

ANEJO N°9:

DIMENSIONAMIENTO MECÁNICO

Curso: 2015/2016

Universidad Politécnica de Valencia

Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos

Grado en Ingeniería de Obras Públicas, Especialidad Hidrología

Tutor: José Ferrer Polo

Cotutor: Daniel Aguado García

Autor: Freddy Vásquez Vásquez





ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
2. DIMENSIONAMIENTO DE LA SECCIÓN	4
3. RESULTADOS	5

1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo, recoge los resultados de los calculos mecanicos realizados por el programa ASETUB PVC 2.1. Este programa de cálculo de acciones sobre tuberías plásticas enterradas está basado en el Informe UNE 53.331:1997 IN "Tuberías de poli(cloruro de vinilo) (PVC) no plastificado y polietileno (PE) de alta y media densidad" para el cálculo mecánico y en el Informe UNE 53.959:2002 IN "Plásticos. Tubos y accesorios de material termoplástico para el transporte de líquidos a presión. Cálculo de pérdida de carga" para el cálculo de pérdida de carga.

Ha sido realizado por la Asociación Española de Fabricantes de Tubos y Accesorios Plásticos (AseTUB) y por el Instituto Eduardo Torroja de Ciencias de la Construcción, IETcc (Consejo Superior de Investigaciones Científicas, CSIC).

2. DIMENSIONAMIENTO DE LA SECCIÓN

- Tipo de instalación

Conducción en zanja el tipo de seguridad para el cálculo se ha elegido "clase de seguridad A (caso Normal)". Para el cálculo de conducciones a rotura y al aplastamiento se considera una probabilidad de fallo $P_f = 0.00001$ estableciéndose un valor mínimo del coeficiente de seguridad $u = 2.5$.

- Tubos y zanja

En esta sección se especifican las características geométricas del tubo y la instalación.

SDR	51	41	34
SN(kN/m ²)	2	4	8
Dn(mm)	e (mm)	e (mm)	e (mm)
315	6.2	7.7	9.2
355	7.0	8.7	10.4

400	7.9	9.8	11.7
450	8.8	11.0	13.2
500	9.8	12.3	14.6
630	12.3	15.4	18.4
710	13.9	17.4	...
800	15.7	19.6	...
900	17.6	22.0	...
1000	19.6	24.5	...

Tabla 1. Información sobre tubos comerciales Policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U). Fuente "AseTUB"

SN: rigidez anular nominal kN/m²

Dn: diametro nominal en mm

e: espesor nominal en mm

SDR: relacion de dimensión normalizada = D_n/e

En este apartado tambien es necesario especificar la distancia desde la clave del colector hasta la parte superior del terreno (H), el ancho de la zanja (B).

DN (mm)	H (m)	B (m)
400	1.00	1.10
500	1.00	1.20
630	1.00	1.35
1.000	1.00	1.85

Tabla 2. Datos para las comprobaciones mecánicas.

- Apoyo

El tipo de apoyo del tubo es tipo A, este consiste básicamente en una cama continua de material granular (arena o canto rodado hasta 20 mm) compactado (mínimo 95% proctor normal) sobre la que descansa el tubo. El ángulo de apoyo ha sido de 30° y 45°.

- Relleno

Una vez colocada la tubería y ejecutadas las uniones, se procede al relleno a ambos lados del tubo, el grado de compactación será el mismo que el de la cama. Teniendo siempre especial cuidado en que no queden espacios sin rellenar debajo del tubo.

El tipo de relleno elegido es el no cohesivo, en este grupo se incluyen las gravas y arenas sueltas (porcentaje de finos inferior al 5%).

El relleno se realizara compactándolo por capas de espesor no superior a 20cm. El peso específico material de relleno se ha considerado de 20kN/m².

- Tipos de suelos

La cama exige una compactación proctor normal del 100% pero para le resto de tongadas se acepta un proctor normal del 95%, el programa facilita la siguiente tabla de módulos de compresión N/mm², compactación proctor normal en %. De tal modo el módulo de compresión que el corresponde a un suelo no cohesivo es de 40 N/mm² y 16 N/mm².

