

**ANEJO 14: CÁLCULO MECÁNICO DE LA RED DE  
RIEGO.**



*PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DEL REGADÍO DE LAS COMUNIDADES  
DE REGANTES DE GRAÑÉN-FLUMEN Y ALMUNIENTE (HUESCA)*



## INDICE:

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN Y OBJETO DEL PRESENTE ANEJO.....</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>DATOS INICIALES. ....</b>	<b>3</b>
<b>3.</b>	<b>CÁLCULO DE LAS TUBERÍAS DE PVC ORIENTADO.....</b>	<b>3</b>
3.1.	DATOS DE PARTIDA. ....	3
3.2.	CÁLCULOS.....	4
3.3.	CONCLUSIONES. ....	4
<b>4.</b>	<b>TUBERÍA DE ACERO HELICOSOLDADO. ....</b>	<b>4</b>
4.1.	DATOS DE PARTIDA.....	4
4.2.	CÁLCULOS.....	5
4.2.1.	HIPOTESIS I. PRESIÓN HIDRÁULICA INTERIOR POSITIVA (ESTADO TENSIONAL).....	6
4.2.2.	HIPOTESIS II. ACCIONES GRAVITATORIAS (ESTADO TENSIONAL Y DEFORMACIONAL).....	7
4.2.3.	HIPOTESIS III. PRESIÓN HIDRÁULICA INTERIOR NEGATIVA (PANDEO O COLAPSO).....	12
4.3.	CONCLUSIONES. ....	14
<b>5.</b>	<b>TUBERÍAS DE PEAD. ....</b>	<b>14</b>
5.1.	DATOS DE PARTIDA. ....	14
5.2.	CÁLCULOS.....	15
5.3.	CONCLUSIONES. ....	15



## **ANEXO 16: CÁLCULOS HIDRÁULICOS Y MECÁNICOS DEL BOMBEO.**

### **1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO DEL PRESENTE ANEJO.**

El objeto de este anejo es justificar que las tuberías propuestas en el proyecto cumplen con el cálculo mecánico de acuerdo con la normativa vigente en cada caso.

### **2. DATOS INICIALES.**

Se ha de tener en cuenta que la presión estática más desfavorable en cada una de las 3 redes es la siguiente:

<b>COTA PRESIÓN ESTÁTICA MÁS DESFAVORABLE (mca).</b>			
<b>RED</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
COTA MÁX AGUA BALSA	439	397	397
Nº NODO	31	309	254
COTA NODO MENOR COTA	324,77	316,64	313,34
<b>PRESIÓN ESTÁTICA MÁX (mca)</b>	<b>114,23</b>	<b>80,36</b>	<b>83,66</b>

En el caso de la tubería de PVC-O, el nodo más desfavorable es el 41 de la red A. cuya cota es la 333,19 y cuya presión estática máxima es de 105,81 mca.

### **3. CÁLCULO DE LAS TUBERÍAS DE PVC ORIENTADO.**

#### **3.1. DATOS DE PARTIDA.**

- Anchura de la zanja: Ver plano detalles zanjas tipo.
- Altura máxima de tierras sobre generatriz superior tubería: 4,00 m.
- Altura mínima de tierras sobre generatriz superior tubería: 1,20 m.
- Nivel freático sobre generatriz superior tubería: No.
- Tipo de apoyo del tubo: Tipo A. Este tipo de apoyo consiste en una cama continua de garbancillo 6/20 compactado (mínimo 95% proctor normal) sobre la que descansa el tubo, de altura mínima 20 cm. La cama de apoyo debe tener una compactación uniforme en toda su longitud y envolver el tubo según el ángulo de apoyo  $2\alpha$  previsto.
- Ángulo de apoyo  $180^\circ$ .
- Tipo de relleno:

- Solera zanja y paredes: Suelo medianamente cohesivo al 100% PN. Módulo de compresión: 13 N/mm<sup>2</sup>.
  - Entorno del tubo (solera, laterales y hasta 30 cm sobre tubo): Garbancillo 6/20. Módulo de compresión 23 N/mm<sup>2</sup>.
  - Relleno a partir 30 cm sobre generatriz superior tubería. Suelo cohesivo al 98% PN. Módulo de compresión: 8 N/mm<sup>2</sup>.
- Sobrecargas de tráfico con camión 12 t en zona sin pavimento.
  - Presión de trabajo: La máxima de la instalación que es de 10,5 Atm.

### 3.2. CÁLCULOS.

El programa de cálculo mecánico utilizado para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O), está basado en las normas de referencia: ATV-DVWK-A 127E:2000 "Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos" UNE 53331: 2020 "Tuberías de Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U), Poli(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".

### 3.3. CONCLUSIONES.

Las tuberías de PVC-O propuestas son válidas para las presiones máximas de trabajo consideradas y con unas profundidades de enterramiento desde 1,2 m. a 4,00 m.

## 4. TUBERÍA DE ACERO HELICOSOLDADO.

### 4.1. DATOS DE PARTIDA.

- Anchura de la zanja: Ver plano detalles zanjas tipo.
- Altura máxima de tierras sobre generatriz superior tubería: 4,00 m.
- Altura mínima de tierras sobre generatriz superior tubería: 1,20 m.
- Nivel freático sobre generatriz superior tubería: 0,75m
- Tipo de apoyo del tubo: Tipo A. Este tipo de apoyo consiste en una cama continua de garbancillo 6/20 compactado (mínimo 95% proctor normal) sobre la que descansa el tubo, de altura mínima 20 cm. La cama de apoyo debe tener una compactación uniforme en toda su longitud y envolver el tubo según el ángulo de apoyo 2α previsto.
- Ángulo de apoyo 120 °.
- Tipo de relleno:

- Solera zanja y paredes: Suelo medianamente cohesivo al 100% PN. Módulo de compresión: 13 N/mm<sup>2</sup>.
- Entorno del tubo (solera, laterales y hasta 30 cm sobre tubo): Garbancillo 6/20. Módulo de compresión 23 N/mm<sup>2</sup>.
- Relleno a partir 30 cm sobre generatriz superior tubería. Suelo cohesivo al 98% PN. Módulo de compresión: 8 N/mm<sup>2</sup>.
- Sobrecargas de tráfico con camión tráfico de 60 toneladas en 3 ejesen zona sin pavimento.
- Presión de trabajo: La máxima de la instalación que es de 10,5 Atm.

#### 4.2. CÁLCULOS.

Se realiza el cálculo mecánico para justificar los espesores de tubería propuestos en el proyecto en función del grado de acero seleccionado y comprobando el comportamiento de la tubería bajo unas hipótesis de carga que se irán describiendo en cada apartado para poder plantear la más desfavorable. Se sigue como base para el cálculo mecánico la Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión, publicada por el CEDEX en el año 2003. Ésta guía basa el cálculo de este tipo de tuberías en la guía M11 Steel Pipe – A Guide for Design and Installation publicada por la AWWA (American Water Works Association), normas de reconocido prestigio y uso internacional.

En conducciones muy largas se puede ir ajustando el espesor de la conducción a las presiones o circunstancias que para cada tramo tiene que soportar la tubería.

Las longitudes de los tubos de acero no están normalizadas y quedarán determinadas por el largo óptimo en función del trazado de la conducción y los costes de transporte para el suministro de los tubos en obra. Se considerarán 13,5m como el largo óptimo para el transporte pudiendo variar este largo según las necesidades concretas.

En cuanto a las uniones éstas podrán ser soldadas (a tope / abocardado cilíndrico / abocardado esférico) o con bridas (normalmente cuando se inserte en la conducción algún elemento adicional como puede ser una válvula).

En las tuberías de acero, una vez establecido el diámetro y las condiciones de instalación y funcionamiento, los parámetros a dimensionar son:

- Espesor de pared del tubo
- Módulo de reacción del relleno a compactar, en las tuberías enterradas.
- Tipo de acero empleado (definiendo el límite elástico)

Esos tres parámetros se definen con la comprobación de 3 hipótesis: Resistencia frente a la presión interna, comprobación de deformación máxima admisible al actuar las cargas externas sobre el tubo, así como verificación del colapso por acciones internas o externas.

#### 4.2.1. HIPOTESIS I. PRESIÓN HIDRÁULICA INTERIOR POSITIVA (ESTADO TENSIONAL)

El espesor viene definido por la Presión Máxima de Diseño (N/mm<sup>2</sup>), MDP, que deberá ser a su vez inferior a la Presión Máxima Admisible (N/mm<sup>2</sup>), PMA y que vendrá condicionada por el diámetro exterior del tubo y la Tensión admisible del acero según su grado N/mm<sup>2</sup>

La siguiente expresión define los espesores requeridos (AWWA M11):

$$e \geq \frac{D \cdot MDP}{2 \cdot \sigma_{adm}}$$

MDP = Presión Max. de Diseño (N/mm<sup>2</sup>); igual o menor que PMA, Presión Máxima admisible.

e = espesor del tubo (mm).

D = Diámetro exterior del tubo (mm)

$\sigma_{adm}$  = Tensión admisible del acero (N/mm<sup>2</sup>). Se adopta el 50% del límite elástico mínimo del acero.

	Diámetro (mm.)	Espesor (mm.)	Límite elástico del acero (N/mm <sup>2</sup> )	Presión Máxima de Diseño (Bar)	Presión de Prueba (fábrica) (UNE EN 10224) (Bar)	Presión Máxima teórica (Bar)
Item 1	711	5,5	28,1	<b>21,74</b>	30,43	43,47
Item 2	711	5,5	28,1	<b>21,74</b>	30,43	43,47
Item 3	813	5,5	28,1	<b>19,01</b>	26,61	38,02

<b>Item 4</b>	813	5,5	28,1	<b>19,01</b>	26,61	38,02
<b>Item 5</b>	914	5,5	28,1	<b>16,91</b>	23,67	33,82
<b>Item 6</b>	1016	6,3	28,1	<b>17,42</b>	24,39	34,85
<b>Item 7</b>	1016	6,3	28,1	<b>17,42</b>	24,39	34,85
<b>Item 8</b>	1118	6,3	28,1	<b>15,83</b>	22,17	31,67
<b>Item 9</b>	1219	7,1	28,1	<b>16,37</b>	22,91	32,73
<b>Item 10</b>	1219	7,1	28,1	<b>16,37</b>	22,91	32,73
<b>Item 11</b>	1321	7,1	28,1	<b>15,10</b>	21,14	30,21
<b>Item 12</b>	1321	7,1	28,1	<b>15,10</b>	21,14	30,21

#### 4.2.2. HIPOTESIS II. ACCIONES GRAVITATORIAS (ESTADO TENSIONAL Y DEFORMACIONAL)

Está hipótesis considera la carga pésima de acciones gravitatorias, debe comprobarse que la tensión y la deformación máxima no superan las admisibles.

**En caso de tubería aérea**, en defecto de otros condicionantes más restrictivos, como deformación admisible se adoptará el valor de 1/360 de la luz entre apoyos. Además, debe verificarse que, para la hipótesis pésima de carga, las tensiones producidas en las zonas de los apoyos no superan las admisibles.

Las acciones gravitatorias incluyen:

- Peso propio de la tubería.
- Peso del fluido transportado.
- Cargas permanentes uniformes debidas a elementos constructivos tales como aislamientos.
- Cargas permanentes puntuales debidas a elementos constructivos o instalaciones sobre la tubería.
- Acciones originadas por el peso de la nieve que pudiese acumularse sobre la tubería.
- Acciones del viento originadas por las presiones y succiones sobre la superficie exterior.

**En caso de tubería enterrada,** considerando únicamente las cargas del terreno y del tráfico, debe comprobarse que la deformación máxima debida a la flexión transversal no supera la admisible. Como deformaciones máximas admisibles, hay que tener en cuenta la rigidez de la tubería y de sus revestimientos y en general, tal como se muestra en la tabla adjunta, suelen admitirse valores entre el 2 y el 5% del diámetro exterior (manual AWWA M11).

TIPO DE REVESTIMIENTO		DEFORMACIÓN ADMISIBLE (% DN)
EXTERIOR	INTERIOR	
Flexible	Flexible	5
Flexible	Mortero de cemento	3 a 4
Mortero de cemento	Mortero de cemento	2

*Deformaciones diametrales admisibles de los tubos (Manual AWWA M11)*

En el caso de la tubería de acero helicoidada, habitualmente revestida con polímeros bicomponentes (epoxis, poliuretanos) para el interior y exteriormente, en caso de estar enterrada, con combinaciones de polímeros y soluciones tricapa con polietileno o polipropileno extruido en caliente, estaríamos siempre hablando de revestimientos muy flexibles cuyas propiedades garantizan su perfecto funcionamiento incluso con deformaciones muchísimo mayor del 5%.

El cálculo de la deformación máxima debida a la flexión transversal se suele hacer mediante la formulación de Spangler (1941), la cual, en su forma más general, adopta la expresión siguiente (manual AWWA M11):

$$d = D_1 \frac{K_a (W_e + W_t) r_m^3}{EI + 0,061 E' r_m^3}$$

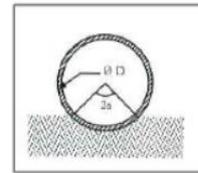
$d$  = Deformación producida en el tubo, en m.

$r_m$  = Radio medio de la tubería, en m.

$D_1$  = Coeficiente empírico de deformación diferida. Se toma un valor 1,25.

$K_a$  = Coeficiente de factor de apoyo.

Ángulo de apoyo $2\alpha = 20^\circ$	$K_a =$	$0,110$
Ángulo de apoyo $2\alpha = 45^\circ$	$K_a =$	$=0,105$
Ángulo de apoyo $2\alpha = 60^\circ$	$K_a =$	$=0,102$
Ángulo de apoyo $2\alpha = 120^\circ$	$K_a =$	$=0,090$
Ángulo de apoyo $2\alpha = 180^\circ$	$K_a =$	$0,083$



$E'$  = Módulo de reacción del relleno, en  $\text{kN/m}^2$

Terreno bien compactado	$E' =$	$5.000$	$\text{kN/m}^2$
Terreno con compactación media	$E' =$	$2.000$	$\text{kN/m}^2$
Terreno con mala compactación	$E' =$	$1.000$	$\text{kN/m}^2$

$W_e$  y  $W_t$  cargas debidas al peso de las tierras y al tráfico respectivamente, en  $\text{kN/m}^2$

$W_e$ , cargas debidas al peso de las tierras: En la tubería de acero, al ser una tubería flexible, habitualmente se calculan según la teoría de Marston, sin considerar ningún coeficiente reductor, suponiendo una seguridad adicional

$$w_e = \gamma \cdot H \cdot OD$$

$$w_e = (\gamma_w \cdot H_w + f \cdot \gamma \cdot H) \cdot OD \text{ (considerando el freático)}$$

$W_e$  = cargas debidas al peso de las tierras, en  $\text{kN/m}^2$

$\gamma$  = peso específico del relleno. Por defecto puede tomarse  $20 \text{ kN/m}^3$

$H$  = Altura de tierras sobre la clave del tubo, en m. Se han considerado 2 alturas: 1,2 y 4 m. sobre generatriz superior del tubo.

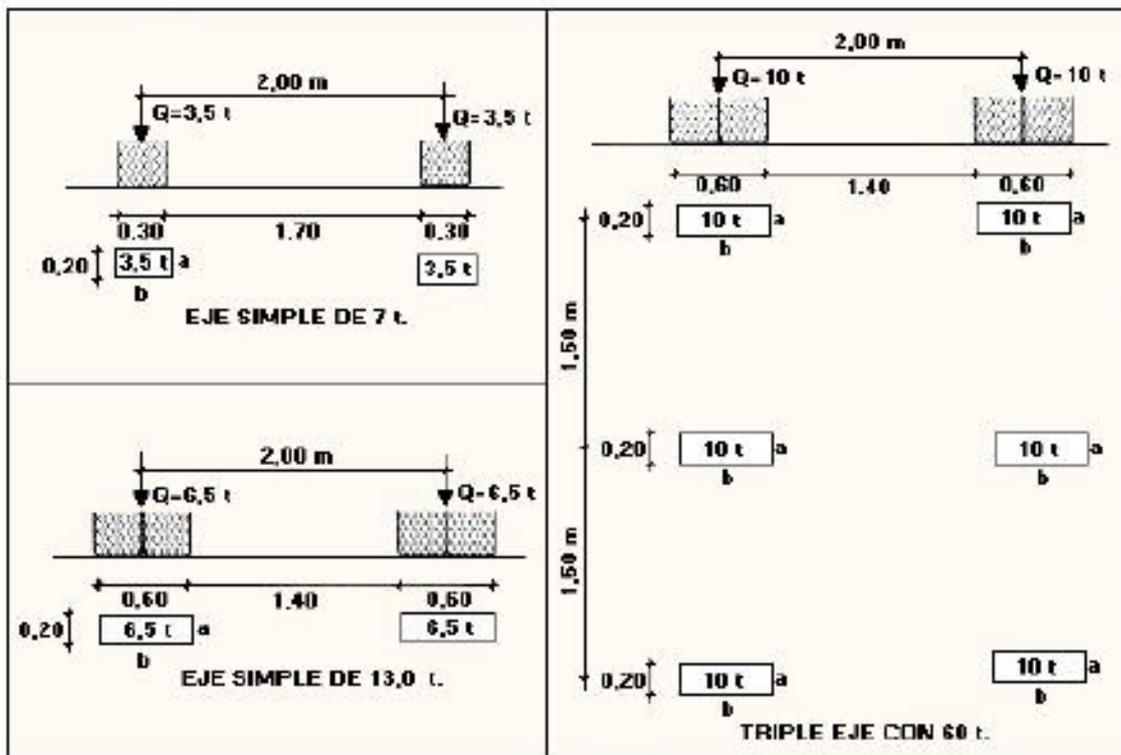
$OD$  = Diámetro exterior del tubo, en m.

$\gamma_w$  = peso específico del agua, en  $\text{kN/m}^3$

$H_w$  = Altura del nivel freático sobre el tubo, en m.

$f$  (Factor de flotación) =  $1 - 0,33 \cdot (H_w/H)$

$W_t$ , cargas debidas al tráfico: Son sobrecargas puntuales, puede emplearse la formulación genérica de Boussinesq. Esta formulación ha sido simplificada y se suele considerar que se reparten uniformemente en una superficie que se va ampliando según un tronco de pirámide cuyas caras laterales forman un ángulo de unos  $45^\circ$  con la vertical.



A modo de resumen, para tubos menores de 2000mm de diámetro y una carga de triple eje con 60Ton, el valor de las cargas puntuales debidas al tráfico en t/m son las siguientes:

Para  $OD > S$

$$w_t = 294,2 \cdot \frac{OD + S}{t \cdot l_e}$$

Para  $OD < S$

$$w_t = 588,4 \cdot \frac{OD}{t \cdot l_e}$$



#### 4.2.3. HIPOTESIS III. PRESIÓN HIDRÁULICA INTERIOR NEGATIVA (PANDEO O COLAPSO).

Considerando una situación excepcional en la que actuasen exclusivamente presiones interiores negativas, el colapso o pandeo debe verificarse comprobando que el coeficiente de seguridad C frente a dicho colapso sea al menos 2. La siguiente expresión verifica esta situación particular:

$$C = \frac{P_{crit}}{q_e} \geq 2,5 - 3$$

C = Coeficiente de seguridad, de valor igual o superior a 2 en tubería aérea (US army Corp of Engineers, 1970). Para tubería enterrada 2,5 (si H/DN>2) ó 3 (si H/DN<2)

Pcrit = Carga crítica de pandeo (N/mm<sup>2</sup>). Se puede calcular mediante la expresión de Luscher modificada o la expresión de Levy.

q<sub>e</sub>= Depresión debida a posibles golpes de ariete, succiones, etc. (N/mm<sup>2</sup>).

$$q_e = \gamma_w H_w + f_f \frac{W_e}{DN} + \frac{W_t}{DN} + 0,1 P_v$$

$\gamma_w$  = peso específico del agua, en N/mm<sup>3</sup>

H<sub>w</sub> = Altura del nivel freático sobre el tubo, en mm.

f<sub>f</sub> (Factor de flotación) = 1 - 0,33.(H<sub>w</sub>/H)

H = Altura de tierras sobre la clave del tubo, en mm.

P<sub>v</sub> = depresión interna debida a posibles golpes de ariete, succiones, etc. (en bar)

$$P_{crit} = 10 \times \sqrt{32 \times f_f \times B' \times E' \times \frac{EI}{D_m^3}}$$

$$f_f = 1 - 0,33 \times \frac{H_w}{H}$$

E = Módulo de elasticidad del material de la tubería (N/mm<sup>2</sup>).

e = Espesor del tubo reducido (mm).

D<sub>m</sub> = Diámetro medio del tubo (mm).

I = momento de inercia de la pared de la tubería (mm<sup>3</sup>) (I=e<sup>3</sup>/12)

E' = Módulo de reacción del relleno (N/mm<sup>2</sup>)

B' = coeficiente de origen empírico

$$B' = \frac{1}{1 + e^{(-0.213H)}}$$

	Diámetro (mm.)	Espesor (mm.)	C requerida	C calculada (Pcrit/qe)	C x Pext (N/mm2)	Altura de tierras (m)	I (e <sup>3/12</sup> )	Pcrit Carga crítica de pandeo (N/mm2)						q <sub>e</sub>					
								P <sub>crit</sub> (N/mm2)	B'	H/DN	E' (N/mm2)	E	q <sub>e</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	y <sub>w</sub> (N/mm3)	H <sub>w</sub> (mm)	f <sub>r</sub>	W <sub>e</sub>	W <sub>t</sub>	P <sub>v</sub>
Pcrit = 10 x (32 x f <sub>r</sub> x B' x E' x (EI/Dm <sup>3</sup> )) <sup>0.5</sup>													q <sub>e</sub> = (y <sub>w</sub> x H <sub>w</sub> + f <sub>r</sub> x (W <sub>t</sub> /DN) + (W <sub>t</sub> /DN) + P <sub>v</sub> )						
Item 1	711	5.5	5.63	2.5	0.00031	0.250	1.4E-08	1.00	5.63	4.0	2.100.0	0.10	9.8E-12	7.50E-01	0.94	0.06	0.01	0.10	
Item 2	711	5.5	5.63	2.5	0.00031	0.250	1.4E-08	1.00	5.63	4.0	2.100.0	0.10	9.8E-12	7.50E-01	0.94	0.06	0.02	0.10	
Item 3	813	5.5	4.92	2.5	0.00025	0.250	1.4E-08	1.00	4.92	4.0	2.100.0	0.10	9.8E-12	7.50E-01	0.94	0.07	0.02	0.10	
Item 4	813	5.5	4.92	2.5	0.00025	0.250	1.4E-08	1.00	4.92	4.0	2.100.0	0.10	9.8E-12	7.50E-01	0.94	0.07	0.02	0.10	
Item 5	914	5.5	4.38	2.5	0.00021	0.250	1.4E-08	1.00	4.38	4.0	2.100.0	0.10	9.8E-12	7.50E-01	0.94	0.08	0.02	0.10	
Item 6	1016	6.3	3.94	2.5	0.00022	0.250	2.1E-08	1.00	3.94	4.0	2.100.0	0.10	9.8E-12	7.50E-01	0.94	0.08	0.02	0.10	
Item 7	1016	6.3	3.94	2.5	0.00022	0.250	2.1E-08	1.00	3.94	4.0	2.100.0	0.10	9.8E-12	7.50E-01	0.94	0.08	0.02	0.10	
Item 8	1118	6.3	3.58	2.5	0.00019	0.250	2.1E-08	1.00	3.58	4.0	2.100.0	0.10	9.8E-12	7.50E-01	0.94	0.09	0.02	0.10	
Item 9	1219	7.1	3.28	2.5	0.00020	0.250	3E-08	1.00	3.28	4.0	2.100.0	0.10	9.8E-12	7.50E-01	0.94	0.10	0.02	0.10	
Item 10	1219	7.1	3.28	2.5	0.00020	0.250	3E-08	1.00	3.28	4.0	2.100.0	0.10	9.8E-12	7.50E-01	0.94	0.10	0.02	0.10	
Item 11	1321	7.1	3.03	2.5	0.00018	0.250	3E-08	1.00	3.03	4.0	2.100.0	0.10	9.8E-12	7.50E-01	0.94	0.11	0.02	0.10	
Item 12	1321	7.1	3.03	2.5	0.00018	0.250	3E-08	1.00	3.03	4.0	2.100.0	0.10	9.8E-12	7.50E-01	0.94	0.11	0.02	0.10	

### 4.3. CONCLUSIONES.

Las tuberías de acero helicosoldado propuestas son válidas para las presiones máximas de trabajo consideradas y con unas profundidades de enterramiento desde 1,2 m. a 4,00 m.

## 5. TUBERÍAS DE PEAD.

### 5.1. DATOS DE PARTIDA.

- Anchura de la zanja: Ver plano detalles zanjas tipo.
- Altura máxima de tierras sobre generatriz superior tubería: 3,00 m.
- Altura mínima de tierras sobre generatriz superior tubería: 1,20 m.
- Nivel freático sobre generatriz superior tubería: No
- Tipo de apoyo del tubo: Tipo A. Este tipo de apoyo consiste en una cama continua de garbancillo 6/20 compactado (mínimo 95% proctor normal) sobre la que descansa el tubo, de altura mínima 20 cm. La cama de apoyo debe tener una compactación uniforme en toda su longitud y envolver el tubo según el ángulo de apoyo  $2\alpha$  previsto.
- Ángulo de apoyo  $120^\circ$ .
- Tipo de relleno:
  - Solera zanja y paredes: Suelo medianamente cohesivo al 100% PN. Módulo de compresión:  $13 \text{ N/mm}^2$ .
  - Entorno del tubo (solera, laterales y hasta 30 cm sobre tubo): Garbancillo 6/20. Módulo de compresión  $23 \text{ N/mm}^2$ .
  - Relleno a partir 30 cm sobre generatriz superior tubería. Suelo cohesivo al 98% PN. Módulo de compresión:  $8 \text{ N/mm}^2$ .
- Sobrecargas de tráfico con camión tráfico de 60 toneladas en 3 ejes en zona sin pavimento.
- Presión de trabajo: La máxima de la instalación que es de:
  - 9 Atm. para tubo PN-10.
  - 13 Atm. para tubo PN-16.

## 5.2. CÁLCULOS.

El dimensionamiento mecánico de los tubos de PE enterrados se recomienda realizarlo conforme a lo especificado por la Norma UNE 53331 IN “Tuberías de policloruro de vinilo (PVC) no plastificado y polietileno (PE) de alta y media densidad. Criterio para la comprobación de los tubos a utilizar en conducciones con y sin presión sometidos a cargas externas” (basada en la norma alemana ATV 127), de manera que la hipótesis pésima de carga y la sollicitación condicionante suelen corresponder a alguna de las combinaciones de acciones indicadas en la tabla 7.1.

	Combinación de acciones	Sollicitación determinante
Hipótesis I	Presión interna positiva	Estado tensional
Hipótesis II	Acciones externas y presión interna positiva	Estado tensional y deformaciones
Hipótesis III	Acciones externas	Estado tensional y deformaciones
Hipótesis IV	Acciones externas y presión interna negativa	Pandeo o colapsado

## 5.3. CONCLUSIONES.

Las tuberías de PEAD propuestas son válidas para las presiones máximas de trabajo consideradas y con unas profundidades de enterramiento desde 1,2 m. a 3,00 m.

