

## APLICACIÓN TECNOLÓGICA NACIONAL EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE PETRÓLEO

Paulo Lopez info@sertecpet.com.ec

### INTRODUCCIÓN

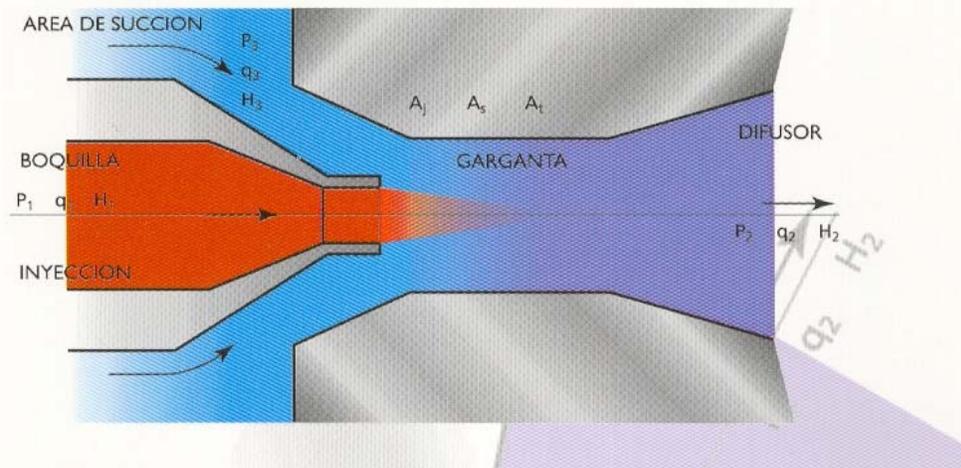
En los campos de petróleo operados por Petroproducción en el Distrito Amazónico, Sacha, Auca, Lago Agrio, pertenecientes a la Ex Texaco y Libertador de la Ex Cepe, con la finalidad de incrementar la producción, se incorporaron los sistemas de Levantamiento Artificial por Bombeo Hidráulico, luego de los análisis técnicos de acuerdo al tipo de yacimiento.

Por todo lo anotado la CIA SERTECPET toma como iniciativa realizar una reingeniería de las bombas hidráulicas y de las condiciones actuales de los yacimientos.

### VENTAJAS DE LA BOMBA JET CLAW

- Gran versatilidad.
- Puede ser utilizada en camisas, cavidades, coild Tubing o mandriles de gas lift.
- Puede ser recuperada del pozo hidráulicamente o utilizando unidad de slick line.
- Utilizada para pozos exploratorios, de desarrollo, inyectoros, pruebas de pozos, pozos en producción.
- Para cierres de fondo para restauración de presión.
- Minimiza las pérdidas de presión por fricción.
- Debido a su metalurgia puede ser utilizada para recuperar ácidos o solventes.
- Ideal para limpieza de arenas en los pozos.
- Puede usarse en pozos verticales, direccionales u horizontales.
- Información inmediata de los datos de yacimiento, como del IPR, presiones de reservorio y presiones de fondo fluyente.

## ESPECIALISTAS EN BOMBEO HIDRAULICO Y EVALUACION DE POZOS PETROLEROS



## TIPOS DE BOMBA



Bomba Convencional

# Tipos de Bombas Jet CLAW®



Bomba Reversa

## JET CLAW CONVENCIONAL

En esta bomba se puede instalar en su interior los memory gauges para realizar los build-up, o los muestreadores para toma de muestras de fondo para análisis PVT.





### JET CLAW REVERSA

Esta bomba se utiliza para la evaluación de pozos, con una recuperación de la información del yacimiento, por cuanto es necesario desplazar los fluidos del Tubing, obteniendo inmediatamente el fluido de la formación.

Muy utilizada para pruebas de producción de pozos con TCP y DST.





