

Como medir el volumen real en un tanque de combustible cilíndrico horizontal.

Los tanques para combustible utilizados comúnmente en equipos industriales con aplicación estacionaria a base de motores diésel como son: grupos generadores, equipo de bombeo, bombas contra incendio, compresores, equipo de construcción entre otros, pueden ser cúbicos o rectangulares (paralelepípedos) (para bases tanque y equipos móviles) y tanques cilíndricos (en sus versiones vertical y horizontal), siendo la más común la horizontal.

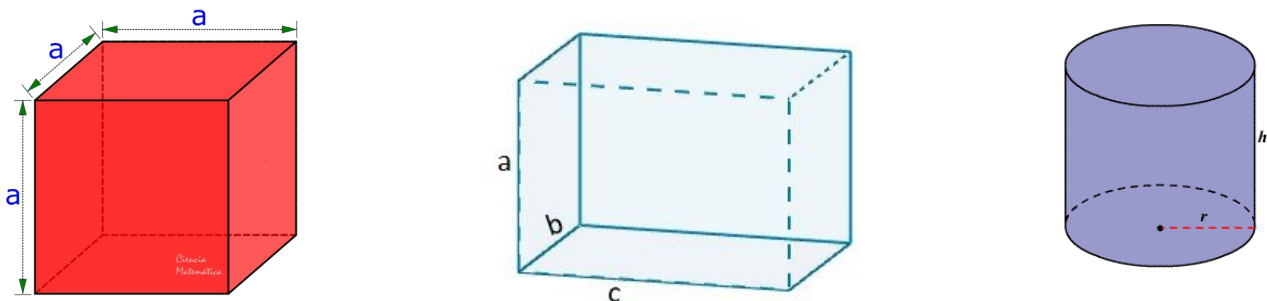


Como sabemos, el volumen contenido en un tanque de combustible depende de su configuración geométrica y se puede calcular fácilmente cuando el área de este es constante durante el proceso de llenado o vaciado.

Esto es:

En tanques con forma geométrica donde el área de la base es constante, el nivel de combustible al 100%, 75%, 50% o cualquier otro valor, estará directamente relacionado con la altura del punto en donde se mide el nivel descrito

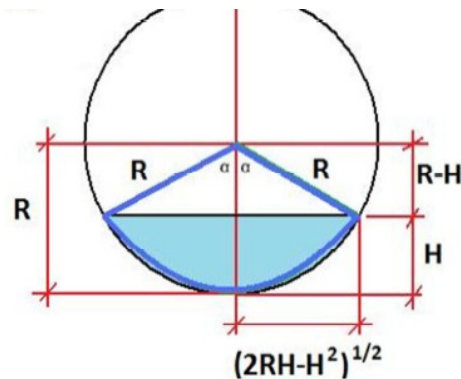
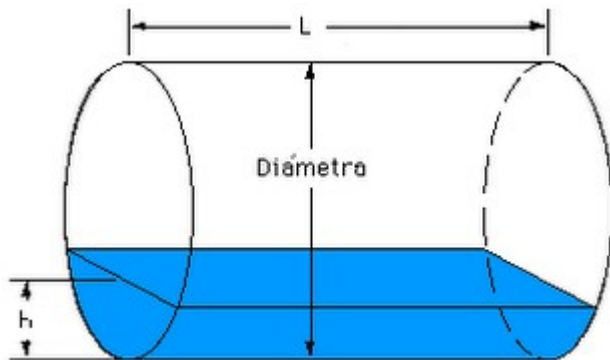
Estas figuras son: tanques cuadrados, tanques rectangulares y tanques cilíndricos instalados en posición vertical.



Cualquier tipo de medidor de combustible que se instale al tanque, ya sea de carátula o sensor de nivel (resistivos, capacitivos, flotadores, etc.) dará la lectura correspondiente al volumen del tanque en cualquier punto.

