

## **TITULO:**

“REHABILITACION DE LOS EQUIPOS PARA ANALISIS PVT ( PRESION, VOLUMEN Y TEMPERATURA ) DEL LABORATORIO DE YACIMIENTOS Y PETROFISICA DE LA FACULTAD ICT-ESPOL”

## **AUTORES:**

Javier Zhunio Gonzalez<sup>1</sup> , Javier Rumipamba Méndez<sup>2</sup>, Ricardo Gallegos Orta<sup>3</sup> .

## **RESUMEN:**

En este trabajo se describe la rehabilitación de los equipos para el método de análisis de sistemas “petróleo y gas disuelto de bajo encogimiento” que se tiene disponible en el Laboratorio de Yacimientos y Petrofísica de la Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra ( FICT), abarcando: Conceptos básicos, la condición de los equipos, la parte experimental y el procedimiento de calculo tanto a mano como computarizado.

En la parte experimental, se hace una descripción y recalibración del equipo principal y auxiliar que se utiliza, y de las operaciones detalladas para efectuar el estudio del comportamiento presión-volumen-temperatura (análisis PVT) en muestras representativas de tales sistemas, para lo cual se utilizo una muestra de un pozo que pertenece a uno de los campo de Petroproducción.

## **INTRODUCCIÓN:**

El movimiento de los hidrocarburos desde el fondo del pozo a la superficie para ser transportado hacia las facilidades de superficie, esta sujeto a cambios de presión, volumen y temperatura. Cambios considerables en el volumen y las propiedades del mismo, hacen la predicción del comportamiento de los yacimientos una gran tarea y su estudio dependerá de los datos obtenidos tanto en el laboratorio como en el campo, para la obtención de esta información en laboratorio se utiliza la celda P.V.T. y sus equipos

<sup>1</sup> Egresado Ingeniero en Petroleo, 2000. <sup>2</sup> Egresado Ingeniero en Petroleo, 2000. <sup>3</sup> Director de Tesis, Ingeniero en Petroleo, Universidad de Zulia-Venezuela, 1973. Ingeniero en Petroleo, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1974. Master of Science en Ingenieria de Petroleo, University of Wyoming-EE.UU, 1979. Master in Business Administration, University of Tulane-ESPOL, 2000. Profesor de la ESPOL desde 1973.

auxiliares para realizar un análisis (presión, volumen y temperatura ) a muestras representativas del yacimiento.

Razon por la cual se procedio a la rehabilitación de los equipos para análisis PVT que se encuentran en el Laboratorio de Yacimientos y Petrofísica de la Facultad ICT, el mismo que servirá para la practicas de docencia, investigaciones petroleras y trabajos de servicios a la industria petrolera.

## **CONTENIDO:**

El presente trabajo esta encaminado a dar los conocimientos básicos y prácticos para el manejo de la celda P.V.T. así como también la conversación de los datos obtenidos en el laboratorio a parámetros aplicados a la ingeniería de petróleos.

# **I CONCEPTOS BASICOS**

## **1.1 QUE ES UN ANÁLISIS PVT**

Se llama análisis P.V.T al conjunto de pruebas que se realizan en el laboratorio para simular las condiciones de Yacimiento (Presión, Volumen y Temperatura) y poder determinar las propiedades de los fluidos en un yacimiento petrolífero. Las pruebas de laboratorio se realizan basándose en que dos procesos termodinámicos diferentes ocurren al mismo tiempo:

La separación instantánea de los fluidos(Petróleo y Gas) en la superficie durante la producción y la separación diferencial de los fluidos en el yacimiento durante la declinación de presión.

## **1.2 QUE APORTA UN ANÁLISIS PVT**

Se realiza un análisis PVT a una muestra representativa del un yacimiento petrolífero, con el objetivo de poder determinar las propiedades de los fluidos en este yacimiento.

En la prueba de separación instantánea se obtiene las propiedades de los fluidos en función de presión para presiones por encima de la presión de burbujeo, tales como factor volumétrico del petróleo ( $B_o$ ), densidad del petróleo ( $\rho_o$ ), compresibilidad del petróleo ( $C_o$ ), etc

De los datos de la liberación diferencial podemos calcular la solubilidad del gas en el petróleo( $R_s$ ), factor volumétrico del petróleo( $B_o$ ), densidad del petróleo( $\rho_o$ ), la composición, gravedad, compresibilidad del gas( $z$ ), factor volumétrico del gas liberado ( $B_g$ ), etc.

