

## MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL TUBERÍA KRAH DE PARED ESTRUCTURADA



### INTRODUCCION

El Presente documento corresponde a una memoria de cálculo estructural tipo para tubería de Polietileno de alta Densidad ( HDPE ) fabricada por Krah.

Los criterios aquí señalados son válidos para el diseño estructural de tubería de HDPE tanto de pared estructurada como sólida, solo variando el cómo se calculan las propiedades geométricas de las mismas.

### TUBERÍA A CONSIDERAR

La tubería a utilizar es de pared estructurada y que esquemáticamente corresponde a la sección mostrada en la Figura N°1.

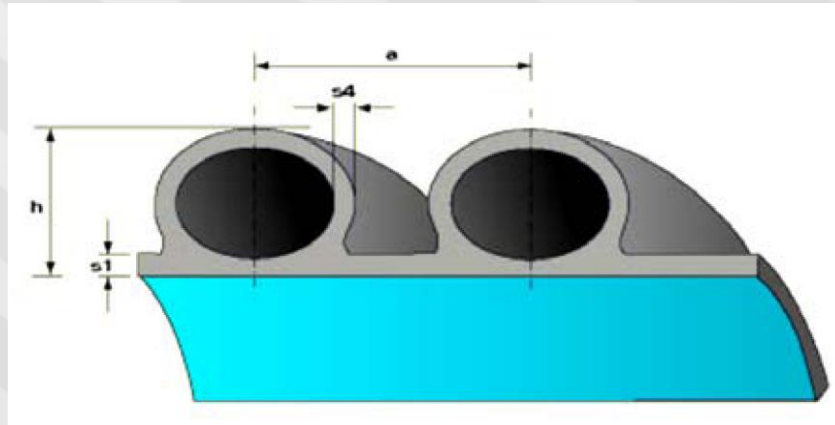


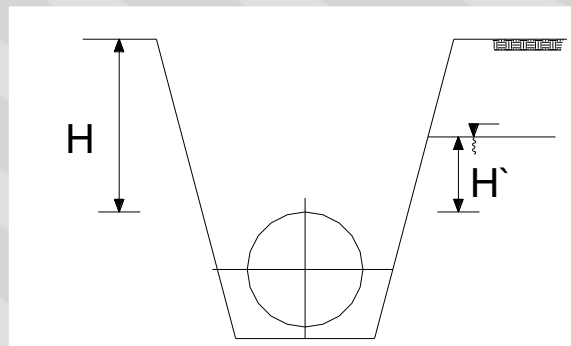
Fig. N° 1: Estructura de la pared de una tubería nervada.

## CRITERIOS DE DISEÑO

La tubería a utilizar corresponde, estructuralmente hablando a una de tipo flexible. Vale decir, se puede deformar bajo la acción de cargas sin sufrir daño estructural y su estabilidad depende de las características de los rellenos que la confinan.

## ESQUEMA DE INSTALACIÓN

En general la instalación de la tubería se hará en zanja y esquemáticamente la situación es la mostrada en la Fig. N° 2.



En la Fig. N° 2 se tiene que :

$H$  = Altura del relleno sobre la clave de la tubería.

$H'$  = Altura del nivel freático sobre la clave de la tubería.

## VERIFICACIÓN ESTRUCTURAL

La verificación estructural considera en sus bases de cálculo los siguientes parámetros;

Peso Específico del Suelo Natural :  $\gamma_a$  [ Ton/cm<sup>3</sup> ]

Módulo de Elasticidad del Suelo Natural :  $E'$  [ Kg/cm<sup>2</sup> ]

Tránsito Vehicular, Camión AASHTO :  $P_v$  [ Kg/cm<sup>2</sup> ]

La verificación se realiza sobre los siguientes tres aspectos:

- .- Aplastamiento de las paredes de la tubería.
- .- Pandeo local en las paredes de la tubería
- .- Deflexión de la tubería.

En los siguientes puntos se detalla cada uno de los aspectos del cálculo antes señalado.

## VERIFICACIÓN APLASTAMIENTO

El aplastamiento de la tubería considera la falla de esta según lo mostrado en la Fig. N° 3 y que se produce por efecto de la carga que actúa verticalmente sobre el tubo y que este no puede disipar dado que no puede seguir deformándose.

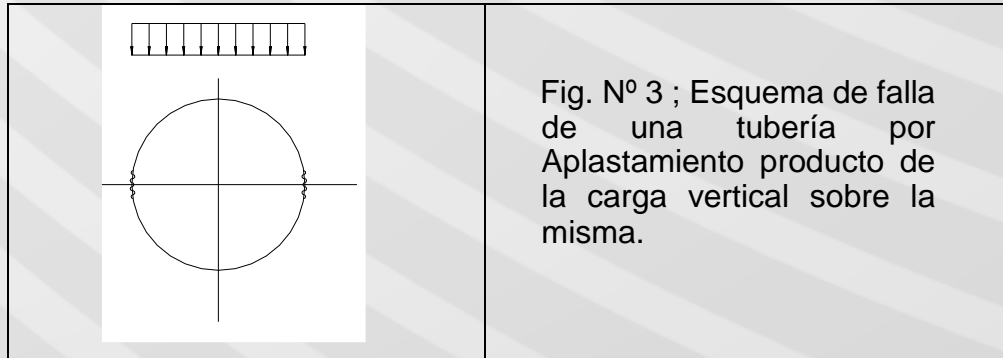


Fig. N° 3 ; Esquema de falla de una tubería por Aplastamiento producto de la carga vertical sobre la misma.

