

ANEJO Nº 13 – CÁLCULOS MECÁNICOS DE CONDUCCIONES

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. NORMATIVA DE APLICACIÓN	1
3. MATERIAL Y CARACTERÍSTICAS DE LAS CONDUCCIONES	1
4. TIPO DE ZANJA	1
5. CÁLCULO MECÁNICO APLICADO.....	2
5.1 CÁLCULO MECÁNICO CONDUCCIÓN HORMIGÓN ARMADO.....	2
5.2 CÁLCULO MECÁNICO CONDUCCIÓN PVC-U COLECTOR DE REUNIÓN PROFUNDIDAD MÍNIMA	3
5.3 CÁLCULO MECÁNICO CONDUCCIÓN PVC-U COLECTOR DE GRAVEDAD PROFUNDIDAD MÁXIMA	4
5.4 CÁLCULO MECÁNICO CONDUCCIÓN PVC-O DE IMPULSIÓN PROFUNDIDAD MÍNIMA.....	6
5.5 CÁLCULO MECÁNICO CONDUCCIÓN PVC-O DE IMPULSIÓN PROFUNDIDAD MÁXIMA	9
6. CONCLUSIONES	12

1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo tiene por objeto realizar el cálculo mecánico de las conducciones enterradas para valorar los esfuerzos mecánicos que se transmiten a la tubería por la acción de las distintas cargas externas actuantes. Además de los condicionantes fundamentales de su propio servicio, el factor estático y resistente constituye, evidentemente, la limitación más importante, en cuanto a la propia implantación de los conductos.

Las tuberías calculadas son las siguientes:

- Tubería de PVC-U sin presión diámetro nominal 315 mm constituyendo el colector de reunión desde el aliviadero inicial hasta el pozo de reunión. Este caso es más desfavorable por la menor profundidad a la que se encuentra instalado. Excepción aparte es el colector de restitución, el cual va protegido completamente con hormigón en masa por lo que no es necesaria su comprobación mecánica. Se ha comprobado además la situación de mayor profundidad sobre la clave del tubo.
- Tubería de PVC-O con presión de diámetro nominal 140 mm constituyendo la canalización de la impulsión de cabecera hasta la obra de llegada de la EDAR.
- Tubería de hormigón armado de diámetro nominal 1.000 mm constituyendo el colector de alivio de las pluviales.

Finalmente, la canalización de hormigón de diámetro 1.000 mm no es objeto de comprobación dada su situación de instalación.

2. NORMATIVA DE APLICACIÓN

Para el cálculo mecánico de tuberías se ha empleado la siguiente normativa:

Tubos de PVC con o sin presión

- Norma UNE 53.331 IN.

Tubo de Hormigón Armado

- Norma UNE-EN 1916:2008

- Norma UNE 127916:2017

3. MATERIAL Y CARACTERÍSTICAS DE LAS CONDUCCIONES

Las características de las tuberías utilizadas se indican a continuación:

Tubería de PVC-U sin presión:

- Material: PVC-U (Policloruro de Vinilo no plastificado).
- Diámetro: Ø315 mm.
- Espesor: 7,5 mm
- Clase resistente: SN4

Tuberías de PVC-O con presión:

- Material: PVC-O (Policloruro de Vinilo orientado).
- Diámetro: 140 mm.
- Espesor: 2,5 mm
- Presión: PN 12,5

Tuberías de Hormigón Armado:

- Material: HA (Hormigón Armado).
- Diámetro: 1.000 mm.
- Clase: 135

4. TIPO DE ZANJA

Tipo de zanja prevista para las conducciones PVC-U Ø315 mm:

- Ancho en la base: 1,1 m
- Talud lateral: Vertical (entibación)
- Material de protección de tubería: arena
- Espesor de cama de arena: 10 cm
- Espesor protección superior arena: 30 cm sobre la generatriz superior

Tipo de zanja prevista para la conducción PVC-0 Ø140 mm:

- Ancho en la base: 0,75 m
- Talud lateral: 1/3
- Material de protección de tubería: arena
- Espesor cama de arena: 10 cm
- Espesor protección superior arena: 30 cm sobre la generatriz superior

Tipo de zanja prevista para la conducción HA Ø1.000 mm:

- Ancho en la base: 2 m
- Talud lateral: vertical
- Material de protección de tubería: material seleccionado de la excavación

5. CÁLCULO MECÁNICO APLICADO

Para el cálculo de la resistencia mecánica de las conducciones de PVC-U se ha utilizado el programa Asetub PVC (Versión 2.1)

Este programa de cálculo de acciones sobre tuberías plásticas enterradas está basado en el Informe UNE 53.331:1997: IN "Tuberías de poli (cloruro de vinilo) (PVC) no plastificado y polietileno (PE) de alta y media densidad" para el cálculo mecánico y en el Informe UNE 53.959:2002 IN "Plásticos. Tubos y accesorios de material termoplástico para el transporte de líquidos a presión. Cálculo de pérdida de carga" para el cálculo de pérdida de carga. Este programa ha sido realizado por la Asociación Española de Fabricantes de Tubos y Accesorios Plásticos (AseTUB) y por el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, IETcc (Consejo Superior de Investigaciones Científicas, CSIC).

