

## VI. EQUIPO DE SEPARACIÓN.

En un diseño de separación de aceite-gas es importante conocer las condiciones del proceso, las cuales nos van a permitir poder separar la mezcla bifásica y proponer bases de diseño.

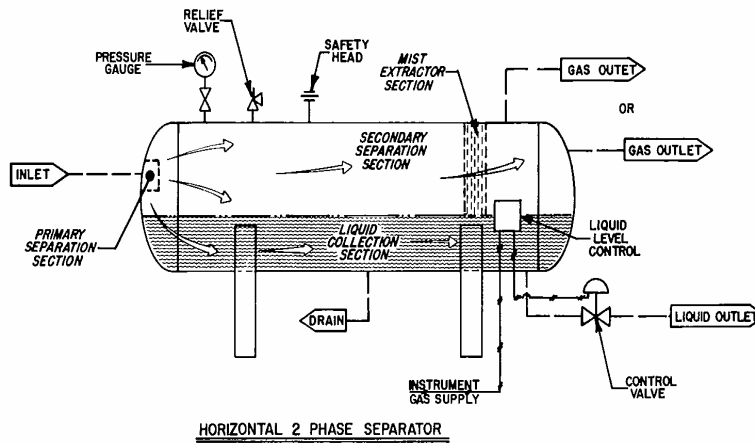
### **6.1 Descripción del equipo de separación bifásico (Gas-líquido).**

Tiempo de Retención. Es el tiempo en donde el líquido y el gas alcanzan el equilibrio con la presión del separador, se le conoce también como el tiempo promedio que una molécula de líquido es retenida en el tanque asumiendo flujo tapón. Éste tiempo de retención está entre 30 segundos y 3 minutos. Cuando hay presencia de burbujeo este tiempo cuatriplica el requerido.

Hay tres tipos de Separadores bifásicos y son los horizontales, verticales y esféricos, los cuales nos interesa para el propósito de la tesis los dos primeros.

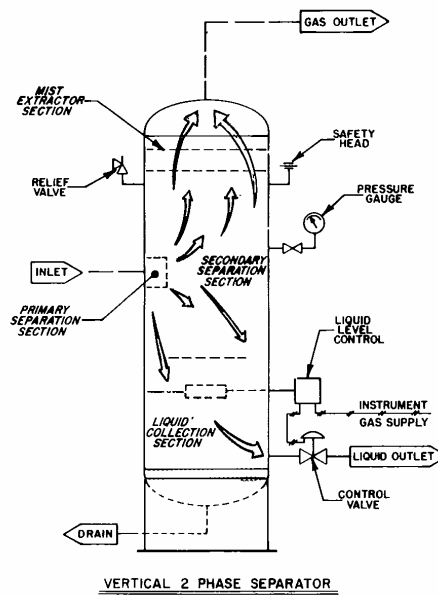
**Separador Horizontal.** El fluido entra al separador y choca con el deflector interno causando la separación, a esto se le llama la separación inicial del líquido y vapor, la fuerza de gravedad causa que el líquido se vaya hacia el fondo y el gas vaya hacia el domo del recipiente. La recolección de líquido en el fondo provee un tiempo de retención del cual ayuda a que los gases y líquidos encuentren el equilibrio a una presión.

**Fig. 6.1 Separador Horizontal Bifásico.**



El **Separador Vertical Bifásico** tiene la misma descripción que el separador horizontal, pero éste se utiliza cuando en la producción de hidrocarburos líquidos hay una cantidad mayor de gas que de aceite.

**Fig. 6.2 Separador Vertical Bifásico.**



### 6.1.1 Cálculo de Separador Vertical.

1.- Cálculo del diámetro del tanque en función de la velocidad de vapor.

$$Vg = \frac{4.47}{\rho v^{0.5}} \quad \text{ec. 2}$$

Vg = Velocidad del Vapor ft/seg.

$\delta v$  = Densidad del vapor lb/ft<sup>2</sup>.

$$D = \left[ \frac{Qv}{0.785 * Vg * 60} \right]^{0.5} \quad \text{ec. 3}$$

D = Diámetro ft.

Vg = Velocidad del Vapor ft/seg

2.- Cálculo de la boquilla de alimentación, D<sub>boquilla</sub>.

$$Ve = \frac{160}{\rho M^{0.5}} \quad \text{ec. 4}$$

Ve = velocidad de flujo total ft/seg.

$$\rho M = \frac{Qv + QL}{\left( \frac{Qv}{\rho v} \right) + \left( \frac{QL}{\rho l} \right)} \quad \text{ec.5}$$

$\delta M$  = Densidad de la mezcla lb/ft<sup>3</sup>

Qv = Flujo másico del gas lb/hr

QL = Flujo másico del condensado lb/hr.