Información general sobre el informe extendido	
Número de informe	2021_09_09_3555
Fecha de última modificación	9 de Septiembre de 2021 a las 18:18
Nombre del proyecto	C. R. Grañén
A la atención de D./Dña.	Antonio Romeo Martín
Dirección	César Augusto 3, 3º C
Ciudad / localidad / municipio	ZARAGOZA
Provincia / región / estado	ZARAGOZA
País	España
Promotora	None
Ingeniería	ROM VIII Ingeniería S. L.
Constructora	
Dirección de obra	César Augusto 3, 3º C

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 Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U), Poli(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"

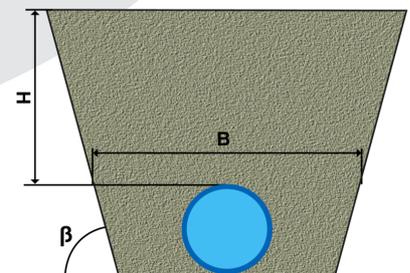
**Resultados del cálculo**

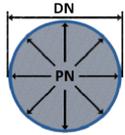
Clase de seguridad A (caso general) - material PVC-O > 2.5

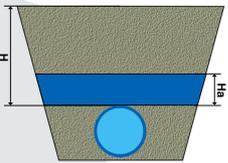
**INSTALACIÓN VÁLIDA**

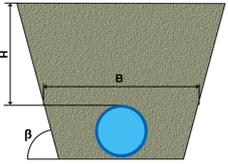
**Características del tubo y de la instalación**

Tipo de conducción	Agua a presión  Especificaciones de tubería según: norma europea UNE-EN 17176 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422
Aplicación	Riego
Nombre de la instalación	PVC 500 1,6
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja

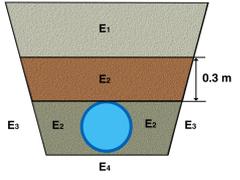
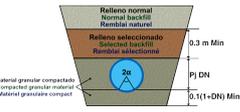


Tubería				
	Nome.	Unidades	Tubo 1	
Código del producto	-	-	TOM71016B	
Material del tubo	-	-	PVC-O Clase 500 C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	710	
Módulo de elasticidad en flexión transversal. Largo plazo.	$E_{t(lp)}$	N/mm <sup>2</sup>	2800,0	
Módulo de elasticidad en flexión transversal. Corto plazo.	$E_{t(cp)}$	N/mm <sup>2</sup>	4000,0	
Peso específico	$\gamma_t$	kN/m <sup>3</sup>	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño del tubo a flexión-tracción. Largo plazo.	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm <sup>2</sup>	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño del tubo a flexión-tracción. Corto plazo.	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm <sup>2</sup>	100,0	

Presiones				
	Nome.	Unidades	Tubo 1	
Presión interna de trabajo	$P_i$	bar	10,5	
Presión externa debido al agua	$P_e$	bar	0,0	
Nivel freático	$H_a$	m	0,0	

Geometría de la zanja				
	Nome.	Unidades	Tubo 1	
Altura de zanja	H	m	4,0	
Anchura de la zanja	B	m	1,2	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	$\beta$	°	79,0	

**Apoyo y material de relleno**

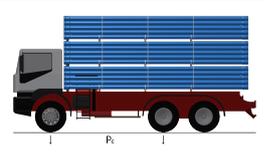
	<b>Nome.</b>	<b>Unidades</b>	<b>Tubo 1</b>	
Tipo de apoyo	-	-	A	 <p align="center">Apoyo Tipo A</p> 
Ángulo de apoyo	$2\alpha$	°	180	
Módulo de compresión de E <sub>1</sub>	align="center">E <sub>1</sub>	N/mm <sup>2</sup>	8,0	
Porcentaje proctor E <sub>1</sub>		%	97,0	
Grupo de suelo E <sub>1</sub>		-	G3	
Módulo de compresión de E <sub>2</sub>	align="center">E <sub>2</sub>	N/mm <sup>2</sup>	40,0	
Porcentaje proctor E <sub>2</sub>		%	100,0	
Grupo de suelo E <sub>2</sub>		-	G1	
Módulo de compresión de E <sub>3</sub>	align="center">E <sub>3</sub>	N/mm <sup>2</sup>	13,0	
Porcentaje proctor E <sub>3</sub>		%	100,0	
Grupo de suelo E <sub>3</sub>		-	G3	
Módulo de compresión de E <sub>4</sub>	align="center">E <sub>4</sub>	N/mm <sup>2</sup>	13,0	
Porcentaje proctor E <sub>4</sub>		%	100,0	
Grupo de suelo E <sub>4</sub>		-	G3	
Peso específico del relleno en zanja	-	kN/m <sup>3</sup>	20,0	
Peso específico del relleno en terraplén	-	kN/m <sup>3</sup>	-	

**Tipo de relleno**

	<b>Tubo 1</b>
Tipo de relleno	Relleno de la zanja por capas compactadas contra el suelo natural, con verificación del grado de compactación exigido por la Norma UNE-CEN/TR 1046; también para paredes de tabloncillos de soporte (construcción Berlinesa). La condición de relleno A4 no es aplicable a suelos del grupo G4.

**Sobrecargas debido al tráfico**

<b>Nome.</b>	<b>Unidades</b>	<b>Tubo 1</b>

<b>Símbolo del vehículo</b>	LT 12	t	12,0	
<b>Número de ejes</b>	-	-	2	
<b>Distancia entre ruedas a</b>	a	m	2,0	
<b>Distancia entre ejes b</b>	b	m	3,0	
<b>Sobrecargas concentradas P<sub>c</sub></b>	P <sub>c</sub>	kN	40,0	
<b>Sobrecargas distribuidas P<sub>d</sub></b>	P <sub>d</sub>	kN	-	
<b>Coefficiente C<sub>d</sub></b>	C <sub>d</sub>	-	-	
<b>Coefficiente de impacto Phi</b>	Phi	-	1,5	

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 <sup>2</sup>	-	
Módulo de compresión de la segunda capa	$E_{f2}$	N/mm <sup>2</sup>	-	

Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.				
	Nome.	Unidades	Tubo 1	
<b>Presión vertical debida al suelo</b>				
Presión vertical debida al suelo	$q_v$	kN/m <sup>2</sup>	34,24	
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	$P_{vc}$		3,28	
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	$P_{vr}$		0,00	
Presión vertical total sobre el tubo	$q_{vt}$		37,51	
<b>Presión lateral debida a la tierra</b>				
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	$q_{ht}$	kN/m <sup>2</sup>	20,76	
<b>Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)</b>				
Deformación relativa	$\delta_v$	%	0,319	
<b>Momentos flectores longitudinales</b>				
<b>Momento flector longitudinal debido a la presión vertical en el tubo</b>				
En la clave	$M_{qvt}$	kN·m/m	1,117945	
En los riñones			-1,117945	
En la base			1,117945	
<b>Momento flector longitudinal debido a la presión lateral del relleno en el tubo</b>				
En la clave	$M_{qh}$	kN·m/m	-0,487251	
En los riñones			0,487251	
En la base			-0,487251	
<b>Momento flector longitudinal debido a la reacción horizontal sobre el tubo</b>				

En la clave	$M_{qht}$	kN·m/m	-0,447831
En los riñones			0,514634
En la base			-0,447831
<b>Momento flector longitudinal debido al peso del tubo</b>			
En la clave	$M_t$	kN·m/m	0,011221
En los riñones			-0,012782
En la base			0,014344
<b>Momento flector longitudinal debido al peso del agua</b>			
En la clave	$M_a$	kN·m/m	0,070786
En los riñones			-0,080663
En la base			0,090540
<b>Momento flector longitudinal debido a la presión del agua</b>			
En la clave	$M_{pa}$	kN·m/m	0,033216
En los riñones			0,033216
En la base			0,033216
<b>Momento longitudinal total</b>			
En la clave	$M$	kN·m/m	0,298087
En los riñones			-0,176289
En la base			0,320964
<b>Fuerzas normales (axil circunferencial)</b>			
<b>Fuerza normal debida a la presión sobre el tubo</b>			
En la clave	$N_{qvt}$	kN/m	0,0000
En los riñones			-12,9521
En la base			0,0000
<b>Fuerza normal debida a la presión lateral del relleno sobre el tubo</b>			
En la clave	$N_{qh}$	kN/m	-5,6451
En los riñones			0,0000
En la base			-5,6451
<b>Fuerza normal debida a la reacción horizontal total en el tubo</b>			
En la clave	$N_{qht}$	kN/m	-4,1350
En los riñones			0,0000
En la base			-4,1350
<b>Fuerza normal debida al peso del tubo</b>			
En la clave	$N_t$	kN/m	0,0157
En los riñones			-0,1480
En la base			-0,0157
<b>Fuerza normal debida al peso del agua</b>			

En la clave	$N_a$	kN/m	0,6949
En los riñones			0,2563
En la base			1,6891
<b>Fuerza normal debida a la presión del agua</b>			
En la clave	$N_{pa}$	kN/m	352,2842
En los riñones			352,2842
En la base			352,2842
<b>Fuerza normal total</b>			
En la clave	N	kN/m	343,2148
En los riñones			339,4404
En la base			344,1775
<b>Tensiones circunferenciales máximas</b>			
$\sigma$ en clave	$\sigma$	N/mm <sup>2</sup>	22,41
$\sigma$ en riñones			20,25
$\sigma$ en base			22,82
<b>Coefficientes de seguridad a rotura</b>			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	v	-	4,46
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			4,94
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			4,38
<b>Coefficientes de seguridad al aplastamiento</b>			
$\eta$ debido a la acción de la tierra y el agua	$\eta_3$	-	34,38

<b>Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.</b>			
	<b>Nome.</b>	<b>Unidades</b>	<b>Tubo 1</b>
<b>Presión vertical debida al suelo</b>			
Presión vertical debida al suelo	$q_v$	kN/m <sup>2</sup>	34,08
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	$P_{vc}$		3,28
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	$P_{vr}$		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	$q_{vt}$		37,36
<b>Presión lateral debida a la tierra</b>			

<b>Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo</b>	$q_{ht}$	$\text{kN/m}^2$	20,99
<b>Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)</b>			
<b>Deformación relativa</b>	$\delta_v$	%	0,355
<b>Momentos flectores longitudinales</b>			
<b>Momento flector longitudinal debido a la presión vertical en el tubo</b>			
En la clave	$M_{qvt}$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	1,113242
En los riñones			-1,113242
En la base			1,113242
<b>Momento flector longitudinal debido a la presión lateral del relleno en el tubo</b>			
En la clave	$M_{qh}$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	-0,489977
En los riñones			0,489977
En la base			-0,489977
<b>Momento flector longitudinal debido a la reacción horizontal sobre el tubo</b>			
En la clave	$M_{qht}$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	-0,452917
En los riñones			0,520479
En la base			-0,452917
<b>Momento flector longitudinal debido al peso del tubo</b>			
En la clave	$M_t$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	0,011221
En los riñones			-0,012782
En la base			0,014344
<b>Momento flector longitudinal debido al peso del agua</b>			
En la clave	$M_a$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	0,070786
En los riñones			-0,080663
En la base			0,090540
<b>Momento flector longitudinal debido a la presión del agua</b>			
En la clave	$M_{pa}$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	0,033216
En los riñones			0,033216
En la base			0,033216
<b>Momento longitudinal total</b>			
En la clave	$M$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	0,285571
En los riñones			-0,163014
En la base			0,308448
<b>Fuerzas normales (axil circunferencial)</b>			
<b>Fuerza normal debida a la presión sobre el tubo</b>			

En la clave	$N_{qvt}$	kN/m	0,0000
En los riñones			-12,8976
En la base			0,0000
<b>Fuerza normal debida a la presión lateral del relleno sobre el tubo</b>			
En la clave	$N_{qh}$	kN/m	-5,6767
En los riñones			0,0000
En la base			-5,6767
<b>Fuerza normal debida a la reacción horizontal total en el tubo</b>			
En la clave	$N_{qht}$	kN/m	-4,1819
En los riñones			0,0000
En la base			-4,1819
<b>Fuerza normal debida al peso del tubo</b>			
En la clave	$N_t$	kN/m	0,0157
En los riñones			-0,1480
En la base			-0,0157
<b>Fuerza normal debida al peso del agua</b>			
En la clave	$N_a$	kN/m	0,6949
En los riñones			0,2563
En la base			1,6891
<b>Fuerza normal debida a la presión del agua</b>			
En la clave	$N_{pa}$	kN/m	352,2842
En los riñones			352,2842
En la base			352,2842
<b>Fuerza normal total</b>			
En la clave	N	kN/m	343,1363
En los riñones			339,4949
En la base			344,0990
<b>Tensiones circunferenciales máximas</b>			
$\sigma$ en clave	$\sigma$	N/mm <sup>2</sup>	22,20
$\sigma$ en riñones			20,04
$\sigma$ en base			22,62
<b>Coefficientes de seguridad a rotura</b>			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	v	-	3,15
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			3,49
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			3,09

Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
$\eta$ debido a la acción de la tierra y el agua	$\eta_3$	-	28,47

#### ADVERTENCIA IMPORTANTE: LIMITACIÓN DE RESPONSABILIDAD

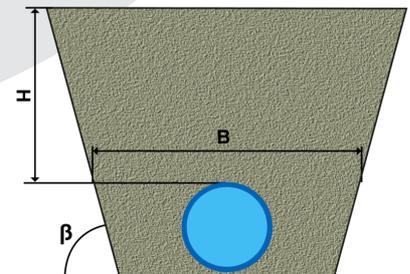
**Molecor** pone a disposición el Programa como una herramienta para facilitar su trabajo a los profesionales pero no asume ninguna responsabilidad como asesor o prestador de servicios. Los resultados del cálculo obtenidos deben considerarse orientativos y tienen una finalidad meramente informativa. 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:

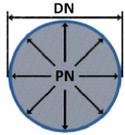
1. de los posibles resultados erróneos causados por errores, omisiones y/o inexactitudes en los datos introducidos por el usuario.
2. de la mala utilización no conforme con las especificaciones del Programa.
3. del uso que se haga de la información proporcionada por el Programa y no realización de razonables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

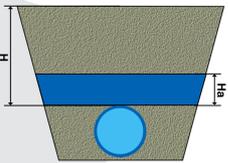
Información general sobre el informe extendido	
Número de informe	2021_09_09_3555
Fecha de última modificación	9 de Septiembre de 2021 a las 18:18
Nombre del proyecto	C. R. Grañén
A la atención de D./Dña.	Antonio Romeo Martín
Dirección	César Augusto 3, 3º C
Ciudad / localidad / municipio	ZARAGOZA
Provincia / región / estado	ZARAGOZA
País	España
Promotora	None
Ingeniería	ROM VIII Ingeniería S. L.
Constructora	
Dirección de obra	César Augusto 3, 3º C
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:	
<b>ATV-DVWK-A 127E:2000</b> "Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos"	
<b>UNE 53331: 2020</b> "Tuberías de Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U), Poli(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"	

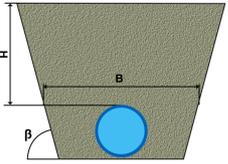
Resultados del cálculo
Clase de seguridad A (caso general) - material PVC-O > 2.5
<b>INSTALACIÓN VÁLIDA</b>

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 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422
Aplicación	Riego
Nombre de la instalación	PVC 500 1,6
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja

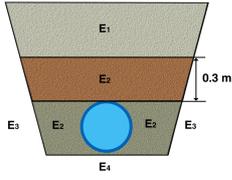
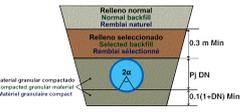


Tubería				
	Nome.	Unidades	Tubo 1	
Código del producto	-	-	TOM71016B	
Material del tubo	-	-	PVC-O Clase 500 C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	710	
Módulo de elasticidad en flexión transversal. Largo plazo.	$E_{t(lp)}$	N/mm <sup>2</sup>	2800,0	
Módulo de elasticidad en flexión transversal. Corto plazo.	$E_{t(cp)}$	N/mm <sup>2</sup>	4000,0	
Peso específico	$\gamma_t$	kN/m <sup>3</sup>	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño del tubo a flexión-tracción. Largo plazo.	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm <sup>2</sup>	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño del tubo a flexión-tracción. Corto plazo.	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm <sup>2</sup>	100,0	

Presiones				
	Nome.	Unidades	Tubo 1	
Presión interna de trabajo	$P_i$	bar	10,4	
Presión externa debido al agua	$P_e$	bar	0,0	
Nivel freático	$H_a$	m	0,0	

Geometría de la zanja				
	Nome.	Unidades	Tubo 1	
Altura de zanja	H	m	1,3	
Anchura de la zanja	B	m	1,4	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	$\beta$	°	79,0	

**Apoyo y material de relleno**

	<b>Nome.</b>	<b>Unidades</b>	<b>Tubo 1</b>	
Tipo de apoyo	-	-	A	 <p align="center">Apoyo Tipo A</p> 
Ángulo de apoyo	$2\alpha$	°	180	
Módulo de compresión de E <sub>1</sub>	E <sub>1</sub>	N/mm <sup>2</sup>	8,0	
Porcentaje proctor E <sub>1</sub>		%	97,0	
Grupo de suelo E <sub>1</sub>		-	G3	
Módulo de compresión de E <sub>2</sub>	E <sub>2</sub>	N/mm <sup>2</sup>	40,0	
Porcentaje proctor E <sub>2</sub>		%	100,0	
Grupo de suelo E <sub>2</sub>		-	G1	
Módulo de compresión de E <sub>3</sub>	E <sub>3</sub>	N/mm <sup>2</sup>	13,0	
Porcentaje proctor E <sub>3</sub>		%	100,0	
Grupo de suelo E <sub>3</sub>		-	G3	
Módulo de compresión de E <sub>4</sub>	E <sub>4</sub>	N/mm <sup>2</sup>	13,0	
Porcentaje proctor E <sub>4</sub>		%	100,0	
Grupo de suelo E <sub>4</sub>		-	G3	
Peso específico del relleno en zanja	-	kN/m <sup>3</sup>	20,0	
Peso específico del relleno en terraplén	-	kN/m <sup>3</sup>	-	

**Tipo de relleno**

	<b>Tubo 1</b>
Tipo de relleno	Relleno de la zanja por capas compactadas contra el suelo natural, con verificación del grado de compactación exigido por la Norma UNE-CEN/TR 1046; también para paredes de tabloncillos de soporte (construcción Berlinesa). La condición de relleno A4 no es aplicable a suelos del grupo G4.

**Sobrecargas debido al tráfico**

	<b>Nome.</b>	<b>Unidades</b>	<b>Tubo 1</b>
--	--------------	-----------------	---------------

<b>Símbolo del vehículo</b>	LT 12	t	12,0	
<b>Número de ejes</b>	-	-	2	
<b>Distancia entre ruedas a</b>	a	m	2,0	
<b>Distancia entre ejes b</b>	b	m	3,0	
<b>Sobrecargas concentradas P<sub>c</sub></b>	P <sub>c</sub>	kN	40,0	
<b>Sobrecargas distribuidas P<sub>d</sub></b>	P <sub>d</sub>	kN	-	
<b>Coefficiente C<sub>d</sub></b>	C <sub>d</sub>	-	-	
<b>Coefficiente de impacto Phi</b>	Phi	-	1,5	

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 <sup>2</sup>	-	
Módulo de compresión de la segunda capa	$E_{f2}$	N/mm <sup>2</sup>	-	

Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.				
	Nome.	Unidades	Tubo 1	
<b>Presión vertical debida al suelo</b>				
Presión vertical debida al suelo	$q_v$	kN/m <sup>2</sup>	18,25	
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	$P_{vc}$		15,24	
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	$P_{vr}$		0,00	
Presión vertical total sobre el tubo	$q_{vt}$		33,49	
<b>Presión lateral debida a la tierra</b>				
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	$q_{ht}$	kN/m <sup>2</sup>	11,18	
<b>Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)</b>				
Deformación relativa	$\delta_v$	%	0,352	
<b>Momentos flectores longitudinales</b>				
<b>Momento flector longitudinal debido a la presión vertical en el tubo</b>				
En la clave	$M_{qvt}$	kN·m/m	0,998037	
En los riñones			-0,998037	
En la base			0,998037	
<b>Momento flector longitudinal debido a la presión lateral del relleno en el tubo</b>				
En la clave	$M_{qh}$	kN·m/m	-0,258838	
En los riñones			0,258838	
En la base			-0,258838	
<b>Momento flector longitudinal debido a la reacción horizontal sobre el tubo</b>				

En la clave	$M_{qht}$	kN·m/m	-0,241172
En los riñones			0,277148
En la base			-0,241172
<b>Momento flector longitudinal debido al peso del tubo</b>			
En la clave	$M_t$	kN·m/m	0,011221
En los riñones			-0,012782
En la base			0,014344
<b>Momento flector longitudinal debido al peso del agua</b>			
En la clave	$M_a$	kN·m/m	0,070786
En los riñones			-0,080663
En la base			0,090540
<b>Momento flector longitudinal debido a la presión del agua</b>			
En la clave	$M_{pa}$	kN·m/m	0,032900
En los riñones			0,032900
En la base			0,032900
<b>Momento longitudinal total</b>			
En la clave	$M$	kN·m/m	0,612934
En los riñones			-0,522596
En la base			0,635811
<b>Fuerzas normales (axil circunferencial)</b>			
<b>Fuerza normal debida a la presión sobre el tubo</b>			
En la clave	$N_{qvt}$	kN/m	0,0000
En los riñones			-11,5629
En la base			0,0000
<b>Fuerza normal debida a la presión lateral del relleno sobre el tubo</b>			
En la clave	$N_{qh}$	kN/m	-2,9988
En los riñones			0,0000
En la base			-2,9988
<b>Fuerza normal debida a la reacción horizontal total en el tubo</b>			
En la clave	$N_{qht}$	kN/m	-2,2268
En los riñones			0,0000
En la base			-2,2268
<b>Fuerza normal debida al peso del tubo</b>			
En la clave	$N_t$	kN/m	0,0157
En los riñones			-0,1480
En la base			-0,0157
<b>Fuerza normal debida al peso del agua</b>			

En la clave	$N_a$	kN/m	0,6949
En los riñones			0,2563
En la base			1,6891
<b>Fuerza normal debida a la presión del agua</b>			
En la clave	$N_{pa}$	kN/m	348,9291
En los riñones			348,9291
En la base			348,9291
<b>Fuerza normal total</b>			
En la clave	N	kN/m	344,4142
En los riñones			337,4745
En la base			345,3769
<b>Tensiones circunferenciales máximas</b>			
$\sigma$ en clave	$\sigma$	N/mm <sup>2</sup>	27,53
$\sigma$ en riñones			25,73
$\sigma$ en base			27,95
<b>Coefficientes de seguridad a rotura</b>			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	v	-	3,63
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			3,89
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			3,58
<b>Coefficientes de seguridad al aplastamiento</b>			
$\eta$ debido a la acción de la tierra y el agua	$\eta_3$	-	39,31

<b>Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.</b>			
	<b>Nome.</b>	<b>Unidades</b>	<b>Tubo 1</b>
<b>Presión vertical debida al suelo</b>			
Presión vertical debida al suelo	$q_v$	kN/m <sup>2</sup>	18,12
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	$P_{vc}$		15,24
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	$P_{vr}$		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	$q_{vt}$		33,36
<b>Presión lateral debida a la tierra</b>			

<b>Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo</b>	$q_{ht}$	$\text{kN/m}^2$	11,22
<b>Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)</b>			
<b>Deformación relativa</b>	$\delta_v$	%	0,395
<b>Momentos flectores longitudinales</b>			
<b>Momento flector longitudinal debido a la presión vertical en el tubo</b>			
En la clave	$M_{qvt}$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	0,994053
En los riñones			-0,994053
En la base			0,994053
<b>Momento flector longitudinal debido a la presión lateral del relleno en el tubo</b>			
En la clave	$M_{qh}$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	-0,260478
En los riñones			0,260478
En la base			-0,260478
<b>Momento flector longitudinal debido a la reacción horizontal sobre el tubo</b>			
En la clave	$M_{qht}$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	-0,241995
En los riñones			0,278094
En la base			-0,241995
<b>Momento flector longitudinal debido al peso del tubo</b>			
En la clave	$M_t$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	0,011221
En los riñones			-0,012782
En la base			0,014344
<b>Momento flector longitudinal debido al peso del agua</b>			
En la clave	$M_a$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	0,070786
En los riñones			-0,080663
En la base			0,090540
<b>Momento flector longitudinal debido a la presión del agua</b>			
En la clave	$M_{pa}$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	0,032900
En los riñones			0,032900
En la base			0,032900
<b>Momento longitudinal total</b>			
En la clave	$M$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	0,606488
En los riñones			-0,516028
En la base			0,629365
<b>Fuerzas normales (axil circunferencial)</b>			
<b>Fuerza normal debida a la presión sobre el tubo</b>			

En la clave	$N_{qvt}$	kN/m	0,0000
En los riñones			-11,5167
En la base			0,0000
<b>Fuerza normal debida a la presión lateral del relleno sobre el tubo</b>			
En la clave	$N_{qh}$	kN/m	-3,0178
En los riñones			0,0000
En la base			-3,0178
<b>Fuerza normal debida a la reacción horizontal total en el tubo</b>			
En la clave	$N_{qht}$	kN/m	-2,2344
En los riñones			0,0000
En la base			-2,2344
<b>Fuerza normal debida al peso del tubo</b>			
En la clave	$N_t$	kN/m	0,0157
En los riñones			-0,1480
En la base			-0,0157
<b>Fuerza normal debida al peso del agua</b>			
En la clave	$N_a$	kN/m	0,6949
En los riñones			0,2563
En la base			1,6891
<b>Fuerza normal debida a la presión del agua</b>			
En la clave	$N_{pa}$	kN/m	348,9291
En los riñones			348,9291
En la base			348,9291
<b>Fuerza normal total</b>			
En la clave	N	kN/m	344,3876
En los riñones			337,5207
En la base			345,3503
<b>Tensiones circunferenciales máximas</b>			
$\sigma$ en clave	$\sigma$	N/mm <sup>2</sup>	27,43
$\sigma$ en riñones			25,62
$\sigma$ en base			27,85
<b>Coefficientes de seguridad a rotura</b>			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	v	-	2,55
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			2,73
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			2,51

Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
$\eta$ debido a la acción de la tierra y el agua	$\eta_3$	-	32,49

#### 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.

Información general sobre el informe extendido	
Número de informe	2021_09_09_3555
Fecha de última modificación	9 de Septiembre de 2021 a las 18:18
Nombre del proyecto	C. R. Grañén
A la atención de D./Dña.	Antonio Romeo Martín
Dirección	César Augusto 3, 3º C
Ciudad / localidad / municipio	ZARAGOZA
Provincia / región / estado	ZARAGOZA
País	España
Promotora	None
Ingeniería	ROM VIII Ingeniería S. L.
Constructora	
Dirección de obra	César Augusto 3, 3º C

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 Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U), Poli(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"

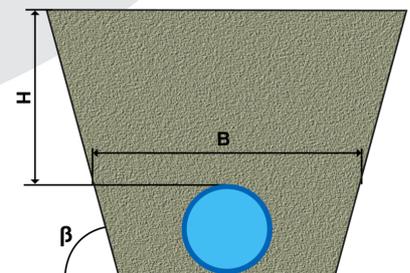
**Resultados del cálculo**

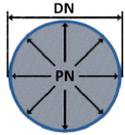
Clase de seguridad A (caso general) - material PVC-O > 2.5

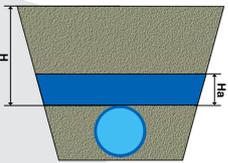
**INSTALACIÓN VÁLIDA**

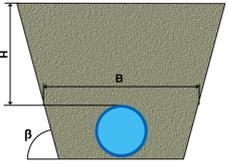
**Características del tubo y de la instalación**

Tipo de conducción	Agua a presión  Especificaciones de tubería según: norma europea UNE-EN 17176 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422
Aplicación	Riego
Nombre de la instalación	PVC 500 1,6
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja

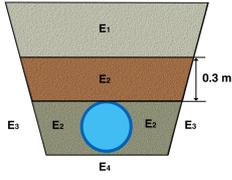
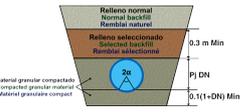


Tubería				
	Nome.	Unidades	Tubo 1	
Código del producto	-	-	TOM63016B	
Material del tubo	-	-	PVC-O Clase 500 C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	630	
Módulo de elasticidad en flexión transversal. Largo plazo.	$E_{t(lp)}$	N/mm <sup>2</sup>	2800,0	
Módulo de elasticidad en flexión transversal. Corto plazo.	$E_{t(cp)}$	N/mm <sup>2</sup>	4000,0	
Peso específico	$\gamma_t$	kN/m <sup>3</sup>	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño del tubo a flexión-tracción. Largo plazo.	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm <sup>2</sup>	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño del tubo a flexión-tracción. Corto plazo.	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm <sup>2</sup>	100,0	

Presiones				
	Nome.	Unidades	Tubo 1	
Presión interna de trabajo	$P_i$	bar	10,5	
Presión externa debido al agua	$P_e$	bar	0,0	
Nivel freático	$H_a$	m	0,0	

Geometría de la zanja				
	Nome.	Unidades	Tubo 1	
Altura de zanja	H	m	4,0	
Anchura de la zanja	B	m	1,2	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	$\beta$	°	79,0	

**Apoyo y material de relleno**

	<b>Nome.</b>	<b>Unidades</b>	<b>Tubo 1</b>	
Tipo de apoyo	-	-	A	 <p align="center">Apoyo Tipo A</p> 
Ángulo de apoyo	$2\alpha$	°	180	
Módulo de compresión de E <sub>1</sub>	E <sub>1</sub>	N/mm <sup>2</sup>	8,0	
Porcentaje proctor E <sub>1</sub>		%	97,0	
Grupo de suelo E <sub>1</sub>		-	G3	
Módulo de compresión de E <sub>2</sub>	E <sub>2</sub>	N/mm <sup>2</sup>	40,0	
Porcentaje proctor E <sub>2</sub>		%	100,0	
Grupo de suelo E <sub>2</sub>		-	G1	
Módulo de compresión de E <sub>3</sub>	E <sub>3</sub>	N/mm <sup>2</sup>	13,0	
Porcentaje proctor E <sub>3</sub>		%	100,0	
Grupo de suelo E <sub>3</sub>		-	G3	
Módulo de compresión de E <sub>4</sub>	E <sub>4</sub>	N/mm <sup>2</sup>	13,0	
Porcentaje proctor E <sub>4</sub>		%	100,0	
Grupo de suelo E <sub>4</sub>		-	G3	
Peso específico del relleno en zanja	-	kN/m <sup>3</sup>	20,0	
Peso específico del relleno en terraplén	-	kN/m <sup>3</sup>	-	

**Tipo de relleno**

	<b>Tubo 1</b>
Tipo de relleno	Relleno de la zanja por capas compactadas contra el suelo natural, con verificación del grado de compactación exigido por la Norma UNE-CEN/TR 1046; también para paredes de tabloncillos de soporte (construcción Berlinesa). La condición de relleno A4 no es aplicable a suelos del grupo G4.