En el caso de las conducciones de PVC-0, se ha procedido a la comprobación de su resistencia mediante el programa de cálculo mecánico TOM desarrollado por la empresa MOLECOR.

Finalmente, la clase del tubo de hormigón de Ø1.000 mm proyectado se ha obtenido en base a los resultados arrojados por el programa de la Asociación de Fabricantes de Tubos de Hormigón Armado (ATHA).

Los resultados de dichos cálculos dan un resultado válido para las condiciones de instalación de las distintas tuberías.

A continuación, se adjuntan los cálculos mecánicos de las conducciones.

5.1 CÁLCULO MECÁNICO CONDUCCIÓN HORMIGÓN ARMADO



Cálculo mecánico de tubos [C:\Users\Alvaro CUA\Desktop\42.- PROY. EDAR ESCAÑUELA (JAÉN) - AMAY... - AMAY...
 Archivo Cálculos Obra Opciones ?

DATOS DE INSTALACIÓN
 ZANJA | TERRAPLEN | ZANJA TERRAPLENADA | ZANJA INDUCIDA

Diagrama de la zanja: 

Datos de instalación:
 Diámetro interior tubo: Di= 1000 mm.
 Altura del relleno: hr= 2.3 m.
 Espesor tubo: Es= 109 mm.
 Diámetro exterior tubo: De= 1218 mm.
 Ancho de la zanja: b= 2.1 m. **Obtener**
 Factor de apoyo: 0 **Predefinidos**
 Tipo de base: Base de suelo natural ordinario

DATOS DEL RELLENO
 Relleno: Definido por usuario
 Rozamiento relleno-paramentos zanja: 23.2 grados
 Rozamiento interno del relleno: 23.2 grados
 Peso específico del relleno: 18.5 kN/m³
 Producida por el tráfico: 0 kN/m
 Carretera | Ferroviaria | Aeropuerto | Ninguna

SOBRECARGAS
 Puntual: 0 t. Distribuida en superficie: 0 t/m².
 Distancia: 0 m. 0 t/m².
 Compactador: No aplicado 0 kN/m
 Carga por m. de ancho rodillo: 0 t/m



Resultados
 Zanja: De=1.218m Es=0.109m Di=1m hr=2.3m b=2.1m
 Pulsar sobre los iconos para ZOOM

Apoyo	Relleno	Arcilla plástica	Arcilla ordinaria	Arcilla arcillosa	Arenas y gravas	Zahorras	Def. por usuario
Hormigón	Compactado	180°	27.95	26.01	37.01	35.4	38.08
		120°	38.07	37.15	38.58	38.29	40.11
	90°	180°	47.56	45.72	49.11	44.71	48.38
		120°	48.75	47.35	49.11	46.18	51.08
	Selec. Sin Compactar	180°	38.47	36.75	38.01	31.5	31.48
		90°	48.75	47.35	49.11	46.18	51.08
Granular	Compactado	180°	32.09	29.29	34.08	33.31	33.32
		120°	42.09	40.29	41.49	40.31	40.32
	90°	180°	64.35	61.24	63.55	59.78	66.10
		120°	72.93	69.41	72.02	67.75	74.92
	Selec. Sin Compactar	180°	49.45	46.85	48.21	42.39	42.18
		90°	59.45	56.85	58.21	52.39	52.18
Apoyo directo		96.45	94.85	98.21	92.39	102.18	

Carga Cálculo (kN/m²) Clase mínima **Imprimir** **Cancelar** **Ayuda**

5.2 CÁLCULO MECÁNICO CONDUCCIÓN PVC-U COLECTOR DE REUNIÓN PROFUNDIDAD MÍNIMA



Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

Página 1 de 3

Datos sobre el informe

Informe número:
 Fecha:
 A la atención de D./Dña. :
 Empresa/entidad :
 Dirección :
 Ciudad :
 Teléfono/Fax :
 Correo electrónico:
 Referencia de la obra :

RESULTADO DEL CÁLCULO MECÁNICO: INSTALACIÓN VÁLIDA

(Si se aplican en la instalación los parámetros especificados en el cálculo)

Coefficiente de seguridad empleado en el cálculo: B (> 2.5)

1. Características del tubo y la instalación.

TIPO DE CONDUCCIÓN: SANEAMIENTO SIN PRESIÓN (Tubos según norma UNE-EN 1.456)
 Instalación en: ZANJA

Material del tubo: PVC-U
 Presión nominal: bar (entre paréntesis, PN no habitual)
 Diámetro nominal: Dn = 315 mm
 Espesor: e=7.5 mm
 Diámetro interior: di= 300 mm
 Radio medio: Rm= 153.75 mm
 Módulo de elasticidad: Et(p)=1750 N/mm² , Et(cp)=3600 N/mm²
 Peso específico: P.esp.=14 kN/m³
 Esfuerzo tang. máximo: Sigma-t(p)= 50 N/mm² , Sigma-t(cp)=90 N/mm²
 Nota: Las propiedades del material se han obtenido del informe UNE 53.331 IN

Presión agua interior: Pi = bar
 Presión agua exterior: Pe= 0 bar

Altura de la zanja: H1=1.2 m
 Anchura de la zanja: B1=1.1 m
 Ángulo de inclinación de la zanja: Beta=90°