Tipo de suelo	85	90	92	95	97	100
G1. No cohesivo	2.5	6	9	16	23	40
G2. Poco cohesivo	1.2	3	4	8	11	20
G3. Medianamente cohesivo	0.8	2	3	5	8	14
G4.Cohesivos	0.6	1.5	2	4	6	10

Tabla 3. Módulos de compresión N/mm², compactación proctor normal en %. Fuente "AseTUB"

- Sobrecargas

Se ha definido las cargas verticales que soportara la zanja y sin embargo el tipo de pavimento que llevaran encima en los cálculos no se ha especificado de esa manera estaremos del lado de la seguridad. Sin embargo se ha estimado una sobrecarga concentrada Pc de 40 kN.

3. RESULTADOS

• DIAMETRO Ø400

RESULTADO DEL CÁLCULO MECÁNICO: INSTALACIÓN VÁLIDA

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

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

1. Características del tubo y la instalación.

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

Instalacion en: ZANJA

Material del tubo: PVC-U

Presión nominal: bar (entre paréntesis, PN no habitual)

Diámetro nominal: Dn = 400 mm

Espesor: e=11.7 mm

Diámetro interior: di= 376.6 mm

Radio medio: Rm= 194.15 mm

Módulo de elasticidad: Et(lp)=1750 N/mm² , Et(cp)=3600 N/mm²

Peso específico: P.esp.=14 kN/m³

Esfuerzo tang. máximo: Sigma-t(lp)= 50 N/mm² , Sigma-t(cp)=90 N/mm²

Nota: Las propiedades del material se han obtenido del informe UNE 53.331 IN

Presión agua interior: Pi = bar

Presión agua exterior: Pe= 0 bar

Altura de la zanja: H1=1 m

Anchura de la zanja: B1=1.1 m

Ángulo de inclinacion de la zanja: Beta=90°

Apoyo sobre material granular compactado (Tipo A)

Ángulo de apoyo: 2alfa=120°

Tipo de relleno: No cohesivo

Tipo de suelo: No cohesivo

Relleno de la zanja compactado por capas en toda la altura

Peso específico de la tierra de relleno: $\gamma_1=20$ kN/m³

Módulos de compresión del relleno: $E_1=16$ N/mm² $E_2=40$ N/mm²

Módulos de compresión del terreno: $E_3=40$ N/mm² $E_4=40$ N/mm²

Distancia entre ruedas: $a=$ m

Distancia entre ejes: $b=$ m

Sobrecarga concentrada: $P_c=$ kN

Sobrecarga repartida: $P_d=$ kN

Zona no pavimentada 2.

Determinación de las acciones sobre el tubo

2.1. Presión vertical de las tierras.

Debida a las tierras: $q_v=12.28847$ kN/m²

Debida a sobrecargas concentradas: $P_{vc}=0$ kN/m²

Debida a sobrecargas repartidas: $P_{vr}=0$ kN/m²

Presión vertical total sobre el tubo: $q_{vt}=12.28847$ kN/m²

2.2. Presión lateral de las tierras

Reacción máxima lateral del suelo

a la altura del centro del tubo: $q_{ht}=7.69504$ kN/m²

2.3. Deformación Relativa: $d_v=0.07909$ % --ADMISIBLE: cumple $\leq 5\%$

2.4. Momento flector total (M)

En Clave: M (Clave)= 0.02349 kN m/m

En Riñones: M (Riñones)= -0.02007 kN m/m

En Base: M (Base)= 0.03595 kN m/m

2.5. Fuerza axial total (N)

En Clave: N (Clave)= -1.67631 kN m/m

En Riñones: N (Riñones)= kN m/m

En Base: N (Base)=kN m/m

2.6. Esfuerzos tangenciales máximos.

En Clave: 0.89502 kN/mm²

En Riñones: -1.06314 kN/mm²

En Base: 1.46418 kN/mm²

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

En Clave: 55.86467 --ADMISIBLE: cumple >2.5

En Riñones: 47.03041 --ADMISIBLE: cumple >2.5

En Base: 34.14881 --ADMISIBLE: cumple >2.5

2.8. Estabilidad (Coeficientes de seguridad al aplastamiento).

Debido al terreno: 142.44229 --ADMISIBLE: cumple >2.5

Debido a la presión ext. de agua : 277.36599 --ADMISIBLE: cumple >2.5

Debido al terreno y al agua: 94.11117 --ADMISIBLE: cumple >2.5

- **DIAMETRO Ø500**

RESULTADO DEL CÁLCULO MECÁNICO: INSTALACIÓN VÁLIDA

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

Coeficiente de seguridad empleado en el cálculo: $A (> 2.5)$

1. Características del tubo y la instalación.

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

Instalación en: ZANJA

Material del tubo: PVC-U

Presión nominal: bar (entre paréntesis, PN no habitual)