**Sobrecargas debido al tráfico**

	<b>Nome.</b>	<b>Unidades</b>	<b>Tubo 1</b>
--	--------------	-----------------	---------------

<b>Símbolo del vehículo</b>	LT 12	t	12,0	
<b>Número de ejes</b>	-	-	2	
<b>Distancia entre ruedas a</b>	a	m	2,0	
<b>Distancia entre ejes b</b>	b	m	3,0	
<b>Sobrecargas concentradas <math>P_c</math></b>	$P_c$	kN	40,0	
<b>Sobrecargas distribuidas <math>P_d</math></b>	$P_d$	kN	-	
<b>Coefficiente <math>C_d</math></b>	$C_d$	-	-	
<b>Coefficiente de impacto <math>\Phi</math></b>	$\Phi$	-	1,5	

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 <sup>2</sup>	-	
Módulo de compresión de la segunda capa	$E_{f2}$	N/mm <sup>2</sup>	-	

Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.				
	Nome.	Unidades	Tubo 1	
<b>Presión vertical debida al suelo</b>				
Presión vertical debida al suelo	$q_v$	kN/m <sup>2</sup>	33,45	
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	$P_{vc}$		3,28	
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	$P_{vr}$		0,00	
Presión vertical total sobre el tubo	$q_{vt}$		36,73	
<b>Presión lateral debida a la tierra</b>				
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	$q_{ht}$	kN/m <sup>2</sup>	19,97	
<b>Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)</b>				
Deformación relativa	$\delta_v$	%	0,293	
<b>Momentos flectores longitudinales</b>				
<b>Momento flector longitudinal debido a la presión vertical en el tubo</b>				
En la clave	$M_{qvt}$	kN·m/m	0,861689	
En los riñones			-0,861689	
En la base			0,861689	
<b>Momento flector longitudinal debido a la presión lateral del relleno en el tubo</b>				
En la clave	$M_{qh}$	kN·m/m	-0,383087	
En los riñones			0,383087	
En la base			-0,383087	
<b>Momento flector longitudinal debido a la reacción horizontal sobre el tubo</b>				

En la clave	$M_{qht}$	kN·m/m	-0,339281
En los riñones			0,389892
En la base			-0,339281
<b>Momento flector longitudinal debido al peso del tubo</b>			
En la clave	$M_t$	kN·m/m	0,007842
En los riñones			-0,008933
En la base			0,010024
<b>Momento flector longitudinal debido al peso del agua</b>			
En la clave	$M_a$	kN·m/m	0,049452
En los riñones			-0,056352
En la base			0,063252
<b>Momento flector longitudinal debido a la presión del agua</b>			
En la clave	$M_{pa}$	kN·m/m	0,026171
En los riñones			0,026171
En la base			0,026171
<b>Momento longitudinal total</b>			
En la clave	$M$	kN·m/m	0,222786
En los riñones			-0,127824
En la base			0,238769
<b>Fuerzas normales (axil circunferencial)</b>			
<b>Fuerza normal debida a la presión sobre el tubo</b>			
En la clave	$N_{qvt}$	kN/m	0,0000
En los riñones			-11,2510
En la base			0,0000
<b>Fuerza normal debida a la presión lateral del relleno sobre el tubo</b>			
En la clave	$N_{qh}$	kN/m	-5,0020
En los riñones			0,0000
En la base			-5,0020
<b>Fuerza normal debida a la reacción horizontal total en el tubo</b>			
En la clave	$N_{qht}$	kN/m	-3,5305
En los riñones			0,0000
En la base			-3,5305
<b>Fuerza normal debida al peso del tubo</b>			
En la clave	$N_t$	kN/m	0,0124
En los riñones			-0,1166
En la base			-0,0124
<b>Fuerza normal debida al peso del agua</b>			

En la clave	$N_a$	kN/m	0,5471
En los riñones			0,2018
En la base			1,3299
<b>Fuerza normal debida a la presión del agua</b>			
En la clave	$N_{pa}$	kN/m	312,5840
En los riñones			312,5840
En la base			312,5840
<b>Fuerza normal total</b>			
En la clave	N	kN/m	304,6111
En los riñones			301,4182
En la base			305,3690
<b>Tensiones circunferenciales máximas</b>			
$\sigma$ en clave	$\sigma$	N/mm <sup>2</sup>	22,16
$\sigma$ en riñones			20,03
$\sigma$ en base			22,53
<b>Coefficientes de seguridad a rotura</b>			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	v	-	4,51
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			4,99
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			4,44
<b>Coefficientes de seguridad al aplastamiento</b>			
$\eta$ debido a la acción de la tierra y el agua	$\eta_3$	-	36,84

<b>Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.</b>			
	<b>Nome.</b>	<b>Unidades</b>	<b>Tubo 1</b>
<b>Presión vertical debida al suelo</b>			
Presión vertical debida al suelo	$q_v$	kN/m <sup>2</sup>	33,23
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	$P_{vc}$		3,28
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	$P_{vr}$		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	$q_{vt}$		36,51
<b>Presión lateral debida a la tierra</b>			

<b>Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo</b>	$q_{ht}$	$\text{kN/m}^2$	20,08
<b>Deformación relativa</b> (La deformación no puede ser superior al 5%)			
<b>Deformación relativa</b>	$\delta_v$	%	0,327
<b>Momentos flectores longitudinales</b>			
<b>Momento flector longitudinal debido a la presión vertical en el tubo</b>			
En la clave	$M_{qvt}$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	0,856609
En los riñones			-0,856609
En la base			0,856609
<b>Momento flector longitudinal debido a la presión lateral del relleno en el tubo</b>			
En la clave	$M_{qh}$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	-0,385333
En los riñones			0,385333
En la base			-0,385333
<b>Momento flector longitudinal debido a la reacción horizontal sobre el tubo</b>			
En la clave	$M_{qht}$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	-0,341117
En los riñones			0,392001
En la base			-0,341117
<b>Momento flector longitudinal debido al peso del tubo</b>			
En la clave	$M_t$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	0,007842
En los riñones			-0,008933
En la base			0,010024
<b>Momento flector longitudinal debido al peso del agua</b>			
En la clave	$M_a$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	0,049452
En los riñones			-0,056352
En la base			0,063252
<b>Momento flector longitudinal debido a la presión del agua</b>			
En la clave	$M_{pa}$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	0,026171
En los riñones			0,026171
En la base			0,026171
<b>Momento longitudinal total</b>			
En la clave	$M$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	0,213625
En los riñones			-0,118389
En la base			0,229607
<b>Fuerzas normales (axil circunferencial)</b>			
<b>Fuerza normal debida a la presión sobre el tubo</b>			

En la clave	$N_{qvt}$	kN/m	0,0000
En los riñones			-11,1847
En la base			0,0000
<b>Fuerza normal debida a la presión lateral del relleno sobre el tubo</b>			
En la clave	$N_{qh}$	kN/m	-5,0313
En los riñones			0,0000
En la base			-5,0313
<b>Fuerza normal debida a la reacción horizontal total en el tubo</b>			
En la clave	$N_{qht}$	kN/m	-3,5496
En los riñones			0,0000
En la base			-3,5496
<b>Fuerza normal debida al peso del tubo</b>			
En la clave	$N_t$	kN/m	0,0124
En los riñones			-0,1166
En la base			-0,0124
<b>Fuerza normal debida al peso del agua</b>			
En la clave	$N_a$	kN/m	0,5471
En los riñones			0,2018
En la base			1,3299
<b>Fuerza normal debida a la presión del agua</b>			
En la clave	$N_{pa}$	kN/m	312,5840
En los riñones			312,5840
En la base			312,5840
<b>Fuerza normal total</b>			
En la clave	N	kN/m	304,5627
En los riñones			301,4845
En la base			305,3206
<b>Tensiones circunferenciales máximas</b>			
$\sigma$ en clave	$\sigma$	N/mm <sup>2</sup>	21,97
$\sigma$ en riñones			19,84
$\sigma$ en base			22,34
<b>Coefficientes de seguridad a rotura</b>			
<b>Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave</b>	v	-	3,19
<b>Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones</b>			3,53
<b>Verificación de esfuerzos tangenciales en la base</b>			3,13

Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
$\eta$ debido a la acción de la tierra y el agua	$\eta_3$	-	30,58

#### 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.

Información general sobre el informe extendido	
Número de informe	2021_09_09_3555
Fecha de última modificación	9 de Septiembre de 2021 a las 18:18
Nombre del proyecto	C. R. Grañén
A la atención de D./Dña.	Antonio Romeo Martín
Dirección	César Augusto 3, 3º C
Ciudad / localidad / municipio	ZARAGOZA
Provincia / región / estado	ZARAGOZA
País	España
Promotora	None
Ingeniería	ROM VIII Ingeniería S. L.
Constructora	
Dirección de obra	César Augusto 3, 3º C

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"

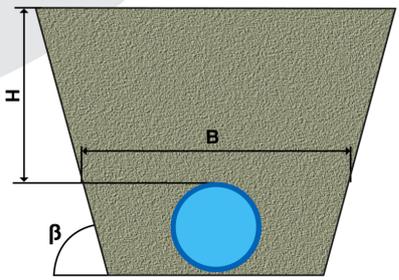
**UNE 53331: 2020** "Tuberías de Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U), Poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O), Polietileno (PE) y Polipropileno (PP). Criterio para la comprobación de los tubos a utilizar en conducciones con y sin presión sometidos a cargas externas"

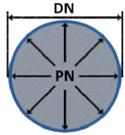
**Resultados del cálculo**

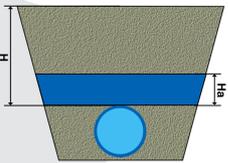
Clase de seguridad A (caso general) - material PVC-O > 2.5

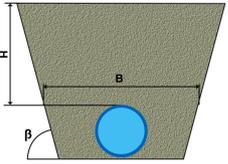
**INSTALACIÓN VÁLIDA**

**Características del tubo y de la instalación**

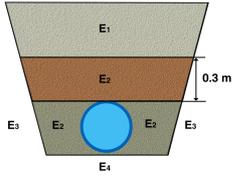
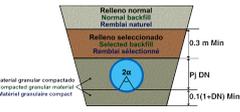
Tipo de conducción	Agua a presión  Especificaciones de tubería según: norma europea UNE-EN 17176 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422	
Aplicación	Riego	
Nombre de la instalación	PVC 500 1,6	
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja	

Tubería				
	Nome.	Unidades	Tubo 1	
Código del producto	-	-	TOM63016B	
Material del tubo	-	-	PVC-O Clase 500 C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	630	
Módulo de elasticidad en flexión transversal. Largo plazo.	$E_{t(lp)}$	N/mm <sup>2</sup>	2800,0	
Módulo de elasticidad en flexión transversal. Corto plazo.	$E_{t(cp)}$	N/mm <sup>2</sup>	4000,0	
Peso específico	$\gamma_t$	kN/m <sup>3</sup>	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño del tubo a flexión-tracción. Largo plazo.	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm <sup>2</sup>	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño del tubo a flexión-tracción. Corto plazo.	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm <sup>2</sup>	100,0	

Presiones				
	Nome.	Unidades	Tubo 1	
Presión interna de trabajo	$P_i$	bar	10,5	
Presión externa debido al agua	$P_e$	bar	0,0	
Nivel freático	$H_a$	m	0,0	

Geometría de la zanja				
	Nome.	Unidades	Tubo 1	
Altura de zanja	H	m	1,3	
Anchura de la zanja	B	m	1,2	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	$\beta$	°	79,0	

**Apoyo y material de relleno**

	<b>Nome.</b>	<b>Unidades</b>	<b>Tubo 1</b>	
Tipo de apoyo	-	-	A	 <p align="center">Apoyo Tipo A</p> 
Ángulo de apoyo	$2\alpha$	°	180	
Módulo de compresión de E <sub>1</sub>	align="center">E <sub>1</sub>	N/mm <sup>2</sup>	8,0	
Porcentaje proctor E <sub>1</sub>		%	97,0	
Grupo de suelo E <sub>1</sub>		-	G3	
Módulo de compresión de E <sub>2</sub>	align="center">E <sub>2</sub>	N/mm <sup>2</sup>	40,0	
Porcentaje proctor E <sub>2</sub>		%	100,0	
Grupo de suelo E <sub>2</sub>		-	G1	
Módulo de compresión de E <sub>3</sub>	align="center">E <sub>3</sub>	N/mm <sup>2</sup>	13,0	
Porcentaje proctor E <sub>3</sub>		%	100,0	
Grupo de suelo E <sub>3</sub>		-	G3	
Módulo de compresión de E <sub>4</sub>	align="center">E <sub>4</sub>	N/mm <sup>2</sup>	13,0	
Porcentaje proctor E <sub>4</sub>		%	100,0	
Grupo de suelo E <sub>4</sub>		-	G3	
Peso específico del relleno en zanja	-	kN/m <sup>3</sup>	20,0	
Peso específico del relleno en terraplén	-	kN/m <sup>3</sup>	-	

**Tipo de relleno**

	<b>Tubo 1</b>
Tipo de relleno	Relleno de la zanja por capas compactadas contra el suelo natural, con verificación del grado de compactación exigido por la Norma UNE-CEN/TR 1046; también para paredes de tablonc de soporte (construcción Berlinese). La condición de relleno A4 no es aplicable a suelos del grupo G4.

**Sobrecargas debido al trafico**

<b>Nome.</b>	<b>Unidades</b>	<b>Tubo 1</b>
--------------	-----------------	---------------

<b>Símbolo del vehículo</b>	LT 12	t	12,0	
<b>Número de ejes</b>	-	-	2	
<b>Distancia entre ruedas a</b>	a	m	2,0	
<b>Distancia entre ejes b</b>	b	m	3,0	
<b>Sobrecargas concentradas <math>P_c</math></b>	$P_c$	kN	40,0	
<b>Sobrecargas distribuidas <math>P_d</math></b>	$P_d$	kN	-	
<b>Coefficiente <math>C_d</math></b>	$C_d$	-	-	
<b>Coefficiente de impacto <math>\Phi</math></b>	$\Phi$	-	1,5	

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	$E_{r1}$	N/mm <sup>2</sup>	-	
Módulo de compresión de la segunda capa	$E_{r2}$	N/mm <sup>2</sup>	-	

Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.				
	Nome.	Unidades	Tubo 1	
<b>Presión vertical debida al suelo</b>				
Presión vertical debida al suelo	$q_v$	kN/m <sup>2</sup>	17,60	
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	$P_{vc}$		15,41	
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	$P_{vr}$		0,00	
Presión vertical total sobre el tubo	$q_{vt}$		33,00	
<b>Presión lateral debida a la tierra</b>				
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	$q_{ht}$	kN/m <sup>2</sup>	10,77	
<b>Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)</b>				
Deformación relativa	$\delta_v$	%	0,354	
<b>Momentos flectores longitudinales</b>				
<b>Momento flector longitudinal debido a la presión vertical en el tubo</b>				
En la clave	$M_{qvt}$	kN·m/m	0,774357	
En los riñones			-0,774357	
En la base			0,774357	
<b>Momento flector longitudinal debido a la presión lateral del relleno en el tubo</b>				
En la clave	$M_{qh}$	kN·m/m	-0,196313	
En los riñones			0,196313	
En la base			-0,196313	
<b>Momento flector longitudinal debido a la reacción horizontal sobre el tubo</b>				

En la clave	$M_{qht}$	kN·m/m	-0,182891
En los riñones			0,210173
En la base			-0,182891
<b>Momento flector longitudinal debido al peso del tubo</b>			
En la clave	$M_t$	kN·m/m	0,007842
En los riñones			-0,008933
En la base			0,010024
<b>Momento flector longitudinal debido al peso del agua</b>			
En la clave	$M_a$	kN·m/m	0,049452
En los riñones			-0,056352
En la base			0,063252
<b>Momento flector longitudinal debido a la presión del agua</b>			
En la clave	$M_{pa}$	kN·m/m	0,026171
En los riñones			0,026171
En la base			0,026171
<b>Momento longitudinal total</b>			
En la clave	$M$	kN·m/m	0,478618
En los riñones			-0,406985
En la base			0,494601
<b>Fuerzas normales (axil circunferencial)</b>			
<b>Fuerza normal debida a la presión sobre el tubo</b>			
En la clave	$N_{qvt}$	kN/m	0,0000
En los riñones			-10,1107
En la base			0,0000
<b>Fuerza normal debida a la presión lateral del relleno sobre el tubo</b>			
En la clave	$N_{qh}$	kN/m	-2,5633
En los riñones			0,0000
En la base			-2,5633
<b>Fuerza normal debida a la reacción horizontal total en el tubo</b>			
En la clave	$N_{qht}$	kN/m	-1,9031
En los riñones			0,0000
En la base			-1,9031
<b>Fuerza normal debida al peso del tubo</b>			
En la clave	$N_t$	kN/m	0,0124
En los riñones			-0,1166
En la base			-0,0124
<b>Fuerza normal debida al peso del agua</b>			

En la clave	$N_a$	kN/m	0,5471
En los riñones			0,2018
En la base			1,3299
<b>Fuerza normal debida a la presión del agua</b>			
En la clave	$N_{pa}$	kN/m	312,5840
En los riñones			312,5840
En la base			312,5840
<b>Fuerza normal total</b>			
En la clave	N	kN/m	308,6772
En los riñones			302,5585
En la base			309,4351
<b>Tensiones circunferenciales máximas</b>			
$\sigma$ en clave	$\sigma$	N/mm <sup>2</sup>	27,62
$\sigma$ en riñones			25,80
$\sigma$ en base			27,99
<b>Coefficientes de seguridad a rotura</b>			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	v	-	3,62
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			3,88
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			3,57
<b>Coefficientes de seguridad al aplastamiento</b>			
$\eta$ debido a la acción de la tierra y el agua	$\eta_3$	-	40,29

<b>Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.</b>			
	<b>Nome.</b>	<b>Unidades</b>	<b>Tubo 1</b>
<b>Presión vertical debida al suelo</b>			
Presión vertical debida al suelo	$q_v$	kN/m <sup>2</sup>	17,48
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	$P_{vc}$		15,41
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	$P_{vr}$		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	$q_{vt}$		32,89
<b>Presión lateral debida a la tierra</b>			

<b>Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo</b>	$q_{ht}$	$\text{kN/m}^2$	10,82
<b>Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)</b>			
<b>Deformación relativa</b>	$\delta_v$	%	0,398
<b>Momentos flectores longitudinales</b>			
<b>Momento flector longitudinal debido a la presión vertical en el tubo</b>			
En la clave	$M_{qvt}$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	0,771595
En los riñones			-0,771595
En la base			0,771595
<b>Momento flector longitudinal debido a la presión lateral del relleno en el tubo</b>			
En la clave	$M_{qh}$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	-0,197534
En los riñones			0,197534
En la base			-0,197534
<b>Momento flector longitudinal debido a la reacción horizontal sobre el tubo</b>			
En la clave	$M_{qht}$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	-0,183851
En los riñones			0,211276
En la base			-0,183851
<b>Momento flector longitudinal debido al peso del tubo</b>			
En la clave	$M_t$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	0,007842
En los riñones			-0,008933
En la base			0,010024
<b>Momento flector longitudinal debido al peso del agua</b>			
En la clave	$M_a$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	0,049452
En los riñones			-0,056352
En la base			0,063252
<b>Momento flector longitudinal debido a la presión del agua</b>			
En la clave	$M_{pa}$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	0,026171
En los riñones			0,026171
En la base			0,026171
<b>Momento longitudinal total</b>			
En la clave	$M$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	0,473675
En los riñones			-0,401899
En la base			0,489658
<b>Fuerzas normales (axil circunferencial)</b>			
<b>Fuerza normal debida a la presión sobre el tubo</b>			

En la clave	$N_{qvt}$	kN/m	0,0000
En los riñones			-10,0747
En la base			0,0000
<b>Fuerza normal debida a la presión lateral del relleno sobre el tubo</b>			
En la clave	$N_{qh}$	kN/m	-2,5792
En los riñones			0,0000
En la base			-2,5792
<b>Fuerza normal debida a la reacción horizontal total en el tubo</b>			
En la clave	$N_{qht}$	kN/m	-1,9131
En los riñones			0,0000
En la base			-1,9131
<b>Fuerza normal debida al peso del tubo</b>			
En la clave	$N_t$	kN/m	0,0124
En los riñones			-0,1166
En la base			-0,0124
<b>Fuerza normal debida al peso del agua</b>			
En la clave	$N_a$	kN/m	0,5471
En los riñones			0,2018
En la base			1,3299
<b>Fuerza normal debida a la presión del agua</b>			
En la clave	$N_{pa}$	kN/m	312,5840
En los riñones			312,5840
En la base			312,5840
<b>Fuerza normal total</b>			
En la clave	N	kN/m	308,6512
En los riñones			302,5945
En la base			309,4091
<b>Tensiones circunferenciales máximas</b>			
$\sigma$ en clave	$\sigma$	N/mm <sup>2</sup>	27,52
$\sigma$ en riñones			25,70
$\sigma$ en base			27,89
<b>Coefficientes de seguridad a rotura</b>			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	v	-	2,54
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			2,72
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			2,51

Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
$\eta$ debido a la acción de la tierra y el agua	$\eta_3$	-	33,34

#### 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.

Información general sobre el informe extendido	
Número de informe	2021_09_09_3551
Fecha de última modificación	9 de Septiembre de 2021 a las 18:18
Nombre del proyecto	C. R. Grañén
A la atención de D./Dña.	Antonio Romeo Martín
Dirección	César Augusto 3, 3º C
Ciudad / localidad / municipio	ZARAGOZA
Provincia / región / estado	ZARAGOZA
País	España
Promotora	None
Ingeniería	ROM VIII Ingeniería S. L.
Constructora	
Dirección de obra	César Augusto 3, 3º C

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 Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U), Poli(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"

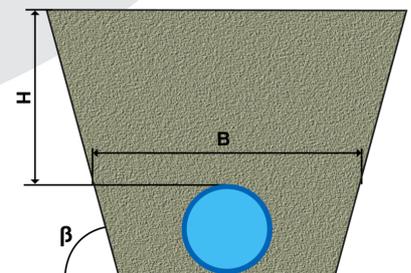
**Resultados del cálculo**

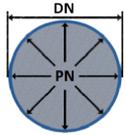
Clase de seguridad A (caso general) - material PVC-O > 2.5

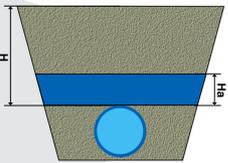
**INSTALACIÓN VÁLIDA**

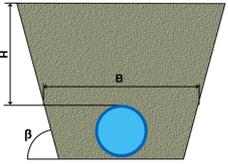
**Características del tubo y de la instalación**

Tipo de conducción	Agua a presión  Especificaciones de tubería según: norma europea UNE-EN 17176 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422
Aplicación	Riego
Nombre de la instalación	PVC 400 1,6
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja

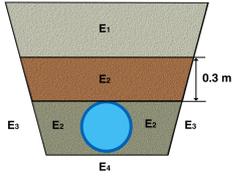


Tubería				
	Nome.	Unidades	Tubo 1	
Código del producto	-	-	TOM50016B	
Material del tubo	-	-	PVC-O Clase 500 C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	500	
Módulo de elasticidad en flexión transversal. Largo plazo.	$E_{t(lp)}$	N/mm <sup>2</sup>	2800,0	
Módulo de elasticidad en flexión transversal. Corto plazo.	$E_{t(cp)}$	N/mm <sup>2</sup>	4000,0	
Peso específico	$\gamma_t$	kN/m <sup>3</sup>	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño del tubo a flexión-tracción. Largo plazo.	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm <sup>2</sup>	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño del tubo a flexión-tracción. Corto plazo.	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm <sup>2</sup>	100,0	

Presiones				
	Nome.	Unidades	Tubo 1	
Presión interna de trabajo	$P_i$	bar	10,7	
Presión externa debido al agua	$P_e$	bar	0,0	
Nivel freático	$H_a$	m	0,0	

Geometría de la zanja				
	Nome.	Unidades	Tubo 1	
Altura de zanja	H	m	4,0	
Anchura de la zanja	B	m	1,2	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	$\beta$	°	79,0	

**Apoyo y material de relleno**

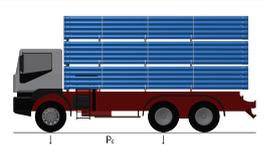
	<b>Nome.</b>	<b>Unidades</b>	<b>Tubo 1</b>	
Tipo de apoyo	-	-	A	 <p align="center">Apoyo Tipo A</p> 
Ángulo de apoyo	$2\alpha$	°	180	
Módulo de compresión de E <sub>1</sub>	E <sub>1</sub>	N/mm <sup>2</sup>	8,0	
Porcentaje proctor E <sub>1</sub>		%	97,0	
Grupo de suelo E <sub>1</sub>		-	G3	
Módulo de compresión de E <sub>2</sub>	E <sub>2</sub>	N/mm <sup>2</sup>	40,0	
Porcentaje proctor E <sub>2</sub>		%	100,0	
Grupo de suelo E <sub>2</sub>		-	G1	
Módulo de compresión de E <sub>3</sub>	E <sub>3</sub>	N/mm <sup>2</sup>	13,0	
Porcentaje proctor E <sub>3</sub>		%	100,0	
Grupo de suelo E <sub>3</sub>		-	G3	
Módulo de compresión de E <sub>4</sub>	E <sub>4</sub>	N/mm <sup>2</sup>	13,0	
Porcentaje proctor E <sub>4</sub>		%	100,0	
Grupo de suelo E <sub>4</sub>		-	G3	
Peso específico del relleno en zanja	-	kN/m <sup>3</sup>	20,0	
Peso específico del relleno en terraplén	-	kN/m <sup>3</sup>	-	

**Tipo de relleno**

	<b>Tubo 1</b>
Tipo de relleno	Relleno de la zanja por capas compactadas contra el suelo natural, con verificación del grado de compactación exigido por la Norma UNE-CEN/TR 1046; también para paredes de tabloncillos de soporte (construcción Berlinesa). La condición de relleno A4 no es aplicable a suelos del grupo G4.

