

**DRENAJE**

**ANEJO  
14**



## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCION.....</b>	<b>3</b>
<b>2. TIPOLOGIA DE LA RED.....</b>	<b>3</b>
<b>3. DESCRIPCION DE LAS OBRAS.....</b>	<b>4</b>
3.1. EXCAVACIÓN Y ZANJAS .....	4
3.2. CONDUCCIONES Y TRAZADO DE LA RED DE DRENAJE DE LA PLISAN.....	4
3.2.1. COLECTORES INTERIORES DE LA TERMINAL.....	4
3.3. OBRAS COMPLEMENTARIAS.....	4
3.4. TANQUE DE TORMENTAS .....	4
3.4.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA .....	4
3.4.2. DISPOSITIVOS DEL TANQUE DE TORMENTAS.....	6
3.4.3. DATOS TÉCNICOS DEL SEPARADOS DE HIDROCARBUROS.....	6
3.4.4. ARQUETAS PARA TOMA DE MUESTRAS Y MEDICIÓN DE CAUDALES .....	6
3.4.5. PUNTOS DE VERTIDO.....	6
<b>4. CÁLCULO DE LA RED DE DRENAJE LONGITUDINAL DE AGUAS PLUVIALES.....</b>	<b>7</b>
4.1. INTRODUCCION.....	7
4.2. INTENSIDAD DE LA PRECIPITACIÓN DE CÁLCULO .....	7
4.2.1. MÉTODO RACIONAL .....	7
4.2.2. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN .....	7
4.2.3. PRECIPITACIÓN DE CÁLCULO.....	7
4.2.4. COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD DE LA PRECIPITACIÓN .....	8
4.3. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA .....	8
4.4. CÁLCULOS HIDRÁULICOS.....	9
4.5. CRITERIOS GENERALES .....	9
<b>5. DRENAJE TRANSVERSAL .....</b>	<b>9</b>
<b>APENDICES.....</b>	<b>1</b>
<b>APENDICE Nº1. CÁLCULO DE CUNETAS.....</b>	<b>2</b>
<b>APENDICE Nº2. CÁLCULO DE COLECTORES DE DRENAJE .....</b>	<b>3</b>
<b>APENDICE Nº4. CÁLCULO MECANICO DE TUBOS DE HORMIGON .....</b>	<b>4</b>



## 1. INTRODUCCION

El presente anejo desarrolla los cálculos justificativos para la definición de las infraestructuras necesarias para garantizar la recogida, canalización y evacuación de los caudales de aguas de lluvia interceptados por la actuación.

En la zona de la PLISAN, el presente proyecto abarca la construcción de la red de drenaje en el ámbito de actuación, si bien para el cálculo de la red se ha tenido en cuenta el informe redactado por ICEACSA de "A.T. para la realización de estudio de vertidos accidentales y estudio de almacenamiento y tratamiento de las aguas Pluviales en la PLISAN", de abril 2016, donde se definen las cuencas para cada red de colectores y se ha dimensionado el drenaje para la cuenca definida en el informe.

De acuerdo a este estudio, se han proyectado una red de canaletas y caces que conectan con diversos colectores de drenaje de PVC y hormigón que recogen las cuencas adscritas para su conducción hasta el punto de vertido. Antes del vertido se realiza un tratamiento en un tanque de tormentas que laminará también el vertido.

En la zona anexa a la línea ferroviaria, donde las actuaciones principales son la ampliación de la plataforma existente, las actuaciones son las ampliaciones de tajeas existentes en la red y complementarla con la construcción de cunetas en borde de plataforma, pie de terraplén o cabeza de desmonte.

Las obras proyectadas no afectan a las obras de drenaje transversales existentes en el río Mendo y rego Xuliana, no siendo precisa su ampliación o nuevas obras. Todo el drenaje del ámbito de actuación interior de la PLISAN se concentran en la red de drenaje proyectada, sin afectar a las infraestructuras que cruzan bajo las vías.

Este Anejo únicamente recoge las obras incluidas en la zona del vial de sistemas generales.

## 2. TIPOLOGIA DE LA RED

La tipología de la red proyectada es ramificada y separativa.

La red de pluviales recoge la aportación de la red viaria a través de los sumideros dispuestos en las vías del sistema general, y además está calculada para recoger en un futuro la aportación de aquellas zonas de la PLISAN (ver plano de ordenación) que por gravedad pueden verter sus aguas pluviales a los colectores centrales de dichas vías del sistema general.

En el caso del presente proyecto se contempla el drenaje de la zona 4 LTC, LI y CI (zona verde en el esquema siguiente).

La red de drenaje, según el Proyecto Sectorial, se conduce a través de la zona de terminal ferroviaria para su cruce bajo la carretera PO-400 y paso por un tanque de tormentas de 400 m<sup>3</sup> previsto, que lamina las avenidas que se producen reduciendo el impacto de la urbanización en el medio hidrológico.

El tanque de tormentas de tipo TT1 tratará simultáneamente la Zona 3, previo al vertido al Río Mendo o Lobeira, en el lugar de Antas.

De acuerdo con el informe de Iceacsa definido, el punto de tratamiento tendría las siguientes coordenadas (ETRS89 Huso 29):

- Tratamiento: X: 544.273 Y: 4.659.483
- Vertido: X: 544.248 Y: 4.659.472

Durante el diseño de la implantación del Tanque de Tormentas se comprobó que no era viable la implantación en la zona definida en el Informe de Iceacsa, pues al realizarse antes del Estudio de Inundabilidad de Cimarq no tenía en cuenta los límites de llanura de inundación. Además, este diseño tampoco contemplaba las necesidades de retranqueo a la carretera PO-400 y mantenimiento de la servidumbre respecto al río Mendo, reduciendo la superficie disponible para instalación de los 2 tanques de tormentas de zona 3 y 4.

Por ello, se propuso el traslado del tanque de tormentas al interior de la terminal ferroviaria, fuera de la zona inundable y de mejor mantenimiento. Además, se propone el traslado del punto de vertido, de modo que no es necesario el cruce bajo la carretera PO-400 de un colector de diámetro 2500 mm, que condiciona las rasantes del propio vertido.

Las coordenadas propuestas en el presente proyecto son las siguientes:

- Tratamiento: X: 544 515 Y: 4.659.489
- Vertido: X: 544.257 Y: 4.659.443

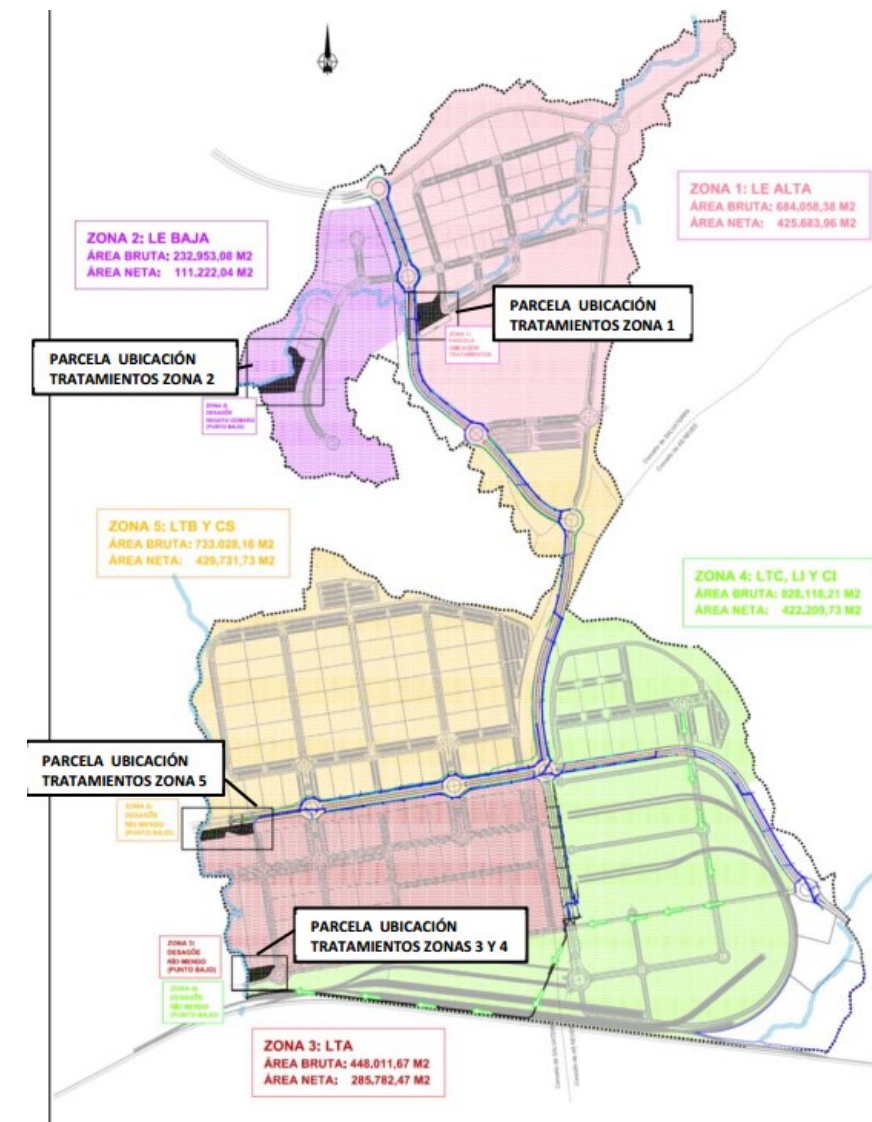


Ilustración 1. Esquema conceptual de drenaje de la PLISAN según Informe ICEACSA



### 3. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

El drenaje longitudinal exterior a la zona de apartadero se soluciona mediante la ejecución de cunetas revestidas de hormigón en borde de plataforma y pie de terraplén.

En la zona de la PLISAN, el proyecto del apartadero abarca la construcción de la red de drenaje en el ámbito de actuación, si bien para el cálculo de la red se ha tenido en cuenta el informe redactado por ICEACSA de "A.T. para la realización de estudio de vertidos accidentales y estudio de almacenamiento y tratamiento de las aguas Pluviales en la PLISAN", de abril 2016, donde se definen las cuencas para cada red de colectores. De acuerdo a este estudio, se han proyectado una red de canaletas y caces que conectan con diversos colectores de drenaje de PVC y hormigón que recogen las cuencas adscritas para su conducción hasta el punto de vertido. Antes del vertido se realiza un tratamiento en un tanque de tormentas que laminará también el vertido.

#### 3.1. EXCAVACIÓN Y ZANJAS

Tal y como se indica en el informe geotécnico la mayor parte de las unidades geotécnicas son excavables mediante excavación convencional, por tanto, la apertura de zanjas se hará con la maquinaria adecuada perfilando su solera.

En caso de grandes profundidades o trabajos próximos a carreteras o vía en servicio será precisa la ejecución de entibación.

#### 3.2. CONDUCCIONES Y TRAZADO DE LA RED DE DRENAJE DE LA PLISAN

##### 3.2.1. COLECTORES INTERIORES DE LA TERMINAL

Para definir la red de drenaje se ha proyectado una serie de ramales que cubren todo el ámbito de actuación, compuestos por tubos de secciones circulares de diámetros nominales entre 2500 mm y 315 mm.

Para diámetros superiores a 800 mm la tubería será de hormigón y para diámetros inferiores será de PVC, o similar.

No se proyectan bombeos en la red drenaje, siendo todo por gravedad, a excepción de a la salida del tanque de tormentas.

Se diseñan las siguientes redes:

- Colector D1. Es el colector principal de la terminal ferroviaria, recoge todas las aguas del resto de colectores y de su propia cuenca hasta su vertido al tanque de tormentas. Comprende diámetros de desde 800 mm hasta 2500 mm en la zona de la terminal hasta el tanque de tormentas. A la salida del tanque de tormentas continúa con diámetro 2500 mm para el paso bajo la carretera PO-400 previa al vertido en el punto autorizado. A la salida del tanque de tormentas continúa con diámetro 2500 mm hasta la salida del recinto de la PLISAN, donde pasa a una tipología de marcos prefabricados de hormigón armado con dimensiones de 4x1 m hasta el punto de vertido.
- Colector D4. Recoge las aguas del vial Norte-Sur y zona de oficinas hasta conexión con el colector D1.

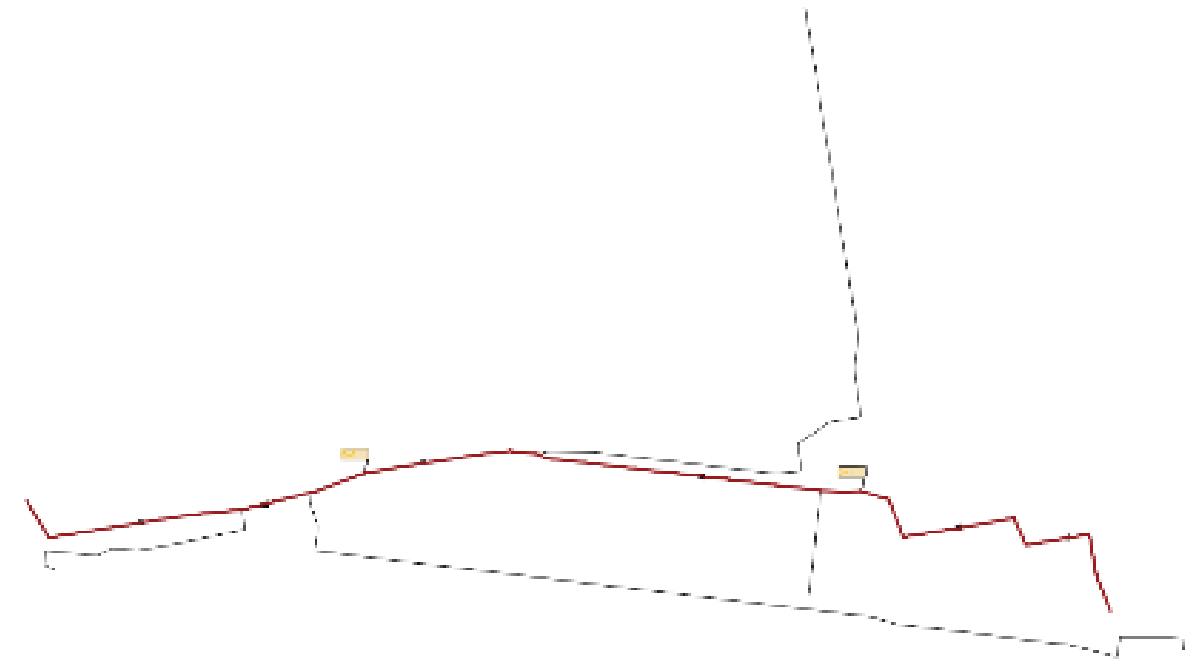


Ilustración 2. Esquema de la red de colectores

Se complementan además con redes transversales de colectores que cruzan bajo las vías de mercancías, recogiendo las aguas de canales y caces hasta conexión con el colector D1.

#### 3.3. OBRAS COMPLEMENTARIAS

Los pozos, sumideros, arquetas y caces deben ser estancos y llevar instalados tapas y rejillas.

Los colectores de grandes dimensiones se diseñan sin pozo intermedios, con la instalación de tubos chimenea o con injertos de tubo de 1000 mm de diámetro, para a partir de estos proseguir con los elementos prefabricados para formación de pozos.

El pozo de conexión entre el colector D1 y el D4 será un elemento de hormigón armado a ejecutar in situ, donde entroncan una tubería de diámetro 1500 mm y otra de diámetro 1800 mm para salir con una tubería de hormigón de diámetro 2000 mm.

En la zona de colectores mediante marcos prefabricados de hormigón armado, las conexiones entre tramos se diseñan con arquetas in situ de hormigón armado con geometría acorde al entronque.

#### 3.4. TANQUE DE TORMENTAS

La red de drenaje interior del apartadero, que recoge la escorrentía superficial de viales, explanadas y parcelas, transporta el agua hasta un tanque de tormentas donde se almacena parte del volumen recogido que, después de un pretratamiento con un desengrasador y un desarenador, es vertido al curso del arroyo Lobeira.

##### 3.4.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

Esencialmente la propuesta de tratamiento de las aguas pluviales recogida en el documento técnico denominado "A.T. PARA LA REALIZACIÓN DE ESTUDIO DE VERTIDOS ACCIDENTALES Y ESTUDIO DE





ALMACENAMIENTO Y TRATAMIENTO DE LAS AGUAS PLUVIALES EN LA PLISAN” para cada una de las zonas en que queda dividida el conjunto de la actuación consiste en:

1. Tanque de tormenta (estructura de H. A soterrada) dimensionado para que la lluvia tipo de 10 l/s.Ha no provoque vertidos en 20 minutos y que discretice por el sistema de control de caudal el 15% del caudal de entrada, el de las aguas de primer lavado más contaminado
2. Por una parte, las aguas de primer lavado que son discretizadas por el sistema de control de caudales del tanque son elevadas a superficie para realizarles un tratamiento de desarenado y separación de hidrocarburos en un tanque cilíndrico de PRFV enterrado superficialmente
3. Por otra parte, las aguas de salida del tanque por el rebose se conducen a un tanque rectangular de H.A también enterrado pero abierto (cubierto con un tramex de protección) formado por dos canales desarenadores, en los que las partículas de arena decantan por gravedad.
4. Por último, ambas líneas de tratamiento se unen en la cámara de salida del desarenador y el agua es conducida mediante un tubo de vertido al medio receptor, después de haber pasado por los tratamientos antedichos.

Puesto que la propuesta de Iceasca es una declaración de mínimos, estudiado en profundidad el área objeto de proyecto se ha decidido implementar la instalación con varias mejoras que mejoran el rendimiento del tratamiento y facilitan la explotación del sistema. Esta facilidad de explotación acaba redundando en unos menores costes de explotación para el titular de la explotación.

