

ANEJO Nº 13. CÁLCULOS MECÁNICOS.

INDICE DEL ANEJO.

1.	INTRODUCCIÓN.....	2
2.	HIPÓTESIS DE CÁLCULO.....	3
3.	RESULTADOS OBTENIDOS.....	4
3.1.	CONDUCCIÓN DN 400 PVC.....	4
3.2.	CONDUCCIÓN DN 500 PVC.....	9
3.1.	CONDUCCIÓN DN 600 PVC.....	14
4.	CONCLUSIÓN.....	19

1. INTRODUCCIÓN

El objeto del presente anejo es justificar la resistencia mecánica de los tubos a colocar en las conducciones a ejecutar en las obras de “Saneamiento y Depuración de Losar de la Vera (Cáceres)” frente a las sollicitaciones a que van a ser sometidos.










Se utilizarán los siguientes tubos:

COLECTOR	MATERIAL	DN
Colector Vertido 1y 3	PVC	400 mm
Colector Vertido 2 y 3	PVC	500 mm
Colector Vertido 2 y 3	PVC	630 mm

2. HIPÓTESIS DE CÁLCULO.

Para el cálculo mecánico de las conducciones de PVC se ha utilizado una aplicación que permite la comprobación mecánica de tuberías según criterios de cálculo de la ATV-A127.

A groso modo, las fases de cálculo de esta aplicación se basan en los siguientes pasos:

-  Características de los tubos y sección a calcular.
-  Clase de seguridad requerida.
-  Selección del tipo de instalación, nivel freático y tipo de apoyo.
-  Introducción de las características de los suelos.
-  Selección del tipo de sobrecargas.
-  Cálculo de las cargas de tierras y tráfico.
-  Distribución de las cargas.
-  Cálculo de esfuerzos, tensiones, deformación y estabilidad.
-  Verificación de tensiones, deformaciones y estabilidad.

En el siguiente punto se incluyen resumen de los resultados obtenidos.

3. RESULTADOS OBTENIDOS.

3.1. CONDUCCIÓN DN 400 PVC.

PARÁMETROS DE CÁLCULO

CARACTERÍSTICAS DEL TUBO:

Tipo de conducto:	Saneamiento.
Material:	PVC CORRUGADO.
Clase de material:	SN-8.
Norma:	ATV A 127.
Diámetro normalizado:	400
Diámetro exterior:	400.0 mm.
Diámetro interior:	362.0 mm.
Espesor:	19.0 mm.
Módulo elasticidad Et:	2,000.0 N/mm ² .
Módulo elasticidad LP Et:	970.0 N/mm ² .
Peso específico GAMMA:	13.8 kN/m ³ .
Rotura flexotracción:	90.0 N/mm ² .
Rotura flexotracción l/p:	50.0 N/mm ² .
Rigidez circunferencial específica:	8.0 kN/m ² .

CLASE DE SEGURIDAD:

Coeficiente de seguridad clase A:

Frente a fallo por rotura:	2,5.
Frente a la inestabilidad:	2,5.
Deformación admisible a largo plazo:	6%.

CONDICIONES DE LA ZANJA:

Tipo de instalación:	Tipo 1: Instalación en zanja o terraplén.
Tipo de instalación (subtipo):	Zanja estrecha.
Altura del relleno (H):	2.9 m.
Anchura de la zanja (B):	1.4 m.
Ángulo del talud (BETA):	70.0 grados.

NIVEL FREÁTICO:

No existe nivel freático.

