

GRADO EN INGENIERÍA CIVIL  
**TRABAJO FIN DE GRADO**

***PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE  
UNA CARRETERA DE ACCESO AL  
HOSPITAL DE URDULIZ – ALFREDO  
ESPINOSA EN SOPELA (BIZKAIA)***

***DOCUMENTO Nº 1 – MEMORIA Y ANEJOS***

**Alumno:** Ares García, David

**Director:** Madrazo Uribeetxebarria, Eneko

**Curso:** 2018 - 2019

**Fecha:** Bilbao, 10, Julio, 2019

## Resumen

El incesante crecimiento de la población de Uribe-Kosta (Bizkaia) hizo necesaria la construcción de un hospital que pudiese ser tomado como el hospital de referencia de dicha comarca. Dicho hospital se ha construido en la localidad de Urduliz, y si bien es cierto que las instalaciones sanitarias son las necesarias para cumplir el cometido, la infraestructura viaria de acceso al edificio es insuficiente. El proyecto da solución al problema planteado mediante la construcción de una carretera de acceso que sirve además como circunvalación de Sopela, municipio limítrofe de Urduliz. La carretera proyectada es una carretera convencional de dos carriles con doble sentido de circulación y calzada única. El proyecto comprende la construcción de un nuevo tramo de carretera y la adecuación del trazado de una vía ya existente. Además, las dos intersecciones viarias generadas por la construcción del nuevo tramo de carretera se solucionan mediante intersecciones tipo glorieta.

*Palabras clave:* ingeniería civil, carretera, hospital, Urduliz, Sopela.

## Abstract

The unstoppable growth of the population of Uribe-Kosta (Bizkaia) spotlighted the need of a new hospital meant to be the reference of the region. The new hospital has been built in Urduliz, and although its facilities are more than enough, the access roads to it are not. The project figure out a solution to the latter by the construction of a road that will also be used as an orbital road around Sopela, a village near Urduliz. The designed road is a single two-lane two-way road. The complete project includes the construction of a new piece of road and the improvement of an existing road. Besides, the two intersections created by the construction of the new piece of road are solved by building up two roundabouts.

*Key words:* civil engineering, road, hospital, Urduliz, Sopela.

## Laburpena

Uribe-Kosta-ko (Bizkaia) etengabeko biztanleriaren hazkundeak, ospitale baten eraikuntza beharrezkoa izatea eragin zuen, eskualde horretako erreferentzia ospitalea izateko. Aipatutako ospitale hau Urduliz-eko herrian eraiki da, eta osasun-instalazioak haien eginkizuna bete arren, eraikineraren sartzeko bide-azpiegitura urria da. Proiektuak planteatutako arazoari irtenbidea ematen dio sarbide errepede baten eraikuntzaren bidez era berean balioko duena Sopela inguratzeko, Urduliz-en udalerrri mugakidea. Proiektatutako errepedeak bi errei eta bi noranzko galtzada bakarra duen errepede konbentzionala da. Proiektuak errepede atal berri baten eraikuntza eta bide izatedun baten egokitzapena barne hartzen ditu. Gainera, errepedearen atal berriagatik sortutako bi bide-elkarguneak biribilgune baten bidez konpontzen dira.

*Hitz gakoak:* ingeniariaritz zibila, errepedea, ospitalea, Urduliz, Sopela.

## Índice general

### **Documento nº 1. Memoria y anejos a la memoria.**

- Memoria descriptiva
- Anejos a la memoria
  - Anejo 1. Dossier fotográfico
  - Anejo 2. Estudio geotécnico
  - Anejo 3. Trazado geométrico
  - Anejo 4. Estudio del tráfico
  - Anejo 5. Firmes
  - Anejo 6. Movimiento de tierra
  - Anejo 7. Estructuras
  - Anejo 8. Hidrología y drenaje
  - Anejo 9. Plan de obra
  - Anejo 10. Clasificación del contratista
  - Anejo 11. Expropiaciones
  - Anejo 12. Justificación de precios

### **Documento nº 2. Planos.**

- 1. Generales
- 2. Definición geométrica en planta
- 3. Definición geométrica en alzado
- 4. Secciones tipo
- 5. Perfiles transversales
- 6. Estructuras
- 7. Drenaje
- 8. Señalización

