



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL



ESTUDIO ACTUAL DE LA EFICIENCIA OPERATIVA DE LAS BOMBAS ELÉCTRICAS SUMERGIBLES (B.E.S.) EN EL CAMPO VHR EN BASE A LAS CURVAS DE OPERACIÓN


Marzo – 2009

Christian Ruiz Peralta

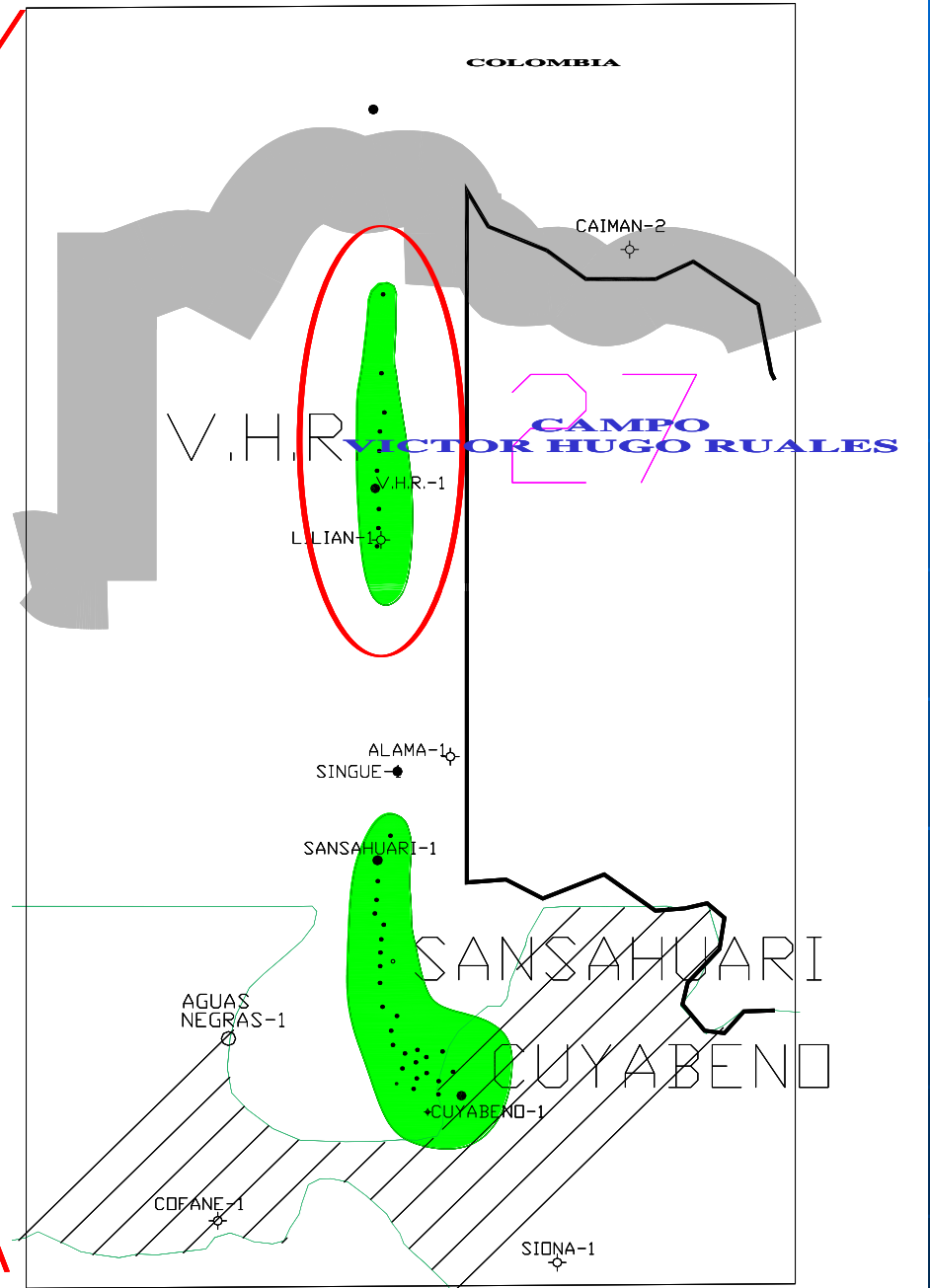
AGENDA

1. Antecedentes
2. Objetivos
3. Recopilación de Información
4. Procedimientos y análisis de los datos
5. Resultados obtenidos
6. Análisis de resultados
7. Conclusiones
8. Recomendaciones

