

El objetivo del siguiente estudio es comparar el desempeño mecánico de tubería corrugada de polietileno de alta densidad con tuberías lisas de otros materiales y durabilidad aceptada.

Se discutirá sobre las dimensiones nominales de la pared interior en función de su durabilidad.

La tubería corrugada de polietileno de alta densidad tiene dimensiones nominales en sus paredes, tanto en la corrugación como en la pared interior de tubo, lo que le da sus propiedades mecánicas de rigidez, manejabilidad.

Dada la experiencia adquirida a la fecha en la instalación de tubería corrugada para drenaje sanitario, se observa que las dimensiones actuales son adecuadas durante los procesos normales de transporte e instalación.

Los agentes que pueden afectar una tubería corrugada de polietileno de alta densidad después de haber sido instalada y probada en campo por hermeticidad, pueden ser de tipo químicos y físicos (mecánicos).

Los experimentos de laboratorio indican que los pocos agentes químicos que pueden afectar el polietileno de alta densidad no están presentes en los efluentes normales de tipo sanitario público.

Se observa que la abrasión es el agente mecánico con mayor probabilidad de ocurrencia que puede afectar una tubería corrugada de polietileno de alta densidad.

La abrasión es el desgaste de la pared interior por efecto combinado de corrosión y erosión de la pared interior causada por la fricción de sólidos presentes en el efluente transportado.

A continuación se analiza el efecto de la abrasión en la pared interior del tubo conforme progresa el desgaste.

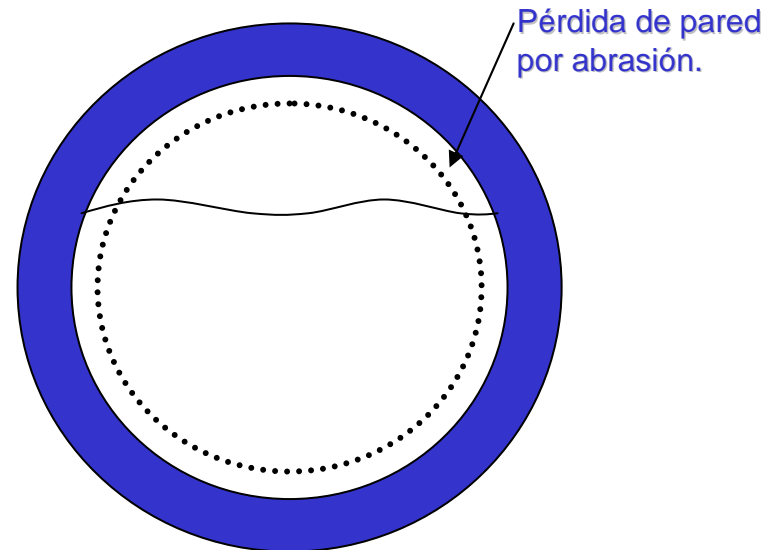
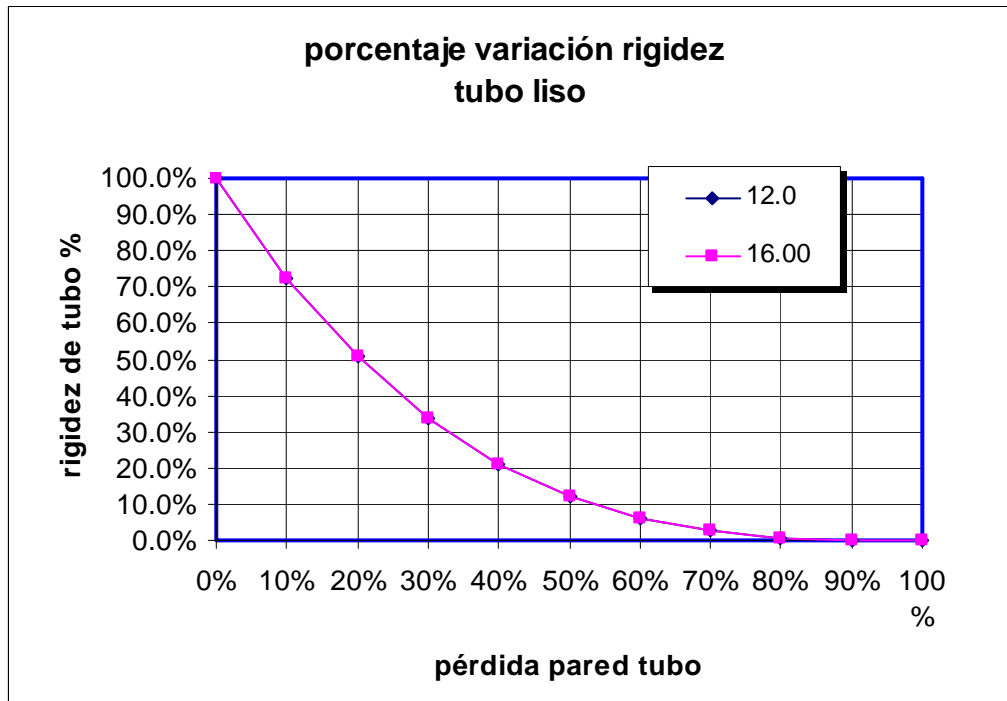
La ecuación que rige la rigidez de tubo considerando un anillo de longitud unitaria “Ring Stiffness Constant” (RSC)

