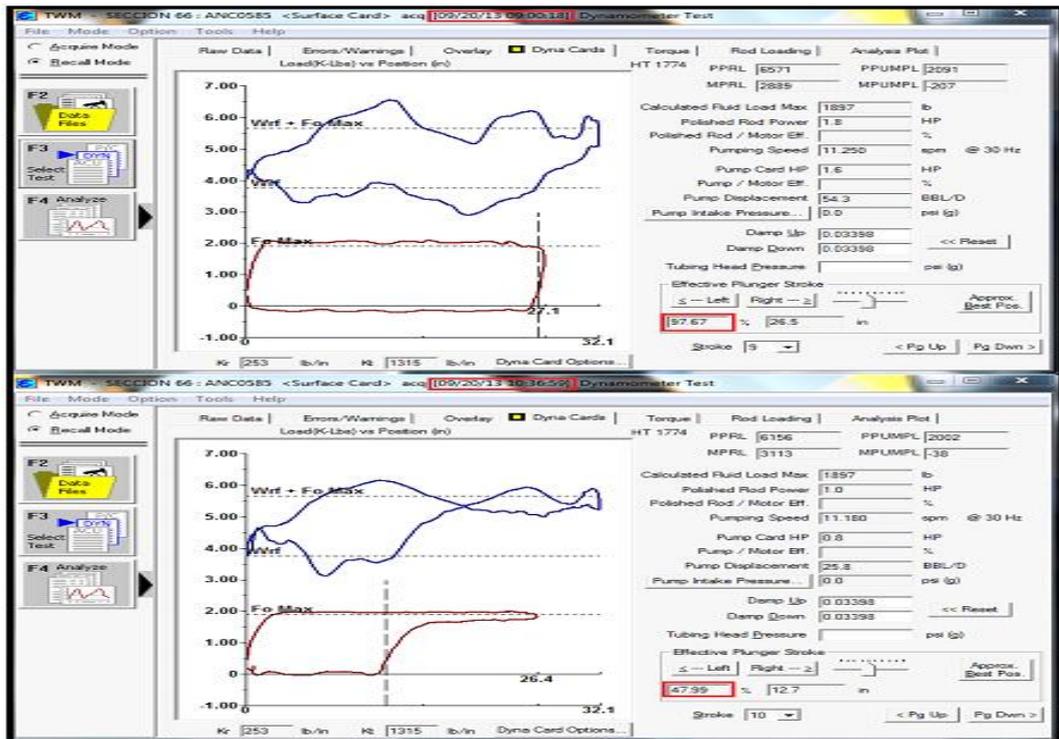
POZO: ANC0585	
TIEMPO DE PARADA: 4 HORAS	
TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
min	%
1	96,61
5	95,20
10	94,48
15	95,11
20	94,43
25	95,60
30	95,33
35	95,41
36	45,14
40	23,86

Fuente: Pacifpetrol
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

TIEMPO DE RESTAURACIÓN: 10 HORAS (600 min)

En la siguiente Figura N° 67 se muestra la carta dinagráfica Inicial y Final tomada en el pozo ANC0585 con intervalo de restauración de 600 min.

FIGURA No.- 67 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 600 minutos. (ANC0585)



Fuente: Software TWM – Pacifpetrol
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

En la siguiente Tabla N° 35 se muestran los resultados de la prueba con carta dinagráfica tomada en el pozo ANC0585 con intervalo de restauración de 600 min.

TABLA No.- 34 Resultados de la Prueba de 600 min (ANC0585)

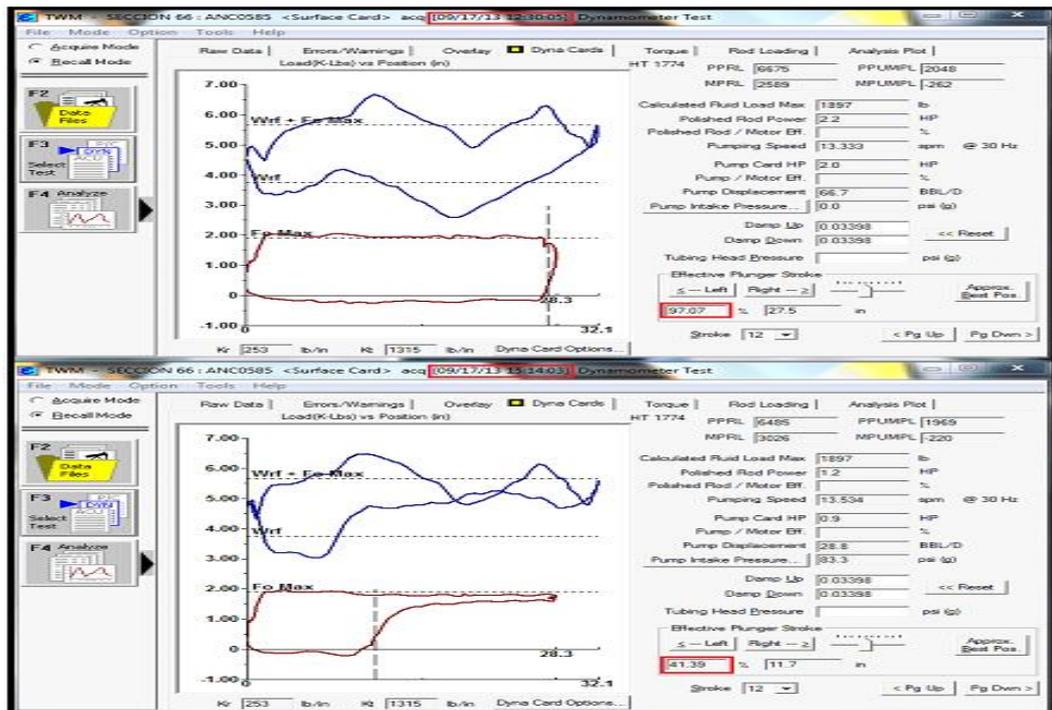
POZO: ANC0585	
TIEMPO DE PARADA: 10 HORAS	
TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
min	%
1	97,67
5	97,02
15	96,71
30	95,45
45	95,73
60	95,47
80	95,86
95	94,93
95,5	67,45
96	47,99

Fuente: Pacifpetrol
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

TIEMPO DE RESTAURACIÓN: 20 HORAS (1200 min)

En la siguiente Figura N° 68 se muestra la carta dinagráfica Inicial y Final tomada en el pozo ANC0585 con intervalo de restauración de 1200 min.

FIGURA No.- 68 Cartas Dinamométricas con Intervalo de Restauración de 1200 minutos. (ANC0585)



Fuente: Software TWM – Pacifpetrol
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

En la siguiente Tabla N° 36 se muestran los resultados de la prueba con carta dinagráfica tomada en el pozo ANC0585 con intervalo de restauración de 1200 min.

TABLA No.- 35 Resultados de la Prueba de 1200 (ANC0585)

POZO: ANC0585	
TIEMPO DE PARADA: 20 HORAS	
TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
min	%
1	97,07
5	97,78
30	96,99
60	95,69
90	95,85
105	95,76
120	95,99
150	95,98
160	96,30
164	41,39

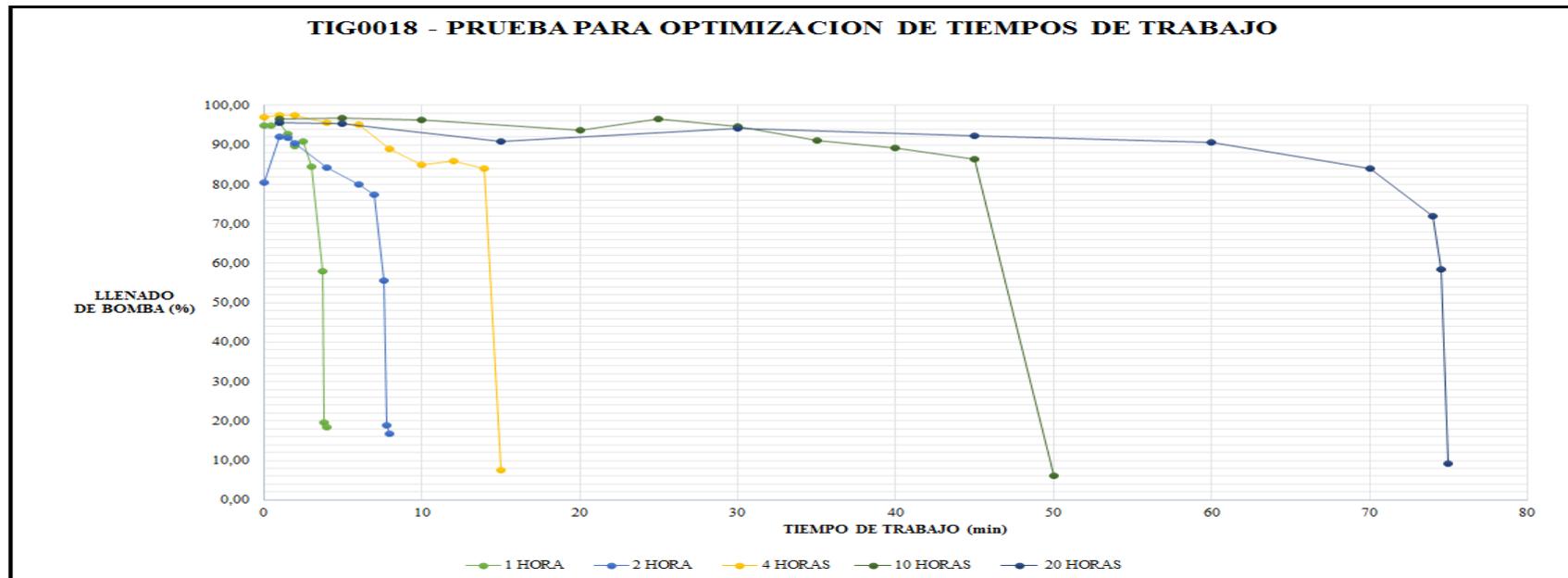
Fuente: Pacifpetrol
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

4.5. Gráficos de pruebas dinagráficas de campo a diferentes intervalos.

POZO TIG0018

En la siguiente Figura N° 69 se muestra un gráfico que describe el comportamiento de las eficiencias volumétricas de acuerdo a las pruebas tomadas con cartas dinagráficas a diferentes intervalos de recuperación de 60, 120, 240, 600, y 1200 min realizadas en el pozo TIG0018, analizando como punto de referencia el llenado de bomba de subsuelo vs el tiempo de trabajo.

FIGURA No.- 69 Gráfico de Pruebas Dinagráficas a Diferentes Intervalos de Tiempo del Pozo TIG0018



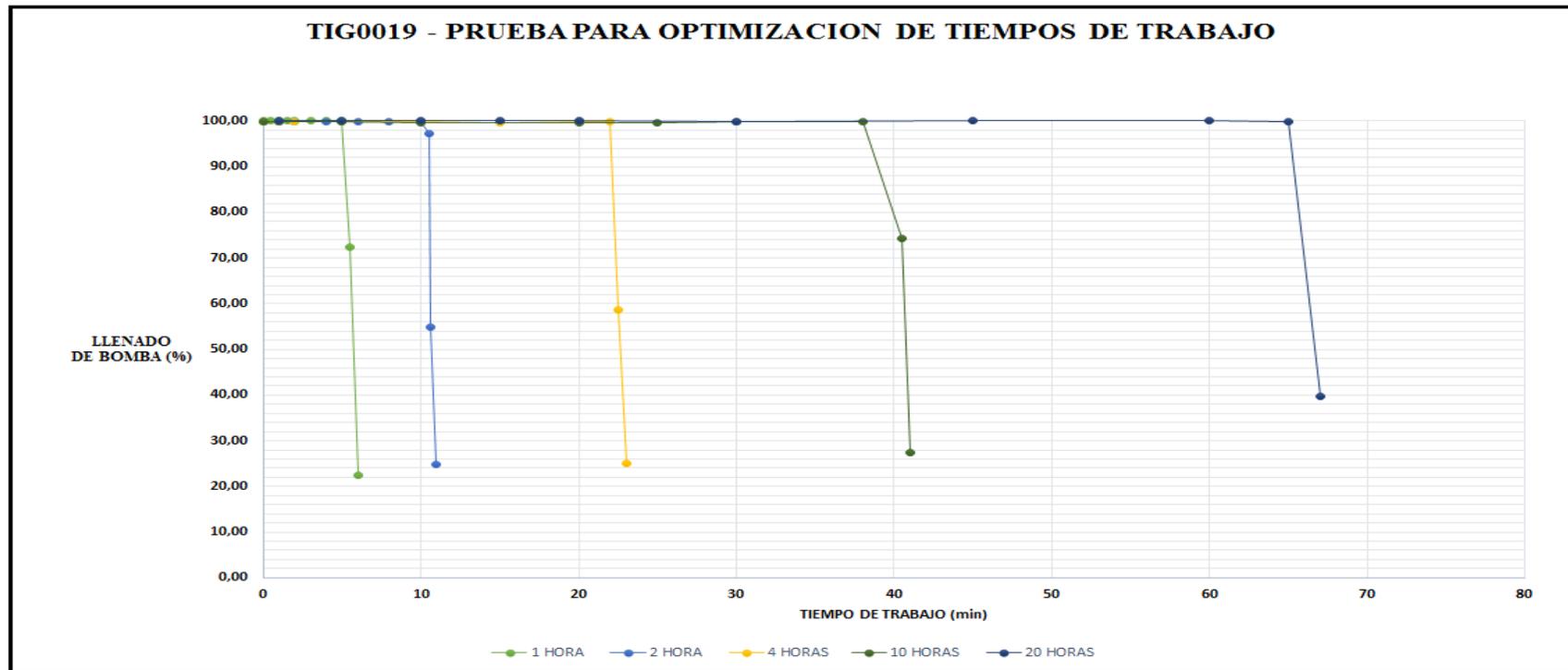
Fuente: Software TWM-Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

POZO TIG0019

En la siguiente Figura N° 70 se muestra un gráfico que describe el comportamiento de las eficiencias volumétricas de acuerdo a las pruebas tomadas con cartas dinagráficas a diferentes intervalos de recuperación de 60, 120, 240, 600, y 1200 min realizadas en el pozo TIG0019, analizando como punto de referencia el llenado de bomba de subsuelo vs el tiempo de trabajo.

FIGURA No.- 70 Gráfico de Pruebas Dinagráficas a Diferentes Intervalos de Tiempo del Pozo TIG0019



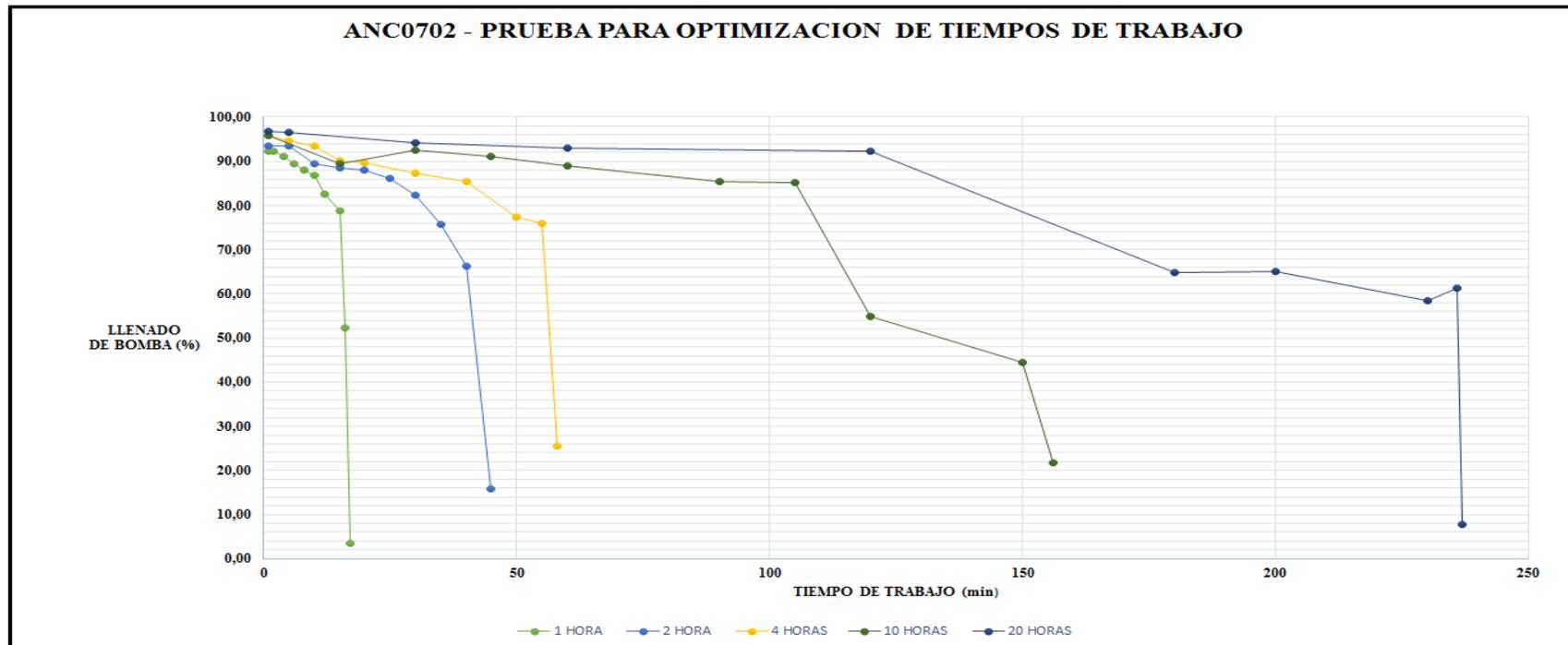
Fuente: Software TWM-Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

POZO ANC0702

En la siguiente Figura N° 71 se muestra un gráfico que describe el comportamiento de las eficiencias volumétricas de acuerdo a las pruebas tomadas con cartas dinagráficas a diferentes intervalos de recuperación de 60, 120, 240, 600, y 1200 min realizadas en el pozo ANC0702, analizando como punto de referencia el llenado de bomba de subsuelo vs el tiempo de trabajo.