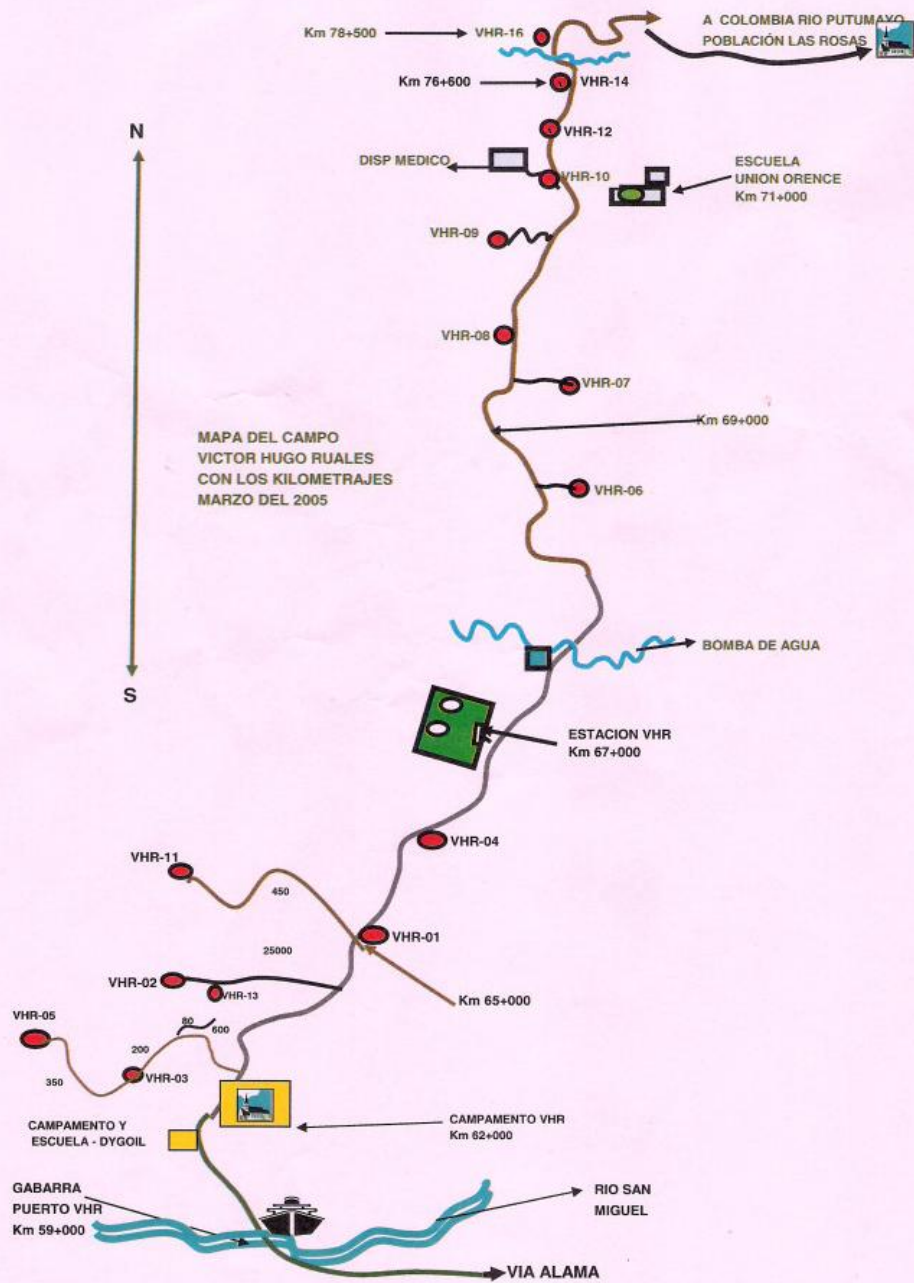
ANTECEDENTES



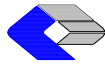
Ubicación Geográfica del Campo VHR



Ubicación de los Pozos en el Campo VHR



Estratigrafía del Campo VHR



**CAMPO VICTOR HUGO RUALES
COLUMNA ESTRATIGRAFICA**

PETROPRODUCCION

		EDAD		MIEMBRO	LITOLOGIA	DESCRIPCION
MESOZOICO CRETACICO	Fm. TENA	MAESTRICHIANO		ZONA BASAL TENA		Arenisca cuarzosa, clara, en parte gris clara, grano fino a muy fino, subredondeado a subangular, suelta, en parte moderadamente consolidada, regular selección, en parte matriz arcillosa, cemento ligeramente calcáreo.
		CAMPANIANO				
		SANTONIANO				Lutita gris oscura, gris clara, moderadamente dura, astillosa, fisil, en parte laminar
	NAPO SUPERIOR	CONIACIANO		CALIZA "M1"		Lutita gris oscura, gris clara, moderadamente dura, astillosa, fisil, en parte laminar
		TURONIANO	ZONA CALIZA M2			Arenisca cuarzosa, café clara, transparente, translúcida, grano fino a muy fino, subredondeada a subangular, friable, en parte moderadamente consolidada.
			CALIZA A			Caliza café clara, blanco crema, moteada de blanco, firme a moderadamente dura, ocasionalmente suave, bloque a subbloque.
	NAPO MEDIO	CENOMANIANO	ARENISCA U SUPERIOR			Arenisca cuarzosa, clara a café clara transparente, translúcida, grano fino a medio, subredondeada a subangular, friable, moderadamente consolidada, moderada a regular selección, matriz no visible, cemento ligeramente calcáreo, con inclusiones de glauconita.
			ARENISCA U MEDIA			Arenisca cuarzosa, blanca a café clara, subtransparente, subtranslúcida, grano fino a muy fino, menor grano medio, subredondeado a subangular, friable a moderadamente consolidada, regular selección, matriz arcillosa, cemento ligeramente calcáreo.
			ARENISCA U INFERIOR			Arenisca cuarzosa, clara a blanco crema, subtransparente, subtranslúcida, grano fino a muy fino, ocasionalmente medio subredondeada a subangular, suelta a moderadamente consolidada, friable, moderada a regular selección, matriz no visible, cemento ligeramente calcáreo.
	NAPO INFERIOR	ALBIANO	CALIZA B			Lutita gris oscura, gris clara, moderadamente dura, astillosa, fisil, en parte laminar
ARENISCA T SUPERIOR					Caliza gris oscura, gris clara, crema, moteada de gris con crema, suave a moderadamente firme, en bloque a subbloques, local con inclusiones de glauconita.	
ARENISCA T INFERIOR					Arenisca cuarzosa, crema a café clara, subtransparente, subtranslúcida, grano fino a medio, subredondeada a subangular, consolidada a moderadamente consolidada, en parte friable, regular selección, ocasionalmente matriz arcillosa, cemento ligeramente calcáreo, con inclusiones de glauconita.	
NAPO BASAL	ALBIANO				Arenisca cuarzosa, gris clara, transparente, translúcida, halina, grano medio a grueso, subredondeada a subangular, suelta a moderadamente consolidada, en parte friable, regular selección, ocasionalmente matriz no visible, cemento silíceo	
PALEOZOICO PRE-CAMBRICO	HOLLIN	APTIANO		FORMACION HOLLIN		Arenisca cuarzosa, blanca, transparente, translúcida, ocasional halina, suelta, en menor cantidad moderadamente consolidada, friable, grano medio, en menor cantidad grano fino, ocasional grano grueso, subredondeado a subangular, ocasional matriz arcillosa, cemento ligeramente calcáreo, con inclusiones de glauconita.
				BASAMENTO		Predominante cuarzo, halino, transparente, translúcido, menor lechoso, fragmentos angulares, feldespatos, rosado pálido, translúcidos, fragmentos rotos abundantes granos de cuarzo, fragmentos angulares, presencia de clorita, granos de feldespato parcialmente alterados, presencia de caolín blanco, suave a moderadamente firme

Sistema de Bombeo Eléctrico Sumergible

EQUIPO DE FONDO

EQUIPO DE SUPERFICIE



Bombeo Electrosumergible

Ventajas

Desventajas



Ventajas

- Maneja grandes flujos.
- Costo de barril disminuye con el incremento de la tasa de flujo.
- No dispone de partes movibles en superficie.
- Disminución del impacto ambiental.
- Se puede monitorear a través de controles automatizados.