CARACTERÍSTICAS DEL APOYO:

Tipo de apoyo:	Tipo I: Apoyo sobre cama granular.
Ángulo de apoyo:	60.0 grados.
Relación de proyección:	1.0

CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS:

Zona1:

Tipo de suelo:	Grupo 2.
% Compactación:	95.0%.
E1:	8.0 N/mm ² .
GAMMA 1:	20.0 kN/m ³ .
Ángulo rozamiento interno Ro:	30.0
Ángulo rozamiento relleno Ro':	20.0

Zona2:

Tipo de suelo:	Grupo 2.
% Compactación:	95.0%.
E2:	8.0 N/mm ² .
GAMMA 2:	20.0 kN/m ³ .
Coefficiente empuje K1:	0.5
Coefficiente empuje K2:	0.3

Zona3:

Tipo de suelo:	Grupo 1.
% Compactación:	100%.
E3:	40.0 N/mm ² .

Zona4:

Tipo de suelo:	Grupo 2.
% Compactación:	100%.
E4:	20.0 N/mm ² .

SOBRECARGAS VERTICALES (TRÁFICO):

Tipo de sobrecarga:	Concentrada.
Tipo de vehículo:	HT 26 (MEDIO).
Número de ejes:	2
Distancia entre ejes:	2 m.
Distancia entre ruedas:	3 m.
Tipo de firme:	Normal.
Coefficiente (Fi):	1.4
Altura equivalente de tierras:	0.0 m.

CARGAS QUE SE EMPLEARÁN EN LOS CÁLCULOS:

<u>Cargas debidas a la tierra:</u>	
Coefficiente carga de tierras (Cz):	0.77
Coefficiente carga de tierras (Cz90):	0.7
Coefficiente (Cn):	0.0
Coefficiente (Cn90):	0.0
Carga vertical tierras (Pe):	44.57 kN/m ² .
<u>Cargas debidas al tráfico:</u>	
Valor FA	47
Valor FE	200
Valor rA:	0.17
Valor rE:	1.9
Carga máx. de Boussinesq (Pf):	9.01 kN/m ² .
Factor de corrección (af):	1.0
Carga vertical tráfico (P):	9.01 kN/m ² .
Factor de impacto (FI):	1.4
Carga vertical mayorada (Pv):	12.61 kN/m ² .

DISTRIBUCIÓN DE CARGAS:

<u>Corrección E2:</u>			
Relación B/D:	3.5000		
Coefficiente ALFA _{bi} :	0.6667		
Coefficiente ALFA _b :	0.9444		
Coefficiente f (HF=00.00):	1.0000		
Compactación Dpr:	95.0 %.		
	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Módulo corregido E2' (N/mm ²):	7.5556	5.0370	5.0370
<u>Relación de rigidez:</u>			
Rigidez del tubo Sr (N/mm ²):	0.0640	0.0640	0.0310
Factor de corrección TAU:	1.2332	1.2560	1.2560
Rigidez horizontal SBH (N/mm ²):	5.5907	3.7958	3.7958
Rigidez sistema Tubo-Suelo VRB:	0.0114	0.0169	0.0082
Relación Pr. lateral-Pr. Vertical K2:	0.3000	0.3000	0.3000
Rigidez vert. relleno SBV:	7.5556	5.0370	5.0370
Coef. reacción relleno lat. K*:	1.3282	1.0077	1.1260
Coef. def. diam. vert. Cv*:	-0.0203	-0.0188	-0.0112
Relación de rigidez Vs:	0.4174	0.6757	0.5485
Valor Ch1 (2*alfa=60):	0.1026		
Valor Ch2 (2*alfa=60):	-0.0658		
Valor Cv1 (2*alfa=60):	-0.1053		
Valor Cv2 (2*alfa=60):	0.0640		
<u>Factores de concentración:</u>			
	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Descarga relativa efectiva a':	1.0588	1.5882	1.5882
Máximo factor de concentración	1.5043	1.7916	1.7916
Factor concentración LANDA _R :	0.7799	0.9282	0.8588
Factor concentración LANDA _B :	1.0734	1.0239	1.0471
<u>Influencia de la anchura de la zanja:</u>			
Factor concentración LANDA _{RG} :	0.8166	0.9401	0.8823
<u>Factor límite del factor de concentración:</u>			
Límite superior LANDA _{f0} :	3.5650	3.5650	3.5650
Límite inferior LANDA _{fu} :	0.2353	0.2353	0.2353