FIGURA No.- 71 Gráfico de Pruebas Dinagráficas a Diferentes Intervalos de Tiempo del Pozo ANC0702

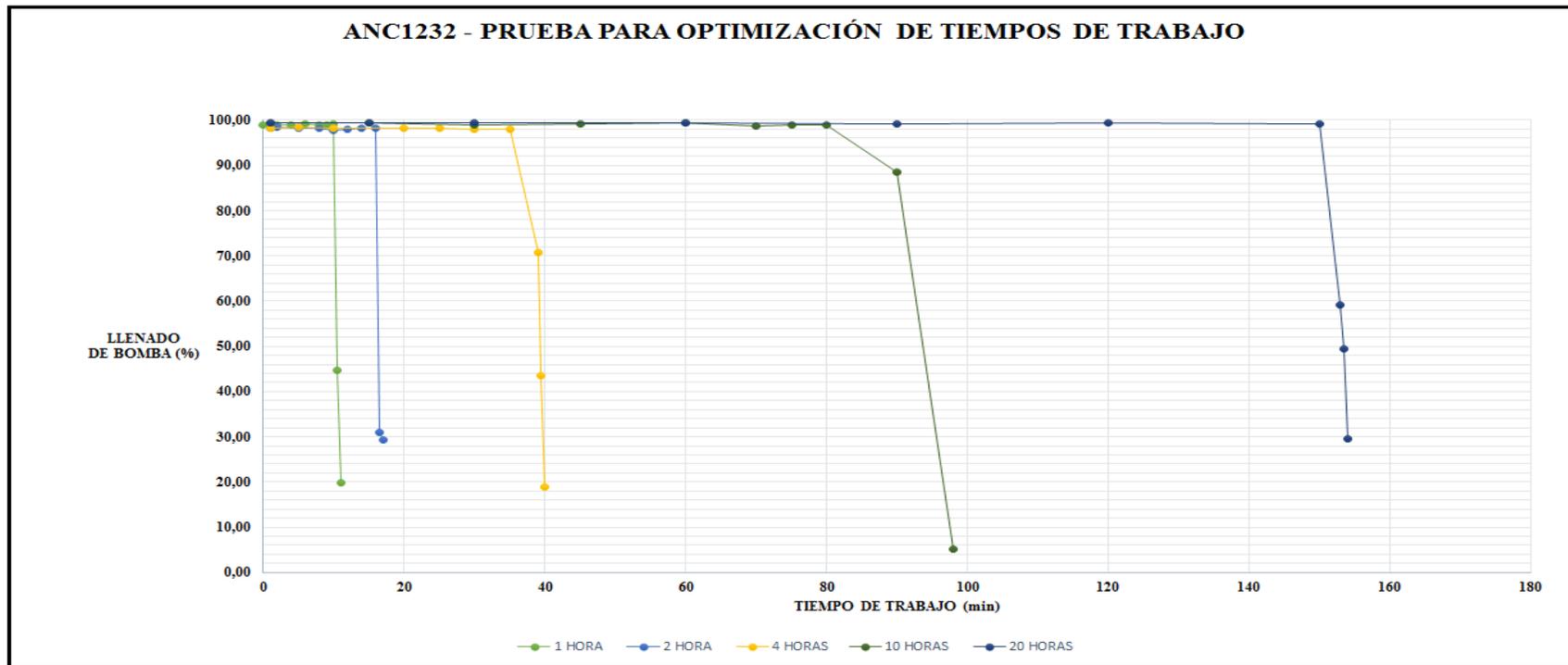


Fuente: Software TWM-Pacifpetrol
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

POZO ANC1232

En la siguiente Figura N° 72 se muestra un gráfico que describe el comportamiento de las eficiencias volumétricas de acuerdo a las pruebas tomadas con cartas dinagráficas a diferentes intervalos de recuperación de 60, 120, 240, 600, y 1200 min realizadas en el pozo ANC1232, analizando como punto de referencia el llenado de bomba de subsuelo vs el tiempo de trabajo.

FIGURA No.- 72 Gráfico de Pruebas Dinagráficas a Diferentes Intervalos de Tiempo del Pozo ANC1232

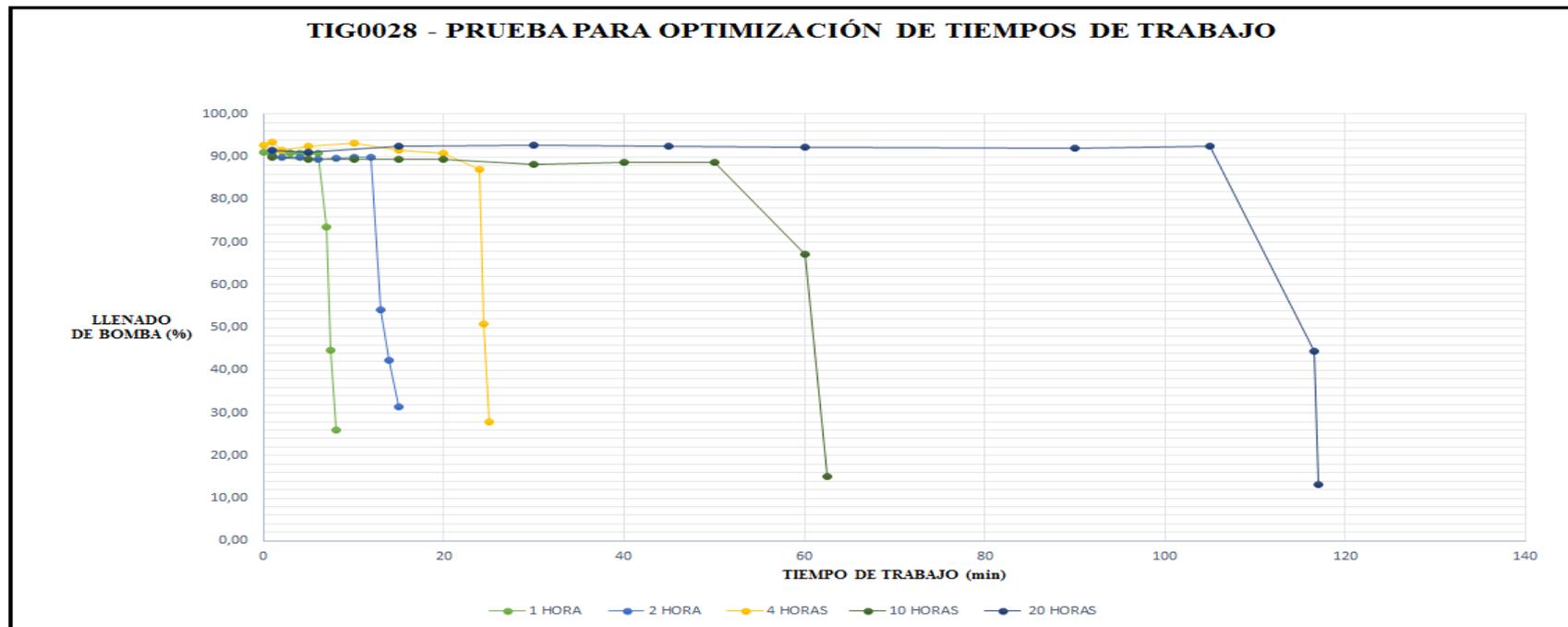


Fuente: Software TWM-Pacifpetrol
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

POZO TIG0028

En la siguiente Figura N° 73 se muestra un gráfico que describe el comportamiento de las eficiencias volumétricas de acuerdo a las pruebas tomadas con cartas dinagráficas a diferentes intervalos de recuperación de 60, 120, 240, 600, y 1200 min realizadas en el pozo TIG0028, analizando como punto de referencia el llenado de bomba de subsuelo vs el tiempo de trabajo.

FIGURA No.- 73 Gráfico de Pruebas Dinagráficas a Diferentes Intervalos de Tiempo del Pozo TIG0028

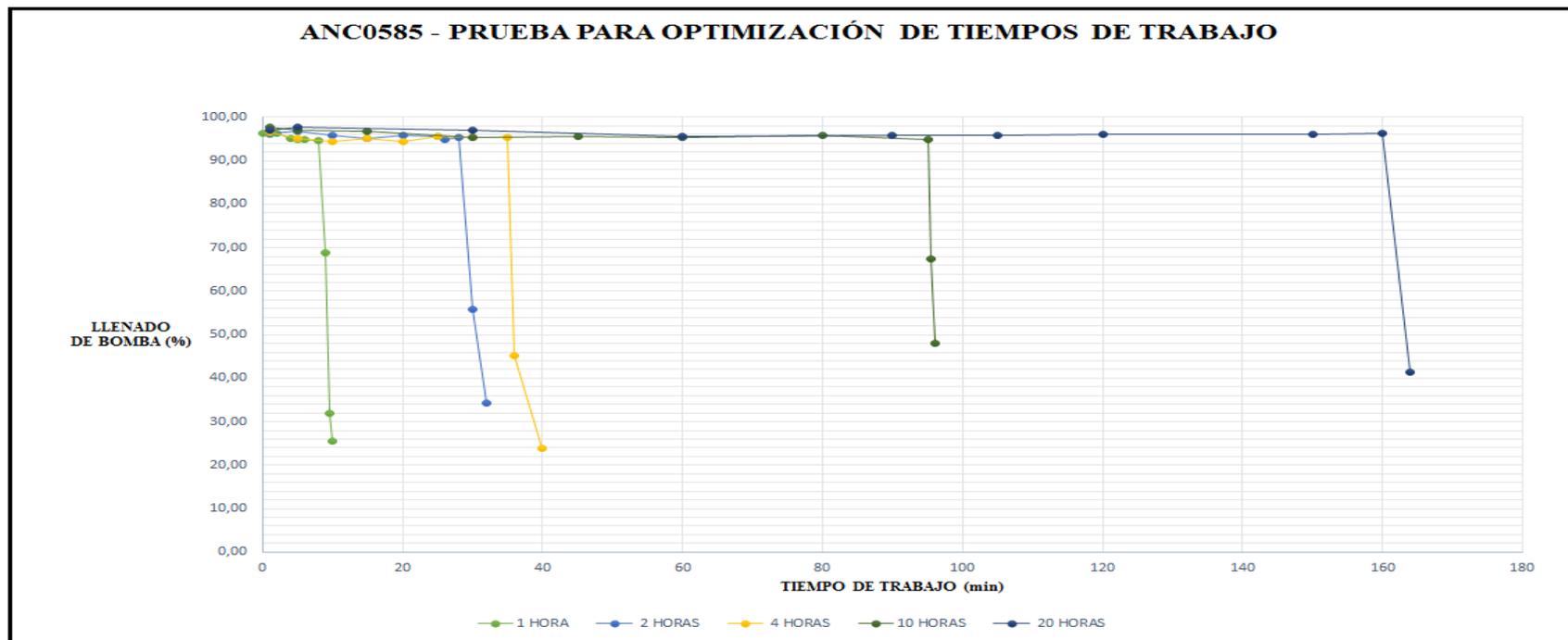


Fuente: Software TWM-Pacifpetrol
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

POZO ANC0585

En la siguiente Figura N° 74 se muestra un gráfico que describe el comportamiento de las eficiencias volumétricas de acuerdo a las pruebas tomadas con cartas dinagráficas a diferentes intervalos de recuperación de 60, 120, 240, 600, y 1200 min realizadas en el pozo ANC0585, analizando como punto de referencia el llenado de bomba de subsuelo vs el tiempo de trabajo.

FIGURA No.- 74 Gráfico de Pruebas Dinagráficas a Diferentes Intervalos de Tiempo del Pozo ANC0585



Fuente: Software TWM-Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

CAPÍTULO V
RESULTADOS

5.1. Tiempo máximo de alta eficiencia volumétrica.

Los Resultados de todas las pruebas tomadas a diferentes intervalos de tiempo con cartas dinagráficas para conocer el tiempo máximo de trabajo con una alta eficiencia volumétrica y sin problema de golpe de fluido, se muestran al final del recuadro de la tabla resaltado con color amarillo.

POZO TIG0018

En la siguiente Tabla N° 37 se muestran los Tiempos Máximos de Alta Eficiencia Volumétrica a diferentes Intervalos de Tiempo tomadas en el pozo TIG0018.

TABLA No.- 36 Resultados de Tiempos Máximos de Alta Eficiencia Volumétrica a diferentes Intervalos de Tiempo (TIG0018)

POZO: TIG0018		POZO: TIG0018		POZO: TIG0018		POZO: TIG0018		POZO: TIG0018	
TIEMPO DE PARADA: 1 HORA		TIEMPO DE PARADA: 2 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 4 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 10 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 20 HORAS	
TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
min	%	min	%	min	%	min	%	min	%
0	95,00	0	96,96	0	97,00	1	96,59	1	95,73
0,5	94,99	1	96,98	1	97,46	5	96,83	5	95,37
1	95,53	1,5	94,77	2	97,41	10	96,21	15	90,83
1,5	92,71	2	93,90	4	95,72	20	93,65	30	94,09
2	89,62	4	92,90	6	95,10	25	96,60	45	92,24
2,5	90,96	6	86,85	8	89,10	30	94,69	60	90,62
3	84,48	7	83,21	10	84,96	35	91,03	70	84,04
3,7	57,99	7,9	67,51	12	85,97	40	89,11	74	71,99
3,8	19,64	7,10	50,29	14	84,10	45	86,49	74,5	58,45
4	18,34	8	14,75	15	7,58	50	6,11	75	9,12

Fuente: Software TWM-Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

POZO TIG0019

En la siguiente Tabla N° 38 se muestran los Tiempos Máximos de Alta Eficiencia Volumétrica a diferentes Intervalos de Tiempo tomadas en el pozo TIG0019.

TABLA No.- 37 Resultados de Tiempos Máximos de Alta Eficiencia Volumétrica a diferentes Intervalos de Tiempo (TIG0019)

POZO: TIG0019		POZO: TIG0019		POZO: TIG0019		POZO: TIG0019		POZO: TIG0019	
TIEMPO DE PARADA: 1 HORA		TIEMPO DE PARADA: 2 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 4 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 10 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 20 HORAS	
TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
min	%	min	%	min	%	min	%	min	%
0	100,00	0	99,96	0	99,98	0	99,84	1	100,00
0,5	100,00	1	99,92	1	99,96	1	99,90	5	100,00
1	100,00	2	99,93	2	99,97	5	99,76	10	100,00
1,5	100,00	4	99,95	5	99,93	10	99,61	15	100,00
2	100,00	6	99,89	10	99,81	20	99,66	20	100,00
3	100,00	8	99,87	15	99,75	25	99,62	30	99,93
4	100,00	10	99,89	20	99,91	30	99,77	45	100,00
5	100,00	10,5	97,37	22	99,84	38	99,92	60	100,00
5,5	72,50	10,6	54,84	22,5	58,77	40,5	74,41	65	99,92
6	22,50	11	24,84	23	25,00	41	27,50	67	39,85

Fuente: Software TWM-Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

POZO ANC0702

En la siguiente Tabla N° 39 se muestran los Tiempos Máximos de Alta Eficiencia Volumétrica a diferentes Intervalos de Tiempo tomadas en el pozo ANC0702.

TABLA No.- 38 Resultados de Tiempos Máximos de Alta Eficiencia Volumétrica a diferentes Intervalos de Tiempo (ANC0702)

POZO: ANC0702		POZO: ANC0702		POZO: ANC0702		POZO: ANC0702		POZO: ANC0702	
TIEMPO DE PARADA: 1 HORA		TIEMPO DE PARADA: 2 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 4 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 10 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 20 HORAS	
TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
min	%	min	%	min	%	min	%	min	%
1	92,41	1	94,77	1	95,78	1	95,90	1	96,87
2	92,34	5	93,99	5	94,60	15	89,50	5	96,54
4	91,00	10	90,92	10	93,55	30	92,53	30	94,21
6	89,42	15	89,85	15	90,08	45	91,06	60	93,07
8	88,06	20	88,67	20	89,74	60	88,96	120	92,41
10	86,79	25	83,20	30	87,42	90	85,46	180	64,82
12	82,56	30	79,22	40	85,35	105	85,27	200	64,97
15	78,91	35	62,51	50	77,29	120	54,92	230	58,42
16	52,22	40	57,22	55	76,02	150	44,38	236	61,25
17	3,47	43	29,58	58	25,45	156	21,80	237	7,88

Fuente: Software TWM-Pacifpetrol
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

POZO ANC1232

En la siguiente Tabla N° 40 se muestran los Tiempos Máximos de Alta Eficiencia Volumétrica a diferentes Intervalos de Tiempo tomadas en el pozo ANC1232.

TABLA No.- 39 Resultados de Tiempos Máximos de Alta Eficiencia Volumétrica a diferentes Intervalos de Tiempo (ANC1232)

POZO: ANC1232		POZO: ANC1232		POZO: ANC1232		POZO: ANC1232		POZO: ANC1232	
TIEMPO DE PARADA: 1 HORA		TIEMPO DE PARADA: 2 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 4 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 10 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 20 HORAS	
TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
min	%	min	%	min	%	min	%	min	%
0	98,90	1	98,14	1	98,53	1	99,10	1	99,50
1	98,70	2	98,42	5	98,54	15	99,17	15	99,44
2	98,96	5	98,17	10	98,29	30	98,89	30	99,40
4	98,82	8	98,24	20	97,93	45	99,03	60	99,32
6	99,14	10	97,72	25	97,80	60	99,30	90	99,12
8	99,02	12	98,05	30	98,00	70	99,09	120	99,30
9	98,99	14	98,21	35	97,61	75	98,99	150	99,19
10	99,07	16	98,27	36	97,59	84	98,67	153	59,13
10,5	44,76	16,5	31,07	37	45,02	85	39,88	153,5	49,38
11	19,76	17	29,29	39	24,84	86	16,95	154	29,53

Fuente: Software TWM-Pacifpetrol
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

POZO TIG0028

En la siguiente Tabla N° 41 se muestran los Tiempos Máximos de Alta Eficiencia Volumétrica a diferentes Intervalos de Tiempo tomadas en el pozo TIG0028.