De forma resumida, esas mejoras, que se suman a las instalaciones definidas por el documento técnico anteriormente descrito, serían las siguientes:

1. Instalación de un pretratamiento equipado con rejillas de gruesos y tamizado automático: la inclusión de este tratamiento antes del tanque de tormentas redundará en varias ventajas:
  - a) Mejora del tratamiento de las aguas.
  - b) Eliminación de todas las partículas por encima de 15 mm de baja densidad (la mayoría salvo las arenas y piedras) que de otra forma podrían con facilidad pasar por los sistemas de control de caudal, bombas, desarenador...y terminar en el cauce receptor.
  - c) Concentración de los residuos sólidos, y por tanto de las intervenciones de limpieza en la fase de explotación, en un solo punto.
  - d) Reducción significativa de los riesgos laborales, reduciendo al mínimo la intervención directa de personal en espacios confinados (con las implicaciones en materia de seguridad y salud que ello conlleva).
  - e) Automatización de buena parte de las labores de limpieza mediante equipos automáticos que verterán los residuos recogidos a contenedor de forma mecanizada. Antes esas limpiezas tendrían que ser manuales, en un espacio confinado y a varios metros de profundidad, debiendo disponer de medios externos de extracción de los residuos (como camiones grúa). En resumen, tareas difíciles, en condiciones penosas, con elevados riesgos laborales, manuales, con la necesidad de contar con maquinaria de apoyo, en definitiva, caras.
2. Utilización del bombeo de recogida de las aguas de primer lavado como sistema de control de caudales. Este sistema, impecable desde el punto de vista técnico y contemplado en buena parte de la bibliografía técnica de esta disciplina como el “Manual Nacional de Recomendaciones para el Diseño de Tanques de

Tormenta” publicado por el Ministerio de Medio Ambiente en el mes de septiembre de 2014. Este sistema presenta las siguientes ventajas:

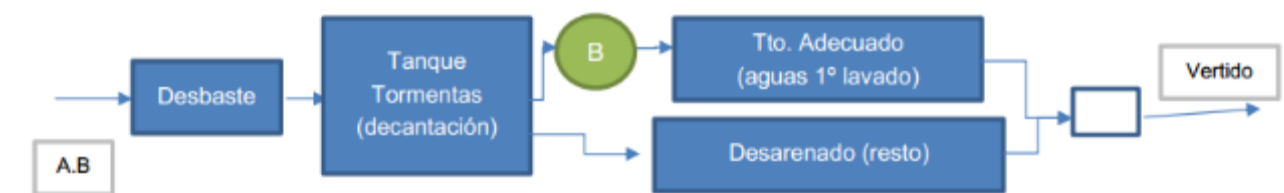
- a) Simplifica la instalación y por tanto la explotación, pues el mismo bombeo que se incluía en la propuesta primitiva es empleado como elemento regulador. Se evita la instalación de un elemento previo como es la válvula vórtex. Esta válvula en general carece de mantenimiento, pero exige la ejecución de una arqueta adicional, que, debido al paso de la propia válvula, podrá ser un punto añadido de limpieza claramente confinado y de difícil acceso.
  - b) Facilita la ampliación de la instalación en el futuro, simplemente reconfigurando las bombas o cambiándolas se obtienen nuevas condiciones de regulación. De igual forma, si las condiciones de explotación exigieran reducir el caudal a regular, esta regulación se podría hacer directamente actuando sobre la electrónica o la hidráulica del bombeo.
  - c) Abaratamiento de la instalación, se evita la instalación de la válvula vórtex, de la de by-pass, de los pasamuros y de la arqueta de la propia vórtex que desaparece. La toma de las bombas se hace en el propio tanque de tormentas disponiendo en el diseño una poceta cuyo volumen es lógicamente colaborante en el volumen de retención.
3. Extracción automática de las arenas del desarenador: un problema grave es la extracción de las arenas del desarenador, pues exigiría tras cada episodio de lluvias la presencia de un camión con equipo de succión para extraer el producto decantado en el fondo.

Con el fin de evitar las situaciones descritas en el apartado anterior se propone la inclusión de un sistema formado por seis (6) bombas que extrajeran de forma automática la mezcla de agua y arena para la eliminación del producto decantado tras la finalización de cada episodio de lluvias. Las ventajas de este sistema son claras:

- a. Abaratamiento de la explotación: la limpieza se efectúa de forma automática cada vez que el sistema detecta la finalización de un episodio de lluvias, desaparece la necesidad de un camión de limpieza para la extracción de la masa decantada. Se evita el tener que acudir a limpiezas manuales por inadvertencia de episodios de lluvias, el propio sistema los detecta y si no ha sido capaz de efectuar la limpieza de forma completa emite la correspondiente alarma.
- b. Versatilidad en la explotación: la limpieza se puede programar en el momento que se desee tras el episodio de tormentas optimizando costes (por ejemplo horas valle de tarificación eléctrica), estableciendo tiempos óptimos de sedimentación para las condiciones reales de explotación de la instalación...

El diseño del Tanque de Tormentas está realizado del siguiente modo:

- Las aguas recibidas de los primeros 20', que tienen más arrastres y aceites, pasan en primer lugar por un desbaste y decantación, que posteriormente se bombea para tratar por un separador de hidrocarburos.
- El resto de aguas, hasta un caudal correspondiente a un T2 se tratan mediante desarenado.



- De esta manera, el tanque de tormentas sirve además como un elemento de laminación contra avenidas, de modo que todo lo que supere el T2 se va almacenando en tuberías y pozos aguas arriba.
- La red de pluviales se dimensiona para un T10 según normativa, como si no hubiese tanque de tormentas.

Los datos de diseño del Tanque de Tormentas son los siguientes:

Periodo de retorno	Caudal m3/s
T2	6.16
T10	10.7

### 3.4.2. DISPOSITIVOS DEL TANQUE DE TORMENTAS

Los dispositivos hidráulicos que se proyectan, y por tanto son objeto de cálculo, son los siguientes:

1. Arqueta de pretratamiento
2. Tanque de tormentas
3. Bombeo al tratamiento de separación de grasas (en el interior del tanque de tormentas).
4. Tratamiento de desarenado-desengrasado y separación de hidrocarburos por coalescencia del efluente bombeado en el apartado anterior.
5. Conducción del efluente tratado en el separador de hidrocarburos a la conducción de salida final del efluente.
6. Tanque desarenador
7. Conducción de salida final del efluente tratado al cauce receptor.

Para el cálculo hidráulico de los dispositivos descritos, se parte de los caudales cuyo período de recurrencia son los 10 años (T<sub>10</sub>), de acuerdo a los cálculos de caudales del proyecto.

El tratamiento para las aguas de escorrentía se puede resumir de la forma siguiente:

- Tanque de tormenta (estructura de H. A soterrada) dimensionado para que la lluvia tipo de 10l/s. Ha no provoque vertidos en 20 minutos y que discretice por el bombeo de caudal tarado el 15% del caudal de entrada, el de las aguas de primer lavado más contaminado (65 l/s).
- Por una parte, las aguas de primer lavado se discretizan a través de un bombeo tarado a 65 l/s, ese mismo bombeo de forma simultánea eleva esas aguas a la superficie con fin de realizarles un tratamiento de desarenado y separación de hidrocarburos mediante coalescencia en un tanque cilíndrico de PRFV equipado, enterrado superficialmente y con capacidad mínima idéntica a la del bombeo.
- Por otra parte, las aguas de salida del tanque por el rebose se conducen a un tanque rectangular de H.A. también enterrado y parcialmente abierto (cubierto con un tramex de protección), formado por dos canales desarenadores, en los que las partículas de arena decantan por gravedad.
- Por último, ambas líneas de tratamiento se unen en la cámara de salida del desarenador y el agua es conducida mediante un tubo (H.A. Ø 2.500) de vertido hasta la salida de la parcela de la PLISAN. En el tramo final de salida al medio receptor, después de haber pasado por los tratamientos descritos, se conduce mediante una batería de 2 marcos de hormigón armado de dimensiones interior de 2x1 m, pues la orografía del terreno requiere elementos de reducida altura por el alto impacto que produciría el colector de 2,5 m de diámetro. .

### 3.4.3. DATOS TÉCNICOS DEL SEPARADOS DE HIDROCARBUROS

Los datos técnicos de los separadores de hidrocarburos planteados han sido extraídos del “*Estudio de almacenamiento y tratamiento de aguas pluviales*” realizado por ICEACSA para el Puerto de Vigo en el año 2016.

El tratamiento adecuado para la primera agua de escorrentía se compone de un tratamiento de separación de hidrocarburos por coalescencia mediante separadores compactos de gran caudal de PRFV cuyo funcionamiento se basa en separar por gravedad las materias no solubles en agua y la célula coalescente acelera esta separación por efecto de la coalescencia de las gotas de hidrocarburos; además el separador actúa como decantador de sólidos en suspensión del agua de escorrentía.

Estos separadores irán situados en línea tras los tanques de tormenta, recogiendo las aguas de primer lavado discretizadas por el bombeo para poder alcanzar la cota superficial a la que van emplazados (soterrados a 0,5 metros de la superficie), que conducirán el agua a cota superficial a una arqueta situada previamente al separador compacto.

Se dispondrá otra arqueta en línea a la salida del separador, a partir de la cual se proyecta el tubo de vertido hacia el tramo de salida del desarenador para el resto del caudal de escorrentía. Desde este punto las aguas finalmente son conducidas mediante colector al medio natural.

Los separadores de hidrocarburos de gran caudal compactos soterrados por coalescencia cuentan con un decantador-desarenador y un separador de hidrocarburos de densidad 0,85g/cm<sup>3</sup> y su mantenimiento es mínimo (anual). Se ajustan a lo establecido en la norma UNE-EN-858 y tienen un rendimiento separativo del 99.88%, inferior a 5 mg / L (Clase I) para una densidad de 0,85g/cm<sup>3</sup>

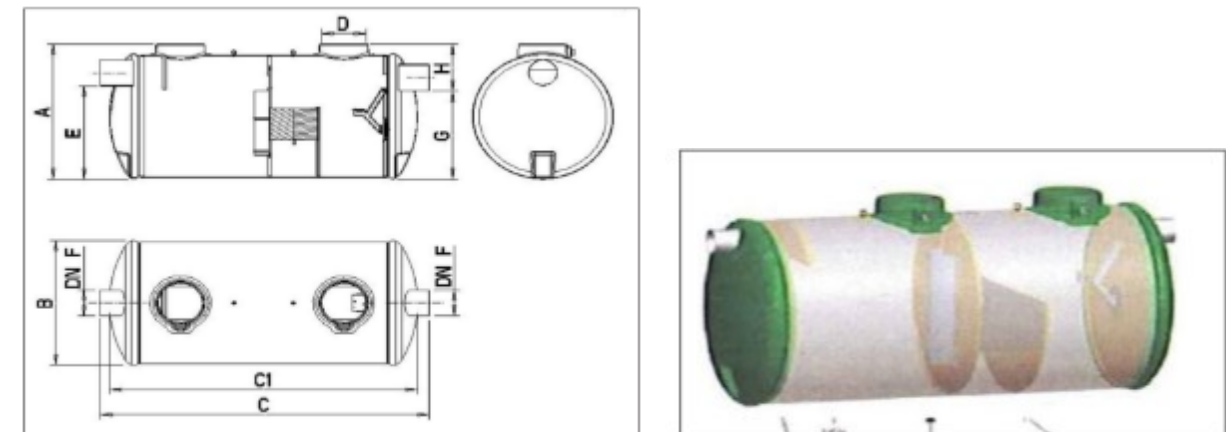


Ilustración 3. Separador de hidrocarburos

### 3.4.4. ARQUETAS PARA TOMA DE MUESTRAS Y MEDICIÓN DE CAUDALES

El control de caudal se realiza mediante la instalación de un caudalímetro ultrasónico digital, con opción de conexión al sistema SCADA que se instale en la EDAR de la PLISAN.

A la salida del desarenador se proyecta la instalación de una arqueta para toma de muestras del efluente, con las siguientes coordenadas.

- Arqueta Toma de muestras: X: 544.493 Y: 4.659.479

### 3.4.5. PUNTOS DE VERTIDO

El punto de vertido a la salida del conducto de salida diseñado es el siguiente:

- Vertido: X: 544.257 Y: 4.659.443



## 4. CÁLCULO DE LA RED DE DRENAJE LONGITUDINAL DE AGUAS PLUVIALES.

### 4.1. INTRODUCCION

El cálculo de la red de drenaje se realiza de acuerdo a las condiciones definidas en el informe de "A.T. para la realización de estudio de vertidos accidentales y estudio de almacenamiento y tratamiento de las aguas Pluviales en la PLISAN", de abril 2016, donde se definen las cuencas para cada red de colectores.

Estos cálculos se actualizan para las redes de colectores de acuerdo a la instrucción 5.2-IC de 2016.

### 4.2. INTENSIDAD DE LA PRECIPITACIÓN DE CÁLCULO

#### 4.2.1. MÉTODO RACIONAL

Para el cálculo de la red de drenaje de aguas pluviales se ha seguido el método racional para dimensionar la red para permitir el alivio de los caudales máximos previstos para un año horizonte que considera el pleno desarrollo de las instalaciones previstas.

El cálculo del caudal aportado por cada cuenca vertiente se obtiene aplicando el método racional. Según esto el caudal viene dado por la fórmula:

$$Q_T = \frac{I(T, t_c) \cdot C \cdot A \cdot K_t}{3.6}$$

Siendo:

K = Coeficiente de uniformidad.

c = Coeficiente de escorrentía de la cuenca drenada.

I = Intensidad media de precipitación correspondiente al período de retorno considerado y a un intervalo igual al tiempo de concentración. (mm/h)

A = Área de la cuenca vertiente. (km<sup>2</sup>)

Q = Caudal en el punto de desagüe de la cuenca de superficie A para una precipitación de intensidad media igual a I. (m<sup>3</sup>/s)

Este método es adecuado para cuencas con tiempo de concentración menor de 6 horas y por lo tanto válido para la situación que nos ocupa, ya que el tiempo de concentración de la cuenca, como se verá en el siguiente punto, es inferior al indicado.

#### 4.2.2. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

Al ser el tiempo de concentración el transcurrido entre la caída de una gota de lluvia en el punto más alejado de la cuenca y la llegada de ésta al último punto de control o de desagüe de la cuenca, su cálculo se realiza en función del tipo de cuenca.

Al tratarse de una cuenca urbana el tiempo de concentración se puede estimar como la suma del tiempo de escorrentía más el tiempo de recorrido.

$$TC = TE + TR$$

Donde el tiempo de escorrentía, TE, representa el intervalo de tiempo que tarda el agua de precipitación en ser interceptada por los sumideros y alcanzar la red de colectores. El tiempo de escorrentía se estimó en 5 minutos.

Mientras que el tiempo de recorrido, TR, es el tiempo que tarda el agua que discurre por la red de colectores en alcanzar la sección de cálculo.

En el caso de elementos de drenaje longitudinal como cunetas próximas a la vía, siguiendo las Instrucciones y Recomendaciones de ADIF, el cálculo del tiempo de concentración que se utiliza para definir los caudales a desaguar por las cunetas se estima mediante la siguiente fórmula cuando la aportación proviene tanto de la plataforma como de taludes de desmonte.

$$T_c = 0,05 + 0,1 * \left(\frac{L}{J^{1/4}}\right)^{0,76}$$

En el caso cuencas vertientes situadas en los terrenos adyacentes al trazado, la Instrucción 5.2-IC propone la siguiente expresión:

$$T_c = 0,3 * \left(\frac{L}{J^{1/4}}\right)^{0,76}$$

Siendo:

- Tc: Tiempo de concentración en horas.
- L: Longitud de la cuenca o elemento de drenaje longitudinal en km.
- J: Pendiente.

#### 4.2.3. PRECIPITACIÓN DE CÁLCULO

Para el cálculo de la precipitación máxima diaria se emplea el programa MAXPLUWIN que aparece en la publicación "Mapa para el Cálculo de las Máximas Precipitaciones Diarias" del Ministerio de Fomento, incluido en el Anejo de Climatología e hidrología.

Cv= 0.35

P= 72.35 mm/día

T (años)	2	5	10	25	50	100	200	500
Kt	0.921	1.217	1.438	1.732	1.961	2.22	2.48	2.831
Pd (mm/día)	66.6	88.0	104.0	125.3	141.9	160.6	179.4	204.8

Para el drenaje longitudinal se definen dos períodos de retorno de cálculo:

- Obras interiores urbanización: La Precipitación máxima para el período de retorno considerado, en este caso de 10 años, se obtiene de 104 mm
- Red de drenaje próxima a la vía: El período de retorno considerado es de 50 años, con una precipitación de cálculo de 141.9 mm/día.

La intensidad de lluvia debe calcularse para una duración igual al tiempo de concentración y para el período de retorno T para el que se desea calcular el caudal. La intensidad media diaria de precipitación, I<sub>d</sub>, es igual a la precipitación diaria, P<sub>d</sub>, dividida por 24 horas (P<sub>d</sub>/24).

La ley de distribución intensidad de lluvia depende de la duración de aguacero, y se obtiene de la Instrucción 5.2-IC de drenaje de la Dirección General de Carreteras y corresponde a la ecuación:





$$I_t = I_d \cdot \left(\frac{I_1}{I_d}\right)^{\frac{28^{0,1} - t^{0,1}}{28^{0,1} - 1}}$$

$I_t$  (mm/h) = La intensidad de la precipitación correspondiente a una lluvia de duración igual al tiempo de concentración para un período de retorno considerado.

$I_d$  (mm/h) = La intensidad media diaria de precipitación, correspondiente al período de retorno considerado. Si T=10 años,  $I_d$  =4.33 mm. Si T=50 años,  $I_d$  = 5.92 mm.

$I_1/I_d$  = Se calcula a partir de la figura 2.2. de la Instrucción 5.2. -IC. El valor tomado, por la localización geográfica de la obra (Salvaterra- As Neves en Pontevedra), es 8.

$t(h)$  = La duración del intervalo al que se refiere  $I_t$ , que se toma igual al tiempo de concentración de la cuenca expresado en horas.

T = El período de retorno considerado es de 10 años para drenaje interior de la urbanización y 50 años para obras próximas a la vía de ADIF.

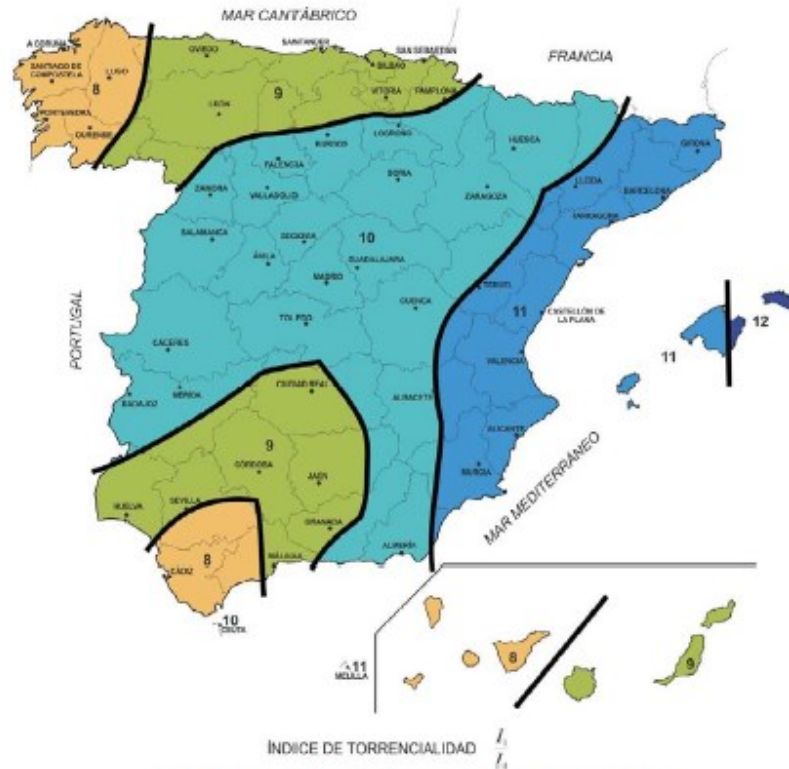


FIGURA 2.4.- MAPA DEL ÍNDICE DE TORRENCIALIDAD ( $I_1/I_d$ )

**Ilustración 4.** Mapa índice torrencialidad (5.2-IC)

Con estos datos se obtiene una intensidad de lluvia de:

- 58,30 mm/h de cálculo para obras interiores de urbanización, con T=10 años.
- 58,30 mm/h de cálculo para obras interiores de urbanización, con T=10 años.