$\delta v$  = Densidad del vapor lb/ft<sup>2</sup>.

$\delta l$  = Densidad del líquido lb/ft<sup>2</sup>.

$$D_{boquilla} = \frac{Qt}{0.785 * 60 * Ve} \quad \text{ec. 6}$$

D<sub>boquilla</sub> = Diámetro de Boquilla ft.

Qt = Flujo volumétrico total lb/hr

Ve = Velocidad de flujo total. ft/seg.

Patrón de Flujo Disperso.

$$Bx = 531 * \left( \frac{Qv}{QL} \right) * \left( \frac{(\rho l * \rho v)^{0.5}}{\rho l^{0.66} * \mu L^{0.66}} \right) \tau L \quad \text{ec. 7}$$

Qv = Flujo másico del gas lb/hr

QL = Flujo másico del condensado lb/hr.

$\delta v$  = Densidad del vapor lb/ft<sup>2</sup>.

$\delta l$  = Densidad del líquido lb/ft<sup>2</sup>.

$\mu L$  = Viscosidad. Cp.

$\tau L$  = Tensión Superficial. Din/cm

Patrón de flujo anular.

$$By = 2.16 * \left( \frac{Qv}{0.785 * 16^{12.2} * 7.962} \right) \quad \text{ec. 8}$$

3. Cálculo de la altura del tanque:

$$\text{Área del tan que} = \frac{\Pi D^2}{4} \quad \text{ec.9}$$

En la figura 8.7 en la hora de resultados podemos ver un ejemplo de éste tipo de cálculo.

ht = espacio mínimo entre el interno y la longitud t-t superior del separador, ft

hv = espacio vapor entre la boquilla y los internos de separación, ft.

hbn = espacio entre la boquilla y el nivel máximo de líquido, ft.

hr = Nivel máximo de líquido, ft.

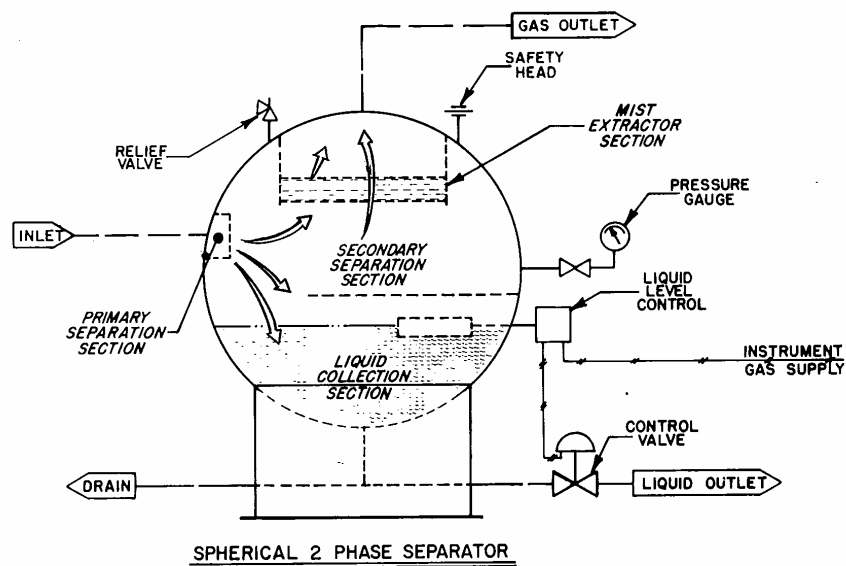
hd = Nivel mínimo de líquido, ft.

**Altura total del separador** =  $ht + m + hv + hbn + hr + hd$

Para la realización de otros cálculos y toma de decisión del diseño podemos ver los Apéndices A, B, C y D

**Separador Esférico Bifásico.** Éstos operan de la misma manera, pero no se utilizan mucho, ya que su capacidad para líquido está limitada y su diseño y fabricación son muy difíciles para un campo de separación de aceite.

**Fig. 6.3 Separador Esférico Bifásico.**



## 6.2 Separador Trifásico (Gas-Aceite-Agua).

El dimensionamiento de estos separadores se basa principalmente en el tiempo de retención, en donde las tres fases se separan eficientemente, normalmente éste varía de 3 segundos a 30 minutos dependiendo de la composición del fluido y del trabajo de laboratorio, pero si no se cuenta con esta información, el tiempo de retención del aceite y