### **Documento nº 3. Pliego de prescripciones técnicas**

### **Documento nº 4. Presupuesto**

- Mediciones
- Cuadro de precios 1
- Cuadro de precios 2
- Presupuesto y mediciones
- Resumen de presupuesto

### **Documento nº 5. Estudio de seguridad y salud**

- Memoria
- Pliego de condiciones
- Presupuesto
- Planos

# Lista de figuras y tablas

## Documento nº 1

### Memoria descriptiva

#### Tablas:

- Tabla 1. Rectas alineación 1.
- Tabla 2. Curvas alineación 1.
- Tabla 3. Clotoides alineación 1.
- Tabla 4. Rectas alineación 2.
- Tabla 5. Curvas alineación 2.
- Tabla 6. Clotoides alineación 2.
- Tabla 7. Resumen presupuesto expropiaciones.

#### Figuras:

- Figura 1. Mapa de España por comunidades
- Figura 2. Mapa del País Vasco por provincias.
- Figura 3. Mapa de Bizkaia por comarcas.
- Figura 4. Mapa de Uribe -Kosta.
- Figura 5. Situación actual zona de actuación.

### Anejos a la memoria

Significado de la numeración: 1<sup>er</sup> número → Anejo

2<sup>o</sup> número → Apartado del anejo

3<sup>er</sup> número → Número de tabla

#### Imágenes:

- Imagen 1.2.1. Planta situación actual glorieta 1.
- Imagen 1.2.2. Carretera existente glorieta 1.
- Imagen 1.2.3. Carretera existente glorieta 1.
- Imagen 1.2.4. Planta situación actual intersección Enrike Urrutikoetxea con BI-3124.
- Imagen 1.2.5. Intersección actual Enrike Urrutikoetxea con BI-3124.
- Imagen 1.2.6. Intersección actual Enrike Urrutikoetxea con BI-3124.
- Imagen 1.2.7. Intersección actual Enrike Urrutikoetxea con BI-3124
- Imagen 1.2.8. Intersección actual Enrike Urrutikoetxea con BI-3124.
- Imagen 1.2.9. Situación actual Glorieta 2.
- Imagen 1.2.10. Situación actual Glorieta 2.
- Imagen 1.2.11. Planta situación actual intersección en T.
- Imagen 1.2.12. Situación actual intersección en T.
- Imagen 1.2.13. Situación actual intersección en T.
- Imagen 1.2.14. Situación actual intersección en T.
- Imagen 1.2.15. Situación actual intersección en T.
- Imagen 1.2.16. Situación actual zona de actuación (Ladera).
- Imagen 1.2.17. Situación actual zona de actuación (Pastizal).

## Tablas:

Tabla 2.3.1. Ensayos de laboratorio. Sondeos.

Tabla 2.6.1. Propiedades geotécnicas relleno.

Tabla 2.6.2. Propiedades geotécnicas arcillas.

Tabla 2.6.3. Propiedades geotécnicas margas.

Tabla 2.9.1. Clases de exposición del hormigón.

Tabla 2.3.1. Ensayos de laboratorio. Sondeos.

Tabla 2.6.1. Propiedades geotécnicas relleno.

Tabla 2.6.2. Propiedades geotécnicas arcillas.

Tabla 2.6.3. Propiedades geotécnicas margas.

Tabla 2.9.1. Clases de exposición del hormigón.

Tabla 3.2.1. Longitudes máximas y mínimas en alineaciones rectas.

Tabla 3.2.2. Longitudes máximas de una recta para ser considerada de longitud limitada.

Tabla 3.2.3. Rectas alineación 1.

Tabla 3.2.4. Radios mínimos y peraltes máximos en curvas circulares.

Tabla 3.2.5. Coordinación entre curvas circulares consecutivas.

Tabla 3.2.6. Curvas alineación 1.

Tabla 3.2.7. Valores de la variación de la aceleración centrífuga.

Tabla 3.2.8. Clotoides alineación 1.

Tabla 3.2.9. Rectas alineación 2.

Tabla 3.2.10. Curvas alineación 2.

Tabla 3.2.11. Clotoides alineación 2.

Tabla 3.2.12. Trayectorias glorieta 1.

Tabla 3.2.13. Trayectorias glorieta 1.

Tabla 3.2.14. Trayectorias glorieta 1.

Tabla 3.2.15. Trayectorias glorieta 2.