#### 4.2.4. COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD DE LA PRECIPITACIÓN

Para considerar la extensión de la cuenca, se afecta la precipitación por el coeficiente de simultaneidad de la precipitación definido de acuerdo a la siguiente expresión:

$$K_A = 1 \quad \text{si } A \leq 1 \text{ Km}^2$$

$$K_A = 1 - \frac{\log A}{15} \quad \text{si } A > 1 \text{ Km}^2$$

Donde:

$K_A$  = coeficiente de simultaneidad

A = superficie de la cuenca, en  $\text{km}^2$

Y en el caso que nos ocupa:

$$K_A = 0,99 \approx 1$$

#### 4.3. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

En el caso particular del presente proyecto, el valor de cálculo escorrentía C se realiza de dos maneras:

1. Cálculo del Coeficiente de Escorrentía de acuerdo con el documento de "Estudio de Vertidos accidentales y Estudio de almacenamiento y tratamiento de las aguas pluviales en la PLISAN", de Iceacsa de 2016. Se aplican los coeficientes de escorrentía siguientes para el cálculo de caudales de pluviales a tratar.
  - a. Parcelas industriales / terciario 0.7
  - b. Viario 0.9
  - c. Espacios verdes 0.3
  - d. Resto usos / parcelas 0.7
  - e. Aparcamientos (permeables) 0.3
2. Cálculo de acuerdo con la Instrucción 5.2-IC. Estos coeficientes se aplican para el cálculo de la red de colectores de drenaje. Se han considerado los siguientes tipos de terreno:
- 3.

Grupo de suelo :	<b>B</b>
Región Norma:	<b>11</b>
$\beta_m$	0.90
Ft	1.00

#### DATOS DE ESCORRENTÍA

ID Superf.	Clase Superficie	Tipo Suelo Descripción Norma 5.2-IC	Po	$\beta_m$	Ft	$\beta_{PM}$	Po*	C
1	PARCELAS	Estructura urbana abierta	14.0	0.90	1.00	0.90	12.6	<b>0.62</b>
2	PAVIMENTOS	Complejos ferroviarios	7.0	0.90	1.00	0.90	6.3	<b>0.81</b>
3	EXPLANADAS	Zonas de extracción minera	9.0	0.90	1.00	0.90	8.1	<b>0.75</b>
4	ZONAS VERDES	Zonas verdes urbanas	23.0	0.90	1.00	0.90	20.7	<b>0.45</b>

Se ha considerado un grupo de suelo tipo B, pues el terreno tiene buenas condiciones de infiltración y al tierra vegetal ya se ha eliminado en buena parte del ámbito.

Con todo lo expuesto y haciendo uso de la fórmula  $Q = K \times c \times I \times A/360$ , tendremos para cada subcuenca o zona vertiente con su correspondiente coeficiente de escorrentía y la intensidad de lluvia de cálculo para el período de retorno de 10 años, el caudal de pluviales aportado.





#### 4.4. CÁLCULOS HIDRÁULICOS

A partir de los caudales aportados por cada subcuenca y en función de la tipología de la red de colectores se obtienen los caudales circulantes por cada tramo de colector.

Con estos datos aplicando el sistema de ecuaciones formado por la ecuación de continuidad y la fórmula de Manning:

$$Q = V \times A_m$$

$$Q = A_m \times R_H^{2/3} \times J^{1/2} \times K$$

Q Caudal a desaguar (m<sup>3</sup>/s)

A<sub>m</sub> Área mojada (m)

R<sub>H</sub> Radio hidráulico (m)

$$R_H = \frac{A_m}{P_m}$$

P<sub>m</sub> Perímetro mojado (m)

J Pendiente (m/m)

K Coeficiente de rugosidad de Manning (1/n)

n = 0,015 cunetas y tuberías de hormigón

n=0,013 tuberías de PVC

Se obtiene el diámetro a emplear, el calado y la velocidad de circulación.

En los cálculos el calado se limita al 90% del diámetro del tubo. La velocidad máxima admisible se ha fijado en 6 m/s.

Se adjuntan en Apéndices los cálculos hidráulicos de la red de aguas pluviales de cunetas y colectores.

#### 4.5. CRITERIOS GENERALES

Se enumeran en adelante una serie de criterios generales que se siguen en el diseño de las obras:

- Se ejecutarán cunetas en pie de terraplén siempre que el terreno natural vierta hacia él, siendo revestidas de hormigón para proteger frente a la velocidad de la corriente.
- Se dispone una protección de los terraplenes en los caminos mediante un sistema de bordillos y bajantes cuando las alturas de terraplenes, salvo excepción, sean superiores a 3 m, colocándose bajantes.
- Se buscará el camino más corto para la evacuación del caudal interceptado.
- Se procurará dar continuidad a las cuencas interceptadas cuando sea posible.
- Las arquetas tendrán la dimensión en planta necesaria para los diámetros de colectores empleados.

#### 5. DRENAJE TRANSVERSAL

En el ámbito del vial no existen cauces que requieran obras de drenaje transversal.



## APENDICES



## APENDICE Nº1. CÁLCULO DE CUNETAS





PLISAN																									
CANAL TRAPEZIAL DE 0.5 m DE ANCHO SUPERIOR Y 0.25 m DE CALADO MÁXIMO																									
Vertical	0.4H:1V (l/s)	0.4H:1V (l/s)	Profundidad		0.3000																				
	1	1	Resguardo		0.05																				
Horizontal	0.4	0.4	Base Int		0.30																				
			Manning		0.013																				
		<table border="1"> <tr> <th>OBRA</th> <th>VOLUMEN</th> <th>PRECIO UN</th> <th>PPTO</th> </tr> <tr> <td>EXCAVACIÓN</td> <td>0.1260</td> <td>3.50</td> <td>0.441</td> </tr> <tr> <td>REVESTIMIENTO (0.10 m)</td> <td>0.09</td> <td>90.00</td> <td>8.52</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td><b>8.96</b></td> </tr> </table>		OBRA	VOLUMEN	PRECIO UN	PPTO	EXCAVACIÓN	0.1260	3.50	0.441	REVESTIMIENTO (0.10 m)	0.09	90.00	8.52				<b>8.96</b>						
OBRA	VOLUMEN	PRECIO UN	PPTO																						
EXCAVACIÓN	0.1260	3.50	0.441																						
REVESTIMIENTO (0.10 m)	0.09	90.00	8.52																						
			<b>8.96</b>																						
<b>Calado</b>	12.50%	25.00%	37.50%	50.00%	62.50%	75.00%	87.50%	100.00%																	
	0.03	0.06	0.09	0.13	0.16	0.19	0.22	0.25																	
<b>Am</b>	0.0098	0.0203	0.0316	0.0438	0.0566	0.0703	0.0848	0.1000																	
<b>Pm</b>	0.3673	0.4346	0.5019	0.5693	0.6366	0.7039	0.7712	0.8385																	
<b>Rh</b>	0.0266	0.0467	0.0630	0.0769	0.0890	0.0999	0.1099	0.1193																	
<b>Ancho Sup</b>	0.33	0.35	0.38	0.40	0.43	0.45	0.48	0.50																	
<b>Pendiente</b>	Q 12.5 % (l/s)	Q 25 % (l/s)	Q 37.5 % (l/s)	Q 50 % (l/s)	Q 62.5 % (l/s)	Q 75 % (l/s)	Q 87.5 % (l/s)	Q 100 % (l/s)																	
0.05%	1 l/s	5 l/s	9 l/s	14 l/s	19 l/s	26 l/s	33 l/s	42 l/s																	
0.50%	5 l/s	14 l/s	27 l/s	43 l/s	61 l/s	82 l/s	106 l/s	132 l/s																	
1.00%	7 l/s	20 l/s	39 l/s	61 l/s	87 l/s	116 l/s	150 l/s	186 l/s																	
1.50%	8 l/s	25 l/s	47 l/s	75 l/s	106 l/s	143 l/s	183 l/s	228 l/s																	
2.00%	9 l/s	29 l/s	55 l/s	86 l/s	123 l/s	165 l/s	212 l/s	264 l/s																	
2.50%	11 l/s	32 l/s	61 l/s	96 l/s	137 l/s	184 l/s	237 l/s	295 l/s																	
3.00%	12 l/s	35 l/s	67 l/s	105 l/s	150 l/s	202 l/s	259 l/s	323 l/s																	
3.50%	13 l/s	38 l/s	72 l/s	114 l/s	162 l/s	218 l/s	280 l/s	349 l/s																	
4.00%	13 l/s	41 l/s	77 l/s	122 l/s	174 l/s	233 l/s	299 l/s	373 l/s																	
4.50%	14 l/s	43 l/s	82 l/s	129 l/s	184 l/s	247 l/s	317 l/s	395 l/s																	
5.00%	15 l/s	45 l/s	86 l/s	136 l/s	194 l/s	260 l/s	335 l/s	417 l/s																	
5.50%	16 l/s	48 l/s	90 l/s	143 l/s	204 l/s	273 l/s	351 l/s	437 l/s																	
6.00%	16 l/s	50 l/s	94 l/s	149 l/s	213 l/s	285 l/s	366 l/s	457 l/s																	
6.50%	17 l/s	52 l/s	98 l/s	155 l/s	221 l/s	297 l/s	381 l/s	475 l/s																	
7.00%	18 l/s	54 l/s	102 l/s	161 l/s	230 l/s	308 l/s	396 l/s	493 l/s																	

PLISAN																									
CANAL TRAPEZIAL DE 1.08 m DE ANCHO SUPERIOR Y 0.6 m DE CALADO MÁXIMO																									
Vertical	0.4H:1V (l/s)	0.4H:1V (l/s)	Profundidad		0.6000																				
	1	1	Resguardo		0.00																				
Horizontal	0.4	0.4	Base Int		0.60																				
			Manning		0.013																				
		<table border="1"> <tr> <th>OBRA</th> <th>VOLUMEN</th> <th>PRECIO UN</th> <th>PPTO</th> </tr> <tr> <td>EXCAVACIÓN</td> <td>0.5040</td> <td>3.50</td> <td>1.764</td> </tr> <tr> <td>REVESTIMIENTO (0.10 m)</td> <td>0.19</td> <td>90.00</td> <td>17.03</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td><b>18.80</b></td> </tr> </table>		OBRA	VOLUMEN	PRECIO UN	PPTO	EXCAVACIÓN	0.5040	3.50	1.764	REVESTIMIENTO (0.10 m)	0.19	90.00	17.03				<b>18.80</b>						
OBRA	VOLUMEN	PRECIO UN	PPTO																						
EXCAVACIÓN	0.5040	3.50	1.764																						
REVESTIMIENTO (0.10 m)	0.19	90.00	17.03																						
			<b>18.80</b>																						
<b>Calado</b>	12.50%	25.00%	37.50%	50.00%	62.50%	75.00%	87.50%	100.00%																	
	0.08	0.15	0.23	0.30	0.38	0.45	0.53	0.60																	
<b>Am</b>	0.0473	0.0990	0.1553	0.2160	0.2813	0.3510	0.4253	0.5040																	
<b>Pm</b>	0.7616	0.9231	1.0847	1.2462	1.4078	1.5693	1.7309	1.8924																	
<b>Rh</b>	0.0620	0.1072	0.1431	0.1733	0.1998	0.2237	0.2457	0.2663																	
<b>Ancho Sup</b>	0.66	0.72	0.78	0.84	0.90	0.96	1.02	1.08																	
<b>Pendiente</b>	Q 12.5 % (l/s)	Q 25 % (l/s)	Q 37.5 % (l/s)	Q 50 % (l/s)	Q 62.5 % (l/s)	Q 75 % (l/s)	Q 87.5 % (l/s)	Q 100 % (l/s)																	
0.05%	13 l/s	38 l/s	73 l/s	115 l/s	165 l/s	222 l/s	287 l/s	359 l/s																	
0.50%	40 l/s	122 l/s	231 l/s	365 l/s	523 l/s	703 l/s	907 l/s	1 135 l/s																	
1.00%	57 l/s	172 l/s	327 l/s	517 l/s	739 l/s	995 l/s	1 283 l/s	1 605 l/s																	
1.50%	70 l/s	211 l/s	400 l/s	633 l/s	906 l/s	1 218 l/s	1 572 l/s	1 965 l/s																	
2.00%	81 l/s	243 l/s	462 l/s	730 l/s	1 046 l/s	1 407 l/s	1 815 l/s	2 270 l/s																	
2.50%	90 l/s	272 l/s	517 l/s	817 l/s	1 169 l/s	1 573 l/s	2 029 l/s	2 537 l/s																	
3.00%	99 l/s	298 l/s	566 l/s	895 l/s	1 281 l/s	1 723 l/s	2 223 l/s	2 780 l/s																	
3.50%	107 l/s	322 l/s	611 l/s	966 l/s	1 383 l/s	1 861 l/s	2 401 l/s	3 002 l/s																	
4.00%	114 l/s	344 l/s	654 l/s	1 033 l/s	1 479 l/s	1 990 l/s	2 566 l/s	3 210 l/s																	
4.50%	121 l/s	365 l/s	693 l/s	1 096 l/s	1 568 l/s	2 110 l/s	2 722 l/s	3 404 l/s																	
5.00%	127 l/s	384 l/s	731 l/s	1 155 l/s	1 653 l/s	2 225 l/s	2 869 l/s	3 588 l/s																	
5.50%	134 l/s	403 l/s	766 l/s	1 211 l/s	1 734 l/s	2 333 l/s	3 009 l/s	3 764 l/s																	
6.00%	140 l/s	421 l/s	800 l/s	1 265 l/s	1 811 l/s	2 437 l/s	3 143 l/s	3 931 l/s																	
6.50%	145 l/s	438 l/s	833 l/s	1 317 l/s	1 885 l/s	2 536 l/s	3 271 l/s	4 092 l/s																	
7.00%	151 l/s	455 l/s	865 l/s	1 367 l/s	1 956 l/s	2 632 l/s	3 395 l/s	4 246 l/s																	





PLISAN										
CANAL TRAPEZIAL DE 0.42 m DE ANCHO SUPERIOR Y 0.3 m DE CALADO MAXIMO										
Vertical	0H:1V	0.4H:1V	Profundidad	0.3000	Resguardo	0.00	Base Int	0.30	Manning	0.013
	Horizontal	1		1		0.30		0.013		
				OBRA	VOLUMEN	PRECIO UN	PPTO			
				EXCAVACION	0.1080	3.50	0.378			
				REVESTIMIENTO (0.10 m)	0.09	90.00	8.31			
							8.69			
Calado	12.50%	25.00%	37.50%	50.00%	62.50%	75.00%	87.50%	100.00%		
	0.04	0.08	0.11	0.15	0.19	0.23	0.26	0.30		
Am	0.0115	0.0236	0.0363	0.0495	0.0633	0.0776	0.0925	0.1080		
Pm	0.3779	0.4558	0.5337	0.6116	0.6894	0.7673	0.8452	0.9231		
Rh	0.0305	0.0518	0.0680	0.0809	0.0918	0.1012	0.1095	0.1170		
Ancho Sup	0.32	0.33	0.35	0.36	0.38	0.39	0.41	0.42		
Pendiente	Q 12.5 %	Q 25 %	Q 37.5 %	Q 50 %	Q 62.5 %	Q 75 %	Q 87.5 %	Q 100 %		
	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)		
0.05%	2 l/s	6 l/s	10 l/s	16 l/s	22 l/s	29 l/s	36 l/s	44 l/s		
0.50%	6 l/s	18 l/s	33 l/s	50 l/s	70 l/s	92 l/s	115 l/s	141 l/s		
1.00%	9 l/s	25 l/s	46 l/s	71 l/s	99 l/s	130 l/s	163 l/s	199 l/s		
1.50%	11 l/s	31 l/s	57 l/s	87 l/s	121 l/s	159 l/s	199 l/s	243 l/s		
2.00%	12 l/s	36 l/s	66 l/s	101 l/s	140 l/s	183 l/s	230 l/s	281 l/s		
2.50%	14 l/s	40 l/s	74 l/s	113 l/s	157 l/s	205 l/s	258 l/s	314 l/s		
3.00%	15 l/s	44 l/s	81 l/s	123 l/s	172 l/s	225 l/s	282 l/s	344 l/s		
3.50%	16 l/s	47 l/s	87 l/s	133 l/s	185 l/s	243 l/s	305 l/s	372 l/s		
4.00%	17 l/s	51 l/s	93 l/s	142 l/s	198 l/s	259 l/s	326 l/s	397 l/s		
4.50%	18 l/s	54 l/s	99 l/s	151 l/s	210 l/s	275 l/s	346 l/s	422 l/s		
5.00%	19 l/s	56 l/s	104 l/s	159 l/s	221 l/s	290 l/s	364 l/s	444 l/s		
5.50%	20 l/s	59 l/s	109 l/s	167 l/s	232 l/s	304 l/s	382 l/s	466 l/s		
6.00%	21 l/s	62 l/s	114 l/s	175 l/s	243 l/s	318 l/s	399 l/s	487 l/s		
6.50%	22 l/s	64 l/s	119 l/s	182 l/s	253 l/s	331 l/s	415 l/s	507 l/s		
7.00%	23 l/s	67 l/s	123 l/s	189 l/s	262 l/s	343 l/s	431 l/s	526 l/s		