### SELECCIÓN DE LA BOMBA

Las condiciones establecidas para las pruebas de las bombas jet Claw fueron:

1. Mantener o incrementar la producción de los 4 pozos en un 10 %, manteniendo como margen para las pruebas de un límite inferior de -10%.
2. Superar la vida útil por pozo.

Para la selección de los pozos, se llegaron a acuerdos mutuos con PETROPRODUCCION, en base a:

- A. Historia de producción por pozo de los últimos 6 meses anteriores al inicio de la prueba, con parámetros de:

#### PRUEBA DE PRODUCCIÓN:

BFPD: Barriles de fluido por día  
 BSW: Porcentaje de sedimentos básicos y agua  
 BPPD: Barriles de petróleo por día  
 BAPD: Barriles de agua por día  
 API: Gravedad del petróleo

#### INYECCIÓN DE FLUIDO MOTRIZ

TIPO: Petróleo  
BIPD: Barriles de inyección por día  
BSW: Porcentaje de sedimentos básicos y agua  
PP: Presión de planta  
API: Gravedad del fluido motriz

#### PARÁMETROS DE OPERACIÓN

PP: Presión de planta  
PT: Presión de Tubing  
PC: Presión de casing  
PCAB: Presión de cabeza de pozo  
PS: Presión del separador.

#### B. INFORMACIÓN DEL YACIMIENTO

Zona de producción

PR: Presión de reservorio  
PWF: Presión de fondo fluyente  
PB: Presión de burbuja  
IPR: Índice de productividad  
Profundidad del intervalo productor  
Profundidad de asentamiento de la bomba  
Profundidad total de la tubería de producción (Tubing)

#### C. INFORMACIÓN ADICIONAL DE IMPORTANCIA

A la fecha de la selección de los pozos, se analizaron 58 pozos con bombas jet Guiberson, de todos los campos de Petroproducción.

Hay que recalcar que en la selección de pozos no hubo la atención a las cavidades dañadas, como se podrá observar mas adelante con el pozo SACHA-43.

Se acordó probar las bombas en los siguientes pozos:

POZO	ZONA	MES	PROMEDIO DE PRUEBAS MENSUALES							
			BFPD	BSW %	API	P.TUB. PSI	P.TRIPLEX PSI	BIPD	API/I	GEOM
LAG-27	H	nov-02	267	19.8	29.1	3550	3600	1060	29.5	B+5
		dic-02	210	26.6	29.1	3450	3550	1060	29.5	B+5
		ene-03	138	31.8	29.1	3400	3500	1070	29.4	B+5
		feb-03	207	25.2	29.0	3450	3500	1060	29.3	B+5
			206							
LAG-41	HS	nov-02	589	27.1	28.7	2600	3600	1020	29.2	C5
		dic-02	573	27.0	28.6	2600	3600	1030	29.3	C5
		ene-03	654	20.7	28.6	3100	3600	1100	29.2	C5
		feb-03	641	23.8	28.7	3150	3600	1120	29.2	C5
			614							
SAC-37	T	nov-02	369	2.1		3600	3900	1840	28.6	D7
		dic-02	421	3.6		3600	3880	1860	28.6	D7
		ene-03	314	4.5		3600	3900	1870	28.6	D7
		feb-03	365	4.0		3700	3900	1860	28.6	D7
			367							
SAC-43	U	nov-02	674	20.0		3550	3780	1750	28.6	D6
		dic-02	677	23.1		3550	3780	1700	28.6	D6
		ene-03	606	24.0		3700	3750	1720	28.6	D6
		feb-03	675	23.4		3700	3760	1720	28.6	D6
			658							

#### DETERMINACIÓN DE LA VIDA UTIL

En el cuadro siguiente presento un resumen de la vida útil de las bombas.