Tabla 3.2.16. Trayectorias glorieta 2.

Tabla 3.2.17. Trayectorias glorieta 2.

Tabla 3.2.18. Trayectorias glorieta 2.

Tabla 3.3.1. Inclinaciones máximas de la rasante

Tabla 3.3.2. Inclinación rasantes alineación 1.

Tabla 3.3.3. Parámetros mínimos en los acuerdos verticales para disponer de visibilidad de parada y adelantamiento en cualquier tipo de carretera.

Tabla 3.3.4. Acuerdos verticales alineación 1.

Tabla 3.3.5. Inclinación rasantes alineación 2.

Tabla 3.3.6. Acuerdos verticales alineación 2.

Tabla 3.4.1. Dimensiones de la sección transversal

Tabla 3.4.2. Peraltes

Tabla 4.2.1. Datos de aforo de tráfico.

Tabla 4.3.1. Datos históricos de tráfico BI-634.

Tabla 4.3.2. Datos históricos de tráfico BI-3124.

Tabla 4.4.1. Categoría de tráfico pesado.

Tabla 4.4.2. Estimación del coeficiente  $\gamma_c$ .

Tabla 4.4.3. Estimación del coeficiente  $\gamma_R$ .

Tabla 4.4.4. Categorías de Tráfico de Proyecto.

Tabla 5.3.1. Formación de la explanada mejorada.

Tabla 5.3.2. Materiales para la formación de explanadas.

Tabla 5.3.3. Catálogo de secciones de firme para las categorías de tráfico pesado T00 a T2.

Tabla 5.3.4. Catálogo de secciones de firme para las categorías de tráfico pesado T3 (T31 y T32) y T4 (T41 y T42).

Tabla 5.3.5. Espesor de capas de mezcla bituminosa en caliente.

Tabla 5.3.6. Materiales de firme.

Tabla 5.4.1. Categoría necesaria de Explanada Mejorada.

Tabla 5.4.2. Catálogo de secciones de Explanada Mejorada.

Tabla 5.4.3. Materiales para la Explanada Mejorada.

Tabla 5.4.4. Definición de secciones tipo.

Tabla 5.4.5. Secciones tipo 1.1.

Tabla 5.4.6. Secciones tipo 1.2.

Tabla 4.2.7. Secciones tipo 2.1.

Tabla 5.4.8. Secciones tipo 2.2.

Tabla 5.4.9. Secciones tipo 2.3.

Tabla 5.4.10. Utilización de mezclas bituminosas en la capa rodadura.

Tabla 5.4.11. Utilización de mezclas bituminosas en las capas inferiores.

Tabla 6.3.1. Áreas de corte y relleno alineación 1.

Tabla 6.3.2. Áreas de corte y relleno alineación 2.

Tabla 6.4.1. Volúmenes de corte y relleno alineación 1.

Tabla 6.4.2. Volúmenes totales de corte y relleno alineación 1.

Tabla 6.4.3. Volúmenes de corte y relleno alineación 2.

Tabla 6.4.4. Volúmenes totales de corte y relleno alineación 2.

Tabla 6.4.5. Volúmenes totales de corte y relleno.

Tabla 6.4.6. Coeficientes de paso.

Tabla 6.4.7. Volúmenes de desmonte con coeficientes de paso alineación 1.

Tabla 6.4.8. Volúmenes totales de desmonte con coeficientes de paso alineación 1.

Tabla 6.4.9. Volúmenes de desmonte con coeficiente de paso alineación 2.

Tabla 6.4.10. Volúmenes totales de desmonte con coeficientes de paso alineación 2.

Tabla 6.4.11. Volúmenes totales de desmonte con coeficientes de paso.

Tabla 6.5.1. Volúmenes acumulados.

Tabla 8.2.1. Características de las cuencas vertientes.

Tabla 8.4.1. Coeficiente  $C_v$  en función del año de retorno.

Tabla 8.5.1. Umbral de escorrentía.

Tabla 8.5.2. Datos hidrológicos.

Tabla 8.5.3. Datos hidrológicos.

Tabla 8.6.1. Coeficientes de rugosidad.

Tabla 8.6.2. Secciones hidráulicas típicas.

Tabla 8.6.3. Máxima velocidad admisible según material.

#### Figuras:

Figura 2.4.1. Mapa geológico.