CARGAS DE CÁLCULO:

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Carga vertical sobre tubo Qvt:	49.0045	41.9022	51.9320
Componente carga relleno Qh:	15.5519	14.8913	15.2006
Componente carga deformación Qh*:	44.4316	27.2198	41.3602

CÁLCULO DE ESFUERZOS:

Tipo I -> $2 \cdot \alpha = 60$

<u>Momentos (kN*m/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	0.496	-0.508	0.653
Por carga horizontal:	-0.138	0.138	-0.138
Por reacción horizontal:	-0.284	0.327	-0.284
Por peso propio:	0.004	-0.005	0.008
Por peso del agua:	0.015	-0.018	0.028
Suma de momentos:	0.093	-0.066	0.267
<u>Axiales (kN/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	0.737	-9.216	0.737
Por carga horizontal:	-2.925	0.000	-2.925
Por reacción horizontal:	-4.821	0.000	-4.821
Por peso propio:	0.021	-0.077	-0.021
Por peso del agua:	0.250	0.076	0.457
Suma de axiales:	-6.738	-9.217	-6.572

CÁLCULO DE TENSIONES Y DEFORMACIONES:

Cálculo de los factores de corrección por curvatura:

Factor ALFA _{ki} :	1.0337
Factor ALFA _{ka} :	0.9663

Cálculo de tensiones:

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

Tensión en la clave:	2.3126 N/mm ² .
Tensión en los riñones:	0.7785 N/mm ² .
Tensión en la base:	8.6322 N/mm ² .

Cálculo de deformaciones:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Variación del diámetro:	-2.9851	-5.0004	mm.
Acortamiento relativo del diámetro vertical:	0.7937	1.3295	%.

CÁLCULO DE LA ESTABILIDAD:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
<u>Carga de tierras:</u>			
Carga crítica de abolladura:	0.9858	0.6865	N/mm ² .
<u>Presión del agua exterior:</u>			
Coefficiente ALFA _d :	8.8300	10.7107	
Presión del agua extrema:	0.0000	0.0000	N/mm ² .
Valor crítico de Pa:	0.5651	0.0000	N/mm ² .

VERIFICACIÓN:

Verificación de tensión:

	<u>Coef. calculado</u>		<u>Coef. requerido</u>
	<u>Corto Plazo</u>		
NU Clave:	38.9175		2.5000
NU Rifiones:	115.6106		2.5000
NU Base	10.4260		2.5000

Verificación de la estabilidad:

	<u>Coef. calculado</u>		<u>Coef. requerido</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo Plazo</u>	
NU Carga tierras:	23.5254	13.2193	2.5000
NU Presión Agua externa:	0.0000	0.0000	2.5000
NU simultáneas:	23.5254	13.2193	2.5000

Verificación de deformación:

	<u>Valor calculado</u>		<u>Valor admisible</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Acortamiento relativo:	0.7937	1.3295	6.0000

CONCLUSIÓN:

TUBO VÁLIDO.

3.2. CONDUCCIÓN DN 500 PVC.

PARÁMETROS DE CÁLCULO

CARACTERÍSTICAS DEL TUBO:

Tipo de conducto:	Saneamiento.
Material:	PVC CORRUGADO.
Clase de material:	SN-8.
Norma:	ATV A 127.
Diámetro normalizado:	500
Diámetro exterior:	539.0 mm.
Diámetro interior:	476.0 mm.
Espesor:	31.5 mm.
Módulo elasticidad Et:	1,800.0 N/mm ² .
Módulo elasticidad LP Et:	875.0 N/mm ² .
Peso específico GAMMA:	13.8 kN/m ³ .
Rotura flexotracción:	90.0 N/mm ² .
Rotura flexotracción l/p:	50.0 N/mm ² .
Rigidez circunferencial específica:	8.0 kN/m ² .