$$\text{RSC} = \frac{(K) EI}{D^2}$$

Describe la rigidez del tubo liso o corrugado y brinda un parámetro de referencia para determinar la calidad de la fabricación y la seguridad de la instalación. Nos da la cantidad de fuerza necesaria para deflechar el tubo un 5% de su diámetro.

Al presentarse el fenómeno de abrasión, se irá reduciendo gradualmente el espesor de la pared interior.

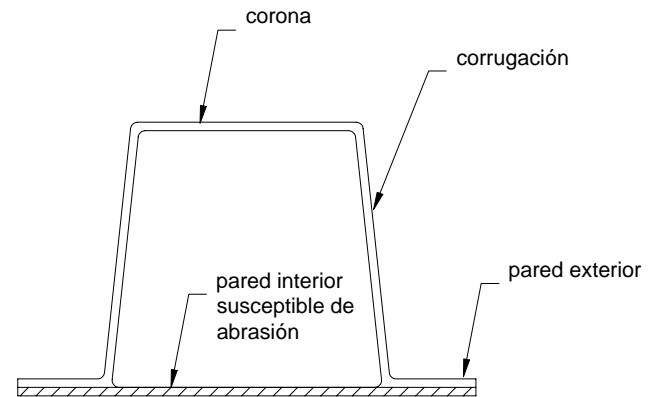
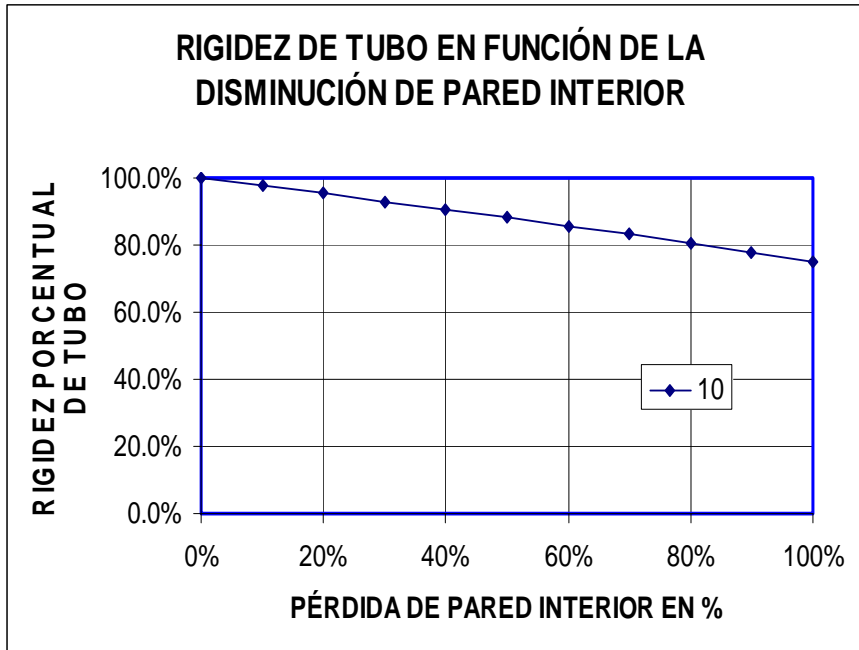
En el caso de tubería lisa, la abrasión degradará la rigidez conforme a la siguiente gráfica.