TABLA No.- 40 Resultados de Tiempos Máximos de Alta Eficiencia Volumétrica a diferentes Intervalos de Tiempo (TIG0028)

POZO: TIG0028		POZO: TIG0028		POZO: TIG0028		POZO: TIG0028		POZO: TIG0028	
TIEMPO DE PARADA: 1 HORA		TIEMPO DE PARADA: 2 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 4 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 10 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 20 HORAS	
TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
min	%	min	%	min	%	min	%	min	%
0	91,15	1	90,50	0	93,02	1	89,90	1	91,56
1	91,36	2	90,02	1	92,94	5	89,47	5	91,16
2	91,43	4	89,94	2	92,86	10	89,42	15	92,50
3	90,96	6	89,52	5	92,00	15	89,52	30	92,78
4	90,89	8	89,81	10	92,19	20	89,37	45	92,60
5	90,93	10	89,84	15	92,64	30	88,39	60	92,22
6	90,98	12	89,83	20	92,58	40	88,75	90	92,16
7	73,56	13	54,18	24	76,39	50	88,70	105	92,59
7,5	44,73	14	42,27	25	52,50	60	67,19	116,5	44,45
8	26,05	15	31,36	26	12,11	62,5	15,22	117	13,32

Fuente: Software TWM-Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

POZO ANC0585

En la siguiente Tabla N° 42 se muestran los Tiempos Máximos de Alta Eficiencia Volumétrica a diferentes Intervalos de Tiempo tomadas en el pozo ANC0585.

TABLA No.- 41 Resultados de Tiempos Máximos de Alta Eficiencia Volumétrica a diferentes Intervalos de Tiempo (ANC0585)

POZO: ANC0585		POZO: ANC0585		POZO: ANC0585		POZO: ANC0585		POZO: ANC0585	
TIEMPO DE PARADA: 1 HORA		TIEMPO DE PARADA: 2 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 4 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 10 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 20 HORAS	
TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
min	%	min	%	min	%	min	%	min	%
0	96,29	1	96,39	1	96,61	1	97,67	1	97,07
1	96,14	5	96,81	5	95,20	5	97,02	5	97,78
2	96,44	10	95,78	10	94,48	15	96,71	30	96,99
4	95,10	15	95,16	15	95,11	30	95,45	60	95,69
5	94,82	20	95,91	20	94,43	45	95,73	90	95,85
6	94,79	25	95,70	25	95,60	60	95,47	105	95,76
8	94,62	26	95,02	30	95,33	80	95,86	120	95,99
9	68,75	28	95,48	35	95,41	95	94,93	150	95,98
9,5	31,98	30	55,77	36	45,14	95,5	67,45	160	96,30
10	25,64	32	34,21	40	23,86	96	47,99	164	41,39

Fuente: Software TWM-Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

5.2. Análisis y Tabulación de Resultados (Promedio de todas las Pruebas para sacar Tiempos Máximos de Alta Eficiencia Volumétrica).

Mediante el análisis y tabulación de los resultados de las 3 pruebas tomadas por cada intervalo de tiempo de recuperación de 60, 120, 240, 600, y 1200 min, mediante cartas dinográficas, se promediaron los Tiempos Máximos de Alta Eficiencia Volumétrica de cada pozo, los resultados finales se muestran al final del recuadro de la tabla resaltado con color rojo.

POZO TIG0018

En la siguiente Tabla N° 43 se muestran los resultados finales del análisis promedio de las pruebas a diferentes intervalos de tiempos de trabajo realizados en el pozo TIG0018.

TABLA No.- 42 Resultados del Análisis Promedio de Tiempos de Trabajo a Alta Eficiencia Volumétrica (TIG0018)

ANÁLISIS PROMEDIO DE PRUEBAS DE TIEMPOS DE TRABAJO A ALTA EFICIENCIA VOLUMÉTRICA									
POZO: TIG0018		POZO: TIG0018		POZO: TIG0018		POZO: TIG0018		POZO: TIG0018	
TIEMPO DE PARADA: 1 HORA		TIEMPO DE PARADA: 2 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 4 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 10 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 20 HORAS	
TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
min	%	min	%	min	%	min	%	min	%
0	83,35	0	89,10	0	96,69	1	96,53	1	97,36
0,5	89,07	1	92,90	1	97,03	5	96,61	5	97,34
1	95,56	1,5	93,97	2	97,03	10	96,00	15	94,95
1,5	93,23	2	91,80	4	95,41	20	95,44	30	95,93
2	86,05	4	86,98	6	92,98	25	95,33	45	94,50
2,5	84,28	6	83,37	8	90,06	30	96,09	60	93,48
3	82,18	7	81,01	10	85,51	35	91,55	70	91,09
3,5	63,55	7,6	66,36	14,33	82,47	40,00	80,60	74,67	86,61
3,8	40,84	7,5	37,49	15,5	56,15	43,67	66,53	77,17	52,87
4,2	9,38	8	12,14	16,5	7,74	46,5	11,64	78,5	9,63

Fuente: Software TWM-Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

POZO TIG0019

En la siguiente Tabla N° 44 se muestran los resultados finales del análisis promedio de las pruebas a diferentes intervalos de tiempos de trabajo realizados en el pozo TIG0019.

TABLA No.- 43 Resultados del Análisis Promedio de Tiempos de Trabajo a Alta Eficiencia Volumétrica (TIG0019)

ANÁLISIS PROMEDIO DE PRUEBAS DE TIEMPOS DE TRABAJO A ALTA EFICIENCIA VOLUMÉTRICA									
POZO: TIG0019		POZO: TIG0019		POZO: TIG0019		POZO: TIG0019		POZO: TIG0019	
TIEMPO DE PARADA: 1 HORA		TIEMPO DE PARADA: 2 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 4 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 10 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 20 HORAS	
TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
min	%	min	%	min	%	min	%	min	%
0	99,97	0	99,99	0	99,97	0	99,95	1	100,00
0,5	100,00	1	99,97	1	99,95	1	99,97	5	100,00
1	100,00	2	99,98	2	99,94	5	99,92	10	100,00
1,5	100,00	4	99,96	5	99,86	10	99,87	15	100,00
2	100,00	6	99,82	10	99,86	20	99,88	20	100,00
3	100,00	8	99,80	15	99,78	25	99,81	30	99,97
4	99,99	10	74,13	20	99,80	30	99,89	45	99,97
5	100,00	10,5	72,46	22	99,78	38	99,94	60	99,95
5,5	38,33	10,6	58,25	22,83	49,57	41,00	71,43	65,00	98,97
6	18,33	11,33	19,95	23,00	24,99	42,00	26,83	68,33	35,87

Fuente: Software TWM-Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

POZO ANC0702

En la siguiente Tabla N° 45 se muestran los resultados finales del análisis promedio de las pruebas a diferentes intervalos de tiempos de trabajo realizados en el pozo ANC0702.

TABLA No.- 44 Resultados del Análisis Promedio de Tiempos de Trabajo a Alta Eficiencia Volumétrica (ANC0702)

ANÁLISIS PROMEDIO DE PRUEBAS DE TIEMPOS DE TRABAJO A ALTA EFICIENCIA VOLUMÉTRICA									
POZO: ANC0702		POZO: ANC0702		POZO: ANC0702		POZO: ANC0702		POZO: ANC0702	
TIEMPO DE PARADA: 1 HORA		TIEMPO DE PARADA: 2 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 4 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 10 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 20 HORAS	
TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
min	%	min	%	min	%	min	%	min	%
1	92,96	1	94,74	1	96,00	1	93,47	1	96,50
2	92,38	5	93,94	5	94,73	15	91,15	5	96,22
4	91,63	10	90,27	10	93,10	30	91,72	30	95,22
6	90,96	15	88,92	15	90,65	45	89,59	60	94,14
8	89,98	20	88,00	20	89,82	60	87,28	120	93,13
10	89,32	25	83,96	30	88,36	90	72,29	180	70,69
12	86,33	30	79,85	40	84,41	105	71,41	200	66,76
15	84,33	35	65,89	50	80,49	120	55,98	228,33	54,59
18	67,87	40	58,38	56,67	67,55	150,00	42,10	234,67	53,70
21,33	14,38	44,00	21,25	60,00	29,54	156,00	21,46	236,33	8,84

Fuente: Software TWM-Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

POZO ANC1232

En la siguiente Tabla N° 46 se muestran los resultados finales del análisis promedio de las pruebas a diferentes intervalos de tiempos de trabajo realizados en el pozo ANC1232.

TABLA No.- 45 Resultados del Análisis Promedio de Tiempos de Trabajo a Alta Eficiencia Volumétrica (ANC1232)

ANÁLISIS PROMEDIO DE PRUEBAS DE TIEMPOS DE TRABAJO A ALTA EFICIENCIA VOLUMÉTRICA									
POZO: ANC1232		POZO: ANC1232		POZO: ANC1232		POZO: ANC1232		POZO: ANC1232	
TIEMPO DE PARADA: 1 HORA		TIEMPO DE PARADA: 1 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 4 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 10 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 20 HORAS	
TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
min	%	min	%	min	%	min	%	min	%
0	99,28	1	98,10	1	98,39	1	99,37	1	99,52
1	98,34	2	98,26	5	98,49	15	99,30	15	99,39
2	98,83	5	97,99	10	98,04	30	99,22	30	99,34
4	98,11	8	98,37	20	97,88	45	98,82	60	99,09
6	97,92	10	98,01	25	97,92	60	99,15	90	98,89
8	98,55	12	97,47	30	98,23	70	99,20	120	98,64
9	98,29	14	97,50	35	97,80	75	98,83	150	98,57
10	66,56	16	67,25	37,33	88,63	81,33	98,82	152,67	58,98
10,5	44,60	16,5	35,21	38,17	54,53	86,67	72,18	153,50	52,91
11	31,88	17	32,12	39,33	25,59	93,00	10,98	154,33	26,64

Fuente: Software TWM-Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

POZO TIG0028

En la siguiente Tabla N° 47 se muestran los resultados finales del análisis promedio de las pruebas a diferentes intervalos de tiempos de trabajo realizados en el pozo TIG0028.

TABLA No.- 46 Resultados del Análisis Promedio de Tiempos de Trabajo a Alta Eficiencia Volumétrica (TIG0028)

ANÁLISIS PROMEDIO DE PRUEBAS DE TIEMPOS DE TRABAJO A ALTA EFICIENCIA VOLUMÉTRICA									
POZO: TIG0028		POZO: TIG0028		POZO: TIG0028		POZO: TIG0018		POZO: TIG0028	
TIEMPO DE PARADA: 1 HORA		TIEMPO DE PARADA: 2 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 4 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 10 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 20 HORAS	
TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
min	%	min	%	min	%	min	%	min	%
0	90,49	1	90,29	0	92,59	1	90,47	1	92,99
1	91,08	2	90,17	1	93,03	5	89,33	5	92,70
2	91,31	4	89,57	2	92,33	10	88,87	15	92,79
3	91,02	6	90,11	5	92,40	15	88,74	30	93,07
4	91,04	8	89,97	10	92,74	20	88,21	45	92,38
5	91,14	10	90,62	15	92,12	30	87,82	60	92,41
6	91,17	12	90,69	20	91,87	40	87,24	90	91,73
6,50	80,77	13,33	48,46	24,00	84,47	50,00	85,52	105,00	91,80
6,90	45,48	14,07	30,45	24,67	48,03	60,00	72,76	114,00	49,63
7,50	24,53	15,17	21,64	25,33	25,02	63,50	11,66	115,00	14,50

Fuente: Software TWM-Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

POZO ANC0585

En la siguiente Tabla N° 48 se muestran los resultados finales del análisis promedio de las pruebas a diferentes intervalos de tiempos de trabajo realizados en el pozo ANC0585.

TABLA No.- 47 Resultados del Análisis Promedio de Tiempos de Trabajo a Alta Eficiencia Volumétrica (ANC0585)

ANÁLISIS PROMEDIO DE PRUEBAS DE TIEMPOS DE TRABAJO A ALTA EFICIENCIA VOLUMÉTRICA									
POZO: ANC0585		POZO: ANC0585		POZO: ANC0585		POZO: ANC0585		POZO: ANC0585	
TIEMPO DE PARADA: 1 HORA		TIEMPO DE PARADA: 2 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 4 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 10 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 20 HORAS	
TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
min	%	min	%	min	%	min	%	min	%
0	95,80	1	95,93	1	96,52	1	97,92	1	98,09
1	95,82	5	95,89	5	96,12	5	97,19	5	98,11
2	96,07	10	95,10	10	95,36	15	97,01	30	96,96
4	94,95	15	95,15	15	95,37	30	96,41	60	96,00
5	95,02	20	95,03	20	95,02	45	96,16	90	94,83
6	94,73	25	94,78	25	95,15	60	95,85	105	94,95
8,00	94,73	28,67	94,62	30,00	94,86	80,00	95,71	120,00	95,40
9,00	64,42	30,67	94,52	35,00	94,75	95,00	94,47	150,00	95,11
9,50	37,47	32,33	51,06	38,67	54,03	96,83	61,05	160,00	94,51
10,00	23,54	33,67	32,15	41,33	22,78	98,00	46,17	165,67	42,54

Fuente: Software TWM-Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

5.1 Gráficos de tiempos máximos de alta eficiencia volumétrica en función de intervalo de recuperación

Se graficó todos los resultados de los Tiempos Máximos de Trabajo con Alta Eficiencia Volumétrica en función de cada Intervalo de Tiempo de Restauración de 60, 120, 240, 600 y 1200 min. Los Tiempos de trabajo con alta eficiencia volumétrica aumentan proporcionalmente en una pendiente constante con los tiempos de recuperación de acuerdo al aporte de nivel de cada pozo.

POZO TIG0018

En la siguiente Tabla N° 49 se muestran los resultados de los Tiempos de Trabajo Máximo a una Alta Eficiencia Volumétrica de las pruebas tomadas en el pozo TIG0018.

TABLA No.- 48 Resultados de Tiempos de Trabajo Máximo a una Alta Eficiencia Volumétrica (TIG0018)

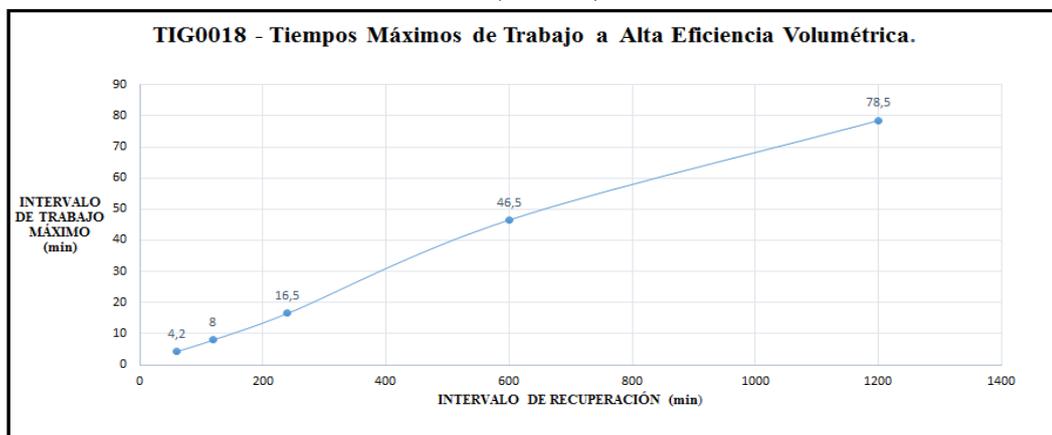
TIEMPO DE PARADA	TIEMPO MÁXIMO DE TRABAJO
min	min
60	4,2
120	8
240	16,5
600	46,5
1200	78,5

Fuente: Software TWM-Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

En la siguiente Figura N° 75 se muestra un gráfico que describe el comportamiento de los Tiempos Máximos de Trabajo vs el Intervalo de Recuperación del pozo TIG0018.

FIGURA No.- 75 Gráfico de Tiempos Máximos de Trabajo en función de Intervalos de Recuperación. (TIG0018)



Fuente: Software TWM-Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

POZO TIG0019

En la siguiente Tabla N° 50 se muestran los resultados de los Tiempos de Trabajo Máximo a una Alta Eficiencia Volumétrica de las pruebas tomadas en el pozo TIG0019.

TABLA No.- 49 Resultados de Tiempos de Trabajo Máximo a una Alta Eficiencia Volumétrica (TIG0019)

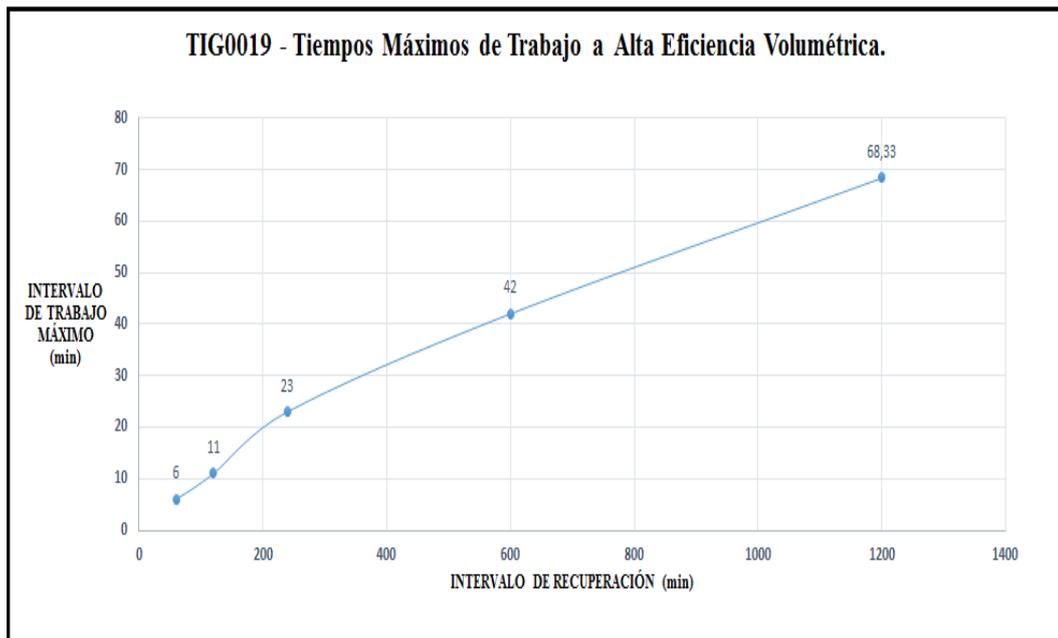
TIEMPO DE PARADA	TIEMPO MÁXIMO DE TRABAJO
min	min
60	6
120	11
240	23
600	42
1200	68,33

Fuente: Software TWM-Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

En la siguiente Figura N° 76 se muestra un gráfico que describe el comportamiento de los Tiempos Máximos de Trabajo vs el Intervalo de Recuperación del pozo TIG0019.