Desventajas

- Costo inicial relativamente alto.
- Se limita a profundidades medias.
- No conveniente en pozos con alto GOR.
- La fuente de electricidad debe ser estable y fiable.
- Reparar algún componente del equipo de subsuelo requiere de un reacondicionamiento.

OBJETIVOS

Objetivos

- Determinar los puntos actuales de operación de las bombas electrosumergibles y cuantificar sus efectos en la producción.
- Determinación y comparación de los tiempos de vida útil de las bombas y las pérdidas de energía eléctrica.
- Posibles soluciones a las deficiencias operativas en base a la optimización del sistema de levantamiento por bombeo electrosumergible.
- Análisis económico de las posibles soluciones así como el costo de su implementación.

RECOPIILACION DE INFORMACION

Información Usada

- Historiales de Producción.
- Historiales de Reacondicionamiento (Workover).
- Historiales de Tratamientos Químicos.
- Equipo de subsuelo instalado.

Historiales de Producción

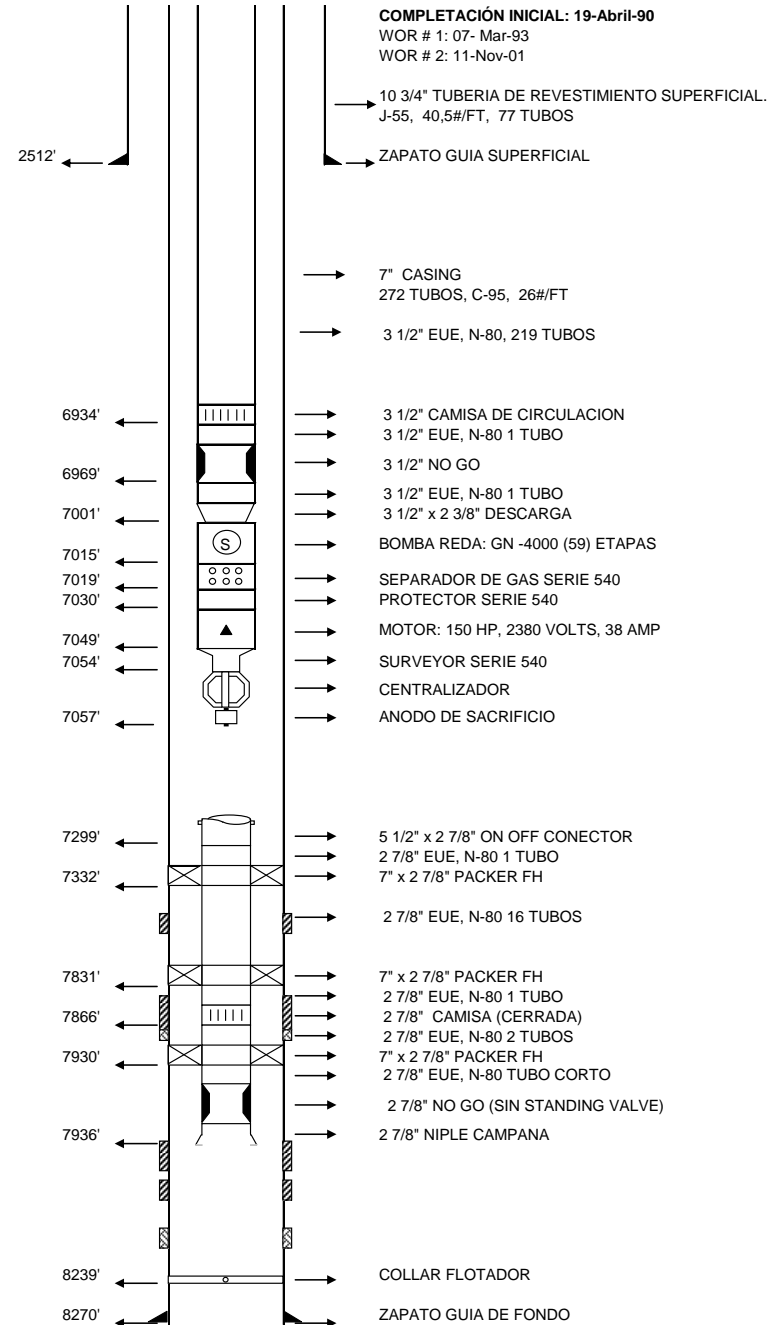
FECHA	BFPD	BPPD	BSW	ARENA	METODO
22/04/2002	3101	2140	31,0	Um	PPS
22/02/2004	2698	1349	50,0	Um	PPS
06/05/2007	2240	896	60,0	Um	PPS
03/01/2008	2207	883	60,0	Um	PPS
25/08/2008	2118	720	66,0	Um	PPS
29/01/2009	2054	698	66,0	Um	PPS

Equipo De Subsuelo Instalado

EMR: 885'
ES: 864'

VHR-04
WO # 02

COMPLETACIÓN INICIAL: 19-Abril-90
WOR # 1: 07- Mar-93
WOR # 2: 11-Nov-01



Arena BT (4DPP)
7390'-7404' (14')