PLISAN										
CANAL TRIANGULAR DE 0.99925 m DE ANCHO SUPERIOR Y 0.175 m DE CALADO MAXIMO										
Vertical	4H:1V	1.71H:1V	Profundidad	0.1750	Resguardo	0.00	Base Int	0.00	Manning	0.013
	Horizontal	1		1		0.00		0.013		
				OBRA	VOLUMEN	PRECIO UN	PPTO			
				EXCAVACION	0.0874	3.50	0.306020313			
				REVESTIMIENTO (0.10 m)	0.11	90.00	9.61			
							9.92			
Calado	12.50%	25.00%	37.50%	50.00%	62.50%	75.00%	87.50%	100.00%		
	0.02	0.04	0.07	0.09	0.11	0.13	0.15	0.18		
Am	0.0014	0.0055	0.0123	0.0219	0.0342	0.0492	0.0669	0.0874		
Pm	0.1335	0.2671	0.4006	0.5341	0.6676	0.8012	0.9347	1.0682		
Rh	0.0102	0.0205	0.0307	0.0409	0.0512	0.0614	0.0716	0.0819		
Ancho Sup	0.12	0.25	0.37	0.50	0.62	0.75	0.87	1.00		
Pendiente	Q 12.5 %	Q 25 %	Q 37.5 %	Q 50 %	Q 62.5 %	Q 75 %	Q 87.5 %	Q 100 %		
	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)		
0.05%	0 l/s	1 l/s	2 l/s	4 l/s	8 l/s	13 l/s	20 l/s	28 l/s		
0.50%	0 l/s	2 l/s	7 l/s	14 l/s	26 l/s	42 l/s	63 l/s	90 l/s		
1.00%	0 l/s	3 l/s	9 l/s	20 l/s	36 l/s	59 l/s	89 l/s	127 l/s		
1.50%	1 l/s	4 l/s	11 l/s	24 l/s	44 l/s	72 l/s	109 l/s	155 l/s		
2.00%	1 l/s	4 l/s	13 l/s	28 l/s	51 l/s	83 l/s	126 l/s	179 l/s		
2.50%	1 l/s	5 l/s	15 l/s	32 l/s	57 l/s	93 l/s	140 l/s	200 l/s		
3.00%	1 l/s	5 l/s	16 l/s	35 l/s	63 l/s	102 l/s	154 l/s	220 l/s		
3.50%	1 l/s	6 l/s	17 l/s	37 l/s	68 l/s	110 l/s	166 l/s	237 l/s		
4.00%	1 l/s	6 l/s	19 l/s	40 l/s	72 l/s	118 l/s	178 l/s	254 l/s		
4.50%	1 l/s	7 l/s	20 l/s	42 l/s	77 l/s	125 l/s	188 l/s	269 l/s		
5.00%	1 l/s	7 l/s	21 l/s	45 l/s	81 l/s	132 l/s	199 l/s	284 l/s		
5.50%	1 l/s	7 l/s	22 l/s	47 l/s	85 l/s	138 l/s	208 l/s	297 l/s		
6.00%	1 l/s	8 l/s	23 l/s	49 l/s	89 l/s	144 l/s	218 l/s	311 l/s		
6.50%	1 l/s	8 l/s	24 l/s	51 l/s	92 l/s	150 l/s	226 l/s	323 l/s		
7.00%	1 l/s	8 l/s	25 l/s	53 l/s	96 l/s	156 l/s	235 l/s	335 l/s		



PLISAN																																																																																																																																																																																																															
CANAL TRIANGULAR DE 0.6 m DE ANCHO SUPERIOR Y 0.3 m DE CALADO MÁXIMO																																																																																																																																																																																																															
Vertical Horizontal	1H:1V (l/s)	1H:1V (l/s)	Profundidad Resguardo		0.3000 0.00																																																																																																																																																																																																										
	1	1			0.00 0.013																																																																																																																																																																																																										
						<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>OBRA</th> <th>VOLUMEN</th> <th>PRECIO UN</th> <th>PPTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>EXCAVACION</td> <td style="text-align: right;">0.09</td> <td style="text-align: right;">3.50</td> <td style="text-align: right;">0.315</td> </tr> <tr> <td>REVESTIMIENTO (0.10 m)</td> <td style="text-align: right;">0.08</td> <td style="text-align: right;">90.00</td> <td style="text-align: right;">7.64</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right; border-top: 1px solid black;">7.95</td> </tr> </tbody> </table>				OBRA	VOLUMEN	PRECIO UN	PPTO	EXCAVACION	0.09	3.50	0.315	REVESTIMIENTO (0.10 m)	0.08	90.00	7.64				7.95																																																																																																																																																																																						
OBRA	VOLUMEN	PRECIO UN	PPTO																																																																																																																																																																																																												
EXCAVACION	0.09	3.50	0.315																																																																																																																																																																																																												
REVESTIMIENTO (0.10 m)	0.08	90.00	7.64																																																																																																																																																																																																												
			7.95																																																																																																																																																																																																												
						<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Calado</th> <th>12.50%</th> <th>25.00%</th> <th>37.50%</th> <th>50.00%</th> <th>62.50%</th> <th>75.00%</th> <th>87.50%</th> <th>100.00%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Am</td> <td>0.04</td> <td>0.08</td> <td>0.11</td> <td>0.15</td> <td>0.19</td> <td>0.23</td> <td>0.26</td> <td>0.30</td> </tr> <tr> <td>Pm</td> <td>0.0014</td> <td>0.0056</td> <td>0.0127</td> <td>0.0225</td> <td>0.0352</td> <td>0.0506</td> <td>0.0689</td> <td>0.0900</td> </tr> <tr> <td>Rh</td> <td>0.1061</td> <td>0.2121</td> <td>0.3182</td> <td>0.4243</td> <td>0.5303</td> <td>0.6364</td> <td>0.7425</td> <td>0.8485</td> </tr> <tr> <td>Ancho Sup</td> <td>0.0133</td> <td>0.0265</td> <td>0.0398</td> <td>0.0530</td> <td>0.0663</td> <td>0.0795</td> <td>0.0928</td> <td>0.1061</td> </tr> <tr> <td>Pendiente</td> <td>0.08</td> <td>0.15</td> <td>0.23</td> <td>0.30</td> <td>0.38</td> <td>0.45</td> <td>0.53</td> <td>0.60</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Q 12.5 % (l/s)</td> <td>Q 25 % (l/s)</td> <td>Q 37.5 % (l/s)</td> <td>Q 50 % (l/s)</td> <td>Q 62.5 % (l/s)</td> <td>Q 75 % (l/s)</td> <td>Q 87.5 % (l/s)</td> <td>Q 100 % (l/s)</td> </tr> <tr> <td>0.05%</td> <td>0 l/s</td> <td>1 l/s</td> <td>3 l/s</td> <td>5 l/s</td> <td>10 l/s</td> <td>16 l/s</td> <td>24 l/s</td> <td>35 l/s</td> </tr> <tr> <td>0.50%</td> <td>0 l/s</td> <td>3 l/s</td> <td>8 l/s</td> <td>17 l/s</td> <td>31 l/s</td> <td>51 l/s</td> <td>77 l/s</td> <td>110 l/s</td> </tr> <tr> <td>1.00%</td> <td>1 l/s</td> <td>4 l/s</td> <td>11 l/s</td> <td>24 l/s</td> <td>44 l/s</td> <td>72 l/s</td> <td>109 l/s</td> <td>155 l/s</td> </tr> <tr> <td>1.50%</td> <td>1 l/s</td> <td>5 l/s</td> <td>14 l/s</td> <td>30 l/s</td> <td>54 l/s</td> <td>88 l/s</td> <td>133 l/s</td> <td>190 l/s</td> </tr> <tr> <td>2.00%</td> <td>1 l/s</td> <td>5 l/s</td> <td>16 l/s</td> <td>35 l/s</td> <td>63 l/s</td> <td>102 l/s</td> <td>154 l/s</td> <td>219 l/s</td> </tr> <tr> <td>2.50%</td> <td>1 l/s</td> <td>6 l/s</td> <td>18 l/s</td> <td>39 l/s</td> <td>70 l/s</td> <td>114 l/s</td> <td>172 l/s</td> <td>245 l/s</td> </tr> <tr> <td>3.00%</td> <td>1 l/s</td> <td>7 l/s</td> <td>20 l/s</td> <td>42 l/s</td> <td>77 l/s</td> <td>125 l/s</td> <td>188 l/s</td> <td>269 l/s</td> </tr> <tr> <td>3.50%</td> <td>1 l/s</td> <td>7 l/s</td> <td>21 l/s</td> <td>46 l/s</td> <td>83 l/s</td> <td>135 l/s</td> <td>203 l/s</td> <td>290 l/s</td> </tr> <tr> <td>4.00%</td> <td>1 l/s</td> <td>8 l/s</td> <td>23 l/s</td> <td>49 l/s</td> <td>89 l/s</td> <td>144 l/s</td> <td>217 l/s</td> <td>310 l/s</td> </tr> <tr> <td>4.50%</td> <td>1 l/s</td> <td>8 l/s</td> <td>24 l/s</td> <td>52 l/s</td> <td>94 l/s</td> <td>153 l/s</td> <td>230 l/s</td> <td>329 l/s</td> </tr> <tr> <td>5.00%</td> <td>1 l/s</td> <td>9 l/s</td> <td>25 l/s</td> <td>55 l/s</td> <td>99 l/s</td> <td>161 l/s</td> <td>243 l/s</td> <td>347 l/s</td> </tr> <tr> <td>5.50%</td> <td>1 l/s</td> <td>9 l/s</td> <td>27 l/s</td> <td>57 l/s</td> <td>104 l/s</td> <td>169 l/s</td> <td>255 l/s</td> <td>364 l/s</td> </tr> <tr> <td>6.00%</td> <td>1 l/s</td> <td>9 l/s</td> <td>28 l/s</td> <td>60 l/s</td> <td>109 l/s</td> <td>176 l/s</td> <td>266 l/s</td> <td>380 l/s</td> </tr> <tr> <td>6.50%</td> <td>2 l/s</td> <td>10 l/s</td> <td>29 l/s</td> <td>62 l/s</td> <td>113 l/s</td> <td>184 l/s</td> <td>277 l/s</td> <td>395 l/s</td> </tr> <tr> <td>7.00%</td> <td>2 l/s</td> <td>10 l/s</td> <td>30 l/s</td> <td>65 l/s</td> <td>117 l/s</td> <td>191 l/s</td> <td>287 l/s</td> <td>410 l/s</td> </tr> </tbody> </table>				Calado	12.50%	25.00%	37.50%	50.00%	62.50%	75.00%	87.50%	100.00%	Am	0.04	0.08	0.11	0.15	0.19	0.23	0.26	0.30	Pm	0.0014	0.0056	0.0127	0.0225	0.0352	0.0506	0.0689	0.0900	Rh	0.1061	0.2121	0.3182	0.4243	0.5303	0.6364	0.7425	0.8485	Ancho Sup	0.0133	0.0265	0.0398	0.0530	0.0663	0.0795	0.0928	0.1061	Pendiente	0.08	0.15	0.23	0.30	0.38	0.45	0.53	0.60		Q 12.5 % (l/s)	Q 25 % (l/s)	Q 37.5 % (l/s)	Q 50 % (l/s)	Q 62.5 % (l/s)	Q 75 % (l/s)	Q 87.5 % (l/s)	Q 100 % (l/s)	0.05%	0 l/s	1 l/s	3 l/s	5 l/s	10 l/s	16 l/s	24 l/s	35 l/s	0.50%	0 l/s	3 l/s	8 l/s	17 l/s	31 l/s	51 l/s	77 l/s	110 l/s	1.00%	1 l/s	4 l/s	11 l/s	24 l/s	44 l/s	72 l/s	109 l/s	155 l/s	1.50%	1 l/s	5 l/s	14 l/s	30 l/s	54 l/s	88 l/s	133 l/s	190 l/s	2.00%	1 l/s	5 l/s	16 l/s	35 l/s	63 l/s	102 l/s	154 l/s	219 l/s	2.50%	1 l/s	6 l/s	18 l/s	39 l/s	70 l/s	114 l/s	172 l/s	245 l/s	3.00%	1 l/s	7 l/s	20 l/s	42 l/s	77 l/s	125 l/s	188 l/s	269 l/s	3.50%	1 l/s	7 l/s	21 l/s	46 l/s	83 l/s	135 l/s	203 l/s	290 l/s	4.00%	1 l/s	8 l/s	23 l/s	49 l/s	89 l/s	144 l/s	217 l/s	310 l/s	4.50%	1 l/s	8 l/s	24 l/s	52 l/s	94 l/s	153 l/s	230 l/s	329 l/s	5.00%	1 l/s	9 l/s	25 l/s	55 l/s	99 l/s	161 l/s	243 l/s	347 l/s	5.50%	1 l/s	9 l/s	27 l/s	57 l/s	104 l/s	169 l/s	255 l/s	364 l/s	6.00%	1 l/s	9 l/s	28 l/s	60 l/s	109 l/s	176 l/s	266 l/s	380 l/s	6.50%	2 l/s	10 l/s	29 l/s	62 l/s	113 l/s	184 l/s	277 l/s	395 l/s	7.00%	2 l/s	10 l/s	30 l/s	65 l/s	117 l/s	191 l/s	287 l/s	410 l/s
Calado	12.50%	25.00%	37.50%	50.00%	62.50%	75.00%	87.50%	100.00%																																																																																																																																																																																																							
Am	0.04	0.08	0.11	0.15	0.19	0.23	0.26	0.30																																																																																																																																																																																																							
Pm	0.0014	0.0056	0.0127	0.0225	0.0352	0.0506	0.0689	0.0900																																																																																																																																																																																																							
Rh	0.1061	0.2121	0.3182	0.4243	0.5303	0.6364	0.7425	0.8485																																																																																																																																																																																																							
Ancho Sup	0.0133	0.0265	0.0398	0.0530	0.0663	0.0795	0.0928	0.1061																																																																																																																																																																																																							
Pendiente	0.08	0.15	0.23	0.30	0.38	0.45	0.53	0.60																																																																																																																																																																																																							
	Q 12.5 % (l/s)	Q 25 % (l/s)	Q 37.5 % (l/s)	Q 50 % (l/s)	Q 62.5 % (l/s)	Q 75 % (l/s)	Q 87.5 % (l/s)	Q 100 % (l/s)																																																																																																																																																																																																							
0.05%	0 l/s	1 l/s	3 l/s	5 l/s	10 l/s	16 l/s	24 l/s	35 l/s																																																																																																																																																																																																							
0.50%	0 l/s	3 l/s	8 l/s	17 l/s	31 l/s	51 l/s	77 l/s	110 l/s																																																																																																																																																																																																							
1.00%	1 l/s	4 l/s	11 l/s	24 l/s	44 l/s	72 l/s	109 l/s	155 l/s																																																																																																																																																																																																							
1.50%	1 l/s	5 l/s	14 l/s	30 l/s	54 l/s	88 l/s	133 l/s	190 l/s																																																																																																																																																																																																							
2.00%	1 l/s	5 l/s	16 l/s	35 l/s	63 l/s	102 l/s	154 l/s	219 l/s																																																																																																																																																																																																							
2.50%	1 l/s	6 l/s	18 l/s	39 l/s	70 l/s	114 l/s	172 l/s	245 l/s																																																																																																																																																																																																							
3.00%	1 l/s	7 l/s	20 l/s	42 l/s	77 l/s	125 l/s	188 l/s	269 l/s																																																																																																																																																																																																							
3.50%	1 l/s	7 l/s	21 l/s	46 l/s	83 l/s	135 l/s	203 l/s	290 l/s																																																																																																																																																																																																							
4.00%	1 l/s	8 l/s	23 l/s	49 l/s	89 l/s	144 l/s	217 l/s	310 l/s																																																																																																																																																																																																							
4.50%	1 l/s	8 l/s	24 l/s	52 l/s	94 l/s	153 l/s	230 l/s	329 l/s																																																																																																																																																																																																							
5.00%	1 l/s	9 l/s	25 l/s	55 l/s	99 l/s	161 l/s	243 l/s	347 l/s																																																																																																																																																																																																							
5.50%	1 l/s	9 l/s	27 l/s	57 l/s	104 l/s	169 l/s	255 l/s	364 l/s																																																																																																																																																																																																							
6.00%	1 l/s	9 l/s	28 l/s	60 l/s	109 l/s	176 l/s	266 l/s	380 l/s																																																																																																																																																																																																							
6.50%	2 l/s	10 l/s	29 l/s	62 l/s	113 l/s	184 l/s	277 l/s	395 l/s																																																																																																																																																																																																							
7.00%	2 l/s	10 l/s	30 l/s	65 l/s	117 l/s	191 l/s	287 l/s	410 l/s																																																																																																																																																																																																							