FIGURA No.- 76 Gráfico de Tiempos Máximos de Trabajo en función de Intervalos de Recuperación. (TIG0019)



Fuente: Software TWM-Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

POZO ANC0702

En la siguiente Tabla N° 51 se muestran los resultados de los Tiempos de Trabajo Máximo a una Alta Eficiencia Volumétrica de las pruebas tomadas en el pozo ANC0702.

TABLA No.- 50 Resultados de Tiempos de Trabajo Máximo a una Alta Eficiencia Volumétrica (ANC0702)

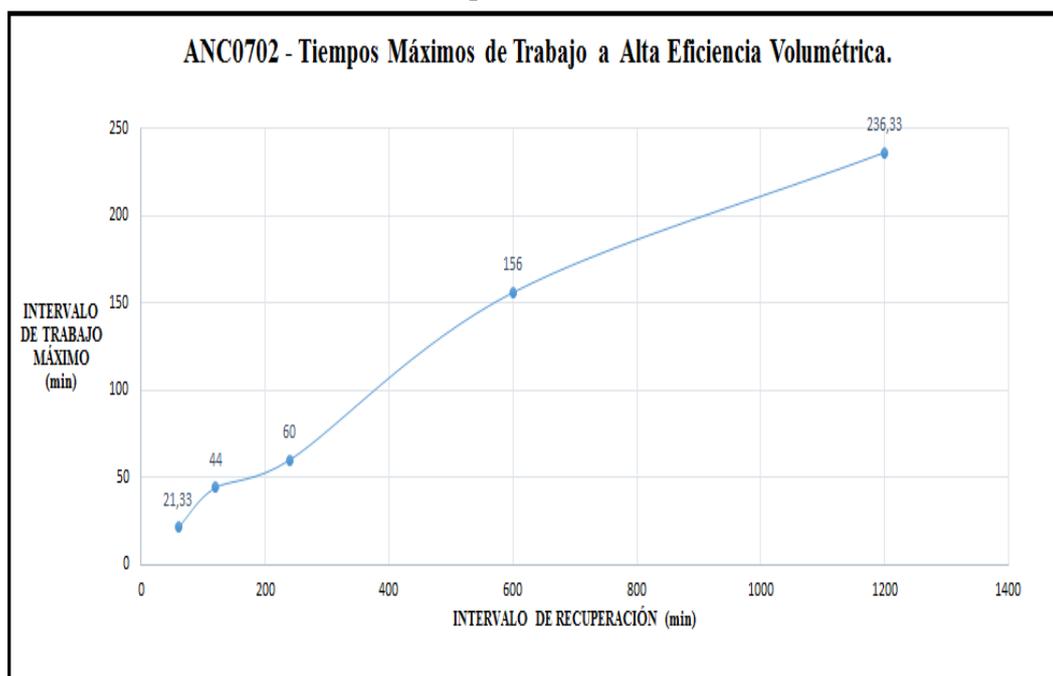
TIEMPO DE PARADA	TIEMPO MÁXIMO DE TRABAJO
min	min
60	21,33
120	44
240	60
600	156
1200	236,33

Fuente: Software TWM-Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

En la siguiente Figura N° 77 se muestra un gráfico que describe el comportamiento de los Tiempos Máximos de Trabajo vs el Intervalo de Recuperación del pozo ANC0702.

FIGURA No.- 77 Gráfico de Tiempos Máximos de Trabajo en función de Intervalos de Recuperación. (ANC0702)



Fuente: Software TWM-Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

POZO ANC1232

En la siguiente Tabla N° 52 se muestran los resultados de los Tiempos de Trabajo Máximo a una Alta Eficiencia Volumétrica de las pruebas tomadas en el pozo ANC1232.

TABLA No.- 51 Resultados de Tiempos de Trabajo Máximo a una Alta Eficiencia Volumétrica (ANC1232)

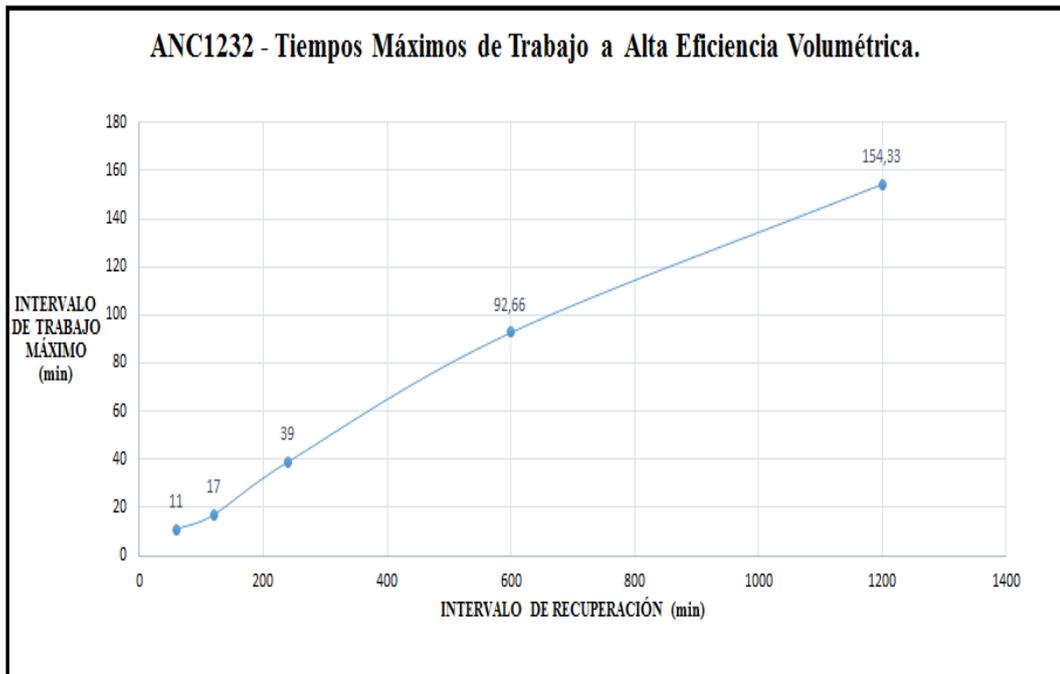
TIEMPO DE PARADA	TIEMPO MÁXIMO DE TRABAJO
min	min
60	11
120	17
240	39
600	92,66
1200	154,33

Fuente: Software TWM-Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

En la siguiente Figura N° 78 se muestra un gráfico que describe el comportamiento de los Tiempos Máximos de Trabajo vs el Intervalo de Recuperación del pozo ANC1232.

FIGURA No.- 78 Gráfico de Tiempos Máximos de Trabajo en función de Intervalos de Recuperación. (ANC1232)



Fuente: Software TWM-Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

POZO TIG0028

En la siguiente Tabla N° 53 se muestran los resultados de los Tiempos de Trabajo Máximo a una Alta Eficiencia Volumétrica de las pruebas tomadas en el pozo TIG0028.

TABLA No.- 52 Resultados de Tiempos de Trabajo Máximo a una Alta Eficiencia Volumétrica (TIG0028)

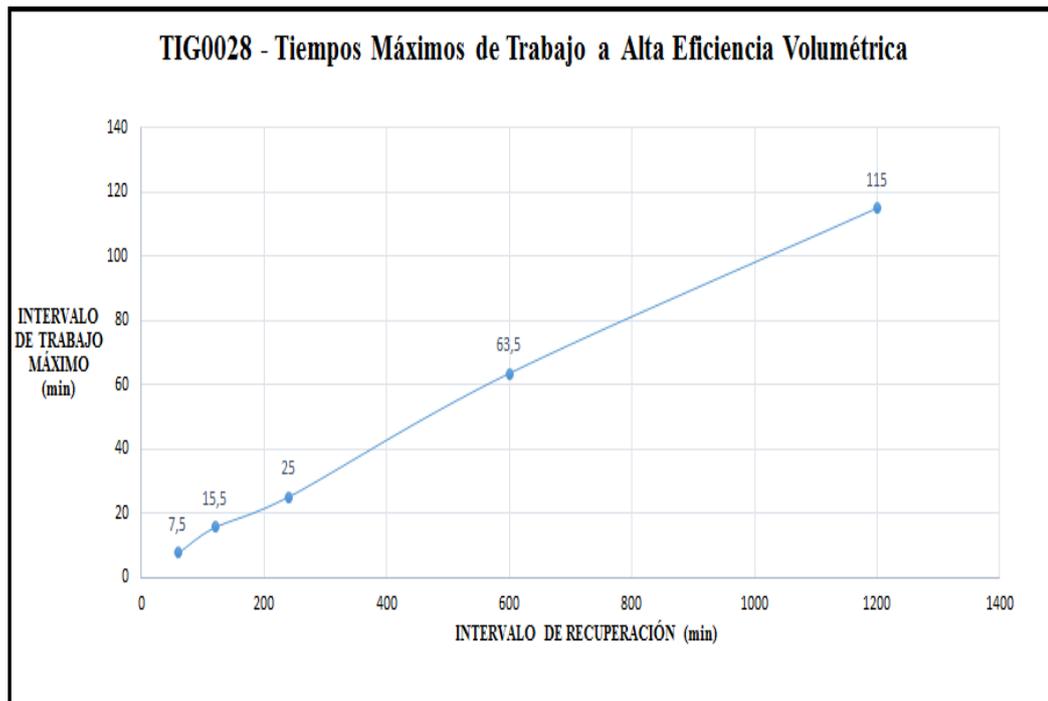
TIEMPO DE PARADA	TIEMPO MÁXIMO DE TRABAJO
min	min
60	7,5
120	15,5
240	25
600	63,5
1200	115

Fuente: Software TWM-Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

En la siguiente Figura N° 79 se muestra un gráfico que describe el comportamiento de los Tiempos Máximos de Trabajo vs el Intervalo de Recuperación del pozo TIG0028.

FIGURA No.- 79 Gráfico de Tiempos Máximos de Trabajo en función de Intervalos de Recuperación. (TIG0028)



Fuente: Software TWM-Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

POZO ANC0585

En la siguiente Tabla N° 54 se muestran los resultados de los Tiempos de Trabajo Máximo a una Alta Eficiencia Volumétrica de las pruebas tomadas en el pozo ANC0585.

TABLA No.- 53 Resultados de Tiempos de Trabajo Máximo a una Alta Eficiencia Volumétrica (ANC0585)

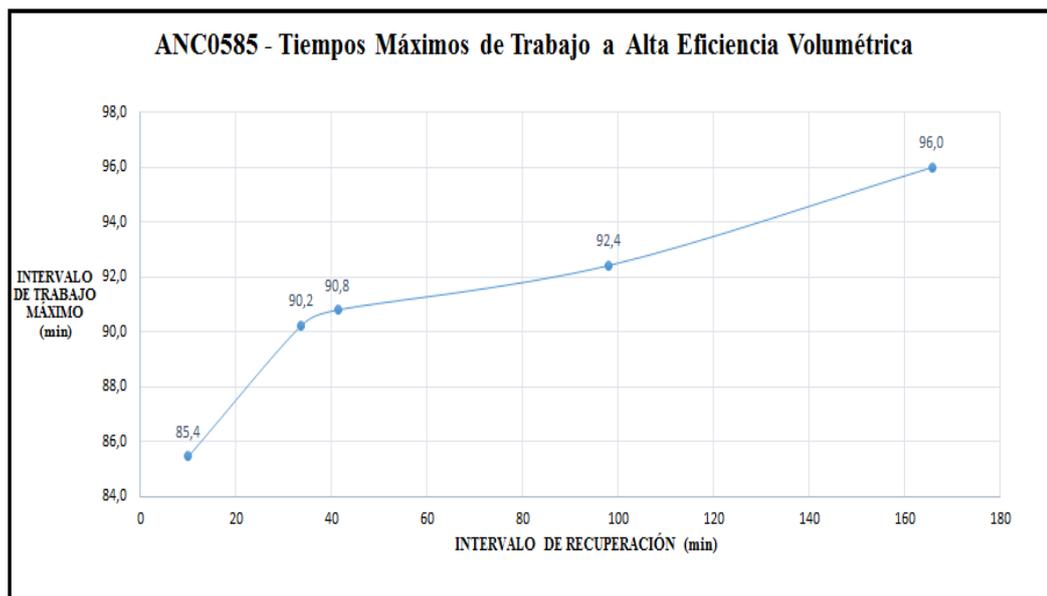
TIEMPO DE PARADA	TIEMPO MÁXIMO DE TRABAJO
min	min
60	10
120	33,67
240	41,33
600	98
1200	165,67

Fuente: Software TWM-Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

En la siguiente Figura N° 80 se muestra un gráfico que describe el comportamiento de los Tiempos Máximos de Trabajo vs el Intervalo de Recuperación del pozo ANC0585.

FIGURA No.- 80 Gráfico de Tiempos Máximos de Trabajo en función de Intervalos de Recuperación. (ANC0585)



Fuente: Software TWM-Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

5.3. Determinación de Ciclos de Trabajo en Base a Pruebas Dinagráficas

El horario de trabajo de 24 horas de los Aparatos Individuales de Bombeo (Balancines) de los Pozos TIG0018, TIG0019, ANC0702, ANC1232, TIG0028 Y ANC0585, se redujo a los siguientes Ciclos de Trabajo de acuerdo a las pruebas de campo realizadas con el Well Analyzer mediante cartas dinagráficas.

CICLOS DE TRABAJO

POZO TIG0018

En la siguiente Tabla N° 55 se muestran los resultados de los nuevos ciclos de trabajo de cada una de las pruebas a diferentes intervalos de restauración del pozo TIG0018.

TABLA No.- 54 Ciclos de Trabajo (TIG0018)

POZO TIG0018		
TIEMPO DE RESTAURACION DE LA PRUEBA	TIEMPO PROMEDIO DE DURACION DE LA PRUEBA (Llenado de Bomba 100%)	NUMERO DE ARANQUES PROMEDIO POR DIA
MIN	MIN	CICLOS
60	6	21,82
120	8	11
240	16,5	6
600	46,5	2
1200	78,5	1

Fuente: Software TWM-Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

POZO TIG0019

En la siguiente Tabla N° 56 se muestran los resultados de los nuevos ciclos de trabajo de cada una de las pruebas a diferentes intervalos de restauración del pozo TIG0019.

TABLA No.- 55 Ciclos de Trabajo (TIG0019)

POZO TIG0019		
TIEMPO DE RESTAURACION DE LA PRUEBA	TIEMPO PROMEDIO DE DURACION DE LA PRUEBA (Llenado de Bomba 100%)	NUMERO DE ARANQUES PROMEDIO POR DIA
MIN	MIN	CICLOS
60	7	21,49
120	11	11
240	23	5
600	42	2
1200	68,33	1

Fuente: Software TWM-Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

POZO ANC0702

En la siguiente Tabla N° 57 se muestran los resultados de los nuevos ciclos de trabajo de cada una de las pruebas a diferentes intervalos de restauración del pozo ANC0702.

TABLA No.- 56 Ciclos de Trabajo (ANC0702)

POZO ANC0702		
TIEMPO DE RESTAURACION DE LA PRUEBA	TIEMPO PROMEDIO DE DURACION DE LA PRUEBA (Llenado de Bomba 100%)	NUMERO DE ARANQUES PROMEDIO POR DIA
MIN	MIN	CICLOS
60	23	17,35
120	44	9
240	60	5
600	156	2
1200	237	1

Fuente: Software TWM-Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

POZO ANC1232

En la siguiente Tabla N° 58 se muestran los resultados de los nuevos ciclos de trabajo de cada una de las pruebas a diferentes intervalos de restauración del pozo ANC1232.

TABLA No.- 57 Ciclos de Trabajo (ANC1232)

POZO ANC1232		
TIEMPO DE RESTAURACION DE LA PRUEBA	TIEMPO PROMEDIO DE DURACION DE LA PRUEBA (Llenado de Bomba 100%)	NUMERO DE ARANQUES PROMEDIO POR DIA
MIN	MIN	CICLOS
60	12	20
120	17	11
240	39	5
600	92,66	2
1200	154,33	1

Fuente: Software TWM-Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

TIG0028

En la siguiente Tabla N° 59 se muestran los resultados de los nuevos ciclos de trabajo de cada una de las pruebas a diferentes intervalos de restauración del pozo TIG0028.

TABLA No.- 58 Ciclos de Trabajo (TIG0028)

POZO TIG0028		
TIEMPO DE RESTAURACION DE LA PRUEBA	TIEMPO PROMEDIO DE DURACION DE LA PRUEBA (Llenado de Bomba 100%)	NUMERO DE ARANQUES PROMEDIO POR DIA
MIN	MIN	CICLOS
60	10	20,57
120	16	11
240	25	5
600	63,5	2
1200	115	1

Fuente: Software TWM-Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

ANC0585

En la siguiente Tabla N° 60 se muestran los resultados de los nuevos ciclos de trabajo de cada una de las pruebas a diferentes intervalos de restauración del pozo ANC0585.