¿Pero, qué sucede con los tanques cilíndricos horizontales?

Si analizamos la siguiente figura, observamos que el área superior del nivel del combustible varía conforme el tanque se llena o se vacía y no sigue un patrón constante, obviamente esto no nos permite tener la lectura del volumen del combustible correcto.



Para el cálculo del área sombreada de un tanque cilíndrico de montaje horizontal (figura 2), se emplea la siguiente fórmula:

$$As = r^2 \cdot \cos^{-1} \left(\frac{r-h}{r} \right) - (r-h) \cdot \sqrt{(2rh-h^2)}$$

Donde:

As = Área sombreada
 r = radio
 h = altura
 L = Longitud del tanque

El volumen será entonces el resultado del área sombreada por la longitud del tanque

$$V = As \cdot L$$

Nota: para esta serie de cálculos, se han considerado tanques de combustible de acero con tapas planas y que mantienen una posición horizontal, para tanques de combustible con tapas abombadas o elípticas, se deberá realizar un cálculo adicional correspondiente al volumen adicional a la curvatura de las tapas.

Se ha considerado también la toma de alimentación de combustible al motor a 10 cm del fondo del tanque. (volumen de combustible no aprovechable, para efectos de precipitación de sólidos y condensados).

Ejemplo:

¿cuál es el volumen real de un tanque cilíndrico horizontal de 1000 litros (con las medidas abajo indicadas) en las posiciones 0.75 y 0.25, partiendo de la parte inferior del tanque?

En este punto $\frac{3}{4}$ y $\frac{1}{4}$ de la altura de este tendremos, por ejemplo

Tanque cilíndrico horizontal

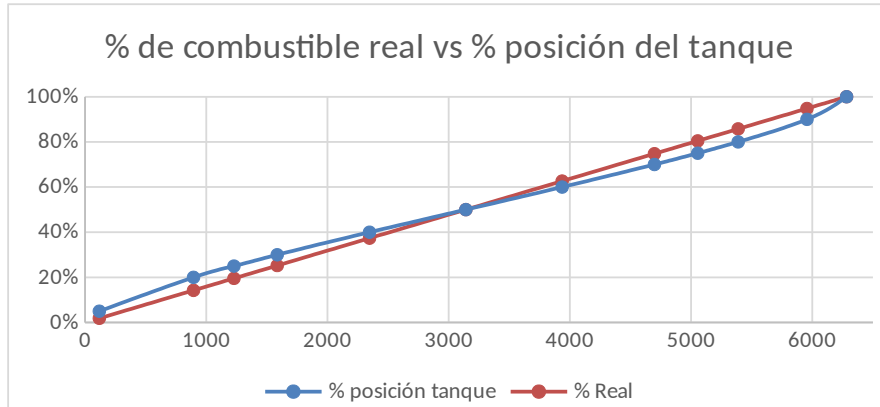
Diámetro: 0.9062 mts

Largo: 1.55 mts

Volumen: 1000 lts



Volumen de combustible real a $\frac{3}{4}$ y $\frac{1}{4}$ de altura partiendo desde el punto inferior es de:



Volumen real (lts)	% posición tanque	% volumen Real
999.7	10	100%
947.7	0.90	95%
857.4	0.80	86%
804.3	0.750	80%
747.5	0.70	75%
626.3	0.60	63%
499.9	0.50	50%
373.4	0.40	37%
252.2	0.30	25%
195.4	0.250	20%
142.3	0.20	14%
60.1	0.110	6%

Por lo que se observa en la tabla anterior, a $\frac{3}{4}$ de altura del tanque no tendremos 750 litros, que sería el 75% del volumen total del mismo, en cambio tenemos un volumen real de 804 litros disponibles.

De la misma forma, a $\frac{1}{4}$ del tanque esperaríamos que el volumen fuera 250 litros, pero el volumen real es de 195 litros de combustible

Como podemos ver la línea café es el comportamiento real del nivel de combustible en el tanque y la línea azul es la posición de lectura del nivel con respecto al punto inferior del tanque.

