

# ANEJO Nº6

## DIMENSIONAMIENTO MECÁNICO

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	Pág 3
2. DIMENSIONAMIENTO DE LA SECCIÓN.....	Pág 3
2.1 DIMENSIONAMIENTO HASTA DIÁMETRO 1000mm.....	Pág 3
2.2 DIMENSIONAMIENTO PARA DIÁMETRO SUPERIOR A 1000mm.....	Pág 5
2.3 TIPOLOGÍA DE LA ZANJA.....	Pág 5
2.4 ELEMENTOS SINGULARES.....	Pág 5
3. DIMENSIONAMIENTO DEL FIRME.....	Pág 6
ANEXO I.....	Pág 8

## 1. INTRODUCCIÓN

Una vez estudiadas las necesidades de la conducción (trazado, diámetros de tubería y cotas), se necesitan definir las características resistentes de las tuberías a utilizar, las secciones de las zanjas por las que discurrirán, el relleno a emplear y el firme.

El dimensionamiento mecánico se ha realizado mediante el programa de cálculo mecánico de tuberías de PVC compactas, realizado por el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja por en cargo de la Asociación Española de Fabricantes de Tubos y Accesorios Plásticos (AseTUB). Este software ha sido utilizado para el dimensionamiento de los conductos de diámetro menor o igual a 1000mm. Para diámetros superiores se han utilizado las secciones tipo recogidas por el Ciclo Integral del Agua que no requieren cálculo mecánico.

En lo referente a los firmes, se consultó al Exc Ayuntamiento de Sagunto los que se ejecutarían en la zona de actuación.

## 2 .DIMENSIONAMIENTO DE LA SECCIÓN

### **2.1 DIMENSIONAMIENTO PARA DIAMETRO DE HASTA 1000mm**

El software utilizado tiene la limitación del dimensionamiento hasta 1000 mm de diámetro pero su uso es muy sencillo. A través de un menú se van configurando las características de los tubos y la instalación. En el **Anexo I que se encuentra al final del documento** se pueden encontrar las comprobaciones de los casos resueltos que van desde la profundidad de 1m hasta 1.40m.

- Instalación

Las opciones elegidas han sido una conducción en zanja y tipo de seguridad de Clase A para el cálculo (caso normal en el que una fuga causaría graves daños). Se considera una probabilidad de fallo  $P_f = 0.00001$  estableciendo un valor mínimo del coef. de seguridad  $u = 2.5$ .

- Tubos y zanja

En este apartado los datos a introducir varían según el diámetro de la conducción y su posición en la red. Se debe especificar la distancia desde la clave del colector hasta la parte superior del terreno (H), el ancho de la zanja (B), diámetro nominal del tubo ( $D_n$ ) y su espesor (e).

Todos los tubos a utilizar serán de rigidez circunferencial de 4kN/m<sup>2</sup>.

**DATOS INTRODUCIDOS SEGÚN DIÁMETRO**

Dn (mm)	H (m)	B (m)	e (mm)
315	1	0,8	7,7
400	1,4	0,9	9,8
400	1	0,9	9,8
500	1	1	12,3
630	1,4	1,1	15,4
630	1	1,1	15,4
700	1,6	1,2	17,4
700	1	1,2	17,4
800	1,4	1,3	19,6
800	1	1,3	19,6
900	1,6	1,4	22
1000	1	1,5	24,5

*Tabla 1*

- Apoyo

Aquí se debe definir el tipo de apoyo, es decir si primero se realizará una cama continua de material granular compactado o si se apoyará directamente el tubo sobre el suelo natural. Además en ambos casos hay que indicar el ángulo de apoyo.

En este proyecto se ha decidido optar por el primer tipo de apoyo. ya que ayudara a lograr las pendientes; y por otro lado el ángulo seleccionado ha sido el menor posible (30º) ya que durante el proceso de ejecución es difícil asegurar la correcta ejecución de ángulos mayores. Sin embargo para los diámetros mayores el ángulo requerido ha sido de 45º.

- Relleno

El software requiere que se defina el tipo de relleno a utilizar y el tipo de instalación del mismo. Debido a que por las características de los materiales de la zona se debía realizar un aporte de tierras, se ha decidido que este material sea no cohesivo y que el relleno se realice compactándolo por capas de espesor no superior a 20cm. El peso específico material de relleno se ha considerado de 20kN/m<sup>2</sup>.

- Tipos de suelos

En este apartado se especificarán módulos de compresión para las distintas tongadas que se realicen durante la instalación.

La cama exige una compactación proctor normal 100% mientras y para el resto de tongadas se aceptará un proctor normal en 95%. Para el primer caso el módulo de compresión es de 40 N/mm<sup>2</sup> y para el segundo de 16 N/mm<sup>2</sup> (Tabla 1).

**TABLA DE MÓDULOS DE COMPRESIÓN N/MM2, COMPACTACIÓN PROCTOR NORMAL EN %**

TIPO DE SUELO	85	90	92	95	97	100
No cohesivo	2,5	6	9	16	23	40
Poco cohesivo	1,2	3	4	8	11	20
Medianamente Cohesivo	0,8	2	3	5	8	14
Cohesivos	0,6	1,5	2	4	6	10

*Tabla 2*

- Sobrecarga

Se deben definir las cargas verticales que soportará la zanja y si va a llevar algún tipo de pavimento encima, hecho que ayudaría a mejorar la resistencia del conducto. Se ha estimado una sobrecarga concentrada de 40 kN. En los cálculos no se ha incluido la pavimentación para obtener un mayor grado de seguridad.

## 2.2 DIMENSIONAMIENTO PARA DIÁMETRO SUPERIOR A 1000mm

El dimensionamiento de las conducciones para diámetro superior a 1000mm sigue las secciones tipo del Ciclo Integral del Agua de Valencia.

Para ello se utilizará el sistema “Ribloc”. Se utiliza un tubo de PVC de baja rigidez interior a modo de encofrado perdido. Se ejecuta en primer lugar una losa de hormigón en masa con anclajes para la fijación del tubo, así posteriormente se puede rellenar el resto de la zanja con hormigón para dotar de mayor resistencia a la conducción de forma que el tubo no se pueda mover durante el vertido. El hormigón que recubra la conducción deberá llevar una malla electrosoldada B-500S de diámetro 8mm 15x15. El resto de la zanja se rellenará con material granular.

## 2.3 TIPOLOGÍA DE ZANJA

En las zanjas para diámetro inferior a 1000mm se procederá a la ejecución de una cama de arena (e=10cm) para el correcto asentamiento de la conducción. Después se procederá al relleno de la zanja con material granular hasta llegar a la cota donde empezará la capa más profunda del firme.

Para garantizar la seguridad de los operarios todas las zanjas con profundidades superiores a 1,5 metros tendrán que ser entibadas. Estos elementos permitirán la ejecución de las zanjas evitando movimientos del terreno, revistiendo de esta forma todas las superficies que ofrezcan riesgos de desprendimiento por falta de estabilidad.

## 2.4 ELEMENTOS SINGULARES

### 2.4.1 ARQUETAS

Las arquetas de conexión se ubicarán junto a la fachada para recoger las aguas que procedan de los desagües interiores del edificio. Estas aguas se canalizarán hasta el pozo de registro más cercano y servirán para la conexión entre la acometida domiciliaria y la red de saneamiento. Sus dimensiones interiores deben ser de 35x35cm.

Las paredes se ejecutarán en ladrillo panal con un espesor de medio pie y la solera mediante Hormigón HM-20/P/20/IIa+Qb con un espesor de 10cm. Posteriormente se pintarán interiormente con pintura al clorocaucho.

### 2.4.2 POZOS DE REGISTRO

Los pozos de registro servirán como elementos que faciliten los cambios de dirección de la red, el cambio de sección, las incorporaciones de otros colectores acometidas o imbornales y la limpieza del colector. Debido a que la distancia entre estos pozos de registro en ocasiones es superior a 75 metros de separación, se procederá a ejecutar otros pozos intermedios para conseguir cumplir esta condición. De esta forma en caso de fallos de la red en el futuro se dispondrá de un mayor número de puntos de acceso.

En estos últimos pozos, las conducciones serán pasantes sin interrumpir la tubería.

Encontramos así, dos tipos de pozos: unos que se utilizan para los entronques de la red, cambios de sección y limpieza de la red; y los segundos serán solo en caso de mal funcionamiento del sistema para su limpieza y mantenimiento.