POZO	BOMBA	DIAS CORRIDOS	ZONA	MOTIVO CAMBIO	OBSERVACIONES
LAG-27	D6	4	H	Cambio de geometría	De D6 a B+4
	B+4	19	H	Tratamiento a Hollin	Bajan bomba reparada
	B+4	104	H	Fluido motriz sucio	Mixing tube cavitado
	B+4	21	H	Fluido motriz sucio	Mixing tube cavitado
	B+4	83	H	BUPa Hollin	Bajan bomba reparada
	B+4	15	H	Para swabear pozo	Queda con blanking
	B+4	23	H	Perdida de producción	Sobre inyección
	B+5	141	H	BUPa Hollin	Bajan bomba reparada
	B+5	41	H		
		50		Vida útil promedio	
		87		Vida útil acordado	
LAG-41	C-5	94	HI + HS	Fluido motriz sucio	Bajan bomba reparada
	C-5	146	HI + HS	Fluido motriz sucio	Bajan bomba reparada
	C-5	158	HI + HS	Fluido motriz sucio	Bajan bomba reparada
	C-5	96	HS	Tratamiento a la formación	Bajan bomba reparada
	C-5	31	HS	Escala en el nozzle	Bajan bomba reparada
		105		Vida útil promedio	
		107		Vida útil acordado	
SAC-37	D-7	17	T	Cambio de pistón a jet	Espera WO.
	D-7	108	T	Baja de producción	
	D-7	3	T	Baja de producción	Tratamiento a la form.
	D-7	2	T	Nozzle taponado	
	D-7	6	T	Cambio de T a U	
	D-7	2	T	Cambio de U a T	
		23		Vida útil promedio	
		108		Vida útil acordado	
SAC-43	D-6	39	U	Desgaste del nozzle	
	D-6	50	U	Escala en el nozzle	
	D-6	78	U	Nozzle picado	Garganta cavitada
	D-6	267	U	Corrosión en inner tube	
	D-6	2	U		
	D-6	11	U	Baja de producción	Cauchos en bomba
	D-6	74	U	Corrosión en inner tube	
		74		Vida útil promedio	
		102		Vida útil acordado	

En el cuadro que sigue se presenta los parámetros de los pozos seleccionados que sirvieron de base para la evaluación del funcionamiento de las bombas jet Claw.

POZO	YACIM	BFPD	BSW	BPPD	VIDA UTIL
LAG-27	H	206	17.1	171	87
LAG-41	HS	614	31.0	424	107
SAC-37	T	367	2.0	360	108
SAC-43	U	658	27.4	478	102

Los BFPD es el promedio de los últimos 4 meses.

#### CORRIDA DEL PROGRAMA

El software de diseño de las bombas jet Claw tiene dos aplicaciones importantes:

- I. Índice de Productividad
- II. Selección de la bomba

#### 1. INDICE DE PRODUCTIVIDAD

Cuando no se disponen de información de BUP de registros de presión electrónicos, este programa nos permite determinar los Pwf a diferentes tasas de producción, para la selección óptima de la bomba. Presión de reservorio, producción máxima del pozo. El programa permite correr dos alternativas.

- A. Generación de gráfico
- B. Con 2 pruebas.

- A. La generación de gráfico cuando corremos el programa con la información seleccionada de una prueba.

PASOS:

1. Ingresar las variables del índice de productividad: Qt, Pwf, BSW, Psep., Tsep., PR, Tf, SG, API.
2. Seleccionar dos opciones de presión de burbuja:
  - a. Cuando se conoce la presión de burbuja, y
  - b. Cuando no se conoce la presión de burbuja y se desea que el programe calcule.
3. Seleccionar la correlación de:
  - a. Standing,  $\delta$
  - b. Vásquez
4. Salir del menú
5. En el siguiente menú permite seleccionar la curva de Vogel y el IPR Compuesto
6. Genera las curvas del IPR.

- B. Cuando se realizan dos pruebas de producción a diferentes presiones de fondo fluente, permite encontrar el índice de productividad y la presión de reservorio.

PASOS:

1. Ingresar los datos de las dos pruebas corridas, Qf y Pwf
2. Presionar cualquier tecla, lea los resultados del índice de productividad y la presión de reservorio.