El volumen de combustible real del tanque por encima de la línea de centro será mayor al indicado por la posición del punto de lectura, y caso contrario, por debajo de la línea de centro, el volumen real será menor al indicado por la posición del punto de lectura.

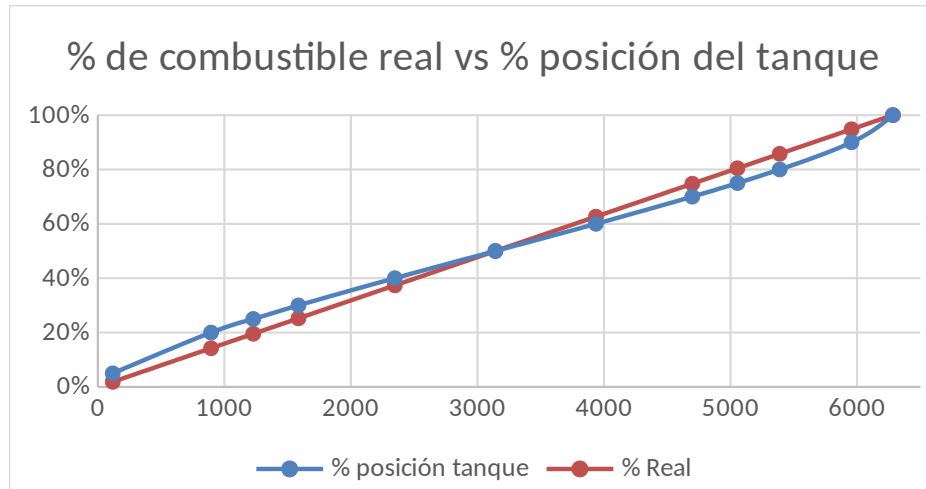
(Ver los valores de la tabla para conocer el volumen a diferentes posiciones del punto de medición)

En los siguientes ejemplos veremos el comportamiento de la curva para diferentes volúmenes de tanques cilíndricos horizontales.



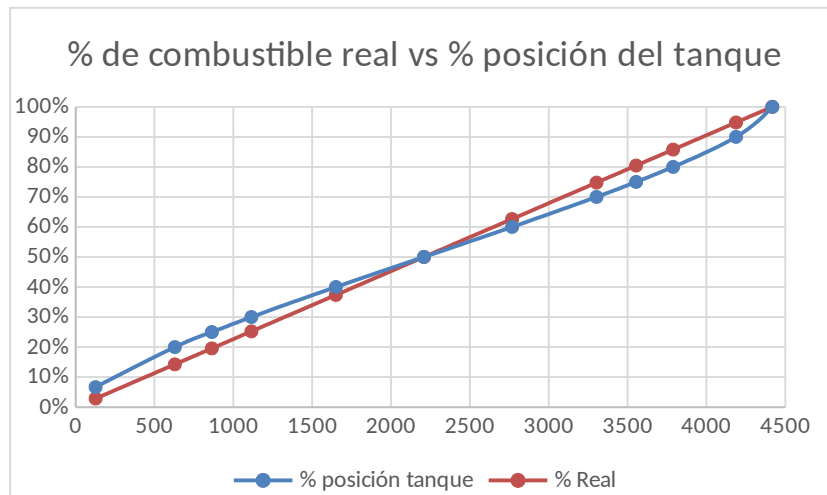


B - Tanque 2 mts diámetro x 2 mts largo Volumen = 6,283 Lts



Volumen	% posición tanque	% Real
6283.2	1⊖	100%
5956.2	0.9⊖	95%
5388.6	0.8⊖	86%
5054.8	0.75⊖	80%
4697.8	0.7⊖	75%
3936.2	0.6⊖	63%
3141.6	0.5⊖	50%
2347.0	0.4⊖	37%
1585.3	0.3⊖	25%
1228.4	0.25⊖	20%
894.6	0.2⊖	14%
117.5	0.05⊖	2%