Diámetro nominal: $D_n = 500$ mm

Espesor: $e=14.6$ mm

Diámetro interior: $d_i=470.8$ mm

Radio medio: $R_m=242.7$ mm

Módulo de elasticidad: $E_t(l_p)=1750$ N/mm² , $E_t(c_p)=3600$ N/mm²

Peso específico: $P_{esp.}=14$ kN/m³

Esfuerzo tang. máximo: $\sigma_t(l_p)=50$ N/mm² , $\sigma_t(c_p)=90$ N/mm²

Nota: Las propiedades del material se han obtenido del informe UNE 53.331 IN

Presión agua interior: $P_i =$ bar

Presión agua exterior: $P_e=0$ bar

Altura de la zanja: $H_1=1$ m

Anchura de la zanja: $B1=1.2$ m
 Ángulo de inclinación de la zanja: $\beta=90^\circ$
 Apoyo sobre material granular compactado (Tipo A)
 Ángulo de apoyo: $2\alpha=120^\circ$
 Tipo de relleno: No cohesivo
 Tipo de suelo: No cohesivo
 Relleno de la zanja compactado por capas en toda la altura
 Peso específico de la tierra de relleno: $\gamma_1=20$ kN/m³
 Módulos de compresión del relleno: $E1=16$ N/mm² $E2=40$ N/mm²
 Módulos de compresión del terreno: $E3=40$ N/mm² $E4=40$ N/mm²
 Distancia entre ruedas: $a=$ m
 Distancia entre ejes: $b=$ m
 Sobrecarga concentrada: $P_c=$ kN
 Sobrecarga repartida: $P_d=$ kN
 Zona no pavimentada

2. Determinación de las acciones sobre el tubo

2.1. Presión vertical de las tierras.

Debida a las tierras: $q_v=13.17404$ kN/m²
 Debida a sobrecargas concentradas: $P_{vc}=0$ kN/m²
 Debida a sobrecargas repartidas: $P_{vr}=0$ kN/m²
 Presión vertical total sobre el tubo: $q_{vt}=13.17404$ kN/m²

2.2. Presión lateral de las tierras

Reacción máxima lateral del suelo
 a la altura del centro del tubo: $q_{ht}=8.69217$ kN/m²

2.3. Deformación Relativa: $d_v=0.08963$ % --ADMISIBLE: cumple $\leq 5\%$

2.4. Momentos flectores circunferenciales.

2.4.1. Debidos a la presión vertical total sobre el tubo (M_{qvt})

En Clave: $M_{qvt}(\text{Clave})=0.20253$ kN m/m
 En Riñones: $M_{qvt}(\text{riñones})=-0.20564$ kN m/m
 En Base: $M_{qvt}(\text{Base})=0.2134$ kN m/m

2.4.2. Debidos a la presión lateral del relleno sobre el tubo (M_{qh})

En Clave: $M_{qh}(\text{Clave})=-0.09757$ kN m/m
 En Riñones: $M_{qh}(\text{Riñones})=0.09757$ kN m/m
 En Base: $M_{qh}(\text{Base})=-0.09757$ kN m/m

2.4.3. Debidos a la reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (M_{qht})

En Clave: $M_{qht}(\text{Clave})=-0.09267$ kN m/m
 En Riñones: $M_{qht}(\text{Riñones})=0.1065$ kN m/m
 En Base: $M_{qht}(\text{Base})=-0.09267$ kN m/m

2.4.4. Debidos al propio peso del tubo (M_t)

En Clave: $M_t(\text{Clave})=0.00459$ kN m/m
 En Riñones: $M_t(\text{Riñones})=-0.0053$ kN m/m
 En Base: $M_t(\text{Base})=0.00626$ kN m/m

2.4.5. Debidos al peso del agua (M_a)

En Clave: $M_a(\text{Clave})=0.02716$ kN m/m
 En Riñones: $M_a(\text{Riñones})=-0.03145$ kN m/m
 En Base: $M_a(\text{Base})=0.03717$ kN m/m