CLASE DE SEGURIDAD:

Coefficiente de seguridad clase A:

Frente a fallo por rotura:	2,5.
Frente a la inestabilidad:	2,5.
Deformación admisible a largo plazo:	6%.

CONDICIONES DE LA ZANJA:

Tipo de instalación:	Tipo 1: Instalación en zanja o terraplén.
Tipo de instalación (subtipo):	Zanja estrecha.
Altura del relleno (H):	3.8 m.
Anchura de la zanja (B):	1.6 m.
Ángulo del talud (BETA):	70.0 grados.

NIVEL FREÁTICO:

No existe nivel freático.

CARACTERÍSTICAS DEL APOYO:

Tipo de apoyo:	Tipo I: Apoyo sobre cama granular.
Ángulo de apoyo:	60.0 grados.
Relación de proyección:	1.0

CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS:

Zona1:

Tipo de suelo:	Grupo 2.
% Compactación:	95.0%.
E1:	8.0 N/mm ² .
GAMMA 1:	20.0 kN/m ³ .
Ángulo rozamiento interno Ro:	30.0
Ángulo rozamiento relleno Ro':	20.0

Zona2:

Tipo de suelo:	Grupo 2.
% Compactación:	95.0%.
E2:	8.0 N/mm ² .
GAMMA 2:	20.0 kN/m ³ .
Coefficiente empuje K1:	0.5
Coefficiente empuje K2:	0.3

Zona3:

Tipo de suelo:	Grupo 1.
% Compactación:	100%.
E3:	40.0 N/mm ² .

Zona4:

Tipo de suelo:	Grupo 2.
% Compactación:	100%.
E4:	20.0 N/mm ² .

SOBRECARGAS VERTICALES (TRÁFICO):

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

Cálculo mecánico de tuberías.

Título: sda
Autor: asd
Hoja: 3

CARGAS QUE SE EMPLEARÁN EN LOS CÁLCULOS:

Cargas debidas a la tierra:

Coefficiente carga de tierras (Cz):	0.74
Coefficiente carga de tierras (Cz90):	0.67
Coefficiente (Cn):	0.0
Coefficiente (Cn90):	0.0
Carga vertical tierras (Pe):	56.46 kN/m2.

Cargas debidas al tráfico:

DISTRIBUCIÓN DE CARGAS:

Corrección E2:

Relación B/D:	2.9685
Coefficiente ALFA_bi:	0.6667
Coefficiente ALFA_b:	0.8854
Coefficiente f (HF=00.00):	1.0000
Compactación Dpr:	95.0 %

Módulo corregido E2' (N/mm2):

<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p</u>	<u>Def. l/p</u>
7.0831	4.7221	4.7221

Relación de rigidez:

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p</u>	<u>Def. l/p</u>
Rigidez del tubo Sr (N/mm2):	0.0640	0.0640	0.0311
Factor de corrección TAU:	1.3665	1.4034	1.4034
Rigidez horizontal SBH (N/mm2):	5.8076	3.9763	3.9763
Rigidez sistema Tubo-Suelo VRB:	0.0110	0.0161	0.0078
Relación Pr. lateral-Pr. Vertical K2:	0.3000	0.3000	0.3000
Rigidez vert. relleno SBV:	7.0831	4.7221	4.7221
Coef. reacción relleno lat. K*:	1.3356	1.0171	1.1314
Coef. def. diam. vert. Cv*:	-0.0198	-0.0182	-0.0109
Relación de rigidez Vs:	0.4558	0.7446	0.6051

Valor Ch1 (2*alfa=60):

0.1026

Valor Ch2 (2*alfa=60):

-0.0658

Valor Cv1 (2*alfa=60):

-0.1053

Valor Cv2 (2*alfa=60):

0.0640

Factores de concentración:

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p</u>	<u>Def. l/p</u>
Descarga relativa efectiva a':	1.1295	1.6942	1.6942
Máximo factor de concentración	1.5382	1.8413	1.8413
Factor concentración LANDA_R:	0.8039	0.9648	0.8925
Factor concentración LANDA_B:	1.0654	1.0117	1.0358

Influencia de la anchura de la zanja:

Factor concentración LANDA_RG:	0.8713	0.9769	0.9294
--------------------------------	--------	--------	--------

Factor límite del factor de concentración:

Límite superior LANDA_f0:	3.4300	3.4300	3.4300
Límite inferior LANDA_fu:	0.2415	0.2415	0.2415

CARGAS DE CÁLCULO:

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Carga vertical sobre tubo Qvt:	49.1963	55.1577	52.4776
Componente carga relleno Qh:	19.6629	18.7543	19.1628
Componente carga deformación Qh*:	39.4446	37.0277	37.6931

CÁLCULO DE ESFUERZOS:

Tipo I -> $2 \cdot \alpha = 60$

Momentos (kN*m/m)

	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	0.861	-0.882	1.135
Por carga horizontal:	-0.301	0.301	-0.301
Por reacción horizontal:	-0.437	0.502	-0.437
Por peso propio:	0.012	-0.014	0.022
Por peso del agua:	0.035	-0.040	0.064
Suma de momentos:	0.170	-0.133	0.483

Axiales (kN/m)

	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	0.974	-12.172	0.974
Por carga horizontal:	-4.865	0.000	-4.865
Por reacción horizontal:	-5.631	0.000	-5.631
Por peso propio:	0.045	-0.169	-0.045
Por peso del agua:	0.433	0.132	0.791
Suma de axiales:	-9.044	-12.210	-8.776

CÁLCULO DE TENSIONES Y DEFORMACIONES:

Cálculo de los factores de corrección por curvatura:

Factor ALFA_ki:	1.0424
Factor ALFA_ka:	0.9576

Cálculo de tensiones:

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

Tensión en la clave:	3.1979 N/mm ² .
Tensión en los riñones:	1.5143 N/mm ² .
Tensión en la base:	11.4075 N/mm ² .

Cálculo de deformaciones:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Variación del diámetro:	-5.1234	-5.7700	mm.
Acortamiento relativo del diámetro vertical:	1.0354	1.1660	%.

CÁLCULO DE LA ESTABILIDAD:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
<u>Carga de tierras:</u>			
Carga crítica de abolladura:	1.0089	0.7034	N/mm ² .
<u>Presión del agua exterior:</u>			
Coefficiente ALFA_d:	8.4400	9.9100	
Presión del agua extrema:	0.0000	0.0000	N/mm ² .
Valor crítico de Pa:	0.5402	0.0000	N/mm ² .

VERIFICACIÓN:

Verificación de tensión:

	<u>Coef. calculado</u>		<u>Coef. requerido</u>
	<u>Corto Plazo</u>		
NU Clave:	28.1431		2.5000
NU Riñones:	59.4328		2.5000
NU Base	7.8896		2.5000

Verificación de la estabilidad:

	<u>Coef. calculado</u>		<u>Coef. requerido</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo Plazo</u>	
NU Carga tierras:	18.2916	13.4045	2.5000
NU Presión Agua externa:	0.0000	0.0000	2.5000
NU simultáneas:	18.2916	13.4045	2.5000

Verificación de deformación:

	<u>Valor calculado</u>		<u>Valor admisible</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Acortamiento relativo:	1.0354	1.1660	6.0000

CONCLUSIÓN:

TUBO VÁLIDO.

3.1. CONDUCCIÓN DN 600 PVC.

PARÁMETROS DE CÁLCULO

CARACTERÍSTICAS DEL TUBO:

Tipo de conducto:	Saneamiento.
Material:	PVC CORRUGADO.
Clase de material:	SN-8.
Norma:	ATV A 127.
Diámetro normalizado:	600
Diámetro exterior:	649.0 mm.
Diámetro interior:	584.0 mm.
Espesor:	32.5 mm.
Módulo elasticidad Et:	1,800.0 N/mm ² .
Módulo elasticidad LP Et:	875.0 N/mm ² .
Peso específico GAMMA:	13.8 kN/m ³ .
Rotura flexotracción:	90.0 N/mm ² .
Rotura flexotracción l/p:	50.0 N/mm ² .
Rigidez circunferencial específica:	8.0 kN/m ² .