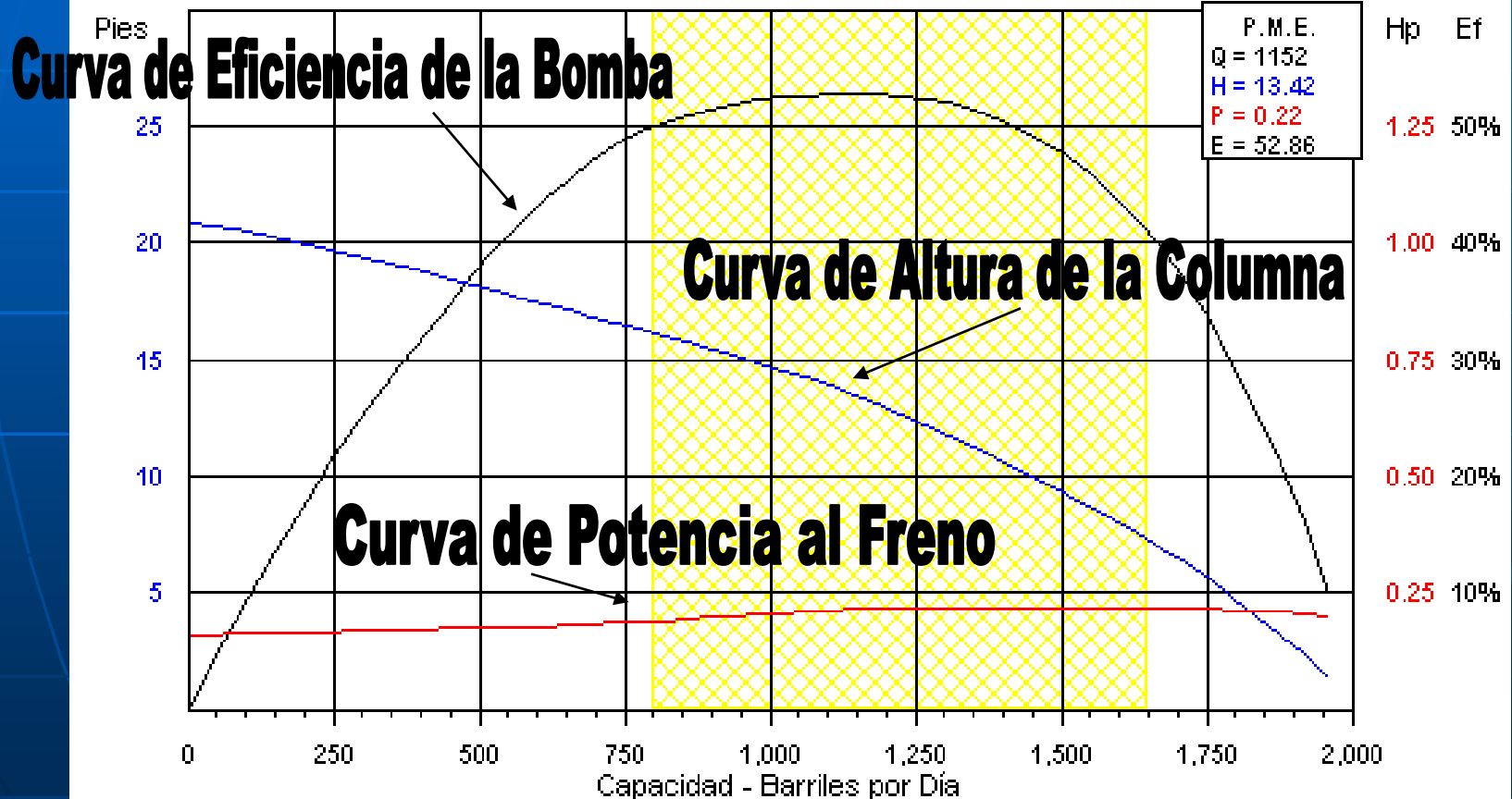
Arena Us (5 DPP)
7905'-7920' (15')
7920'-7922' (2') SQZ

Arena Um (5 DPP)
7940'-7954' (14')
7958'-7968' (10')