PLISAN																																																																																																																																																																																																															
CANAL TRAPEZIAL DE 0.3 m DE ANCHO SUPERIOR Y 0.3 m DE CALADO MÁXIMO																																																																																																																																																																																																															
Vertical Horizontal	0H:1V (l/s)	0H:1V (l/s)	Profundidad Resguardo		0.3000 0.05		16.7%																																																																																																																																																																																																								
	1	1			0.30 0.013																																																																																																																																																																																																										
						<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>OBRA</th> <th>VOLUMEN</th> <th>PRECIO UN</th> <th>PPTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>EXCAVACION</td> <td style="text-align: right;">0.0900</td> <td style="text-align: right;">3.50</td> <td style="text-align: right;">0.315</td> </tr> <tr> <td>REVESTIMIENTO (0.10 m)</td> <td style="text-align: right;">0.09</td> <td style="text-align: right;">90.00</td> <td style="text-align: right;">8.10</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right; border-top: 1px solid black;">8.42</td> </tr> </tbody> </table>				OBRA	VOLUMEN	PRECIO UN	PPTO	EXCAVACION	0.0900	3.50	0.315	REVESTIMIENTO (0.10 m)	0.09	90.00	8.10				8.42																																																																																																																																																																																						
OBRA	VOLUMEN	PRECIO UN	PPTO																																																																																																																																																																																																												
EXCAVACION	0.0900	3.50	0.315																																																																																																																																																																																																												
REVESTIMIENTO (0.10 m)	0.09	90.00	8.10																																																																																																																																																																																																												
			8.42																																																																																																																																																																																																												
						<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Calado</th> <th>12.50%</th> <th>25.00%</th> <th>37.50%</th> <th>50.00%</th> <th>62.50%</th> <th>75.00%</th> <th>87.50%</th> <th>100.00%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Am</td> <td>0.03</td> <td>0.06</td> <td>0.09</td> <td>0.13</td> <td>0.16</td> <td>0.19</td> <td>0.22</td> <td>0.25</td> </tr> <tr> <td>Pm</td> <td>0.0094</td> <td>0.0188</td> <td>0.0281</td> <td>0.0375</td> <td>0.0469</td> <td>0.0563</td> <td>0.0656</td> <td>0.0750</td> </tr> <tr> <td>Rh</td> <td>0.3625</td> <td>0.4250</td> <td>0.4875</td> <td>0.5500</td> <td>0.6125</td> <td>0.6750</td> <td>0.7375</td> <td>0.8000</td> </tr> <tr> <td>Ancho Sup</td> <td>0.0259</td> <td>0.0441</td> <td>0.0577</td> <td>0.0682</td> <td>0.0765</td> <td>0.0833</td> <td>0.0890</td> <td>0.0938</td> </tr> <tr> <td>Pendiente</td> <td>0.30</td> <td>0.30</td> <td>0.30</td> <td>0.30</td> <td>0.30</td> <td>0.30</td> <td>0.30</td> <td>0.30</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Q 12.5 % (l/s)</td> <td>Q 25 % (l/s)</td> <td>Q 37.5 % (l/s)</td> <td>Q 50 % (l/s)</td> <td>Q 62.5 % (l/s)</td> <td>Q 75 % (l/s)</td> <td>Q 87.5 % (l/s)</td> <td>Q 100 % (l/s)</td> </tr> <tr> <td>0.05%</td> <td>1 l/s</td> <td>4 l/s</td> <td>7 l/s</td> <td>11 l/s</td> <td>15 l/s</td> <td>18 l/s</td> <td>22 l/s</td> <td>27 l/s</td> </tr> <tr> <td>0.50%</td> <td>4 l/s</td> <td>13 l/s</td> <td>23 l/s</td> <td>34 l/s</td> <td>46 l/s</td> <td>58 l/s</td> <td>71 l/s</td> <td>84 l/s</td> </tr> <tr> <td>1.00%</td> <td>6 l/s</td> <td>18 l/s</td> <td>32 l/s</td> <td>48 l/s</td> <td>65 l/s</td> <td>83 l/s</td> <td>101 l/s</td> <td>119 l/s</td> </tr> <tr> <td>1.50%</td> <td>8 l/s</td> <td>22 l/s</td> <td>40 l/s</td> <td>59 l/s</td> <td>80 l/s</td> <td>101 l/s</td> <td>123 l/s</td> <td>146 l/s</td> </tr> <tr> <td>2.00%</td> <td>9 l/s</td> <td>25 l/s</td> <td>46 l/s</td> <td>68 l/s</td> <td>92 l/s</td> <td>117 l/s</td> <td>142 l/s</td> <td>168 l/s</td> </tr> <tr> <td>2.50%</td> <td>10 l/s</td> <td>28 l/s</td> <td>51 l/s</td> <td>76 l/s</td> <td>103 l/s</td> <td>131 l/s</td> <td>159 l/s</td> <td>188 l/s</td> </tr> <tr> <td>3.00%</td> <td>11 l/s</td> <td>31 l/s</td> <td>56 l/s</td> <td>83 l/s</td> <td>113 l/s</td> <td>143 l/s</td> <td>174 l/s</td> <td>206 l/s</td> </tr> <tr> <td>3.50%</td> <td>12 l/s</td> <td>34 l/s</td> <td>60 l/s</td> <td>90 l/s</td> <td>122 l/s</td> <td>154 l/s</td> <td>188 l/s</td> <td>223 l/s</td> </tr> <tr> <td>4.00%</td> <td>13 l/s</td> <td>36 l/s</td> <td>65 l/s</td> <td>96 l/s</td> <td>130 l/s</td> <td>165 l/s</td> <td>201 l/s</td> <td>238 l/s</td> </tr> <tr> <td>4.50%</td> <td>13 l/s</td> <td>38 l/s</td> <td>69 l/s</td> <td>102 l/s</td> <td>138 l/s</td> <td>175 l/s</td> <td>213 l/s</td> <td>253 l/s</td> </tr> <tr> <td>5.00%</td> <td>14 l/s</td> <td>40 l/s</td> <td>72 l/s</td> <td>108 l/s</td> <td>145 l/s</td> <td>185 l/s</td> <td>225 l/s</td> <td>266 l/s</td> </tr> <tr> <td>5.50%</td> <td>15 l/s</td> <td>42 l/s</td> <td>76 l/s</td> <td>113 l/s</td> <td>152 l/s</td> <td>194 l/s</td> <td>236 l/s</td> <td>279 l/s</td> </tr> <tr> <td>6.00%</td> <td>15 l/s</td> <td>44 l/s</td> <td>79 l/s</td> <td>118 l/s</td> <td>159 l/s</td> <td>202 l/s</td> <td>246 l/s</td> <td>292 l/s</td> </tr> <tr> <td>6.50%</td> <td>16 l/s</td> <td>46 l/s</td> <td>82 l/s</td> <td>123 l/s</td> <td>166 l/s</td> <td>210 l/s</td> <td>257 l/s</td> <td>304 l/s</td> </tr> <tr> <td>7.00%</td> <td>17 l/s</td> <td>48 l/s</td> <td>85 l/s</td> <td>127 l/s</td> <td>172 l/s</td> <td>218 l/s</td> <td>266 l/s</td> <td>315 l/s</td> </tr> </tbody> </table>				Calado	12.50%	25.00%	37.50%	50.00%	62.50%	75.00%	87.50%	100.00%	Am	0.03	0.06	0.09	0.13	0.16	0.19	0.22	0.25	Pm	0.0094	0.0188	0.0281	0.0375	0.0469	0.0563	0.0656	0.0750	Rh	0.3625	0.4250	0.4875	0.5500	0.6125	0.6750	0.7375	0.8000	Ancho Sup	0.0259	0.0441	0.0577	0.0682	0.0765	0.0833	0.0890	0.0938	Pendiente	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30		Q 12.5 % (l/s)	Q 25 % (l/s)	Q 37.5 % (l/s)	Q 50 % (l/s)	Q 62.5 % (l/s)	Q 75 % (l/s)	Q 87.5 % (l/s)	Q 100 % (l/s)	0.05%	1 l/s	4 l/s	7 l/s	11 l/s	15 l/s	18 l/s	22 l/s	27 l/s	0.50%	4 l/s	13 l/s	23 l/s	34 l/s	46 l/s	58 l/s	71 l/s	84 l/s	1.00%	6 l/s	18 l/s	32 l/s	48 l/s	65 l/s	83 l/s	101 l/s	119 l/s	1.50%	8 l/s	22 l/s	40 l/s	59 l/s	80 l/s	101 l/s	123 l/s	146 l/s	2.00%	9 l/s	25 l/s	46 l/s	68 l/s	92 l/s	117 l/s	142 l/s	168 l/s	2.50%	10 l/s	28 l/s	51 l/s	76 l/s	103 l/s	131 l/s	159 l/s	188 l/s	3.00%	11 l/s	31 l/s	56 l/s	83 l/s	113 l/s	143 l/s	174 l/s	206 l/s	3.50%	12 l/s	34 l/s	60 l/s	90 l/s	122 l/s	154 l/s	188 l/s	223 l/s	4.00%	13 l/s	36 l/s	65 l/s	96 l/s	130 l/s	165 l/s	201 l/s	238 l/s	4.50%	13 l/s	38 l/s	69 l/s	102 l/s	138 l/s	175 l/s	213 l/s	253 l/s	5.00%	14 l/s	40 l/s	72 l/s	108 l/s	145 l/s	185 l/s	225 l/s	266 l/s	5.50%	15 l/s	42 l/s	76 l/s	113 l/s	152 l/s	194 l/s	236 l/s	279 l/s	6.00%	15 l/s	44 l/s	79 l/s	118 l/s	159 l/s	202 l/s	246 l/s	292 l/s	6.50%	16 l/s	46 l/s	82 l/s	123 l/s	166 l/s	210 l/s	257 l/s	304 l/s	7.00%	17 l/s	48 l/s	85 l/s	127 l/s	172 l/s	218 l/s	266 l/s	315 l/s
Calado	12.50%	25.00%	37.50%	50.00%	62.50%	75.00%	87.50%	100.00%																																																																																																																																																																																																							
Am	0.03	0.06	0.09	0.13	0.16	0.19	0.22	0.25																																																																																																																																																																																																							
Pm	0.0094	0.0188	0.0281	0.0375	0.0469	0.0563	0.0656	0.0750																																																																																																																																																																																																							
Rh	0.3625	0.4250	0.4875	0.5500	0.6125	0.6750	0.7375	0.8000																																																																																																																																																																																																							
Ancho Sup	0.0259	0.0441	0.0577	0.0682	0.0765	0.0833	0.0890	0.0938																																																																																																																																																																																																							
Pendiente	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30																																																																																																																																																																																																							
	Q 12.5 % (l/s)	Q 25 % (l/s)	Q 37.5 % (l/s)	Q 50 % (l/s)	Q 62.5 % (l/s)	Q 75 % (l/s)	Q 87.5 % (l/s)	Q 100 % (l/s)																																																																																																																																																																																																							
0.05%	1 l/s	4 l/s	7 l/s	11 l/s	15 l/s	18 l/s	22 l/s	27 l/s																																																																																																																																																																																																							
0.50%	4 l/s	13 l/s	23 l/s	34 l/s	46 l/s	58 l/s	71 l/s	84 l/s																																																																																																																																																																																																							
1.00%	6 l/s	18 l/s	32 l/s	48 l/s	65 l/s	83 l/s	101 l/s	119 l/s																																																																																																																																																																																																							
1.50%	8 l/s	22 l/s	40 l/s	59 l/s	80 l/s	101 l/s	123 l/s	146 l/s																																																																																																																																																																																																							
2.00%	9 l/s	25 l/s	46 l/s	68 l/s	92 l/s	117 l/s	142 l/s	168 l/s																																																																																																																																																																																																							
2.50%	10 l/s	28 l/s	51 l/s	76 l/s	103 l/s	131 l/s	159 l/s	188 l/s																																																																																																																																																																																																							
3.00%	11 l/s	31 l/s	56 l/s	83 l/s	113 l/s	143 l/s	174 l/s	206 l/s																																																																																																																																																																																																							
3.50%	12 l/s	34 l/s	60 l/s	90 l/s	122 l/s	154 l/s	188 l/s	223 l/s																																																																																																																																																																																																							
4.00%	13 l/s	36 l/s	65 l/s	96 l/s	130 l/s	165 l/s	201 l/s	238 l/s																																																																																																																																																																																																							
4.50%	13 l/s	38 l/s	69 l/s	102 l/s	138 l/s	175 l/s	213 l/s	253 l/s																																																																																																																																																																																																							
5.00%	14 l/s	40 l/s	72 l/s	108 l/s	145 l/s	185 l/s	225 l/s	266 l/s																																																																																																																																																																																																							
5.50%	15 l/s	42 l/s	76 l/s	113 l/s	152 l/s	194 l/s	236 l/s	279 l/s																																																																																																																																																																																																							
6.00%	15 l/s	44 l/s	79 l/s	118 l/s	159 l/s	202 l/s	246 l/s	292 l/s																																																																																																																																																																																																							
6.50%	16 l/s	46 l/s	82 l/s	123 l/s	166 l/s	210 l/s	257 l/s	304 l/s																																																																																																																																																																																																							
7.00%	17 l/s	48 l/s	85 l/s	127 l/s	172 l/s	218 l/s	266 l/s	315 l/s																																																																																																																																																																																																							



PLISAN											
CANAL TRAPEZIAL DE 0.6 m DE ANCHO SUPERIOR Y 0.6 m DE CALADO MÁXIMO											
Vertical	0H:1V	0H:1V	Profundidad	0.600	8.3%	Resguardo	0.05	Base Int	0.60	Manning	0.013
	Horizontal	1		1			0.60		0.013		
		OBRA		VOLUMEN	PRECIO UN	PPTO					
		EXCAVACIÓN		0.3600	3.50	1.26					
		REVESTIMIENTO (0.10 m)		0.18	90.00	16.20					
						17.46					
Calado	12.50%	25.00%	37.50%	50.00%	62.50%	75.00%	87.50%	100.00%			
	0.07	0.14	0.21	0.28	0.34	0.41	0.48	0.55			
Am	0.0413	0.0825	0.1238	0.1650	0.2063	0.2475	0.2888	0.3300			
Pm	0.7375	0.8750	1.0125	1.1500	1.2875	1.4250	1.5625	1.7000			
Rh	0.0559	0.0943	0.1222	0.1435	0.1602	0.1737	0.1848	0.1941			
Ancho Sup	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60			
Pendiente	Q 12.5 %	Q 25 %	Q 37.5 %	Q 50 %	Q 62.5 %	Q 75 %	Q 87.5 %	Q 100 %			
	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)			
0.05%	10 l/s	29 l/s	52 l/s	78 l/s	105 l/s	133 l/s	161 l/s	190 l/s			
0.50%	33 l/s	93 l/s	166 l/s	246 l/s	331 l/s	419 l/s	510 l/s	602 l/s			
1.00%	46 l/s	131 l/s	234 l/s	348 l/s	468 l/s	593 l/s	721 l/s	851 l/s			
1.50%	57 l/s	161 l/s	287 l/s	426 l/s	573 l/s	726 l/s	883 l/s	1 042 l/s			
2.00%	66 l/s	186 l/s	332 l/s	492 l/s	662 l/s	838 l/s	1 019 l/s	1 204 l/s			
2.50%	73 l/s	208 l/s	371 l/s	550 l/s	740 l/s	937 l/s	1 139 l/s	1 346 l/s			
3.00%	80 l/s	228 l/s	406 l/s	603 l/s	811 l/s	1 027 l/s	1 248 l/s	1 474 l/s			
3.50%	87 l/s	246 l/s	439 l/s	651 l/s	875 l/s	1 109 l/s	1 348 l/s	1 592 l/s			
4.00%	93 l/s	263 l/s	469 l/s	696 l/s	936 l/s	1 185 l/s	1 441 l/s	1 702 l/s			
4.50%	98 l/s	279 l/s	497 l/s	738 l/s	993 l/s	1 257 l/s	1 529 l/s	1 805 l/s			
5.00%	104 l/s	294 l/s	524 l/s	778 l/s	1 046 l/s	1 325 l/s	1 611 l/s	1 903 l/s			
5.50%	109 l/s	308 l/s	550 l/s	816 l/s	1 097 l/s	1 390 l/s	1 690 l/s	1 996 l/s			
6.00%	114 l/s	322 l/s	574 l/s	852 l/s	1 146 l/s	1 452 l/s	1 765 l/s	2 085 l/s			
6.50%	118 l/s	335 l/s	598 l/s	887 l/s	1 193 l/s	1 511 l/s	1 837 l/s	2 170 l/s			
7.00%	123 l/s	348 l/s	620 l/s	920 l/s	1 238 l/s	1 568 l/s	1 907 l/s	2 252 l/s			

PLISAN											
CANAL TRAPEZIAL DE 0.4665 m DE ANCHO SUPERIOR Y 0.25 m DE CALADO MÁXIMO											
Vertical	0.333H:1V	0.333H:1V	Profundidad	0.3000	8.3%	Resguardo	0.05	Base Int	0.30	Manning	0.015
	Horizontal	1		1			0.30		0.015		
		OBRA		VOLUMEN	PRECIO UN	PPTO					
		EXCAVACIÓN		0.12	3.50	0.419895					
		REVESTIMIENTO (0.10 m)		0.09	90.00	8.39					
						8.81					
Calado	12.50%	25.00%	37.50%	50.00%	62.50%	75.00%	87.50%	100.00%			
	0.03	0.06	0.09	0.13	0.16	0.19	0.22	0.25			
Am	0.0097	0.0201	0.0311	0.0427	0.0550	0.0680	0.0816	0.0958			
Pm	0.3659	0.4317	0.4976	0.5635	0.6294	0.6952	0.7611	0.8270			
Rh	0.0265	0.0464	0.0624	0.0758	0.0874	0.0977	0.1072	0.1159			
Ancho Sup	0.32	0.34	0.36	0.38	0.40	0.42	0.45	0.47			
Pendiente	Q 12.5 %	Q 25 %	Q 37.5 %	Q 50 %	Q 62.5 %	Q 75 %	Q 87.5 %	Q 100 %			
	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)			
0.05%	1 l/s	4 l/s	7 l/s	11 l/s	16 l/s	21 l/s	27 l/s	34 l/s			
0.10%	2 l/s	5 l/s	10 l/s	16 l/s	23 l/s	30 l/s	39 l/s	48 l/s			
0.20%	3 l/s	8 l/s	15 l/s	23 l/s	32 l/s	43 l/s	55 l/s	68 l/s			
0.30%	3 l/s	9 l/s	18 l/s	28 l/s	40 l/s	53 l/s	67 l/s	83 l/s			
0.40%	4 l/s	11 l/s	21 l/s	32 l/s	46 l/s	61 l/s	78 l/s	96 l/s			
0.50%	4 l/s	12 l/s	23 l/s	36 l/s	51 l/s	68 l/s	87 l/s	107 l/s			
1.00%	6 l/s	17 l/s	33 l/s	51 l/s	72 l/s	96 l/s	123 l/s	152 l/s			
1.50%	7 l/s	21 l/s	40 l/s	62 l/s	88 l/s	118 l/s	150 l/s	186 l/s			
2.00%	8 l/s	24 l/s	46 l/s	72 l/s	102 l/s	136 l/s	173 l/s	215 l/s			
2.50%	9 l/s	27 l/s	51 l/s	81 l/s	114 l/s	152 l/s	194 l/s	240 l/s			
3.00%	10 l/s	30 l/s	56 l/s	88 l/s	125 l/s	167 l/s	212 l/s	263 l/s			
3.50%	11 l/s	32 l/s	61 l/s	95 l/s	135 l/s	180 l/s	229 l/s	284 l/s			
4.00%	11 l/s	35 l/s	65 l/s	102 l/s	144 l/s	192 l/s	245 l/s	304 l/s			
4.50%	12 l/s	37 l/s	69 l/s	108 l/s	153 l/s	204 l/s	260 l/s	322 l/s			
5.00%	13 l/s	39 l/s	73 l/s	114 l/s	161 l/s	215 l/s	274 l/s	339 l/s			

## APENDICE Nº2. CÁLCULO DE COLECTORES DE DRENAJE





Grupo de suelo:	B
Región Norma:	11
βm	0.90
Ft	1.00

**DATOS DE PARTIDA**

T <sub>m</sub>	10	años
Pd10=	104	mm/h
(Pd10/24)=	4.333	
(11/kf)=	8.0	
n =	0.013	HORM. (H)
n =	0.010	PEAD (P)

**DATOS DE ESCORRENTÍA**

ID Superf.	Clase Superficie	Tipo Suelo Descripción Norma 5.2-IC	Po	βm	Ft	βPM	Po*	C
1	PARCELAS	Estructura urbana abierta	14.0	0.90	1.00	0.90	12.6	0.61
2	PAVIMENTOS	Complejos ferroviarios	7.0	0.90	1.00	0.90	6.3	0.81
3	EXPLANADAS	Zonas de extracción minera	9.0	0.90	1.00	0.90	8.1	0.75
4	ZONAS VERDES	Zonas verdes urbanas	23.0	0.90	1.00	0.90	20.7	0.44

Condición 1: CAUDAL TOTAL < CAUDAL A SECCIÓN LLENA  
 Condición 2: CONVERGENCIA DE LA SOLUCIÓN  
 Condición 3: 0,6 m/s< VELOCIDAD DISEÑO < 6,0 m/s