### 2.4.3 IMBORNALES

Las obras de recogida de aguas pluviales deben situarse en puntos de vial o calzada que recojan de la manera más eficiente y rápida las aguas pluviales de escorrentía.

Las bocas de imbornal se encontrarán protegidas mediante rejas de fundición. Éstas serán practicables para poder realizar las tareas de mantenimiento.

## 3. FIRME

Para el correcto dimensionamiento de la sección es necesario conocer las cargas que tendrá que soportar en un futuro debido al tráfico.

El firme de la zona de actuación queda definido en función de la acción del tráfico pesado, para ello el Exc. Ayuntamiento de Sagunto ha proporcionado los datos del firme que se ejecutará tras las obras de la ejecución de la red de saneamiento. Este firme ha sido el empleado en el cálculo mecánico además de ser necesario a la hora del relleno a realizar en la zanja.

El firme de diseño está estructurado en una subbase de zahorra artificial de 25cm de espesor, base de zahorra artificial de 25cm de espesor y una capa de aglomerado asfáltico de 10cm de espesor. (Fig 1).

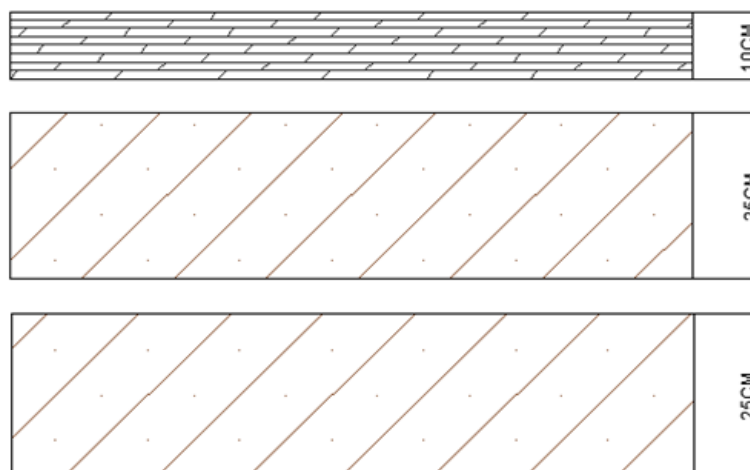


Fig 1

# ANEXO I

## COMPROBACIONES MECÁNICAS

## Diámetro 315 profundidad 1.00m

### Programa ASETUB PVC Versión 2.1

#### Informe de resultados de cálculo mecánico

Datos sobre el informe: Informe número 01

Fecha: A la atención de D./Dña.

Empresa/entidad :

Dirección :

Ciudad :

Teléfono/Fax :

Correo electrónico:

Referencia de la obra :

#### RESULTADO DEL CÁLCULO MECÁNICO: **INSTALACIÓN VÁLIDA**

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

Coeficiente de seguridad empleado en el cálculo: 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 = 315 mm

Espesor: e=7.7 mm

Diámetro interior: di= 299.6 mm

Radio medio: Rm= 153.65 mm

Módulo de elasticidad: Et(lp)=1750 N/mm<sup>2</sup> , Et(cp)=3600 N/mm<sup>2</sup>

Peso específico: P.esp.=14 kN/m<sup>3</sup>

Esfuerzo tang. máximo: Sigma-t(lp)= 50 N/mm<sup>2</sup> , Sigma-t(cp)=90 N/mm<sup>2</sup>

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=0.8 m

Ángulo de inclinacion de la zanja: Beta=º

Apoyo sobre material granular compactado (Tipo A)

Ángulo de apoyo: 2alfa=60º

Tipo de relleno: No cohesivo

Tipo de suelo: No cohesivo

Relleno de la zanja con compactado posterior

Peso específico de la tierra de relleno: Y1=20 kN/m<sup>3</sup>

Módulos de compresión del relleno: E1=16 N/mm<sup>2</sup> E2= 16 N/mm<sup>2</sup>

Módulos de compresión del terreno: E3=16 N/mm<sup>2</sup> E4= 40 N/mm<sup>2</sup>

Sobrecargas concentradas debidas a tráfico: MEDIO (<39t)

Número de ejes de los vehículos: 2

Distancia entre ruedas: a=2 m

Distancia entre ejes: b=3 m

Sobrecarga concentrada: Pc=65 kN

Sobrecarga repartida: Pd= kN

Altura 1ª capa de pavimentación: h1=0.10 m

Altura 2ª capa de pavimetación:  $h_2 = m$

Módulos de compresión de las capas:  $E_{f1} = 13000 \text{ N/mm}^2$   $E_{f2} = \text{N/mm}^2$

## Programa ASETUB PVC Versión 2.1

### Informe de resultados de cálculo mecánico

#### 2. Determinación de las acciones sobre el tubo

##### 2.1. Presión vertical de las tierras.

Debida a las tierras:  $q_v = 16,45428 \text{ kN/m}^2$

Debida a sobrecargas concentradas:  $P_{vc} = 11,1806 \text{ kN/m}^2$

Debida a sobrecargas repartidas:  $P_{vr} = 0 \text{ kN/m}^2$

Presión vertical total sobre el tubo:  $q_{vt} = 27,63487 \text{ kN/m}^2$

##### 2.2. Presión lateral de las tierras

Reacción máxima lateral del suelo

a la altura del centro del tubo:  $q_{ht} = 11,41451 \text{ kN/m}^2$

##### 2.3. Deformación Relativa: $dv = 0,84875 \%$ --ADMISIBLE: cumple $\leq 5\%$

##### 2.4. Momento flector total (M)

En Clave:  $M(\text{Clave}) = 0,09464 \text{ kN m/m}$

En Riñones:  $M(\text{Riñones}) = -0,09337 \text{ kN m/m}$

En Base:  $M(\text{Base}) = 0,1619 \text{ kN m/m}$

##### 2.5. Fuerza axil total (N)

En Clave:  $N(\text{Clave}) = -1,7449 \text{ kN m/m}$

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

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

##### 2.6. Esfuerzos tangenciales máximos.

En Clave:  $9,49421 \text{ kN/mm}^2$

En Riñones:  $-9,8397 \text{ kN/mm}^2$

En Base:  $16,43134 \text{ kN/mm}^2$

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

En Clave:  $5,26637$  --ADMISIBLE: cumple  $> 2.5$

En Riñones:  $5,08146$  --ADMISIBLE: cumple  $> 2.5$

En Base:  $3,04296$  --ADMISIBLE: cumple  $> 2.5$

##### 2.8. Estabilidad (Coeficientes de seguridad al aplastamiento).

Debido al terreno:  $30,37902$  --ADMISIBLE: cumple  $> 2.5$

Debido a la presión ext. de agua :  $213,59732$  --ADMISIBLE: cumple  $> 2.5$

Debido al terreno y al agua:  $26,59634$  --ADMISIBLE: cumple  $> 2.5$

### Diámetro 400 profundidad 1.40m

## Programa ASETUB PVC Versión 2.1

### Informe de resultados de cálculo mecánico

Datos sobre el informe: Informe número: 02

Fecha:

A la atención de D./Dña. :

Empresa/entidad :

Dirección :

Ciudad :

Teléfono/Fax :  
 Correo electrónico:  
 Referencia de la obra :

## RESULTADO DEL CÁLCULO MECÁNICO: **INSTALACIÓN VÁLIDA**

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

Coefficiente de seguridad empleado en el cálculo: 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=9.8 mm

Diámetro interior: di= 380.4 mm

Radio medio: Rm= 195.1 mm

Módulo de elasticidad: Et(lp)=1750 N/mm<sup>2</sup> , Et(cp)=3600 N/mm<sup>2</sup>

Peso específico: P.esp.=14 kN/m<sup>3</sup>

Esfuerzo tang. máximo: Sigma-t(lp)= 50 N/mm<sup>2</sup> , Sigma-t(cp)=90 N/mm<sup>2</sup>

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=1.4 m

Anchura de la zanja: B1=0.9 m

Ángulo de inclinacion de la zanja: Beta=º

Apoyo sobre material granular compactado (Tipo A)

Ángulo de apoyo: 2alfa=60º

Tipo de relleno: No cohesivo

Tipo de suelo: No cohesivo

Relleno de la zanja con compactado posterior

Peso especifico de la tierra de relleno: Y1=20 kN/m<sup>3</sup>

Módulos de compresión del relleno: E1=16 N/mm<sup>2</sup> E2= 16 N/mm<sup>2</sup>