En el análisis PVT se reporta también el comportamiento de la viscosidad del petróleo a condiciones de temperatura del yacimiento.

## **II EQUIPOS DE LA CELDA PVT DE LA FICT**

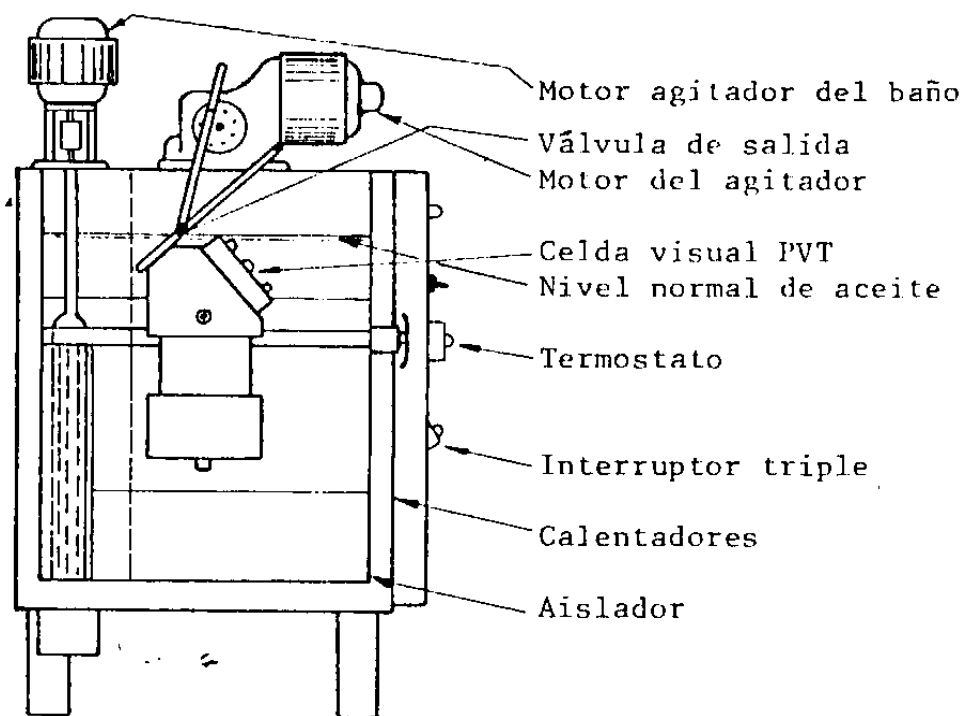
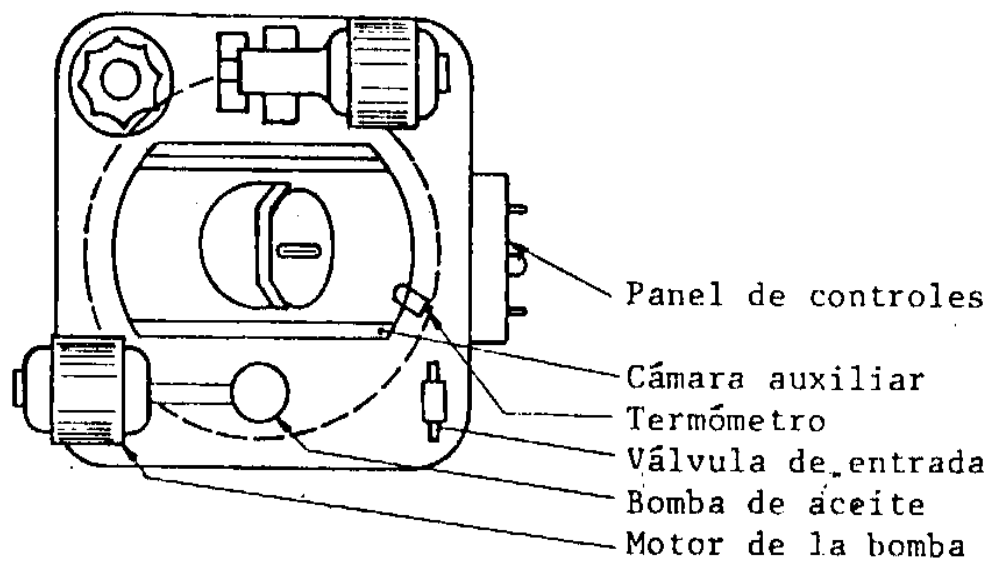
### **2.1 BOMBAS DE DESPLAZAMIENTO VOLUMÉTRICO**

La bomba de desplazamiento volumétrico permite efectuar dos funciones: las variaciones de presión en la celda medida por inyección o extracción de mercurio y por otra parte medir los volúmenes que son inyectados o extraídos.

