

ANEJO No.10

CÁLCULOS MECÁNICOS DE CONDUCCIONES

ANEJO No.10

CÁLCULOS MECÁNICOS DE CONDUCCIONES

1. INTRODUCCIÓN

Las tuberías que se proyectan deben cumplir condiciones mínimas de deformación y esfuerzos que garanticen la estabilidad mecánica de la misma.

Las condiciones a considerar para el cálculo estructural de las conducciones son:

- Peso propio de la tubería.
- Peso del fluido.
- Acciones del terreno.
- Acciones concentradas, debidas a elementos fijos a vehículos.
- Otras acciones: asientos diferenciales, esfuerzos de montaje y acciones extraordinarias.

1.1 DATOS DE PARTIDA

Se proyectan las siguientes redes:

- Red de saneamiento en tubería de PVC de 500mm. de diámetro en una longitud aproximada de 2.207 metros.

Las condiciones en las que se proyecta estas tuberías son:

- Tuberías protegidas por dado de hormigón armado (tramo de 135 m. en tubería de Ø500mm.).
- Tuberías sobre cama de arena de 10 cm de espesor (tramo de 2.072 m).
- Zanja de hasta 2.5 metros de profundidad aprox. y de hasta 1,85 metros de ancho (tramo de 2.051 m. en tubería de Ø500mm.), y zanja de 3 a 4 m. de profundidad y de hasta 1,5 m. de ancho (tramo de 156 m. en tubería de Ø500mm.).
- Carga de tráfico inferior a 12 Toneladas (calles urbanas).
- Rigidez circunferencial de 4 KN/m². (tub. Ø500mm.)

1.2 RESULTADO.

De acuerdo con las directrices del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías del Ministerio de Fomento, no es necesario el cálculo mecánico justificativo cuando se cumplan las siguientes condiciones en tuberías de PVC.

- Altura máxima de relleno sobre generatriz superior:
 - Zanja estrecha : 6 metros
 - Zanja ancha, zanja terraplaneada y bajo terraplén : 4 metros

- Altura mínima de relleno sobre la generatriz superior:
 - Con sobrecargas móviles no superiores a 12Tn o sin sobrecargas móviles : 1 metro.
 - Con sobrecargas móviles comprendidas entre 12 y 30 Tn : 1.5 metros.

Teniendo en cuenta que usamos materiales de mayor resistencia, se concluye que las tuberías proyectadas cumplen estos criterios y no es necesario justificar su cálculo estructural.

PARÁMETROS DE CÁLCULO

CARACTERÍSTICAS DEL TUBO:

Tipo de conducto:	Saneamiento.
Material:	PVC COMPACTO.
Clase de material:	SN 4.
Norma:	ATV A 127.
Diámetro normalizado:	500
Diámetro exterior:	500,0 mm.
Diámetro interior:	475,4 mm.
Espesor:	12,3 mm.
Módulo elasticidad Et:	3.600,0 N/mm ² .
Módulo elasticidad LP Et:	1.750,0 N/mm ² .
Peso específico GAMMA:	14,6 kN/m ³ .
Rotura flexotracción:	90,0 N/mm ² .
Rotura flexotracción l/p:	50,0 N/mm ² .
Rigidez circunferencial específica:	0,0 kN/m ² .

CLASE DE SEGURIDAD:

<u>Coefficiente de seguridad clase A:</u>	
Frente a fallo por rotura:	2,5.
Frente a la inestabilidad:	2,5.
Deformación admisible a largo plazo:	6%.

CONDICIONES DE LA ZANJA:

Tipo de instalación:	Tipo 1: Instalación en zanja o terraplén.
Tipo de instalación (subtipo):	Zanja estrecha.
Altura del relleno (H):	3,5 m.
Anchura de la zanja (B):	1,5 m.
Ángulo del talud (BETA):	90,0 grados.

NIVEL FREÁTICO:

Altura nivel freático:	2,0 m.
------------------------	--------

CARACTERÍSTICAS DEL APOYO:

Tipo de apoyo:	Tipo III: Tubo con apoyo granular hasta la clave del tubo.
Ángulo de apoyo:	180,0 grados.
Altura J del apoyo:	0,0 m.
Relación de proyección:	1,0

CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS:

Zona1:

Tipo de suelo:	Grupo 1.
% Compactación:	85,0%.
E1:	2,5 N/mm ² .
GAMMA 1:	20,0 kN/m ³ .
Ángulo rozamiento interno Ro:	35,0
Ángulo rozamiento relleno Ro':	23,33

Zona2:

Tipo de suelo:	Grupo 1.
% Compactación:	85,0%.
E2:	2,5 N/mm ² .
GAMMA 2:	20,0 kN/m ³ .
Coefficiente empuje K1:	0,5
Coefficiente empuje K2:	0,4

Zona3:

Tipo de suelo:	Grupo 1.
% Compactación:	100%.
E3:	40,0 N/mm ² .

Zona4:

Tipo de suelo:	Grupo 1.
% Compactación:	100%.
E4:	40,0 N/mm ² .

SOBRECARGAS VERTICALES (TRÁFICO):

Tipo de sobrecarga:	Concentrada.
Tipo de vehículo:	Sin tráfico.