Figura 2.4.2. Mapa de zonas sísmicas nacionales.

Figura 2.4.1. Mapa geológico.

Figura 2.4.2. Mapa de zonas sísmicas nacionales.

Figura 3.2.1. Trayectorias glorietas

Figura 3.2.2. Distancias mínimas en trayectorias.

Figura 6.5.1. Diagrama de masas.

Figura 8.2.1. Delimitación de las cuencas vertientes.

Figura 8.4.1. Mapa de isolineas.

Figura 8.5.1. Índice de torrencialidad.

Figura 8.5.2. Grupos hidrológicos de suelos.

Figura 8.5.3. Zonas hidrológicas peninsulares.

# Parte 1

## Memoria descriptiva

# Índice

---

1. Situación actual.....	10
2. Antecedentes.....	10
3. Objeto y justificación del proyecto .....	11
4. Emplazamiento .....	11
5. Viabilidad .....	14
6. Descripción general del proyecto .....	15
6.1. Planteamiento general .....	15
6.2. Geotecnia .....	15
6.3. Trazado.....	15
6.3.1. Alineación 1 .....	16
6.3.2. Alineación 2 .....	17
6.3.3. Glorieta 1.....	17
6.3.4. Glorieta 2.....	17
6.3.5. Intersección en T .....	18
6.4. Tráfico.....	18
6.5. Firmes .....	18
6.6. Movimiento de Tierras.....	19
6.7. Estructuras.....	19
6.8. Drenaje .....	19
7. Expropiaciones.....	20
8. Plazo de ejecución de la obra.....	20
9. Clasificación del contratista .....	20
10. Estudio de Seguridad y Salud.....	21
11. Control de calidad .....	21
12. Resumen del presupuesto.....	22
13. Presupuesto para conocimiento de la administración .....	23
14. Normativa.....	24
15. Referencias.....	24

## 1. Situación actual

---

En la actualidad, el tráfico rodado que quiera llegar a la localidad de Urduliz desde la zona de Getxo y alrededores tiene las opciones de realizar dicho trayecto por la zona baja de Sopela o de atravesar el propio pueblo.

La opción de realizar dicho trayecto por la parte baja supone el inconveniente de ser un recorrido más largo, con más intersecciones y menos comodidades, por la excesiva disposición de resaltos en la carretera actual.

La segunda de las opciones actuales y la utilizada por la mayoría de usuarios es la de atravesar la localidad de Sopela, por la nacional N-634, que si bien su núcleo de población no es significativamente grande, en horas punta puede llegar a concentrarse un tráfico elevado, resultando en una densidad de tráfico elevada, bajas velocidades e incluso atascos.

Con la construcción del hospital de Urduliz – Alfredo Espinosa, hospital de referencia para la comarca de Uribe-Kosta, la situación presentada en líneas anteriores ha sido agravada con la presencia de ambulancias, cuyo recorrido estándar para el acceso al hospital consiste en atravesar el núcleo de población de Sopela.

## 2. Antecedentes

---

Previendo la situación descrita en el apartado 1, junto con la construcción del hospital estaba prevista la construcción de una vía de acceso que conectaría con una carretera que transcurre por la parte baja de Sopelana, liberando así de tráfico el centro del pueblo.

La vía comenzó su construcción en Marzo de 2016 y estaba prevista su finalización en el periodo primaveral del año 2018. Cerca de la finalización de la obra, a falta de 20m de carretera para enlazarla con la vía existente tuvo lugar un malentendido entre el ayuntamiento de Urduliz, el de Sopela y la diputación foral de Vizcaya.

Mientras que el tramo inicial de la vía de acceso proyectada para el hospital transcurre en la localidad de Urduliz, los últimos metros de la misma se extienden por terreno Sopelostarra. Esta situación provocó el malentendido previamente presentado, en el que cada una de las tres partes declina la responsabilidad de la finalización de la vía en cualquiera de las otras dos administraciones presentes en el conflicto.

A día de hoy, las administraciones mencionadas siguen sin responsabilizarse de la construcción de la parte final de la vía, dando como resultado la imposibilidad de la finalización del proyecto y una concentración excesiva de tráfico en el núcleo central de la localidad afectada.

### 3. Objeto y justificación del proyecto

---

La justificación del proyecto iría desde ofrecer una vía de acceso rápida y eficaz al hospital de Urduliz, hasta la necesidad de liberar de tráfico la parte central del pueblo de Sopela.