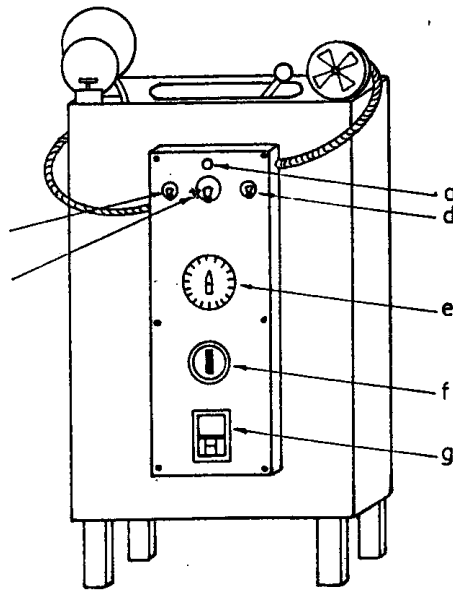
### **2.2 CELDA PVT.**

La celda donde se efectúa el estudio presión-volumen-temperatura, consiste básicamente de un cilindro hueco de acero inoxidable aproximadamente de 600 cm<sup>3</sup> de capacidad.

Esta diseñada para soportar fuertes cambios de presión y temperatura ( 10000 lpc y 350 °F ), la celda tiene una ventana de vidrio con una apertura de 4.4 cm de longitud y 0.64 cm de ancho, para observar las interfases gas-petróleo-mercurio.



**Fig. No 1 PARTES Y COMPONENTES DE LA CELDA PVT**



**Fig. No 2 VISTA FRONTAL DEL PANEL DE CONTROLES**

- a) LUZ PILOTO.- Indica el funcionamiento del termostato.
- b) TERMOSTATO.- Controla la entrada de calor del sistema de calentamiento.
- c) NIVEL DE ACEITE.- Es un interruptor de triple posición, siendo la superior para elevar el nivel, la intermedia es neutra, la inferior es para bajarlo.
- d) AGITADOR..- Acciona el agitador que permite la circulación del aceite caliente dentro de la celda.
- e) TERMOSTATO.- Escala graduada para establecer la temperatura deseada, cada división es 1°F.
- f) INTERRUPTOR TRIPLE.- Proporciona velocidad de calentamiento al sistema dando calor, tiene 3 posiciones ALTO, BAJO Y MEDIO.
- g) CONMUTADOR PRINCIPAL.- Proporciona la energía necesaria y acciona el agitador a la vez.

## **CAPITULO III CALIBRACION DE LOS EQUIPOS**

### **3.1 CALIBRACION DE LA BOMBA DE DESPLAZAMIENTO.**

Antes que todo hay que determinar si el manómetro se encuentra calibrado o de lo contrario hay que hacerlo, hay una suposición que se tiene que tener en cuenta y es que la temperatura ambiente se mantiene constante durante el procedimiento de calibración. Para proceder a la calibración, se procede de la siguiente manera:

- 1) Debemos realizar vació después de haberla limpiado con un solvente apropiado, para eliminar residuos.
- 2) Se llena totalmente la bomba con mercurio usando el vaso alimentador, evite la entrada de aire cerrando la válvula de conexión de vació.
- 3) Una vez llenada la bomba se cierra la válvula vaso-cámara. Leer la temperatura en la bomba, y conecte en el extremo de salida un ducto en forma de cuello de ganso, para recuperar mercurio.
- 4) La escala y el vernier deben estar encerados. Subir la presión hasta la presión de calibración (5000 Lpc ) y tomar la lectura inicial de la bomba ( Lib ).
- 5) Bajar la presión hasta 0 Lpc, abrir media vuelta la válvula de salida y desplazar un volumen aproximado de mercurio ( 5 – 10 cm<sup>3</sup> ) por el cuello de ganso a un recipiente previamente pesado ( Mrv ).
- 6) Cerrar la válvula de salida y subir la presión a 5000 Lpc y anotar la lectura final de la bomba ( Lfb ).
- 7) Pesar en una balanza el recipiente con mercurio y anotarlo en la hoja de calibración (Mrhg ).
- 8) Repetir los pasos ( 5 ) al ( 7 ) hasta cubrir la capacidad de la bomba.