Apoyo sobre material granular compactado (Tipo A)
 Ángulo de apoyo: Zalfa=90°
 Tipo de relleno: No cohesivo
 Tipo de suelo: Medianamente cohesivo

Relleno de la zanja compactado por capas en toda la altura
 Peso específico de la tierra de relleno: Y1=20 kN/m³
 Módulos de compresión del relleno: E1=5 N/mm² E2= 16 N/mm²
 Módulos de compresión del terreno: E3=5 N/mm² E4= 5 N/mm²
 Sobrecargas concentradas debidas a tráfico: LIGERO (<12t)
 Número de ejes de los vehículos: 2
 Distancia entre ruedas: a=2 m
 Distancia entre ejes: b=3 m
 Sobrecarga concentrada: Pc=40 kN
 Sobrecarga repartida: Pd= kN
 Zona no pavimentada
 Firme irregular



Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

Página 2 de 3

2. Determinación de las acciones sobre el tubo

2.1. Presión vertical de las tierras.

Debida a las tierras: qv=12,56135 kN/m²
 Debida a sobrecargas concentradas: Pvc=22,37812 kN/m²
 Debida a sobrecargas repartidas: Pvr=0 kN/m²
 Presión vertical total sobre el tubo: qvt=34,93947 kN/m²

2.2. Presión lateral de las tierras

Reacción máxima lateral del suelo
 a la altura del centro del tubo: qht=7,21969 kN/m²

2.3. Deformación Relativa: dv=1,1789 % --ADMISIBLE: cumple <= 5%

2.4. Momentos flectores circunferenciales.

2.4.1. Debidos a la presión vertical total sobre el tubo (Mqvt)

En Clave: Mqvt (Clave)=0,22631 kN m/m
 En Riñones: Mqvt (riñones)=0,23044 kN m/m
 En Base: Mqvt (Base)=0,25934 kN m/m

2.4.2. Debidos a la presión lateral del relleno sobre el tubo (Mqh)

En Clave: Mqh (Clave)=-0,04368 kN m/m
 En Riñones: Mqh (Riñones)=0,04368 kN m/m
 En Base: Mqh (Base)=-0,04368 kN m/m

2.4.3. Debidos a la reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (Mqht)

En Clave: Mqht (Clave)=-0,03089 kN m/m
 En Riñones: Mqht (Riñones)=0,0355 kN m/m
 En Base: Mqht (Base)=-0,03089 kN m/m

2.4.4. Debidos al propio peso del tubo (Mt)

En Clave: Mt (Clave)=0,00104 kN m/m
 En Riñones: Mt (Riñones)=-0,0012 kN m/m
 En Base: Mt (Base)=0,00159 kN m/m

2.4.5. Debidos al peso del agua (Ma)

En Clave: Ma (Clave)=0,00763 kN m/m
 En Riñones: Ma (Riñones) = -0,00883 kN m/m
 En Base: Ma (Base)=0,01167 kN m/m

2.4.6. Debidos a la presión del agua (Mpa)

En Clave: Mpa (Clave)=0 kN m/m
 En Riñones: Mpa (Riñones)=0 kN m/m
 En Base: Mpa (Base)=0 kN m/m

2.4.7. Momento flector total (M)

En Clave: M (Clave)=0,16041 kN m/m
 En Riñones: M (Riñones)=-0,1613 kN m/m
 En Base: M (Base)=0,19804 kN m/m

5.3 CÁLCULO MECÁNICO CONDUCCIÓN PVC-U COLECTOR DE GRAVEDAD PROFUNDIDAD MÁXIMA



Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

Página 3 de 3

2.5. Fuerzas axiales.

2.5.1. Debidas a la presión vertical total sobre el tubo (Nqvt)

En Clave: Nqvt (Clave)=0,28471 kN m/m
 En Riñones: Nqvt (Riñones)=-5,37194 kN m/m
 En Base: Nqvt (Base)=-0,28471 kN m/m

2.5.2. Debidas a la presión lateral del relleno sobre el tubo (Nqh)

En Clave: Nqh (Clave)=-1,13627 kN m/m
 En Riñones: Nqh (Riñones)=0 kN m/m
 En Base: Nqh (Base)=-1,13627 kN m/m

2.5.3. Debidas a la reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (Nqht)

En Clave: nqht (Clave)=-0,64049 kN m/m
 En Riñones: Nqht (Riñones)=0 kN m/m
 En Base: Nqht (Base)=-0,64049 kN m/m

2.5.4. Debidas al propio peso del tubo (Nt)

En Clave: Nt (Clave)=0,00538 kN m/m
 En Riñones: Nt (Riñones)=-0,02536 kN m/m
 En Base: Nt (Base)=-0,00538kN m/m

2.5.5. Debidas al peso del agua (Na)

En Clave: Na (Clave)=0,15767 kN m/m
 En Riñones: Na (Riñones)=0,05082 kN m/m
 En Base: Na (Base)=0,31511 kN m/m

2.5.6. Debidas a la presión del agua (Npa)

En Clave: Npa (Clave)=0 kN m/m
 En Riñones: Npa(Riñones) = 0kN m/ m
 En Base: Npa (Base)=0 kN m/m

2.5.7. Fuerza axil total (N)

En Clave: N (Clave)=-1,32899 kN m/m
 En Riñones: N (Riñones)=-5,34648 kN m/m
 En Base: N (Base)=-1,75173kN m/m