TABLA No.- 59 Ciclos de Trabajo (ANC0585)

POZO ANC0585		
TIEMPO DE RESTAURACION DE LA PRUEBA	TIEMPO PROMEDIO DE DURACION DE LA PRUEBA (Llenado de Bomba 100%)	NUMERO DE ARANQUES PROMEDIO POR DIA
MIN	MIN	CICLOS
60	11	20,28
120	33,67	9
240	41,33	5
600	98	2
1200	165,67	1

Fuente: Software TWM-Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

5.4. Pruebas de Producción

Se realizaron las Pruebas de Producción en cada pozo aplicando los nuevos Ciclos de Trabajo, para corroborar los resultados teóricos mediante ensayos en campo, determinándose que con los siguientes Ciclos se obtuvo la misma producción y se eliminó el golpe de fluido, descartando el horario anterior de trabajo de 24 horas diarias.

POZO TIG0018

En la siguiente Tabla N° 61 se muestran los resultados de las pruebas de producción de campo realizadas en el pozo TIG0018.

TABLA No.- 60 Pruebas de Producción del Pozo TIG0018

PRUEBAS DE PRODUCCION						
POZO TIG0018 (4 BBPD)						
FECHA	CICLOS/DIA	TIEMPO DE PRODUCCION		PRODUCCION		COMENTARIO
		MIN	HORAS	PETROLEO	AGUA	
12-ene-14	21,82	131	2,18	4	0	Producción Completa
13-ene-14	21,82	131	2,18	3	0	Perdida de Producción (-1)
14-ene-14	21,82	131	2,18	4	0	Producción Completa
15-ene-14	21,82	131	2,18	4	0	Producción Completa
16-ene-14	21,82	131	2,18	4	0	Producción Completa
17-ene-14	21,82	131	2,18	4	0	Producción Completa
18-ene-14	21,82	131	2,18	4	0	Producción Completa
19-ene-14	21,82	131	2,18	4	0	Producción Completa

Fuente: Software TWM-Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

POZO TIG0019

En la siguiente Tabla N° 62 se muestran los resultados de las pruebas de producción de campo realizadas en el pozo TIG0019.

TABLA No.- 61 Pruebas de Producción del Pozo TIG0019

PRUEBAS DE PRODUCCION						
POZO TIG0019 (5 BBPD)						
FECHA	CICLOS/DIA	TIEMPO DE PRODUCCION		PRODUCCION		COMENTARIO
		MIN	HORAS	PETROLEO	AGUA	
15-ene-14	21,49	150	2,51	3	2	Producción Completa
16-ene-14	21,49	150	2,51	3	2	Producción Completa
17-ene-14	21,49	150	2,51	3	2	Producción Completa
18-ene-14	21,49	150	2,51	3	2	Producción Completa
19-ene-14	21,49	150	2,51	3	2	Producción Completa
20-ene-14	21,49	150	2,51	3	2	Producción Completa
21-ene-14	21,49	150	2,51	3	2	Producción Completa
22-ene-14	21,49	150	2,51	3	2	Producción Completa

Fuente: Software TWM-Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

POZO ANC0702

En la siguiente Tabla N° 63 se muestran los resultados de las pruebas de producción de campo realizadas en el pozo ANC0702.

TABLA No.- 62 Pruebas de Producción del Pozo ANC0702

PRUEBAS DE PRODUCCION						
POZO ANC0702 (7 BBPD)						
FECHA	CICLOS/DIA	TIEMPO DE PRODUCCION		PRODUCCION		COMENTARIO
		MIN	HORAS	PETROLEO	AGUA	
15-ene-14	17,35	339	6,65	7	0	Producción Completa
16-ene-14	17,35	339	6,65	1	0	Perdida de Producción por Falla en la Programación de los Ciclos (-6)
17-ene-14	17,35	339	6,65	1	0	Perdida de Producción por Falla en la Programación de los Ciclos (-6)
18-ene-14	17,35	339	6,65	7	0	Producción Completa
19-ene-14	17,35	339	6,65	7	0	Producción Completa
20-ene-14	17,35	339	6,65	7	0	Producción Completa
21-ene-14	17,35	339	6,65	7	0	Producción Completa
22-ene-14	17,35	339	6,65	7	0	Producción Completa

Fuente: Software TWM-Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

POZO ANC1232

En la siguiente Tabla N° 64 se muestran los resultados de las pruebas de producción de campo realizadas en el pozo ANC1232.

TABLA No.- 63 Pruebas de Producción del Pozo ANC1232

PRUEBAS DE PRODUCCION						
POZO ANC1232 (10 BBPD)						
FECHA	CICLOS/DIA	TIEMPO DE PRODUCCION		PRODUCCION		COMENTARIO
		MIN	HORAS	PETROLEO	AGUA	
16-ene-14	20,00	240	4,00	3	0	Perdida de Producción por falla en la Programación de Ciclos (-7)
17-ene-14	20,00	240	4,00	6	0	Perdida de Producción por falla en la Programación de Ciclos (-4)
18-ene-14	20,00	240	4,00	9	0	Perdida de Producción (-1)
19-ene-14	20,00	240	4,00	10	0	Producción Completa
20-ene-14	20,00	240	4,00	9	0	Perdida de Producción (-1)
21-ene-14	20,00	240	4,00	10	0	Producción Completa
22-ene-14	20,00	240	4,00	10	0	Producción Completa
23-ene-14	20,00	240	4,00	10	0	Producción Completa

Fuente: Software TWM-Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

POZO TIG0028

En la siguiente Tabla N° 65 se muestran los resultados de las pruebas de producción de campo realizadas en el pozo TIG0028.

TABLA No.- 64 Pruebas de Producción del Pozo TIG0028

PRUEBAS DE PRODUCCION						
POZO TIG0028 (4BBPD)						
FECHA	CICLOS/DIA	TIEMPO DE PRODUCCION		PRODUCCION		COMENTARIO
		MIN	HORAS	PETROLEO	AGUA	
01-feb-14	11	169	2,82	4	0	Producción Completa
02-feb-14	11	169	2,82	4	0	Producción Completa
03-feb-14	11	169	2,82	4	0	Producción Completa
04-feb-14	11	169	2,82	4	0	Producción Completa
05-feb-14	11	169	2,82	4	0	Producción Completa
06-feb-14	11	169	2,82	4	0	Producción Completa
07-feb-14	11	169	2,82	4	0	Producción Completa
08-feb-14	11	169	2,82	4	0	Producción Completa
09-feb-14	11	169	2,82	3	0	Perdida de Producción por Falla en la Programación de los Ciclos (-1)
10-feb-14	11	169	2,82	4	0	Producción Completa

Fuente: Software TWM-Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

POZO ANC0585

En la siguiente Tabla N° 66 se muestran los resultados de las pruebas de producción de campo realizadas en el pozo ANC0585.

TABLA No.- 65 Pruebas de Producción del Pozo ANC0585

PRUEBAS DE PRODUCCION						
POZO ANC0585 (9 BBPD)						
FECHA	CICLOS/DIA	TIEMPO DE PRODUCCION		PRODUCCION		COMENTARIO
		MIN	HORAS	PETROLEO	AGUA	
13-sep-13	1,00	420	7,00	6	0	Producción Completa
14-sep-13	1,00	420	7,00	6	0	Producción Completa
15-sep-13	1,00	420	7,00	8	0	Producción Completa (+2)
16-sep-13	1,00	420	7,00	7	2	Producción Completa (+1) y (+2 de Agua)
17-sep-13	1,00	420	7,00	6	3	Producción Completa (+3 de Agua)
18-sep-13	1,00	420	7,00	7	3	Producción Completa (+1) y (+3 de Agua)
19-sep-13	1,00	420	7,00	5	3	Producción Completa (-1) y (+3 de Agua)
20-sep-13	1,00	420	7,00	6	3	Producción Completa (+3 de Agua)

Fuente: Software TWM-Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

5.5. Ahorro Estimado de Tiempos de Trabajo

La Tabla N°67, resume el Ahorro Estimado de Tiempos de Trabajo en horas por día, comparando el Tiempo de Trabajo Actual y el Tiempo de Trabajo Anterior generado con la implementación de los nuevos ciclos de trabajo en cada Pozo.

TABLA No.- 66 Ahorro Estimado de Tiempos de Trabajo de los Pozos Optimizados

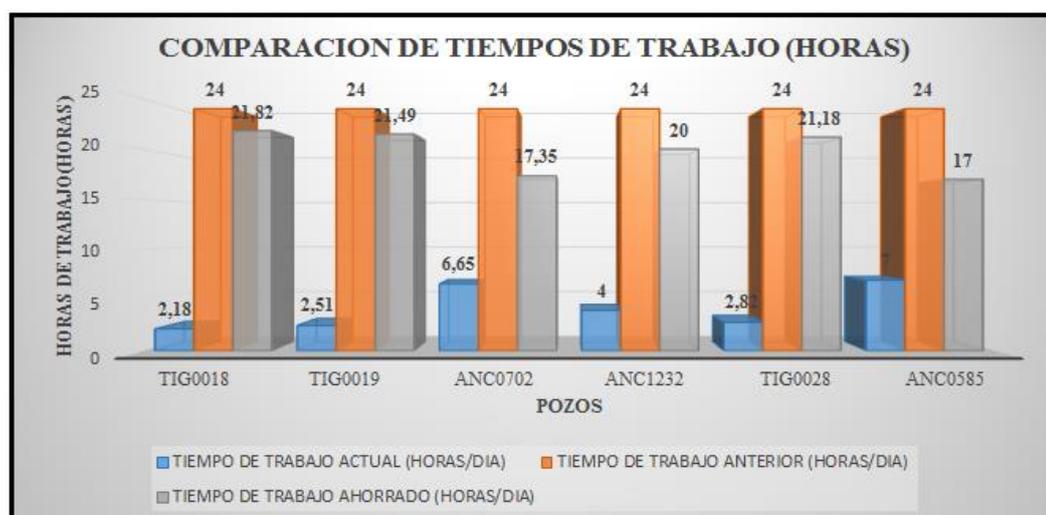
POZO	TIEMPO DE TRABAJO ACTUAL (HORAS/DIA)	TIEMPO DE TRABAJO ANTERIOR (HORAS/DIA)	TIEMPO DE TRABAJO AHORRADO (HORAS/DIA)
TIG0018	2,18	24	21,82
TIG0019	2,51	24	21,49
ANC0702	6,65	24	17,35
ANC1232	4	24	20
TIG0028	2,82	24	21,18
ANC0585	7	24	17
TOTAL	25,16	144	118,84

Fuente: Software TWM-Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

En la siguiente Figura N° 81 se muestra un gráfico comparativo entre Tiempos de Trabajo Actual, Tiempo de Trabajo Anterior y Tiempo de Trabajo Ahorrado.

FIGURA No.- 81 Comparación entre Tiempos de Trabajo Actual, Tiempo de Trabajo Anterior y Tiempo de Trabajo Ahorrado



Fuente: Software TWM-Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

5.6. Ahorro Estimado Económico

El siguiente Análisis Económico de los Pozos Optimizados con Ciclos de Trabajo se realizó en base al Gasto del Proyecto de Tesis que se muestra en la tabla N°68 vs el Consumo (Kw/h) y Gasto (\$) de Energía Eléctrica expuesto en la tabla N°69, para los pozos que utilizan el Sistema de Levantamiento por Bombeo Mecánico de los Balancines con motor eléctrico, que trabajaban 24 horas al inicio del proyecto. Se ha comparado el gasto de inversión del proyecto versus el Consumo y Gasto de Energía Eléctrica usado optimizando los ciclos de operación, para estimar en cuánto tiempo se recupera la inversión. La Tabla N°70, muestra el ahorro mensual en dólares de energía eléctrica por pozo.

TABLA No.- 67 Gastos del Proyecto de Tesis

Descripción de Gastos del Proyecto de Tesis por Mes										
PERIODO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	GASTO TOTAL
	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$
Horas/Hombre	315	315	315	315	315	315	315	315	315	2835
Echometer (2.50/h)	131,25	136,25	107,5	50	25	0	0	0	0	450
Transporte	20	20	20	20	20	20	20	20	20	180
Alimentación	40	40	40	40	40	40	40	40	40	360
Gasto Total por Periodo	506,25	511,25	482,5	425	400	375	375	375	375	3825

Fuente: Software TWM-Pacifpetrol
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

TABLA No.- 68 Consumo vs Ahorro del Consumo Eléctrico por Mes

CONSUMO vs AHORRO DEL CONSUMO ELECTRICO POR MES						
POZO	Consumo de Energía Electrica (24 Horas)	Costo de Energía Electrica (24 Horas)	Consumo de Energía Electrica (Ciclos)	Costo de Energía Electrica (Ciclos)	Ahorro	Ahorro
	Kw/h	\$	Kw/h	\$	Kw/h	\$
TIG0018	1480	162,57	134,72	15	1345,28	147,53
TIG0019	1480	162,57	155,12	17	1324,88	145,25
ANC0702	1480	162,57	410,97	46	1069,03	116,69
ANC1232	1480	162,57	247,20	28	1232,80	134,97
TIG0028	1480	162,57	174,28	19,46	1305,72	143,11
ANC0585	1480	162,57	432,60	48	1047,40	114,27
TOTAL	8880	975,42	1554,89	173,60	7325,11	801,82

Fuente: Software TWM-Pacifpetrol
Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

TABLA No.- 69 Ahorro de Energía Eléctrica por Mes

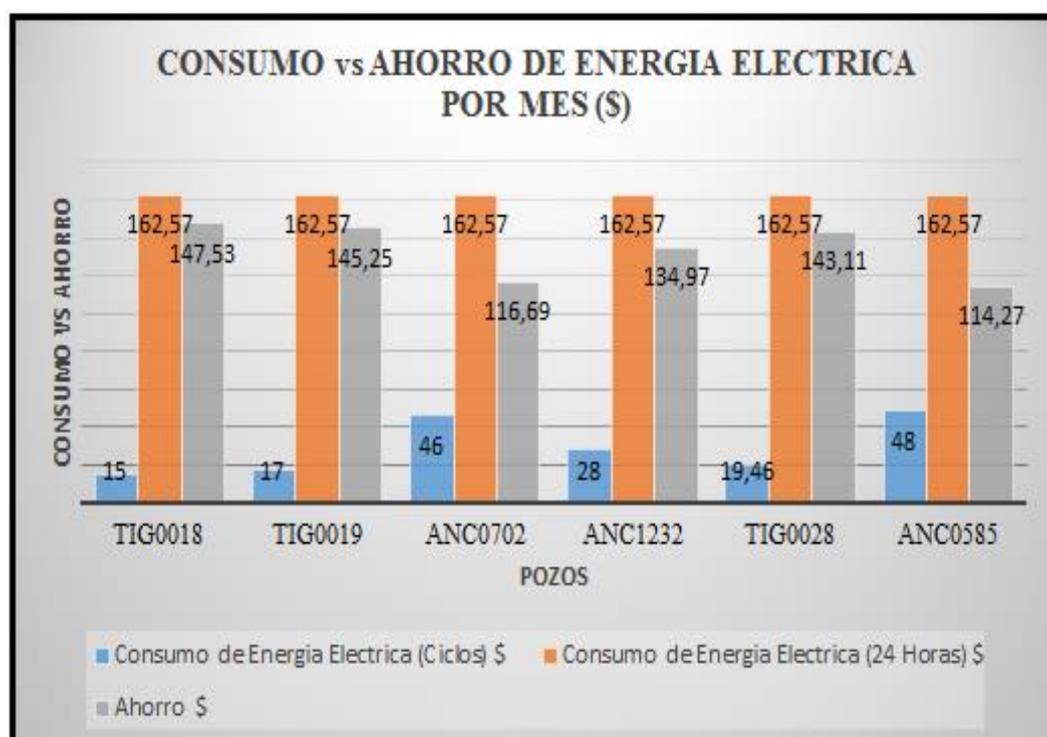
Descripción de Ahorro de Energía Eléctrica del Proyecto de Tesis por Mes								
PERIODO		OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	AHORRO TOTAL
POZO	CICLO	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$
TIG0018	Ciclo 1	147,53	147,53	147,53	147,53	147,53	147,53	885,17
TIG0019	Ciclo 1	145,25	145,25	145,25	145,25	145,25	145,25	871,50
ANC0702	Ciclo 1	116,69	116,69	116,69	116,69	116,69	116,69	700,11
ANC1232	Ciclo 1	134,97	134,97	134,97	134,97	134,97	134,97	809,82
TIG0028	Ciclo 2	143,11	143,11	143,11	143,11	143,11	143,11	858,67
ANC0585	Ciclo 1	114,27	114,27	114,27	114,27	114,27	114,27	685,62
Ahorro Total por Periodo		801,82	801,82	801,82	801,82	801,82	801,82	4810,89

Fuente: Software TWM-Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

En la siguiente Figura N° 82 se muestra un gráfico comparativo entre el Consumo de Energía Eléctrica Actual, Consumo de Energía Eléctrica Anterior y Energía Eléctrica Ahorrada.

FIGURA No.- 82 Comparación entre Consumo de Energía Eléctrica Actual, Consumo de Energía Eléctrica Anterior y Energía Eléctrica Ahorrada.



Fuente: Software TWM-Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

El análisis económico final fue planteado en base al tiempo que llevó culminar el proyecto de tesis, que fueron 9 meses a una tasa de interés del 12%. El pronóstico de ingresos es el ahorro total por mes de los pozos optimizados y la inversión es el gasto por mes del proyecto. (Ver figura N° 71).