CLASE DE SEGURIDAD:

Coeficiente de seguridad clase A:	
Frente a fallo por rotura:	2,5.
Frente a la inestabilidad:	2,5.
Deformación admisible a largo plazo:	6%.

CONDICIONES DE LA ZANJA:

Tipo de instalación:	Tipo 1: Instalación en zanja o terraplén.
Tipo de instalación (subtipo):	Zanja estrecha.
Altura del relleno (H):	3.55 m.
Anchura de la zanja (B):	1.8 m.
Ángulo del talud (BETA):	70.0 grados.

NIVEL FREÁTICO:

No existe nivel freático.

CARACTERÍSTICAS DEL APOYO:

Tipo de apoyo:	Tipo I: Apoyo sobre cama granular.
Ángulo de apoyo:	60.0 grados.
Relación de proyección:	1.0

CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS:

Zona1:

Tipo de suelo:	Grupo 2.
% Compactación:	95.0%.
E1:	8.0 N/mm ² .
GAMMA 1:	20.0 kN/m ³ .
Ángulo rozamiento interno Ro:	30.0
Ángulo rozamiento relleno Ro':	20.0

Zona2:

Tipo de suelo:	Grupo 2.
% Compactación:	95.0%.
E2:	8.0 N/mm ² .
GAMMA 2:	20.0 kN/m ³ .
Coefficiente empuje K1:	0.5
Coefficiente empuje K2:	0.3

Zona3:

Tipo de suelo:	Grupo 1.
% Compactación:	100%.
E3:	40.0 N/mm ² .

Zona4:

Tipo de suelo:	Grupo 2.
% Compactación:	100%.
E4:	20.0 N/mm ² .

SOBRECARGAS VERTICALES (TRÁFICO):

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

CARGAS QUE SE EMPLEARÁN EN LOS CÁLCULOS:

Cargas debidas a la tierra:

Coefficiente carga de tierras (Cz):	0.78
Coefficiente carga de tierras (Cz90):	0.71
Coefficiente (Cn):	0.0
Coefficiente (Cn90):	0.0
Carga vertical tierras (Pe):	55.18 kN/m ² .

Cargas debidas al tráfico:

DISTRIBUCIÓN DE CARGAS:

Corrección E2:

Relación B/D:	2.7735
Coefficiente ALFA _{bi} :	0.6667
Coefficiente ALFA _b :	0.8637
Coefficiente f (HF=00.00):	1.0000
Compactación Dpr:	95.0 %.

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Módulo corregido E2' (N/mm ²):	6.9098	4.6065	4.6065

Relación de rigidez:

Rigidez del tubo Sr (N/mm ²):	0.0640	0.0640	0.0311
Factor de corrección TAU:	1.4336	1.4782	1.4782
Rigidez horizontal SBH (N/mm ²):	5.9436	4.0857	4.0857
Rigidez sistema Tubo-Suelo VRB:	0.0108	0.0157	0.0076
Relación Pr. lateral-Pr. Vertical K2:	0.3000	0.3000	0.3000
Rigidez vert. relleno SBV:	6.9098	4.6065	4.6065
Coef. reacción relleno lat. K*:	1.3400	1.0225	1.1347
Coef. def. diam. vert. Cv*:	-0.0195	-0.0179	-0.0107
Relación de rigidez Vs:	0.4740	0.7780	0.6322

Valor Ch1 (2*alfa=60):	0.1026
Valor Ch2 (2*alfa=60):	-0.0658
Valor Cv1 (2*alfa=60):	-0.1053
Valor Cv2 (2*alfa=60):	0.0640