2.4.6. Debidos a la presión del agua (M_{pa})

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

2.4.7. Momento flector total (M)

En Clave: $M(\text{Clave})=0.04404$ kN m/m
 En Riñones: $M(\text{Riñones})=-0.03832$ kN m/m
 En Base: $M(\text{Base})=0.06659$ kN m/m

2.5. Fuerzas axiales.

2.5.1. Debidas a la presión vertical total sobre el tubo (N_{qvt})

En Clave: $N_{qvt}(\text{Clave})=0.08633$ kN m/m
 En Riñones: $N_{qvt}(\text{riñones})=-3.19734$ kN m/m
 En Base: $N_{qvt}(\text{Base})=-0.08633$ kN m/m

2.5.2. Debidas a la presión lateral del relleno sobre el tubo (N_{qh})

En Clave: $N_{qh}(\text{Clave})=-1.6081$ kN m/m
 En Riñones: $N_{qh}(\text{Riñones})=0$ kN m/m
 En Base: $N_{qh}(\text{Base})=-1.6081$ kN m/m

2.5.3. Debidas a la reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (N_{qht})

En Clave: $n_{qht}(\text{Clave})=-1.21723$ kN m/m
 En Riñones: $N_{qht}(\text{Riñones})=0$ kN m/m
 En Base: $N_{qht}(\text{Base})=-1.21723$ kN m/m

2.5.4. Debidas al propio peso del tubo (N_t)

En Clave: N_t (Clave)=0.0124 kN m/m

En Riñones: N_t (Riñones)=-0.07793 kN m/m

En Base: N_t (Base)=-0.0124kN m/m

2.5.5. Debidas al peso del agua (N_a)

En Clave: N_a (Clave)=0.36815 kN m/m

En Riñones: N_a (Riñones)=0.12664 kN m/m

En Base: N_a (Base)=0.80992 kN m/m

2.5.6. Debidas a la presión del agua (N_{pa})

En Clave: N_{pa} (Clave)=0 kN m/m

En Riñones: N_{pa} (Riñones) = 0kN m/ m

En Base: N_{pa} (Base)=0 kN m/m

2.5.7. Fuerza axil total (N)

En Clave: N (Clave)=-2.35845 kN m/m

En Riñones: N (Riñones)=-3.14863 kN m/m

En Base: N (Base)=-2.11414kN m/m

2.6. Esfuerzos tangenciales máximos.

En Clave: 1.10298 kN/mm²

En Riñones: -1.27266 kN/mm²

En Base: 1.76702 kN/mm²

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

En Clave: 45.33174 --ADMISIBLE: cumple >2.5

En Riñones: 39.28776 --ADMISIBLE: cumple >2.5

En Base: 28.29624 --ADMISIBLE: cumple >2.5

2.8. Estabilidad (Coeficientes de seguridad al aplastamiento).

Debido al terreno: 132.51642 --ADMISIBLE: cumple >2.5

Debido a la presión ext. de agua :220.90535 --ADMISIBLE: cumple >2.5

Debido al terreno y al agua: 82.82904 --ADMISIBLE: cumple >2.5

• DIAMETRO Ø630

RESULTADO DEL CÁLCULO MECÁNICO: INSTALACIÓN VÁLIDA

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

Coeficiente de seguridad empleado en el cálculo: A (> 2.5)

1. Características del tubo y la instalación.

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

Instalacion en: ZANJA

Material del tubo: PVC-U

Presión nominal: bar (entre paréntesis, PN no habitual)

Diámetro nominal: D_n = 630 mm

Espesor: e =18.4 mm

Diámetro interior: d_i = 593.2 mm

Radio medio: R_m = 305.8 mm

Módulo de elasticidad: $E_t(l_p)$ =1750 N/mm² , $E_t(c_p)$ =3600 N/mm²

Peso específico: $P_{esp.}$ =14 kN/m³

Esfuerzo tang. máximo: $\sigma_t(l_p)$ = 50 N/mm² , $\sigma_t(c_p)$ =90 N/mm²

Nota: Las propiedades del material se han obtenido del informe UNE 53.331 IN

Presión agua interior: P_i = bar

Presión agua exterior: P_e = 0 bar

Altura de la zanja: H_1 =1 m

Anchura de la zanja: B_1 =1.4 m

Ángulo de inclinacion de la zanja: β =90°

Apoyo sobre material granular compactado (Tipo A)