La principal razón para la ejecución del proyecto es la necesidad de la redirección del tráfico creado por el hospital de manera rápida y eficiente, por considerarse (el hospital) una instalación de importancia suficiente como para considerar necesario un buen acceso al mismo.

Otra de las principales justificaciones para el proyecto presentado es la necesidad de descongestionar el núcleo urbano de Sopela, que en horas punta supone un auténtico problema tanto para los viandantes como para el tráfico rodado.

A día de hoy, además, el tráfico de las ambulancias y los servicios de urgencias suponen una peligrosidad elevada tanto para los peatones como para dichos servicios. Esta situación encontraría la perfecta solución en la construcción de la nueva vía de acceso hacia la localidad de Urduliz.

Por otra parte, sin clasificarse como la más importante de las justificaciones, cabe destacar que en pro de favorecer un municipio más familiar y agradable, varias organizaciones políticas han presentado intenciones de peatonalizar el centro de Sopela, propuesta que ha tenido una acogida sobresaliente en los Sopelostarras. La posibilidad de llevar a cabo este proyecto podría depender, hasta cierto punto, de la posibilidad de reconducir el tráfico por otras vías, a lo que el presente proyecto ofrecería una gran solución.

### 4. Emplazamiento

---

Para favorecer el entendimiento del proyecto y facilitar al lector la ubicación del mismo a nivel geográfico se mostrará a continuación unas imágenes que muestran el emplazamiento del proyecto.

La secuencia de imágenes mostrada a continuación se realizará en escala descendente:

Dentro del ámbito nacional, la actuación prevista se realizará en el País Vasco.



Figura 1. Mapa de España por comunidades

Una vez situados en la comunidad autónoma del País Vasco, el proyecto se ubicará en la provincia de Vizcaya.



Figura 2. Mapa del País Vasco por provincias.

Enmarcados en la provincia de Vizcaya, se ubicará en la comarca de la cual es referente el hospital que da lugar al proyecto, Uribe-Kosta.



Figura 3. Mapa de Bizkaia por comarcas.

Finalmente, en la comarca de Uribe-Kosta, el municipio en el que se llevará a cabo la construcción del vial es Sopela.

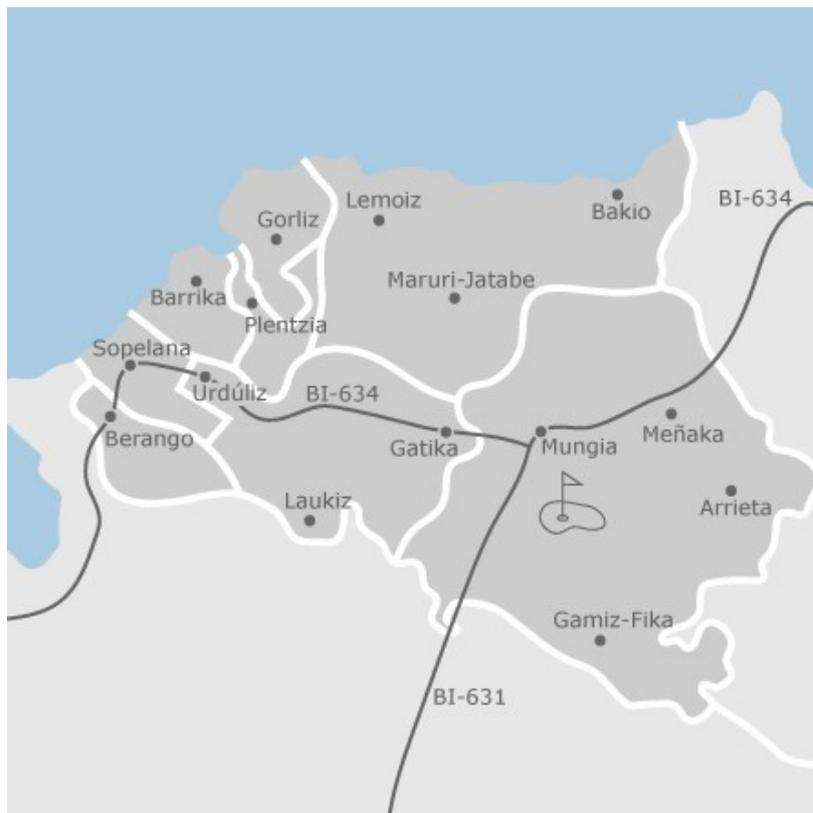


Figura 4. Mapa de Uribe -Kosta.