C- Tanque 1.5 mts diámetro x 2.5 mts largo = 4,418 Litros



Volumen	% posición tanque	% Real
4417.9	1⊖	100%
4187.9	0.9⊖	95%
3788.9	0.8⊖	86%
3554.2	0.75⊖	80%
3303.2	0.7⊖	75%
2767.7	0.6⊖	63%
2208.9	0.5⊖	50%
1650.2	0.4⊖	37%
1114.7	0.3⊖	25%
863.7	0.25⊖	20%
629.0	0.2⊖	14%
126.5	0.07⊖	3%

CONCLUSIÓN

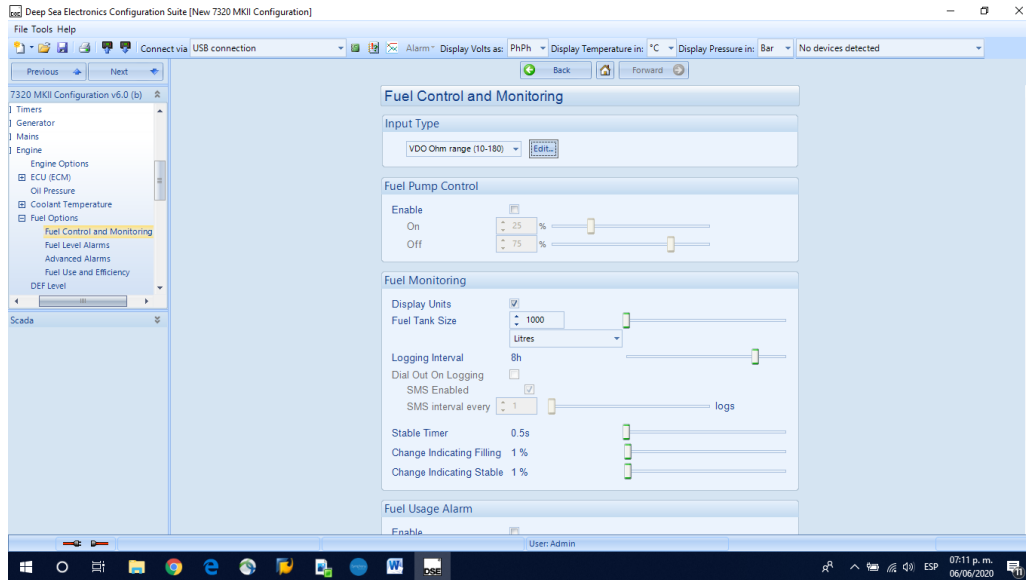
Como podemos comprobar, independientemente de la capacidad del tanque de combustible, las curvas se comportan de una manera similar, se concluye que cuando el tanque indica 0.75 en la posición física, en realidad tiene el 80% del combustible y cuando el nivel indica 0.25 en la posición física, en realidad tiene el 20% del combustible.

Esta constante la podremos utilizar como una regla de "Thumb" multiplicando el volumen total del tanque por 0.8 para el volumen real al 75% y por 0.2 para obtener el volumen real al 25%

Dependiendo del tipo y modelo de sensor que se desea instalar, se deberá de programar en el software de configuración de DSE "ConfigSuite" la curva correspondiente a los sensores de nivel de combustible de acuerdo con los valores de resistencia que correspondan a los porcentajes reales en el tanque (esto dependerá de los valores de resistencia que asigne cada fabricante al sensor a utilizar)



De esta manera, se tendrá la lectura real en la pantalla de cristal líquido de los módulos de control DSE



Cualquier información adicional sobre esta aplicación, favor de contactarnos.

Departamento de Ingeniería

www.hstcontrols.com