**Sobrecargas debido al tráfico**

	<b>Nome.</b>	<b>Unidades</b>	<b>Tubo 1</b>

<b>Símbolo del vehículo</b>	LT 12	t	12,0	
<b>Número de ejes</b>	-	-	2	
<b>Distancia entre ruedas a</b>	a	m	2,0	
<b>Distancia entre ejes b</b>	b	m	3,0	
<b>Sobrecargas concentradas <math>P_c</math></b>	$P_c$	kN	40,0	
<b>Sobrecargas distribuidas <math>P_d</math></b>	$P_d$	kN	-	
<b>Coefficiente <math>C_d</math></b>	$C_d$	-	-	
<b>Coefficiente de impacto <math>\Phi</math></b>	$\Phi$	-	1,5	

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 <sup>2</sup>	-	
Módulo de compresión de la segunda capa	$E_{f2}$	N/mm <sup>2</sup>	-	

Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.				
	Nome.	Unidades	Tubo 1	
<b>Presión vertical debida al suelo</b>				
Presión vertical debida al suelo	$q_v$	kN/m <sup>2</sup>	31,72	
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	$P_{vc}$		3,28	
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	$P_{vr}$		0,00	
Presión vertical total sobre el tubo	$q_{vt}$		35,00	
<b>Presión lateral debida a la tierra</b>				
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	$q_{ht}$	kN/m <sup>2</sup>	18,22	
<b>Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)</b>				
Deformación relativa	$\delta_v$	%	0,245	
<b>Momentos flectores longitudinales</b>				
<b>Momento flector longitudinal debido a la presión vertical en el tubo</b>				
En la clave	$M_{qvt}$	kN·m/m	0,517320	
En los riñones			-0,517320	
En la base			0,517320	
<b>Momento flector longitudinal debido a la presión lateral del relleno en el tubo</b>				
En la clave	$M_{qh}$	kN·m/m	-0,240489	
En los riñones			0,240489	
En la base			-0,240489	
<b>Momento flector longitudinal debido a la reacción horizontal sobre el tubo</b>				

En la clave	$M_{qht}$	kN·m/m	-0,194897
En los riñones			0,223970
En la base			-0,194897
<b>Momento flector longitudinal debido al peso del tubo</b>			
En la clave	$M_t$	kN·m/m	0,003920
En los riñones			-0,004466
En la base			0,005011
<b>Momento flector longitudinal debido al peso del agua</b>			
En la clave	$M_a$	kN·m/m	0,024721
En los riñones			-0,028171
En la base			0,031620
<b>Momento flector longitudinal debido a la presión del agua</b>			
En la clave	$M_{pa}$	kN·m/m	0,016798
En los riñones			0,016798
En la base			0,016798
<b>Momento longitudinal total</b>			
En la clave	$M$	kN·m/m	0,127373
En los riñones			-0,068698
En la base			0,135363
<b>Fuerzas normales (axil circunferencial)</b>			
<b>Fuerza normal debida a la presión sobre el tubo</b>			
En la clave	$N_{qvt}$	kN/m	0,0000
En los riñones			-8,5108
En la base			0,0000
<b>Fuerza normal debida a la presión lateral del relleno sobre el tubo</b>			
En la clave	$N_{qh}$	kN/m	-3,9565
En los riñones			0,0000
En la base			-3,9565
<b>Fuerza normal debida a la reacción horizontal total en el tubo</b>			
En la clave	$N_{qht}$	kN/m	-2,5554
En los riñones			0,0000
En la base			-2,5554
<b>Fuerza normal debida al peso del tubo</b>			
En la clave	$N_t$	kN/m	0,0078
En los riñones			-0,0734
En la base			-0,0078
<b>Fuerza normal debida al peso del agua</b>			

En la clave	$N_a$	kN/m	0,3446
En los riñones			0,1271
En la base			0,8377
<b>Fuerza normal debida a la presión del agua</b>			
En la clave	$N_{pa}$	kN/m	252,8083
En los riñones			252,8083
En la base			252,8083
<b>Fuerza normal total</b>			
En la clave	N	kN/m	246,6489
En los riñones			244,3511
En la base			247,1263
<b>Tensiones circunferenciales máximas</b>			
$\sigma$ en clave	$\sigma$	N/mm <sup>2</sup>	22,09
$\sigma$ en riñones			20,02
$\sigma$ en base			22,39
<b>Coefficientes de seguridad a rotura</b>			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	v	-	4,53
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			4,99
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			4,47
<b>Coefficientes de seguridad al aplastamiento</b>			
$\eta$ debido a la acción de la tierra y el agua	$\eta_3$	-	42,46

<b>Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.</b>			
	<b>Nome.</b>	<b>Unidades</b>	<b>Tubo 1</b>
<b>Presión vertical debida al suelo</b>			
Presión vertical debida al suelo	$q_v$	kN/m <sup>2</sup>	31,35
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	$P_{vc}$		3,28
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	$P_{vr}$		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	$q_{vt}$		34,63
<b>Presión lateral debida a la tierra</b>			

<b>Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo</b>	$q_{ht}$	$\text{kN/m}^2$	18,02
<b>Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)</b>			
<b>Deformación relativa</b>	$\delta_v$	%	0,272
<b>Momentos flectores longitudinales</b>			
<b>Momento flector longitudinal debido a la presión vertical en el tubo</b>			
En la clave	$M_{qvt}$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	0,511843
En los riñones			-0,511843
En la base			0,511843
<b>Momento flector longitudinal debido a la presión lateral del relleno en el tubo</b>			
En la clave	$M_{qh}$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	-0,242054
En los riñones			0,242054
En la base			-0,242054
<b>Momento flector longitudinal debido a la reacción horizontal sobre el tubo</b>			
En la clave	$M_{qht}$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	-0,192858
En los riñones			0,221627
En la base			-0,192858
<b>Momento flector longitudinal debido al peso del tubo</b>			
En la clave	$M_t$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	0,003920
En los riñones			-0,004466
En la base			0,005011
<b>Momento flector longitudinal debido al peso del agua</b>			
En la clave	$M_a$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	0,024721
En los riñones			-0,028171
En la base			0,031620
<b>Momento flector longitudinal debido a la presión del agua</b>			
En la clave	$M_{pa}$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	0,016798
En los riñones			0,016798
En la base			0,016798
<b>Momento longitudinal total</b>			
En la clave	$M$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	0,122370
En los riñones			-0,063999
En la base			0,130359
<b>Fuerzas normales (axil circunferencial)</b>			
<b>Fuerza normal debida a la presión sobre el tubo</b>			

En la clave	$N_{qvt}$	kN/m	0,0000
En los riñones			-8,4207
En la base			0,0000
<b>Fuerza normal debida a la presión lateral del relleno sobre el tubo</b>			
En la clave	$N_{qh}$	kN/m	-3,9822
En los riñones			0,0000
En la base			-3,9822
<b>Fuerza normal debida a la reacción horizontal total en el tubo</b>			
En la clave	$N_{qht}$	kN/m	-2,5286
En los riñones			0,0000
En la base			-2,5286
<b>Fuerza normal debida al peso del tubo</b>			
En la clave	$N_t$	kN/m	0,0078
En los riñones			-0,0734
En la base			-0,0078
<b>Fuerza normal debida al peso del agua</b>			
En la clave	$N_a$	kN/m	0,3446
En los riñones			0,1271
En la base			0,8377
<b>Fuerza normal debida a la presión del agua</b>			
En la clave	$N_{pa}$	kN/m	252,8083
En los riñones			252,8083
En la base			252,8083
<b>Fuerza normal total</b>			
En la clave	N	kN/m	246,6498
En los riñones			244,4412
En la base			247,1273
<b>Tensiones circunferenciales máximas</b>			
$\sigma$ en clave	$\sigma$	N/mm <sup>2</sup>	21,93
$\sigma$ en riñones			19,88
$\sigma$ en base			22,23
<b>Coefficientes de seguridad a rotura</b>			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	v	-	3,19
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			3,52
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			3,15

Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
$\eta$ debido a la acción de la tierra y el agua	$\eta_3$	-	35,45

#### ADVERTENCIA IMPORTANTE: LIMITACIÓN DE RESPONSABILIDAD

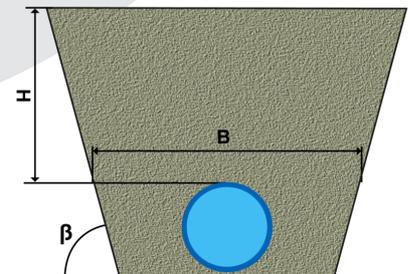
**Molecor** pone a disposición el Programa como una herramienta para facilitar su trabajo a los profesionales pero no asume ninguna responsabilidad como asesor o prestador de servicios. Los resultados del cálculo obtenidos deben considerarse orientativos y tienen una finalidad meramente informativa. 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:

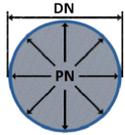
1. de los posibles resultados erróneos causados por errores, omisiones y/o inexactitudes en los datos introducidos por el usuario.
2. de la mala utilización no conforme con las especificaciones del Programa.
3. del uso que se haga de la información proporcionada por el Programa y no realización de razonables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

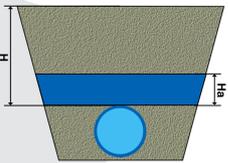
Información general sobre el informe extendido	
Número de informe	2021_09_09_3555
Fecha de última modificación	9 de Septiembre de 2021 a las 18:18
Nombre del proyecto	C. R. Grañén
A la atención de D./Dña.	Antonio Romeo Martín
Dirección	César Augusto 3, 3º C
Ciudad / localidad / municipio	ZARAGOZA
Provincia / región / estado	ZARAGOZA
País	España
Promotora	None
Ingeniería	ROM VIII Ingeniería S. L.
Constructora	
Dirección de obra	César Augusto 3, 3º C
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:	
<b>ATV-DVWK-A 127E:2000</b> "Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos"	
<b>UNE 53331: 2020</b> "Tuberías de Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U), Poli(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"	

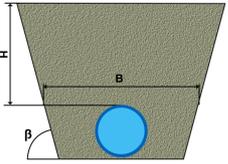
Resultados del cálculo
Clase de seguridad A (caso general) - material PVC-O > 2.5
<b>INSTALACIÓN VÁLIDA</b>

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 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422
Aplicación	Riego
Nombre de la instalación	PVC 500 1,6
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja

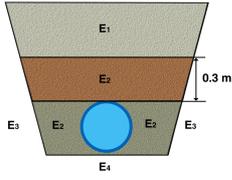
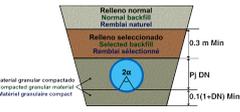


Tubería				
	Nome.	Unidades	Tubo 1	
Código del producto	-	-	TOM50016B	
Material del tubo	-	-	PVC-O Clase 500 C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	500	
Módulo de elasticidad en flexión transversal. Largo plazo.	$E_{t(lp)}$	N/mm <sup>2</sup>	2800,0	
Módulo de elasticidad en flexión transversal. Corto plazo.	$E_{t(cp)}$	N/mm <sup>2</sup>	4000,0	
Peso específico	$\gamma_t$	kN/m <sup>3</sup>	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño del tubo a flexión-tracción. Largo plazo.	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm <sup>2</sup>	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño del tubo a flexión-tracción. Corto plazo.	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm <sup>2</sup>	100,0	

Presiones				
	Nome.	Unidades	Tubo 1	
Presión interna de trabajo	$P_i$	bar	10,6	
Presión externa debido al agua	$P_e$	bar	0,0	
Nivel freático	$H_a$	m	0,0	

Geometría de la zanja				
	Nome.	Unidades	Tubo 1	
Altura de zanja	H	m	1,3	
Anchura de la zanja	B	m	1,2	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	$\beta$	°	79,0	

**Apoyo y material de relleno**

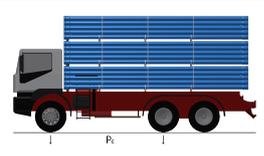
	Nome.	Unidades	Tubo 1	
Tipo de apoyo	-	-	A	 <p>Apoyo Tipo A</p> 
Ángulo de apoyo	$2\alpha$	°	180	
Módulo de compresión de E <sub>1</sub>	E <sub>1</sub>	N/mm <sup>2</sup>	8,0	
Porcentaje proctor E <sub>1</sub>		%	97,0	
Grupo de suelo E <sub>1</sub>		-	G3	
Módulo de compresión de E <sub>2</sub>	E <sub>2</sub>	N/mm <sup>2</sup>	40,0	
Porcentaje proctor E <sub>2</sub>		%	100,0	
Grupo de suelo E <sub>2</sub>		-	G1	
Módulo de compresión de E <sub>3</sub>	E <sub>3</sub>	N/mm <sup>2</sup>	13,0	
Porcentaje proctor E <sub>3</sub>		%	100,0	
Grupo de suelo E <sub>3</sub>		-	G3	
Módulo de compresión de E <sub>4</sub>	E <sub>4</sub>	N/mm <sup>2</sup>	13,0	
Porcentaje proctor E <sub>4</sub>		%	100,0	
Grupo de suelo E <sub>4</sub>		-	G3	
Peso específico del relleno en zanja	-	kN/m <sup>3</sup>	20,0	
Peso específico del relleno en terraplén	-	kN/m <sup>3</sup>	-	

**Tipo de relleno**

	Tubo 1
Tipo de relleno	Relleno de la zanja por capas compactadas contra el suelo natural, con verificación del grado de compactación exigido por la Norma UNE-CEN/TR 1046; también para paredes de tablonc de soporte (construcción Berlinese). La condición de relleno A4 no es aplicable a suelos del grupo G4.

**Sobrecargas debido al trafico**

Nome.	Unidades	Tubo 1
-------	----------	--------

<b>Símbolo del vehículo</b>	LT 12	t	12,0	
<b>Número de ejes</b>	-	-	2	
<b>Distancia entre ruedas a</b>	a	m	2,0	
<b>Distancia entre ejes b</b>	b	m	3,0	
<b>Sobrecargas concentradas <math>P_c</math></b>	$P_c$	kN	40,0	
<b>Sobrecargas distribuidas <math>P_d</math></b>	$P_d$	kN	-	
<b>Coefficiente <math>C_d</math></b>	$C_d$	-	-	
<b>Coefficiente de impacto <math>\Phi</math></b>	$\Phi$	-	1,5	

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 <sup>2</sup>	-	
Módulo de compresión de la segunda capa	$E_{f2}$	N/mm <sup>2</sup>	-	

Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.				
	Nome.	Unidades	Tubo 1	
<b>Presión vertical debida al suelo</b>				
Presión vertical debida al suelo	$q_v$	kN/m <sup>2</sup>	16,78	
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	$P_{vc}$		15,65	
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	$P_{vr}$		0,00	
Presión vertical total sobre el tubo	$q_{vt}$		32,42	
<b>Presión lateral debida a la tierra</b>				
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	$q_{ht}$	kN/m <sup>2</sup>	9,93	
<b>Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)</b>				
Deformación relativa	$\delta_v$	%	0,314	
<b>Momentos flectores longitudinales</b>				
<b>Momento flector longitudinal debido a la presión vertical en el tubo</b>				
En la clave	$M_{qvt}$	kN·m/m	0,479181	
En los riñones			-0,479181	
En la base			0,479181	
<b>Momento flector longitudinal debido a la presión lateral del relleno en el tubo</b>				
En la clave	$M_{qh}$	kN·m/m	-0,123466	
En los riñones			0,123466	
En la base			-0,123466	
<b>Momento flector longitudinal debido a la reacción horizontal sobre el tubo</b>				

En la clave	$M_{qht}$	kN·m/m	-0,106241
En los riñones			0,122089
En la base			-0,106241
<b>Momento flector longitudinal debido al peso del tubo</b>			
En la clave	$M_t$	kN·m/m	0,003920
En los riñones			-0,004466
En la base			0,005011
<b>Momento flector longitudinal debido al peso del agua</b>			
En la clave	$M_a$	kN·m/m	0,024721
En los riñones			-0,028171
En la base			0,031620
<b>Momento flector longitudinal debido a la presión del agua</b>			
En la clave	$M_{pa}$	kN·m/m	0,016641
En los riñones			0,016641
En la base			0,016641
<b>Momento longitudinal total</b>			
En la clave	$M$	kN·m/m	0,294756
En los riñones			-0,249620
En la base			0,302746
<b>Fuerzas normales (axil circunferencial)</b>			
<b>Fuerza normal debida a la presión sobre el tubo</b>			
En la clave	$N_{qvt}$	kN/m	0,0000
En los riñones			-7,8834
En la base			0,0000
<b>Fuerza normal debida a la presión lateral del relleno sobre el tubo</b>			
En la clave	$N_{qh}$	kN/m	-2,0312
En los riñones			0,0000
En la base			-2,0312
<b>Fuerza normal debida a la reacción horizontal total en el tubo</b>			
En la clave	$N_{qht}$	kN/m	-1,3930
En los riñones			0,0000
En la base			-1,3930
<b>Fuerza normal debida al peso del tubo</b>			
En la clave	$N_t$	kN/m	0,0078
En los riñones			-0,0734
En la base			-0,0078
<b>Fuerza normal debida al peso del agua</b>			

En la clave	$N_a$	kN/m	0,3446
En los riñones			0,1271
En la base			0,8377
<b>Fuerza normal debida a la presión del agua</b>			
En la clave	$N_{pa}$	kN/m	250,4456
En los riñones			250,4456
En la base			250,4456
<b>Fuerza normal total</b>			
En la clave	N	kN/m	247,3738
En los riñones			242,6159
En la base			247,8512
<b>Tensiones circunferenciales máximas</b>			
$\sigma$ en clave	$\sigma$	N/mm <sup>2</sup>	27,58
$\sigma$ en riñones			25,76
$\sigma$ en base			27,87
<b>Coefficientes de seguridad a rotura</b>			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	v	-	3,63
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			3,88
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			3,59
<b>Coefficientes de seguridad al aplastamiento</b>			
$\eta$ debido a la acción de la tierra y el agua	$\eta_3$	-	45,34

<b>Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.</b>			
	<b>Nome.</b>	<b>Unidades</b>	<b>Tubo 1</b>
<b>Presión vertical debida al suelo</b>			
Presión vertical debida al suelo	$q_v$	kN/m <sup>2</sup>	16,58
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	$P_{vc}$		15,65
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	$P_{vr}$		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	$q_{vt}$		32,23
<b>Presión lateral debida a la tierra</b>			

<b>Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo</b>	$q_{ht}$	$\text{kN/m}^2$	9,83
<b>Deformación relativa</b> (La deformación no puede ser superior al 5%)			
<b>Deformación relativa</b>	$\delta_v$	%	0,354
<b>Momentos flectores longitudinales</b>			
<b>Momento flector longitudinal debido a la presión vertical en el tubo</b>			
En la clave	$M_{qvt}$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	0,476245
En los riñones			-0,476245
En la base			0,476245
<b>Momento flector longitudinal debido a la presión lateral del relleno en el tubo</b>			
En la clave	$M_{qh}$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	-0,124305
En los riñones			0,124305
En la base			-0,124305
<b>Momento flector longitudinal debido a la reacción horizontal sobre el tubo</b>			
En la clave	$M_{qht}$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	-0,105186
En los riñones			0,120877
En la base			-0,105186
<b>Momento flector longitudinal debido al peso del tubo</b>			
En la clave	$M_t$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	0,003920
En los riñones			-0,004466
En la base			0,005011
<b>Momento flector longitudinal debido al peso del agua</b>			
En la clave	$M_a$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	0,024721
En los riñones			-0,028171
En la base			0,031620
<b>Momento flector longitudinal debido a la presión del agua</b>			
En la clave	$M_{pa}$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	0,016641
En los riñones			0,016641
En la base			0,016641
<b>Momento longitudinal total</b>			
En la clave	$M$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	0,292037
En los riñones			-0,247059
En la base			0,300027
<b>Fuerzas normales (axil circunferencial)</b>			
<b>Fuerza normal debida a la presión sobre el tubo</b>			

En la clave	$N_{qvt}$	kN/m	0,0000
En los riñones			-7,8351
En la base			0,0000
<b>Fuerza normal debida a la presión lateral del relleno sobre el tubo</b>			
En la clave	$N_{qh}$	kN/m	-2,0450
En los riñones			0,0000
En la base			-2,0450
<b>Fuerza normal debida a la reacción horizontal total en el tubo</b>			
En la clave	$N_{qht}$	kN/m	-1,3791
En los riñones			0,0000
En la base			-1,3791
<b>Fuerza normal debida al peso del tubo</b>			
En la clave	$N_t$	kN/m	0,0078
En los riñones			-0,0734
En la base			-0,0078
<b>Fuerza normal debida al peso del agua</b>			
En la clave	$N_a$	kN/m	0,3446
En los riñones			0,1271
En la base			0,8377
<b>Fuerza normal debida a la presión del agua</b>			
En la clave	$N_{pa}$	kN/m	250,4456
En los riñones			250,4456
En la base			250,4456
<b>Fuerza normal total</b>			
En la clave	N	kN/m	247,3738
En los riñones			242,6642
En la base			247,8512
<b>Tensiones circunferenciales máximas</b>			
$\sigma$ en clave	$\sigma$	N/mm <sup>2</sup>	27,49
$\sigma$ en riñones			25,69
$\sigma$ en base			27,78
<b>Coefficientes de seguridad a rotura</b>			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	v	-	2,55
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			2,73
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			2,52

Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
$\eta$ debido a la acción de la tierra y el agua	$\eta_3$	-	37,68

#### 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.

Información general sobre el informe extendido	
Número de informe	2021_09_09_3551
Fecha de última modificación	9 de Septiembre de 2021 a las 18:18
Nombre del proyecto	C. R. Grañén
A la atención de D./Dña.	Antonio Romeo Martín
Dirección	César Augusto 3, 3º C
Ciudad / localidad / municipio	ZARAGOZA
Provincia / región / estado	ZARAGOZA
País	España
Promotora	None
Ingeniería	ROM VIII Ingeniería S. L.
Constructora	
Dirección de obra	César Augusto 3, 3º C

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 Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U), Poli(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"

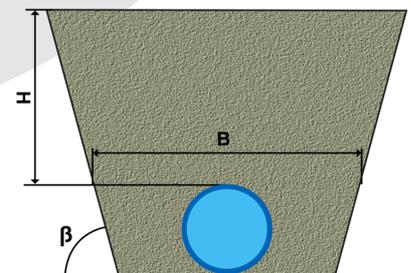
**Resultados del cálculo**

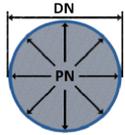
Clase de seguridad A (caso general) - material PVC-O > 2.5

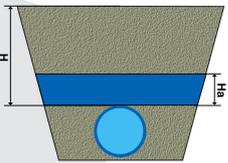
**INSTALACIÓN VÁLIDA**

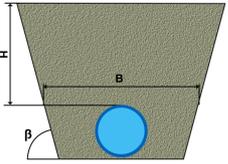
**Características del tubo y de la instalación**

Tipo de conducción	Agua a presión  Especificaciones de tubería según: norma europea UNE-EN 17176 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422
Aplicación	Riego
Nombre de la instalación	PVC 400 1,6
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja

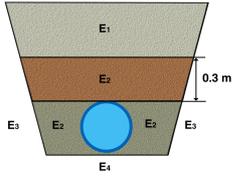
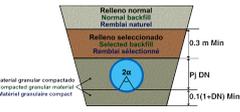


Tubería				
	Nome.	Unidades	Tubo 1	
Código del producto	-	-	TOM40016B	
Material del tubo	-	-	PVC-O Clase 500 C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	400	
Módulo de elasticidad en flexión transversal. Largo plazo.	$E_{t(lp)}$	N/mm <sup>2</sup>	2800,0	
Módulo de elasticidad en flexión transversal. Corto plazo.	$E_{t(cp)}$	N/mm <sup>2</sup>	4000,0	
Peso específico	$\gamma_t$	kN/m <sup>3</sup>	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño del tubo a flexión-tracción. Largo plazo.	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm <sup>2</sup>	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño del tubo a flexión-tracción. Corto plazo.	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm <sup>2</sup>	100,0	

Presiones				
	Nome.	Unidades	Tubo 1	
Presión interna de trabajo	$P_i$	bar	10,7	
Presión externa debido al agua	$P_e$	bar	0,0	
Nivel freático	$H_a$	m	0,0	

Geometría de la zanja				
	Nome.	Unidades	Tubo 1	
Altura de zanja	H	m	4,0	
Anchura de la zanja	B	m	1,2	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	$\beta$	°	79,0	

**Apoyo y material de relleno**

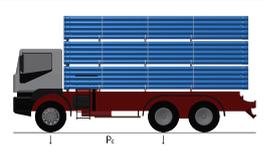
	<b>Nome.</b>	<b>Unidades</b>	<b>Tubo 1</b>	
Tipo de apoyo	-	-	A	 <p align="center">Apoyo Tipo A</p> 
Ángulo de apoyo	$2\alpha$	°	180	
Módulo de compresión de E <sub>1</sub>	align="center">E <sub>1</sub>	N/mm <sup>2</sup>	8,0	
Porcentaje proctor E <sub>1</sub>		%	97,0	
Grupo de suelo E <sub>1</sub>		-	G3	
Módulo de compresión de E <sub>2</sub>	align="center">E <sub>2</sub>	N/mm <sup>2</sup>	40,0	
Porcentaje proctor E <sub>2</sub>		%	100,0	
Grupo de suelo E <sub>2</sub>		-	G1	
Módulo de compresión de E <sub>3</sub>	align="center">E <sub>3</sub>	N/mm <sup>2</sup>	13,0	
Porcentaje proctor E <sub>3</sub>		%	100,0	
Grupo de suelo E <sub>3</sub>		-	G3	
Módulo de compresión de E <sub>4</sub>	align="center">E <sub>4</sub>	N/mm <sup>2</sup>	13,0	
Porcentaje proctor E <sub>4</sub>		%	100,0	
Grupo de suelo E <sub>4</sub>		-	G3	
Peso específico del relleno en zanja	-	kN/m <sup>3</sup>	20,0	
Peso específico del relleno en terraplén	-	kN/m <sup>3</sup>	-	

**Tipo de relleno**

	<b>Tubo 1</b>
Tipo de relleno	Relleno de la zanja por capas compactadas contra el suelo natural, con verificación del grado de compactación exigido por la Norma UNE-CEN/TR 1046; también para paredes de tabloncillos de soporte (construcción Berlinesa). La condición de relleno A4 no es aplicable a suelos del grupo G4.

**Sobrecargas debido al tráfico**

<b>Nome.</b>	<b>Unidades</b>	<b>Tubo 1</b>

<b>Símbolo del vehículo</b>	LT 12	t	12,0	
<b>Número de ejes</b>	-	-	2	
<b>Distancia entre ruedas a</b>	a	m	2,0	
<b>Distancia entre ejes b</b>	b	m	3,0	
<b>Sobrecargas concentradas <math>P_c</math></b>	$P_c$	kN	40,0	
<b>Sobrecargas distribuidas <math>P_d</math></b>	$P_d$	kN	-	
<b>Coefficiente <math>C_d</math></b>	$C_d$	-	-	
<b>Coefficiente de impacto <math>\Phi</math></b>	$\Phi$	-	1,5	

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 <sup>2</sup>	-	
Módulo de compresión de la segunda capa	$E_{f2}$	N/mm <sup>2</sup>	-	

Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.				
	Nome.	Unidades	Tubo 1	
<b>Presión vertical debida al suelo</b>				
Presión vertical debida al suelo	$q_v$	kN/m <sup>2</sup>	29,81	
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	$P_{vc}$		3,28	
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	$P_{vr}$		0,00	
Presión vertical total sobre el tubo	$q_{vt}$		33,10	
<b>Presión lateral debida a la tierra</b>				
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	$q_{ht}$	kN/m <sup>2</sup>	16,20	
<b>Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)</b>				
Deformación relativa	$\delta_v$	%	0,200	
<b>Momentos flectores longitudinales</b>				
<b>Momento flector longitudinal debido a la presión vertical en el tubo</b>				
En la clave	$M_{qvt}$	kN·m/m	0,313038	
En los riñones			-0,313038	
En la base			0,313038	
<b>Momento flector longitudinal debido a la presión lateral del relleno en el tubo</b>				
En la clave	$M_{qh}$	kN·m/m	-0,153294	
En los riñones			0,153294	
En la base			-0,153294	
<b>Momento flector longitudinal debido a la reacción horizontal sobre el tubo</b>				

En la clave	$M_{qht}$	kN·m/m	-0,110931
En los riñones			0,127478
En la base			-0,110931
<b>Momento flector longitudinal debido al peso del tubo</b>			
En la clave	$M_t$	kN·m/m	0,002006
En los riñones			-0,002286
En la base			0,002565
<b>Momento flector longitudinal debido al peso del agua</b>			
En la clave	$M_a$	kN·m/m	0,012658
En los riñones			-0,014424
En la base			0,016190
<b>Momento flector longitudinal debido a la presión del agua</b>			
En la clave	$M_{pa}$	kN·m/m	0,010743
En los riñones			0,010743
En la base			0,010743
<b>Momento longitudinal total</b>			
En la clave	$M$	kN·m/m	0,074221
En los riñones			-0,038233
En la base			0,078312
<b>Fuerzas normales (axil circunferencial)</b>			
<b>Fuerza normal debida a la presión sobre el tubo</b>			
En la clave	$N_{qvt}$	kN/m	0,0000
En los riñones			-6,4375
En la base			0,0000
<b>Fuerza normal debida a la presión lateral del relleno sobre el tubo</b>			
En la clave	$N_{qh}$	kN/m	-3,1524
En los riñones			0,0000
En la base			-3,1524
<b>Fuerza normal debida a la reacción horizontal total en el tubo</b>			
En la clave	$N_{qht}$	kN/m	-1,8181
En los riñones			0,0000
En la base			-1,8181
<b>Fuerza normal debida al peso del tubo</b>			
En la clave	$N_t$	kN/m	0,0050
En los riñones			-0,0470
En la base			-0,0050
<b>Fuerza normal debida al peso del agua</b>			

En la clave	$N_a$	kN/m	0,2206
En los riñones			0,0813
En la base			0,5361
<b>Fuerza normal debida a la presión del agua</b>			
En la clave	$N_{pa}$	kN/m	202,2510
En los riñones			202,2510
En la base			202,2510
<b>Fuerza normal total</b>			
En la clave	N	kN/m	197,5061
En los riñones			195,8479
En la base			197,8117
<b>Tensiones circunferenciales máximas</b>			
$\sigma$ en clave	$\sigma$	N/mm <sup>2</sup>	21,75
$\sigma$ en riñones			19,78
$\sigma$ en base			21,99
<b>Coefficientes de seguridad a rotura</b>			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	v	-	4,60
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			5,06
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			4,55
<b>Coefficientes de seguridad al aplastamiento</b>			
$\eta$ debido a la acción de la tierra y el agua	$\eta_3$	-	49,30