Ángulo de apoyo: α =120°

Tipo de relleno: No cohesivo

Tipo de suelo: No cohesivo

Relleno de la zanja compactado por capas en toda la altura

Peso específico de la tierra de relleno: γ_1 =20 kN/m³

Módulos de compresión del relleno: E_1 =16 N/mm² E_2 = 40 N/mm²

Módulos de compresión del terreno: E_3 =40 N/mm² E_4 = 40 N/mm²

Distancia entre ruedas: a = m

Distancia entre ejes: b = m

Sobrecarga concentrada: P_c = kN

Sobrecarga repartida: P_d = kN

Zona no pavimentada

2. Determinación de las acciones sobre el tubo

2.1. Presión vertical de las tierras.

Debida a las tierras: q_v =14.03056 kN/m²

Debida a sobrecargas concentradas: P_{vc} =0 kN/m²

Debida a sobrecargas repartidas: P_{vr} =0 kN/m²

Presión vertical total sobre el tubo: $q_{vt}=14.03056 \text{ kN/m}^2$

2.2. Presión lateral de las tierras

Reacción máxima lateral del suelo

a la altura del centro del tubo: $q_{ht}=9.52645 \text{ kN/m}^2$

2.3. Deformación Relativa: $dv=0.09819 \%$ --ADMISIBLE: cumple $\leq 5\%$

2.4. Momentos flectores circunferenciales.

2.4.1. Debidos a la presión vertical total sobre el tubo (M_{qvt})

En Clave: $M_{qvt}(\text{Clave})=0.34244 \text{ kN m/m}$

En Riñones: $M_{qvt}(\text{riñones})=-0.34769 \text{ kN m/m}$

En Base: $M_{qvt}(\text{Base})=0.36081 \text{ kN m/m}$

2.4.2. Debidos a la presión lateral del relleno sobre el tubo (M_{qh})

En Clave: $M_{qh}(\text{Clave})=-0.16023 \text{ kN m/m}$

En Riñones: $M_{qh}(\text{Riñones})=0.16023 \text{ kN m/m}$

En Base: $M_{qh}(\text{Base})=-0.16023 \text{ kN m/m}$

2.4.3. Debidos a la reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (M_{qht})

En Clave: $M_{qht}(\text{Clave})=-0.16124 \text{ kN m/m}$

En Riñones: $M_{qht}(\text{Riñones})=0.1853 \text{ kN m/m}$

En Base: $M_{qht}(\text{Base})=-0.16124 \text{ kN m/m}$

2.4.4. Debidos al propio peso del tubo (M_t)

En Clave: $M_t(\text{Clave})=0.00918 \text{ kN m/m}$

En Riñones: $M_t(\text{Riñones})=-0.0106 \text{ kN m/m}$

En Base: $M_t(\text{Base})=0.01253 \text{ kN m/m}$

2.4.5. Debidos al peso del agua (M_a)

En Clave: $M_a(\text{Clave})=0.05433 \text{ kN m/m}$

En Riñones: $M_a(\text{Riñones}) = -0.06291 \text{ kN m/m}$

En Base: $M_a(\text{Base})=0.07435 \text{ kN m/m}$

2.4.6. Debidos a la presión del agua (M_{pa})

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

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

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

2.4.7. Momento flector total (M)

En Clave: $M(\text{Clave})=0.08448 \text{ kN m/m}$

En Riñones: $M(\text{Riñones})=-0.07568 \text{ kN m/m}$

En Base: $M(\text{Base})=0.12622 \text{ kN m/m}$

2.5. Fuerzas axiales.

2.5.1. Debidas a la presión vertical total sobre el tubo (N_{qvt})

En Clave: $N_{qvt}(\text{Clave})=0.11584 \text{ kN m/m}$

En Riñones: $N_{qvt}(\text{riñones})=-4.29054 \text{ kN m/m}$

En Base: $N_{qvt}(\text{Base})=-0.11584 \text{ kN m/m}$