2.6. Esfuerzos tangenciales máximos.

En Clave: 17,21175 kN/mm2
 En Riñones: -17,63822 kN/mm2
 En Base: 21,234 kN/mm2

2.7. Verificación del esfuerzo tangencial(coef. de seguridad a rotura)

En Clave: 2,90499 --ADMISIBLE: cumple >2
 En Riñones: 2,83475 --ADMISIBLE: cumple >2
 En Base: 2,35471 --ADMISIBLE: cumple >2

2.8. Estabilidad (Coeficientes de seguridad al aplastamiento).

Debido al terreno: 18,74515 --ADMISIBLE: cumple >2
 Debido a la presión ext. de agua :183,81983 --ADMISIBLE: cumple >2
 Debido al terreno y al agua: 17,0105 --ADMISIBLE: cumple >2



Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

Página 1 de 3

Datos sobre el informe

Informe número:
 Fecha:
 A la atención de D./Dña. :
 Empresa/entidad :
 Dirección :
 Ciudad :
 Teléfono/Fax :
 Correo electrónico:
 Referencia de la obra :

RESULTADO DEL CÁLCULO MECÁNICO: INSTALACIÓN VÁLIDA
 (Si se aplican en la instalación los parámetros especificados en el cálculo)
 Coeficiente de seguridad empleado en el cálculo: B (> 2.5)

1. Características del tubo y la instalación.

TIPO DE CONDUCCIÓN: SANEAMIENTO SIN PRESIÓN (Tubos según norma UNE-EN 1.456)
 Instalacion en: ZANJA

Material del tubo: PVC-U
 Presión nominal: bar (entre paréntesis. PN no habitual)
 Diámetro nominal: Dn = 315 mm
 Espesor: e=6.2 mm
 Diámetro interior: di= 302.6 mm
 Radio medio: Rm= 154.4 mm
 Módulo de elasticidad: Et(p)=1750 N/mm2 , Et(cp)=3600 N/mm2
 Peso específico: P.esp.=14 kN/m3
 Esfuerzo tang. máximo: Sigma-t(p)= 50 N/mm2 , Sigma-t(cp)=90 N/mm2
 Nota: Las propiedades del material se han obtenido del informe UNE 53.331 IN

Presión agua interior: Pi = bar
 Presión agua exterior: Pe= 0 bar

Altura de la zanja: H1=3.05 m
 Anchura de la zanja: B1=1.1 m
 Ángulo de inclinacion de la zanja: Beta=90°

Apoyo sobre material granular compactado (Tipo A)
 Ángulo de apoyo: Zalfa=90°
 Tipo de relleno: No cohesivo
 Tipo de suelo: Medianamente cohesivo

Relleno de la zanja compactado por capas en toda la altura
 Peso específico de la tierra de relleno: Y1=20 kN/m3
 Módulos de compresión del relleno: E1=5 N/mm2 E2= 16 N/mm2
 Módulos de compresión del terreno: E3=5 N/mm2 E4= 5 N/mm2
 Sobrecargas concentradas debidas a tráfico: LIGERO (<12t)
 Número de ejes de los vehículos: 2
 Distancia entre ruedas: a=2 m
 Distancia entre ejes: b=3 m
 Sobrecarga concentrada: Pc=40 kN
 Sobrecarga repartida: Pd= kN
 Zona no pavimentada



Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

Página 2 de 3

2. Determinación de las acciones sobre el tubo

2.1. Presión vertical de las tierras.

Debida a las tierras: $q_v=18,57523 \text{ kN/m}^2$
 Debida a sobrecargas concentradas: $P_{vc}=6,38731 \text{ kN/m}^2$
 Debida a sobrecargas repartidas: $P_{vr}=0 \text{ kN/m}^2$
 Presión vertical total sobre el tubo: $q_{vt}=24,96254 \text{ kN/m}^2$

2.2. Presión lateral de las tierras

Reacción máxima lateral del suelo
 a la altura del centro del tubo: $q_{ht}=9,19613 \text{ kN/m}^2$

2.3. Deformación Relativa: $dv=0,77288 \%$ --ADMISIBLE: cumple $\leq 5\%$

2.4. Momentos flectores circunferenciales.

2.4.1. Debidos a la presión vertical total sobre el tubo (Mqvt)

En Clave: $M_{qvt}(\text{Clave})=0,16305 \text{ kN m/m}$
 En Riñones: $M_{qvt}(\text{riñones})=-0,16603 \text{ kN m/m}$
 En Base: $M_{qvt}(\text{Base})=0,18686 \text{ kN m/m}$

2.4.2. Debidos a la presión lateral del relleno sobre el tubo (Mqh)

En Clave: $M_{qh}(\text{Clave})=-0,07213 \text{ kN m/m}$
 En Riñones: $M_{qh}(\text{Riñones})=0,07213 \text{ kN m/m}$
 En Base: $M_{qh}(\text{Base})=-0,07213 \text{ kN m/m}$

2.4.3. Debidos a la reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (Mqht)

En Clave: $M_{qht}(\text{Clave})=-0,03968 \text{ kN m/m}$
 En Riñones: $M_{qht}(\text{Riñones})=0,0456 \text{ kN m/m}$
 En Base: $M_{qht}(\text{Base})=-0,03968 \text{ kN m/m}$