CARGAS QUE SE EMPLEARÁN EN LOS CÁLCULOS:

Cargas debidas a la tierra:

Coeficiente carga de tierras (Cz):	0,63
Coeficiente carga de tierras (Cz90):	0,63
Coeficiente (Cn):	0,0
Coeficiente (Cn90):	0,0
Carga vertical tierras (Pe):	44,13 kN/m2.

Cargas debidas al tráfico:

DISTRIBUCIÓN DE CARGAS:

Corrección E2:

Relación B/D:	3,0000
Coeficiente ALFA_bi:	0,6667
Coeficiente ALFA_b:	0,8889
Coeficiente f (HF=02,00):	0,5000
Compactación Dpr:	85,0 %.

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Módulo corregido E2' (N/mm2):	1,1111	0,7407	0,7407

Relación de rigidez:

Rigidez del tubo Sr (N/mm2):	0,0400	0,0400	0,0194
Factor de corrección TAU:	1,4513	1,4575	1,4575
Rigidez horizontal SBH (N/mm2):	0,9675	0,6478	0,6478
Rigidez sistema Tubo-Suelo VRB:	0,0413	0,0617	0,0300
Relación Pr. lateral-Pr. Vertical K2:	0,4000	0,4000	0,4000
Rigidez vert. relleno SBV:	1,1111	0,7407	0,7407
Coef. reacción relleno lat. K*:	0,7775	0,6531	0,8694
Coef. def. diam. vert. Cv*:	-0,0335	-0,0415	-0,0277
Relación de rigidez Vs:	1,0732	1,3010	0,9490

Valor Ch1 (2*alfa=180):	0,0833
Valor Ch2 (2*alfa=180):	-0,0658
Valor Cv1 (2*alfa=180):	-0,0833
Valor Cv2 (2*alfa=180):	0,0640

Factores de concentración:

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Descarga relativa efectiva a':	2,2500	3,3750	3,3750
Máximo factor de concentración	2,7934	3,7017	3,7017
Factor concentración LANDA_R:	1,2126	1,3829	1,1911
Factor concentración LANDA_B:	0,9291	0,8724	0,9363

Influencia de la anchura de la zanja:

Factor concentración LANDA_RG:	1,1417	1,2553	1,1274
--------------------------------	--------	--------	--------

Factor límite del factor de concentración:

Límite superior LANDA_f0:	3,4750	3,4750	3,4750
Límite inferior LANDA_fu:	0,2025	0,2025	0,2025

CARGAS DE CÁLCULO:

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Carga vertical sobre tubo Qvt:	50,3851	55,3964	49,7526
Componente carga relleno Qh:	18,4018	17,3996	18,5283
Componente carga deformación Qh*:	24,8673	24,8169	27,1467

CÁLCULO DE ESFUERZOS:

Tipo III -> $2 \cdot \alpha = 180$

<u>Momentos (kN*m/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	0,730	-0,730	0,730
Por carga horizontal:	-0,267	0,267	-0,267
Por reacción horizontal:	-0,261	0,300	-0,261
Por peso propio:	0,004	-0,004	0,005
Por peso del agua:	0,024	-0,027	0,031
Suma de momentos:	0,230	-0,195	0,238
<u>Axiales (kN/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	0,000	2,608	17,190
Por carga horizontal:	-4,431	0,000	0,000
Por reacción horizontal:	-3,455	0,000	0,000
Por peso propio:	0,007	0,000	0,000
Por peso del agua:	0,338	0,000	0,000
Suma de axiales:	-7,540	2,608	17,190

CÁLCULO DE TENSIONES Y DEFORMACIONES:

Cálculo de los factores de corrección por curvatura:

Factor ALFA_ki:	1,0170
Factor ALFA_ka:	0,9830

Cálculo de tensiones:

(Tensión de flexotracción en las condiciones de la instalación):

Tensión en la clave:	8,6722 N/mm ² .
Tensión en los riñones:	7,8190 N/mm ² .
Tensión en la base:	10,9933 N/mm ² .

Cálculo de deformaciones:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Variación del diámetro:	-18,9858	-21,3902	mm.
Acortamiento relativo del diámetro vertical:	3,9427	4,4419	%.

CÁLCULO DE LA ESTABILIDAD:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
<u>Carga de tierras:</u>			
Carga crítica de abolladura:	0,3219	0,2244	N/mm ² .
<u>Presión del agua exterior:</u>			
Coefficiente ALFA_d:	5,5100	7,6774	
Presión del agua extrema:	0,0175	0,0175	N/mm ² .
Valor crítico de Pa:	0,2204	0,1493	N/mm ² .

VERIFICACIÓN:

Verificación de tensión:

	<u>Coef. calculado</u>		<u>Coef. requerido</u>
	<u>Corto Plazo</u>		
NU Clave:	10,3780		2,5000
NU Riñones:	11,5104		2,5000
NU Base	8,1868		2,5000

Verificación de la estabilidad:

	<u>Coef. calculado</u>		<u>Coef. requerido</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo Plazo</u>	
NU Carga tierras:	5,8113	4,5113	2,5000
NU Presión Agua externa:	12,5926	8,5293	2,5000
NU simultáneas:	3,9763	2,9507	2,5000

Verificación de deformación:

	<u>Valor calculado</u>		<u>Valor admisible</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Acortamiento relativo:	3,9427	4,4419	6,0000

CONCLUSIÓN:

TUBO VÁLIDO.