Módulos de compresión del terreno: E3=16 N/mm<sup>2</sup> E4= 40 N/mm<sup>2</sup>

Sobrecargas concentradas debidas a tráfico: MEDIO (<39t)

Número de ejes de los vehículos: 2

Distancia entre ruedas: a=2 m

Distancia entre ejes: b=3 m

Sobrecarga concentrada: Pc=65 kN

Sobrecarga repartida: Pd= kN

Altura 1ª capa de pavimentación: h1=0.10 m

Altura 2ª capa de pavimetación: h2= m

Módulos de compresión de las capas: Ef1=13000 N/mm<sup>2</sup> Ef2= N/mm<sup>2</sup>

## Programa ASETUB PVC Versión 2.1

### Informe de resultados de cálculo mecánico

#### 2. Determinación de las acciones sobre el tubo

##### 2.1. Presión vertical de las tierras.

Debida a las tierras:  $q_v=23,93775 \text{ kN/m}^2$

Debida a sobrecargas concentradas:  $P_{vc}=9,18558 \text{ kN/m}^2$

Debida a sobrecargas repartidas:  $P_{vr}=0 \text{ kN/m}^2$

Presión vertical total sobre el tubo:  $q_{vt}=33,12333 \text{ kN/m}^2$

##### 2.2. Presión lateral de las tierras

Reacción máxima lateral del suelo

a la altura del centro del tubo:  $q_{ht}=17,32768 \text{ kN/m}^2$

##### 2.3. Deformación Relativa: $dv=0,931 \%$ --ADMISIBLE: cumple $\leq 5\%$

##### 2.4. Momento flector total (M)

En Clave:  $M(\text{Clave})=0,14166 \text{ kN m/m}$

En Riñones:  $M(\text{Riñones})=-0,13565 \text{ kN m/m}$

En Base:  $M(\text{Base})=0,27257 \text{ kN m/m}$

##### 2.5. Fuerza axil total (N)

En Clave:  $N(\text{Clave})=-3,39174 \text{ kN m/m}$

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

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

##### 2.6. Esfuerzos tangenciales máximos.

En Clave:  $8,63201 \text{ kN/mm}^2$

En Riñones:  $-8,98785 \text{ kN/mm}^2$

En Base:  $16,96765 \text{ kN/mm}^2$

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

En Clave:  $5,79239$  --ADMISIBLE: cumple  $>2.5$

En Riñones:  $5,56307$  --ADMISIBLE: cumple  $>2.5$

En Base:  $2,94678$  --ADMISIBLE: cumple  $>2.5$

##### 2.8. Estabilidad (Coeficientes de seguridad al aplastamiento).

Debido al terreno:  $25,43391$  --ADMISIBLE: cumple  $>2.5$

Debido a la presión ext. de agua :  $169,15001$  --ADMISIBLE: cumple  $>2.5$

Debido al terreno y al agua:  $22,10947$  --ADMISIBLE: cumple  $>2.5$

### Diámetro 400 profundidad 1.00m

## Programa ASETUB PVC Versión 2.1

### Informe de resultados de cálculo mecánico

Datos sobre el informe: Informe número: 03

Fecha:

A la atención de D./Dña. :

Empresa/entidad :

Dirección :

Ciudad :

Teléfono/Fax :

Correo electrónico:

Referencia de la obra :

## RESULTADO DEL CÁLCULO MECÁNICO: **INSTALACIÓN VÁLIDA**

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

Coefficiente de seguridad empleado en el cálculo: 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=9.8 mm

Diámetro interior: di= 380.4 mm

Radio medio: Rm= 195.1 mm

Módulo de elasticidad: Et(lp)=1750 N/mm<sup>2</sup> , Et(cp)=3600 N/mm<sup>2</sup>

Peso específico: P.esp.=14 kN/m<sup>3</sup>

Esfuerzo tang. máximo: Sigma-t(lp)= 50 N/mm<sup>2</sup> , Sigma-t(cp)=90 N/mm<sup>2</sup>

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=0.9 m

Ángulo de inclinacion de la zanja: Beta=º

Apoyo sobre material granular compactado (Tipo A)

Ángulo de apoyo: 2alfa=60º

Tipo de relleno: No cohesivo

Tipo de suelo: No cohesivo

Relleno de la zanja con compactado posterior

Peso especifico de la tierra de relleno: Y1=20 kN/m<sup>3</sup>

Módulos de compresión del relleno: E1=16 N/mm<sup>2</sup> E2= 16 N/mm<sup>2</sup>

Módulos de compresión del terreno: E3=16 N/mm<sup>2</sup> E4= 40 N/mm<sup>2</sup>

Sobrecargas concentradas debidas a tráfico: MEDIO (<39t)

Número de ejes de los vehículos: 2

Distancia entre ruedas: a=2 m

Distancia entre ejes: b=3 m

Sobrecarga concentrada: Pc=65 kN

Sobrecarga repartida: Pd= kN

Altura 1ª capa de pavimentación: h1=0.10 m

Altura 2ª capa de pavimetación: h2= m

Módulos de compresión de las capas: Ef1=13000 N/mm<sup>2</sup> Ef2= N/mm<sup>2</sup>

## Programa ASETUB PVC Versión 2.1

### Informe de resultados de cálculo mecánico

### 2. Determinación de las acciones sobre el tubo

#### 2.1. Presión vertical de las tierras.

Debida a las tierras: qv=17,20709 kN/m<sup>2</sup>

Debida a sobrecargas concentradas: Pvc=11,16074 kN/m<sup>2</sup>

Debida a sobrecargas repartidas:  $P_{vr}=0 \text{ kN/m}^2$

Presión vertical total sobre el tubo:  $q_{vt}=28,36784 \text{ kN/m}^2$

## 2.2. Presión lateral de las tierras

Reacción máxima lateral del suelo

a la altura del centro del tubo:  $q_{ht}=12,59428 \text{ kN/m}^2$

2.3. Deformación Relativa:  $dv=0,87912 \%$  --ADMISIBLE: cumple  $\leq 5\%$

## 2.4. Momento flector total (M)

En Clave:  $M \text{ (Clave)}=0,15682 \text{ kN m/m}$

En Riñones:  $M \text{ (Riñones)}=-0,1544 \text{ kN m/m}$

En Base:  $M \text{ (Base)}=0,27126 \text{ kN m/m}$

## 2.5. Fuerza axil total (N)

En Clave:  $N \text{ (Clave)}=-2,22955 \text{ kN m/m}$

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

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

## 2.6. Esfuerzos tangenciales máximos.

En Clave:  $9,71343 \text{ kN/mm}^2$

En Riñones:  $-10,04528 \text{ kN/mm}^2$

En Base:  $17,00276 \text{ kN/mm}^2$

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

En Clave:  $5,14751$  --ADMISIBLE: cumple  $>2.5$

En Riñones:  $4,97746$  --ADMISIBLE: cumple  $>2.5$

En Base:  $2,9407$  --ADMISIBLE: cumple  $>2.5$

## 2.8. Estabilidad (Coeficientes de seguridad al aplastamiento).

Debido al terreno:  $29,69758$  --ADMISIBLE: cumple  $>2.5$

Debido a la presión ext. de agua :  $169,15001$  --ADMISIBLE: cumple  $>2.5$

Debido al terreno y al agua:  $25,26229$  --ADMISIBLE: cumple  $>2.5$

## Diámetro 500 profundidad 1.00m

# Programa ASETUB PVC Versión 2.1

## Informe de resultados de cálculo mecánico

Datos sobre el informe: Informe número: 04

Fecha:

A la atención de D./Dña. :

Empresa/entidad :

Dirección :

Ciudad :

Teléfono/Fax :

Correo electrónico:

Referencia de la obra :

**RESULTADO DEL CÁLCULO MECÁNICO: INSTALACIÓN VÁLIDA**

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

Coeficiente de seguridad empleado en el cálculo: 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:  $e = 12.3$  mm

Diámetro interior:  $d_i = 475.4$  mm

Radio medio:  $R_m = 243.85$  mm

Módulo de elasticidad:  $E_t(l_p) = 1750$  N/mm<sup>2</sup>,  $E_t(c_p) = 3600$  N/mm<sup>2</sup>