2.4.4. Debidos al propio peso del tubo (Mt)

En Clave: $M_t(\text{Clave})=0,00087 \text{ kN m/m}$
 En Riñones: $M_t(\text{Riñones})=-0,001 \text{ kN m/m}$
 En Base: $M_t(\text{Base})=0,00133 \text{ kN m/m}$

2.4.5. Debidos al peso del agua (Ma)

En Clave: $M_a(\text{Clave})=0,00773 \text{ kN m/m}$
 En Riñones: $M_a(\text{Riñones}) = -0,00894 \text{ kN m/m}$
 En Base: $M_a(\text{Base})=0,01182 \text{ kN m/m}$

2.4.6. Debidos a la presión del agua (Mpa)

En Clave: $M_{pa}(\text{Clave})=0 \text{ kN m/m}$
 En Riñones: $M_{pa}(\text{Riñones})=0 \text{ kN m/m}$
 En Base: $M_{pa}(\text{Base})=0 \text{ kN m/m}$

2.4.7. Momento flector total (M)

En Clave: $M(\text{Clave})=0,05984 \text{ kN m/m}$
 En Riñones: $M(\text{Riñones})=-0,05825 \text{ kN m/m}$
 En Base: $M(\text{Base})=0,08819 \text{ kN m/m}$



Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

Página 3 de 3

2.5. Fuerzas axiales.

2.5.1. Debidas a la presión vertical total sobre el tubo (Nqvt)

En Clave: $N_{qvt}(\text{Clave})=0,20427 \text{ kN m/m}$
 En Riñones: $N_{qvt}(\text{riñones})=-3,85422 \text{ kN m/m}$
 En Base: $N_{qvt}(\text{Base})=-0,20427 \text{ kN m/m}$

2.5.2. Debidas a la presión lateral del relleno sobre el tubo (Nqh)

En Clave: $N_{qh}(\text{Clave})=-1,8686 \text{ kN m/m}$
 En Riñones: $N_{qh}(\text{Riñones})=0 \text{ kN m/m}$
 En Base: $N_{qh}(\text{Base})=-1,8686 \text{ kN m/m}$

2.5.3. Debidas a la reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (Nqht)

En Clave: $n_{qht}(\text{Clave})=-0,81927 \text{ kN m/m}$
 En Riñones: $N_{qht}(\text{Riñones})=0 \text{ kN m/m}$
 En Base: $N_{qht}(\text{Base})=-0,81927 \text{ kN m/m}$

2.5.4. Debidas al propio peso del tubo (Nt)

En Clave: $N_t(\text{Clave})=0,00446 \text{ kN m/m}$
 En Riñones: $N_t(\text{Riñones})=-0,02105 \text{ kN m/m}$
 En Base: $N_t(\text{Base})=-0,00446 \text{ kN m/m}$

2.5.5. Debidas al peso del agua (Na)

En Clave: $N_a(\text{Clave})=0,15901 \text{ kN m/m}$
 En Riñones: $N_a(\text{Riñones})=0,05125 \text{ kN m/m}$
 En Base: $N_a(\text{Base})=0,31778 \text{ kN m/m}$

2.5.6. Debidas a la presión del agua (Npa)

En Clave: $N_{pa}(\text{Clave})=0 \text{ kN m/m}$
 En Riñones: $N_{pa}(\text{Riñones}) = 0 \text{ kN m/m}$
 En Base: $N_{pa}(\text{Base})=0 \text{ kN m/m}$

2.5.7. Fuerza axial total (N)

En Clave: $N(\text{Clave})=-2,32012 \text{ kN m/m}$
 En Riñones: $N(\text{Riñones})=-3,82402 \text{ kN m/m}$
 En Base: $N(\text{Base})=-2,57883 \text{ kN m/m}$

2.6. Esfuerzos tangenciales máximos.

En Clave: $9,09159 \text{ kN/mm}^2$
 En Riñones: $-9,58728 \text{ kN/mm}^2$
 En Base: $13,5343 \text{ kN/mm}^2$

2.7. Verificación del esfuerzo tangencial(coef. de seguridad a rotura)

En Clave: $5,49959$ --ADMISIBLE: cumple >2
 En Riñones: $5,21524$ --ADMISIBLE: cumple >2
 En Base: $3,69432$ --ADMISIBLE: cumple >2

2.8. Estabilidad (Coeficientes de seguridad al aplastamiento).

Debido al terreno: $19,59584$ --ADMISIBLE: cumple >2
 Debido a la presión ext. de agua: $125,00295$ --ADMISIBLE: cumple >2
 Debido al terreno y al agua: $16,94023$ --ADMISIBLE: cumple >2

5.4 CÁLCULO MECÁNICO CONDUCCIÓN PVC-O DE IMPULSIÓN PROFUNDIDAD MÍNIMA

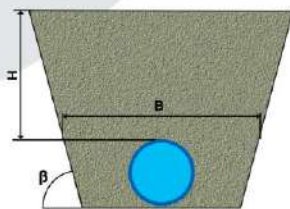
PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