## II. SELECCIÓN DE LA BOMBA

- A. TRIPLES FIJA
- B. PWF FIJA

- A. TRIPLES FIJA.

Esta alternativa cuando disponemos de toda la información de las pruebas y del yacimiento.

PASOS:

1. Ingrese toda la información de las variables para la selección de la bomba: información, general, datos mecánicos, datos del reservorio y datos de diseño.
2. Presionar la opción salir.
3. Elija el Nozzle y la garganta.
4. Elija la opción Nodal.
5. Presione la opción mejor geometría para que registre la geometría seleccionada.

6. Salida a hoja de resultados.

**INGRESO DE VARIABLES**

**INGRESO DE DATOS DE LA SELECCION DE LA BOMBA JET**

PARA:	ING SANTIAGO PASTOR	COMPANIA:	KERR Mc GEE
POZO:	COCA	NUMERO:	01
ARENA:		FECHA:	12/10/2004

DATOS MECANICOS		DATOS DE RESERVORIO		DATOS DE DISEÑO	
ID. TUBERIA PLG	2,992	P. ESTATICA PSI	3,600	PROD. DESEADA BFPD	420
OD TUBERIA PLG	3,500	API. FLUIDO P.	18,00	PRE. OPERACION PSI	23,000
ID. ANULAR PLG	6,276	GOR:	23	PRES. INTAKE PSI	368
PROF. TUBO PIES	9,305	BSW	0,37	F. INYECTADO	PETROLEO
PRE CABEZA PSI	90	T. FONDO * F	210	API. F. MOTRIZ	10,0
		T. SUPERFICIE * F	100	VIA INYECCION:	TUBERIA
		GRAV. ESP. GAS	0,870	VIA RETORNO:	ANULAR
		GRAV. ESP. AGUA	1,03	PROF. BOMBA PIES	9,305
				LG. LINEA FLUJO PIES	10,000

Primer Anterior **Siguiente** Último Buscar Imprimir Agregar Modificar Eliminar Salir

duplicar

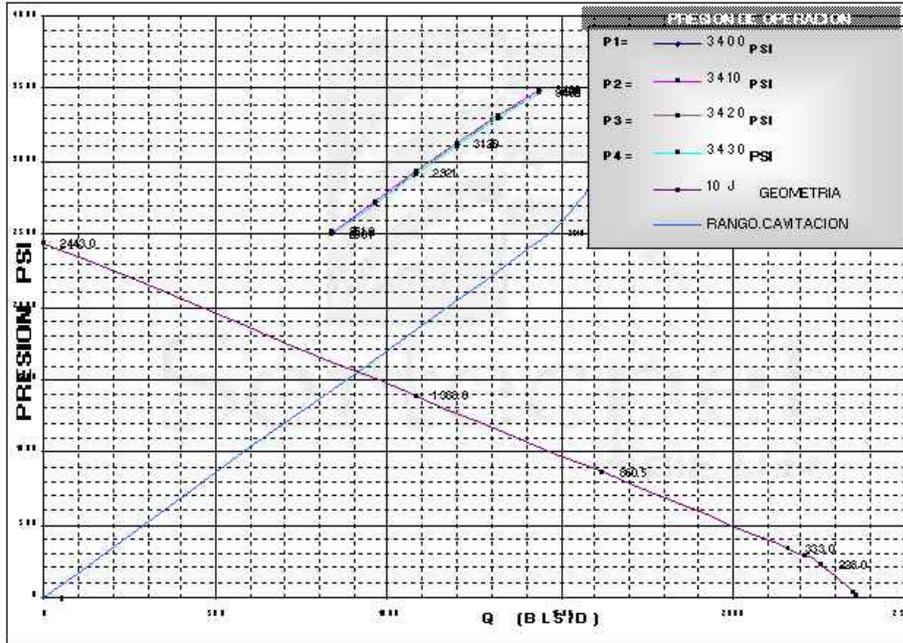
B. PWF FIJA

Cuando no disponemos de información del yacimiento, no disponemos de las presiones de reservorio y sobre todo de la presión de fondo fluente, esta alternativa nos permite determinar la presión de fondo fluente a la que estaba operando.