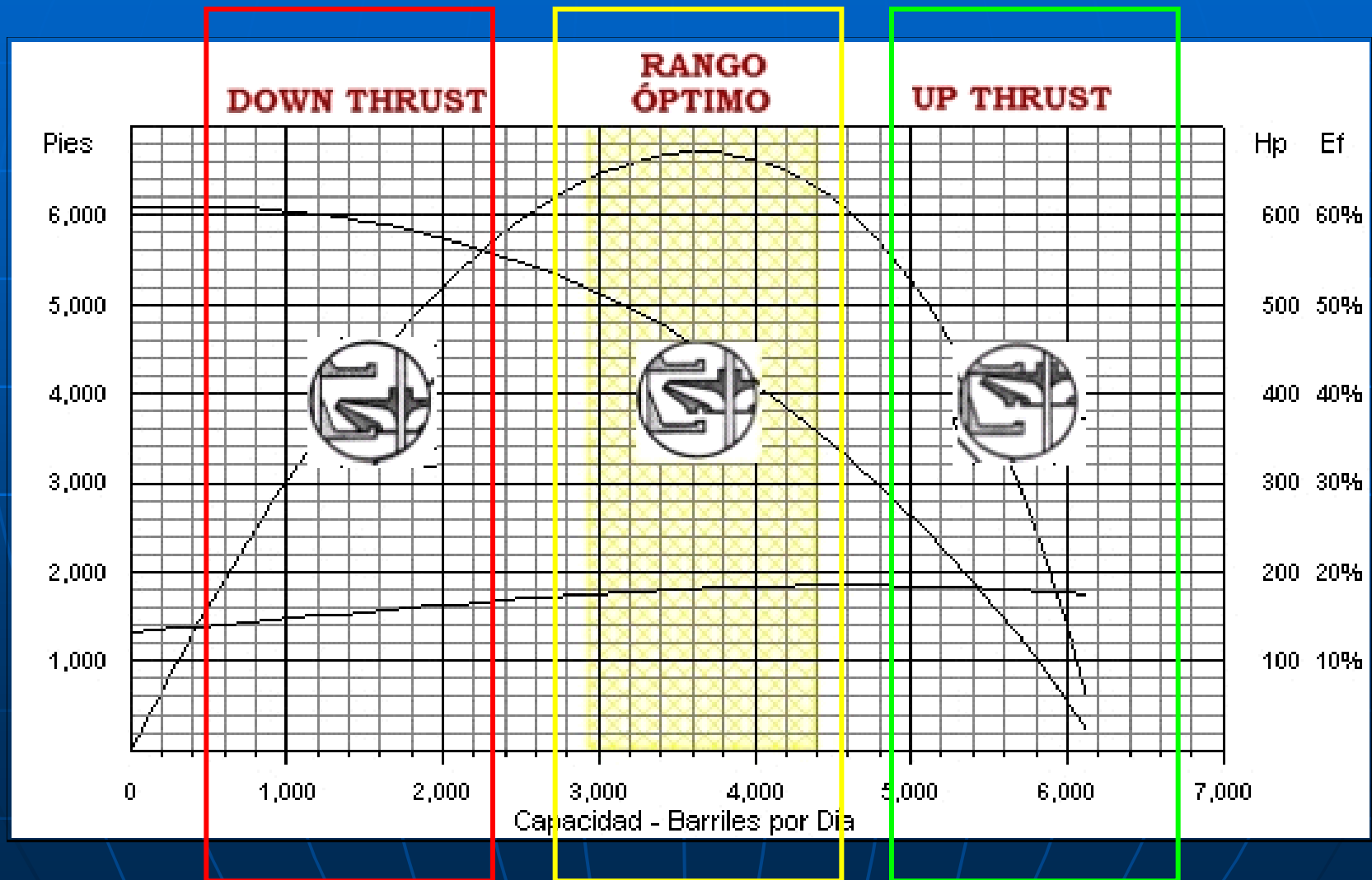
Arena Ui (2DPP)
7980'-7984' (4') SQZ

PROCEDIMIENTO Y ANALISIS DE LOS DATOS

Curvas de Operación de una bomba electrosumergible



Rangos de Operación



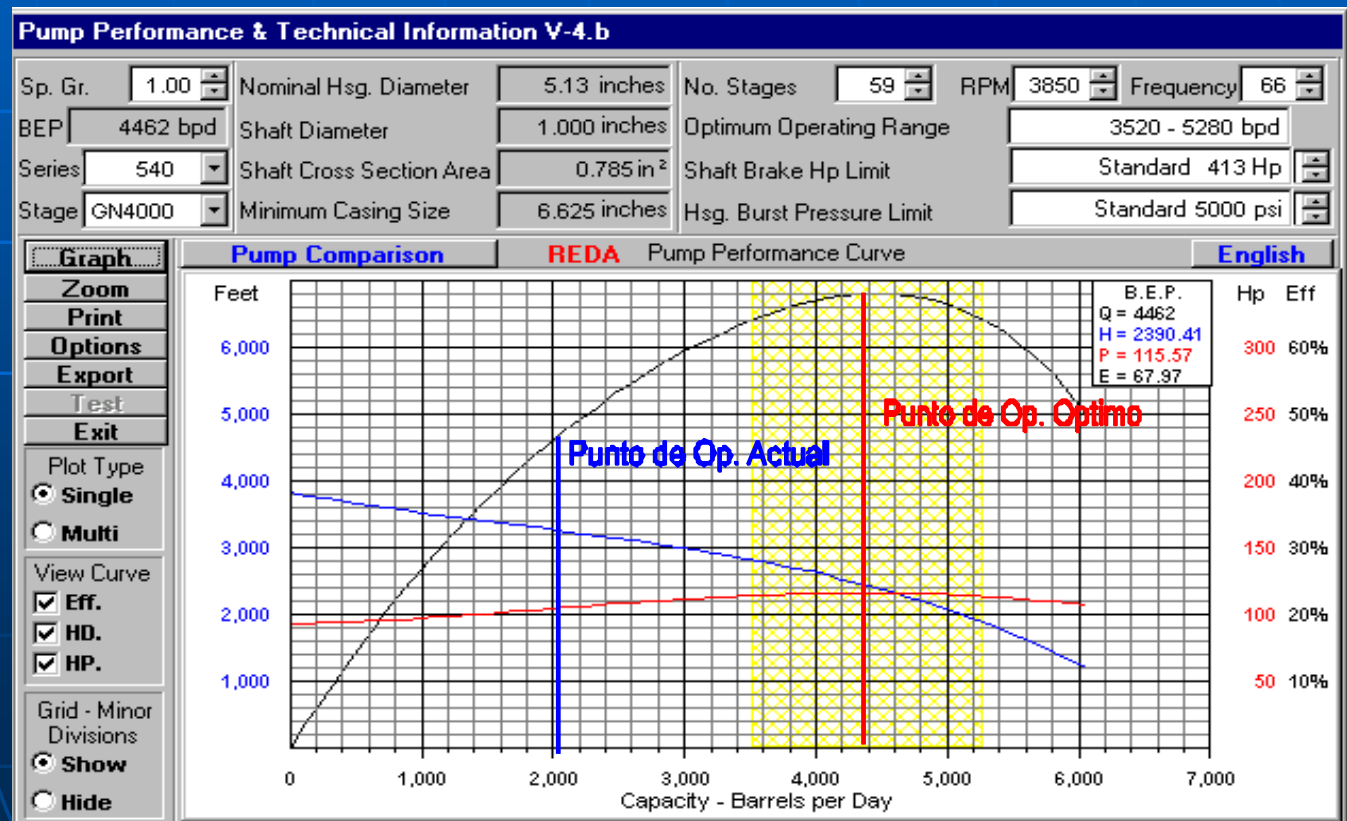
Pérdidas frecuentes de Energía

- Análisis de pozos críticos.
- Problemas en el Yacimiento.
- Problemas de Escalas, Parafinas.
- Problemas con la Tubería.
- Problemas con el Equipo Eléctrico.