Peso específico:  $P_{esp} = 14$  kN/m<sup>3</sup>

Esfuerzo tang. máximo:  $\sigma_t(l_p) = 50$  N/mm<sup>2</sup>,  $\sigma_t(c_p) = 90$  N/mm<sup>2</sup>

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:  $B_1 = 1$  m

Ángulo de inclinación de la zanja:  $\beta = 0^\circ$

Apoyo sobre material granular compactado (Tipo A)

Ángulo de apoyo:  $\alpha = 60^\circ$

Tipo de relleno: No cohesivo

Tipo de suelo: No cohesivo

Relleno de la zanja con compactado posterior

Peso específico de la tierra de relleno:  $\gamma_1 = 20$  kN/m<sup>3</sup>

Módulos de compresión del relleno:  $E_1 = 16$  N/mm<sup>2</sup>  $E_2 = 16$  N/mm<sup>2</sup>

Módulos de compresión del terreno:  $E_3 = 16$  N/mm<sup>2</sup>  $E_4 = 40$  N/mm<sup>2</sup>

Sobrecargas concentradas debidas a tráfico: MEDIO ( $< 39t$ )

Número de ejes de los vehículos: 2

Distancia entre ruedas:  $a = 2$  m

Distancia entre ejes:  $b = 3$  m

Sobrecarga concentrada:  $P_c = 65$  kN

Sobrecarga repartida:  $P_d =$  kN

Altura 1ª capa de pavimentación:  $h_1 = 0.10$  m

Altura 2ª capa de pavimetación:  $h_2 =$  m

Módulos de compresión de las capas:  $E_{f1} = 13000$  N/mm<sup>2</sup>  $E_{f2} =$  N/mm<sup>2</sup>

## Programa ASETUB PVC Versión 2.1

### Informe de resultados de cálculo mecánico

#### **2. Determinación de las acciones sobre el tubo**

##### **2.1. Presión vertical de las tierras.**

Debida a las tierras:  $q_v = 17,84508$  kN/m<sup>2</sup>

Debida a sobrecargas concentradas:  $P_{vc} = 11,13167$  kN/m<sup>2</sup>

Debida a sobrecargas repartidas:  $P_{vr} = 0$  kN/m<sup>2</sup>

Presión vertical total sobre el tubo:  $q_{vt} = 28,97676$  kN/m<sup>2</sup>

##### **2.2. Presión lateral de las tierras**

Reacción máxima lateral del suelo

a la altura del centro del tubo:  $q_{ht} = 13,60405$  kN/m<sup>2</sup>

##### **2.3. Deformación Relativa: $d_v = 0,90047$ % --ADMISIBLE: cumple $\leq 5$ %**

##### **2.4. Momento flector total (M)**

En Clave:  $M(\text{Clave}) = 0,25254$  kN m/m

En Riñones:  $M(\text{Riñones}) = -0,24855$  kN m/m

En Base:  $M \text{ (Base)}=0,44093 \text{ kN m/m}$

### 2.5. Fuerza axil total (N)

En Clave:  $N \text{ (Clave)}=-2,75907 \text{ kN m/m}$

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

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

### 2.6. Esfuerzos tangenciales máximos.

En Clave:  $9,93407 \text{ kN/mm}^2$

En Riñones:  $-10,26091 \text{ kN/mm}^2$

En Base:  $17,55654 \text{ kN/mm}^2$

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

En Clave:  $5,03318$  --ADMISIBLE: cumple  $>2.5$

En Riñones:  $4,87286$  --ADMISIBLE: cumple  $>2.5$

En Base:  $2,84794$  --ADMISIBLE: cumple  $>2.5$

### 2.8. Estabilidad (Coeficientes de seguridad al aplastamiento).

Debido al terreno:  $29,25619$  --ADMISIBLE: cumple  $>2.5$

Debido a la presión ext. de agua :  $136,6824$  --ADMISIBLE: cumple  $>2.5$

Debido al terreno y al agua:  $24,09811$  --ADMISIBLE: cumple  $>2.5$

## Diámetro 630 profundidad 1.40m

## Programa ASETUB PVC Versión 2.1

### Informe de resultados de cálculo mecánico

Datos sobre el informe: Informe número: 05

Fecha:

A la atención de D./Dña. :

Empresa/entidad :

Dirección :

Ciudad :

Teléfono/Fax :

Correo electrónico:

Referencia de la obra :

**RESULTADO DEL CÁLCULO MECÁNICO: INSTALACIÓN VÁLIDA**

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

Coeficiente de seguridad empleado en el cálculo: 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:  $D_n = 630 \text{ mm}$

Espesor:  $e=15.4 \text{ mm}$

Diámetro interior:  $d_i= 599.2 \text{ mm}$

Radio medio:  $R_m= 307.3 \text{ mm}$

Módulo de elasticidad:  $E_t(I_p)=1750 \text{ N/mm}^2$  ,  $E_t(cp)=3600 \text{ N/mm}^2$

Peso específico:  $P.\text{esp.}=14 \text{ kN/m}^3$

Esfuerzo tang. máximo:  $\sigma_t(l_p) = 50 \text{ N/mm}^2$ ,  $\sigma_t(c_p) = 90 \text{ N/mm}^2$

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

Presión agua interior:  $P_i = \text{bar}$

Presión agua exterior:  $P_e = 0 \text{ bar}$

Altura de la zanja:  $H_1 = 1.4 \text{ m}$

Anchura de la zanja:  $B_1 = 1.1 \text{ m}$

Ángulo de inclinación de la zanja:  $\beta = 90^\circ$

Apoyo sobre material granular compactado (Tipo A)

Ángulo de apoyo:  $\alpha = 60^\circ$

Tipo de relleno: No cohesivo

Tipo de suelo: No cohesivo

Relleno de la zanja con compactado posterior

Peso específico de la tierra de relleno:  $\gamma_1 = 20 \text{ kN/m}^3$

Módulos de compresión del relleno:  $E_1 = 16 \text{ N/mm}^2$   $E_2 = 16 \text{ N/mm}^2$

Módulos de compresión del terreno:  $E_3 = 16 \text{ N/mm}^2$   $E_4 = 40 \text{ N/mm}^2$

Sobrecargas concentradas debidas a tráfico: MEDIO ( $< 39t$ )

Número de ejes de los vehículos: 2

Distancia entre ruedas:  $a = 2 \text{ m}$

Distancia entre ejes:  $b = 3 \text{ m}$

Sobrecarga concentrada:  $P_c = 65 \text{ kN}$

Sobrecarga repartida:  $P_d = \text{kN}$

Altura 1ª capa de pavimentación:  $h_1 = 0.10 \text{ m}$

Altura 2ª capa de pavimentación:  $h_2 = \text{m}$

Módulos de compresión de las capas:  $E_{f1} = 13000 \text{ N/mm}^2$   $E_{f2} = \text{N/mm}^2$

## Programa ASETUB PVC Versión 2.1

### Informe de resultados de cálculo mecánico

#### 2. Determinación de las acciones sobre el tubo

##### 2.1. Presión vertical de las tierras.

Debida a las tierras:  $q_v = 25,69911 \text{ kN/m}^2$

Debida a sobrecargas concentradas:  $P_{vc} = 9,14505 \text{ kN/m}^2$

Debida a sobrecargas repartidas:  $P_{vr} = 0 \text{ kN/m}^2$

Presión vertical total sobre el tubo:  $q_{vt} = 34,84416 \text{ kN/m}^2$

##### 2.2. Presión lateral de las tierras

Reacción máxima lateral del suelo

a la altura del centro del tubo:  $q_{ht} = 20,10037 \text{ kN/m}^2$

##### 2.3. Deformación Relativa: $d_v = 1,01642 \%$ --ADMISIBLE: cumple $\leq 5\%$

##### 2.4. Momento flector total (M)

En Clave:  $M(\text{Clave}) = 0,37977 \text{ kN m/m}$

En Riñones:  $M(\text{Riñones}) = -0,36313 \text{ kN m/m}$

En Base:  $M(\text{Base}) = 0,74238 \text{ kN m/m}$

##### 2.5. Fuerza axil total (N)

En Clave:  $N(\text{Clave}) = -5,33585 \text{ kN m/m}$

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

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

##### 2.6. Esfuerzos tangenciales máximos.

En Clave:  $9,38962 \text{ kN/mm}^2$

En Riñones:  $-9,72239 \text{ kN/mm}^2$

En Base:  $18,74902 \text{ kN/mm}^2$

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

En Clave:  $5,32503$  --ADMISIBLE: cumple  $> 2.5$

En Riñones: 5,14277 --ADMISIBLE: cumple >2.5

En Base: 2,66681 --ADMISIBLE: cumple >2.5

## 2.8. Estabilidad (Coeficientes de seguridad al aplastamiento).

Debido al terreno: 24,09358 --ADMISIBLE: cumple >2.5

Debido a la presión ext. de agua :106,79866 --ADMISIBLE: cumple >2.5

Debido al terreno y al agua: 19,65863 --ADMISIBLE: cumple >2.5

## Diámetro 630 profundidad 1.00m

# Programa ASETUB PVC Versión 2.1

## Informe de resultados de cálculo mecánico

Datos sobre el informe: Informe número: 06

Fecha:

A la atención de D./Dña. :

Empresa/entidad :

Dirección :

Ciudad :

Teléfono/Fax :

Correo electrónico:

Referencia de la obra :

## RESULTADO DEL CÁLCULO MECÁNICO: **INSTALACIÓN VÁLIDA**

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

Coeficiente de seguridad empleado en el cálculo: 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 = 630 mm

Espesor: e=15.4 mm

Diámetro interior: di= 599.2 mm

Radio medio: Rm= 307.3 mm

Módulo de elasticidad: Et(lp)=1750 N/mm<sup>2</sup> , Et(cp)=3600 N/mm<sup>2</sup>

Peso específico: P.esp.=14 kN/m<sup>3</sup>

Esfuerzo tang. máximo: Sigma-t(lp)= 50 N/mm<sup>2</sup> , Sigma-t(cp)=90 N/mm<sup>2</sup>

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=º

Apoyo sobre material granular compactado (Tipo A)

Ángulo de apoyo: 2alfa=60º

Tipo de relleno: No cohesivo

Tipo de suelo: No cohesivo

Relleno de la zanja con compactado posterior

Peso específico de la tierra de relleno:  $\gamma_1=20 \text{ kN/m}^3$   
 Módulos de compresión del relleno:  $E_1=16 \text{ N/mm}^2$   $E_2= 16 \text{ N/mm}^2$   
 Módulos de compresión del terreno:  $E_3=16 \text{ N/mm}^2$   $E_4= 40 \text{ N/mm}^2$   
 Sobrecargas concentradas debidas a tráfico: MEDIO (<39t)  
 Número de ejes de los vehículos: 2  
 Distancia entre ruedas:  $a=2 \text{ m}$   
 Distancia entre ejes:  $b=3 \text{ m}$   
 Sobrecarga concentrada:  $P_c=65 \text{ kN}$   
 Sobrecarga repartida:  $P_d= \text{ kN}$   
 Altura 1ª capa de pavimentación:  $h_1=0.10 \text{ m}$   
 Altura 2ª capa de pavimetación:  $h_2= \text{ m}$   
 Módulos de compresión de las capas:  $E_{f1}=13000 \text{ N/mm}^2$   $E_{f2}= \text{ N/mm}^2$

## Programa ASETUB PVC Versión 2.1

### Informe de resultados de cálculo mecánico

#### 2. Determinación de las acciones sobre el tubo

##### 2.1. Presión vertical de las tierras.

Debida a las tierras:  $q_v=18,44638 \text{ kN/m}^2$   
 Debida a sobrecargas concentradas:  $P_{vc}=11,08486 \text{ kN/m}^2$   
 Debida a sobrecargas repartidas:  $P_{vr}=0 \text{ kN/m}^2$   
 Presión vertical total sobre el tubo:  $q_{vt}=29,53124 \text{ kN/m}^2$

##### 2.2. Presión lateral de las tierras

Reacción máxima lateral del suelo  
 a la altura del centro del tubo:  $q_{ht}=14,5666 \text{ kN/m}^2$

##### 2.3. Deformación Relativa: $dv=0,93876 \%$ --ADMISIBLE: cumple $\leq 5\%$

##### 2.4. Momento flector total (M)

En Clave:  $M(\text{Clave})=0,41587 \text{ kN m/m}$   
 En Riñones:  $M(\text{Riñones})=-0,40983 \text{ kN m/m}$   
 En Base:  $M(\text{Base})=0,73282 \text{ kN m/m}$

##### 2.5. Fuerza axil total (N)

En Clave:  $N(\text{Clave})=-3,37877 \text{ kN m/m}$   
 En Riñones:  $N(\text{Riñones})= \text{ kN m/m}$   
 En Base:  $N(\text{Base})= \text{ kN m/m}$

##### 2.6. Esfuerzos tangenciales máximos.

En Clave:  $10,44527 \text{ kN/mm}^2$   
 En Riñones:  $-10,77806 \text{ kN/mm}^2$   
 En Base:  $18,6303 \text{ kN/mm}^2$

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

En Clave:  $4,78685$  --ADMISIBLE: cumple  $>2.5$   
 En Riñones:  $4,63905$  --ADMISIBLE: cumple  $>2.5$   
 En Base:  $2,6838$  --ADMISIBLE: cumple  $>2.5$

##### 2.8. Estabilidad (Coeficientes de seguridad al aplastamiento).

Debido al terreno:  $28,42822$  --ADMISIBLE: cumple  $>2.5$   
 Debido a la presión ext. de agua :  $106,79866$  --ADMISIBLE: cumple  $>2.5$   
 Debido al terreno y al agua:  $22,45186$  --ADMISIBLE: cumple  $>2.5$

## Diámetro 710 profundidad 1.60m

### Programa ASETUB PVC Versión 2.1

#### Informe de resultados de cálculo mecánico

Datos sobre el informe: Informe número: 07

Fecha:

A la atención de D./Dña. :

Empresa/entidad :

Dirección :

Ciudad :

Teléfono/Fax :

Correo electrónico:

Referencia de la obra :

#### RESULTADO DEL CÁLCULO MECÁNICO: **INSTALACIÓN VÁLIDA**

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

Coeficiente de seguridad empleado en el cálculo: 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 = 710 mm

Espesor: e=17.4 mm

Diámetro interior: di= 675.2 mm

Radio medio: Rm= 346.3 mm

Módulo de elasticidad: Et(lp)=1750 N/mm<sup>2</sup> , Et(cp)=3600 N/mm<sup>2</sup>

Peso específico: P.esp.=14 kN/m<sup>3</sup>

Esfuerzo tang. máximo: Sigma-t(lp)= 50 N/mm<sup>2</sup> , Sigma-t(cp)=90 N/mm<sup>2</sup>

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=1.6 m

Anchura de la zanja: B1=1.2 m

Ángulo de inclinacion de la zanja: Beta=º

Apoyo sobre material granular compactado (Tipo A)

Ángulo de apoyo: 2alfa=60º

Tipo de relleno: No cohesivo

Tipo de suelo: No cohesivo

Relleno de la zanja con compactado posterior

Peso especifico de la tierra de relleno: Y1=20 kN/m<sup>3</sup>

Módulos de compresión del relleno: E1=16 N/mm<sup>2</sup> E2= 16 N/mm<sup>2</sup>

Módulos de compresión del terreno: E3=16 N/mm<sup>2</sup> E4= 40 N/mm<sup>2</sup>

Sobrecargas concentradas debidas a tráfico: MEDIO (<39t)

Número de ejes de los vehículos: 2

Distancia entre ruedas: a=2 m

Distancia entre ejes: b=3 m

Sobrecarga concentrada: Pc=65 kN

Sobrecarga repartida:  $P_d = \text{kN}$

Altura 1ª capa de pavimentación:  $h_1 = 0.10 \text{ m}$

Altura 2ª capa de pavimetación:  $h_2 = \text{m}$

Módulos de compresión de las capas:  $E_{f1} = 13000 \text{ N/mm}^2$   $E_{f2} = \text{N/mm}^2$