**CALCULO DE RED DE COLECTORES (PERIODO DE RETORNO 10 AÑOS)**

NOMBRE RED	UBICACIÓN	TRAMO DE ANALISIS				PARAMETROS HIDROLOGICOS												DATOS GEOMETRICOS COLECTOR										FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO													
		POZO INICIO TRAMO	POZO FINAL TRAMO	PK POZO	LONG. TRAMO (m)	SUPERFICIE (S)				COEF. ESCORRENTIA (C)				SUPERF. COEF. C Σ(SiCi) (m2)	TIEMPO CONCENTR. T.C.			INTENSIDAD It (mm/h)	CAUDALES			PENDIENTE (%)	TIPO DE TUBO (P/PM)	DIAMETRO COMERCIAL (mm)	DIMENSION INTERIOR (mm)	RADIO ALTURA (m)	J (rad)	J (grados)	J cálculo (grados)	YvM (mm)	AREA MOJADA (m2)	PERIM. MOJADO (m)	RADIO HIDRAULICO (m)	CALADO (cm)	VELOC. (m/s)	ANCHO LAMINA (m)	NUMERO FROUDE	REGIMEN HIDRAULICO	CAUDALES SECC. LLENA (l/s)	CAPACIDAD SECC. LLENA (%)	CONDICION 1
						TIPO-1 (m2)	TIPO-2 (m2)	TIPO-3 (m2)	TIPO-4 (m2)	TIPO-I	TIPO-II	TIPO-III	TIPO-IV		INICIAL (min)	RECORR. (min)	TOTAL (min)		PLUV. (lit/s)	APORTA (lit/s)	TOTAL (lit/s)																				
Red Principal 1	EJE 1 / VIAL	P1.35	P1.34	1322.30	42.20	0	0	0	9906	0.61	0.81	0.75	0.44	4350.66	10.00	0.00	10.00	82.14	99.3	0.0	99.3	0.50%	P	DN400P	364	0.182	3.53	202.39	157.61	-	0.06	0.64	0.101	21.73	1.53	0.357	1.15	Rápido o Supercrítico	148.87	66.7%	OK
		P1.34	P1.33	1280.10	44.90	29781	0	0	0	0.61	0.81	0.75	0.44	18212.92	10.00	0.46	10.46	80.53	407.4	0.0	506.7	0.50%	H	DN800H	800	0.400	3.24	185.63	174.37	-	0.27	1.30	0.206	41.96	1.90	0.799	1.05	Rápido o Supercrítico	935.04	54.2%	OK
Se añade Ramal 1-30		P1.33	P1.34	1235.20	-133.20	0	0	0	0	0.61	0.81	0.75	0.44	0.00	10.46	0.39	10.85	79.23	0.0	0.0	506.7	0.50%	H	DN800H	800	0.400	3.24	185.63	174.37	-	0.27	1.30	0.206	41.96	1.90	0.799	1.05	Rápido o Supercrítico	935.04	54.2%	OK
		P1.34	P1.33	1368.40	42.10	1167	0	0	0	0.61	0.81	0.75	0.44	713.69	10.85	-1.17	9.68	83.31	16.5	78.4	601.7	0.50%	H	DN800H	800	0.400	3.48	199.22	160.78	-	0.30	1.39	0.219	46.68	1.98	0.789	1.02	Rápido o Supercrítico	935.04	64.3%	OK
Se añade Ramal 1-28		P1.33	P1.32	1326.30	45.00	0	400	0	0	0.61	0.81	0.75	0.44	323.88	9.68	0.36	10.04	82.00	7.4	0.0	609.0	0.50%	H	DN800H	800	0.400	3.50	206.29	159.71	-	0.31	1.40	0.220	47.04	1.98	0.787	1.01	Rápido o Supercrítico	935.04	65.1%	OK
		P1.32	P1.31	1281.30	69.90	0	400	0	0	0.61	0.81	0.75	0.44	323.88	10.04	0.38	10.42	80.68	7.3	144.3	760.6	0.50%	H	DN800H	800	0.400	3.90	223.41	136.59	-	0.37	1.56	0.235	54.79	2.07	0.743	0.94	Lento o Subcrítico	935.04	81.3%	OK
Se añade Ramal 1-27		P1.31	P1.30	1211.40	31.50	0	0	0	0	0.61	0.81	0.75	0.44	0.00	10.42	0.56	10.98	78.82	0.0	100.4	861.0	0.50%	H	DN1000H	1000	0.500	3.16	181.06	178.94	-	0.40	1.58	0.251	50.46	2.17	1.000	1.10	Rápido o Supercrítico	1695.35	50.8%	OK
		P1.30	P1.29	1179.90	62.50	0	511	0	0	0.61	0.81	0.75	0.44	413.75	10.98	0.24	11.22	78.06	9.0	2571.9	3441.8	0.50%	H	DN1500H	1500	0.750	3.58	205.37	154.63	-	1.13	2.69	0.420	91.47	3.05	1.463	1.11	Rápido o Supercrítico	4998.44	68.9%	OK
Se añade Ramal 1-25		P1.29	P1.28	1117.40	59.30	0	423	0	0	0.61	0.81	0.75	0.44	342.50	11.22	0.34	11.56	77.03	7.3	823.9	4273.1	0.50%	H	DN1500H	1500	0.750	4.01	230.02	129.98	-	1.34	3.01	0.447	106.71	3.18	1.359	1.02	Rápido o Supercrítico	4998.44	85.5%	OK
		P1.28	P1.27	1058.10	11.50	0	351	0	0	0.61	0.81	0.75	0.44	284.20	11.56	0.31	11.87	76.12	6.0	0.0	4279.1	0.50%	H	DN1800H	1800	0.900	3.20	183.56	176.44	-	1.32	2.88	0.459	92.79	3.24	1.799	1.20	Rápido o Supercrítico	8128.02	52.6%	OK
Se añade Ramal 1-26		P1.27	P1.26	1046.60	31.80	0	0	0	0	0.61	0.81	0.75	0.44	0.00	11.87	0.06	11.93	75.95	0.0	0.0	4279.1	0.35%	H	DN1800H	1800	0.900	3.44	197.31	162.69	-	1.52	3.10	0.489	103.54	2.82	1.780	0.98	Lento o Subcrítico	6800.39	62.9%	OK
		P1.26	P1.25	1014.80	31.00	0	442	0	0	0.61	0.81	0.75	0.44	357.89	11.93	0.19	12.12	75.42	7.5	0.0	4286.6	0.35%	H	DN1800H	1800	0.900	3.45	197.46	162.54	-	1.52	3.10	0.489	103.66	2.83	1.779	0.98	Lento o Subcrítico	6800.39	63.0%	OK
Se añade Ramal 1-20		P1.25	P1.24	983.80	20.20	0	388	0	0	0.61	0.81	0.75	0.44	314.16	12.12	0.18	12.30	74.92	6.5	0.0	4293.1	0.35%	H	DN1800H	1800	0.900	3.45	197.58	162.42	-	1.52	3.10	0.489	103.76	2.83	1.779	0.98	Lento o Subcrítico	6800.39	63.1%	OK
		P1.24	P1.23	963.60	23.50	0	0	0	0	0.61	0.81	0.75	0.44	0.00	12.30	0.12	12.42	74.59	0.0	185.7	4478.8	0.35%	H	DN1800H	1800	0.900	3.51	201.27	158.73	-	1.57	3.16	0.497	106.76	2.85	1.769	0.97	Lento o Subcrítico	6800.39	65.9%	OK
Se añade Ramal 1-18		P1.23	P1.22	940.10	49.70	0	575	0	0	0.61	0.81	0.75	0.44	465.58	12.42	0.14	12.56	74.22	9.6	0.0	4488.4	0.35%	H	DN1800H	1800	0.900	3.52	201.47	158.53	-	1.57	3.16	0.497	106.76	2.85	1.769	0.97	Lento o Subcrítico	6800.39	66.0%	OK
		P1.22	P1.21	890.40	50.00	0	0	0	0	0.61	0.81	0.75	0.44	0.00	12.56	0.29	12.85	73.46	0.0	184.2	4672.6	0.35%	H	DN1800H	1800	0.900	3.58	206.17	154.83	-	1.62	3.22	0.503	109.61	2.88	1.757	0.96	Lento o Subcrítico	6800.39	68.7%	OK
Se añade Ramal 1-16		P1.21	P1.20	840.40	50.00	0	575	0	0	0.61	0.81	0.75	0.44	465.58	12.85	0.29	13.14	72.73	9.4	0.0	4682.0	0.35%	H	DN1800H	1800	0.900	3.58	206.36	154.64	-	1.63	3.23	0.504	109.75	2.88	1.756	0.96	Lento o Subcrítico	6800.39	68.8%	OK
		P1.20	P1.19	790.40	50.00	0	0	0	0	0.61	0.81	0.75	0.44	0.00	13.14	0.29	13.43	72.02	0.0	189.2	4871.2	0.35%	H	DN1800H	1800	0.900	3.65	209.21	150.79	-	1.68	3.29	0.510	112.70	2.91	1.742	0.95	Lento o Subcrítico	6800.39	71.6%	OK
Se añade Ramal 1-11		P1.10	P1.9 INITT	393.30	45.62	0	1982	0	5324	0.61	0.81	0.75	0.44	3943.09	15.24	0.24	15.48	67.49	73.9	167.7	10663.3	0.30%	H	DN2500H	2500	1.250	3.62	207.68	152.32	-	3.19	4.53	0.705	154.90	3.34	2.427	0.93	Lento o Subcrítico	15118.45	70.5%	OK
		P1.3	P1.2	113.85	44.69	0	935	0	2241	0.61	0.81	0.75	0.44	1741.30	15.88	0.18	16.06	66.36	32.1	0.0	10695.4	0.45%	H	DN2500H	2500	1.250	3.32	190.40	169.60	-	2.74	4.15	0.659	136.08	3.91	2.490	1.19	Rápido o Supercrítico	18516.24	57.8%	OK
Se añade Ramal 1-1		P1.2	P1.1	69.16	22.46	0	445	0	872	0.61	0.81	0.75	0.44	743.29	16.06	0.19	16.25	66.00	13.6	0.0	10709.0	0.45%	M	M 4x1	4000	1000.000	-	-	-	768	3.07	5.54	0.555	76.82	3.49	4.000	1.49	Rápido o Supercrítico	15751.75	68.0%	OK
		P1.1	P1.0	46.70	46.70	0	400	0	0	0.61	0.81	0.75	0.44	323.88	16.25	0.11	16.36	65.80	5.9	0.0	10715.0	0.45%	M	M 4x1	4000	1000.000	-	-	-	769	3.07	5.54	0.555	76.85	3.49	4.000	1.27	Rápido o Supercrítico	15751.75	68.0%	OK
Red Principal 2	2 / ZONA TAL	P2.8	P2.7	248.40	12.20	0	1043	0	0	0.61	0.81	0.75	0.44	844.51	10.00	0.00	10.00	82.14	19.3	0.0	19.3	0.30%	P	DN315P	285	0.143	2.70	154.46	154.46	# VALOR!	0.02	0.38	0.060	11.10	0.84	0.278	0.93	Lento o Subcrítico	60.05	32.1%	OK
		P2.7	P2.6	236.20	15.50	0	1206	0	0	0.61	0.81	0.75	0.44	976.49	10.00	0.24	10.24	81.28	22.0	0.0	41.3	0.30%	P	DN315P	285	0.143	3.58	205.29	154.71	# VALOR!	0.04	0.51	0.080	17.37	1.01	0.278	0.85	Lento o Subcrítico	60.05	68.8%	OK
Se añade Ramal 2-5		P2.6	P2.5	220.70	55.40	0	400	0	0	0.61	0.81	0.75	0.44	323.88	10.24	0.25	10.50	80.40	7.2																						

DATOS DE PARTIDA

T <sub>r</sub> =	10	años
Pd10=	104	mm/h
(Pd10/24)=	4.333	
(11/k)=	8.0	
n =	0.013	HORM. (H)
n =	0.010	PEAD (P)

DATOS DE ESCORRENTÍA

ID Superf.	Clase Superficie	Tipo Suelo Descripción Norma 5.2-IC	Po	βm	Ft	βPM	Po*	C
1	PARCELAS	Estructura urbana abierta	14.0	0.90	1.00	0.90	12.6	0.61
2	PAVIMENTOS	Complejos ferroviarios	7.0	0.90	1.00	0.90	6.3	0.81
3	EXPLANADAS	Zonas de extracción minera	9.0	0.90	1.00	0.90	8.1	0.75
4	ZONAS VERDES	Zonas verdes urbanas	23.0	0.90	1.00	0.90	20.7	0.44

Grupo de suelo:	B
Región Norma:	11
βm	0.90
Ft	1.00

Condición 1: CAUDAL TOTAL < CAUDAL A SECCIÓN LLENA  
 Condición 2: CONVERGENCIA DE LA SOLUCIÓN  
 Condición 3: 0,6 m/s< VELOCIDAD DISEÑO < 6,0 m/s

CÁLCULO DE RED DE COLECTORES (PERIODO DE RETORNO 10 AÑOS)