<b>Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.</b>			
	<b>Nome.</b>	<b>Unidades</b>	<b>Tubo 1</b>
<b>Presión vertical debida al suelo</b>			
Presión vertical debida al suelo	$q_v$	kN/m <sup>2</sup>	29,22
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	$P_{vc}$		3,28
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	$P_{vr}$		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	$q_{vt}$		32,50
<b>Presión lateral debida a la tierra</b>			

<b>Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo</b>	$q_{ht}$	$\text{kN/m}^2$	15,63
<b>Deformación relativa</b> (La deformación no puede ser superior al 5%)			
<b>Deformación relativa</b>	$\delta_v$	%	0,220
<b>Momentos flectores longitudinales</b>			
<b>Momento flector longitudinal debido a la presión vertical en el tubo</b>			
En la clave	$M_{qvt}$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	0,307434
En los riñones			-0,307434
En la base			0,307434
<b>Momento flector longitudinal debido a la presión lateral del relleno en el tubo</b>			
En la clave	$M_{qh}$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	-0,154414
En los riñones			0,154414
En la base			-0,154414
<b>Momento flector longitudinal debido a la reacción horizontal sobre el tubo</b>			
En la clave	$M_{qht}$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	-0,107041
En los riñones			0,123009
En la base			-0,107041
<b>Momento flector longitudinal debido al peso del tubo</b>			
En la clave	$M_t$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	0,002006
En los riñones			-0,002286
En la base			0,002565
<b>Momento flector longitudinal debido al peso del agua</b>			
En la clave	$M_a$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	0,012658
En los riñones			-0,014424
En la base			0,016190
<b>Momento flector longitudinal debido a la presión del agua</b>			
En la clave	$M_{pa}$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	0,010743
En los riñones			0,010743
En la base			0,010743
<b>Momento longitudinal total</b>			
En la clave	$M$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	0,071385
En los riñones			-0,035977
En la base			0,075476
<b>Fuerzas normales (axil circunferencial)</b>			
<b>Fuerza normal debida a la presión sobre el tubo</b>			

En la clave	$N_{qvt}$	kN/m	0,0000
En los riñones			-6,3222
En la base			0,0000
<b>Fuerza normal debida a la presión lateral del relleno sobre el tubo</b>			
En la clave	$N_{qh}$	kN/m	-3,1755
En los riñones			0,0000
En la base			-3,1755
<b>Fuerza normal debida a la reacción horizontal total en el tubo</b>			
En la clave	$N_{qht}$	kN/m	-1,7543
En los riñones			0,0000
En la base			-1,7543
<b>Fuerza normal debida al peso del tubo</b>			
En la clave	$N_t$	kN/m	0,0050
En los riñones			-0,0470
En la base			-0,0050
<b>Fuerza normal debida al peso del agua</b>			
En la clave	$N_a$	kN/m	0,2206
En los riñones			0,0813
En la base			0,5361
<b>Fuerza normal debida a la presión del agua</b>			
En la clave	$N_{pa}$	kN/m	202,2510
En los riñones			202,2510
En la base			202,2510
<b>Fuerza normal total</b>			
En la clave	N	kN/m	197,5468
En los riñones			195,9631
En la base			197,8523
<b>Tensiones circunferenciales máximas</b>			
$\sigma$ en clave	$\sigma$	N/mm <sup>2</sup>	21,61
$\sigma$ en riñones			19,67
$\sigma$ en base			21,85
<b>Coefficientes de seguridad a rotura</b>			
<b>Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave</b>	v	-	3,24
<b>Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones</b>			3,56
<b>Verificación de esfuerzos tangenciales en la base</b>			3,20

Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
$\eta$ debido a la acción de la tierra y el agua	$\eta_3$	-	41,48

#### 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.

Información general sobre el informe extendido	
Número de informe	2021_09_09_3551
Fecha de última modificación	9 de Septiembre de 2021 a las 18:18
Nombre del proyecto	C. R. Grañén
A la atención de D./Dña.	Antonio Romeo Martín
Dirección	César Augusto 3, 3º C
Ciudad / localidad / municipio	ZARAGOZA
Provincia / región / estado	ZARAGOZA
País	España
Promotora	None
Ingeniería	ROM VIII Ingeniería S. L.
Constructora	
Dirección de obra	César Augusto 3, 3º C

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 Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U), Poli(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"

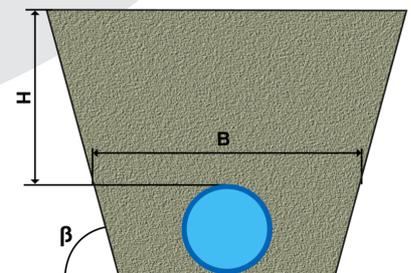
**Resultados del cálculo**

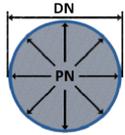
Clase de seguridad A (caso general) - material PVC-O > 2.5

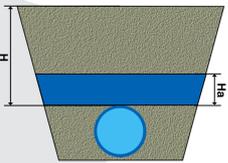
**INSTALACIÓN VÁLIDA**

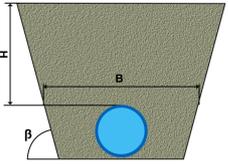
**Características del tubo y de la instalación**

Tipo de conducción	Agua a presión  Especificaciones de tubería según: norma europea UNE-EN 17176 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422
Aplicación	Riego
Nombre de la instalación	PVC 400 1,6
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja

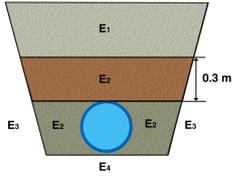
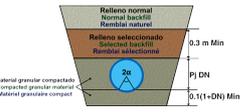


Tubería				
	Nome.	Unidades	Tubo 1	
Código del producto	-	-	TOM40016B	
Material del tubo	-	-	PVC-O Clase 500 C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	400	
Módulo de elasticidad en flexión transversal. Largo plazo.	$E_{t(lp)}$	N/mm <sup>2</sup>	2800,0	
Módulo de elasticidad en flexión transversal. Corto plazo.	$E_{t(cp)}$	N/mm <sup>2</sup>	4000,0	
Peso específico	$\gamma_t$	kN/m <sup>3</sup>	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño del tubo a flexión-tracción. Largo plazo.	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm <sup>2</sup>	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño del tubo a flexión-tracción. Corto plazo.	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm <sup>2</sup>	100,0	

Presiones				
	Nome.	Unidades	Tubo 1	
Presión interna de trabajo	$P_i$	bar	10,7	
Presión externa debido al agua	$P_e$	bar	0,0	
Nivel freático	$H_a$	m	0,0	

Geometría de la zanja				
	Nome.	Unidades	Tubo 1	
Altura de zanja	H	m	1,3	
Anchura de la zanja	B	m	1,2	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	$\beta$	°	79,0	

**Apoyo y material de relleno**

	<b>Nome.</b>	<b>Unidades</b>	<b>Tubo 1</b>	
Tipo de apoyo	-	-	A	 <p align="center">Apoyo Tipo A</p> 
Ángulo de apoyo	$2\alpha$	°	180	
Módulo de compresión de E <sub>1</sub>	align="center">E <sub>1</sub>	N/mm <sup>2</sup>	8,0	
Porcentaje proctor E <sub>1</sub>		%	97,0	
Grupo de suelo E <sub>1</sub>		-	G3	
Módulo de compresión de E <sub>2</sub>	align="center">E <sub>2</sub>	N/mm <sup>2</sup>	40,0	
Porcentaje proctor E <sub>2</sub>		%	100,0	
Grupo de suelo E <sub>2</sub>		-	G1	
Módulo de compresión de E <sub>3</sub>	align="center">E <sub>3</sub>	N/mm <sup>2</sup>	13,0	
Porcentaje proctor E <sub>3</sub>		%	100,0	
Grupo de suelo E <sub>3</sub>		-	G3	
Módulo de compresión de E <sub>4</sub>	align="center">E <sub>4</sub>	N/mm <sup>2</sup>	13,0	
Porcentaje proctor E <sub>4</sub>		%	100,0	
Grupo de suelo E <sub>4</sub>		-	G3	
Peso específico del relleno en zanja	-	kN/m <sup>3</sup>	20,0	
Peso específico del relleno en terraplén	-	kN/m <sup>3</sup>	-	

**Tipo de relleno**

	<b>Tubo 1</b>
Tipo de relleno	Relleno de la zanja por capas compactadas contra el suelo natural, con verificación del grado de compactación exigido por la Norma UNE-CEN/TR 1046; también para paredes de tabloncillos de soporte (construcción Berlinesa). La condición de relleno A4 no es aplicable a suelos del grupo G4.

**Sobrecargas debido al tráfico**

	<b>Nome.</b>	<b>Unidades</b>	<b>Tubo 1</b>

<b>Símbolo del vehículo</b>	LT 12	t	12,0	
<b>Número de ejes</b>	-	-	2	
<b>Distancia entre ruedas a</b>	a	m	2,0	
<b>Distancia entre ejes b</b>	b	m	3,0	
<b>Sobrecargas concentradas <math>P_c</math></b>	$P_c$	kN	40,0	
<b>Sobrecargas distribuidas <math>P_d</math></b>	$P_d$	kN	-	
<b>Coefficiente <math>C_d</math></b>	$C_d$	-	-	
<b>Coefficiente de impacto <math>\Phi</math></b>	$\Phi$	-	1,5	

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 <sup>2</sup>	-	
Módulo de compresión de la segunda capa	$E_{f2}$	N/mm <sup>2</sup>	-	

Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.				
	Nome.	Unidades	Tubo 1	
<b>Presión vertical debida al suelo</b>				
Presión vertical debida al suelo	$q_v$	kN/m <sup>2</sup>	15,85	
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	$P_{vc}$		15,80	
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	$P_{vr}$		0,00	
Presión vertical total sobre el tubo	$q_{vt}$		31,65	
<b>Presión lateral debida a la tierra</b>				
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	$q_{ht}$	kN/m <sup>2</sup>	8,95	
<b>Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)</b>				
Deformación relativa	$\delta_v$	%	0,276	
<b>Momentos flectores longitudinales</b>				
<b>Momento flector longitudinal debido a la presión vertical en el tubo</b>				
En la clave	$M_{qvt}$	kN·m/m	0,299363	
En los riñones			-0,299363	
En la base			0,299363	
<b>Momento flector longitudinal debido a la presión lateral del relleno en el tubo</b>				
En la clave	$M_{qh}$	kN·m/m	-0,078827	
En los riñones			0,078827	
En la base			-0,078827	
<b>Momento flector longitudinal debido a la reacción horizontal sobre el tubo</b>				

En la clave	$M_{qht}$	kN·m/m	-0,061291
En los riñones			0,070433
En la base			-0,061291
<b>Momento flector longitudinal debido al peso del tubo</b>			
En la clave	$M_t$	kN·m/m	0,002006
En los riñones			-0,002286
En la base			0,002565
<b>Momento flector longitudinal debido al peso del agua</b>			
En la clave	$M_a$	kN·m/m	0,012658
En los riñones			-0,014424
En la base			0,016190
<b>Momento flector longitudinal debido a la presión del agua</b>			
En la clave	$M_{pa}$	kN·m/m	0,010743
En los riñones			0,010743
En la base			0,010743
<b>Momento longitudinal total</b>			
En la clave	$M$	kN·m/m	0,184653
En los riñones			-0,156069
En la base			0,188744
<b>Fuerzas normales (axil circunferencial)</b>			
<b>Fuerza normal debida a la presión sobre el tubo</b>			
En la clave	$N_{qvt}$	kN/m	0,0000
En los riñones			-6,1563
En la base			0,0000
<b>Fuerza normal debida a la presión lateral del relleno sobre el tubo</b>			
En la clave	$N_{qh}$	kN/m	-1,6210
En los riñones			0,0000
En la base			-1,6210
<b>Fuerza normal debida a la reacción horizontal total en el tubo</b>			
En la clave	$N_{qht}$	kN/m	-1,0045
En los riñones			0,0000
En la base			-1,0045
<b>Fuerza normal debida al peso del tubo</b>			
En la clave	$N_t$	kN/m	0,0050
En los riñones			-0,0470
En la base			-0,0050
<b>Fuerza normal debida al peso del agua</b>			

En la clave	$N_a$	kN/m	0,2206
En los riñones			0,0813
En la base			0,5361
<b>Fuerza normal debida a la presión del agua</b>			
En la clave	$N_{pa}$	kN/m	202,2510
En los riñones			202,2510
En la base			202,2510
<b>Fuerza normal total</b>			
En la clave	N	kN/m	199,8510
En los riñones			196,1291
En la base			200,1566
<b>Tensiones circunferenciales máximas</b>			
$\sigma$ en clave	$\sigma$	N/mm <sup>2</sup>	27,56
$\sigma$ en riñones			25,78
$\sigma$ en base			27,80
<b>Coefficientes de seguridad a rotura</b>			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	v	-	3,63
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			3,88
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			3,60
<b>Coefficientes de seguridad al aplastamiento</b>			
$\eta$ debido a la acción de la tierra y el agua	$\eta_3$	-	51,27

<b>Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.</b>			
	<b>Nome.</b>	<b>Unidades</b>	<b>Tubo 1</b>
<b>Presión vertical debida al suelo</b>			
Presión vertical debida al suelo	$q_v$	kN/m <sup>2</sup>	15,54
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	$P_{vc}$		15,80
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	$P_{vr}$		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	$q_{vt}$		31,34
<b>Presión lateral debida a la tierra</b>			

<b>Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo</b>	$q_{ht}$	$\text{kN/m}^2$	8,66
<b>Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)</b>			
<b>Deformación relativa</b>	$\delta_v$	%	0,312
<b>Momentos flectores longitudinales</b>			
<b>Momento flector longitudinal debido a la presión vertical en el tubo</b>			
En la clave	$M_{qvt}$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	0,296399
En los riñones			-0,296399
En la base			0,296399
<b>Momento flector longitudinal debido a la presión lateral del relleno en el tubo</b>			
En la clave	$M_{qh}$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	-0,079420
En los riñones			0,079420
En la base			-0,079420
<b>Momento flector longitudinal debido a la reacción horizontal sobre el tubo</b>			
En la clave	$M_{qht}$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	-0,059281
En los riñones			0,068124
En la base			-0,059281
<b>Momento flector longitudinal debido al peso del tubo</b>			
En la clave	$M_t$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	0,002006
En los riñones			-0,002286
En la base			0,002565
<b>Momento flector longitudinal debido al peso del agua</b>			
En la clave	$M_a$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	0,012658
En los riñones			-0,014424
En la base			0,016190
<b>Momento flector longitudinal debido a la presión del agua</b>			
En la clave	$M_{pa}$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	0,010743
En los riñones			0,010743
En la base			0,010743
<b>Momento longitudinal total</b>			
En la clave	$M$	$\text{kN}\cdot\text{m/m}$	0,183105
En los riñones			-0,154822
En la base			0,187196
<b>Fuerzas normales (axil circunferencial)</b>			
<b>Fuerza normal debida a la presión sobre el tubo</b>			

En la clave	$N_{qvt}$	kN/m	0,0000
En los riñones			-6,0953
En la base			0,0000
<b>Fuerza normal debida a la presión lateral del relleno sobre el tubo</b>			
En la clave	$N_{qh}$	kN/m	-1,6332
En los riñones			0,0000
En la base			-1,6332
<b>Fuerza normal debida a la reacción horizontal total en el tubo</b>			
En la clave	$N_{qht}$	kN/m	-0,9716
En los riñones			0,0000
En la base			-0,9716
<b>Fuerza normal debida al peso del tubo</b>			
En la clave	$N_t$	kN/m	0,0050
En los riñones			-0,0470
En la base			-0,0050
<b>Fuerza normal debida al peso del agua</b>			
En la clave	$N_a$	kN/m	0,2206
En los riñones			0,0813
En la base			0,5361
<b>Fuerza normal debida a la presión del agua</b>			
En la clave	$N_{pa}$	kN/m	202,2510
En los riñones			202,2510
En la base			202,2510
<b>Fuerza normal total</b>			
En la clave	N	kN/m	199,8718
En los riñones			196,1901
En la base			200,1773
<b>Tensiones circunferenciales máximas</b>			
$\sigma$ en clave	$\sigma$	N/mm <sup>2</sup>	27,49
$\sigma$ en riñones			25,72
$\sigma$ en base			27,72
<b>Coefficientes de seguridad a rotura</b>			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	v	-	2,55
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			2,72
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			2,53

Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
$\eta$ debido a la acción de la tierra y el agua	$\eta_3$	-	42,81

#### 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.

### 3.3. CONCLUSIONES.

Las tuberías de PVC-O propuestas son válidas para las presiones máximas de trabajo consideradas y con unas profundidades de enterramiento desde 1,2 m. a 4,00 m.

## 4. TUBERÍA DE ACERO HELICOSOLDADO.

### 4.1. DATOS DE PARTIDA.

- Anchura de la zanja: Ver plano detalles zanjas tipo.
- Altura máxima de tierras sobre generatriz superior tubería: 4,00 m.
- Altura mínima de tierras sobre generatriz superior tubería: 1,20 m.
- Nivel freático sobre generatriz superior tubería: 0,75m
- Tipo de apoyo del tubo: Tipo A. Este tipo de apoyo consiste en una cama continua de garbancillo 6/20 compactado (mínimo 95% proctor normal) sobre la que descansa el tubo, de altura mínima 20 cm. La cama de apoyo debe tener una compactación uniforme en toda su longitud y envolver el tubo según el ángulo de apoyo  $2\alpha$  previsto.
- Ángulo de apoyo  $120^\circ$ .
- Tipo de relleno:
  - Solera zanja y paredes: Suelo medianamente cohesivo al 100% PN. Módulo de compresión: 13 N/mm<sup>2</sup>.
  - Entorno del tubo (solera, laterales y hasta 30 cm sobre tubo): Garbancillo 6/20. Módulo de compresión 23 N/mm<sup>2</sup>.
  - Relleno a partir 30 cm sobre generatriz superior tubería. Suelo cohesivo al 98% PN. Módulo de compresión: 8 N/mm<sup>2</sup>.
- Sobrecargas de tráfico con camión tráfico de 60 toneladas en 3 ejesen zona sin pavimento.
- Presión de trabajo: La máxima de la instalación que es de 10,5 Atm.

### 4.2. CÁLCULOS.

Se realiza el cálculo mecánico para justificar los espesores de tubería propuestos en el proyecto en función del grado de acero seleccionado y comprobando el comportamiento de la

tubería bajo unas hipótesis de carga que se irán describiendo en cada apartado para poder plantear la más desfavorable. Se sigue como base para el cálculo mecánico la Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión, publicada por el CEDEX en el año 2003. Ésta guía basa el cálculo de este tipo de tuberías en la guía M11 Steel Pipe – A Guide for Design and Installation publicada por la AWWA (American Water Works Association), normas de reconocido prestigio y uso internacional.

En conducciones muy largas se puede ir ajustando el espesor de la conducción a las presiones o circunstancias que para cada tramo tiene que soportar la tubería.

Las longitudes de los tubos de acero no están normalizadas y quedarán determinadas por el largo óptimo en función del trazado de la conducción y los costes de transporte para el suministro de los tubos en obra. Se considerarán 13,5m como el largo óptimo para el transporte pudiendo variar este largo según las necesidades concretas.

En cuanto a las uniones éstas podrán ser soldadas (a tope / abocardado cilíndrico / abocardado esférico) o con bridas (normalmente cuando se inserte en la conducción algún elemento adicional como puede ser una válvula).

En las tuberías de acero, una vez establecido el diámetro y las condiciones de instalación y funcionamiento, los parámetros a dimensionar son:

- Espesor de pared del tubo
- Módulo de reacción del relleno a compactar, en las tuberías enterradas.
- Tipo de acero empleado (definiendo el límite elástico)

Esos tres parámetros se definen con la comprobación de 3 hipótesis: Resistencia frente a la presión interna, comprobación de deformación máxima admisible al actuar las cargas externas sobre el tubo, así como verificación del colapso por acciones internas o externas.

#### **4.2.1. HIPOTESIS I. PRESIÓN HIDRÁULICA INTERIOR POSITIVA (ESTADO TENSIONAL)**

El espesor viene definido por la Presión Máxima de Diseño ( $N/mm^2$ ), MDP, que deberá ser a su vez inferior a la Presión Máxima Admisible ( $N/mm^2$ ), PMA y que vendrá condicionada por el diámetro exterior del tubo y la Tensión admisible del acero según su grado  $N/mm^2$

La siguiente expresión define los espesores requeridos (AWWA M11):

$$e \geq \frac{D \cdot MDP}{2 \cdot \sigma_{adm}}$$

MDP = Presión Max. de Diseño (N/mm<sup>2</sup>); igual o menor que PMA, Presión Máxima admisible.

e = espesor del tubo (mm).

D = Diámetro exterior del tubo (mm)

$\sigma_{adm}$  = Tensión admisible del acero (N/mm<sup>2</sup>). Se adopta el 50% del límite elástico mínimo del acero.

	Diámetro (mm.)	Espesor (mm.)	Límite elástico del acero (N/mm <sup>2</sup> )	Presión Máxima de Diseño (Bar)	Presión de Prueba (fábrica) (UNE EN 10224) (Bar)	Presión Máxima teórica (Bar)
Item 1	711	5,5	28,1	<b>21,74</b>	30,43	43,47
Item 2	711	5,5	28,1	<b>21,74</b>	30,43	43,47
Item 3	813	5,5	28,1	<b>19,01</b>	26,61	38,02
Item 4	813	5,5	28,1	<b>19,01</b>	26,61	38,02
Item 5	914	5,5	28,1	<b>16,91</b>	23,67	33,82
Item 6	1016	6,3	28,1	<b>17,42</b>	24,39	34,85
Item 7	1016	6,3	28,1	<b>17,42</b>	24,39	34,85
Item 8	1118	6,3	28,1	<b>15,83</b>	22,17	31,67
Item 9	1219	7,1	28,1	<b>16,37</b>	22,91	32,73
Item 10	1219	7,1	28,1	<b>16,37</b>	22,91	32,73
Item 11	1321	7,1	28,1	<b>15,10</b>	21,14	30,21
Item 12	1321	7,1	28,1	<b>15,10</b>	21,14	30,21

#### **4.2.2. HIPOTESIS II. ACCIONES GRAVITATORIAS (ESTADO TENSIONAL Y DEFORMACIONAL)**

Está hipótesis considera la carga pésima de acciones gravitatorias, debe comprobarse que la tensión y la deformación máxima no superan las admisibles.

**En caso de tubería aérea,** en defecto de otros condicionantes más restrictivos, como deformación admisible se adoptará el valor de 1/360 de la luz entre apoyos. Además, debe verificarse que, para la hipótesis pésima de carga, las tensiones producidas en las zonas de los apoyos no superan las admisibles.

Las acciones gravitatorias incluyen:

- Peso propio de la tubería.
- Peso del fluido transportado.
- Cargas permanentes uniformes debidas a elementos constructivos tales como aislamientos.
- Cargas permanentes puntuales debidas a elementos constructivos o instalaciones sobre la tubería.
- Acciones originadas por el peso de la nieve que pudiese acumularse sobre la tubería.
- Acciones del viento originadas por las presiones y succiones sobre la superficie exterior.

**En caso de tubería enterrada,** considerando únicamente las cargas del terreno y del tráfico, debe comprobarse que la deformación máxima debida a la flexión transversal no supera la admisible. Como deformaciones máximas admisibles, hay que tener en cuenta la rigidez de la tubería y de sus revestimientos y en general, tal como se muestra en la tabla adjunta, suelen admitirse valores entre el 2 y el 5% del diámetro exterior (manual AWWA M11).

TIPO DE REVESTIMIENTO		DEFORMACIÓN ADMISIBLE (% DN)
EXTERIOR	INTERIOR	
Flexible	Flexible	5
Flexible	Mortero de cemento	3 a 4
Mortero de cemento	Mortero de cemento	2

*Deformaciones diametrales admisibles de los tubos (Manual AWWA M11)*

En el caso de la tubería de acero helicoidada, habitualmente revestida con polímeros bicomponentes (epoxis, poliuretanos) para el interior y exteriormente, en caso de estar

enterrada, con combinaciones de polímeros y soluciones tricapa con polietileno o polipropileno extruido en caliente, estaríamos siempre hablando de revestimientos muy flexibles cuyas propiedades garantizan su perfecto funcionamiento incluso con deformaciones muchísimo mayor del 5%.

El cálculo de la deformación máxima debida a la flexión transversal se suele hacer mediante la formulación de Spangler (1941), la cual, en su forma más general, adopta la expresión siguiente (manual AWWA M11):

$$d = D_1 \frac{K_a (W_e + W_t) r_m^3}{EI + 0,061 E' r_m^3}$$

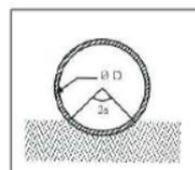
d = Deformación producida en el tubo, en m.

r<sub>m</sub> = Radio medio de la tubería, en m.

D<sub>1</sub> = Coeficiente empírico de deformación diferida. Se toma un valor 1,25.

K<sub>a</sub> = Coeficiente de factor de apoyo.

Ángulo de apoyo 2α = 20°	K <sub>a</sub>	=	0,110
Ángulo de apoyo 2α = 45°	K <sub>a</sub>	=	0,105
Ángulo de apoyo 2α = 60°	K <sub>a</sub>	=	0,102
Ángulo de apoyo 2α = 120°	K <sub>a</sub>	=	0,090
Ángulo de apoyo 2α = 180°	K <sub>a</sub>	=	0,083



E' = Módulo de reacción del relleno, en kN/m<sup>2</sup>

Terreno bien compactado	E'	=	5.000	kN/m <sup>2</sup>
Terreno con compactación media	E'	=	2.000	kN/m <sup>2</sup>
Terreno con mala compactación	E'	=	1.000	kN/m <sup>2</sup>

W<sub>e</sub> y W<sub>t</sub>: cargas debidas al peso de las tierras y al tráfico respectivamente, en kN/m<sup>2</sup>

W<sub>e</sub>, cargas debidas al peso de las tierras: En la tubería de acero, al ser una tubería flexible, habitualmente se calculan según la teoría de Marston, sin considerar ningún coeficiente reductor, suponiendo una seguridad adicional

$$w_e = \gamma \cdot H \cdot OD$$

$$w_e = (\gamma_w \cdot H_w + f \cdot \gamma \cdot H) \cdot OD \text{ (considerando el freático)}$$

W<sub>e</sub> = cargas debidas al peso de las tierras, en kN/m<sup>2</sup>

γ = peso específico del relleno. Por defecto puede tomarse 20kN/m<sup>3</sup>

H= Altura de tierras sobre la clave del tubo, en m. Se han considerado 2 alturas: 1,2 y 4 m. sobre generatriz superior del tubo.

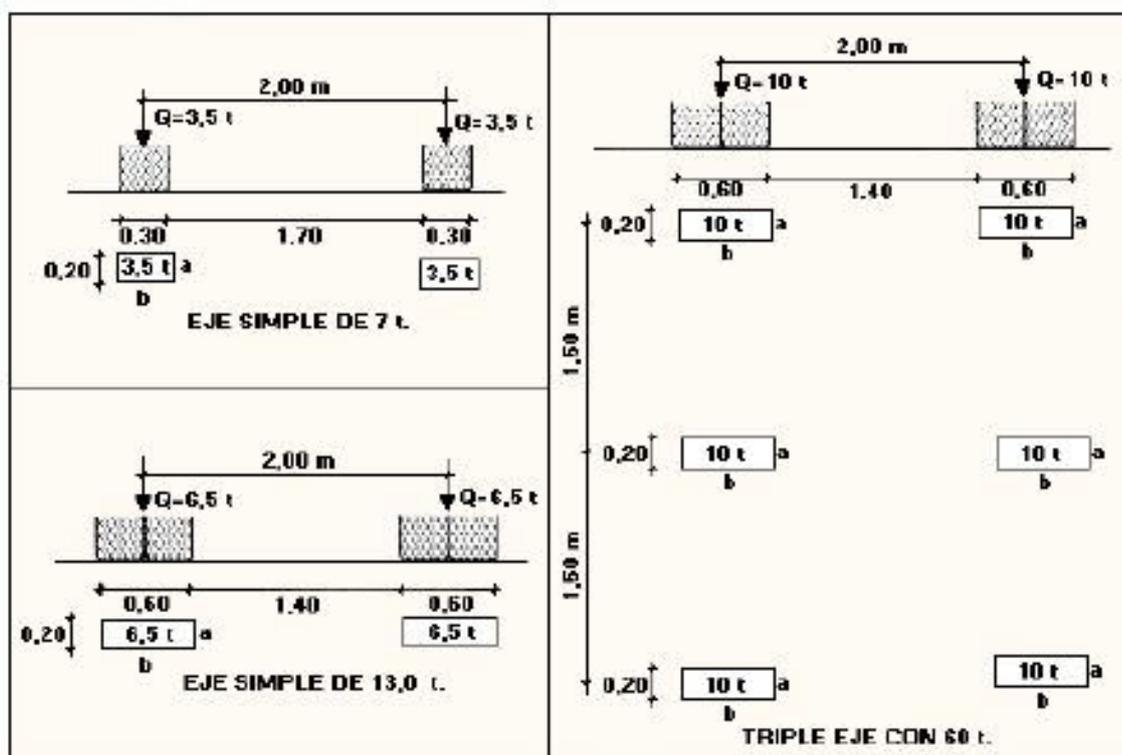
OD= Diámetro exterior del tubo, en m.