## Programa ASETUB PVC Versión 2.1

### Informe de resultados de cálculo mecánico

#### 2. Determinación de las acciones sobre el tubo

##### 2.1. Presión vertical de las tierras.

Debida a las tierras:  $q_v = 29,56834 \text{ kN/m}^2$

Debida a sobrecargas concentradas:  $P_{vc} = 8,40379 \text{ kN/m}^2$

Debida a sobrecargas repartidas:  $P_{vr} = 0 \text{ kN/m}^2$

Presión vertical total sobre el tubo:  $q_{vt} = 37,97213 \text{ kN/m}^2$

##### 2.2. Presión lateral de las tierras

Reacción máxima lateral del suelo

a la altura del centro del tubo:  $q_{ht} = 23,26739 \text{ kN/m}^2$

##### 2.3. Deformación Relativa: $d_v = 1,07208 \%$ --ADMISIBLE: cumple $\leq 5\%$

##### 2.4. Momento flector total (M)

En Clave:  $M (\text{Clave}) = 0,47983 \text{ kN m/m}$

En Riñones:  $M (\text{Riñones}) = -0,45295 \text{ kN m/m}$

En Base:  $M (\text{Base}) = 0,98467 \text{ kN m/m}$

##### 2.5. Fuerza axil total (N)

En Clave:  $N (\text{Clave}) = -7,00366 \text{ kN m/m}$

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

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

##### 2.6. Esfuerzos tangenciales máximos.

En Clave:  $9,22966 \text{ kN/mm}^2$

En Riñones:  $-9,57457 \text{ kN/mm}^2$

En Base:  $19,43827 \text{ kN/mm}^2$

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

En Clave:  $5,41732$  --ADMISIBLE: cumple  $> 2.5$

En Riñones:  $5,22217$  --ADMISIBLE: cumple  $> 2.5$

En Base:  $2,57225$  --ADMISIBLE: cumple  $> 2.5$

##### 2.8. Estabilidad (Coeficientes de seguridad al aplastamiento).

Debido al terreno:  $22,19597$  --ADMISIBLE: cumple  $> 2.5$

Debido a la presión ext. de agua:  $95,36317$  --ADMISIBLE: cumple  $> 2.5$

Debido al terreno y al agua:  $18,00522$  --ADMISIBLE: cumple  $> 2.5$

### Diámetro 710 profundidad 1.00m

## Programa ASETUB PVC Versión 2.1

### Informe de resultados de cálculo mecánico

Datos sobre el informe: Informe número: 08

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

## RESULTADO DEL CÁLCULO MECÁNICO: **INSTALACIÓN VÁLIDA**

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

Coefficiente de seguridad empleado en el cálculo: 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 = 710 mm

Espesor: e=17.4 mm

Diámetro interior: di= 675.2 mm

Radio medio: Rm= 346.3 mm

Módulo de elasticidad: Et(lp)=1750 N/mm<sup>2</sup> , Et(cp)=3600 N/mm<sup>2</sup>

Peso específico: P.esp.=14 kN/m<sup>3</sup>

Esfuerzo tang. máximo: Sigma-t(lp)= 50 N/mm<sup>2</sup> , Sigma-t(cp)=90 N/mm<sup>2</sup>

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=1.2 m

Ángulo de inclinacion de la zanja: Beta=°

Apoyo sobre material granular compactado (Tipo A)

Ángulo de apoyo: 2alfa=60°

Tipo de relleno: No cohesivo

Tipo de suelo: No cohesivo

Relleno de la zanja con compactado posterior

Peso específico de la tierra de relleno: Y1=20 kN/m<sup>3</sup>

Módulos de compresión del relleno: E1=16 N/mm<sup>2</sup> E2= 16 N/mm<sup>2</sup>

Módulos de compresión del terreno: E3=16 N/mm<sup>2</sup> E4= 40 N/mm<sup>2</sup>

Sobrecargas concentradas debidas a tráfico: MEDIO (<39t)

Número de ejes de los vehículos: 2

Distancia entre ruedas: a=2 m

Distancia entre ejes: b=3 m

Sobrecarga concentrada: Pc=65 kN

Sobrecarga repartida: Pd= kN

Altura 1ª capa de pavimentación: h1=0.15 m

Altura 2ª capa de pavimetación: h2= m

Módulos de compresión de las capas: Ef1=13000 N/mm<sup>2</sup> Ef2= N/mm<sup>2</sup>

## Programa ASETUB PVC Versión 2.1

### Informe de resultados de cálculo mecánico

#### 2. Determinación de las acciones sobre el tubo

##### 2.1. Presión vertical de las tierras.

Debida a las tierras:  $q_v=18,60066 \text{ kN/m}^2$

Debida a sobrecargas concentradas:  $P_{vc}=11,05115 \text{ kN/m}^2$

Debida a sobrecargas repartidas:  $P_{vr}=0 \text{ kN/m}^2$

Presión vertical total sobre el tubo:  $q_{vt}=29,65182 \text{ kN/m}^2$

##### 2.2. Presión lateral de las tierras

Reacción máxima lateral del suelo

a la altura del centro del tubo:  $q_{ht}=14,83035 \text{ kN/m}^2$

##### 2.3. Deformación Relativa: $dv=0,94026 \%$ --ADMISIBLE: cumple $\leq 5\%$

##### 2.4. Momento flector total (M)

En Clave:  $M(\text{Clave})=0,53944 \text{ kN m/m}$

En Riñones:  $M(\text{Riñones})=-0,53289 \text{ kN m/m}$

En Base:  $M(\text{Base})=0,95348 \text{ kN m/m}$

##### 2.5. Fuerza axil total (N)

En Clave:  $N(\text{Clave})=-3,67888 \text{ kN m/m}$

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

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

##### 2.6. Esfuerzos tangenciales máximos.

En Clave:  $10,62188 \text{ kN/mm}^2$

En Riñones:  $-10,96677 \text{ kN/mm}^2$

En Base:  $19,0009 \text{ kN/mm}^2$

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

En Clave:  $4,70726$  --ADMISIBLE: cumple  $>2.5$

En Riñones:  $4,55923$  --ADMISIBLE: cumple  $>2.5$

En Base:  $2,63145$  --ADMISIBLE: cumple  $>2.5$

##### 2.8. Estabilidad (Coeficientes de seguridad al aplastamiento).

Debido al terreno:  $28,42417$  --ADMISIBLE: cumple  $>2.5$

Debido a la presión ext. de agua :  $95,36317$  --ADMISIBLE: cumple  $>2.5$

Debido al terreno y al agua :  $21,89739$  --ADMISIBLE: cumple  $>2.5$

### Diámetro 800 profundidad 1.40m

## Programa ASETUB PVC Versión 2.1

### Informe de resultados de cálculo mecánico

Datos sobre el informe: Informe número: 09

Fecha:

A la atención de D./Dña. :

Empresa/entidad :

Dirección :

Ciudad :

Teléfono/Fax :

Correo electrónico:

Referencia de la obra :

## RESULTADO DEL CÁLCULO MECÁNICO: **INSTALACIÓN VÁLIDA**

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

Coefficiente de seguridad empleado en el cálculo: 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 = 800 mm

Espesor: e=19.6 mm

Diámetro interior: di= 760.8 mm

Radio medio: Rm= 390.2 mm

Módulo de elasticidad: Et(lp)=1750 N/mm<sup>2</sup> , Et(cp)=3600 N/mm<sup>2</sup>

Peso específico: P.esp.=14 kN/m<sup>3</sup>

Esfuerzo tang. máximo: Sigma-t(lp)= 50 N/mm<sup>2</sup> , Sigma-t(cp)=90 N/mm<sup>2</sup>

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=1.4 m

Anchura de la zanja: B1=1.3 m

Ángulo de inclinacion de la zanja: Beta=º

Apoyo sobre material granular compactado (Tipo A)

Ángulo de apoyo: 2alfa=60º

Tipo de relleno: No cohesivo

Tipo de suelo: No cohesivo

Relleno de la zanja con compactado posterior

Peso especifico de la tierra de relleno: Y1=20 kN/m<sup>3</sup>

Módulos de compresión del relleno: E1=16 N/mm<sup>2</sup> E2= 16 N/mm<sup>2</sup>

Módulos de compresión del terreno: E3=16 N/mm<sup>2</sup> E4= 40 N/mm<sup>2</sup>

Sobrecargas concentradas debidas a tráfico: MEDIO (<39t)

Número de ejes de los vehículos: 2

Distancia entre ruedas: a=2 m

Distancia entre ejes: b=3 m

Sobrecarga concentrada: Pc=65 kN

Sobrecarga repartida: Pd= kN

Altura 1ª capa de pavimentación: h1=0.10 m

Altura 2ª capa de pavimetación: h2= m

Módulos de compresión de las capas: Ef1=13000 N/mm<sup>2</sup> Ef2= N/mm<sup>2</sup>