Los indicadores económicos se muestran en la siguiente tabla:

TABLA No.- 70 Análisis Económico del Proyecto de Tesis

ANALISIS ECONOMICO				
PERIODO	MES	INGRESO (\$)	INVERSION (\$)	FLUJO DE CAJA (\$)
1	JULIO	0	-506,25	-506,25
2	AGOSTO	0	-511,25	-1017,50
3	SEPTIEMBRE	0	-482,5	-1500,00
4	OCTUBRE	801,82	-425	-1123,19
5	NOVIEMBRE	801,82	-400	78,63
6	DICIEMBRE	801,82	-375	1255,45
7	ENERO	801,82	-375	2432,26
8	FEBRERO	801,82	-375	3609,08
9	MARZO	801,82	-375	4785,89
TOTAL		4810,89		
	VAN (\$)	\$ 1.919,75		
	TIR	23%		
	BENEFICIO/COSTO	1,258		TASA DE INTERES
	RECUPERACION DE LA INVERSION	5 MESES		12%

Fuente: Software TWM-Pacifpetrol

Elaborado: Calderón Enríquez Andrés Antonio

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

El programa TWM y el equipo Well Analyzer son una herramienta que proveen al operador todos los datos necesarios para analizar el desempeño y detectar las fallas más frecuentes en las instalaciones de Bombeo Mecánico.

La carta dinográfica es un diagrama que muestra el valor de las cargas instantáneas aplicadas sobre el varillón pulido mediante el equipo Well Analyzer durante el ciclo de trabajo del sistema de bombeo mecánico. Estos ciclos tienen variables de trabajo como golpes por minuto, carrera del varillón en superficie, llenado de bomba y cargas que soporta el sistema, que requieren de una constante verificación para hacer más eficiente el método de extracción.

El uso de Cartas Dinográficas proporcionan información cualitativa, que mediante una interpretación visual podemos determinar cuáles son los problemas que tiene la bomba de subsuelo y el equipo transmisor de movimiento; y mediante un análisis cuantitativo podemos calcular las cargas y nivel de fluido, tensiones que soportan la sarta de varillas, desplazamiento de la bomba, funcionamiento de las válvulas de subsuelo y torque en la caja de engranaje.

El golpe de fluido es un problema que resulta de sobredimensionar la capacidad de bombeo, produce el deterioro de la bomba, la sarta de varillas y la unidad de bombeo mecánico.

Se logró reducir las horas de trabajo de los equipos de Bombeo Mecánico en un promedio de un 70 al 90% respecto al tiempo de trabajo anterior, generando un ahorro de energía eléctrica, disminuyendo el tiempo de trabajo de los motores eléctricos, equipo de superficie y subsuelo, alargando su vida útil y mantenimiento a corto plazo.

6.2. RECOMENDACIONES

Cuando se realice pruebas de campo con Cartas Dinagráficas para conocer ciclos de trabajos en pozos en Bombeo Mecánico, se necesita calibrar la celda de carga sobre una superficie plana y sin peso, antes de ser colocada en el varillón pulido para evitar problemas de lectura en las cartas dinagráficas, como aplanamientos y datos sobredimensionados debido a las cargas adicionales de la instalación.

Para un futuro proyecto de Optimización de Ciclos de Trabajos en pozos de Bombeo Mecánico con motores eléctrico, realizar únicamente pruebas periódicas de intervalos de tiempo de 1 hora y 2 horas de descanso con cartas dinagráficas.

Se recomienda no realizar pruebas de producción con intervalos de tiempos de 4, 10 horas y 20 horas, debido a que el campo Ancón es un campo maduro, y las presiones de los yacimientos no son suficientes para sobrepasar la presión hidrostática en cierto nivel de la columna de fluido.

Evitar la toma de cartas dinagráficas en pozos en BM con alta producción de gas, debido a que se produce un fenómeno llamado candado de gas o bloqueo de bomba, que hace imposible la toma de pruebas para detectar el golpe de fluido.

Se recomienda la inspección de los paneles de los pozos programados con los nuevos ciclos de trabajo, para evitar pérdidas de producción diaria debido a cortes de energía inesperados, que provocarían que los ciclos de trabajo se desconfiguren.

BIBLIOGRAFÍA

BROWN Kermit E. - The technology of Artificial Lift Methods - Editorial PennWell Books.

ECHOMETER Company - Well Analyzer and TWM Operating Manual.

ECHOMETER COMPANY (Wichita – Texas) - Seminario Well Analyzer and Total Well Monitoring 2013

HALLIBURTON - Manual de Yacimientos

MALONE Patricio; **FANTIN** Fernando ; **Fernando Tuero** - Informe Geológico y de Reservorios Del Campo Ancón

PAN AMERICAN ENERGY - Manual de Producción

REYES Chira - Curso de Dinamómetros.