Molecor TOM® v.1.1. 2017 Enero

Informe de resultados de cálculo mecánico



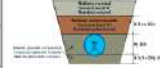
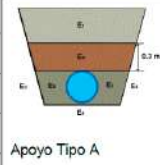
Información general sobre el informe abreviado	
Número de informe	2020_02_20_2169
Fecha de última modificación	
Nombre del proyecto	
A la atención de D./Dña.	
Dirección	Avd. Nicolás Salmerón, nº5 1ªA
Ciudad / localidad / municipio	El Ejido
Provincia / región / estado	Almería
País	España
Promotora	
Ingeniería	AIMA
Constructora	
Dirección de obra	Avd. Nicolás Salmerón, nº5 1ªA
PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO	
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:	
ATV-DVWK-A 127E:2000 "Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos"	
UNE 53331:1997 "Tubos y uniones de polí(cloro) de vinilo) orientado (PVC-O) para conducción de agua a presión. Especificaciones"	
Resultados del cálculo	
Clase de seguridad B (caso especial) - material PVC-O > 2	
INSTALACIÓN VÁLIDA	
Características del tubo y de la instalación	
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma española UNE-ISO 16422 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudáfricana SANS 16422 - norma británica BS ISO 16422
Aplicación	Saneamiento
Nombre de la instalación	Canalización de impulsión PVC-O
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja



Tubería				
	Nome.	Unidades	Tubo 1	
Código del producto	-	-	TOM14012B	
Material del tubo	-	-	PVC-O Clase 500	
			C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	12,5	
Diámetro nominal	DN	mm	140	
Módulo de elasticidad a flexión largo plazo	$E_{l(lp)}$	N/mm ²	2800,0	
Módulo de elasticidad a flexión corto plazo	$E_{l(cp)}$	N/mm ²	4000,0	
Peso específico	γ_1	kN/m ³	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño a flexión largo plazo	$\sigma_{l(lp)}$	N/mm ²	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño a flexión corto plazo	$\sigma_{l(cp)}$	N/mm ²	100,0	
Presiones				
	Nome.	Unidades	Tubo 1	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	12,5	
Presión externa debido al agua	P_w	bar	0,0	
Nivel freático	H_a	m	0,0	
Geometría de la zanja				
	Nome.	Unidades	Tubo 1	
Altura de zanja	H	m	0,75	
Anchura de la zanja	B	m	0,75	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	90,0	

Apoyo y material de relleno			
	Nome.	Unidades	Tubo 1
Tipo de apoyo	-	-	A
Ángulo de apoyo	2α	°	90
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm ²	4,0
Porcentaje proctor E_1		%	95,0
Grupo de suelo E_1		-	G4
Módulo de compresión de E_2		N/mm ²	16,0
Porcentaje proctor E_2	E_2	%	95,0
Grupo de suelo E_2		-	G1
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm ²	0,6
Porcentaje proctor E_3		%	85,0
Grupo de suelo E_3		-	G4
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm ²	0,6
Porcentaje proctor E_4		%	85,0
Grupo de suelo E_4		-	G4
Peso específico del relleno en zanja	-	kN/m ³	18,0
Peso específico del relleno en terraplén	-	kN/m ³	-

Tipo de relleno	
	Tubo 1
Tipo de relleno	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja



Pavimento			
	Nome.	Unidades	Tubo 1
Altura de la primera capa del firme	h_1	m	-
Altura de la segunda capa del firme	h_2	m	-
Módulo de compresión de la primera capa	E_{f1}	N/mm ²	-
Módulo de compresión de la segunda capa	E_{f2}	N/mm ²	-



Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.			
	Nome.	Unidades	Tubo 1
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m ²	8,84
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		0,00
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vd}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		8,84
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{lz}	kN/m ²	6,15
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	0,124
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN-m/m	0,003734
En los riñones			-0,000220
En la base			0,005778
Fuerzas normales			
Fuerza normal total			
En la clave	N	kN/m	82,2502
En los riñones			82,1025
En la base			82,2148
Esfuerzos tangenciales			

σ en clave	σ	N/mm ²	22,97
σ en riñones			21,29
σ en base			23,81
Coefficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	v	-	4,35
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			4,70
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			4,20
Coefficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	120,87

Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.			
	Nome.	Unidades	Tubo 1
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m ²	8,71
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		0,00
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		8,71
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m ²	6,19
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	0,135
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,003510
En los riñones			0,000013
En la base			0,005530
Fuerzas normales			
Fuerza normal total			

En la clave	N	kN/m	82,2468
En los riñones			82,1115
En la base			82,2125
Esfuerzos tangenciales			
σ en clave	σ	N/mm ²	22,87
σ en riñones			21,39
σ en base			23,70
Coefficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	v	-	3,06
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			3,27
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			2,95
Coefficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	101,34