## Programa ASETUB PVC Versión 2.1

### Informe de resultados de cálculo mecánico

#### 2. Determinación de las acciones sobre el tubo

##### 2.1. Presión vertical de las tierras.

Debida a las tierras: qv=26,14898 kN/m<sup>2</sup>

Debida a sobrecargas concentradas: Pvc=9,1043 kN/m<sup>2</sup>

Debida a sobrecargas repartidas:  $P_{vr}=0 \text{ kN/m}^2$

Presión vertical total sobre el tubo:  $q_{vt}=35,25327 \text{ kN/m}^2$

## 2.2. Presión lateral de las tierras

Reacción máxima lateral del suelo

a la altura del centro del tubo:  $q_{ht}=20,85218 \text{ kN/m}^2$

2.3. Deformación Relativa:  $dv=1,03236 \%$  --ADMISIBLE: cumple  $\leq 5\%$

## 2.4. Momento flector total (M)

En Clave:  $M \text{ (Clave)}=0,64428 \text{ kN m/m}$

En Riñones:  $M \text{ (Riñones)}=-0,61985 \text{ kN m/m}$

En Base:  $M \text{ (Base)}=1,26211 \text{ kN m/m}$

## 2.5. Fuerza axil total (N)

En Clave:  $N \text{ (Clave)}=-6,5043 \text{ kN m/m}$

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

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

## 2.6. Esfuerzos tangenciales máximos.

En Clave:  $9,85846 \text{ kN/mm}^2$

En Riñones:  $-10,21268 \text{ kN/mm}^2$

En Base:  $19,71051 \text{ kN/mm}^2$

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

En Clave:  $5,07179$  --ADMISIBLE: cumple  $>2.5$

En Riñones:  $4,89588$  --ADMISIBLE: cumple  $>2.5$

En Base:  $2,53672$  --ADMISIBLE: cumple  $>2.5$

## 2.8. Estabilidad (Coeficientes de seguridad al aplastamiento).

Debido al terreno:  $23,89724$  --ADMISIBLE: cumple  $>2.5$

Debido a la presión ext. de agua :  $84,575$  --ADMISIBLE: cumple  $>2.5$

Debido al terreno y al agua:  $18,6325$  --ADMISIBLE: cumple  $>2.5$

# Diámetro 800 profundidad 1.00m

## Programa ASETUB PVC Versión 2.1

### Informe de resultados de cálculo mecánico

#### Datos sobre el informe

Informe número: 10

Fecha:

A la atención de D./Dña. :

Empresa/entidad :

Dirección :

Ciudad :

Teléfono/Fax :

Correo electrónico:

Referencia de la obra :

**RESULTADO DEL CÁLCULO MECÁNICO: INSTALACIÓN VÁLIDA**

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

Coeficiente de seguridad empleado en el cálculo: 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:  $D_n = 800$  mm

Espesor:  $e = 19.6$  mm

Diámetro interior:  $d_i = 760.8$  mm

Radio medio:  $R_m = 390.2$  mm

Módulo de elasticidad:  $E_t(l_p) = 1750$  N/mm<sup>2</sup> ,  $E_t(c_p) = 3600$  N/mm<sup>2</sup>

Peso específico:  $P_{esp} = 14$  kN/m<sup>3</sup>

Esfuerzo tang. máximo:  $\sigma_t(l_p) = 50$  N/mm<sup>2</sup> ,  $\sigma_t(c_p) = 90$  N/mm<sup>2</sup>

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:  $B_1 = 1.3$  m

Ángulo de inclinación de la zanja:  $\beta = 0^\circ$

Apoyo sobre material granular compactado (Tipo A)

Ángulo de apoyo:  $\alpha = 60^\circ$

Tipo de relleno: No cohesivo

Tipo de suelo: No cohesivo

Relleno de la zanja con compactado posterior

Peso específico de la tierra de relleno:  $\gamma_1 = 20$  kN/m<sup>3</sup>

Módulos de compresión del relleno:  $E_1 = 16$  N/mm<sup>2</sup>  $E_2 = 16$  N/mm<sup>2</sup>

Módulos de compresión del terreno:  $E_3 = 16$  N/mm<sup>2</sup>  $E_4 = 40$  N/mm<sup>2</sup>

Sobrecargas concentradas debidas a tráfico: MEDIO ( $< 39t$ )

Número de ejes de los vehículos: 2

Distancia entre ruedas:  $a = 2$  m

Distancia entre ejes:  $b = 3$  m

Sobrecarga concentrada:  $P_c = 65$  kN

Sobrecarga repartida:  $P_d =$  kN

Altura 1ª capa de pavimentación:  $h_1 = 0.10$  m

Altura 2ª capa de pavimetación:  $h_2 =$  m

Módulos de compresión de las capas:  $E_{f1} = 13000$  N/mm<sup>2</sup>  $E_{f2} =$  N/mm<sup>2</sup>

## Programa ASETUB PVC Versión 2.1

### Informe de resultados de cálculo mecánico

#### **2. Determinación de las acciones sobre el tubo**

##### 2.1. Presión vertical de las tierras.

Debida a las tierras:  $q_v = 18,76542$  kN/m<sup>2</sup>

Debida a sobrecargas concentradas:  $P_{vc} = 11,00894$  kN/m<sup>2</sup>

Debida a sobrecargas repartidas:  $P_{vr} = 0$  kN/m<sup>2</sup>

Presión vertical total sobre el tubo:  $q_{vt} = 29,77436$  kN/m<sup>2</sup>

##### 2.2. Presión lateral de las tierras

Reacción máxima lateral del suelo

a la altura del centro del tubo:  $q_{ht} = 15,112$  kN/m<sup>2</sup>

##### 2.3. Deformación Relativa: $d_v = 0,94729$ % --ADMISIBLE: cumple $\leq 5$ %

##### 2.4. Momento flector total (M)

En Clave:  $M(Clave) = 0,70071$  kN m/m

En Riñones: M (Riñones)=-0,69404 kN m/m

En Base: M (Base)=1,24263kN m/m

### 2.5. Fuerza axil total (N)

En Clave: N (Clave)=-3,98037 kN m/m

En Riñones: N (Riñones)= kN m/m

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

### 2.6. Esfuerzos tangenciales máximos.

En Clave: 10,88336 kN/mm<sup>2</sup>

En Riñones: -11,24293 kN/mm<sup>2</sup>

En Base: 19,52992 kN/mm<sup>2</sup>

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

En Clave: 4,59417 --ADMISIBLE: cumple >2.5

En Riñones: 4,44724 --ADMISIBLE: cumple >2.5

En Base: 2,56017 --ADMISIBLE: cumple >2.5

### 2.8. Estabilidad (Coeficientes de seguridad al aplastamiento).

Debido al terreno: 28,29468 --ADMISIBLE: cumple >2.5

Debido a la presión ext. de agua :84,575 --ADMISIBLE: cumple >2.5

Debido al terreno y al agua: 21,20164 --ADMISIBLE: cumple >2.5

## Diámetro 900 profundidad 1.60m

# Programa ASETUB PVC Versión 2.1

## Informe de resultados de cálculo mecánico

Datos sobre el informe: Informe número: 11

Fecha:

A la atención de D./Dña. :

Empresa/entidad :

Dirección :

Ciudad :

Teléfono/Fax :

Correo electrónico:

Referencia de la obra :

**RESULTADO DEL CÁLCULO MECÁNICO: INSTALACIÓN VÁLIDA**

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

Coeficiente de seguridad empleado en el cálculo: 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 = 900 mm