Una vez ubicados en el municipio de Sopela, para precisar la zona de actuación, se adjunta una vista aérea de la zona.



Figura 5. Situación actual zona de actuación.

El vial del proyecto, por tanto, se situará entre el polideportivo de Urko, en el barrio de Larrabasterra, y la calle Enrike Urrutikoetxea. Creando a su paso una intersección con la carretera BI-3124 que se resolverá con la inclusión de una rotonda.

## 5. Viabilidad

La ejecución de la vía, a nivel técnico, no debería suponer un reto significativo. Existen medios suficientes al alcance de las administraciones pertinentes para la realización de este proyecto. Además el trazado que sigue la vía es relativamente limpio, sin construcciones intermedias que puedan suponer un obstáculo importante. El elemento al que se debería de prestar una especial atención podría ser el muro de contención proyectado al inicio de la actuación, sin suponer este un gran desafío técnico.

En el caso especial de la comunidad autónoma del País Vasco, las diputaciones de cada provincia serán las responsables de la gestión de la totalidad de las carreteras de sus respectivos territorios, con la excepción de ciertas carreteras urbanas y las autopistas en régimen de concesión estatal.

Por tanto, a fin de clarificar las responsabilidades de cada administración en la construcción del proyecto, al ser una vía de interés comarcal (y no local), será la Diputación Foral de Bizkaia la encargada de su construcción. Podemos afirmar, por tanto, que aunque para una administración local podría suponer un gasto

difícilmente asumible, al recaer la responsabilidad de la ejecución del proyecto en la Diputación, el nuevo vial es económicamente viable.

A nivel legal, habiendo cumplido con las normas y leyes pertinentes en su diseño, el proyecto podrá considerarse viable.

## 6. Descripción general del proyecto

---

### 6.1. Planteamiento general

El proyecto consistirá en la construcción de un nuevo vial desde la parte trasera del polideportivo de Urko, donde se proyecta una glorieta, hasta su conexión con la carretera BI-3124. En dicho punto se construirá una glorieta.

Además, como la construcción de la glorieta debe ejecutarse a una cierta distancia de la intersección actual entre la vía BI-3124 y la calle Enrike Urrutikoetxea a fin de evitar un pequeño núcleo de construcciones, también será necesaria la modificación del trazado de la calle mencionada (Enrike Urrutikoetxea).

La actuación definida finalizará a 270m de la segunda glorieta, donde se sustituirá la intersección en Y existente por una intersección en T, dando así prioridad a los usuarios que viajen dirección Urduliz.

### 6.2. Geotecnia

El perfil litológico existente en la zona que recorre la traza es el siguiente:

- De 0.0 m a 0.3 m: Tierra Vegetal
- De 0.3 m a 2.4 m: Relleno
- De 2.4 m a 4.6 m: Arcillas
- De 4.6 m y en profundidad: Margas

Las arcillas, aunque en un principio se suelen clasificar como un suelo con aptitudes insuficientes, el tipo de arcilla presente en la zona se clasifica como suelo tolerable.

### 6.3. Trazado

El diseño del trazado se dividido en los siguientes elementos:

- Alineación 1: vial de nueva construcción que enlaza las glorietas 1 y 2. Comienza en la parte trasera del polideportivo Urko y finaliza a su llegada a la vía BI-3124.

- Alineación 2: adecuación del trazado de la calle Enrike Urrutikoetxea.
- Glorieta 1: situada al comienzo del vial de nueva construcción, en las inmediaciones del polideportivo Urko. Punto de partida de la alineación 1.
- Glorieta 2: situada entre las alineaciones 1 y 2, en su punto de conexión con la BI-3124.
- Intersección en T: situada en la zona final de la actuación. Sustituirá a la intersección en Y actual.

### 6.3.1. Alineación 1

Resumen de los elementos que componen la alineación:

ALINEACIÓN 1			
Recta	P.K. Inicial	P.K. Final	Longitud (m)
1	0+000.00	0+094.83	94.83
2	0+224.13	0+224.13	0
3	0+326.69	0+497.56	170.88m
4	0+691.95	0+863.08	171.13m
5	0+978.61	0+998.62	20.012m

Tabla 1. Rectas alineación 1.