Variación de rigidez normalizada por pérdida de pared en tubería lisa PVC de 12 y 16 inch.

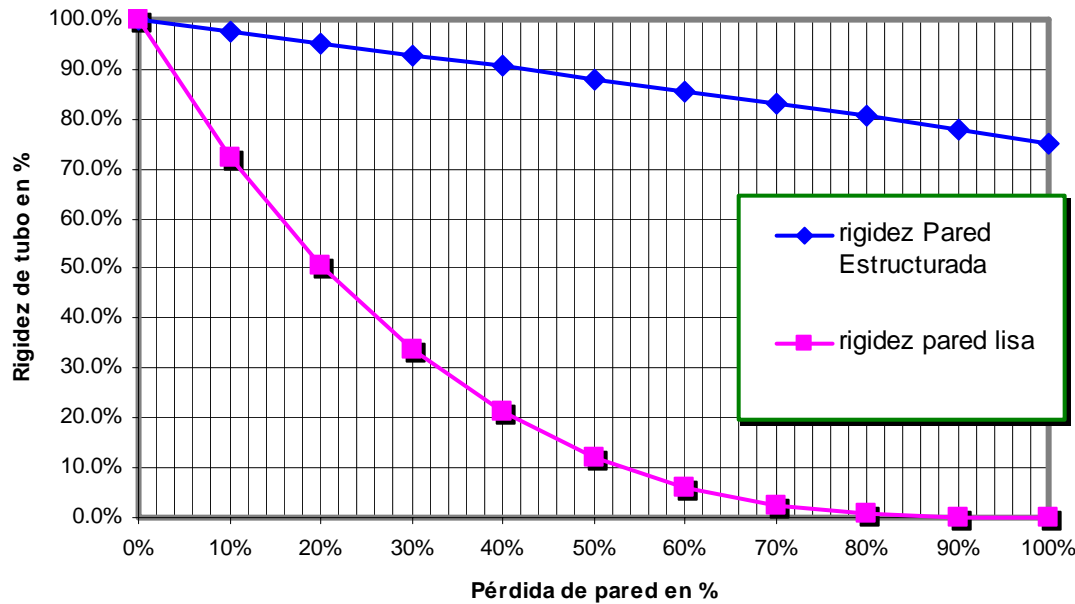
Se observa que la curva decrece con la misma inclinación para cualquier diámetro y espesor inicial de tubería lisa.

Aplicando en forma similar para tubería corrugada se tiene:



Se observa que la disminución de la rigidez es mucho menor que en el caso de pared lisa como una consecuencia de la corrugación, que forma una estructura muy estable aún cuando se perdiera toda la pared interior.

Variación de rigidez de tubo en función de pérdida de pared por abrasión



COMPARATIVA DE VARIACIÓN DE RIGIDEZ DE TUBO PARA TUBERÍA DE PARED LISA Y TUBERÍA DE PARED CORRUGADA.

EL CORRUGADO DEL TUBO PROPORCIONA ESTRUCTURA A LA PARED INTERIOR LOGRANDO QUE LA RIGIDEZ DE TUBO DEPENDA EN UN 75% DE LA CORRUGACIÓN Y NO DE LA PARED INTERIOR.

SI EL EFLUENTE ABRASARA LA PARED INTERIOR DE UN TUBO CORRUGADO, NO SE COMPROMETE LA ESTABILIDAD DEL TUBO.