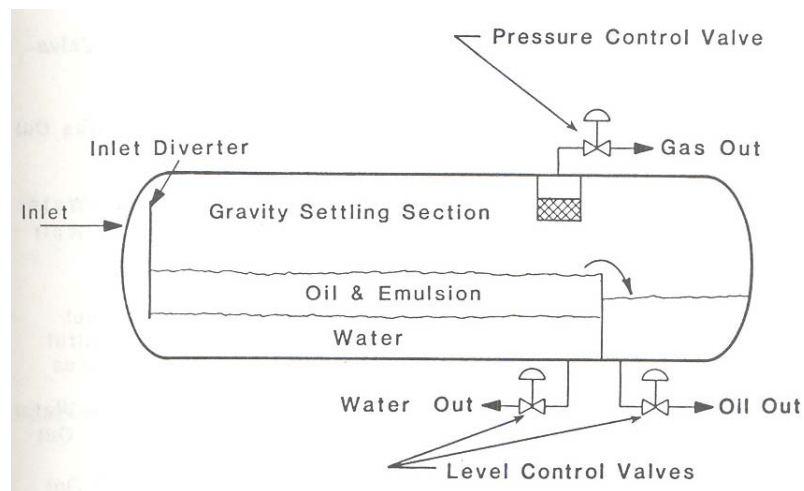
el agua sugerido para diseño es de 10 minutos. La fracción del agua, obtenida por el asentamiento de gravedad se le llama agua libre.

### 6. 3 Descripción del equipo separador trifásico. (Gas-Aceite-Agua)

**Separador Horizontal.** El fluido entra y choca con el deflector para llevar a cabo una separación rápida y eficiente, en la mayoría de los diseños el deflector tiene un bajante que conecta el flujo del líquido debajo de la interfase gas-aceite y la proximidad de la interfase aceite-agua. La sección del colector de líquido del tanque provee suficiente tiempo para que el aceite y el agua se separen por gravedad, como el agua libre es más pesada, ésta queda en el fondo del recipiente.

Como se observa en la figura 6.4, el vertedero mantiene el nivel de aceite, la válvula de control de nivel se acciona cuando éste está en un nivel apropiado y manda la señal neumática a la válvula para que se abra y cuando baja el nivel, la válvula controladora de nivel se cierra, de igual manera se opera la de nivel de agua. El gas, sin embargo, fluye en dirección a un extractor de niebla, que su función es no dejar pasar partículas de agua, el cual al llegar a una presión mayor que la del tanque, esta se abre y mandar el flujo hacia la siguiente etapa.

**Fig. 6.4 Separador Horizontal Trifásico.**



### 6.3.1 Cálculo de Separador Horizontal Trifásico.

1. Valor Discriminate FI.

$$FI = \left( \frac{\text{Flujodellí quidoliger o}}{\text{flujodelíq uidopesado}} \right) * \left( \frac{\rho\text{ligero} * \mu\text{pesado}}{\rho\text{pesado} * \mu\text{ligero}} \right)^3 \quad \text{ec. 10}$$

Este valor es para saber cuál de las viscosidades de los líquidos tomar en cuenta para su diseño.

Si FI es menor de 0.5 dar el valor de la viscosidad del líquido ligero, si es mayor de 2 dar el valor de la viscosidad del pesado y si está entre los dos valores, calcular para ambos casos.

2. Velocidad de Asentamiento para los líquidos. (Va, ft/seg).

$$Va = \frac{(32 * Dp^2) * (\rho\text{pesado} - \rho\text{ligero})}{18 * \mu\text{total} * .000672} \quad \text{ec. 11}$$

Dp = Diámetro de partícula, ft

$\rho\text{pesado}$  = densidad del líquido pesado, lb/ft<sup>3</sup>.

$\rho\text{ligero}$  = densidad del líquido ligero, lb/ft<sup>3</sup>.

$\mu\text{total}$  = Viscosidad tomando en cuenta FI

Para el diámetro de partícula de líquido se tomó el que Vanes (Tipo de extractor de nieblas) tiene como estándar y es 0.000492 ft.

4. Ángulo  $\theta$  para recipiente.

$$\theta = \frac{A \cos^* (1 - HL / Ds)}{\pi} \quad \text{ec. 12}$$

HL = Altura de líquido, ft.

Ds= Diámetro del separador, ft.

3. Volumen Parcial del líquido. ( $V_p$ ,ft<sup>3</sup>).

$$V_p = \left(\frac{D_s}{2}\right)^2 * L_s * \left[ \text{sen}\left(\frac{\pi * \angle\theta * \Pi}{180}\right) * \cos\left(\frac{\angle\theta * \Pi}{180}\right) \right] \text{ ec. 13}$$

Ls = Longitud del Separador, ft.

4. Tiempo de Residencia del líquido. ( $t_r$ , min)

$$t_r = \frac{V_p}{\text{flujolíquidototal} * 60} \text{ ec. 14}$$

Fujo de líquido total, ft<sup>2</sup>/min.

**Fig. 6.5 Separador Vertical Trifásico.**