Espesor: e=22.0 mm

Diámetro interior: di= 856 mm

Radio medio: Rm= 439 mm

Módulo de elasticidad:  $E_t(l_p)=1750 \text{ N/mm}^2$  ,  $E_t(c_p)=3600 \text{ N/mm}^2$   
 Peso específico:  $P_{\text{esp.}}=14 \text{ kN/m}^3$   
 Esfuerzo tang. máximo:  $\sigma_{t(l_p)}= 50 \text{ N/mm}^2$  ,  $\sigma_{t(c_p)}=90 \text{ N/mm}^2$   
 Nota: Las propiedades del material se han obtenido del informe UNE 53.331 IN  
 Presión agua interior:  $P_i = \text{bar}$   
 Presión agua exterior:  $P_e= 0 \text{ bar}$   
 Altura de la zanja:  $H_1=1.6 \text{ m}$   
 Anchura de la zanja:  $B_1=1.4 \text{ m}$   
 Ángulo de inclinación de la zanja:  $\beta=^\circ$   
 Apoyo sobre material granular compactado (Tipo A)  
 Ángulo de apoyo:  $\alpha=90^\circ$   
 Tipo de relleno: No cohesivo  
 Tipo de suelo: No cohesivo  
 Relleno de la zanja con compactado posterior  
 Peso específico de la tierra de relleno:  $\gamma_1=20 \text{ kN/m}^3$   
 Módulos de compresión del relleno:  $E_1=16 \text{ N/mm}^2$   $E_2= 16 \text{ N/mm}^2$   
 Módulos de compresión del terreno:  $E_3=16 \text{ N/mm}^2$   $E_4= 40 \text{ N/mm}^2$   
 Sobrecargas concentradas debidas a tráfico: MEDIO ( $<39t$ )  
 Número de ejes de los vehículos: 2  
 Distancia entre ruedas:  $a=2 \text{ m}$   
 Distancia entre ejes:  $b=3 \text{ m}$   
 Sobrecarga concentrada:  $P_c=65 \text{ kN}$   
 Sobrecarga repartida:  $P_d= \text{kN}$   
 Altura 1ª capa de pavimentación:  $h_1=0.10 \text{ m}$   
 Altura 2ª capa de pavimetación:  $h_2= \text{m}$   
 Módulos de compresión de las capas:  $E_{f1}=13000 \text{ N/mm}^2$   $E_{f2}= \text{N/mm}^2$

## Programa ASETUB PVC Versión 2.1

### Informe de resultados de cálculo mecánico

#### 2. Determinación de las acciones sobre el tubo

##### 2.1. Presión vertical de las tierras.

Debida a las tierras:  $q_v=30,38797 \text{ kN/m}^2$   
 Debida a sobrecargas concentradas:  $P_{vc}=8,36536 \text{ kN/m}^2$   
 Debida a sobrecargas repartidas:  $P_{vr}=0 \text{ kN/m}^2$   
 Presión vertical total sobre el tubo:  $q_{vt}=38,75333 \text{ kN/m}^2$

##### 2.2. Presión lateral de las tierras

Reacción máxima lateral del suelo  
 a la altura del centro del tubo:  $q_{ht}=23,19313 \text{ kN/m}^2$

##### 2.3. Deformación Relativa: $d_v=0,84299 \%$ --ADMISIBLE: cumple $\leq 5\%$

##### 2.4. Momento flector total (M)

En Clave:  $M(\text{Clave})=0,76727 \text{ kN m/m}$   
 En Riñones:  $M(\text{Riñones})=-0,71576 \text{ kN m/m}$   
 En Base:  $M(\text{Base})=1,17316 \text{ kN m/m}$

##### 2.5. Fuerza axial total (N)

En Clave:  $N(\text{Clave})=-10,38135 \text{ kN m/m}$   
 En Riñones:  $N(\text{Riñones})= \text{kN m/m}$   
 En Base:  $N(\text{Base})= \text{kN m/m}$

##### 2.6. Esfuerzos tangenciales máximos.

En Clave:  $9,22633 \text{ kN/mm}^2$   
 En Riñones:  $-9,48902 \text{ kN/mm}^2$   
 En Base:  $14,31437 \text{ kN/mm}^2$

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

En Clave: 5,41927 --ADMISIBLE: cumple >2.5

En Riñones: 5,26925 --ADMISIBLE: cumple >2.5

En Base: 3,49299 --ADMISIBLE: cumple >2.5

### 2.8. Estabilidad (Coeficientes de seguridad al aplastamiento).

Debido al terreno: 21,66318 --ADMISIBLE: cumple >2.5

Debido a la presión ext. de agua :74,75906 --ADMISIBLE: cumple >2.5

Debido al terreno y al agua: 16,79612 --ADMISIBLE: cumple >2.5

## Diámetro 1000 profundidad 1.00m

# Programa ASETUB PVC Versión 2.1

## Informe de resultados de cálculo mecánico

Datos sobre el informe: Informe número: 12

Fecha:

A la atención de D./Dña. :

Empresa/entidad :

Dirección :

Ciudad :

Teléfono/Fax :

Correo electrónico:

Referencia de la obra :

## RESULTADO DEL CÁLCULO MECÁNICO: **INSTALACIÓN VÁLIDA**

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

Coeficiente de seguridad empleado en el cálculo: 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/mm<sup>2</sup> , Et(cp)=3600 N/mm<sup>2</sup>

Peso específico: P.esp.=14 kN/m<sup>3</sup>

Esfuerzo tang. máximo: Sigma-t(lp)= 50 N/mm<sup>2</sup> , Sigma-t(cp)=90 N/mm<sup>2</sup>

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=1.5 m

Ángulo de inclinacion de la zanja: Beta=º

Apoyo sobre material granular compactado (Tipo A)

Ángulo de apoyo: 2alfa=90º

Tipo de relleno: No cohesivo  
 Tipo de suelo: No cohesivo  
 Relleno de la zanja con compactado posterior  
 Peso específico de la tierra de relleno:  $\gamma_1=20 \text{ kN/m}^3$   
 Módulos de compresión del relleno:  $E_1=16 \text{ N/mm}^2$   $E_2= 16 \text{ N/mm}^2$   
 Módulos de compresión del terreno:  $E_3=16 \text{ N/mm}^2$   $E_4= 40 \text{ N/mm}^2$   
 Sobrecargas concentradas debidas a tráfico: MEDIO (<39t)  
 Número de ejes de los vehículos: 2  
 Distancia entre ruedas:  $a=2 \text{ m}$   
 Distancia entre ejes:  $b=3 \text{ m}$   
 Sobrecarga concentrada:  $P_c=65 \text{ kN}$   
 Sobrecarga repartida:  $P_d= \text{ kN}$   
 Altura 1ª capa de pavimentación:  $h_1=0.15 \text{ m}$   
 Altura 2ª capa de pavimetación:  $h_2= \text{ m}$   
 Módulos de compresión de las capas:  $E_{f1}=13000 \text{ N/mm}^2$   $E_{f2}= \text{ N/mm}^2$

## Programa ASETUB PVC Versión 2.1

### Informe de resultados de cálculo mecánico

#### 2. Determinación de las acciones sobre el tubo

##### 2.1. Presión vertical de las tierras.

Debida a las tierras:  $q_v=19,2246 \text{ kN/m}^2$   
 Debida a sobrecargas concentradas:  $P_{vc}=10,89983 \text{ kN/m}^2$   
 Debida a sobrecargas repartidas:  $P_{vr}=0 \text{ kN/m}^2$   
 Presión vertical total sobre el tubo:  $q_{vt}=30,12443 \text{ kN/m}^2$

##### 2.2. Presión lateral de las tierras

Reacción máxima lateral del suelo  
 a la altura del centro del tubo:  $q_{ht}=14,96884 \text{ kN/m}^2$

##### 2.3. Deformación Relativa: $dv=0,72817 \%$ --ADMISIBLE: cumple $\leq 5\%$

##### 2.4. Momento flector total (M)

En Clave:  $M (\text{Clave})=1,08426 \text{ kN m/m}$   
 En Riñones:  $M (\text{Riñones})=-1,06763 \text{ kN m/m}$   
 En Base:  $M (\text{Base})=1,51792 \text{ kN m/m}$

##### 2.5. Fuerza axil total (N)

En Clave:  $N (\text{Clave})=-6,08051 \text{ kN m/m}$   
 En Riñones:  $N (\text{Riñones})= \text{ kN m/m}$   
 En Base:  $N (\text{Base})= \text{ kN m/m}$

##### 2.6. Esfuerzos tangenciales máximos.

En Clave:  $10,77486 \text{ kN/mm}^2$   
 En Riñones:  $-11,08269 \text{ kN/mm}^2$   
 En Base:  $15,17879 \text{ kN/mm}^2$

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

En Clave:  $4,64043$  --ADMISIBLE: cumple  $>2.5$   
 En Riñones:  $4,51154$  --ADMISIBLE: cumple  $>2.5$   
 En Base:  $3,29407$  --ADMISIBLE: cumple  $>2.5$

##### 2.8. Estabilidad (Coeficientes de seguridad al aplastamiento).

Debido al terreno:  $27,96587$  --ADMISIBLE: cumple  $>2.5$   
 Debido a la presión ext. de agua :  $67,66$  --ADMISIBLE: cumple  $>2.5$   
 Debido al terreno y al agua:  $19,78723$  --ADMISIBLE: cumple  $>2.5$