SVINOS John - Manual de Bombeo Mecánico Avanzado - Theta Enterprise.Jaime

VERNET Rene – Reporte de Estudio Geológico del Campo Ancón

ANEXOS

ANEXO No.- 1

DIAGRAMA DE COMPLETACIÓN DE LOS POZOS DE BOMBEO MECÁNICO OPTIMIZADOS

DIAGRAMA DE COMPLETACIÓN DEL POZO TIG0018

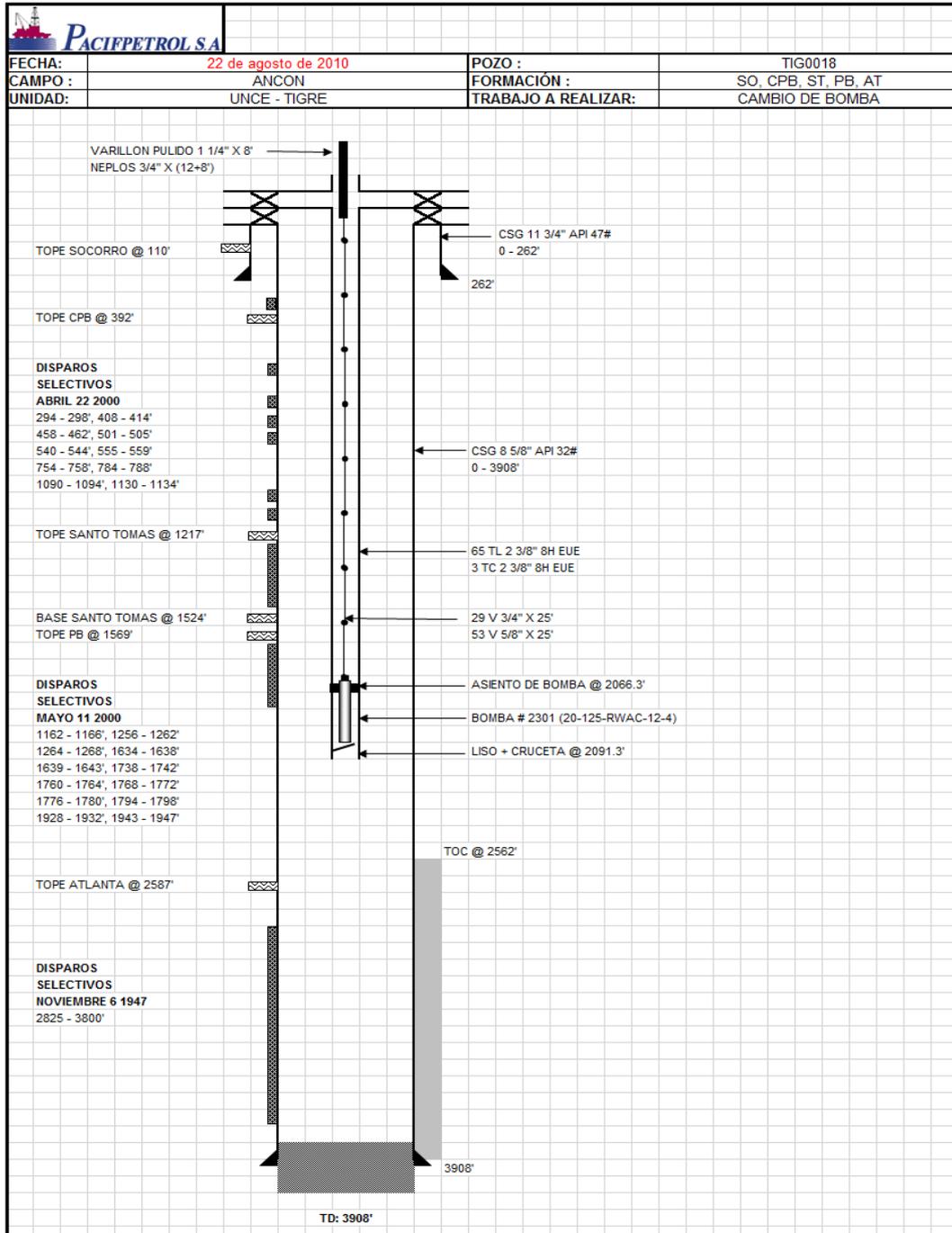


DIAGRAMA DE COMPLETACIÓN DEL POZO TIG0019

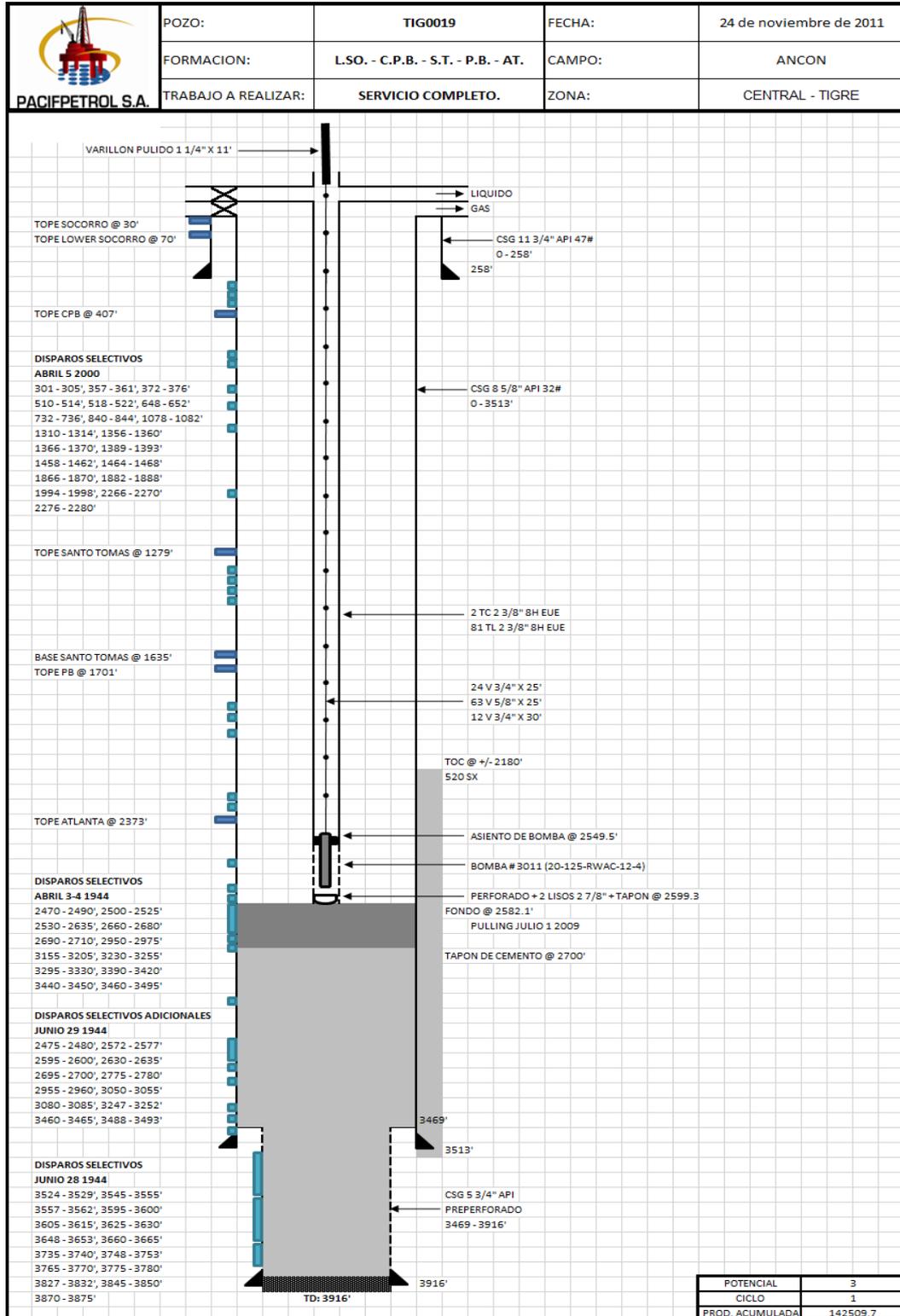


DIAGRAMA DE COMPLETACIÓN DEL POZO ANC0702

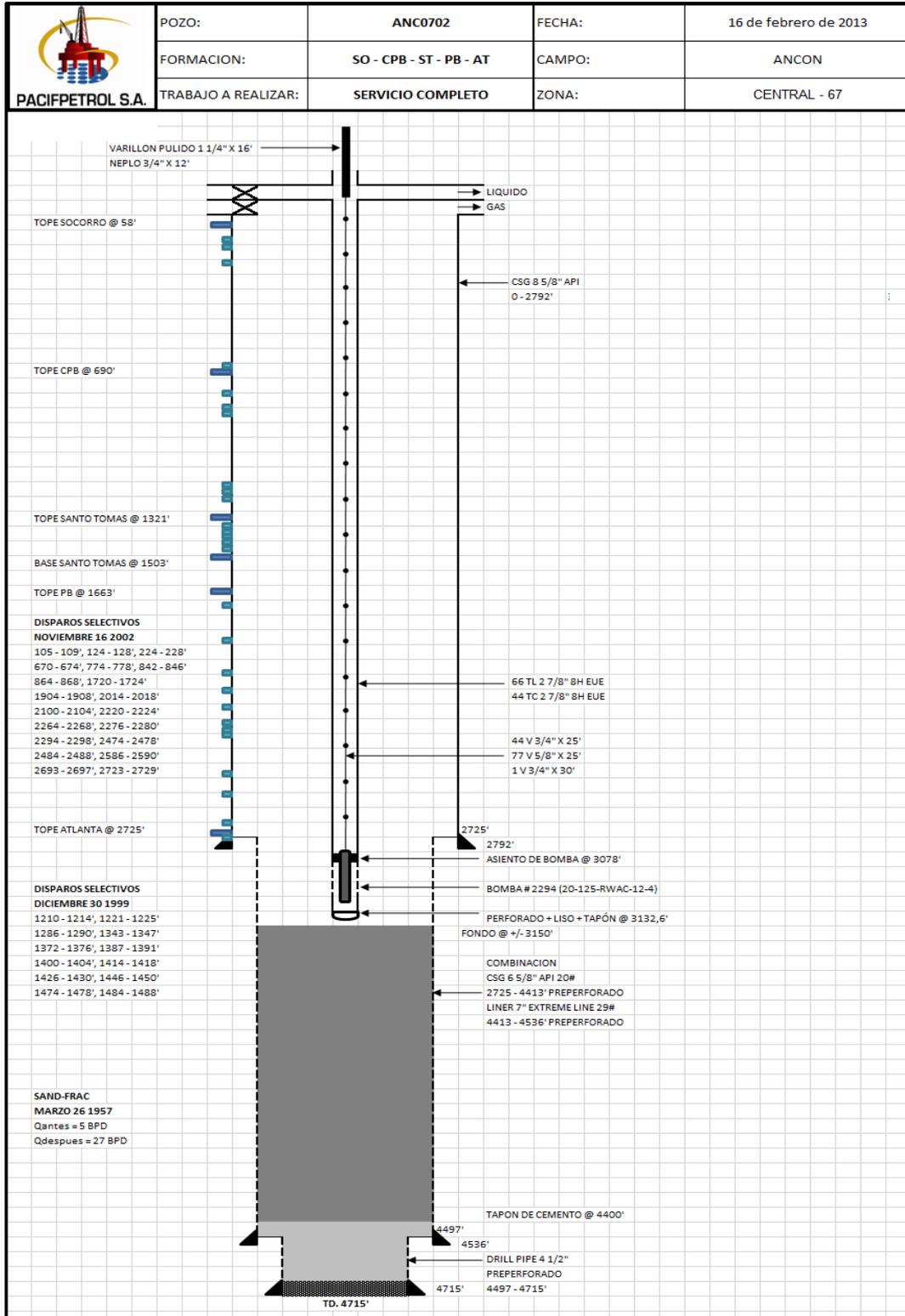


DIAGRAMA DE COMPLETACIÓN DEL POZO ANC1232

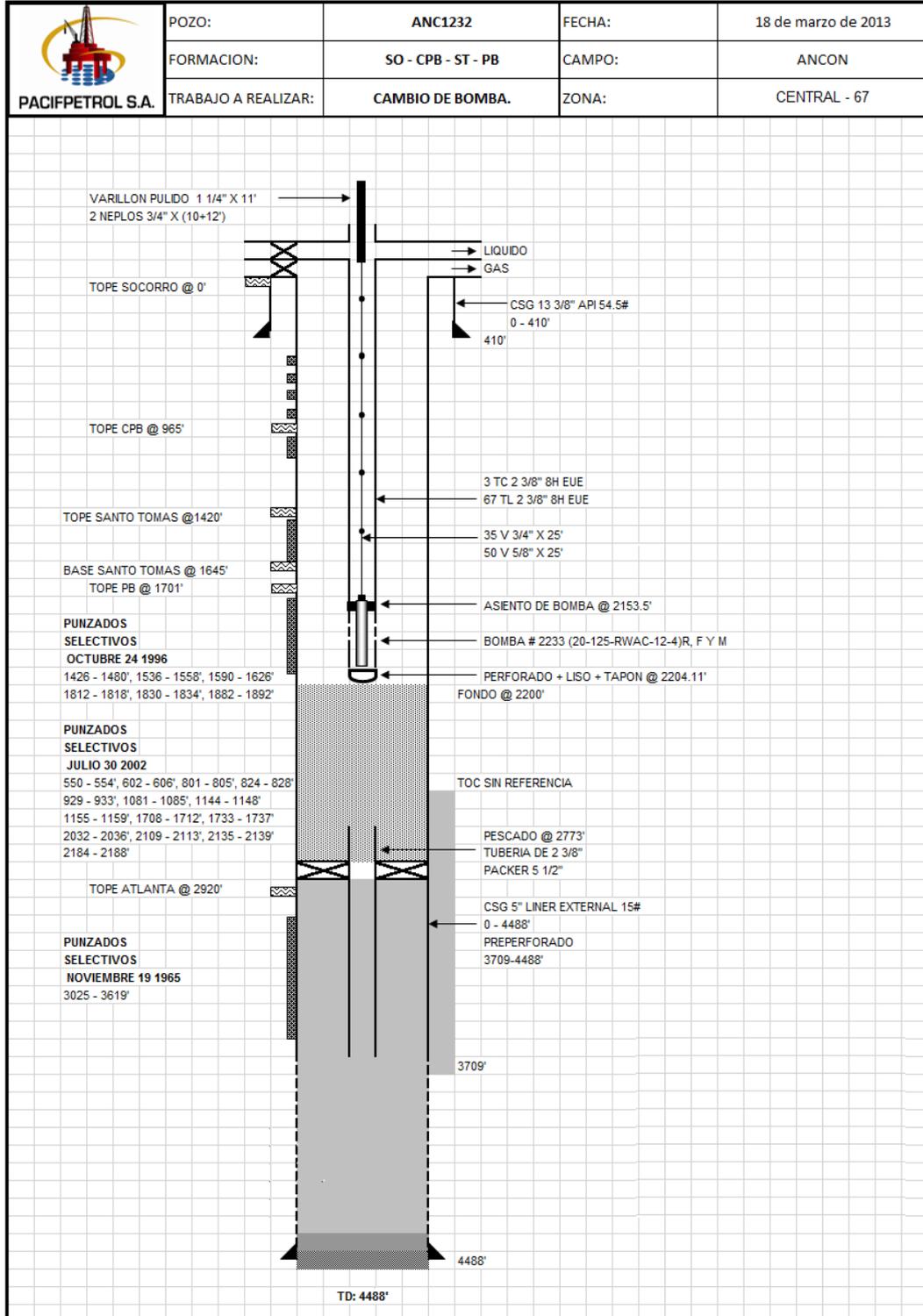


DIAGRAMA DE COMPLETACIÓN DEL POZO TIG0028

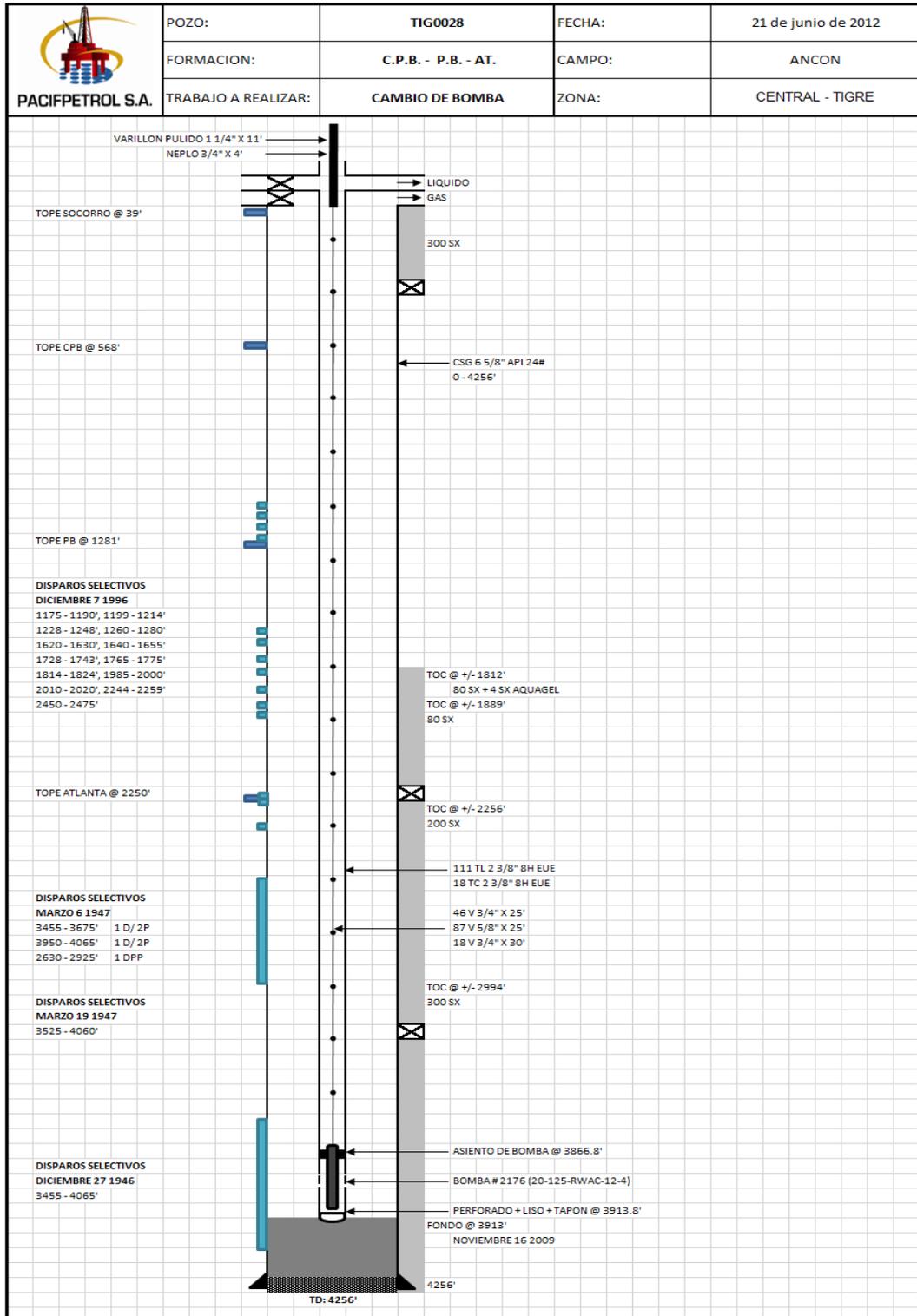
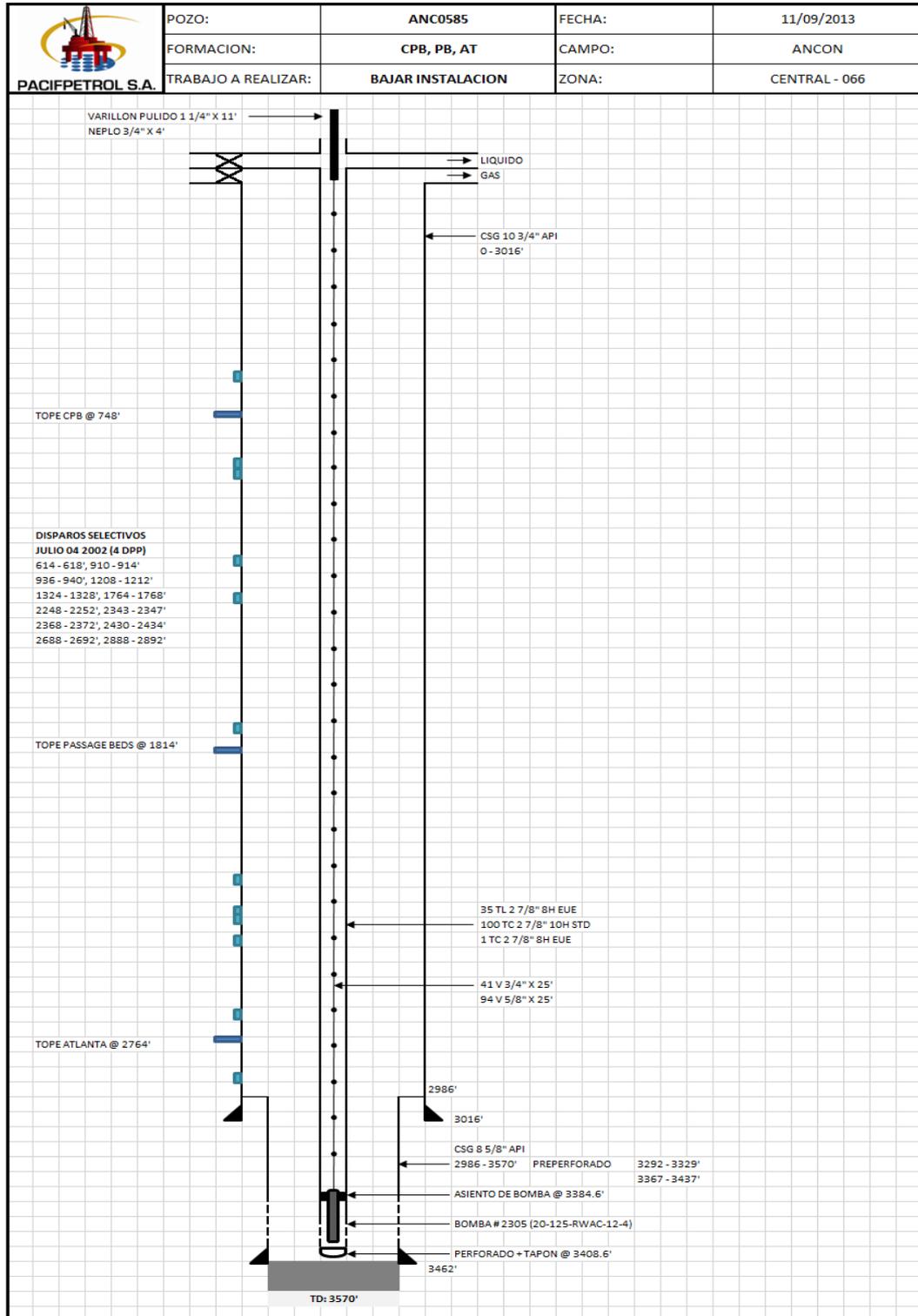


DIAGRAMA DE COMPLETACIÓN DEL POZO ANC0585



ANEXO No.- 2

**RESUMEN DE TODAS LAS PRUEBAS DINAGRÁFICAS TOMADAS A
DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO A LOS POZOS DE BOMBEO
MECÁNICO OPTIMIZADOS**

POZO TIG0018

1 HORA	POZO: TIG0018		POZO: TIG0018		POZO: TIG0018		
	TIEMPO DE PARADA: 1 HORA		TIEMPO DE PARADA: 1 HORA		TIEMPO DE PARADA: 1 HORA		
	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	
	min	%	min	%	min	%	
	0	95,00	0	77,52	0	77,54	
	0,5	94,99	0,5	84,37	0,5	87,86	
	1	95,53	1	95,95	1	95,21	
	1,5	92,71	1,5	92,23	1,5	94,76	
	2	89,62	2	84,91	2	83,61	
	2,5	90,96	2,5	82,77	2,5	79,10	
	3	84,48	3	83,95	3	78,12	
	3,7	57,99	3,5	82,77	3,3	49,89	
	3,8	19,64	4	81,25	3,6	21,63	
	4	18,34	4,6	5,56	4	4,25	
2 HORAS	POZO: TIG0018		POZO: TIG0018		POZO: TIG0018		
	TIEMPO DE PARADA: 2 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 2 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 2 HORAS		
	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	
		min	%	min	%	min	%
		0	80,40	0	96,96	0	89,93
		1	92,00	1	96,98	1	89,71
		1,5	91,86	1,5	94,77	1,5	95,28
		2	90,44	2	93,90	2	91,05
		4	84,21	4	92,90	4	83,84
		6	79,89	6	86,85	6	81,05
		7	77,50	7	83,21	7	82,31
	7,6	55,65	7,9	67,51	7,3	75,93	
	7,8	19,00	7,10	50,29	7,6	43,17	
	8	16,66	8	14,75	8	5,00	
4 HORAS	POZO: TIG0018		POZO: TIG0018		POZO: TIG0018		
	TIEMPO DE PARADA: 4 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 4 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 4 HORAS		
	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	
		min	%	min	%	min	%
		0	97,00	0	96,33	0	96,74
		1	97,46	1	96,70	1	96,93
		2	97,41	2	97,07	2	96,60
		4	95,72	4	95,89	4	94,62
		6	95,10	6	91,38	6	92,47
		8	89,10	8	89,47	8	91,62
		10	84,96	10	85,26	10	86,30
		12	85,97	13	82,71	18	78,72
		14	84,10	14	33,15	18,5	51,19
		15	7,58	15	6,89	19,5	8,75
	10 HORAS	POZO: TIG0018		POZO: TIG0018		POZO: TIG0018	
TIEMPO DE PARADA: 10 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 10 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 10 HORAS			
TIEMPO DE TRABAJO		LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	
		min	%	min	%	min	%
		1	96,59	1	96,61	1	96,40
		5	96,83	5	97,23	5	95,78
		10	96,21	10	97,49	10	94,30
		20	93,65	20	95,90	20	96,78
		25	96,60	25	95,72	25	93,67
		30	94,69	30	95,60	30	97,98
		35	91,03	35	90,94	35	92,67
	40	89,11	40	77,30	40	75,40	
	45	86,49	41	50,00	45	63,09	
	50	6,11	42,5	13,04	47	15,76	
20 HORAS	POZO: TIG0018		POZO: TIG0018		POZO: TIG0018		
	TIEMPO DE PARADA: 20 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 20 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 20 HORAS		
	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	
		min	%	min	%	min	%
		1	95,73	1	98,14	1	98,21
		5	95,37	5	98,01	5	98,64
		15	90,83	15	96,60	15	97,42
		30	94,09	30	96,16	30	97,55
		45	92,24	45	96,35	45	94,91
		60	90,62	60	96,24	60	93,57
		70	84,04	70	95,72	70	93,51
	74	71,99	75	95,43	75	92,41	
	74,5	58,45	80	48,22	77	51,93	
	75	9,12	82	10,13	78,5	12,43	

POZO TIG0019

1 HORA	POZO: TIG0019		POZO: TIG0019		POZO: TIG0019	
	TIEMPO DE PARADA: 1 HORA		TIEMPO DE PARADA: 1 HORA		TIEMPO DE PARADA: 1 HORA	
	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
	min	%	min	%	min	%
	0	100,00	0	100,00	0	99,92
	0,5	100,00	0,5	100,00	0,5	100,00
	1	100,00	1	100,00	1	100,00
	1,5	100,00	1,5	100,00	1,5	100,00
	2	100,00	2	100,00	2	100,00
	3	100,00	3	100,00	3	100,00
	4	100,00	4	99,98	4	99,98
	5	100,00	5	100,00	5	100,00
5,5	72,50	5,5	22,50	5,5	20,00	
6	22,50	6	17,50	6	15,00	
2 HORAS	POZO: TIG0019		POZO: TIG0019		POZO: TIG0019	
	TIEMPO DE PARADA: 2 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 2 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 2 HORAS	
	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
	min	%	min	%	min	%
	0	99,96	0	100,00	0	100,00
	1	99,92	1	100,00	1	100,00
	2	99,93	2	100,00	2	100,00
	4	99,95	4	99,97	4	99,97
	6	99,89	6	99,96	6	99,60
	8	99,87	8	99,80	8	99,72
	10	99,89	10	100,00	10	22,50
	10,5	97,37	10,5	100,00	10,5	20,00
10,6	54,84	10,6	99,92	10,6	20,00	
11	24,84	12	20,00	11	15,00	
4 HORAS	POZO: TIG0019		POZO: TIG0019		POZO: TIG0019	
	TIEMPO DE PARADA: 4 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 4 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 4 HORAS	
	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
	min	%	min	%	min	%
	0	99,98	0	99,94	0	99,98
	1	99,96	1	99,90	1	99,99
	2	99,97	2	99,85	2	100,00
	5	99,93	5	99,67	5	99,99
	10	99,81	10	99,83	10	99,95
	15	99,75	15	99,60	15	100,00
	20	99,91	20	99,50	20	100,00
	22	99,84	22	99,50	22	100,00
22,5	58,77	22,5	27,50	23,5	62,45	
23	25,00	22	25,00	24	24,98	
10 HORAS	POZO: TIG0019		POZO: TIG0019		POZO: TIG0019	
	TIEMPO DE PARADA: 10 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 10 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 10 HORAS	
	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
	min	%	min	%	min	%
	0	99,84	0	100,00	0	100,00
	1	99,90	1	100,00	1	100,00
	5	99,76	5	99,99	5	100,00
	10	99,61	10	100,00	10	100,00
	20	99,66	20	99,97	20	100,00
	25	99,62	25	99,82	25	100,00
	30	99,77	30	99,91	30	100,00
	38	99,92	40	99,91	36	100,00
40,5	74,41	46	99,89	36,5	40,00	
41	27,50	47	25,00	38	28,00	
20 HORAS	POZO: TIG0019		POZO: TIG0019		POZO: TIG0019	
	TIEMPO DE PARADA: 20 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 20 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 20 HORAS	
	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
	min	%	min	%	min	%
	1	100,00	1	100,00	1	100,00
	5	100,00	5	100,00	5	100,00
	10	100,00	10	100,00	10	100,00
	15	100,00	15	100,00	15	100,00
	20	100,00	20	100,00	20	100,00
	30	99,93	30	99,99	30	99,98
	45	100,00	45	99,95	45	99,96
	60	100,00	60	99,93	60	99,91
65	99,92	65	99,00	65	98,00	
67	39,85	68	35,65	70	32,11	