$\gamma_w$  = peso específico del agua, en kN/m<sup>3</sup>

H<sub>w</sub> = Altura del nivel freático sobre el tubo, en m.

f( Factor de flotación) = 1 - 0,33.(H<sub>w</sub>/H)

W<sub>t</sub> ,cargas debidas al tráfico: Son sobrecargas puntuales, puede emplearse la formulación genérica de Boussinesq. Esta formulación ha sido simplificada y se suele considerar que se reparten uniformemente en una superficie que se va ampliando según un tronco de pirámide cuyas caras laterales forman un ángulo de unos 45° con la vertical.



A modo de resumen, para tubos menores de 2000mm de diámetro y una carga de triple eje con 60Ton, el valor de las cargas puntuales debidas al tráfico en t/m son las siguientes:

Para OD>s

$$w_t = 294,2 \cdot \frac{OD + S}{t \cdot l'_e}$$

Para OD<s

$$w_t = 588,4 \cdot \frac{OD}{t \cdot l'_e}$$

Ítem	Diámetro (mm.)	Espesor (mm.)	d deformación admisible (% - m)	d Deformación calculada (m)	Altura de tierras (m)	D <sub>1</sub> 1-1,5	E' 1000 - 5000kN/m <sup>2</sup>	I (e <sup>3/12</sup> )	Coef. Factor apoyo Ka	We (kNm)		y (kNm/m)		We (kNm/m)		Y <sub>w</sub> (kNm/m)		H <sub>w</sub> (m)		Wt (kNm/m)		Wt (kNm/m)		Wt (kNm/m)		Wt (kNm/m)	
										We	Wt	y	Wt	We	Wt	H <sub>w</sub>	Wt	Wt	Wt	Wt	Wt	Wt	Wt	Wt	Wt	Wt	Wt
Item 1	711	5,5	5%	0,036	4,75%	0,034	4,00	1,20	4000	1,4E-08	0,083	56,880	20	4,00	55,5864	9,8	0,75	7,07	24,41	4,2000	6,200	9,547	7,07	4,2000	6,2	9,547	
Item 2	711	5,5	5%	0,036	4,76%	0,034	4,00	1,20	4000	1,4E-08	0,083	56,880	20	4,00	55,5864	9,8	0,75	20,88	24,41	4,2000	6,200	9,547	20,88	4,2000	6,2	9,547	
Item 3	813	5,5	5%	0,041	4,60%	0,037	4,00	1,20	4000	1,4E-08	0,083	65,040	20	4,00	66,9912	9,8	0,75	20,64	24,64	4,2000	6,200	9,654	20,64	4,2000	6,2	9,654	
Item 4	813	5,5	5%	0,041	4,60%	0,037	4,00	1,20	4000	1,4E-08	0,083	65,040	20	4,00	66,9912	9,8	0,75	20,64	24,64	4,2000	6,200	9,654	20,64	4,2000	6,2	9,654	
Item 5	914	5,5	5%	0,046	4,47%	0,041	4,00	1,20	4000	1,4E-08	0,083	73,120	20	4,00	75,3136	9,8	0,75	20,42	24,86	4,2000	6,200	9,760	20,42	4,2000	6,2	9,760	
Item 6	1016	6,3	5%	0,051	4,37%	0,044	4,00	1,20	4000	2,1E-08	0,083	81,280	20	4,00	83,7184	9,8	0,75	20,20	25,08	4,2000	6,200	9,867	20,20	4,2000	6,2	9,867	
Item 7	1016	6,3	5%	0,051	4,37%	0,044	4,00	1,20	4000	2,1E-08	0,083	81,280	20	4,00	83,7184	9,8	0,75	20,20	25,08	4,2000	6,200	9,867	20,20	4,2000	6,2	9,867	
Item 8	1118	6,3	5%	0,056	4,29%	0,048	4,00	1,20	4000	2,1E-08	0,083	89,440	20	4,00	92,1132	9,8	0,75	19,98	25,30	4,2000	6,200	9,974	19,98	4,2000	6,2	9,974	
Item 9	1219	7,1	5%	0,061	4,22%	0,051	4,00	1,20	4000	3E-08	0,083	97,520	20	4,00	102,4956	9,8	0,75	19,77	25,51	4,2000	6,200	10,080	19,77	4,2000	6,2	10,080	
Item 10	1219	7,1	5%	0,061	4,22%	0,051	4,00	1,20	4000	3E-08	0,083	97,520	20	4,00	102,4956	9,8	0,75	19,77	25,51	4,2000	6,200	10,080	19,77	4,2000	6,2	10,080	
Item 11	1321	7,1	5%	0,066	4,16%	0,055	4,00	1,20	4000	3E-08	0,083	105,680	20	4,00	108,8504	9,8	0,75	19,56	25,72	4,2000	6,200	10,187	19,56	4,2000	6,2	10,187	
Item 12	1321	7,1	5%	0,066	4,16%	0,055	4,00	1,20	4000	3E-08	0,083	105,680	20	4,00	108,8504	9,8	0,75	19,56	25,72	4,2000	6,200	10,187	19,56	4,2000	6,2	10,187	

Ítem	Diámetro (mm.)	Espesor (mm.)	d deformación admisible (% - m)	d Deformación calculada (m)	Altura de tierras (m)	D <sub>1</sub> 1-1,5	E' 1000 - 5000kN/m <sup>2</sup>	I (e <sup>3/12</sup> )	Coef. Factor apoyo Ka	We (kNm)		y (kNm/m)		We (kNm/m)		Y <sub>w</sub> (kNm/m)		H <sub>w</sub> (m)		Wt (kNm/m)		Wt (kNm/m)		Wt (kNm/m)		Wt (kNm/m)	
										We	Wt	y	Wt	We	Wt	H <sub>w</sub>	Wt	Wt	Wt	Wt	Wt	Wt	Wt	Wt	Wt	Wt	Wt
Item 1	711	5,5	5%	0,036	2,38%	0,017	1,20	1,20	4000	1,4E-08	0,083	17,064	20	1,20	18,7704	9,8	0,75	22,73	22,73	0,2800	2,280	5,627	22,73	0,2800	2,28	5,627	
Item 2	711	5,5	5%	0,036	2,38%	0,017	1,20	1,20	4000	1,4E-08	0,083	17,064	20	1,20	18,7704	9,8	0,75	22,73	22,73	0,2800	2,280	5,627	22,73	0,2800	2,28	5,627	
Item 3	813	5,5	5%	0,041	2,31%	0,019	1,20	1,20	4000	1,4E-08	0,083	19,512	20	1,20	21,4632	9,8	0,75	24,60	24,60	0,2800	2,280	5,734	24,60	0,2800	2,28	5,734	
Item 4	813	5,5	5%	0,041	2,31%	0,019	1,20	1,20	4000	1,4E-08	0,083	19,512	20	1,20	21,4632	9,8	0,75	24,60	24,60	0,2800	2,280	5,734	24,60	0,2800	2,28	5,734	
Item 5	914	5,5	5%	0,046	2,26%	0,021	1,20	1,20	4000	1,4E-08	0,083	21,936	20	1,20	24,1296	9,8	0,75	26,38	26,38	0,2800	2,280	5,840	26,38	0,2800	2,28	5,840	
Item 6	1016	6,3	5%	0,051	2,21%	0,022	1,20	1,20	4000	2,1E-08	0,083	24,384	20	1,20	26,8224	9,8	0,75	28,12	28,12	0,2800	2,280	5,947	28,12	0,2800	2,28	5,947	
Item 7	1016	6,3	5%	0,051	2,21%	0,022	1,20	1,20	4000	2,1E-08	0,083	24,384	20	1,20	26,8224	9,8	0,75	28,12	28,12	0,2800	2,280	5,947	28,12	0,2800	2,28	5,947	
Item 8	1118	6,3	5%	0,056	2,17%	0,024	1,20	1,20	4000	2,1E-08	0,083	26,832	20	1,20	29,5152	9,8	0,75	29,90	29,90	0,2800	2,280	6,054	29,90	0,2800	2,28	6,054	
Item 9	1219	7,1	5%	0,061	2,13%	0,026	1,20	1,20	4000	3E-08	0,083	29,256	20	1,20	32,1816	9,8	0,75	31,40	31,40	0,2800	2,280	6,160	31,40	0,2800	2,28	6,160	
Item 10	1219	7,1	5%	0,061	2,13%	0,026	1,20	1,20	4000	3E-08	0,083	29,256	20	1,20	32,1816	9,8	0,75	31,40	31,40	0,2800	2,280	6,160	31,40	0,2800	2,28	6,160	
Item 11	1321	7,1	5%	0,066	2,10%	0,028	1,20	1,20	4000	3E-08	0,083	31,704	20	1,20	34,8744	9,8	0,75	32,96	32,96	0,2800	2,280	6,267	32,96	0,2800	2,28	6,267	
Item 12	1321	7,1	5%	0,066	2,10%	0,028	1,20	1,20	4000	3E-08	0,083	31,704	20	1,20	34,8744	9,8	0,75	32,96	32,96	0,2800	2,280	6,267	32,96	0,2800	2,28	6,267	

### **4.2.3. HIPOTESIS III. PRESIÓN HIDRÁULICA INTERIOR NEGATIVA (PANDEO O COLAPSO).**

Considerando una situación excepcional en la que actuasen exclusivamente presiones interiores negativas, el colapso o pandeo debe verificarse comprobando que el coeficiente de seguridad C frente a dicho colapso sea al menos 2. La siguiente expresión verifica esta situación particular:

$$C = \frac{P_{crit}}{q_e} \geq 2,5 - 3$$

C = Coeficiente de seguridad, de valor igual o superior a 2 en tubería aérea (US army Corp of Engineers, 1970). Para tubería enterrada 2,5 (si H/DN>2) ó 3 (si H/DN<2)

Pcrit = Carga crítica de pandeo (N/mm<sup>2</sup>). Se puede calcular mediante la expresión de Luscher modificada o la expresión de Levy.

q<sub>e</sub>= Depresión debida a posibles golpes de ariete, succiones, etc. (N/mm<sup>2</sup>).

$$q_e = \gamma_w H_w + f_f \frac{W_e}{DN} + \frac{W_t}{DN} + 0,1 P_v$$

$\gamma_w$  = peso específico del agua, en N/mm<sup>3</sup>

H<sub>w</sub> = Altura del nivel freático sobre el tubo, en mm.

f<sub>f</sub> (Factor de flotación) = 1 - 0,33.(H<sub>w</sub>/H)

H= Altura de tierras sobre la clave del tubo, en mm.

P<sub>v</sub> = depresión interna debida a posibles golpes de ariete, succiones, etc. (en bar)

$$P_{crit} = 10 \times \sqrt{32 \times f_f \times B' \times E' \times \frac{EI}{D_m^3}}$$

$$f_f = 1 - 0,33 \times \frac{H_w}{H}$$

E = Módulo de elasticidad del material de la tubería (N/mm<sup>2</sup>).

e = Espesor del tubo reducido (mm).

D<sub>m</sub> = Diámetro medio del tubo (mm).

I= momento de inercia de la pared de la tubería (mm<sup>3</sup>) (I=e<sup>3</sup>/12)

E'= Módulo de reacción del relleno (N/mm<sup>2</sup>)

B'=coeficiente de origen empírico

$$B' = \frac{1}{1 + e^{(-0.213H)}}$$

Ítem	Diámetro (mm.)	Espesor (mm.)	C requerida	C calculada (Pcrit/qe)	C x Pext (N/mm2)	Altura de tierras (m)	I (e <sup>2</sup> /12)	Perit Carga crítica de pandeo (N/mm2)						q <sub>0</sub>					
								P <sub>crit</sub> (N/mm2)	B'	H/DN	E' (N/mm2)	E	q <sub>0</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	y <sub>w</sub> (N/mm3)	H <sub>w</sub> (mm)	f <sub>r</sub>	W <sub>0</sub>	W <sub>i</sub>	P <sub>v</sub>
Item 1	711	5,5	5,63	0,00031	0,250	4,00	1,4E-08	0,000031	1,00	5,63	4,0	2,100,0	0,10	9,8E-12	7,50E-01	0,94	0,06	0,01	0,10
Item 2	711	5,5	5,63	0,00031	0,250	4,00	1,4E-08	0,000031	1,00	5,63	4,0	2,100,0	0,10	9,8E-12	7,50E-01	0,94	0,06	0,02	0,10
Item 3	813	5,5	4,92	0,00025	0,250	4,00	1,4E-08	0,000026	1,00	4,92	4,0	2,100,0	0,10	9,8E-12	7,50E-01	0,94	0,07	0,02	0,10
Item 4	813	5,5	4,92	0,00025	0,250	4,00	1,4E-08	0,000026	1,00	4,92	4,0	2,100,0	0,10	9,8E-12	7,50E-01	0,94	0,07	0,02	0,10
Item 5	914	5,5	4,38	0,00021	0,250	4,00	1,4E-08	0,000021	1,00	4,38	4,0	2,100,0	0,10	9,8E-12	7,50E-01	0,94	0,08	0,02	0,10
Item 6	1016	6,3	3,94	0,00022	0,250	4,00	2,1E-08	0,000022	1,00	3,94	4,0	2,100,0	0,10	9,8E-12	7,50E-01	0,94	0,08	0,02	0,10
Item 7	1016	6,3	3,94	0,00022	0,250	4,00	2,1E-08	0,000022	1,00	3,94	4,0	2,100,0	0,10	9,8E-12	7,50E-01	0,94	0,08	0,02	0,10
Item 8	1118	6,3	3,58	0,00019	0,250	4,00	2,1E-08	0,000019	1,00	3,58	4,0	2,100,0	0,10	9,8E-12	7,50E-01	0,94	0,09	0,02	0,10
Item 9	1219	7,1	3,28	0,00020	0,250	4,00	3E-08	0,000020	1,00	3,28	4,0	2,100,0	0,10	9,8E-12	7,50E-01	0,94	0,10	0,02	0,10
Item 10	1219	7,1	3,28	0,00020	0,250	4,00	3E-08	0,000020	1,00	3,28	4,0	2,100,0	0,10	9,8E-12	7,50E-01	0,94	0,10	0,02	0,10
Item 11	1321	7,1	3,03	0,00018	0,250	4,00	3E-08	0,000018	1,00	3,03	4,0	2,100,0	0,10	9,8E-12	7,50E-01	0,94	0,11	0,02	0,10
Item 12	1321	7,1	3,03	0,00018	0,250	4,00	3E-08	0,000018	1,00	3,03	4,0	2,100,0	0,10	9,8E-12	7,50E-01	0,94	0,11	0,02	0,10

### 4.3. CONCLUSIONES.

Las tuberías de acero helicoidado propuestas son válidas para las presiones máximas de trabajo consideradas y con unas profundidades de enterramiento desde 1,2 m. a 4,00 m.

## 5. TUBERÍAS DE PEAD.

### 5.1. DATOS DE PARTIDA.

- Anchura de la zanja: Ver plano detalles zanjas tipo.
- Altura máxima de tierras sobre generatriz superior tubería: 3,00 m.
- Altura mínima de tierras sobre generatriz superior tubería: 1,20 m.
- Nivel freático sobre generatriz superior tubería: No
- Tipo de apoyo del tubo: Tipo A. Este tipo de apoyo consiste en una cama continua de garbancillo 6/20 compactado (mínimo 95% proctor normal) sobre la que descansa el tubo, de altura mínima 20 cm. La cama de apoyo debe tener una compactación uniforme en toda su longitud y envolver el tubo según el ángulo de apoyo  $2\alpha$  previsto.
- Ángulo de apoyo  $120^\circ$ .
- Tipo de relleno:
  - Solera zanja y paredes: Suelo medianamente cohesivo al 100% PN. Módulo de compresión:  $13 \text{ N/mm}^2$ .
  - Entorno del tubo (solera, laterales y hasta 30 cm sobre tubo): Garbancillo 6/20. Módulo de compresión  $23 \text{ N/mm}^2$ .
  - Relleno a partir 30 cm sobre generatriz superior tubería. Suelo cohesivo al 98% PN. Módulo de compresión:  $8 \text{ N/mm}^2$ .
- Sobrecargas de tráfico con camión tráfico de 60 toneladas en 3 ejes en zona sin pavimento.
- Presión de trabajo: La máxima de la instalación que es de:
  - 9 Atm. para tubo PN-10.
  - 13 Atm. para tubo PN-16.

### 5.2. CÁLCULOS.

El dimensionamiento mecánico de los tubos de PE enterrados se recomienda realizarlo conforme a lo especificado por la Norma UNE 53331 IN “Tuberías de policloruro de vinilo (PVC) no plastificado y polietileno (PE) de alta y media densidad. Criterio para la comprobación de los tubos a utilizar en conducciones con y sin presión sometidos a cargas externas” (basada en la norma alemana ATV 127), de manera que la hipótesis pésima de carga y la sollicitación condicionante suelen corresponder a alguna de las combinaciones de acciones indicadas en la tabla 7.1.

	Combinación de acciones	Sollicitación determinante
Hipótesis I	Presión interna positiva	Estado tensional
Hipótesis II	Acciones externas y presión interna positiva	Estado tensional y deformaciones
Hipótesis III	Acciones externas	Estado tensional y deformaciones
Hipótesis IV	Acciones externas y presión interna negativa	Pandeo o colapsado



### CALCULO DE LA DEFORMACIÓN

$\Delta D_v$ :                    0,00144 m.  
 $\delta v$ :                        0,39514 %                    CUMPLE < 5%

### VERIFICACION DEL ESFUERZO

$v$  (clave):                20,27805 N/mm<sup>2</sup>            CUMPLE > 2,5  
 $v$  (riñones):            22,51544 N/mm<sup>2</sup>            CUMPLE > 2,5  
 $v$  (base):                16,67872 N/mm<sup>2</sup>            CUMPLE > 2,5

### COMPROBACIÓN DE LA ESTABILIDAD

$\eta_1$ :                        71,99803                    CUMPLE > 2,5

### RESUMEN RESULTADOS OBTENIDOS

TUBO PE100 DN400 PN16	ALTURA	3 m
	DEFORMACION (%)	COEF.SEGURIDAD
<b>COTO PLAZO</b>	0,39514	71,99803

Por los resultados obtenidos podemos concluir lo siguiente:

La deformación está dentro del valor marcado por la norma de referencia  
El coeficiente de seguridad está dentro del valor marcado por la norma de referencia

por lo tanto la tubería:

TUBO PE100 DN400 PN16

**ES VÁLIDA según los datos facilitados**


  
GESTIÓN DE CALIDAD Y  
MEDIO AMBIENTE  
TUBERIAS Y PERFILES  
PLÁSTICOS, S. A.

CALCULOS REALIZADOS CON LOS DATOS FACILITADOS POR EL CLIENTE.  
LOS DATOS QUE NO SE HAN FACILITADO HAN SIDO SUSTITUIDOS POR VALORES HABITUALES.  
LOS CALCULOS MECÁNICOS REALIZADOS EN ESTE INFORME SON ÚNICAMENTE VALIDOS PARA LA TUBERÍA PE HD CONDUSAN SN8 (CR8) FABRICADA POR TUYPER-GRUPO.  
NORMATIVA APLICADA: UNE 53331 IN  
ESTE ES UN DOCUMENTO ORIENTATIVO Y DEBE SER REVISADO POR DIRECCIÓN DE OBRA.



### CALCULO DE LA DEFORMACIÓN

$\Delta Dv$ :                    0,00149 m.  
 $\delta v$ :                        0,39514 %                    CUMPLE < 5%

### VERIFICACION DEL ESFUERZO

$v$  (clave):                8,29068 N/mm<sup>2</sup>              CUMPLE > 2,5  
 $v$  (riñones):             8,83132 N/mm<sup>2</sup>              CUMPLE > 2,5  
 $v$  (base):                 6,82481 N/mm<sup>2</sup>              CUMPLE > 2,5

### COMPROBACIÓN DE LA ESTABILIDAD

$\eta_1$ :                        71,99803                    CUMPLE > 2,5

### RESUMEN RESULTADOS OBTENIDOS

TUBO PE100 DN400 PN10	ALTURA	3 m
	DEFORMACION (%)	COEF.SEGURIDAD
<b>COTO PLAZO</b>	0,39514	71,99803

Por los resultados obtenidos podemos concluir lo siguiente:

La deformación está dentro del valor marcado por la norma de referencia  
El coeficiente de seguridad está dentro del valor marcado por la norma de referencia

por lo tanto la tubería:

TUBO PE100 DN400 PN10

**ES VÁLIDA según los datos facilitados**



**GESTIÓN DE CALIDAD Y  
MEDIO AMBIENTE**  
FP **TUBERIAS Y PERFILES  
PLÁSTICOS, S. A.**

CALCULOS REALIZADOS CON LOS DATOS FACILITADOS POR EL CLIENTE.  
LOS DATOS QUE NO SE HAN FACILITADO HAN SIDO SUSTITUIDOS POR VALORES HABITUALES.  
LOS CALCULOS MECÁNICOS REALIZADOS EN ESTE INFORME SON ÚNICAMENTE VALIDOS PARA LA TUBERÍA PE HD CONDUSAN SN8 (CR8) FABRICADA POR TUYPER-GRUPO.  
NORMATIVA APLICADA: UNE 53331 IN  
ESTE ES UN DOCUMENTO ORIENTATIVO Y DEBE SER REVISADO POR DIRECCIÓN DE OBRA.

# CÁLCULO DEFORMACIÓN DE TUBERIA ENTERRADA

Nº INFORME. 065  
FECHA: 9-9-21

Este documento presenta el resultado de los cálculos realizados para comprobar la deformación a largo plazo de la tubería PE HD enterrada en las condiciones marcadas en el mismo. Dichos cálculos han sido realizados bajo la norma UNE 53331 IN "Tuberías de poli(cloruro de vinilo) (PVC) no plastificado y polietileno (PE) de alta y media densidad. Criterio para la comprobación de los tubos a utilizar en conducciones con y sin presión sometidos a cargas externas"

**OBRA:**

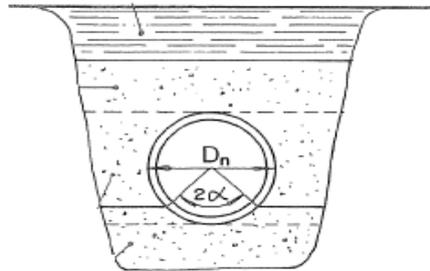
**SOLICITADO POR:** ROM VIII

**CLASE DE TUBERÍA:** TUBO PE100 DN315 PN16

**TIPO DE COMPORTAMIENTO:** COTO PLAZO

**ANTECEDENTES:**

ALTURA POR ENCIMA DE LA CLAVE DEL TUBO: 3 m  
 ANCHURA DE LA ZANJA 0,7 m.  
 TIPO DE ZANJA: Ancha  
 TIPO DE APOYO: A  
 TRAFICO PESADO: 60 t.  
 NIVEL FREÁTICO: SI  
 MATERIAL DE RELLENO Alrededor del tubo y hasta 30 cm. sobre la clave GRUPO 4 (95% P.N.)



**RESULTADOS:**

**PRESIÓN VERTICAL DE TIERRAS**

qv = 24,65043 kN/m<sup>2</sup>

**PRESIÓN LATERAL DE TIERRAS**

qh = 6,06756 kN/m<sup>2</sup>

qht = 6,87645 kN/m<sup>2</sup>

**PRESIÓN VERTICAL DEBIDO A LAS CARGAS CONCENTRADAS (trafico 60 t)**

Pvc = 16,35000 kN/m<sup>2</sup>

**PRESIÓN VERTICAL TOTAL**

qvt = 41,00043 kN/m<sup>2</sup>

### CALCULO DE LA DEFORMACIÓN

$\Delta Dv$ :                    0,00111 m.  
 $\delta v$ :                        0,38594 %                    CUMPLE < 5%

### VERIFICACION DEL ESFUERZO

$v$  (clave):                21,09130 N/mm<sup>2</sup>            CUMPLE > 2,5  
 $v$  (riñones):            23,43265 N/mm<sup>2</sup>            CUMPLE > 2,5  
 $v$  (base):                 17,45267 N/mm<sup>2</sup>            CUMPLE > 2,5

### COMPROBACIÓN DE LA ESTABILIDAD

$\eta_1$ :                        73,36942                    CUMPLE > 2,5

### RESUMEN RESULTADOS OBTENIDOS

	ALTURA	3 m
TUBO PE100 DN315 PN16	DEFORMACION (%)	COEF.SEGURIDAD
<b>COTO PLAZO</b>	0,38594	73,36942

Por los resultados obtenidos podemos concluir lo siguiente:

La deformación está dentro del valor marcado por la norma de referencia  
El coeficiente de seguridad está dentro del valor marcado por la norma de referencia

por lo tanto la tubería:

TUBO PE100 DN315 PN16

**ES VÁLIDA según los datos facilitados**



CALCULOS REALIZADOS CON LOS DATOS FACILITADOS POR EL CLIENTE.  
LOS DATOS QUE NO SE HAN FACILITADO HAN SIDO SUSTITUIDOS POR VALORES HABITUALES.  
LOS CALCULOS MECÁNICOS REALIZADOS EN ESTE INFORME SON ÚNICAMENTE VALIDOS PARA LA TUBERÍA PE HD CONDUSAN SN8 (CR8) FABRICADA POR TUYPER-GRUPO.  
NORMATIVA APLICADA: UNE 53331 IN  
ESTE ES UN DOCUMENTO ORIENTATIVO Y DEBE SER REVISADO POR DIRECCIÓN DE OBRA.



### CALCULO DE LA DEFORMACIÓN

$\Delta D_v$ :                      0,00245 m.  
 $\delta v$ :                            0,82806 %                      CUMPLE < 5%

### VERIFICACION DEL ESFUERZO

$v$  (clave):                  11,03177 N/mm<sup>2</sup>              CUMPLE > 2,5  
 $v$  (riñones):                11,98740 N/mm<sup>2</sup>              CUMPLE > 2,5  
 $v$  (base):                    8,81327 N/mm<sup>2</sup>              CUMPLE > 2,5

### COMPROBACIÓN DE LA ESTABILIDAD

$\eta_1$ :                            39,13071                      CUMPLE > 2,5

### RESUMEN RESULTADOS OBTENIDOS

TUBO PE100 DN315 PN10	ALTURA	3 m
	DEFORMACION (%)	COEF.SEGURIDAD
<b>COTO PLAZO</b>	0,82806	39,13071

Por los resultados obtenidos podemos concluir lo siguiente:

La deformación está dentro del valor marcado por la norma de referencia  
El coeficiente de seguridad está dentro del valor marcado por la norma de referencia

por lo tanto la tubería:

TUBO PE100 DN315 PN10

**ES VÁLIDA según los datos facilitados**


  
GESTIÓN DE CALIDAD Y  
MEDIO AMBIENTE  
TUBERIAS Y PERFILES  
PLÁSTICOS, S. A.

CALCULOS REALIZADOS CON LOS DATOS FACILITADOS POR EL CLIENTE.  
LOS DATOS QUE NO SE HAN FACILITADO HAN SIDO SUSTITUIDOS POR VALORES HABITUALES.  
LOS CALCULOS MECÁNICOS REALIZADOS EN ESTE INFORME SON ÚNICAMENTE VALIDOS PARA LA TUBERÍA PE HD CONDUSAN SN8 (CR8) FABRICADA POR TUYPER-GRUPO.  
NORMATIVA APLICADA: UNE 53331 IN  
ESTE ES UN DOCUMENTO ORIENTATIVO Y DEBE SER REVISADO POR DIRECCIÓN DE OBRA.

Este documento presenta el resultado de los cálculos realizados para comprobar la deformación a largo plazo de la tubería PE HD enterrada en las condiciones marcadas en el mismo. Dichos cálculos han sido realizados bajo la norma UNE 53331 IN "Tuberías de poli(cloruro de vinilo) (PVC) no plastificado y polietileno (PE) de alta y media densidad. Criterio para la comprobación de los tubos a utilizar en conducciones con y sin presión sometidos a cargas externas"

**OBRA:**

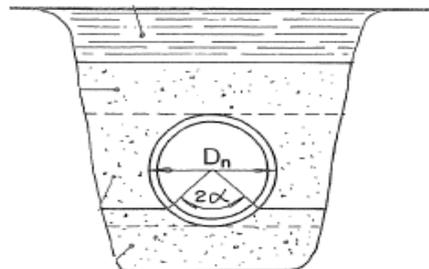
**SOLICITADO POR:** ROM VIII

**CLASE DE TUBERÍA:** TUBO PE100 DN250 PN16

**TIPO DE COMPORTAMIENTO:** COTO PLAZO

**ANTECEDENTES:**

ALTURA POR ENCIMA DE LA CLAVE DEL TUBO: 3 m  
ANCHURA DE LA ZANJA 0,6 m.  
TIPO DE ZANJA: Ancha  
TIPO DE APOYO: A  
TRAFICO PESADO: 60 t.  
NIVEL FREÁTICO: SI  
MATERIAL DE RELLENO Alrededor del tubo y hasta 30 cm. sobre la clave GRUPO 4 (95% P.N.)