Análisis de Pozos Críticos

PARAMETROS	ACTUAL	ÓPTIMO
Capacidad (BPD)	2054	4400
BHP (HP)	105	115
Carga (Pies)	4650	6800
Eficiencia (%)	46	68

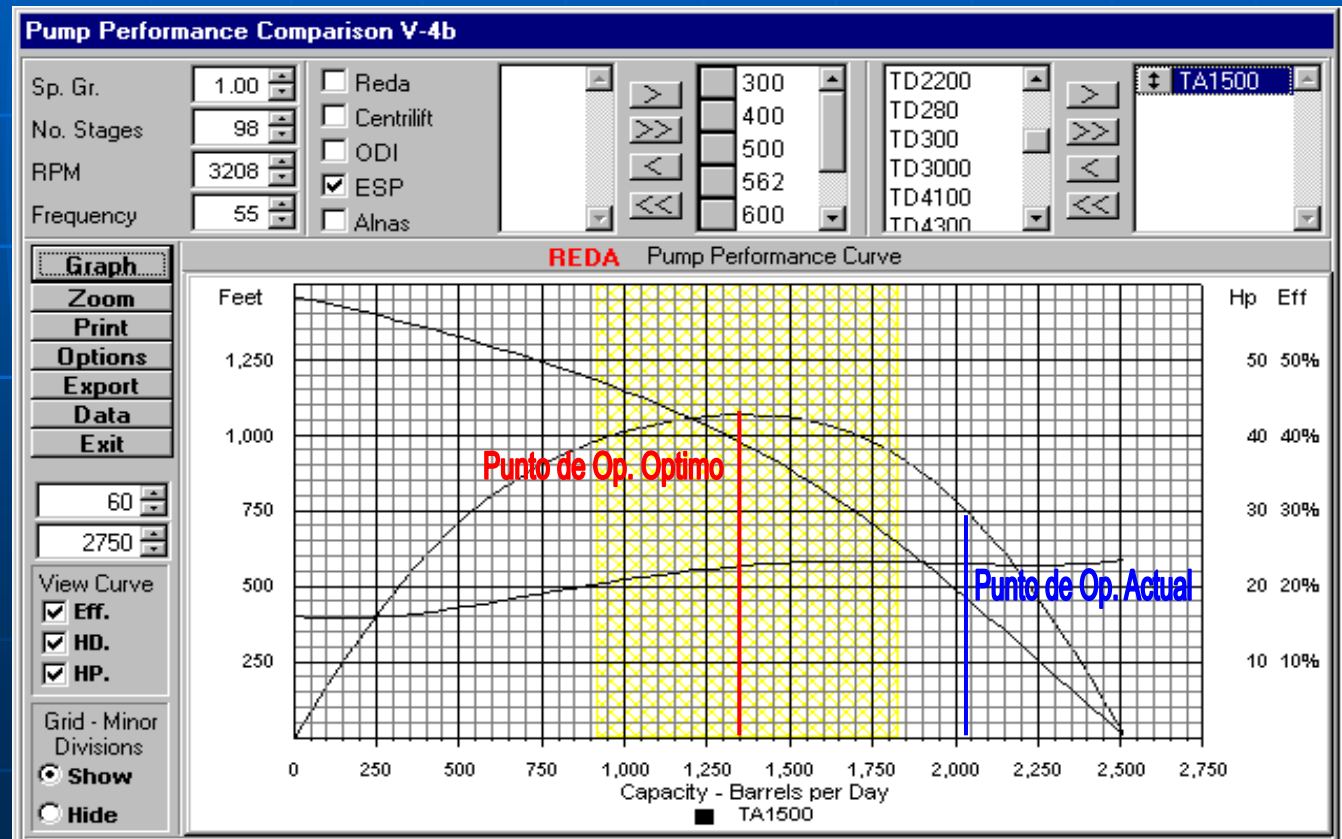
VHR-04



Análisis de Pozos Críticos

PARAMETROS	ACTUAL	ÓPTIMO
Capacidad (BPD)	2040	1350
BHP (HP)	23	22
Carga (Pies)	750	1075
Eficiencia (%)	30	43