2.5.2. Debidas a la presión lateral del relleno sobre el tubo (N_{qh})

En Clave: $N_{qh}(\text{Clave})=-2.09589 \text{ kN m/m}$

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

En Base: $N_{qh}(\text{Base})=-2.09589 \text{ kN m/m}$

2.5.3. Debidas a la reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (N_{qht})

En Clave: $n_{qht}(\text{Clave})=-1.68091 \text{ kN m/m}$

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

En Base: $N_{qht}(\text{Base})=-1.68091 \text{ kN m/m}$

2.5.4. Debidas al propio peso del tubo (N_t)

En Clave: $N_t(\text{Clave})=0.01969 \text{ kN m/m}$

En Riñones: $N_t(\text{Riñones})=-0.12375 \text{ kN m/m}$

En Base: $N_t(\text{Base})=-0.01969 \text{ kN m/m}$

2.5.5. Debidas al peso del agua (N_a)

En Clave: $N_a(\text{Clave})=0.58446 \text{ kN m/m}$

En Riñones: $N_a(\text{Riñones})=0.20105 \text{ kN m/m}$

En Base: $N_a(\text{Base})=1.28581 \text{ kN m/m}$

2.5.6. Debidas a la presión del agua (N_{pa})

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

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

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

2.5.7. Fuerza axil total (N)

En Clave: $N(\text{Clave})=-3.0568 \text{ kN m/m}$

En Riñones: $N(\text{Riñones})=-4.21324 \text{ kN m/m}$

En Base: $N(\text{Base})=-2.62652 \text{ kN m/m}$

2.6. Esfuerzos tangenciales máximos.

En Clave: 1.36108 kN/mm^2

En Riñones: -1.54323 kN/mm^2

En Base: 2.13892 kN/mm^2

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

En Clave: 36.73556 --ADMISIBLE: cumple >2.5

En Riñones: 32.39966 --ADMISIBLE: cumple >2.5

En Base: 23.37625 --ADMISIBLE: cumple >2.5

2.8. Estabilidad (Coeficientes de seguridad al aplastamiento).

Debido al terreno: 124.46855 --ADMISIBLE: cumple >2.5

Debido a la presión ext. de agua :175.42111 --ADMISIBLE: cumple >2.5

Debido al terreno y al agua: 72.80815 --ADMISIBLE: cumple >2.5

- **DIAMETRO Ø1000**

RESULTADO DEL CÁLCULO MECÁNICO: INSTALACIÓN VÁLIDA

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

Coeficiente de seguridad empleado en el cálculo: A (> 2.5)

1. Características del tubo y la instalación.

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

Instalacion en: ZANJA

Material del tubo: PVC-U

Presión nominal: bar (entre paréntesis, PN no habitual)

Diámetro nominal: Dn = 1000 mm

Espesor: e=24.5 mm

Diámetro interior: di= 951 mm

Radio medio: Rm= 487.75 mm

Módulo de elasticidad: Et(lp)=1750 N/mm² , Et(cp)=3600 N/mm²

Peso específico: P.esp.=14 kN/m³

Esfuerzo tang. máximo: Sigma-t(lp)= 50 N/mm² , Sigma-t(cp)=90 N/mm²

Nota: Las propiedades del material se han obtenido del informe UNE 53.331 IN

Presión agua interior: Pi = bar

Presión agua exterior: Pe= 0 bar

Altura de la zanja: H1=1 m

Anchura de la zanja: B1=1.85 m

Ángulo de inclinacion de la zanja: Beta=90°

Apoyo sobre material granular compactado (Tipo A)