Factores de concentración:

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Descarga relativa efectiva a':	1.1578	1.7367	1.7367
Máximo factor de concentración	1.5075	1.7910	1.7910
Factor concentración LANDA _R :	0.8208	0.9825	0.9110
Factor concentración LANDA _B :	1.0597	1.0058	1.0297

Influencia de la anchura de la zanja:

Factor concentración LANDA _{RG} :	0.8941	0.9897	0.9474
--	--------	--------	--------

Factor límite del factor de concentración:

Límite superior LANDA _{f0} :	3.4675	3.4675	3.4675
Límite inferior LANDA _{fu} :	0.3032	0.3032	0.3032

CARGAS DE CÁLCULO:

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Carga vertical sobre tubo Qvt:	49.3345	54.6092	52.2773
Componente carga relleno Qh:	19.4899	18.5977	18.9921
Componente carga deformación Qh*:	39.9913	36.8229	37.7671

CÁLCULO DE ESFUERZOS:

Tipo I -> $2 \cdot \alpha = 60$

<u>Momentos (kN*m/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	1.295	-1.327	1.707
Por carga horizontal:	-0.447	0.447	-0.447
Por reacción horizontal:	-0.664	0.763	-0.664
Por peso propio:	0.019	-0.022	0.035
Por peso del agua:	0.064	-0.073	0.117
Suma de momentos:	0.266	-0.211	0.747
<u>Axiales (kN/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	1.196	-14.945	1.196
Por carga horizontal:	-5.904	0.000	-5.904
Por reacción horizontal:	-6.990	0.000	-6.990
Por peso propio:	0.057	-0.213	-0.057
Por peso del agua:	0.650	0.197	1.186
Suma de axiales:	-10.992	-14.961	-10.570

CÁLCULO DE TENSIONES Y DEFORMACIONES:

Cálculo de los factores de corrección por curvatura:

Factor ALFA_ki:	1.0358
Factor ALFA_ka:	0.9642

Cálculo de tensiones:

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

Tensión en la clave:	3.5197 N/mm ² .
Tensión en los riñones:	1.8524 N/mm ² .
Tensión en la base:	12.1060 N/mm ² .

Cálculo de deformaciones:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Variación del diámetro:	-6.0879	-6.9244	mm.
Acortamiento relativo del diámetro vertical:	1.0048	1.1429	%.

CÁLCULO DE LA ESTABILIDAD:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
<u>Carga de tierras:</u>			
Carga crítica de abolladura:	1.0227	0.7131	N/mm ² .
<u>Presión del agua exterior:</u>			
Coefficiente ALFA_d:	8.9200	10.6309	
Presión del agua extrema:	0.0000	0.0000	N/mm ² .
Valor crítico de Pa:	0.5709	0.0000	N/mm ² .

VERIFICACIÓN:

Verificación de tensión:

	<u>Coef. calculado</u>		<u>Coef. requerido</u>
	<u>Corto Plazo</u>		
NU Clave:	25.5704		2.5000
NU Riñones:	48.5848		2.5000
NU Base	7.4343		2.5000

Verificación de la estabilidad:

	<u>Coef. calculado</u>		<u>Coef. requerido</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo Plazo</u>	
NU Carga tierras:	18.7279	13.6398	2.5000
NU Presión Agua externa:	0.0000	0.0000	2.5000
NU simultáneas:	18.7279	13.6398	2.5000

Verificación de deformación:

	<u>Valor calculado</u>		<u>Valor admisible</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Acortamiento relativo:	1.0048	1.1429	6.0000

CONCLUSIÓN:

TUBO VÁLIDO.

4. CONCLUSIÓN.

Tal y como podemos observar, los colectores de PVC de 500 mm y 630 mm previstos instalar en el Proyecto de “Saneamiento y Depuración de Losar de la Vera (Cáceres)” son válidos.