Para evaluar la pared de tubería que resiste un determinado nivel de carga se procede a calcular la siguiente expresión.

$$A_{req} = \frac{P \times M \times De}{2 \times \sigma}$$

En donde se tiene que

$A_{req}$  = Area de pared requerida por unidad de largo en [  $\text{cm}^2 / \text{cm}$  ]

$P$  = Carga total sobre la tubería en [  $\text{Kg} / \text{cm}^2$  ]

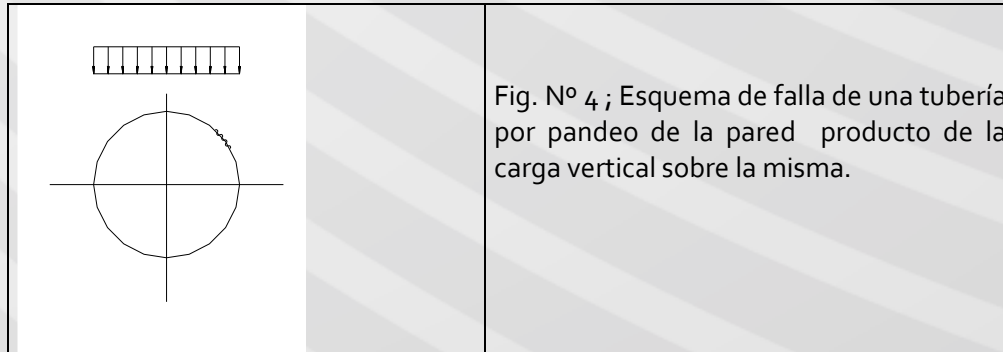
$M$  = Factor de seguridad. Considerar un valor entre 1,5 y 2,0

$De$  = Diámetro exterior de la tubería en [  $\text{cm}$  ]

$\sigma$  = Tensión admisible del material en [  $\text{Kg} / \text{cm}^2$  ]

## VERIFICACIÓN PANDEO

El pandeo de la pared de la tubería considera la falla de esta según lo mostrado en la Fig. N° 4 y que se produce por efecto de la carga que actúa verticalmente sobre el tubo provoca una falla local en la pared que conduce a la falla de la sección completa.



Para evaluar la pared de tubería que resiste un determinado nivel de carga se procede a calcular la inercia mínima que ésta debe tener, esto mediante la siguiente expresión.

$$I_{req} = \frac{P^2 \times N^2 \times D_m^3}{32 \times R \times B \times E \times E'}$$

En donde de tiene que

$I_{req}$  = Inercia de pared requerida por unidad de largo en [  $\text{cm}^4 / \text{cm}$  ]

P = Carga total sobre la tubería en [  $\text{Kg} / \text{cm}^2$  ]

N = Factor de seguridad. Considerar un valor entre 1,5 y 2,0

$D_m$  = Diámetro medio de la tubería en [  $\text{cm}$  ]

R = Factor de Flotación, igual a  $(1 - 0,33 H' / H)$

B = Factor de Enterramiento, igual a  $\{1 + e^{(-0,2133 H)}\}^{-1}$

E = Módulo de elasticidad a largo plazo del polietileno en [  $\text{Kg} / \text{cm}^2$  ].

$E'$  =Módulo de reacción del suelo en [  $\text{Kg} / \text{cm}^2$  ].

## VERIFICACIÓN DE REFLEXIÓN

Finalmente se verifica que la deflexión que sufre la tubería, producto de las cargas sobre ésta, se encuentre dentro de los rangos admisibles. Para efecto de estimar esta deflexión se considera la Fig. N° 5 y la siguiente expresión.

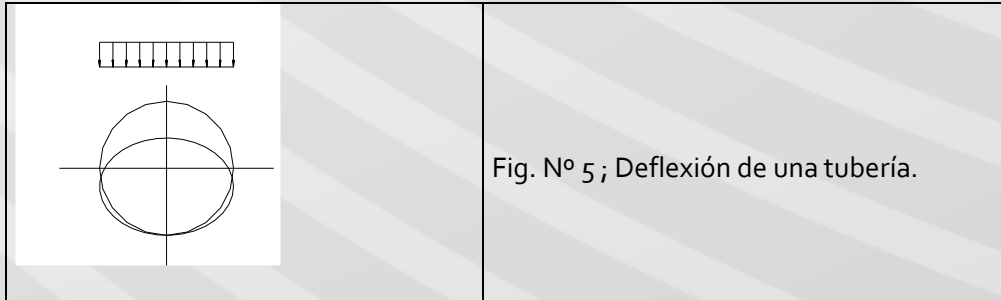


Fig. N° 5 ; Deflexión de una tubería.

$$\delta = \frac{k \times (D_e \times P_m + P_t)}{\frac{E \times I}{r^3} + 0,061 \times E'}$$

En donde se tiene que

$\delta$  = Deflexión de la tubería [ cm ].

$P_m$  = Carga muerta sobre la tubería en [ Kg / cm ].

$P_t$  = Carga viva sobre la tubería en [ Kg / cm ].

$r$  = Radio medio de la tubería en [ cm ].

$I$  = Inercia de la pared de la tubería [ cm<sup>4</sup> / cm ].

$D_e$  = Factor de deformación a largo plazo del terreno.

$E$  = Módulo de elasticidad a largo plazo del polietileno en [ Kg / cm<sup>2</sup> ].

$E'$  =Módulo de reacción del suelo en [ Kg / cm<sup>2</sup> ].