El siguiente fenómeno consiste en la **aparición de pandeo en las paredes del tubo.**

Cuando las fuerzas externas como el relleno o la carga viva producen esfuerzos muy altos en la pared del tubo, la sección puede fallar por pandeo o por resistencia, lo que ocurra primero.

A continuación se analiza la aparición del pandeo en función de la pérdida de pared por abrasión.

La ecuación que predice el esfuerzo crítico antes de la aparición del pandeo es:

$$F_{cr} = 9.24 \frac{R}{A} \sqrt{B^* M_s \frac{EI}{0.149 R^3}} \quad \text{Secc. 18}$$

R = radio

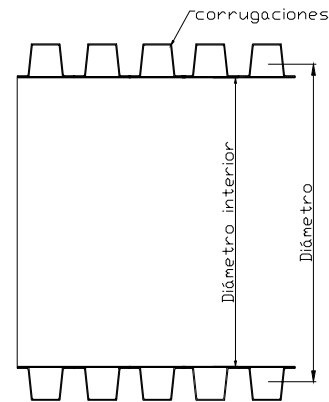
A = área de pared por ft de longitud.

B = 0.67 Considerando el nivel freático al nivel de superficie

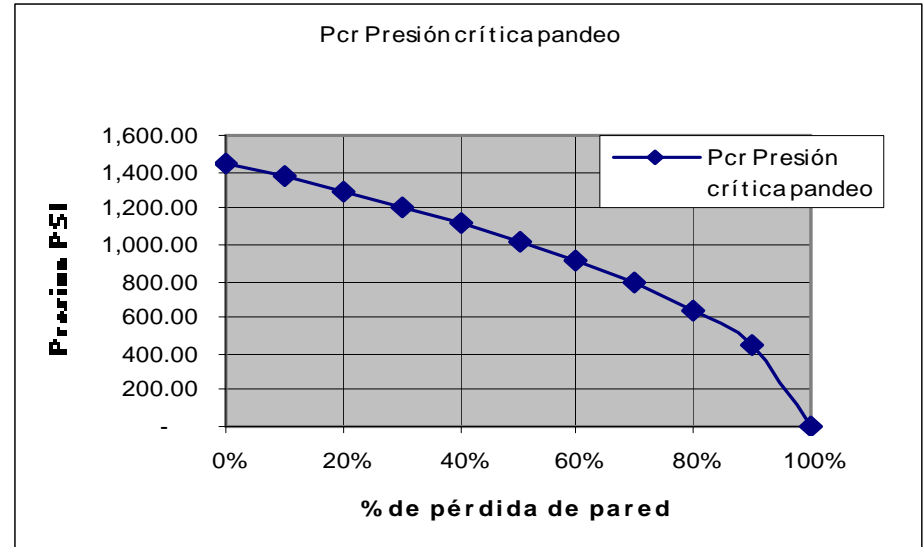
M<sub>s</sub> = Módulo de reacción del suelo