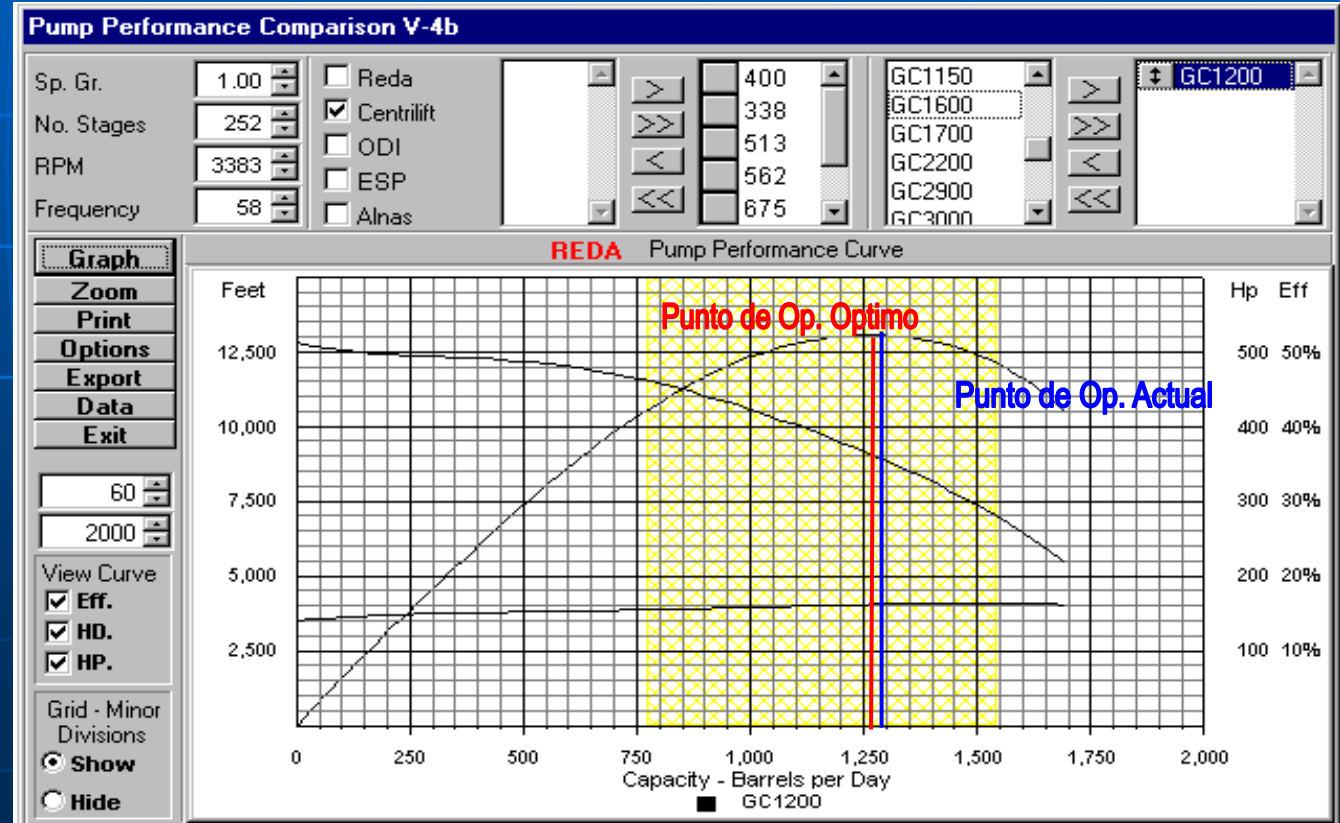
VHR-13



Análisis de Pozos Críticos

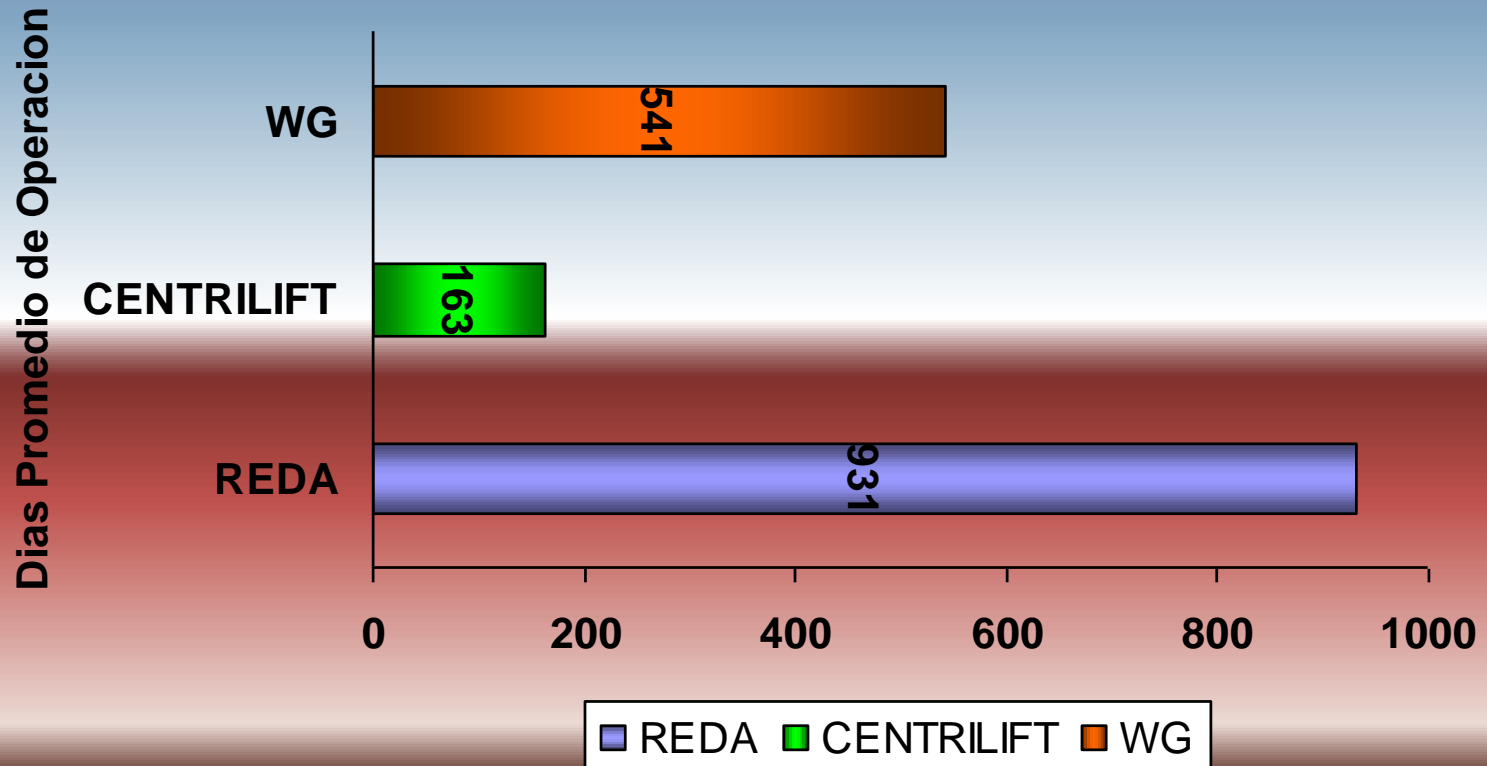
PARAMETROS	ACTUAL	ÓPTIMO
Capacidad (BPD)	1286	1260
BHP (HP)	160	158
Carga (Pies)	13000	13050
Eficiencia (%)	52	53

VHR-02



Tiempo de Vida Útil

Figura 4.1 Tiempo de Vida Promedio de las B.E.S. en el Campo VHR



RESULTADOS OBTENIDOS

Resultados Obtenidos

Tabla No. 4,4 POZOS FUERA DEL RANGO ÓPTIMO DE OPERACIÓN - CAMPO VHR			
Pozo	Bomba	Frecuencia Hz	Desgaste
VHR-04	GN-4000	66	Down thrust
VHR-13	TE-1500	55	Up thrust

ANALISIS DE RESULTADOS

GENERAL DESCRIPTION

Company Name: PETROPRODUCCION
Well Name: VHR - 04
Field Name: VHR
Reservoir Name: Um
Analyst: C. RUIZ