**RESULTADOS:**

**PRESIÓN VERTICAL DE TIERRAS**

qv = 18,37944 kN/m<sup>2</sup>

**PRESIÓN LATERAL DE TIERRAS**

qh = 4,55855 kN/m<sup>2</sup>

qht = 5,33832 kN/m<sup>2</sup>

**PRESIÓN VERTICAL DEBIDO A LAS CARGAS CONCENTRADAS (trafico 60 t)**

Pvc = 16,36000 kN/m<sup>2</sup>

**PRESIÓN VERTICAL TOTAL**

qvt = 34,73944 kN/m<sup>2</sup>

### CALCULO DE LA DEFORMACIÓN

$\Delta Dv$ :                      0,00075 m.  
 $\delta v$ :                         0,32870 %                      CUMPLE < 5%

### VERIFICACION DEL ESFUERZO

$v$  (clave):                24,20590 N/mm<sup>2</sup>              CUMPLE > 2,5  
 $v$  (riñones):            26,88972 N/mm<sup>2</sup>              CUMPLE > 2,5  
 $v$  (base):                20,15204 N/mm<sup>2</sup>              CUMPLE > 2,5

### COMPROBACIÓN DE LA ESTABILIDAD

$\eta_1$ :                         89,13827                      CUMPLE > 2,5

### RESUMEN RESULTADOS OBTENIDOS

TUBO PE100 DN250 PN16	ALTURA	3 m
	DEFORMACION (%)	COEF.SEGURIDAD
<b>COTO PLAZO</b>	0,32870	89,13827

Por los resultados obtenidos podemos concluir lo siguiente:

La deformación está dentro del valor marcado por la norma de referencia  
El coeficiente de seguridad está dentro del valor marcado por la norma de referencia

por lo tanto la tubería:

TUBO PE100 DN250 PN16

**ES VÁLIDA según los datos facilitados**


  
GESTIÓN DE CALIDAD Y  
MEDIO AMBIENTE  
TUBERIAS Y PERFILES  
PLÁSTICOS, S. A.

CALCULOS REALIZADOS CON LOS DATOS FACILITADOS POR EL CLIENTE.  
LOS DATOS QUE NO SE HAN FACILITADO HAN SIDO SUSTITUIDOS POR VALORES HABITUALES.  
LOS CALCULOS MECÁNICOS REALIZADOS EN ESTE INFORME SON ÚNICAMENTE VALIDOS PARA LA TUBERÍA PE HD CONDUSAN SN8 (CR8) FABRICADA POR TUYPER-GRUPO.  
NORMATIVA APLICADA: UNE 53331 IN  
ESTE ES UN DOCUMENTO ORIENTATIVO Y DEBE SER REVISADO POR DIRECCIÓN DE OBRA.

Este documento presenta el resultado de los cálculos realizados para comprobar la deformación a largo plazo de la tubería PE HD enterrada en las condiciones marcadas en el mismo. Dichos cálculos han sido realizados bajo la norma UNE 53331 IN “Tuberías de poli(cloruro de vinilo) (PVC) no plastificado y polietileno (PE) de alta y media densidad. Criterio para la comprobación de los tubos a utilizar en conducciones con y sin presión sometidos a cargas externas”

**OBRA:**

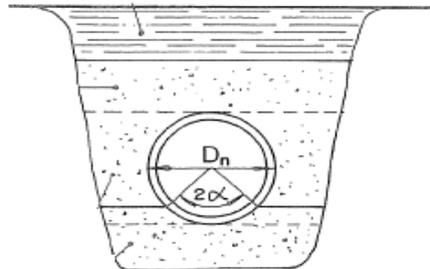
**SOLICITADO POR:**            ROM VIII

**CLASE DE TUBERÍA:**            TUBO PE100 DN250 PN10

**TIPO DE COMPORTAMIENTO:**            COTO PLAZO

**ANTECEDENTES:**

<i>ALTURA POR ENCIMA DE LA CLAVE DEL TUBO:</i>	3 m
<i>ANCHURA DE LA ZANJA</i>	0,6 m.
<i>TIPO DE ZANJA:</i>	Ancha
<i>TIPO DE APOYO:</i>	A
<i>TRAFICO PESADO:</i>	60 t.
<i>NIVEL FREÁTICO:</i>	SI
<i>MATERIAL DE RELLENO</i> Alrededor del tubo y hasta 30 cm. sobre la clave GRUPO 4 (95% P.N.)	



**RESULTADOS:**

**PRESIÓN VERTICAL DE TIERRAS**

qv =                            19,67998 kN/m<sup>2</sup>

**PRESIÓN LATERAL DE TIERRAS**

qh =                            5,88104 kN/m<sup>2</sup>

qht =                           11,32384 kN/m<sup>2</sup>

**PRESIÓN VERTICAL DEBIDO A LAS CARGAS CONCENTRADAS (trafico 60 t)**

Pvc =                           16,35000 kN/m<sup>2</sup>

**PRESIÓN VERTICAL TOTAL**

qvt =                           36,02998 kN/m<sup>2</sup>

### CALCULO DE LA DEFORMACIÓN

$\Delta Dv$ :                    0,00187 m.  
 $\delta v$ :                        0,79578 %                    CUMPLE < 5%

### VERIFICACION DEL ESFUERZO

$v$  (clave):                11,44844 N/mm<sup>2</sup>            CUMPLE > 2,5  
 $v$  (riñones):            12,41218 N/mm<sup>2</sup>            CUMPLE > 2,5  
 $v$  (base):                 9,22870 N/mm<sup>2</sup>            CUMPLE > 2,5

### COMPROBACIÓN DE LA ESTABILIDAD

$\eta_1$ :                        41,17150                    CUMPLE > 2,5

### RESUMEN RESULTADOS OBTENIDOS

TUBO PE100 DN250 PN10	ALTURA	3 m
	DEFORMACION (%)	COEF.SEGURIDAD
<b>COTO PLAZO</b>	0,79578	41,17150

Por los resultados obtenidos podemos concluir lo siguiente:

La deformación está dentro del valor marcado por la norma de referencia  
El coeficiente de seguridad está dentro del valor marcado por la norma de referencia

por lo tanto la tubería:

TUBO PE100 DN250 PN10

**ES VÁLIDA según los datos facilitados**


  
GESTIÓN DE CALIDAD Y  
MEDIO AMBIENTE  
TUBERIAS Y PERFILES  
PLÁSTICOS, S. A.

CALCULOS REALIZADOS CON LOS DATOS FACILITADOS POR EL CLIENTE.  
LOS DATOS QUE NO SE HAN FACILITADO HAN SIDO SUSTITUIDOS POR VALORES HABITUALES.  
LOS CALCULOS MECÁNICOS REALIZADOS EN ESTE INFORME SON ÚNICAMENTE VALIDOS PARA LA TUBERÍA PE HD CONDUSAN SN8 (CR8) FABRICADA POR TUYPER-GRUPO.  
NORMATIVA APLICADA: UNE 53331 IN  
ESTE ES UN DOCUMENTO ORIENTATIVO Y DEBE SER REVISADO POR DIRECCIÓN DE OBRA.

Este documento presenta el resultado de los cálculos realizados para comprobar la deformación a largo plazo de la tubería PE HD enterrada en las condiciones marcadas en el mismo. Dichos cálculos han sido realizados bajo la norma UNE 53331 IN "Tuberías de poli(cloruro de vinilo) (PVC) no plastificado y polietileno (PE) de alta y media densidad. Criterio para la comprobación de los tubos a utilizar en conducciones con y sin presión sometidos a cargas externas"

**OBRA:**

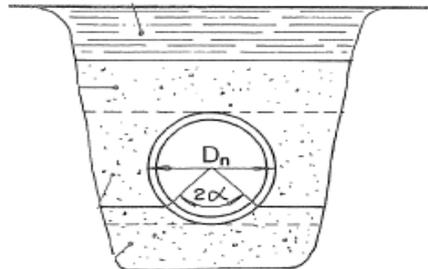
**SOLICITADO POR:** ROM VIII

**CLASE DE TUBERÍA:** TUBO PE100 DN200 PN16

**TIPO DE COMPORTAMIENTO:** COTO PLAZO

**ANTECEDENTES:**

ALTURA POR ENCIMA DE LA CLAVE DEL TUBO: 3 m  
ANCHURA DE LA ZANJA 0,5 m.  
TIPO DE ZANJA: Ancha  
TIPO DE APOYO: A  
TRAFICO PESADO: 60 t.  
NIVEL FREÁTICO: SI  
MATERIAL DE RELLENO Alrededor del tubo y hasta 30 cm. sobre la clave GRUPO 4 (95% P.N.)



**RESULTADOS:**

**PRESIÓN VERTICAL DE TIERRAS**

qv = 16,16794 kN/m<sup>2</sup>

**PRESIÓN LATERAL DE TIERRAS**

qh = 5,16006 kN/m<sup>2</sup>

qht = 10,87402 kN/m<sup>2</sup>

**PRESIÓN VERTICAL DEBIDO A LAS CARGAS CONCENTRADAS (trafico 60 t)**

Pvc = 16,36000 kN/m<sup>2</sup>

**PRESIÓN VERTICAL TOTAL**

qvt = 32,52794 kN/m<sup>2</sup>

### CALCULO DE LA DEFORMACIÓN

$\Delta D_v$ :                    0,00166 m.  
 $\delta v$ :                        0,91349 %                    CUMPLE < 5%

### VERIFICACION DEL ESFUERZO

$v$  (clave):                31,90432 N/mm<sup>2</sup>            CUMPLE > 2,5  
 $v$  (riñones):            36,12804 N/mm<sup>2</sup>            CUMPLE > 2,5  
 $v$  (base):                25,66657 N/mm<sup>2</sup>            CUMPLE > 2,5

### COMPROBACIÓN DE LA ESTABILIDAD

$\eta_1$ :                        34,93448                    CUMPLE > 2,5

### RESUMEN RESULTADOS OBTENIDOS

TUBO PE100 DN200 PN16	ALTURA	3 m
	DEFORMACION (%)	COEF.SEGURIDAD
<b>COTO PLAZO</b>	0,91349	34,93448

Por los resultados obtenidos podemos concluir lo siguiente:

La deformación está dentro del valor marcado por la norma de referencia  
El coeficiente de seguridad está dentro del valor marcado por la norma de referencia

por lo tanto la tubería:

TUBO PE100 DN200 PN16

**ES VÁLIDA según los datos facilitados**


  
GESTIÓN DE CALIDAD Y  
MEDIO AMBIENTE  
TUBERIAS Y PERFILES  
PLÁSTICOS, S. A.

CALCULOS REALIZADOS CON LOS DATOS FACILITADOS POR EL CLIENTE.  
LOS DATOS QUE NO SE HAN FACILITADO HAN SIDO SUSTITUIDOS POR VALORES HABITUALES.  
LOS CALCULOS MECÁNICOS REALIZADOS EN ESTE INFORME SON ÚNICAMENTE VALIDOS PARA LA TUBERÍA PE HD CONDUSAN SN8 (CR8) FABRICADA POR TUYPER-GRUPO.  
NORMATIVA APLICADA: UNE 53331 IN  
ESTE ES UN DOCUMENTO ORIENTATIVO Y DEBE SER REVISADO POR DIRECCIÓN DE OBRA.

Este documento presenta el resultado de los cálculos realizados para comprobar la deformación a largo plazo de la tubería PE HD enterrada en las condiciones marcadas en el mismo. Dichos cálculos han sido realizados bajo la norma UNE 53331 IN "Tuberías de poli(cloruro de vinilo) (PVC) no plastificado y polietileno (PE) de alta y media densidad. Criterio para la comprobación de los tubos a utilizar en conducciones con y sin presión sometidos a cargas externas"

**OBRA:**

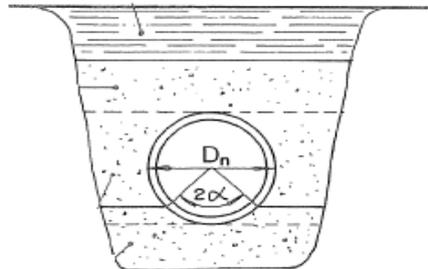
**SOLICITADO POR:** ROM VIII

**CLASE DE TUBERÍA:** TUBO PE100 DN200 PN10

**TIPO DE COMPORTAMIENTO:** COTO PLAZO

**ANTECEDENTES:**

ALTURA POR ENCIMA DE LA CLAVE DEL TUBO: 3 m  
ANCHURA DE LA ZANJA 0,5 m.  
TIPO DE ZANJA: Ancha  
TIPO DE APOYO: A  
TRAFICO PESADO: 60 t.  
NIVEL FREÁTICO: SI  
MATERIAL DE RELLENO Alrededor del tubo y hasta 30 cm. sobre la clave GRUPO 4 (95% P.N.)



**RESULTADOS:**

**PRESIÓN VERTICAL DE TIERRAS**

$q_v = 16,79940 \text{ kN/m}^2$

**PRESIÓN LATERAL DE TIERRAS**

$q_h = 5,03377 \text{ kN/m}^2$

$q_{ht} = 9,57015 \text{ kN/m}^2$

**PRESIÓN VERTICAL DEBIDO A LAS CARGAS CONCENTRADAS (trafico 60 t)**

$P_{vc} = 16,35000 \text{ kN/m}^2$

**PRESIÓN VERTICAL TOTAL**

$q_{vt} = 33,14940 \text{ kN/m}^2$

### CALCULO DE LA DEFORMACIÓN

$\Delta Dv$ :                    0,00141 m.  
 $\delta v$ :                        0,74990 %                    CUMPLE < 5%

### VERIFICACION DEL ESFUERZO

$v$  (clave):                12,15177 N/mm<sup>2</sup>            CUMPLE > 2,5  
 $v$  (riñones):            13,14863 N/mm<sup>2</sup>            CUMPLE > 2,5  
 $v$  (base):                 9,88479 N/mm<sup>2</sup>            CUMPLE > 2,5

### COMPROBACIÓN DE LA ESTABILIDAD

$\eta_1$ :                        44,29896                    CUMPLE > 2,5

### RESUMEN RESULTADOS OBTENIDOS

TUBO PE100 DN200 PN10	ALTURA	3 m
	DEFORMACION (%)	COEF.SEGURIDAD
<b>COTO PLAZO</b>	0,74990	44,29896

Por los resultados obtenidos podemos concluir lo siguiente:

La deformación está dentro del valor marcado por la norma de referencia  
El coeficiente de seguridad está dentro del valor marcado por la norma de referencia

por lo tanto la tubería:

TUBO PE100 DN200 PN10

**ES VÁLIDA según los datos facilitados**


  
GESTIÓN DE CALIDAD Y  
MEDIO AMBIENTE  
TUBERIAS Y PERFILES  
PLÁSTICOS, S. A.

CALCULOS REALIZADOS CON LOS DATOS FACILITADOS POR EL CLIENTE.  
LOS DATOS QUE NO SE HAN FACILITADO HAN SIDO SUSTITUIDOS POR VALORES HABITUALES.  
LOS CALCULOS MECÁNICOS REALIZADOS EN ESTE INFORME SON ÚNICAMENTE VALIDOS PARA LA TUBERÍA PE HD CONDUSAN SN8 (CR8) FABRICADA POR TUYPER-GRUPO.  
NORMATIVA APLICADA: UNE 53331 IN  
ESTE ES UN DOCUMENTO ORIENTATIVO Y DEBE SER REVISADO POR DIRECCIÓN DE OBRA.

Este documento presenta el resultado de los cálculos realizados para comprobar la deformación a largo plazo de la tubería PE HD enterrada en las condiciones marcadas en el mismo. Dichos cálculos han sido realizados bajo la norma UNE 53331 IN "Tuberías de poli(cloruro de vinilo) (PVC) no plastificado y polietileno (PE) de alta y media densidad. Criterio para la comprobación de los tubos a utilizar en conducciones con y sin presión sometidos a cargas externas"

**OBRA:**

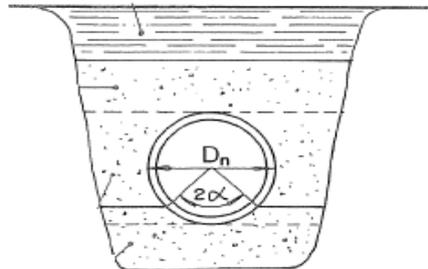
**SOLICITADO POR:** ROM VIII

**CLASE DE TUBERÍA:** TUBO PE100 DN160 PN16

**TIPO DE COMPORTAMIENTO:** COTO PLAZO

**ANTECEDENTES:**

*ALTURA POR ENCIMA DE LA CLAVE DEL TUBO:* 3 m  
*ANCHURA DE LA ZANJA* 0,4 m.  
*TIPO DE ZANJA:* Ancha  
*TIPO DE APOYO:* A  
*TRAFICO PESADO:* 60 t.  
*NIVEL FREÁTICO:* SI  
*MATERIAL DE RELLENO* Alrededor del tubo y hasta 30 cm. sobre la clave GRUPO 4 (95% P.N.)



**RESULTADOS:**

**PRESIÓN VERTICAL DE TIERRAS**

qv = 13,45510 kN/m<sup>2</sup>

**PRESIÓN LATERAL DE TIERRAS**

qh = 4,17255 kN/m<sup>2</sup>

qht = 9,50818 kN/m<sup>2</sup>

**PRESIÓN VERTICAL DEBIDO A LAS CARGAS CONCENTRADAS (trafico 60 t)**

Pvc = 16,36000 kN/m<sup>2</sup>

**PRESIÓN VERTICAL TOTAL**

qvt = 29,81510 kN/m<sup>2</sup>

### CALCULO DE LA DEFORMACIÓN

$\Delta Dv$ :                    0,00148 m.  
 $\delta v$ :                        0,79606 %                    CUMPLE < 5%

### VERIFICACION DEL ESFUERZO

$v$  (clave):                20,89550 N/mm<sup>2</sup>            CUMPLE > 2,5  
 $v$  (riñones):            23,07503 N/mm<sup>2</sup>            CUMPLE > 2,5  
 $v$  (base):                16,93263 N/mm<sup>2</sup>            CUMPLE > 2,5

### COMPROBACIÓN DE LA ESTABILIDAD

$\eta_1$ :                        40,42767                    CUMPLE > 2,5

### RESUMEN RESULTADOS OBTENIDOS

TUBO PE100 DN160 PN16	ALTURA	3 m
	DEFORMACION (%)	COEF.SEGURIDAD
<b>COTO PLAZO</b>	0,79606	40,42767

Por los resultados obtenidos podemos concluir lo siguiente:

La deformación está dentro del valor marcado por la norma de referencia  
El coeficiente de seguridad está dentro del valor marcado por la norma de referencia

por lo tanto la tubería:

TUBO PE100 DN160 PN16

**ES VÁLIDA según los datos facilitados**


  
**GESTIÓN DE CALIDAD Y  
MEDIO AMBIENTE**  
**FP TUBERIAS Y PERFILES  
PLÁSTICOS, S. A.**

CALCULOS REALIZADOS CON LOS DATOS FACILITADOS POR EL CLIENTE.  
LOS DATOS QUE NO SE HAN FACILITADO HAN SIDO SUSTITUIDOS POR VALORES HABITUALES.  
LOS CALCULOS MECÁNICOS REALIZADOS EN ESTE INFORME SON ÚNICAMENTE VALIDOS PARA LA TUBERÍA PE HD CONDUSAN SN8 (CR8) FABRICADA POR TUYPER-GRUPO.  
NORMATIVA APLICADA: UNE 53331 IN  
ESTE ES UN DOCUMENTO ORIENTATIVO Y DEBE SER REVISADO POR DIRECCIÓN DE OBRA.

Este documento presenta el resultado de los cálculos realizados para comprobar la deformación a largo plazo de la tubería PE HD enterrada en las condiciones marcadas en el mismo. Dichos cálculos han sido realizados bajo la norma UNE 53331 IN "Tuberías de poli(cloruro de vinilo) (PVC) no plastificado y polietileno (PE) de alta y media densidad. Criterio para la comprobación de los tubos a utilizar en conducciones con y sin presión sometidos a cargas externas"

**OBRA:**

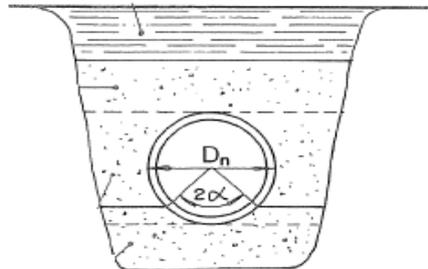
**SOLICITADO POR:**              ROM VIII

**CLASE DE TUBERÍA:**            TUBO PE100 DN160 PN10

**TIPO DE COMPORTAMIENTO:**      COTO PLAZO

**ANTECEDENTES:**

<i>ALTURA POR ENCIMA DE LA CLAVE DEL TUBO:</i>	3 m
<i>ANCHURA DE LA ZANJA</i>	0,4 m.
<i>TIPO DE ZANJA:</i>	Ancha
<i>TIPO DE APOYO:</i>	A
<i>TRAFICO PESADO:</i>	60 t.
<i>NIVEL FREÁTICO:</i>	SI
<i>MATERIAL DE RELLENO</i> Alrededor del tubo y hasta 30 cm. sobre la clave GRUPO 4 (95% P.N.)	



**RESULTADOS:**

**PRESIÓN VERTICAL DE TIERRAS**

qv =                      16,59658 kN/m<sup>2</sup>

**PRESIÓN LATERAL DE TIERRAS**

qh =                      5,06311 kN/m<sup>2</sup>

qht =                     8,96338 kN/m<sup>2</sup>

**PRESIÓN VERTICAL DEBIDO A LAS CARGAS CONCENTRADAS (trafico 60 t)**

Pvc =                     16,35000 kN/m<sup>2</sup>

**PRESIÓN VERTICAL TOTAL**

qvt =                     32,94658 kN/m<sup>2</sup>

### CALCULO DE LA DEFORMACIÓN

$\Delta Dv$ :                    0,00118 m.  
 $\delta v$ :                        0,78243 %                    CUMPLE < 5%

### VERIFICACION DEL ESFUERZO

$v$  (clave):                12,10194 N/mm<sup>2</sup>            CUMPLE > 2,5  
 $v$  (riñones):            13,07850 N/mm<sup>2</sup>            CUMPLE > 2,5  
 $v$  (base):                 9,88733 N/mm<sup>2</sup>            CUMPLE > 2,5

### COMPROBACIÓN DE LA ESTABILIDAD

$\eta_1$ :                        42,38322                    CUMPLE > 2,5

### RESUMEN RESULTADOS OBTENIDOS

TUBO PE100 DN160 PN10	ALTURA	3 m
	DEFORMACION (%)	COEF.SEGURIDAD
<b>COTO PLAZO</b>	0,78243	42,38322

Por los resultados obtenidos podemos concluir lo siguiente:

La deformación está dentro del valor marcado por la norma de referencia  
El coeficiente de seguridad está dentro del valor marcado por la norma de referencia

por lo tanto la tubería:

TUBO PE100 DN160 PN10

**ES VÁLIDA según los datos facilitados**


  
GESTIÓN DE CALIDAD Y  
MEDIO AMBIENTE  
TUBERIAS Y PERFILES  
PLÁSTICOS, S. A.

CALCULOS REALIZADOS CON LOS DATOS FACILITADOS POR EL CLIENTE.  
LOS DATOS QUE NO SE HAN FACILITADO HAN SIDO SUSTITUIDOS POR VALORES HABITUALES.  
LOS CALCULOS MECÁNICOS REALIZADOS EN ESTE INFORME SON ÚNICAMENTE VALIDOS PARA LA TUBERÍA PE HD CONDUSAN SN8 (CR8) FABRICADA POR TUYPER-GRUPO.  
NORMATIVA APLICADA: UNE 53331 IN  
ESTE ES UN DOCUMENTO ORIENTATIVO Y DEBE SER REVISADO POR DIRECCIÓN DE OBRA.

Este documento presenta el resultado de los cálculos realizados para comprobar la deformación a largo plazo de la tubería PE HD enterrada en las condiciones marcadas en el mismo. Dichos cálculos han sido realizados bajo la norma UNE 53331 IN "Tuberías de poli(cloruro de vinilo) (PVC) no plastificado y polietileno (PE) de alta y media densidad. Criterio para la comprobación de los tubos a utilizar en conducciones con y sin presión sometidos a cargas externas"

**OBRA:**

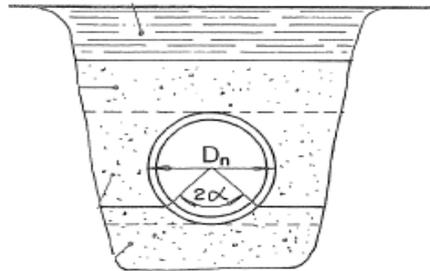
**SOLICITADO POR:** ROM VIII

**CLASE DE TUBERÍA:** TUBO PE100 DN400 PN16

**TIPO DE COMPORTAMIENTO:** COTO PLAZO

**ANTECEDENTES:**

*ALTURA POR ENCIMA DE LA CLAVE DEL TUBO:* 1,2 m  
*ANCHURA DE LA ZANJA* 0,8 m.  
*TIPO DE ZANJA:* Ancha  
*TIPO DE APOYO:* A  
*TRAFICO PESADO:* 60 t.  
*NIVEL FREÁTICO:* SI  
*MATERIAL DE RELLENO* Alrededor del tubo y hasta 30 cm. sobre la clave GRUPO 4 (95% P.N.)



**RESULTADOS:**

**PRESIÓN VERTICAL DE TIERRAS**

qv = 17,07513 kN/m<sup>2</sup>

**PRESIÓN LATERAL DE TIERRAS**

qh = 4,51277 kN/m<sup>2</sup>

qht = 4,85221 kN/m<sup>2</sup>

**PRESIÓN VERTICAL DEBIDO A LAS CARGAS CONCENTRADAS (trafico 60 t)**

Pvc = 36,98000 kN/m<sup>2</sup>

**PRESIÓN VERTICAL TOTAL**

qvt = 54,05513 kN/m<sup>2</sup>

### CALCULO DE LA DEFORMACIÓN

$\Delta Dv$ :                    0,00196 m.  
 $\delta v$ :                        0,53956 %                    CUMPLE < 5%

### VERIFICACION DEL ESFUERZO

$v$  (clave):                14,02275 N/mm<sup>2</sup>            CUMPLE > 2,5  
 $v$  (riñones):            15,52656 N/mm<sup>2</sup>            CUMPLE > 2,5  
 $v$  (base):                11,86232 N/mm<sup>2</sup>            CUMPLE > 2,5

### COMPROBACIÓN DE LA ESTABILIDAD

$\eta_1$ :                        57,28620                    CUMPLE > 2,5

### RESUMEN RESULTADOS OBTENIDOS

TUBO PE100 DN400 PN16	ALTURA	1,2 m
	DEFORMACION (%)	COEF.SEGURIDAD
<b>COTO PLAZO</b>	0,53956	57,28620

Por los resultados obtenidos podemos concluir lo siguiente:

La deformación está dentro del valor marcado por la norma de referencia  
El coeficiente de seguridad está dentro del valor marcado por la norma de referencia

por lo tanto la tubería:

TUBO PE100 DN400 PN16

**ES VÁLIDA según los datos facilitados**



**GESTIÓN DE CALIDAD Y  
MEDIO AMBIENTE**  
FP **TUBERIAS Y PERFILES  
PLÁSTICOS, S. A.**

CALCULOS REALIZADOS CON LOS DATOS FACILITADOS POR EL CLIENTE.  
LOS DATOS QUE NO SE HAN FACILITADO HAN SIDO SUSTITUIDOS POR VALORES HABITUALES.  
LOS CALCULOS MECÁNICOS REALIZADOS EN ESTE INFORME SON ÚNICAMENTE VALIDOS PARA LA TUBERÍA PE HD CONDUSAN SN8 (CR8) FABRICADA POR TUYPER-GRUPO.  
NORMATIVA APLICADA: UNE 53331 IN  
ESTE ES UN DOCUMENTO ORIENTATIVO Y DEBE SER REVISADO POR DIRECCIÓN DE OBRA.