ALINEACIÓN 1			
Curva	P.K. Inicial	P.K. Final	Radio (m)
1	0+144.83	0+174.13	130.00
2	0+274.13	0+276.69	180.00
3	0+557.56	0+631.95	130.00
4	0+913.08	0+928.61	130.00

Tabla 2. Curvas alineación 1.

ALINEACIÓN 1				
Curvas de acuerdo	P.K. Inicial	P.K. Final	L (m)	A (m)
1	0+094.83	0+144.83	50.00	80.62
	0+174.13	0+224.13		
2	0+224.13	0+274.13	50.00	94.87
	0+276.69	0+326.69		
3	0+497.56	0+557.56	60.00	88.32
	0+631.95	0+691.95		
4	0+863.08	0+913.08	50.00	80.62
	0+928.61	0+978.61		

Tabla 3. Clotoides alineación 1.

En cuanto al perfil longitudinal de la carretera, la máxima inclinación dispuesta es del 5%.

### 6.3.2. Alineación 2

Resumen de los elementos que componen la alineación:

ALINEACIÓN 2			
Recta	P.K. Inicial	P.K. Final	Longitud (m)
1	0+000.00	0+022.50	22.50
2	0+126.55	0+126.55	0 (Long. Limitada
3	0+199.84	0+265.43	65.59

Tabla 4. Rectas alineación 2.

ALINEACIÓN 2			
Recta	P.K. Inicial	P.K. Final	Longitud (m)
1	0+000.00	0+022.50	22.50
2	0+126.55	0+126.55	0 (Long. Limitada
3	0+199.84	0+265.43	65.59

Tabla 5. Curvas alineación 2.

ALINEACIÓN 2				
Curvas de acuerdo	P.K. Inicial	P.K. Final	L (m)	A (m)
1	0+022.50	0+067.50	45.000	54.083
	0+081.55	0+126.55		
2	0+126.55	0+161.55	35.000	47.697
	0+164.84	0+199.84		

Tabla 6. Clotoides alineación 2.

En cuanto al perfil longitudinal de la carretera, la máxima inclinación dispuesta es del 2.5%.

### 6.3.3. Glorieta 1

La glorieta 1 se proyecta por la necesidad de reconducir el tráfico de manera eficiente y estará compuesta por 3 ramales, 2 de ellos serán la adecuación de la carretera existente y el otro será el relativo a la alineación 1.

La glorieta tendrá un diámetro exterior de 35 m, el diámetro de la isleta central será de 15 m y la plataforma que se dispondrá alrededor de la isleta central será de 1 m de ancho. La calzada anular se dispondrá con una anchura de 9 m.

### 6.3.4. Glorieta 2

La glorieta estará compuesta por 4 ramales, 2 de ellos serán la adecuación de la carretera BI-3124 a la nueva intersección, el otro será el correspondiente a la

alineación 1, y el resultante será el relativo a la calle Enrike Urrutikoetxea una vez realizada la modificación de su trazado.

La glorieta 2 tendrá un diámetro exterior de 30 m, el diámetro de la isleta central será de 10 m y la plataforma que se dispondrá alrededor de la isleta central será de 1 m de ancho. La calzada anular se dispondrá con una anchura de 10 m.

### 6.3.5. Intersección en T

La morfología de la carretera existente se mantendrá prácticamente inalterada, aprovechando el giro de la intersección en Y existente. La anchura de la carretera secundaria en el giro será la suficiente para poder realizar la maniobra con seguridad y comodidad.

El enlace de la vía secundaria con la principal se realizará con un radio de 8 m.

## 6.4. Tráfico

En función de los datos recogidos en la página web de la Diputación Foral de Bizkaia y realizando el estudio correspondiente, la categoría de tráfico prevista para la nueva vía será T31.

Se estima que para el año de puesta en servicio de la vía, el número de vehículos que pasen diariamente por ella sea de 6361 veh./día, de los cuales el 4.45% serán vehículos pesados.