WELLBORE

Casing OD, in: 8934 (10000.00 ft)
Tubing OD, in: 6934 (6934.00 ft)
Pump Depth MD/TVD, ft: 7001.00/7015.00
Top of Formation MD/TVD, ft: 7940.00/7954.00
Downhole Temp, °F: 215.0
Oil Rate, Bbl/D: 896.00
Oil Gravity, °API: 15.2 (1.5 cP)
Water Rate, Bbl/D: 1356.00
Water Sp. Grav., ($f_w=1.0$): 1.100
Gas Rate, Mscf/D: 285
Gas Sp. Grav., (air=1.0): 0.700
Liquid (O+W) @ Surf., Bbl/D: 2054.00

OPERATION AND PERFORMANCE

Frecuency, Hz: 60.0
Oper. Motor Load @ Desing Hz, HP: 87.6
Oper. Motor Load @ NP, HP: 87.6
Operating Speed, RPM: 3506.5
Operating Current, Amps: 105.0
Operating Voltage, Volts: 1425.0
Operating Power Factor: 0.680
Adjusted for Motor Slip: Yes
Pump Efficiency, %: 44.6
Motor Efficiency, %: 80.5
Surf. Final Liq. Rate (O+W), Bbl/D: 2264.0
Avg. Pump Final Fluid, Bbl/D: 2280.00
Avg. Pump Total Fluid, Bbl/D: 2288.50
Free Gas by Volume @ Pump, %: 2.3
Free Gas by Volume into Pump, %: 0.7
Total Dynamic Head (TDH), ft: 5581.53
Pump Intake Pressure, psig: 2152.0
Pump Operating Power, HP: 87.6
Flowline Pressure, psig: 65.0
Casing Pressure, psig: 10.0

Tubing Outflow Correlation: Hagerdorn & Brown (1963)

Rediseño del Equipo

Equipo de Subsuelo Propuesto

BOMBA

CENTRILIFT 513, GC-2200, 112 Etapas, 60 Hz

(CENTRILIFT)

REDA 400, DN-2150, 112 Etapas, 60 Hz.

(REDA)

WG TD-2200 112 Etapas, 60 Hz

(WOOD GROUP)

CABLE

CABLE #2 PLANO (CON CAPILAR)

(CENTRILIFT)

CABLE #2 PLANO (CON CAPILAR)

(REDA)

CABLE #2 PLANO (CON CAPILAR)

(WOOD GROUP)

INTAKE

SEPARADOR DE GAS

SEPARADOR DE GAS SERIE 400

(CENTRILIFT)

540 STD

(REDA)

SEPARADOR DE GAS, ROT TR5-3TC SST ASSY

(WOOD GROUP)

PROTECTOR

PROTECTOR SERIE 400

(CENTRILIFT)

LSLSL – HL /540

(REDA)

PROTECTORES, TR5-AR

(WOOD GROUP)

MOTOR

CENTRILIFT 184.6 HP, 1835 V, 105 A

(CENTRILIFT)

REDA, 184.6 HP, 1835 V, 105 A

(REDA)

WG 184.6 HP, 1835 V, 105 A

(WOOD GROUP)

SENSOR

UNIDAD PHD

(CENTRILIFT)

375 + MOTOR ADAPTER (456/375)

(REDA)

SMARTGUARD SYSTEM SST, TR5

(WOOD GROUP)

SWITCHBOARD

DFH 140 KVA

CABEZAL

ANALISIS ECONOMICO

Costos de Implementación

COSTO TOTAL DE LOS EQUIPOS	
CENTRILIFT	190276,01
REDA	185499,51
WOOD GROUP	187935,73
WORKOVER	105871,35
TOTAL = WORKOVER + TIPO DE BOMBA SELECCIONADA	

Valor Actual Neto

Valor	Significado	Decisión a tomar
$VAN > 0$	La inversión produciría ganancias por encima de la rentabilidad exigida (r)	El proyecto puede aceptarse
$VAN < 0$	La inversión produciría pérdidas por encima de la rentabilidad exigida (r)	El proyecto debería rechazarse
$VAN = 0$	La inversión no produciría ni ganancias ni pérdidas	Dado que el proyecto no agrega valor monetario por encima de la rentabilidad exigida (r), la decisión debería basarse en otros criterios, como la obtención de un mejor posicionamiento en el mercado u otros factores.

Tasa Interna de Retorno (TIR)

- Es un indicador de la rentabilidad de un proyecto, a mayor TIR, mayor rentabilidad.
- La tasa de interés con la cual el valor actual neto (VAN) o valor presente neto (VPN) es igual a cero.

CONCLUSIONES

- Baja de frecuencia suele producir efecto downthrust.
- Trabajar en base a un stock mínimo conlleva a no seleccionar el equipo mas adecuado para el pozo.
- No se debe sobredimensionar una bomba electrosumergible; los equipos tienen mayor duración trabajando en upthrust que downthrust.

- Equipos controlados con switchboard tienen mayor durabilidad que los controlados con variadores de frecuencia.
- Los equipos con motor de alta potencia requieren arranques de baja frecuencia.

RECOMENDACIONES

- Realizar análisis P.V.T. del Campo VHR con el fin de actualizar los datos existentes, ya que la mayoría de ellos son muy antiguos.
- La mayor o menor duración de los equipos electrosumergible también está dada por el número de arranques efectuados por el operador de campo.
- Usar equipos que posean protección ferrífica.

- Durante un reacondicionamiento, se recomienda rediseñar el equipo electrosumergible, para lo cual el pozo deberá ser evaluado con datos de producción y presiones actualizadas.
- Realizar pruebas de restauración de presiones con el sensor de fondo de la bomba electrosumergible para actualizar los datos del yacimiento.
- Perforar otros pozos reinyectores, para aumentar la capacidad de inyección de agua de formación.

REFERENCIAS

- [1] CENTRILIFT, Manual de Técnicas de Campo y Diseño.
- [2] Archivos de Ingeniería de Petróleos, Petroproducción.
- [3] Reda Pumps, Manual de Técnicas de Campo y Diseño.
- [4] Evaluación del sistema de levantamiento artificial, Jorge Pazmiño, Petrocapacitación.
- [5] SubPUMP 6.0, Submersible Pump Analysis and Design Technical Reference Manual.
- [6] Kermit, F. B. Et. Al. (1977), The technology of Artificial Lift Methods. Petroleum Publishing Co., Tulsa – USA, Vol. 2b.

Gracias por su atención