ADVERTENCIA IMPORTANTE: LIMITACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Molecor pone a disposición el Programa como una herramienta para facilitar su trabajo a los profesionales pero no asume ninguna responsabilidad como asesor o prestador de servicios. Los resultados del cálculo obtenidos deben considerarse orientativos y tienen una finalidad meramente informativa. El diseño de un proyecto y la ejecución de la obra son responsabilidad del proyectista del constructor respectivamente. El proyectista usuario del Programa será exclusivamente responsable de la decisión de utilizar el Programa como herramienta auxiliar en la prestación de sus servicios profesionales y del correcto cálculo de los elementos proyectados, teniendo en último término la responsabilidad de los cálculos realizados en el diseño de la instalación. En particular, será entera y exclusivamente responsable de la corrección de los datos introducidos por el cálculo y sus correspondientes resultados. Aunque Molecor ha hecho todos los esfuerzos para que el Programa responda a sus finalidades y funcione de forma regular de acuerdo con sus especificaciones, en el estado de la técnica, no puede garantizar su funcionamiento continuo ni la total ausencia de posibles fallos o incidencias en el funcionamiento del Programa, en particular, por interacción con otros elementos (ordenadores, servidores, comunicaciones electrónicas, etc.) y con el propio usuario. En consecuencia, **Molecor NO RESPONDERA DE NINGUN DAÑO DIRECTO O INDIRECTO, PREVISIBLE O IMPREVISTO DERIVADO DEL USO DEL PROGRAMA SALVO EN CASO QUE SE DEMUESTRE SU DOLO O NEGLIGENCIA GRAVE EN EL DISEÑO U OPERACIÓN DEL SOFTWARE.** En particular, **Molecor NO SE RESPONSABILIZA:**

1. de los posibles resultados erróneos causados por errores, omisiones y/o inexactitudes en los datos introducidos por el usuario.
2. de la mala utilización no conforme con las especificaciones del Programa.
3. del uso que se haga de la información proporcionada por el Programa y no realización de razonables comprobaciones para verificar la corrección de la misma.

5.5 CÁLCULO MECÁNICO CONDUCCIÓN PVC-O DE IMPULSIÓN PROFUNDIDAD MÁXIMA

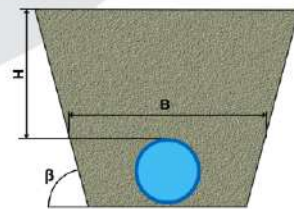
PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

Molecor TOM® v.1.2. 2020 Mayo

Informe de resultados de cálculo mecánico

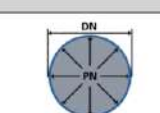


Información general sobre el informe abreviado	
Número de informe	2020_02_20_2169
Fecha de última modificación	
Nombre del proyecto	
A la atención de D./Dña.	
Dirección	Avd. Nicolás Salmerón, nº5 1ªA
Ciudad / localidad / municipio	El Ejido
Provincia / región / estado	Almería
País	España
Promotora	
Ingeniería	AIMA
Constructora	
Dirección de obra	Avd. Nicolás Salmerón, nº5 1ªA
PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO	
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:	
ATV-DVWK-A 127E:2000 "Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos"	
UNE 53331: 2020 "Tuberías de Polí(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U), Polí(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O), Polietileno (PE) y Polipropileno (PP). Criterio para la comprobación de los tubos a utilizar en conducciones con y sin presión sometidos a cargas externas"	
Resultados del cálculo	
Clase de seguridad B (caso especial) - material PVC-O > 2	
INSTALACIÓN VÁLIDA	
Características del tubo y de la instalación	
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma europea UNE-EN 17176 - norma internacional ISO 15422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudáfricana SANS 15422
Aplicación	Saneamiento
Nombre de la instalación	Canalización de impulsión PVC-O
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja

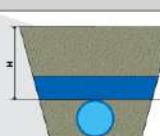


1/7

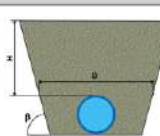
Tubería			
	Nome.	Unidades	Tubo 1
Código del producto	-	-	TOM14012B
Material del tubo	-	-	PVC-O Clase 500 C 1.4
Presión nominal	PN	bar	12,5
Diámetro nominal	DN	mm	140
Módulo de elasticidad en flexión transversal. Largo plazo.	$E_{E(p)}$	N/mm ²	2800,0
Módulo de elasticidad en flexión transversal. Corto plazo.	$E_{E(cp)}$	N/mm ²	4000,0
Peso específico	γ_t	kN/m ³	14,0
Esfuerzo tangencial de diseño del tubo a flexión-tracción. Largo plazo.	$\sigma_{E(p)}$	N/mm ²	70,0
Esfuerzo tangencial de diseño del tubo a flexión-tracción. Corto plazo.	$\sigma_{E(cp)}$	N/mm ²	100,0



Presiones			
	Nome.	Unidades	Tubo 1
Presión interna de trabajo	P_i	bar	12,5
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,0
Nivel freático	H_0	m	0,0

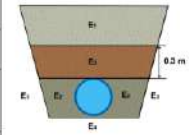


Geometría de la zanja			
	Nome.	Unidades	Tubo 1
Altura de zanja	H	m	1,47
Anchura de la zanja	B	m	0,75
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	90,0

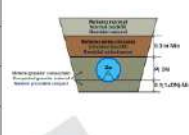


2/7

Apoyo y material de relleno			
	Nome.	Unidades	Tubo 1
Tipo de apoyo	-	-	A
Ángulo de apoyo	2α	°	90
Módulo de compresión de E ₁	E ₁	N/mm ²	4,0
Porcentaje proctor E ₁		%	95,0
Grupo de suelo E ₁		-	G4
Módulo de compresión de E ₂	E ₂	N/mm ²	16,0
Porcentaje proctor E ₂		%	95,0
Grupo de suelo E ₂		-	G1
Módulo de compresión de E ₃	E ₃	N/mm ²	0,6
Porcentaje proctor E ₃		%	85,0
Grupo de suelo E ₃		-	G4
Módulo de compresión de E ₄	E ₄	N/mm ²	0,6
Porcentaje proctor E ₄		%	85,0
Grupo de suelo E ₄		-	G4
Peso específico del relleno en zanja	-	kN/m ³	18,0
Peso específico del relleno en terraplén	-	kN/m ³	-




Apoyo Tipo A



Tipo de relleno	
	Tubo 1
Tipo de relleno	Relleno por capas compactadas contra el suelo natural (sin verificación del grado de compactación), aplicable también para paredes soportadas por tablonos (construcción Berlinesa).