Ángulo de apoyo: 2alfa=120°

Tipo de relleno: No cohesivo

Tipo de suelo: No cohesivo

Relleno de la zanja compactado por capas en toda la altura

Peso específico de la tierra de relleno: Y1=20 kN/m³

Módulos de compresión del relleno: E1=16 N/mm² E2= 40 N/mm²

Módulos de compresión del terreno: E3=40 N/mm² E4= 40 N/mm²

Distancia entre ruedas: a= m

Distancia entre ejes: b= m

Sobrecarga concentrada: Pc= kN

Sobrecarga repartida: Pd= kN

Zona no pavimentada

2. Determinación de las acciones sobre el tubo

2.1. Presión vertical de las tierras.

Debida a las tierras: qv=15.2649 kN/m²

Debida a sobrecargas concentradas: Pvc=0 kN/m²

Debida a sobrecargas repartidas: Pvr=0 kN/m²

Presión vertical total sobre el tubo: qvt=15.2649 kN/m²

2.2. Presión lateral de las tierras

Reacción máxima lateral del suelo

a la altura del centro del tubo: qht=10.64398 kN/m²

2.3. Deformación Relativa: dv=0.15662 % --ADMISIBLE: cumple <= 5%

2.4. Momentos flectores circunferenciales.

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

En Clave: Mqvt (Clave)=0.94783 kN m/m

En Riñones: Mqvt (riñones)=-0.96235 kN m/m

En Base: Mqvt (Base)=0.99867 kN m/m

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

En Clave: Mqh (Clave)=-0.4349 kN m/m

En Riñones: Mqh (Riñones)=0.4349 kN m/m

En Base: Mqh (Base)=-0.4349 kN m/m

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

En Clave: Mqht (Clave)=-0.45833 kN m/m

En Riñones: Mqht (Riñones)=0.5267 kN m/m

En Base: Mqht (Base)=-0.45833 kN m/m

2.4.4. Debidos al propio peso del tubo (Mt)

En Clave: M_t (Clave)=0.03109 kN m/m

En Riñones: M_t (Riñones)=-0.0359 kN m/m

En Base: M_t (Base)=0.04243kN m/m

2.4.5. Debidos al peso del agua (M_a)

En Clave: M_a (Clave)=0.22047 kN m/m

En Riñones: M_a (Riñones) = -0.25528kN m/m

En Base: M_a (Base)=0.30169 kN m/m

2.4.6. Debidos a la presión del agua (M_{pa})

En Clave: M_{pa} (Clave)=0 kN m/m

En Riñones: M_{pa} (Riñones)=0 kN m/m

En Base: M_{pa} (Base)=0 kN m/m

2.4.7. Momento flector total (M)

En Clave: M (Clave)=0.30615 kN m/m

En Riñones: M (Riñones)=-0.29193 kN m/m

En Base: M (Base)=0.44956kN m/m

2.5. Fuerzas axiales.

2.5.1. Debidas a la presión vertical total sobre el tubo (N_{qvt})

En Clave: N_{qvt} (Clave)=0.20103 kN m/m

En Riñones: N_{qvt} (riñones)=-7.44546 kN m/m

En Base: N_{qvt} (Base)=-0.20103 kN m/m

2.5.2. Debidas a la presión lateral del relleno sobre el tubo (N_{qh})

En Clave: N_{qh} (Clave)=-3.56661 kN m/m

En Riñones: N_{qh} (Riñones)=0 kN m/m

En Base: N_{qh} (Base)=-3.56661 kN m/m

2.5.3. Debidas a la reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (N_{qht})

En Clave: n_{qht} (Clave)=-2.99555 kN m/m

En Riñones: N_{qht} (Riñones)=0 kN m/m

En Base: N_{qht} (Base)=-2.99555 kN m/m

2.5.4. Debidas al propio peso del tubo (N_t)

En Clave: N_t (Clave)=0.04182 kN m/m

En Riñones: N_t (Riñones)=-0.26283 kN m/m

En Base: N_t (Base)=-0.04182kN m/m

2.5.5. Debidas al peso del agua (N_a)

En Clave: N_a (Clave)=1.48688 kN m/m

En Riñones: N_a (Riñones)=0.51149 kN m/m

En Base: N_a (Base)=3.27113 kN m/m

2.5.6. Debidas a la presión del agua (N_{pa})

En Clave: N_{pa} (Clave)=0 kN m/m

En Riñones: N_{pa} (Riñones) = 0kN m/ m

En Base: N_{pa} (Base)=0 kN m/m

2.5.7. Fuerza axil total (N)

En Clave: N (Clave)=-4.83243 kN m/m

En Riñones: N (Riñones)=-7.1968 kN m/m

En Base: N (Base)=-3.53389kN m/m

2.6. Esfuerzos tangenciales máximos.

En Clave: 2.91425 kN/mm²

En Riñones: -3.16301 kN/mm²

En Base: 4.42474 kN/mm²

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

En Clave: 17.15709 --ADMISIBLE: cumple >2.5

En Riñones: 15.80771 --ADMISIBLE: cumple >2.5

En Base: 11.3001 --ADMISIBLE: cumple >2.5

2.8. Estabilidad (Coeficientes de seguridad al aplastamiento).

Debido al terreno: 87.26159 --ADMISIBLE: cumple >2.5

Debido a la presión ext. de agua :80.06555 --ADMISIBLE: cumple >2.5

Debido al terreno y al agua: 41.75442 --ADMISIBLE: cumple >2.5