NOMBRE RED	UBICACIÓN	TRAMO DE ANALISIS				PARAMETROS HIDROLOGICOS										DATOS GEOMETRICOS COLECTOR					FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO																				
		POZO INICIO TRAMO	POZO FINAL TRAMO	PK POZO	LONG. TRAMO	SUPERFICIE (S)				COEF. ESCORRENTIA (C)				SUPERF. COEF. C		TIEMPO CONCENTR. T.C.		INTENSIDAD I		CAUDALES		PENDIENTE	TIPO DE TUBO	DIAMETRO COMERCIAL	DIMENSION INTERIOR	RADIO ALTURA	J	J	J	Y/M	AREA MOJADA	PERIM. MOJADA	RADIO HIDRAULICO	CALADO	VELOC.	ANCHO LAMINA	NUMERO FROUDE	REGIMEN HIDRAULICO	CAUDALES SECC.LLENA	CAPACIDAD SECC.LLENA	CONDICION 1
		TIPO-1	TIPO-2	TIPO-3	TIPO-4	TIPO-I	TIPO-II	TIPO-III	TIPO-IV	Σ(SiK(C))	Σ(SiK(C))	INICIAL	RECORR.	TOTAL	INICIAL	RECORR.	TOTAL	PLUV.	APORTA	TOTAL																					
Se añade Ramal 4-18	P4.19	P4.18	759.30	44.90	0	0	0	700	0.61	0.81	0.75	0.44	307.44	10.00	1.08	11.08	78.51	6.7	0.0	10.5	1.00%	P	DN400P	364	0.182	1.60	91.66	91.66	#VALOR!	0.01	0.29	0.034	5.52	1.05	0.261	1.72	Rápido o Supercrítico	210.53	5.0%	OK	
	P4.18	P4.17	714.40	50.10	0	0	0	1194	0.61	0.81	0.75	0.44	524.40	11.08	0.71	11.79	76.36	11.1	1009.4	1031.0	1.00%	H	DN800H	800	0.400	3.81	218.32	141.68	#VALOR!	0.35	1.52	0.233	53.13	2.91	0.756	1.36	Rápido o Supercrítico	1322.35	78.0%	OK	
	P4.17	P4.16	664.30	43.90	0	0	0	1041	0.61	0.81	0.75	0.44	457.20	11.79	0.29	12.08	75.54	9.6	0.0	1040.6	1.00%	H	DN1000H	1000	0.500	2.98	170.97	170.97	#VALOR!	0.35	1.49	0.237	46.06	2.94	0.997	1.58	Rápido o Supercrítico	2397.58	43.4%	OK	
	P4.16	P4.15	620.40	50.20	0	0	0	1130	0.61	0.81	0.75	0.44	496.29	12.08	0.25	12.33	74.86	10.3	741.5	1792.4	1.00%	H	DN1200H	1200	0.600	3.05	174.52	174.52	#VALOR!	0.53	1.83	0.291	57.13	3.37	1.199	1.62	Rápido o Supercrítico	3898.73	46.0%	OK	
	P4.15	P4.14	570.20	41.80	0	0	0	1000	0.61	0.81	0.75	0.44	439.19	12.33	0.25	12.57	74.19	9.1	0.0	1801.5	1.00%	H	DN1200H	1200	0.600	3.05	174.84	174.84	#VALOR!	0.53	1.83	0.291	57.30	3.38	1.199	1.62	Rápido o Supercrítico	3898.73	46.2%	OK	
	P4.14	P4.13	528.40	50.10	0	0	0	1000	0.61	0.81	0.75	0.44	439.19	12.57	0.21	12.78	73.85	9.0	792.0	2602.4	1.00%	H	DN1200H	1200	0.600	3.53	202.48	157.52	#VALOR!	0.70	2.12	0.332	71.70	3.69	1.177	1.52	Rápido o Supercrítico	3898.73	66.8%	OK	
	P4.13	P4.12	478.30	33.60	0	0	0	1000	0.61	0.81	0.75	0.44	439.19	12.78	0.23	13.01	73.07	8.9	0.0	2611.3	1.00%	H	DN1200H	1200	0.600	3.54	202.79	157.21	#VALOR!	0.71	2.12	0.333	71.86	3.69	1.176	1.52	Rápido o Supercrítico	3898.73	67.0%	OK	
	P4.12	P4.11	444.70	21.00	0	0	0	1000	0.61	0.81	0.75	0.44	439.19	13.01	0.15	13.16	72.69	8.9	793.4	3413.6	0.41%	H	DN1500H	1500	0.750	3.75	214.59	145.41	#VALOR!	1.21	2.81	0.432	97.30	2.81	1.432	0.98	Lento o Subcrítico	4526.28	75.4%	OK	
	P4.11	P4.10	423.70	16.40	0	0	0	2133	0.61	0.81	0.75	0.44	936.80	13.16	0.12	13.28	72.38	18.8	0.0	3432.4	0.41%	H	DN1500H	1500	0.750	3.76	215.19	144.81	#VALOR!	1.22	2.82	0.433	97.67	2.82	1.430	0.97	Lento o Subcrítico	4526.28	75.8%	OK	
	P4.10	P4.09	407.30	15.80	0	417	0	0	0.61	0.81	0.75	0.44	337.64	13.28	0.10	13.38	72.14	6.8	0.0	3439.2	0.41%	H	DN1500H	1500	0.750	3.76	215.41	144.59	#VALOR!	1.22	2.82	0.433	97.81	2.82	1.429	0.97	Lento o Subcrítico	4526.28	76.0%	OK	
Se añade Ramal 4-9	P4.09	P4.08	391.50	34.10	0	140	0	209	0.61	0.81	0.75	0.44	205.15	13.38	0.09	13.47	71.91	4.1	162.0	3605.3	0.41%	H	DN1500H	1500	0.750	3.85	220.84	139.16	#VALOR!	1.27	2.89	0.439	101.16	2.84	1.406	0.96	Lento o Subcrítico	4526.28	79.7%	OK	
	P4.08	P4.07	357.40	42.70	0	396	0	0	0.61	0.81	0.75	0.44	320.64	13.47	0.20	13.67	71.44	6.4	10.4	3622.0	0.41%	H	DN1500H	1500	0.750	3.86	221.40	138.60	#VALOR!	1.27	2.90	0.439	101.51	2.85	1.403	0.95	Lento o Subcrítico	4526.28	80.0%	OK	
Se añade Ramal 4-8	P4.07	P4.06	314.70	26.80	0	0	0	565	0.61	0.81	0.75	0.44	248.14	13.67	0.25	13.92	70.85	4.9	0.0	3626.9	0.41%	H	DN1500H	1500	0.750	3.87	221.56	138.44	#VALOR!	1.27	2.90	0.439	101.61	2.85	1.402	0.95	Lento o Subcrítico	4526.28	80.1%	OK	
	P4.06	P4.05	285.90	27.20	0	400	0	0	0.61	0.81	0.75	0.44	323.88	13.92	0.17	14.09	70.46	6.3	27.6	3660.9	0.41%	H	DN1500H	1500	0.750	3.89	222.71	137.29	#VALOR!	1.28	2.92	0.440	102.31	2.85	1.397	0.95	Lento o Subcrítico	4526.28	80.9%	OK	
Se añade Ramal 4-5	P4.05	P4.04	258.70	50.00	0	400	0	0	0.61	0.81	0.75	0.44	323.88	14.09	0.16	14.25	70.10	6.3	75.2	3742.4	0.41%	H	DN1500H	1500	0.750	3.94	225.50	134.50	#VALOR!	1.31	2.95	0.443	104.00	2.86	1.383	0.94	Lento o Subcrítico	4526.28	82.7%	OK	
	P4.04	P4.03	208.70	50.00	0	0	2818	0	0.61	0.81	0.75	0.44	2103.98	14.25	0.29	14.54	69.46	40.6	0.0	3783.0	0.41%	H	DN1500H	1500	0.750	3.96	226.92	133.08	#VALOR!	1.32	2.97	0.444	104.86	2.87	1.376	0.94	Lento o Subcrítico	4526.28	83.6%	OK	
Se añade Ramal 4-6	P4.03	P4.02	158.70	49.98	0	0	1967	0	0.61	0.81	0.75	0.44	1468.61	14.54	0.29	14.83	68.84	28.1	0.0	3811.0	0.41%	H	DN1500H	1500	0.750	3.98	227.92	132.08	#VALOR!	1.33	2.98	0.445	105.46	2.87	1.371	0.93	Lento o Subcrítico	4526.28	84.2%	OK	
	P4.02	P4.01	108.72	47.90	0	4548	1591	5618	0.61	0.81	0.75	0.44	7337.77	14.83	0.29	15.12	68.23	139.1	0.0	3950.1	0.41%	H	DN1500H	1500	0.750	4.07	233.01	126.99	#VALOR!	1.37	3.05	0.449	108.47	2.89	1.342	0.91	Lento o Subcrítico	4526.28	87.3%	OK	
Se añade Ramal 4-7	P4.01	P4.0	60.82	50.24	0	4320	1148	0	0.61	0.81	0.75	0.44	4355.01	14.83	0.29	15.12	68.23	82.5	0.0	3893.6	0.41%	H	DN1500H	1500	0.750	4.03	230.90	129.10	#VALOR!	1.35	3.02	0.447	107.23	2.88	1.354	0.92	Lento o Subcrítico	4526.28	86.0%	OK	
	P4.0	P1.14	10.57	#(REF)	0	0	0	0	0.61	0.81	0.75	0.44	0.00	15.12	0.28	15.40	67.66	0.0	0.0	3950.1	0.41%	H	DN1500H	1500	0.750	4.07	233.01	126.99	#VALOR!	1.37	3.05	0.449	108.47	2.89	1.342	0.91	Lento o Subcrítico	4526.28	87.3%	OK	
Red 1-10	P1.10.05	P1.10.04	11.00	0	460	0	0	0.61	0.81	0.75	0.44	372.46	10.00	0.00	10.00	82.14	8.5	0.0	8.5	0.30%	P	DN400P	364	0.182	1.77	101.52	101.52	#VALOR!	0.01	0.32	0.041	6.69	0.65	0.282	0.96	Lento o Subcrítico	115.31	7.4%	OK		
	P1.10.04	P1.10.03	19.90	0	672	0	0	0.61	0.81	0.75	0.44	544.12	10.00	0.28	10.28	81.14	12.3	0.0	20.8	0.30%	P	DN400P	364	0.182	2.26	129.65	129.65	#VALOR!	0.02	0.41	0.060	10.46	0.84	0.329	0.98	Lento o Subcrítico	115.31	18.0%	OK		
	P1.10.03	P1.10.02	20.50	0	0	0	0	0.61	0.81	0.75	0.44	3359.80	10.28	0.39	10.68	79.80	0.0	0.0	20.8	0.30%	P	DN400P	364	0.182	2.26	129.65	129.65	#VALOR!	0.02	0.41	0.060	10.46	0.84	0.329	0.98	Lento o Subcrítico	115.31	18.0%	OK		
	P1.10.02	P1.10.01	11.80	0	805	0	0	0.61	0.81	0.75	0.44	651.81	10.68	0.41	11.08	78.49	14.2	0.0	35.0	0.30%	P	DN400P	364	0.182	2.65	151.70	151.70	#VALOR!	0.04	0.48	0.075	13.75	0.97	0.353	0.97	Lento o Subcrítico	115.31	30.3%	OK		
	P1.10.01	P1.10	19.60	0	0	0	470	0.61	0.81	0.75	0.44	206.42	11.08	0.20	11.29	77.86	4.5	0.0	39.4	0.30%	P	DN400P	364	0.182	2.75	157.68	157.68	#VALOR!	0.04	0.50	0.078	14.68	1.00	0.357	0.97	Lento o Subcrítico	115.31	34.2%	OK		
Red 1-12	P1.12.05	P1.12.04	12.00	0	1026	0	0	0.61	0.81	0.75	0.44	830.75	10																												



DATOS DE PARTIDA

T <sub>m</sub>	10	años
Pd10	104	mm
(Pd10/24)	4.333	mm/h
(11/k)	8.0	
n	0.013	HORM. (H)
n	0.010	PEAD (P)

DATOS DE ESCORRENTÍA

ID Superf.	Clase Superficie	Tipo Suelo Descripción Norma 5.2-IC	Po	βm	Ft	βPM	Po*	C
1	PARCELAS	Estructura urbana abierta	14.0	0.90	1.00	0.90	12.6	0.61
2	PAVIMENTOS	Complejos ferroviarios	7.0	0.90	1.00	0.90	6.3	0.81
3	EXPLANADAS	Zonas de extracción minera	9.0	0.90	1.00	0.90	8.1	0.75
4	ZONAS VERDES	Zonas verdes urbanas	23.0	0.90	1.00	0.90	20.7	0.44

Grupo de suelo:	B
Región Norma:	11
βm	0.90
Ft	1.00

Condición 1: CAUDAL TOTAL < CAUDAL A SECCIÓN LLENA  
 Condición 2: CONVERGENCIA DE LA SOLUCIÓN  
 Condición 3: 0,6 m/s < VELOCIDAD DISEÑO < 6,0 m/s

CÁLCULO DE RED DE COLECTORES (PERIODO DE RETORNO 10 AÑOS)

TRAMO DE ANALISIS				PARAMETROS HIDROLOGICOS										DATOS GEOMETRICOS COLECTOR				FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO																								
NOMBRE RED	UBICACION	POZO INICIO TRAMO	POZO FINAL TRAMO	PK POZO	LONG. TRAMO	AREAS DE APORTACION	SUPERFICIE (S)				COEF. ESCORRENTIA (C)				SUPERF. x COEF. C	TIEMPO CONCENTR. T.C.			INTENSIDAD R	CAUDALES			PENDIENTE	TIPO DE TUBO	DIAMETRO COMERCIAL	DIMENSION INTERIOR	RADIO ALTURA	J	J	J	Ym	AREA MOJADA	PERIM. MOJADO	RADIO HIDRAULICO	CALADO	VELOC.	ANCHO LAMINA	NUMERO FROUDE	REGIMEN HIDRAULICO	CAUDALES SECC.LLENA	CAPACIDAD SECC.LLENA	CONDICION
							TIPO-1	TIPO-2	TIPO-3	TIPO-4	TIPO-I	TIPO-II	TIPO-III	TIPO-IV		INICIAL	RECORR.	TOTAL		PLUV.	APORTA	TOTAL																				
		P3.1.01	P3.1		35.00		0	595	0	0	0.61	0.81	0.75	0.44	481.77	10.00	0.94	10.94	78.95	10.6	0.0	17.3	0.50%	P	DN315P	285	0.143	2.41	138.08	138.08	#VALOR!	0.02	0.34	0.051	9.15	0.98	0.266	1.21	Rápido o Supercrítico	77.53	22.3%	OK
Red 3-5		P3.5.02	P3.5.01		11.50		0	1200	0	0	0.61	0.81	0.75	0.44	971.64	10.00	0.00	10.00	82.14	22.2	0.0	22.2	0.50%	P	DN315P	285	0.143	2.60	148.91	148.91	#VALOR!	0.02	0.37	0.057	10.43	1.05	0.275	1.21	Rápido o Supercrítico	77.53	28.6%	OK
		P3.5.01	P3.5		6.00		0	415	0	102	0.61	0.81	0.75	0.44	380.82	10.00	0.18	10.18	81.49	8.6	0.0	30.8	0.50%	P	DN315P	285	0.143	2.89	165.77	165.77	#VALOR!	0.03	0.41	0.065	12.49	1.15	0.283	1.19	Rápido o Supercrítico	77.53	39.7%	OK
Red 3-6		P3.6.02	P3.6.01		12.60		0	1430	0	0	0.61	0.81	0.75	0.44	1157.87	10.00	0.00	10.00	82.14	26.4	0.0	26.4	0.50%	P	DN315P	285	0.143	2.75	157.50	157.50	#VALOR!	0.02	0.39	0.061	11.47	1.10	0.280	1.20	Rápido o Supercrítico	77.53	34.1%	OK
		P3.6.01	P3.6		5.00		0	470	0	180	0.61	0.81	0.75	0.44	459.61	10.00	0.19	10.19	81.46	10.4	0.0	36.8	0.50%	P	DN315P	285	0.143	3.08	176.60	176.60	#VALOR!	0.03	0.44	0.070	13.83	1.20	0.285	1.17	Rápido o Supercrítico	77.53	47.5%	OK
Red 3-7		P3.7.02	P3.7.01		14.00		0	1871	0	0	0.61	0.81	0.75	0.44	1514.94	10.00	0.00	10.00	82.14	34.6	0.0	34.6	0.50%	P	DN315P	285	0.143	3.01	172.61	172.61	#VALOR!	0.03	0.43	0.068	13.33	1.18	0.284	1.17	Rápido o Supercrítico	77.53	44.6%	OK
		P3.7.01	P3.7		5.00		0	710	0	205	0.61	0.81	0.75	0.44	664.92	10.00	0.20	10.20	81.44	15.0	0.0	49.6	0.50%	P	DN315P	285	0.143	3.47	198.74	161.26	#VALOR!	0.04	0.49	0.078	16.57	1.29	0.281	1.11	Rápido o Supercrítico	77.53	64.0%	OK
Red 3-8		P3.8.02	P3.8.01		14.00		0	1870	0	0	0.61	0.81	0.75	0.44	1514.13	10.00	0.00	10.00	82.14	34.5	0.0	34.5	0.50%	P	DN315P	285	0.143	3.01	172.58	172.58	#VALOR!	0.03	0.43	0.068	13.33	1.18	0.284	1.17	Rápido o Supercrítico	77.53	44.6%	OK
		P3.8.01	P3.8		5.00		0	1000	0	105	0.61	0.81	0.75	0.44	855.81	10.00	0.20	10.20	81.44	19.4	0.0	53.9	0.50%	P	DN315P	285	0.143	3.60	206.30	153.70	#VALOR!	0.04	0.51	0.080	17.49	1.31	0.278	1.09	Rápido o Supercrítico	77.53	69.5%	OK
Red 3-9		P3.9.02	P3.9.01		14.00		0	2048	0	0	0.61	0.81	0.75	0.44	1658.26	10.00	0.00	10.00	82.14	37.8	0.0	37.8	0.50%	P	DN315P	285	0.143	3.11	178.38	178.38	#VALOR!	0.03	0.44	0.071	14.05	1.21	0.285	1.16	Rápido o Supercrítico	77.53	48.8%	OK
		P3.9.01	P3.9		5.00		0	830	0	0	0.61	0.81	0.75	0.44	672.05	10.00	0.19	10.19	81.45	15.2	0.0	53.0	0.50%	P	DN315P	285	0.143	3.57	204.76	155.24	#VALOR!	0.04	0.51	0.080	17.31	1.31	0.278	1.09	Rápido o Supercrítico	77.53	68.4%	OK
Red 3-10		P3.10.02	P3.10.01		14.00		0	2048	0	0	0.61	0.81	0.75	0.44	1658.26	10.00	0.00	10.00	82.14	37.8	0.0	37.8	0.50%	P	DN315P	285	0.143	3.11	178.38	178.38	#VALOR!	0.03	0.44	0.071	14.05	1.21	0.285	1.16	Rápido o Supercrítico	77.53	48.8%	OK
		P3.10.01	P3.10		5.00		0	830	0	0	0.61	0.81	0.75	0.44	672.05	10.00	0.19	10.19	81.45	15.2	0.0	53.0	0.50%	P	DN315P	285	0.143	3.57	204.76	155.24	#VALOR!	0.04	0.51	0.080	17.31	1.31	0.278	1.09	Rápido o Supercrítico	77.53	68.4%	OK
Red 3-11		P3.11.02	P3.11.01		14.00		0	2048	0	0	0.61	0.81	0.75	0.44	1658.26	10.00	0.00	10.00	82.14	37.8	0.0	37.8	0.50%	P	DN315P	285	0.143	3.11	178.38	178.38	#VALOR!	0.03	0.44	0.071	14.05	1.21	0.285	1.16	Rápido o Supercrítico	77.53	48.8%	OK
		P3.11.01	P3.11		5.00		0	830	0	0	0.61	0.81	0.75	0.44	672.05	10.00	0.19	10.19	81.45	15.2	0.0	53.0	0.50%	P	DN315P	285	0.143	3.57	204.76	155.24	#VALOR!	0.04	0.51	0.080	17.31	1.31	0.278	1.09	Rápido o Supercrítico	77.53	68.4%	OK
Red 3-13		P3.13.01	P3.13		14.00		0	1550	0	0	0.61	0.81	0.75	0.44	1255.03	10.00	0.00	10.00	82.14	28.6	0.0	28.6	0.50%	P	DN315P	285	0.143	2.82	161.75	161.75	#VALOR!	0.03	0.40	0.063	11.99	1.12	0.281	1.19	Rápido o Supercrítico	77.53	36.9%	OK
Red 3-14		P3.14.01	P3.14		14.00		0	1088	0	0	0.61	0.81	0.75	0.44	880.95	10.00	0.00	10.00	82.14	20.1	0.0	20.1	0.50%	P	DN315P	285	0.143	2.52	144.46	144.46	#VALOR!	0.02	0.36	0.055	9.90	1.02	0.271	1.21	Rápido o Supercrítico	77.53	25.9%	OK
Red 4-5		P4.5.01	P4.5		10.00		0	650	0	6303	0.61	0.81	0.75	0.44	3294.55	10.00	0.00	10.00	82.14	75.2	0.0	75.2	0.30%	P	DN400P	364	0.182	3.50	200.36	159.64	#VALOR!	0.06	0.64	0.100	21.42	1.18	0.358	0.89	Lento o Subcrítico	115.31	65.2%	OK
Red 4-6		P4.6.2	P4.6.1		15.60		0	0	0	1135	0.61	0.81	0.75	0.44	498.49	10.00	0.00	10.00	82.14	11.4	0.0	11.4	0.30%	P	DN400P	364	0.182	1.91	109.70	109.70	#VALOR!	0.02	0.35	0.046	7.72	0.71	0.298	0.97	Lento o Subcrítico	115.31	9.9%	OK
		P4.6.1	P4.6		19.50		0	895	0	0	0.61	0.81	0.75	0.44	724.68	10.00	0.37	10.37	80.84	16.3	0.0	27.6	0.30%	P	DN400P	364	0.182	2.46	141.06	141.06	#VALOR!	0.03	0.45	0.068	12.13	0.91	0.343	0.98	Lento o Subcrítico	115.31	24.0%	OK
Red 4-8		P4.8.3	P4.8.2		15.60		0	4580	0	3130	0.61	0.81	0.75	0.44	5083.09	10.00	0.00	10.00	82.14	116.0	0.0	116.0	0.50%	P	DN400P	364	0.182	3.81	218.23	141.77	#VALOR!	0.07	0.69	0.106	24.16	1.58	0.344	1.09	Rápido o Supercrítico	148.87	77.9%	OK
		P4.8.2	P4.8.1		15.80		0	520	0	0	0.61	0.81	0.75	0.44	421.04	10.00	0.16	10.16	81.56	9.5	0.0	125.5	0.30%	P	DN500P	452	0.226	3.40	194.87	165.13	#VALOR!	0.09	0.77	0.122	25.52	1.34	0.448	0.94	Rápido o Subcrítico	205.42	61.1%	OK
		P4.8.1	P4.8		19.30		0	600	0	0	0.61	0.81	0.75	0.44	485.82	10.16	0.20	10.36	80.87	10.9	0.0	136.4	0.30%	P	DN500P	452	0.226	3.53	202.03	157.97	#VALOR!	0.10	0.80	0.125	26.92	1.37	0.444	0.92	Lento o Subcrítico	205.42	66.4%	OK
Red 4-8		P4.8.5	P4.8.4		14.50		0	430	0	245	0.61	0.81	0.75	0.44	455.77	10.00	0.00	10.00	82.14	10.4	0.0	10.4	0.30%	P	DN315P	285	0.143	2.24	128.21	128.21	#VALOR!	0.01	0.32	0.046	8.03	0.71	0.256	0.94	Lento o Subcrítico	60.05	17.3%	OK
		P4.8.4	P4.8		36.00																																					



## APENDICE Nº4. CÁLCULO MECANICO DE TUBOS DE HORMIGON

---





**Cálculo Numérico Tubos Hormigón Armado**

Versión: 2.02a

**Datos de la Obra:**

TERMINAL FERROVIARIA PLISAN

**Sección tipo:**

Tubo diametro 2500 mm

**Cliente:**

PUERTO DE VIGO

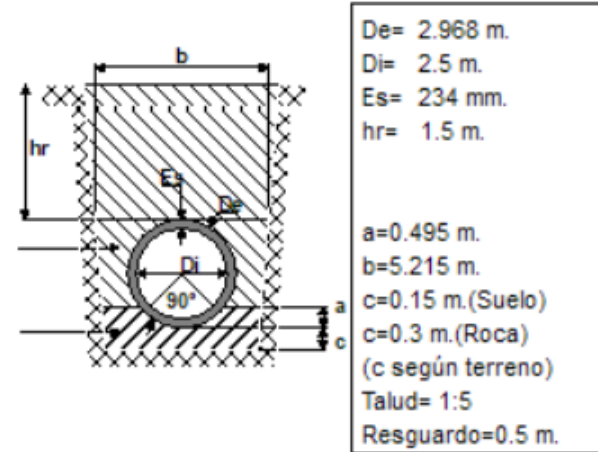
**Esquema de instalación:**

Instalación en Zanja; Relleno: Arenas y Gravas

(Este croquis no representa proporciones reales)

Relleno Compactado 95% P.N.