Sobrecargas debido al tráfico			
	Nome.	Unidades	Tubo 1

Simbolo del vehiculo	-	t	-	
Número de ejes	-	-	-	
Distancia entre ruedas a	a	m	-	
Distancia entre ejes b	b	m	-	
Sobrecargas concentradas P _c	P _c	kN	-	
Sobrecargas distribuidas P _d	P _d	kN	-	
Coefficiente C _d	C _d	-	-	
Coefficiente de impacto Phi	Phi	-	-	

Pavimento			
	Nome.	Unidades	Tubo 1
Altura de la primera capa del firme	h1	m	-
Altura de la segunda capa del firme	h2	m	-
Módulo de compresión de la primera capa	E _{f1}	N/mm ²	-
Módulo de compresión de la segunda capa	E _{f2}	N/mm ²	-



Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.			
	Nome.	Unidades	Tubo 1
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q _v	kN/m ²	16,11
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P _{vc}		0,00
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P _{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q _{vt}		16,11
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q _{ht}	kN/m ²	11,10
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ _v	%	0,223
Momentos flectores longitudinales			
Momento longitudinal total			
En la clave	M	kN m/m	0,004905
En los riñones			-0,000939
En la base			0,008298
Fuerzas normales (axil circunferencial)			
Fuerza normal total			
En la clave	N	kN/m	81,8519
En los riñones			81,6072
En la base			81,7641
Tensiones circunferenciales máximas			

σ en clave	σ	N/mm ²	23,35
σ en riñones			21,64
σ en base			24,73
Coefficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	4,28
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			4,62
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			4,04
Coefficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η _s	-	70,52

Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.			
	Nome.	Unidades	Tubo 1
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q _v	kN/m ²	15,85
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P _{vc}		0,00
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P _{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q _{vt}		15,85
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q _{ht}	kN/m ²	11,15
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ _v	%	0,244
Momentos flectores longitudinales			
Momento longitudinal total			
En la clave	M	kN m/m	0,004497
En los riñones			-0,000519
En la base			0,007841
Fuerzas normales (axil circunferencial)			
Fuerza normal total			

6. CONCLUSIONES

Tal y como se puede observar en los cálculos mecánicos realizados, las conducciones previstas son válidas.

En la clave	N	kN/m	81,8469
En los riñones			81,6249
En la base			81,7609
Tensiones circunferenciales máximas			
σ en clave	σ	N/mm ²	23,18
σ en riñones			21,47
σ en base			24,54
Coefficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	v	-	3,02
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			3,26
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			2,85
Coefficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	59,51

ADVERTENCIA IMPORTANTE: LIMITACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Molecor pone a disposición el Programa como una herramienta para facilitar su trabajo a los profesionales pero no asume ninguna responsabilidad como asesor o prestador de servicios. Los resultados del cálculo obtenidos deben considerarse orientativos y tienen una finalidad meramente informativa. El diseño de un proyecto y la ejecución de la obra son responsabilidad del proyectista del constructor respectivamente. El proyectista usuario del Programa será exclusivamente responsable de la decisión de utilizar el Programa como herramienta auxiliar en la prestación de sus servicios profesionales y del correcto cálculo de los elementos proyectados, teniendo en último término la responsabilidad de los cálculos realizados en el diseño de la instalación. En particular, será entera y exclusivamente responsable de la corrección de los datos introducidos por el cálculo y sus correspondientes resultados. Aunque Molecor ha hecho todos los esfuerzos para que el Programa responda a sus finalidades y funcione de forma regular de acuerdo con sus especificaciones, en el estado de la técnica, no puede garantizar su funcionamiento continuo ni la total ausencia de posibles fallos o incidencias en el funcionamiento del Programa, en particular, por interacción con otros elementos (ordenadores, servidores, comunicaciones electrónicas, etc.) y con el propio usuario. En consecuencia, **Molecor NO RESPONDERA DE NINGUN DAÑO DIRECTO O INDIRECTO, PREVISIBLE O IMPREVISTO DERIVADO DEL USO DEL PROGRAMA SALVO EN CASO QUE SE DEMUESTRE SU DOLO O NEGLIGENCIA GRAVE EN EL DISEÑO U OPERACIÓN DEL SOFTWARE.** En particular, **Molecor NO SE RESPONSABILIZA:**

1. de los posibles resultados erróneos causados por errores, omisiones y/o inexactitudes en los datos introducidos por el usuario.
2. de la mala utilización no conforme con las especificaciones del Programa.
3. del uso que se haga de la información proporcionada por el Programa y no realización de razonables comprobaciones para verificar la corrección de la misma.