E = Módulo de elasticidad de material

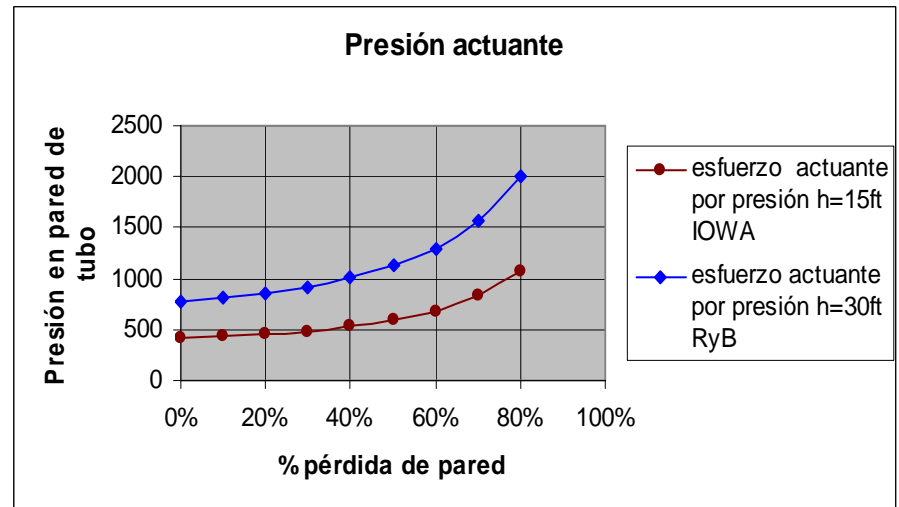
I = Momento de inercia de la sección



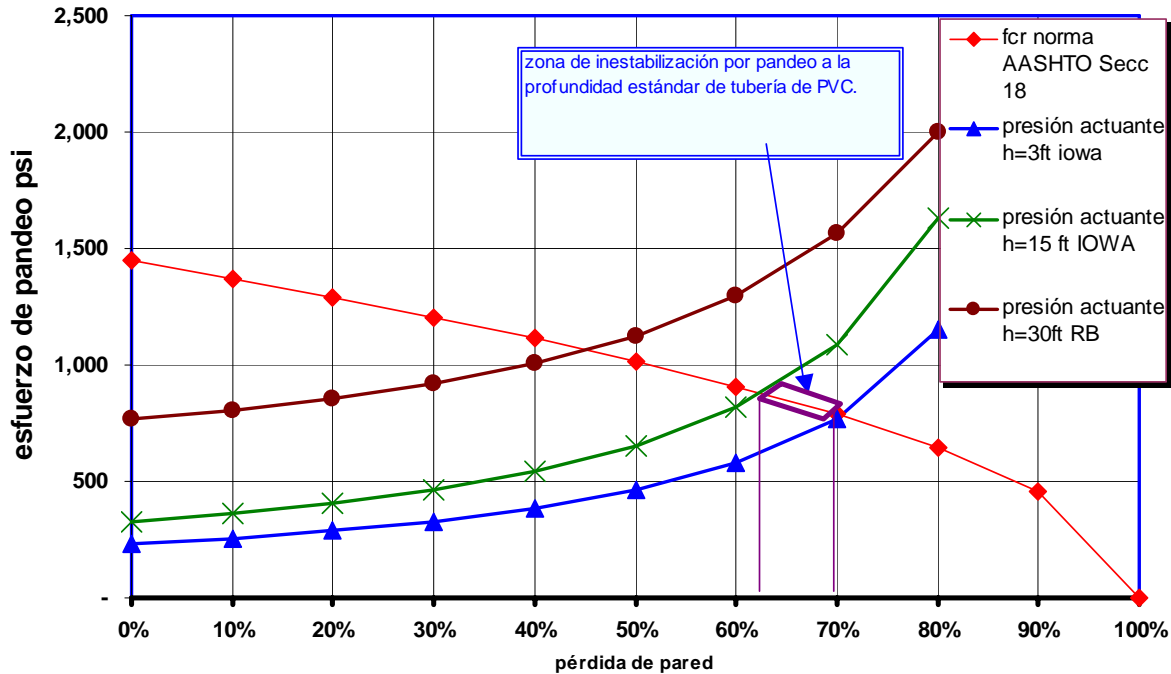
Variación del esfuerzo crítico de pandeo según la pérdida de pared por abrasión en tubería lisa de PVC.



Variación del esfuerzo aplicado en la pared según la pérdida de pared por abrasión en tubería lisa de PVC.