Hormigón



De= 2.968 m.  
Di= 2.5 m.  
Es= 234 mm.  
hr= 1.5 m.

a=0.495 m.  
b=5.215 m.  
c=0.15 m.(Suelo)  
c=0.3 m.(Roca)  
(c según terreno)  
Talud= 1:5  
Resguardo=0.5 m.

**Cálculos:**

Carga producida por terreno (qr): calculada como terraplén por sobrepasar el ancho de zanja b la anchura de transición.

$$q_p = C_p \cdot \gamma \cdot h \cdot D_e \quad \text{Para } h \leq D_e, C_p = \frac{21,44 \cdot h}{21,44 \cdot D_e} - 1$$

Fap= 2.3  
 $\gamma = 17.6 \text{ kN/m}^2$   
 $\lambda \mu = 0.165$   
ho= 4.716 m.

qr= 85.26 kN/m  
60.29 kN/m  
0 kN/m  
69.71 kN/m  
49.37 kN/m  
Qtotal= 264.66 kN/m

$$\text{CARGA DE CÁLCULO} = \frac{Q_{total} \cdot 1.5}{Fap \cdot Di} = 69.04 \text{ kN/m}^2$$

Clase mínima UNE-127.010 exigible:

**Clase 90**

(Válido para hr <= 3.46 m.)

**Cálculo Numérico Tubos Hormigón Armado**

Versión: 2.02a

**Datos de la Obra:**

TERMINAL FERROVIARIA PLISAN

**Sección tipo:**

Tubo diametro 2000 mm

**Cliente:**

PUERTO DE VIGO

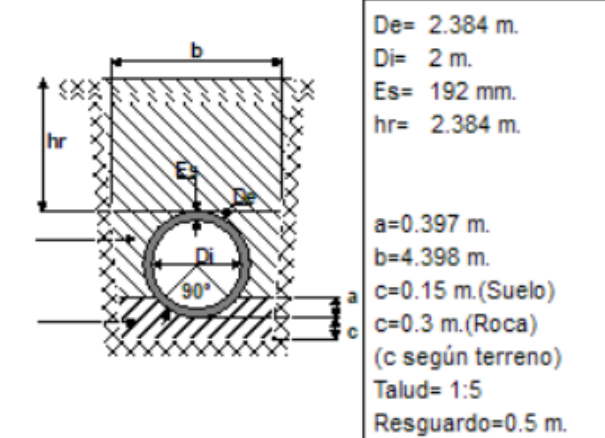
**Esquema de instalación:**

Instalación en Zanja; Relleno: Arenas y Gravas

(Este croquis no representa proporciones reales)

Relleno Compactado 95% P.N.

Material Granular Compactado 95% P.N.



De= 2.384 m.  
Di= 2 m.  
Es= 192 mm.  
hr= 2.384 m.

a=0.397 m.  
b=4.398 m.  
c=0.15 m.(Suelo)  
c=0.3 m.(Roca)  
(c según terreno)  
Talud= 1:5  
Resguardo=0.5 m.

**Cálculos:**

Carga producida por terreno (qr): calculada como terraplén por sobrepasar el ancho de zanja b la anchura de transición.

$$q_p = C_p \cdot \gamma \cdot h \cdot D_e \quad \text{Para } h \leq D_e, C_p = \frac{21,44 \cdot h}{21,44 \cdot D_e} - 1$$

Fap= 1.7  
 $\gamma = 17.6 \text{ kN/m}^2$   
 $\lambda \mu = 0.165$   
ho= 3.788 m.

qr= 118.5 kN/m  
45.95 kN/m  
0 kN/m  
54.06 kN/m  
24.95 kN/m  
Qtotal= 243.48 kN/m

$$\text{CARGA DE CÁLCULO} = \frac{Q_{total} \cdot 1.5}{Fap \cdot Di} = 107.41 \text{ kN/m}^2$$

Clase mínima UNE-127.010 exigible:

**Clase 135**

(Válido para hr <= 3.804 m.)



**Cálculo Numérico Tubos Hormigón Armado**

Versión: 2.02a

**Datos de la Obra:**

TERMINAL FERROVIARIA PLISAN

**Sección tipo:**

Tubo diámetro 1800 mm

**Cliente:**

PUERTO DE VIGO

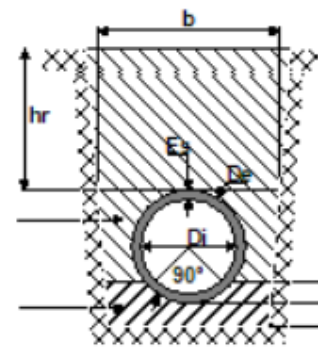
**Esquema de instalación:**

Instalación en Zanja; Relleno: Arenas y Gravas

(Este croquis no representa proporciones reales)

Relleno Compactado 95% P.N.

Material Granular Compactado 95% P.N.



De= 2.15 m.  
Di= 1.8 m.  
Es= 175 mm.  
hr= 1.5 m.  
  
a=0.358 m.  
b=4.07 m.  
c=0.15 m.(Suelo)  
c=0.3 m.(Roca)  
(c según terreno)  
Talud= 1:5  
Resguardo=0.5 m.

**Cálculos:**

Carga producida por terreno (qr): calculada como terraplén por sobrepasar el ancho de zanja b la anchura de transición.

$$q_r = C_r \cdot \gamma \cdot h \cdot D_e \quad ; \text{ Para } h > 2h_0, \quad C_r = \frac{2\lambda \mu \frac{h}{D_e} - 1}{2\lambda \mu \frac{h}{D_e}}$$

Fap= 1.7  
γ= 17.6 kN/m<sup>3</sup>  
λμ = 0.165  
h<sub>0</sub>= 3.416 m.

qr= 63.82 kN/m  
50.5 kN/m  
0 kN/m  
52.97 kN/m  
35.76 kN/m  
Qtotal= 203.07 kN/m

$$\text{CARGA DE CÁLCULO} = \frac{Q_{total} \cdot 1.5}{Fap \cdot D_i} = 99.54 \text{ kN/m}^2$$

Clase mínima UNE-127.010 exigible:

**Clase 135**

(Válido para hr <= 3.67 m.)

**Cálculo Numérico Tubos Hormigón Armado**

Versión: 2.02a

**Datos de la Obra:**

TERMINAL FERROVIARIA PLISAN

**Sección tipo:**

Tubo diámetro 1500 mm

**Cliente:**

PUERTO DE VIGO

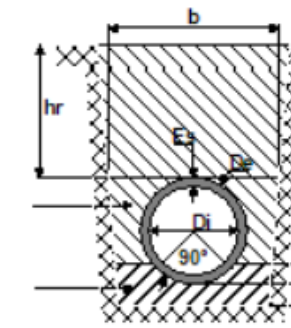
**Esquema de instalación:**

Instalación en Zanja; Relleno: Arenas y Gravas

(Este croquis no representa proporciones reales)

Relleno Compactado 95% P.N.

Material Granular Compactado 95% P.N.



De= 1.8 m.  
Di= 1.5 m.  
Es= 150 mm.  
hr= 1.5 m.  
  
a=0.3 m.  
b=3.56 m.  
c=0.1 m.(Suelo)  
c=0.23 m.(Roca)  
(c según terreno)  
Talud= 1:5  
Resguardo=0.5 m.

**Cálculos:**

Carga producida por terreno (qr): calculada como terraplén por sobrepasar el ancho de zanja b la anchura de transición.

$$q_r = C_r \cdot \gamma \cdot h \cdot D_e \quad ; \text{ Para } h > 2h_0, \quad C_r = \frac{2\lambda \mu \frac{h}{D_e} - 1}{2\lambda \mu \frac{h}{D_e}}$$

Fap= 1.7  
γ= 17.6 kN/m<sup>3</sup>  
λμ = 0.165  
h<sub>0</sub>= 2.86 m.

qr= 54.69 kN/m  
45.83 kN/m  
0 kN/m  
45.53 kN/m  
29.94 kN/m  
Qtotal= 176.01 kN/m

$$\text{CARGA DE CÁLCULO} = \frac{Q_{total} \cdot 1.5}{Fap \cdot D_i} = 103.53 \text{ kN/m}^2$$

Clase mínima UNE-127.010 exigible:

**Clase 135**

(Válido para hr <= 3.46 m.)





**Cálculo Numérico Tubos Hormigón Armado**

Versión: 2.02a

**Datos de la Obra:**

TERMINAL FERROVIARIA PLISAN

**Sección tipo:**

Tubo diametro 1200 mm

**Cliente:**

PUERTO DE VIGO

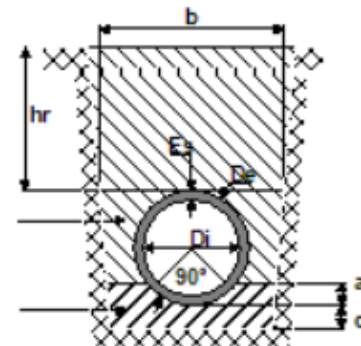
**Esquema de instalación:**

Instalación en Zanja; Relleno: Arenas y Gravas

(Este croquis no representa proporciones reales)

Relleno Compactado 95% P.N.

Material Granular Compactado 95% P.N.



De= 1.45 m.  
Di= 1.2 m.  
Es= 125 mm.  
hr= 1.5 m.  
  
a=0.242 m.  
b=2.93 m.  
c=0.1 m.(Suelo)  
c=0.23 m.(Roca)  
(c según terreno)  
Talud= 1:5  
Resguardo=0.43 m.

**Cálculos:**

Carga producida por terreno (qr): calculada como terraplén por sobrepasar el ancho de zanja b la anchura de transición.

$$q_r = C_r \cdot \gamma \cdot h_r \cdot D_r \quad \text{Para } h_r \geq D_r, C_r = \frac{2 \cdot \lambda \cdot \mu \cdot \frac{h_r}{D_r} - 1}{2 \cdot \lambda \cdot \mu \cdot \frac{h_r}{D_r}}$$

Fap= 1.7  
γ= 17.6 kN/m<sup>3</sup>  
λμ= 0.165  
ho= 2.304 m.

Carga Carretera, Carro tres ejes de 600 kN (60 t.)  
Carga puntual de 0t. situada a 0 m  
Carga uniformemente distribuida en superficie de 1.5 t/m<sup>2</sup>  
Carga debida a compactador Estático 4 t/m rodillo

qr= 45.62 kN/m  
40.81 kN/m  
0 kN/m  
36.37 kN/m<sup>2</sup>  
24.12 kN/m  
Qtotal= 146.94 kN/m

$$\text{CARGA DE CÁLCULO} = \frac{Q_{total} \cdot 1.5}{Fap \cdot Di} = 108.04 \text{ kN/m}^2$$

**Clase mínima UNE-127.010 exigible:**

**Clase 135**

(Válido para hr <= 3.26 m.)

**Cálculo Numérico Tubos Hormigón Armado**

Versión: 2.02a

**Datos de la Obra:**

TERMINAL FERROVIARIA PLISAN

**Sección tipo:**

Tubo diametro 1000 mm

**Cliente:**

PUERTO DE VIGO

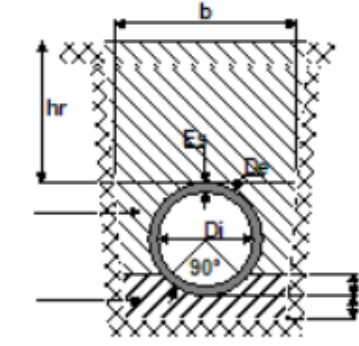
**Esquema de instalación:**

Instalación en Zanja; Relleno: Arenas y Gravas

(Este croquis no representa proporciones reales)

Relleno Compactado 95% P.N.

Material Granular Compactado 95% P.N.



De= 1.218 m.  
Di= 1 m.  
Es= 109 mm.  
hr= 1.5 m.  
  
a=0.203 m.  
b=2.605 m.  
c=0.1 m.(Suelo)  
c=0.23 m.(Roca)  
(c según terreno)  
Talud= 1:5  
Resguardo=0.43 m.

**Cálculos:**

Carga producida por terreno (qr): calculada como terraplén por sobrepasar el ancho de zanja b la anchura de transición.

$$q_r = C_r \cdot \gamma \cdot h_r \cdot D_r \quad \text{Para } h_r \geq D_r, C_r = \frac{2 \cdot \lambda \cdot \mu \cdot \frac{h_r}{D_r} - 1}{2 \cdot \lambda \cdot \mu \cdot \frac{h_r}{D_r}}$$

Fap= 1.7  
γ= 17.6 kN/m<sup>3</sup>  
λμ= 0.165  
ho= 1.935 m.

Carga Carretera, Carro tres ejes de 600 kN (60 t.)  
Carga puntual de 0t. situada a 0 m  
Carga uniformemente distribuida en superficie de 1.5 t/m<sup>2</sup>  
Carga debida a compactador Estático 4 t/m rodillo

qr= 39.67 kN/m  
37.26 kN/m  
0 kN/m  
31.66 kN/m<sup>2</sup>  
20.26 kN/m  
Qtotal= 128.86 kN/m

$$\text{CARGA DE CÁLCULO} = \frac{Q_{total} \cdot 1.5}{Fap \cdot Di} = 113.7 \text{ kN/m}^2$$

**Clase mínima UNE-127.010 exigible:**

**Clase 135**

(Válido para hr <= 3.05 m.)



**Cálculo Numérico Tubos Hormigón Armado**

Versión: 2.02a

**Datos de la Obra:**

TERMINAL FERROVIARIA PLISAN

**Sección tipo:**

Tubo diámetro 800 mm

**Cliente:**

PUERTO DE VIGO

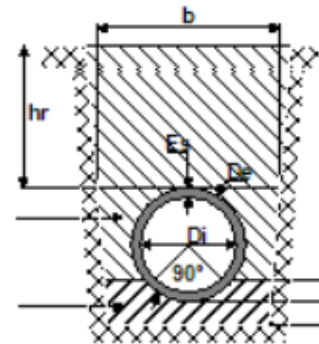
**Esquema de instalación:**

Instalación en Zanja; Relleno: Arenas y Gravas

(Este croquis no representa proporciones reales)

Relleno Compactado 95% P.N.

Material Granular Compactado 95% P.N.



De= 0.984 m.  
Di= 0.8 m.  
Es= 92 mm.  
hr= 1.5 m.  
  
a=0.164 m.  
b=2.278 m.  
c=0.1 m.(Suelo)  
c=0.23 m.(Roca)  
(c según terreno)  
Talud= 1:5  
Resguardo=0.43 m.

**Cálculos:**

Carga producida por terreno (qr): calculada como terraplén por sobrepasar el ancho de zanja b la anchura de transición.

$$q = C \cdot \gamma \cdot h \cdot D_c \quad ; \text{Para } h > D_c, C = \frac{20,4 \cdot \frac{h}{D_c} - 1}{20,4 \cdot \frac{h}{D_c}}$$

Fap= 1.7  
 $\gamma = 17.6 \text{ kN/m}^3$   
 $\lambda \mu = 0.165$   
ho= 1.563 m.

qr= 33.76 kN/m  
0 kN/m  
0 kN/m  
26.94 kN/m  
16.37 kN/m  
Qtotal= 77.07 kN/m

Carga Ferroviaria, Vía Renfe 0 vías,(0 actuantes), dh=0, 0Km/h  
Carga puntual de 0t. situada a 0 m  
Carga uniformemente distribuida en superficie de 1.5 t/m<sup>2</sup>  
Carga debida a compactador Estático 4 t/m rodillo

CARGA DE CÁLCULO =  $\frac{Q_{total} \cdot 1.5}{Fap \cdot Di} = 85.01 \text{ kN/m}^2$

Clase mínima UNE-127.010 exigible:

**Clase 90**

(Válido para hr <=1.77 m.)

**Cálculo Numérico Tubos Hormigón Armado**

Versión: 2.02a

**Datos de la Obra:**

TERMINAL FERROVIARIA PLISAN

**Sección tipo:**

Tubo diámetro 800 mm

**Cliente:**

PUERTO DE VIGO

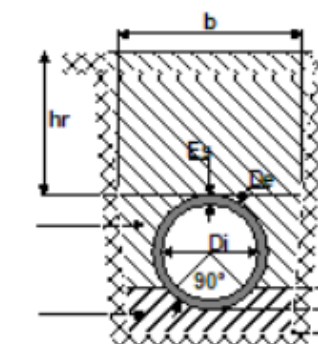
**Esquema de instalación:**

Instalación en Zanja; Relleno: Arenas y Gravas

(Este croquis no representa proporciones reales)

Relleno Compactado 95% P.N.

Material Granular Compactado 95% P.N.



De= 0.984 m.  
Di= 0.8 m.  
Es= 92 mm.  
hr= 1.5 m.  
  
a=0.164 m.  
b=2.278 m.  
c=0.1 m.(Suelo)  
c=0.23 m.(Roca)  
(c según terreno)  
Talud= 1:5  
Resguardo=0.43 m.

**Cálculos:**

Carga producida por terreno (qr): calculada como terraplén por sobrepasar el ancho de zanja b la anchura de transición.

$$q = C \cdot \gamma \cdot h \cdot D_c \quad ; \text{Para } h > D_c, C = \frac{20,4 \cdot \frac{h}{D_c} - 1}{20,4 \cdot \frac{h}{D_c}}$$

Fap= 1.7  
 $\gamma = 17.6 \text{ kN/m}^3$   
 $\lambda \mu = 0.165$   
ho= 1.563 m.

qr= 33.76 kN/m  
35.72 kN/m  
0 kN/m  
26.94 kN/m  
16.37 kN/m  
Qtotal= 112.8 kN/m

CARGA DE CÁLCULO =  $\frac{Q_{total} \cdot 1.5}{Fap \cdot Di} = 124.41 \text{ kN/m}^2$

Clase mínima UNE-127.010 exigible:

**Clase 135**

(Válido para hr <=2.83 m.)