POZO ANC0702

1 HORA	POZO: ANC0702		POZO: ANC0702		POZO: ANC0702	
	TIEMPO DE PARADA: 1 HORA		TIEMPO DE PARADA: 1 HORA		TIEMPO DE PARADA: 1 HORA	
	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
	min	%	min	%	min	%
	1	92,41	1	93,70	1	92,76
	2	92,34	2	93,47	2	91,33
	4	91,00	4	92,77	4	91,11
	6	89,42	6	92,73	6	90,74
	8	88,06	8	91,24	8	90,65
	10	86,79	10	91,52	10	89,66
	12	82,56	12	88,91	12	87,53
	15	78,91	15	88,72	15	85,37
	16	52,22	20	78,50	18	72,88
17	3,47	25	19,54	22	20,12	
2 HORAS	POZO: ANC0702		POZO: ANC0702		POZO: ANC0702	
	TIEMPO DE PARADA: 2 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 2 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 2 HORAS	
	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
	min	%	min	%	min	%
	1	93,55	1	94,77	1	95,89
	5	93,50	5	93,99	5	94,33
	10	89,36	10	90,92	10	90,54
	15	88,57	15	89,85	15	88,33
	20	88,11	20	88,67	20	87,21
	25	86,23	25	83,20	25	82,45
	30	82,44	30	79,22	30	77,88
	35	75,71	35	62,51	35	59,44
	40	66,21	40	57,22	40	51,72
45	15,73	43	29,58	44	18,44	
4 HORAS	POZO: ANC0702		POZO: ANC0702		POZO: ANC0702	
	TIEMPO DE PARADA: 4 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 4 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 4 HORAS	
	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
	min	%	min	%	min	%
	1	95,78	1	95,49	1	96,73
	5	94,60	5	94,37	5	95,23
	10	93,55	10	93,30	10	92,44
	15	90,08	15	91,25	15	90,61
	20	89,74	20	90,35	20	89,36
	30	87,42	30	89,20	30	88,46
	40	85,35	40	85,56	40	82,33
	50	77,29	50	82,94	50	81,24
	55	76,02	60	68,72	55	57,92
58	25,45	62	33,86	60	29,31	
10 HORAS	POZO: ANC0702		POZO: ANC0702		POZO: ANC0702	
	TIEMPO DE PARADA: 10 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 10 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 10 HORAS	
	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
	min	%	min	%	min	%
	1	95,90	1	91,96	1	92,54
	15	89,50	15	92,67	15	91,28
	30	92,53	30	91,97	30	90,67
	45	91,06	45	89,60	45	88,10
	60	88,96	60	87,49	60	85,39
	90	85,46	90	60,89	90	70,52
	105	85,27	105	60,20	105	68,77
	120	54,92	120	59,80	120	53,21
	150	44,38	150	39,21	150	42,71
156	21,80	155	22,05	157	20,54	
20 HORAS	POZO: ANC0702		POZO: ANC0702		POZO: ANC0702	
	TIEMPO DE PARADA: 20 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 20 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 20 HORAS	
	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
	min	%	min	%	min	%
	1	96,87	1	96,42	1	96,21
	5	96,54	5	96,79	5	95,32
	30	94,21	30	95,72	30	95,73
	60	93,07	60	94,62	60	94,72
	120	92,41	120	92,11	120	94,88
	180	64,82	180	72,34	180	74,92
	200	64,97	200	66,92	200	68,40
	230	58,42	225	52,09	230	53,25
	236	61,25	228	50,12	240	49,74
237	7,88	230	8,42	242	10,23	

POZO ANC1232

1 HORA	POZO: ANC1232		POZO: ANC1232		POZO: ANC1232	
	TIEMPO DE PARADA: 1 HORA		TIEMPO DE PARADA: 1 HORA		TIEMPO DE PARADA: 1 HORA	
	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
	min	%	min	%	min	%
	0	98,90	0	99,72	0	99,23
	1	98,70	1	97,87	1	98,45
	2	98,96	2	99,86	2	97,67
	4	98,82	4	98,72	4	96,78
	6	99,14	6	97,50	6	97,12
	8	99,02	8	98,29	8	98,34
	9	98,99	9	98,32	9	97,56
	10	99,07	10	45,95	10	54,67
	10,5	44,76	10,5	47,49	10,5	41,56
	11	19,76	11	46,34	11	29,54
2 HORAS	POZO: ANC1232		POZO: ANC1232		POZO: ANC1232	
	TIEMPO DE PARADA: 2 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 2 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 2 HORAS	
	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
	min	%	min	%	min	%
	1	98,14	1	97,81	1	98,34
	2	98,42	2	98,15	2	98,21
	5	98,17	5	98,17	5	97,64
	8	98,24	8	98,23	8	98,64
	10	97,72	10	98,10	10	98,22
	12	98,05	12	97,91	12	96,45
	14	98,21	14	97,85	14	96,43
	16	98,27	16	48,82	16	54,67
	16,5	31,07	16,5	45,11	16,5	29,45
	17	29,29	17	41,61	17	25,46
4 HORAS	POZO: ANC1232		POZO: ANC1232		POZO: ANC1232	
	TIEMPO DE PARADA: 4 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 4 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 4 HORAS	
	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
	min	%	min	%	min	%
	1	98,32	1	98,53	1	98,31
	5	98,49	5	98,54	5	98,44
	10	98,30	10	98,29	10	97,54
	20	98,32	20	97,93	20	97,39
	25	98,25	25	97,80	25	97,72
	30	98,01	30	98,00	30	98,69
	35	97,96	35	97,61	35	97,82
	39	70,68	36	97,59	37	97,63
	39,5	43,60	37	45,02	38	74,98
	40	18,94	39	24,84	39	32,98
10 HORAS	POZO: ANC1232		POZO: ANC1232		POZO: ANC1232	
	TIEMPO DE PARADA: 10 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 10 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 10 HORAS	
	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
	min	%	min	%	min	%
	1	99,10	1	99,46	1	99,56
	15	99,17	15	99,32	15	99,42
	30	98,89	30	98,93	30	99,84
	45	99,03	45	99,12	45	98,31
	60	99,30	60	99,34	60	98,82
	70	99,09	70	98,79	70	99,72
	75	98,99	75	98,86	75	98,63
	84	98,67	80	98,86	80	98,92
	85	39,88	90	88,54	85	88,11
	86	16,95	98	5,11	95	10,88
20 HORAS	POZO: ANC1232		POZO: ANC1232		POZO: ANC1232	
	TIEMPO DE PARADA: 20 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 20 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 20 HORAS	
	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
	min	%	min	%	min	%
	1	99,50	1	99,43	1	99,63
	15	99,44	15	99,23	15	99,51
	30	99,40	30	99,32	30	99,30
	60	99,32	60	98,73	60	99,21
	90	99,12	90	98,51	90	99,04
	120	99,30	120	98,02	120	98,61
	150	99,19	150	97,99	150	98,52
	153	59,13	154	58,31	151	59,51
	153,5	49,38	155	54,03	152	55,32
	154	29,53	156	25,77	153	24,62

POZO TIG0028

1 HORA	POZO: TIG0028		POZO: TIG0028		POZO: TIG0028		
	TIEMPO DE PARADA: 1 HORA		TIEMPO DE PARADA: 1 HORA		TIEMPO DE PARADA: 1 HORA		
	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	
	min	%	min	%	min	%	
	0	91,15	0	90,77	0	89,54	
	1	91,36	1	91,09	1	90,78	
	2	91,43	2	91,15	2	91,35	
	3	90,96	3	90,82	3	91,27	
	4	90,89	4	91,02	4	91,21	
	5	90,93	5	91,00	5	91,48	
	6	90,98	6	91,11	6	91,42	
7	73,56	6,2	77,42	6,3	91,32		
7,5	44,73	6,6	34,45	6,6	57,26		
8	26,05	7,5	25,06	7	22,49		
2 HORAS	POZO: TIG0028		POZO: TIG0028		POZO: TIG0028		
	TIEMPO DE PARADA: 2 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 2 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 2 HORAS		
	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	
	min	%	min	%	min	%	
	1	90,50	1	90,16	1	90,20	
	2	90,02	2	90,37	2	90,12	
	4	89,94	4	89,98	4	88,79	
	6	89,52	6	90,24	6	90,56	
	8	89,81	8	90,45	8	89,65	
	10	89,84	10	90,25	10	91,78	
	12	89,83	12	90,44	12	91,79	
	13	54,18	13	31,35	14	59,85	
	14	42,27	14	22,49	14,2	26,59	
	15	31,36	15,5	16,70	15	16,86	
	4 HORAS	POZO: TIG0028		POZO: TIG0028		POZO: TIG0028	
		TIEMPO DE PARADA: 4 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 4 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 4 HORAS	
TIEMPO DE TRABAJO		LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	
min		%	min	%	min	%	
0		93,02	0	91,95	0	92,80	
1		92,94	1	92,76	1	93,40	
2		92,86	2	92,57	2	91,56	
5		92,00	5	92,70	5	92,49	
10		92,19	10	92,85	10	93,19	
15		92,64	15	92,16	15	91,56	
20		92,58	20	92,15	20	90,87	
24		76,39	24	89,97	24	87,06	
25		52,50	24,5	40,72	24,5	50,87	
26		12,11	25	35,05	25	27,89	
10 HORAS		POZO: TIG0028		POZO: TIG0028		POZO: TIG0028	
		TIEMPO DE PARADA: 10 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 10 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 10 HORAS	
	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	
	min	%	min	%	min	%	
	1	89,90	1	90,20	1	91,32	
	5	89,47	5	88,87	5	89,64	
	10	89,42	10	88,87	10	88,32	
	15	89,52	15	88,08	15	88,62	
	20	89,37	20	87,71	20	87,54	
	30	88,39	30	87,45	30	87,61	
	40	88,75	40	87,13	40	85,85	
	50	88,70	50	87,49	50	80,38	
	60	67,19	60	86,87	60	64,21	
62,5	15,22	65	9,65	63	10,11		
20 HORAS	POZO: TIG0028		POZO: TIG0028		POZO: TIG0028		
	TIEMPO DE PARADA: 20 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 20 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 20 HORAS		
	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	
	min	%	min	%	min	%	
	1	91,56	1	93,77	1	93,65	
	5	91,16	5	93,79	5	93,14	
	15	92,50	15	93,32	15	92,56	
	30	92,78	30	93,69	30	92,75	
	45	92,60	45	93,51	45	91,02	
	60	92,22	60	93,38	60	91,63	
	90	92,16	90	92,39	90	90,64	
	105	92,59	105	92,09	105	90,72	
	116,5	44,45	111	56,23	114,5	48,21	
	117	13,32	112,5	15,45	115,5	14,73	

POZO ANC0585

1 HORA	POZO: ANC0585		POZO: ANC0585		POZO: ANC0585	
	TIEMPO DE PARADA: 1 HORA		TIEMPO DE PARADA: 1 HORA		TIEMPO DE PARADA: 1 HORA	
	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
	min	%	min	%	min	%
0	96,29	0	95,51	0	95,61	
1	96,14	1	95,42	1	95,90	
2	96,44	2	95,72	2	96,04	
4	95,10	4	95,01	4	94,75	
5	94,82	5	95,24	5	95,01	
6	94,79	6	94,69	6	94,72	
8	94,62	8	95,04	8	94,54	
9	68,75	9	94,74	9	29,76	
9,5	31,98	9,5	52,38	9,5	28,05	
10	25,64	10	24,52	10	20,46	
2 HORAS	POZO: ANC0585		POZO: ANC0585		POZO: ANC0585	
	TIEMPO DE PARADA: 2 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 2 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 2 HORAS	
	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
	min	%	min	%	min	%
	1	96,39	1	95,64	1	95,75
	5	96,81	5	95,32	5	95,54
	10	95,78	10	95,21	10	94,31
	15	95,16	15	95,34	15	94,95
	20	95,91	20	94,78	20	94,41
	25	95,70	25	94,31	25	94,32
	26	95,02	30	94,74	30	94,11
	28	95,48	32	94,04	32	94,03
	30	55,77	33	53,54	34	43,86
	32	34,21	34	30,21	35	32,04
4 HORAS	POZO: ANC0585		POZO: ANC0585		POZO: ANC0585	
	TIEMPO DE PARADA: 4 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 4 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 4 HORAS	
	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
	min	%	min	%	min	%
	1	96,61	1	96,43	1	96,52
	5	95,20	5	96,75	5	96,41
	10	94,48	10	95,32	10	96,28
	15	95,11	15	95,28	15	95,73
	20	94,43	20	95,21	20	95,42
	25	95,60	25	94,55	25	95,31
	30	95,33	30	94,63	30	94,62
	35	95,41	35	94,32	35	94,53
	36	45,14	40	53,42	40	63,52
	40	23,86	41	22,64	43	21,84
10 HORAS	POZO: ANC0585		POZO: ANC0585		POZO: ANC0585	
	TIEMPO DE PARADA: 10 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 10 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 10 HORAS	
	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
	min	%	min	%	min	%
	1	97,67	1	97,54	1	98,54
	5	97,02	5	97,23	5	97,31
	15	96,71	15	97,10	15	97,23
	30	95,45	30	96,99	30	96,78
	45	95,73	45	96,32	45	96,42
	60	95,47	60	95,75	60	96,33
	80	95,86	80	95,42	80	95,86
	95	94,93	95	93,61	95	94,86
	95,5	67,45	98	58,92	97	56,77
	96	47,99	100	44,65	98	45,86
20 HORAS	POZO: ANC0585		POZO: ANC0585		POZO: ANC0585	
	TIEMPO DE PARADA: 20 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 20 HORAS		TIEMPO DE PARADA: 20 HORAS	
	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA	TIEMPO DE TRABAJO	LLENADO DE BOMBA
	min	%	min	%	min	%
	1	97,07	1	98,75	1	98,44
	5	97,78	5	98,33	5	98,23
	30	96,99	30	96,45	30	97,43
	60	95,69	60	96,11	60	96,21
	90	95,85	90	94,42	90	94,22
	105	95,76	105	94,43	105	94,66
	120	95,99	120	96,65	120	93,57
	150	95,98	150	95,68	150	93,67
	160	96,30	160	95,08	160	92,14
	164	41,39	166	43,25	167	42,97

ZONA UNN

				UNN -MARZO- 2014																																
BALANCIN	POZO	TIEMPO TRABAJO	HORARIO APROX. ENTRADA SALIDA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
PORT # 01	AHU0031	8	08:00	16:00	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	AHU0029	4	17:00	23:00	6		6		6		6		6		6		6		6		6		6		6		6		6		6		6		6	
	AHU0032	15	17:00	08:00		4						4									4					4								4		
	CAU0048	8	17:00	23:00														5																		
	AHU0026	8	17:00	23:00																																
PORT # 2	AHU0024	15	17:00	08:00					5						5									5											5	
	SPACH01	15	18:00	09:00													3																			
	SPA0202	15	18:00	09:00														4																		
	SPA0052	15	18:00	09:00																																
	SPA0091	15	18:00	09:00																																
PORT # 3	SPA0222	15	18:00	09:00																																
	SPA0095	15	18:00	09:00																																
	SPA0016	15	18:00	09:00																																
	ACH0093	8	08:00	16:00																																
	ACH0085	8	08:00	16:00																																
PORT # 4	SPA0226	24	10:00	10:00																																
	SPA0224	24	10:00	10:00																																
	SPA0069	12	10:00	10:00																																
	SPA0236	8	10:00	10:00																																
	SRY0058	24	10:00	10:00																																
PORT # 5	SPA0064	8	9:00	15:00																																
	SPA0246	24	10:00	10:00																																
	SPA0259	8	10:00	10:00																																
	SPA0237	8	10:00	10:00																																
	VAL0007	24	10:00	10:00																																
PORT # 6	VAL0008	24	10:00	10:00																																
	SPA0241	24	10:00	10:00																																
	SPA0258	24	10:00	10:00																																
	SPA1003	24	10:00	10:00																																
	SPA0085	8	08:00	16:00																																
PORT # 7	SPA0250	24	10:00	10:00																																
	SPA0212	8	08:00	16:00																																
	ACH0022	8	08:00	16:00																																
	ACH0100	8	08:00	16:00																																
	SPA0075	8	08:00	16:00																																
PORT # 24	SPA0203	15	17:00	08:00																																
	PET0106	24	11:00	11:00																																
	PET0107	24	11:00	11:00																																
	PET0115	24	11:00	11:00																																
	PET0114	24	11:00	11:00																																
PORT # 26	PET0119	24	11:00	11:00																																
	PET0129	24	11:00	11:00																																
	PET0127	24	11:00	11:00																																
	PET0131	13	11:00	24:00																																
	PET0126	24	11:00	11:00																																
BALANCINES FIJOS	PET0122	24	11:00	11:00																																
	PET0108	24	11:00	11:00																																
	PET0109	24	11:00	11:00																																
	PET0113	24	11:00	11:00																																
	PET0111	24	11:00	11:00																																
	PET0104	24	11:00	11:00																																
	SPA0207	24	09:00	09:00																																
	SPA0256	24	09:00	09:00																																
	SPA0071	24	09:00	09:00																																
	SPA0221	24	09:00	09:00																																
	SPA0225	24	09:00	09:00																																
	SPA0248	24	09:00	09:00																																
	SPA0235	24	09:00	09:00																																
	SPA1002	24	09:00	09:00																																
	SPA0245	24	09:00	09:00																																
VAL0006	15	10:00	10:00																																	
SPA0240	24	10:00	10:00																																	
FLUYENTES	ACH0083	8	08:00	16:00																																
	AHU0030	24	08:00	08:00																																
	SRY0002	24	08:00	08:00																																
	CAR0031	24	08:00	08:00																																
	PET0101	24	08:00	08:0																																

ANEXO No.- 4

CONSUMO vs AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR MES EN PORCENTAJE

CONSUMO vs AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA POR MES (%)			
POZO	Consumo de Energia Electrica (Ciclos)	Consumo de Energia Electrica (24 Horas)	Ahorro
	%	%	%
TIG0018	9%	100%	91%
TIG0019	11%	100%	89%
ANC0702	28%	100%	72%
ANC1232	17%	100%	83%
TIG0028	12%	100%	88%
ANC0585	30%	100%	70%