### CALCULO DE LA DEFORMACIÓN

$\Delta Dv$ :                    0,00203 m.  
 $\delta v$ :                        0,53956 %                    CUMPLE < 5%

### VERIFICACION DEL ESFUERZO

$v$  (clave):                5,72983 N/mm<sup>2</sup>                CUMPLE > 2,5  
 $v$  (riñones):              6,07622 N/mm<sup>2</sup>              CUMPLE > 2,5  
 $v$  (base):                 4,84956 N/mm<sup>2</sup>                CUMPLE > 2,5

### COMPROBACIÓN DE LA ESTABILIDAD

$\eta_1$ :                        57,28620                        CUMPLE > 2,5

### RESUMEN RESULTADOS OBTENIDOS

TUBO PE100 DN400 PN10	ALTURA	1,2 m
	DEFORMACION (%)	COEF.SEGURIDAD
<b>COTO PLAZO</b>	0,53956	57,28620

Por los resultados obtenidos podemos concluir lo siguiente:

La deformación está dentro del valor marcado por la norma de referencia  
El coeficiente de seguridad está dentro del valor marcado por la norma de referencia

por lo tanto la tubería:

TUBO PE100 DN400 PN10

**ES VÁLIDA según los datos facilitados**


  
GESTIÓN DE CALIDAD Y  
MEDIO AMBIENTE  
TUYPER  
TUBERÍAS Y PERFILES  
PLÁSTICOS, S. A.

CALCULOS REALIZADOS CON LOS DATOS FACILITADOS POR EL CLIENTE.  
LOS DATOS QUE NO SE HAN FACILITADO HAN SIDO SUSTITUIDOS POR VALORES HABITUALES.  
LOS CALCULOS MECÁNICOS REALIZADOS EN ESTE INFORME SON ÚNICAMENTE VALIDOS PARA LA TUBERÍA PE HD CONDUSAN SN8 (CR8) FABRICADA POR TUYPER-GRUPO.  
NORMATIVA APLICADA: UNE 53331 IN  
ESTE ES UN DOCUMENTO ORIENTATIVO Y DEBE SER REVISADO POR DIRECCIÓN DE OBRA.



### CALCULO DE LA DEFORMACIÓN

$\Delta Dv$ :                    0,00157 m.  
 $\delta v$ :                        0,54663 %                    CUMPLE < 5%

### VERIFICACION DEL ESFUERZO

$v$  (clave):                14,12068 N/mm<sup>2</sup>            CUMPLE > 2,5  
 $v$  (riñones):            15,64733 N/mm<sup>2</sup>            CUMPLE > 2,5  
 $v$  (base):                11,98980 N/mm<sup>2</sup>            CUMPLE > 2,5

### COMPROBACIÓN DE LA ESTABILIDAD

$\eta_1$ :                        55,98336                    CUMPLE > 2,5

### RESUMEN RESULTADOS OBTENIDOS

TUBO PE100 DN315 PN16	ALTURA	1,2 m
	DEFORMACION (%)	COEF.SEGURIDAD
<b>COTO PLAZO</b>	0,54663	55,98336

Por los resultados obtenidos podemos concluir lo siguiente:

La deformación está dentro del valor marcado por la norma de referencia  
El coeficiente de seguridad está dentro del valor marcado por la norma de referencia

por lo tanto la tubería:

TUBO PE100 DN315 PN16

**ES VÁLIDA según los datos facilitados**


  
**GESTIÓN DE CALIDAD Y  
MEDIO AMBIENTE**  
 TP **TUBERIAS Y PERFILES  
PLÁSTICOS, S. A.**

CALCULOS REALIZADOS CON LOS DATOS FACILITADOS POR EL CLIENTE.  
LOS DATOS QUE NO SE HAN FACILITADO HAN SIDO SUSTITUIDOS POR VALORES HABITUALES.  
LOS CALCULOS MECÁNICOS REALIZADOS EN ESTE INFORME SON ÚNICAMENTE VALIDOS PARA LA TUBERÍA PE HD CONDUSAN SN8 (CR8) FABRICADA POR TUYPER-GRUPO.  
NORMATIVA APLICADA: UNE 53331 IN  
ESTE ES UN DOCUMENTO ORIENTATIVO Y DEBE SER REVISADO POR DIRECCIÓN DE OBRA.



### CALCULO DE LA DEFORMACIÓN

$\Delta D_v$ :                    0,00367 m.  
 $\delta v$ :                        1,23963 %                    CUMPLE < 5%

### VERIFICACION DEL ESFUERZO

$v$  (clave):                6,37122 N/mm<sup>2</sup>                CUMPLE > 2,5  
 $v$  (riñones):            6,81267 N/mm<sup>2</sup>                CUMPLE > 2,5  
 $v$  (base):                 5,34829 N/mm<sup>2</sup>                CUMPLE > 2,5

### COMPROBACIÓN DE LA ESTABILIDAD

$\eta_1$ :                        28,81836                        CUMPLE > 2,5

### RESUMEN RESULTADOS OBTENIDOS

TUBO PE100 DN315 PN10	ALTURA	1,2 m
	DEFORMACION (%)	COEF.SEGURIDAD
COTO PLAZO	1,23963	28,81836

Por los resultados obtenidos podemos concluir lo siguiente:

La deformación está dentro del valor marcado por la norma de referencia  
El coeficiente de seguridad está dentro del valor marcado por la norma de referencia

por lo tanto la tubería:

TUBO PE100 DN315 PN10

**ES VÁLIDA según los datos facilitados**


  
GESTIÓN DE CALIDAD Y  
MEDIO AMBIENTE  
TUYPER  
TUBERÍAS Y PERFILES  
PLÁSTICOS, S. A.

CALCULOS REALIZADOS CON LOS DATOS FACILITADOS POR EL CLIENTE.  
LOS DATOS QUE NO SE HAN FACILITADO HAN SIDO SUSTITUIDOS POR VALORES HABITUALES.  
LOS CALCULOS MECÁNICOS REALIZADOS EN ESTE INFORME SON ÚNICAMENTE VALIDOS PARA LA TUBERÍA PE HD CONDUSAN SN8 (CR8) FABRICADA POR TUYPER-GRUPO.  
NORMATIVA APLICADA: UNE 53331 IN  
ESTE ES UN DOCUMENTO ORIENTATIVO Y DEBE SER REVISADO POR DIRECCIÓN DE OBRA.

Este documento presenta el resultado de los cálculos realizados para comprobar la deformación a largo plazo de la tubería PE HD enterrada en las condiciones marcadas en el mismo. Dichos cálculos han sido realizados bajo la norma UNE 53331 IN "Tuberías de poli(cloruro de vinilo) (PVC) no plastificado y polietileno (PE) de alta y media densidad. Criterio para la comprobación de los tubos a utilizar en conducciones con y sin presión sometidos a cargas externas"

**OBRA:**

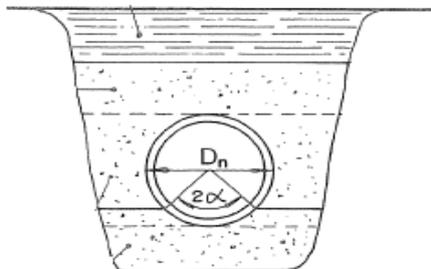
**SOLICITADO POR:** ROM VIII

**CLASE DE TUBERÍA:** TUBO PE100 DN250 PN16

**TIPO DE COMPORTAMIENTO:** COTO PLAZO

**ANTECEDENTES:**

ALTURA POR ENCIMA DE LA CLAVE DEL TUBO: 1,2 m  
 ANCHURA DE LA ZANJA 0,6 m.  
 TIPO DE ZANJA: Ancha  
 TIPO DE APOYO: A  
 TRAFICO PESADO: 60 t.  
 NIVEL FREÁTICO: SI  
 MATERIAL DE RELLENO Alrededor del tubo y hasta 30 cm. sobre la clave GRUPO 4 (95% P.N.)



**RESULTADOS:**

**PRESIÓN VERTICAL DE TIERRAS**

qv = 18,37944 kN/m<sup>2</sup>

**PRESIÓN LATERAL DE TIERRAS**

qh = 4,55855 kN/m<sup>2</sup>

qht = 5,33832 kN/m<sup>2</sup>

**PRESIÓN VERTICAL DEBIDO A LAS CARGAS CONCENTRADAS (trafico 60 t)**

Pvc = 41,10000 kN/m<sup>2</sup>

**PRESIÓN VERTICAL TOTAL**

qvt = 59,47944 kN/m<sup>2</sup>

### CALCULO DE LA DEFORMACIÓN

$\Delta D_v$ :                    0,00136 m.  
 $\delta v$ :                        0,59814 %                    CUMPLE < 5%

### VERIFICACION DEL ESFUERZO

$v$  (clave):                12,88990 N/mm<sup>2</sup>            CUMPLE > 2,5  
 $v$  (riñones):            14,30584 N/mm<sup>2</sup>            CUMPLE > 2,5  
 $v$  (base):                10,97234 N/mm<sup>2</sup>            CUMPLE > 2,5

### COMPROBACIÓN DE LA ESTABILIDAD

$\eta_1$ :                        52,06191                    CUMPLE > 2,5

### RESUMEN RESULTADOS OBTENIDOS

TUBO PE100 DN250 PN16	ALTURA	1,2 m
	DEFORMACION (%)	COEF.SEGURIDAD
<b>COTO PLAZO</b>	0,59814	52,06191

Por los resultados obtenidos podemos concluir lo siguiente:

La deformación está dentro del valor marcado por la norma de referencia  
El coeficiente de seguridad está dentro del valor marcado por la norma de referencia

por lo tanto la tubería:

TUBO PE100 DN250 PN16

**ES VÁLIDA según los datos facilitados**


  
**GESTIÓN DE CALIDAD Y  
MEDIO AMBIENTE**  
 TP **TUBERIAS Y PERFILES  
PLÁSTICOS, S. A.**

CALCULOS REALIZADOS CON LOS DATOS FACILITADOS POR EL CLIENTE.  
LOS DATOS QUE NO SE HAN FACILITADO HAN SIDO SUSTITUIDOS POR VALORES HABITUALES.  
LOS CALCULOS MECÁNICOS REALIZADOS EN ESTE INFORME SON ÚNICAMENTE VALIDOS PARA LA TUBERÍA PE HD CONDUSAN SN8 (CR8) FABRICADA POR TUYPER-GRUPO.  
NORMATIVA APLICADA: UNE 53331 IN  
ESTE ES UN DOCUMENTO ORIENTATIVO Y DEBE SER REVISADO POR DIRECCIÓN DE OBRA.

Este documento presenta el resultado de los cálculos realizados para comprobar la deformación a largo plazo de la tubería PE HD enterrada en las condiciones marcadas en el mismo. Dichos cálculos han sido realizados bajo la norma UNE 53331 IN "Tuberías de poli(cloruro de vinilo) (PVC) no plastificado y polietileno (PE) de alta y media densidad. Criterio para la comprobación de los tubos a utilizar en conducciones con y sin presión sometidos a cargas externas"

**OBRA:**

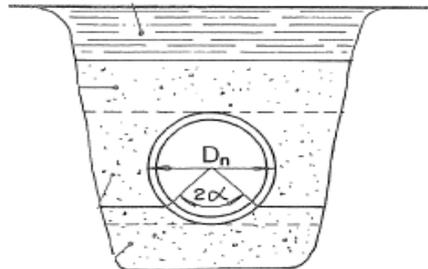
**SOLICITADO POR:**            ROM VIII

**CLASE DE TUBERÍA:**        TUBO PE100 DN250 PN10

**TIPO DE COMPORTAMIENTO:**      COTO PLAZO

**ANTECEDENTES:**

ALTURA POR ENCIMA DE LA CLAVE DEL TUBO:	1,2 m
ANCHURA DE LA ZANJA	0,6 m.
TIPO DE ZANJA:	Ancha
TIPO DE APOYO:	A
TRAFICO PESADO:	60 t.
NIVEL FREÁTICO:	SI
MATERIAL DE RELLENO Alrededor del tubo y hasta 30 cm. sobre la clave GRUPO 4 (95% P.N.)	



**RESULTADOS:**

**PRESIÓN VERTICAL DE TIERRAS**

qv =                    14,26518 kN/m<sup>2</sup>

**PRESIÓN LATERAL DE TIERRAS**

qh =                    4,26537 kN/m<sup>2</sup>

qht =                    8,20615 kN/m<sup>2</sup>

**PRESIÓN VERTICAL DEBIDO A LAS CARGAS CONCENTRADAS (trafico 60 t)**

Pvc =                    41,10000 kN/m<sup>2</sup>

**PRESIÓN VERTICAL TOTAL**

qvt =                    55,36518 kN/m<sup>2</sup>

### CALCULO DE LA DEFORMACIÓN

$\Delta Dv$ : 0,00317 m.  
 $\delta v$ : 1,34878 % CUMPLE < 5%

### VERIFICACION DEL ESFUERZO

$v$  (clave): 5,88545 N/mm<sup>2</sup> CUMPLE > 2,5  
 $v$  (riñones): 6,28645 N/mm<sup>2</sup> CUMPLE > 2,5  
 $v$  (base): 4,97409 N/mm<sup>2</sup> CUMPLE > 2,5

### COMPROBACIÓN DE LA ESTABILIDAD

$\eta_1$ : 26,79317 CUMPLE > 2,5

### RESUMEN RESULTADOS OBTENIDOS

TUBO PE100 DN250 PN10	ALTURA	1,2 m
	DEFORMACION (%)	COEF.SEGURIDAD
COTO PLAZO	1,34878	26,79317

Por los resultados obtenidos podemos concluir lo siguiente:

La deformación está dentro del valor marcado por la norma de referencia  
 El coeficiente de seguridad está dentro del valor marcado por la norma de referencia

por lo tanto la tubería:

TUBO PE100 DN250 PN10

**ES VÁLIDA según los datos facilitados**



CALCULOS REALIZADOS CON LOS DATOS FACILITADOS POR EL CLIENTE.  
 LOS DATOS QUE NO SE HAN FACILITADO HAN SIDO SUSTITUIDOS POR VALORES HABITUALES.  
 LOS CALCULOS MECÁNICOS REALIZADOS EN ESTE INFORME SON ÚNICAMENTE VALIDOS PARA LA TUBERÍA PE HD CONDUSAN SN8 (CR8) FABRICADA POR TUYPER-GRUPO.  
 NORMATIVA APLICADA: UNE 53331 IN  
 ESTE ES UN DOCUMENTO ORIENTATIVO Y DEBE SER REVISADO POR DIRECCIÓN DE OBRA.

Este documento presenta el resultado de los cálculos realizados para comprobar la deformación a largo plazo de la tubería PE HD enterrada en las condiciones marcadas en el mismo. Dichos cálculos han sido realizados bajo la norma UNE 53331 IN "Tuberías de poli(cloruro de vinilo) (PVC) no plastificado y polietileno (PE) de alta y media densidad. Criterio para la comprobación de los tubos a utilizar en conducciones con y sin presión sometidos a cargas externas"

**OBRA:**

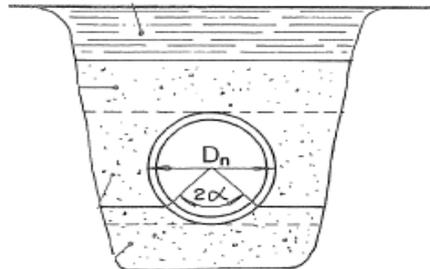
**SOLICITADO POR:** ROM VIII

**CLASE DE TUBERÍA:** TUBO PE100 DN200 PN16

**TIPO DE COMPORTAMIENTO:** COTO PLAZO

**ANTECEDENTES:**

*ALTURA POR ENCIMA DE LA CLAVE DEL TUBO:* 1,2 m  
*ANCHURA DE LA ZANJA:* 0,5 m.  
*TIPO DE ZANJA:* Ancha  
*TIPO DE APOYO:* A  
*TRAFICO PESADO:* 60 t.  
*NIVEL FREÁTICO:* SI  
*MATERIAL DE RELLENO* Alrededor del tubo y hasta 30 cm. sobre la clave GRUPO 4 (95% P.N.)



**RESULTADOS:**

**PRESIÓN VERTICAL DE TIERRAS**

qv = 12,56506 kN/m<sup>2</sup>

**PRESIÓN LATERAL DE TIERRAS**

qh = 3,98259 kN/m<sup>2</sup>

qht = 8,47809 kN/m<sup>2</sup>

**PRESIÓN VERTICAL DEBIDO A LAS CARGAS CONCENTRADAS (trafico 60 t)**

Pvc = 41,22000 kN/m<sup>2</sup>

**PRESIÓN VERTICAL TOTAL**

qvt = 53,78506 kN/m<sup>2</sup>

### CALCULO DE LA DEFORMACIÓN

$\Delta D_v$ :                    0,00302 m.  
 $\delta v$ :                        1,66232 %                    CUMPLE < 5%

### VERIFICACION DEL ESFUERZO

$v$  (clave):                15,08813 N/mm<sup>2</sup>            CUMPLE > 2,5  
 $v$  (riñones):            16,85262 N/mm<sup>2</sup>            CUMPLE > 2,5  
 $v$  (base):                12,75796 N/mm<sup>2</sup>            CUMPLE > 2,5

### COMPROBACIÓN DE LA ESTABILIDAD

$\eta_1$ :                        21,12756                    CUMPLE > 2,5

### RESUMEN RESULTADOS OBTENIDOS

<b>TUBO PE100 DN200 PN16</b>	<b>ALTURA</b>	1,2 m
	<b>DEFORMACION (%)</b>	<b>COEF.SEGURIDAD</b>
<b>COTO PLAZO</b>	1,66232	21,12756

Por los resultados obtenidos podemos concluir lo siguiente:

La deformación está dentro del valor marcado por la norma de referencia  
El coeficiente de seguridad está dentro del valor marcado por la norma de referencia

por lo tanto la tubería:

TUBO PE100 DN200 PN16

**ES VÁLIDA según los datos facilitados**



CALCULOS REALIZADOS CON LOS DATOS FACILITADOS POR EL CLIENTE.  
LOS DATOS QUE NO SE HAN FACILITADO HAN SIDO SUSTITUIDOS POR VALORES HABITUALES.  
LOS CALCULOS MECÁNICOS REALIZADOS EN ESTE INFORME SON ÚNICAMENTE VALIDOS PARA LA TUBERÍA PE HD CONDUSAN SN8 (CR8) FABRICADA POR TUYPER-GRUPO.  
NORMATIVA APLICADA: UNE 53331 IN  
ESTE ES UN DOCUMENTO ORIENTATIVO Y DEBE SER REVISADO POR DIRECCIÓN DE OBRA.

Este documento presenta el resultado de los cálculos realizados para comprobar la deformación a largo plazo de la tubería PE HD enterrada en las condiciones marcadas en el mismo. Dichos cálculos han sido realizados bajo la norma UNE 53331 IN "Tuberías de poli(cloruro de vinilo) (PVC) no plastificado y polietileno (PE) de alta y media densidad. Criterio para la comprobación de los tubos a utilizar en conducciones con y sin presión sometidos a cargas externas"

**OBRA:**

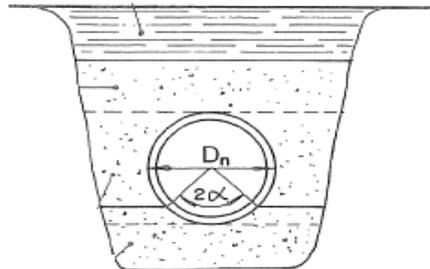
**SOLICITADO POR:** ROM VIII

**CLASE DE TUBERÍA:** TUBO PE100 DN200 PN10

**TIPO DE COMPORTAMIENTO:** COTO PLAZO

**ANTECEDENTES:**

<i>ALTURA POR ENCIMA DE LA CLAVE DEL TUBO:</i>	1,2 m
<i>ANCHURA DE LA ZANJA</i>	0,5 m.
<i>TIPO DE ZANJA:</i>	Ancha
<i>TIPO DE APOYO:</i>	A
<i>TRAFICO PESADO:</i>	60 t.
<i>NIVEL FREÁTICO:</i>	SI
<i>MATERIAL DE RELLENO</i> Alrededor del tubo y hasta 30 cm. sobre la clave GRUPO 4 (95% P.N.)	



**RESULTADOS:**

**PRESIÓN VERTICAL DE TIERRAS**

qv = 12,99941 kN/m<sup>2</sup>

**PRESIÓN LATERAL DE TIERRAS**

qh = 3,89572 kN/m<sup>2</sup>

qht = 7,40493 kN/m<sup>2</sup>

**PRESIÓN VERTICAL DEBIDO A LAS CARGAS CONCENTRADAS (trafico 60 t)**

Pvc = 41,22000 kN/m<sup>2</sup>

**PRESIÓN VERTICAL TOTAL**

qvt = 54,21941 kN/m<sup>2</sup>

### CALCULO DE LA DEFORMACIÓN

$\Delta Dv$ :                      0,00252 m.  
 $\delta v$ :                         1,34224 %                      CUMPLE < 5%

### VERIFICACION DEL ESFUERZO

$v$  (clave):                6,01122 N/mm<sup>2</sup>                CUMPLE > 2,5  
 $v$  (riñones):             6,42084 N/mm<sup>2</sup>             CUMPLE > 2,5  
 $v$  (base):                 5,09833 N/mm<sup>2</sup>             CUMPLE > 2,5

### COMPROBACIÓN DE LA ESTABILIDAD

$\eta_1$ :                         27,08410                        CUMPLE > 2,5

### RESUMEN RESULTADOS OBTENIDOS

TUBO PE100 DN200 PN10	ALTURA	1,2 m
	DEFORMACION (%)	COEF.SEGURIDAD
<b>COTO PLAZO</b>	1,34224	27,08410

Por los resultados obtenidos podemos concluir lo siguiente:

La deformación está dentro del valor marcado por la norma de referencia  
El coeficiente de seguridad está dentro del valor marcado por la norma de referencia

por lo tanto la tubería:

TUBO PE100 DN200 PN10

**ES VÁLIDA según los datos facilitados**


  
GESTIÓN DE CALIDAD Y  
MEDIO AMBIENTE  
TUBERIAS Y PERFILES  
PLÁSTICOS, S. A.

CALCULOS REALIZADOS CON LOS DATOS FACILITADOS POR EL CLIENTE.  
LOS DATOS QUE NO SE HAN FACILITADO HAN SIDO SUSTITUIDOS POR VALORES HABITUALES.  
LOS CALCULOS MECÁNICOS REALIZADOS EN ESTE INFORME SON ÚNICAMENTE VALIDOS PARA LA TUBERÍA PE HD CONDUSAN SN8 (CR8) FABRICADA POR TUYPER-GRUPO.  
NORMATIVA APLICADA: UNE 53331 IN  
ESTE ES UN DOCUMENTO ORIENTATIVO Y DEBE SER REVISADO POR DIRECCIÓN DE OBRA.

Este documento presenta el resultado de los cálculos realizados para comprobar la deformación a largo plazo de la tubería PE HD enterrada en las condiciones marcadas en el mismo. Dichos cálculos han sido realizados bajo la norma UNE 53331 IN "Tuberías de poli(cloruro de vinilo) (PVC) no plastificado y polietileno (PE) de alta y media densidad. Criterio para la comprobación de los tubos a utilizar en conducciones con y sin presión sometidos a cargas externas"

**OBRA:**

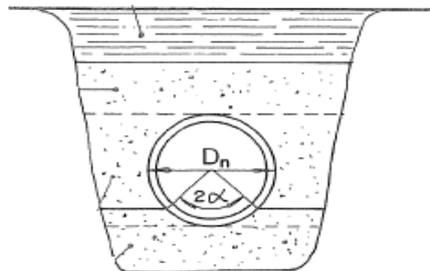
**SOLICITADO POR:** ROM VIII

**CLASE DE TUBERÍA:** TUBO PE100 DN160 PN16

**TIPO DE COMPORTAMIENTO:** COTO PLAZO

**ANTECEDENTES:**

*ALTURA POR ENCIMA DE LA CLAVE DEL TUBO:* 1,2 m  
*ANCHURA DE LA ZANJA:* 0,4 m.  
*TIPO DE ZANJA:* Ancha  
*TIPO DE APOYO:* A  
*TRAFICO PESADO:* 60 t.  
*NIVEL FREÁTICO:* SI  
*MATERIAL DE RELLENO* Alrededor del tubo y hasta 30 cm. sobre la clave GRUPO 4 (95% P.N.)



**RESULTADOS:**

**PRESIÓN VERTICAL DE TIERRAS**

qv = 11,24159 kN/m<sup>2</sup>

**PRESIÓN LATERAL DE TIERRAS**

qh = 3,47284 kN/m<sup>2</sup>

qht = 7,95757 kN/m<sup>2</sup>

**PRESIÓN VERTICAL DEBIDO A LAS CARGAS CONCENTRADAS (trafico 60 t)**

Pvc = 41,30000 kN/m<sup>2</sup>

**PRESIÓN VERTICAL TOTAL**

qvt = 52,54159 kN/m<sup>2</sup>

### CALCULO DE LA DEFORMACIÓN

$\Delta D_v$ :                    0,00282 m.  
 $\delta v$ :                        1,52331 %                    CUMPLE < 5%

### VERIFICACION DEL ESFUERZO

$v$  (clave):                9,55788 N/mm<sup>2</sup>            CUMPLE > 2,5  
 $v$  (riñones):            10,41041 N/mm<sup>2</sup>        CUMPLE > 2,5  
 $v$  (base):                8,09786 N/mm<sup>2</sup>        CUMPLE > 2,5

### COMPROBACIÓN DE LA ESTABILIDAD

$\eta_1$ :                        22,94097                    CUMPLE > 2,5

### RESUMEN RESULTADOS OBTENIDOS

TUBO PE100 DN160 PN16	ALTURA	1,2 m
	DEFORMACION (%)	COEF.SEGURIDAD
COTO PLAZO	1,52331	22,94097

Por los resultados obtenidos podemos concluir lo siguiente:

La deformación está dentro del valor marcado por la norma de referencia  
El coeficiente de seguridad está dentro del valor marcado por la norma de referencia

por lo tanto la tubería:

TUBO PE100 DN160 PN16

**ES VÁLIDA según los datos facilitados**


  
GESTIÓN DE CALIDAD Y  
MEDIO AMBIENTE  
TUYPER  
TUBERIAS Y PERFILES  
PLÁSTICOS, S. A.

CALCULOS REALIZADOS CON LOS DATOS FACILITADOS POR EL CLIENTE.  
LOS DATOS QUE NO SE HAN FACILITADO HAN SIDO SUSTITUIDOS POR VALORES HABITUALES.  
LOS CALCULOS MECÁNICOS REALIZADOS EN ESTE INFORME SON ÚNICAMENTE VALIDOS PARA LA TUBERÍA PE HD CONDUSAN SN8 (CR8) FABRICADA POR TUYPER-GRUPO.  
NORMATIVA APLICADA: UNE 53331 IN  
ESTE ES UN DOCUMENTO ORIENTATIVO Y DEBE SER REVISADO POR DIRECCIÓN DE OBRA.



### CALCULO DE LA DEFORMACIÓN

$\Delta D_v$ : 0,00212 m.  
 $\delta v$ : 1,40984 % CUMPLE < 5%

### VERIFICACION DEL ESFUERZO

$v$  (clave): 5,97941 N/mm<sup>2</sup> CUMPLE > 2,5  
 $v$  (riñones): 6,38398 N/mm<sup>2</sup> CUMPLE > 2,5  
 $v$  (base): 5,08170 N/mm<sup>2</sup> CUMPLE > 2,5

### COMPROBACIÓN DE LA ESTABILIDAD

$\eta_1$ : 25,78325 CUMPLE > 2,5

### RESUMEN RESULTADOS OBTENIDOS

TUBO PE100 DN160 PN10	ALTURA	1,2 m
	DEFORMACION (%)	COEF.SEGURIDAD
COTO PLAZO	1,40984	25,78325

Por los resultados obtenidos podemos concluir lo siguiente:

La deformación está dentro del valor marcado por la norma de referencia  
El coeficiente de seguridad está dentro del valor marcado por la norma de referencia

por lo tanto la tubería:

TUBO PE100 DN160 PN10

**ES VÁLIDA según los datos facilitados**



CALCULOS REALIZADOS CON LOS DATOS FACILITADOS POR EL CLIENTE.  
LOS DATOS QUE NO SE HAN FACILITADO HAN SIDO SUSTITUIDOS POR VALORES HABITUALES.  
LOS CALCULOS MECÁNICOS REALIZADOS EN ESTE INFORME SON ÚNICAMENTE VALIDOS PARA LA TUBERÍA PE HD CONDUSAN SN8 (CR8) FABRICADA POR TUYPER-GRUPO.  
NORMATIVA APLICADA: UNE 53331 IN  
ESTE ES UN DOCUMENTO ORIENTATIVO Y DEBE SER REVISADO POR DIRECCIÓN DE OBRA.

---

### 5.3. CONCLUSIONES.

Las tuberías de PEAD propuestas son válidas para las presiones máximas de trabajo consideradas y con unas profundidades de enterramiento desde 1,2 m. a 3,00 m.