### **3.2 CALIBRACION DE LA CELDA**

Para determinar la capacidad de la celda, se realiza el siguiente procedimiento:

- 1) Abrir la válvula superior de la celda y conectar la bomba de vació, asegúrese que la válvula inferior permanezca cerrada.
- 2) Hacer vació y controlar posibles fugas observando el manómetro medidor de vació. Cerramos la válvula superior y conectamos la bomba de desplazamiento a la celda.
- 3) Abrir la válvula bomba – celda y llenar de mercurio la línea de conexión hasta la válvula inferior de la celda, que se encuentra cerrada, elevar la presión hasta la presión de calibración.
- 4) Cerrar lentamente la válvula bomba – celda para dejar la presión en la línea igual a la presión de calibración ( 5000 lpc )
- 5) Tomar lectura inicial; de la bomba ( Lib )
- 6) Abrir ( 1 ½ vueltas ) la válvula bomba – celda y luego abrir lentamente la válvula inferior de la celda observando que la presión no disminuya a la presión

de calibración ( en  $\pm 5000$  Lpcm ), esto se logra desplazando mercurio por medio de la bomba de desplazamiento, hasta terminar la capacidad de la misma.

- 7) Cerrar la válvula bomba – celda, tomar lectura de la bomba (  $L_{fb}$  ) como lo indica la hoja de calibración. Procedemos a realizar un cambio de bomba, con el objeto de inyectar mas volumen de mercurio a la celda. Disminuir la presión a cero, para
- 8) proceder a inyectar mas mercurio a la cámara de la bomba, abriendo la calcula del vaso alimentador.
- 9) Repetir estas operaciones ( 5) a la ( 8) varias veces hasta llenar la capacidad de la celda, se detecta el llenado de la misma cuando la presión se incrementa con el desplazamiento de mercurio.

Con la finalidad de fijar la presión, se cierra lentamente la válvula inferior de la celda, equilibrándola.

#### **CONCLUSIONES:**

- Realizada la calibración de la bomba de desplazamiento de mercurio y de la celda P.V.T. se encontraron las siguientes constante
  - Factor de calibración de la bomba (  $F_{cb}$  ) =  $0992$  cc / div
  - Factor de calibración de la celda por presión (  $F_{ccp}$  ) =  $0.0000459$  cc / lpc
  - Factor de calibración de celda por temperatura (  $F_{cct}$  ) =  $0.0502$  cc / ° F
- La presión de saturación para el petróleo crudo analizado a la temperatura de yacimiento de  $227$  ° F , fue  $330$  lpc, mientras que la presión obtenida por Petroproducción fue de  $335$  lpc, lo cual resulta ser bastante aceptable, lo que hace considerar que los equipos para análisis P.V.T funcionan correctamente.

Para comparación de resultados se elaboro la siguiente tabla, en la cual se encuentran los resultados obtenidos en la prueba P.V.T en los Laboratorios de Petroproduccion y con los que se obtuvieron en el Laboratorio de Yacimientos y Petrofísica de la FICT-ESPOL.

	<b>Pb</b>	<b><math>\beta_o</math></b>	<b><math>\beta_g</math></b>	<b>Rs</b>
<b>Lab. Petroproduccion</b>	<b>335</b>	<b>1.465</b>	<b>0.077</b>	<b>192.974</b>
<b>Lab. FICT- ESPOL</b>	<b>330</b>	<b>1.55249</b>	<b>0.09573</b>	<b>227.137</b>

## **REFERENCIAS:**

### a) Libro

1. Tesis de Grado “Calculo de los parámetros de Ingeniería de Yacimientos mediante Análisis de Presion, Volumen y Temperatura (P.V.T): Manual de Recalibracion y Aplicacion Operacional de los Equipos de la Celda PVT del Laboratorio de Petroleo de la FICT-ESPOL”, Facultad ICT- ESPOL, 2001.

### b) Reporte Tecnico

2. Ing. Jose Poma ( YPF ECUADOR ), Apuntes de Semanario “Analisi PVT”, 26-30 Mayo 1986.

### c) Libro

3. B.C. Craff and F. Hawkins, Applied Petroleum Reservoir Engineering , ( Prentice Hall Inc. 1959), pp 59-72, 97-113.

### d) Libro

4. L.P. DAKE, Fundamentals of Reservoir Engineering, ( Elsevier Scientific Publishig Company, 1978), Capitulo 2 y 3.