Es recomendable una vez que se ha determinado la PWF por este método, correr el método de "TRIPLEx FIJA", y seleccione el diseño optimo de la bomba.

## ANALISIS NODAL CON JET CLAW

<b>Representante:</b> LEONARDO JIMENEZ	<b>Pozo:</b> ACAE	
<b>Empresa:</b> ECOPETROL	<b>Numero:</b> 12 D	
<b>Fecha:</b> 12/10/04 12:26:09 PM	<b>Arena:</b> U2 U3	



INyec. BIPD	PROD BFPD	PRESSION ENTRADA (PSI)	PRESSION OPERACION (PSI)	PRESSION DESCARGA (PSI)	RANGO CAVIT (BLS/D)	EFICIENCIA BOMBA %	POTENCIA HP
----------------	--------------	---------------------------	-----------------------------	----------------------------	------------------------	-----------------------	----------------

### RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS CUATRO POZOS A PRUEBA

Los resultados obtenidos fueron positivos, superando los parámetros de prueba en los pozos LAG-27, LAG-41, SAC-37. En el pozo SAC-43 la producción fue disminuyendo, rebasando el límite del -10%, se recuperó las bombas por tres ocasiones, siempre salió la bomba sin daño, determinándose que la causa de disminución de producción se debió a causas mecánicas de la completación, como es la cavidad dañada con corte de fluido. Los resultados se pueden observar en el siguiente cuadro:

POZO	BFPD	BPPD	BSW	DIAS	BFPD	BPPD	BSW	DIAS	INCREMENTO			
									BPPD	%	DIAS	%
LAG-27	206	171	17.1	87	286	237	17.1	140	66	39%	53	61%
LAG-41	614	424	31.0	107	695	480	31.0	119	56	13%	12	11%
SAC-37	367	360	2.0	108	397	389	2.0	150	29	8%	42	39%
SAC-43	658	478	27.4	102	584	424	27.4	108	-54	-11%	6	6%
TOTAL												

Los beneficios económicos a favor del Estado Ecuatoriano, se muestran en el cuadro que sigue:

POZO	BENEFICIOS ECONOMICOS				
	BPPD	DIAS	COSTO BL	BARRILES PRODUCIDOS	INGRESOS ADICIONALES
LAG-27	66	140	25	9,240	231,000
LAG-41	56	118	25	6,608	165,200
SAC-37	29	150	25	4,350	108,750
TOTAL					504,950

El pozo SAC-43 no está considerado en este resumen por cuanto la bomba jet Claw operó con cavidad dañada, que luego de pasar la prueba fue intervenido mediante reacondicionamiento para cambio de cavidad.

#### VENTAJAS OBTENIDAS

- Incremento de producción
- Aumento de la vida útil de las bombas

Esto se traduce en el aspecto económico por:

- Ingresos adicionales por incremento de producción y días de operación de las bombas.
- Reducción de costos por mantenimiento.

#### **PROYECTO DE NEGOCIACIÓN**

Establecer reglas claras y de largo plazo atraerá la inversión extranjera o nacional, creando confianza a nivel nacional e internacional.

Según la ley en la ley de Hidrocarburos en su Artículo 2 inciso 5to. Del Reglamento Sustitutivo al Reglamento de Contratación para Obras, Bienes y Servicios Específicos, Artículo 29 y el Instructivo de Contratación de Obras, Bienes y Servicios Capítulo V, promulgan que se dará preferencia a la industria nacional.

A nivel de pozo es muy aventurado establecer incrementos de producción, por lo tanto se debe realizar una verdadera auditoria de reservas, que es el punto principal para cualquier negociación. Determinar costos de barril in situ.