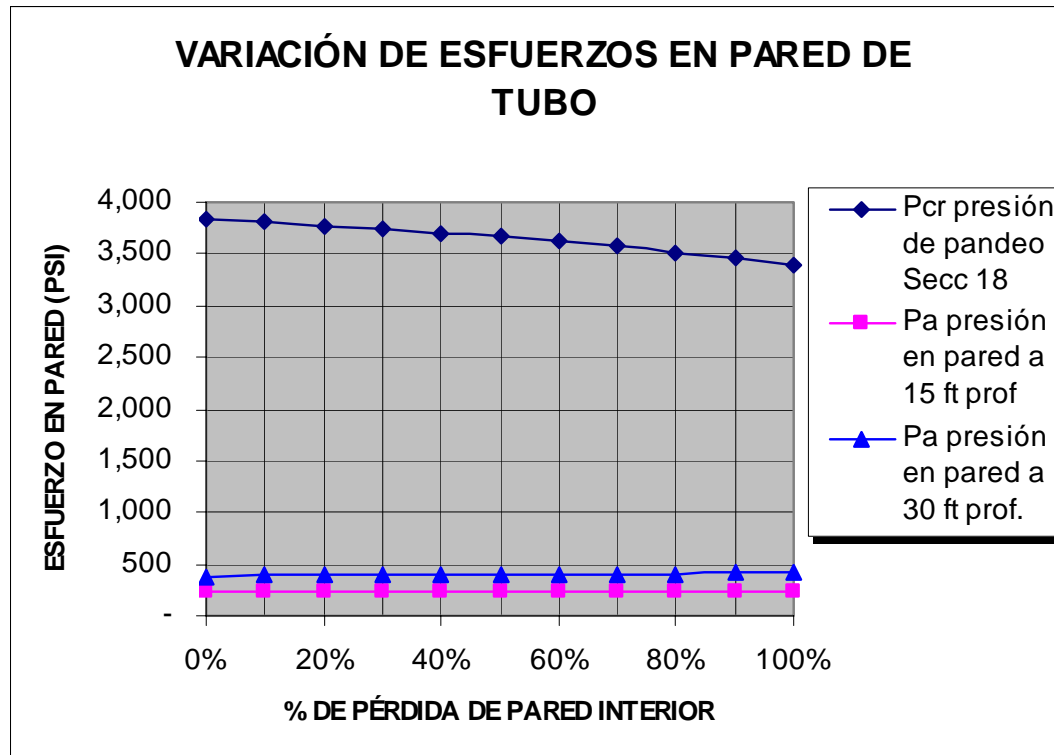


**Esfuerzo actuante y de pandeo en tubería de  
PVC 12", pared lisa, t=0.244"  
PVC 24", pared lisa, t=0.484"**



LA TUBERÍA DE PARED LISA A UNA PROFUNDIDAD DE 1 A 5 MTS. ALCANZA LA INESTABILIDAD CUANDO LA PARED SE HA ABRASADO DE 60% A 70%, MIENTRAS QUE LA ENTERRADA A 10 MTS LO HACE AL 45% DE PARED ABRASADA.

## ESFUERZO ACTUANTE Y ESFUERZO CRÍTICO DE PANDEO EN PAREDES DE TUBERÍA CORRUGADA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.



El nivel de esfuerzo en las paredes del tubo está muy alejado de los valores de presión crítica para desarrollar pandeo, lo que implica la estabilidad de la sección aún en el caso de pared interior abrasada al 100%.

Como conclusión preliminar, la abrasión en tubos de polietileno de pared corrugada, **no produce inestabilización de la sección transversal.**

De acuerdo con los estudios de Lester Gabriel, la abrasión reportada para tubería de diferentes materiales es:

	Espesor de pared inicial	Pared perdida por abrasión ph=7	% de pérdida de pared ph=7	Pared perdida por abrasión ph=4	% de pérdida de pared ph=4
Tubo 12" PEAD	t=0.095"	0.021	22.1%	0.024"	25.3%
Tubo 24" PEAD	t=0.11"	0.011	10.0%	0.012"	10.9%
Tubo 12" Concreto	t=2.15"	0.790"	37.0%	1.20"	56.0%
Tubo 24" Concreto	t=3.08"	0.610"	20.0%	1.76"	57.0%

Se observa que la abrasión sufrida por el concreto es mucho mayor que la abrasión en tubería de polietileno de alta densidad.

Es aceptable la vida útil de tuberías de concreto por lo que se espera una vida útil mayor para el sistema de polietileno de alta densidad. Se da por aceptado que la abrasión en el tubo de polietileno no produce inestabilidad en las paredes del tubo.