## 6.5. Firmes

La sección de firmes elegida es una sección tipo 3112 y la distribución de espesores y capas a proyectar será:

- Capa de Rodadura: 2 cm de M.B.C. tipo BBTM 11A PMB 45/80-60
- Riego de Adherencia: Emulsión bituminosa C60B3 ADH
- Capa Base: 13 cm de M.B.C. tipo AC32 base B50/70 G
- Riego de adherencia: Emulsión bituminosa C60B3 ADH
- Riego de curado: Emulsión bituminosa C60B3 CUR
- Capa Subbase: 30 cm de Suelocemento SC-40

Además, para la formación de la explanada mejorada se recurrirá a la disposición de 60 cm de suelo adecuado sobre el suelo tolerable presente en la traza.

## 6.6. Movimiento de Tierras

Por lo general, no se requerirán grandes o dificultosos movimientos de tierras. El punto más crítico, la zona en la que más desmonte se podría haber tenido, hubiese sido al comienzo de la alineación 1, pero se ha proyectado un muro ménsula de contención para la reducción de dicho desmonte y no exceder así los 10 metros de altura.

En este proyecto se llevará a cabo una compensación de tierras, por la cual se utilizará material de excavación de zonas de desmonte para su uso como relleno en zonas de terraplén. El relleno antrópico es considerado no apto para este fin y será llevado a vertedero, por otra parte, la tierra vegetal será usada para la revegetación de taludes.

El material apto obtenido de desmontes no es suficiente para cubrir la demanda total de relleno, se necesitará un aporte de material de 13356.19 m<sup>3</sup>.

El volumen de suelo a transportar a un vertedero es de 30538,75 m<sup>3</sup>.

## 6.7. Estructuras

Con el fin de reducir la altura del talud existente, entre los P.K.s 0+040.00 y 0+105.00, se llevará a cabo la construcción del muro ménsula de contención de tierras.

El material utilizado para la construcción del muro será HA-25, con barras de acero B 400 S.

El muro será de sección constante y sus dimensiones serán de 8 metros de altura y 1 metro de ancho. Tendrá un vuelo de 2.5 m en su parte delantera y de 1.5 metros en su parte trasera.

La cimentación se realizará sobre una zapata corrida empotrada en el estrato de margas.

## 6.8. Drenaje

La vía, en sus primeros 500 m, recogerá el agua que caiga por la vertiente de la ladera en la cual se situará. Los elementos de drenaje a disponer serán los necesarios para poder albergar el caudal de proyecto calculado en cada caso.

Como elementos de drenaje longitudinal se dispondrán:

- Cuenta simétrica en V de 1 m de ancho a lo largo de la alineación 1.

- Caz de 0.5 m de ancho y un 4% de inclinación (el existente en la vía existente), a lo largo de la alineación 2.

Para el drenaje longitudinal se proyectan tres obras de drenaje transversal a lo largo de la alineación 1, cuyo principal elemento será un tubo de hormigón de un metro de diámetro interior.

## 7. Expropiaciones

---

Como resumen, el precio total de esta actuación se resumirá en la siguiente tabla:

Total Expropiación	19.600 €
20 % Indemnización	3.920 €
5 % como Premio de Afectación	980 €
<b>TOTAL</b>	<b>24.500€</b>

Tabla 7. Resumen presupuesto expropiaciones.

## 8. Plazo de ejecución de la obra

---

El plazo de ejecución estimado para la obra definida en el presente proyecto es de DOCE MESES.

## 9. Clasificación del contratista

---

La clasificación exigida al contratista deberá de ser:

- Grupo A. Movimientos de tierras y perforaciones. Subgrupo 2. Explanaciones. Categoría 3.
- Grupo G. Viales y pistas. Subgrupo 4. Con firmes de mezclas bituminosas. Categoría 4.

## 10. Estudio de Seguridad y Salud

---

El Estudio de Seguridad y Salud redactado para el presente proyecto servirá para dar unas directrices básicas a la empresa constructora para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales.

Se especifican una serie de normas y medidas preventivas para las actuaciones que comprende el proyecto y para la correcta utilización de la maquinaria a emplear. Además, se especifican los equipos de protección individual, entre los que destacan la ropa de trabajo, par de guantes, botas de trabajo y casco protector.

En cuanto a las instalaciones de sanidad, higiene y bienestar se considera necesaria la instalación de dos casetas de comedor de obra, tres casetas de vestuarios para obra, dos casetas para aseos y una caseta de para despacho de oficina de obra. En estas instalaciones se dispondrán tres botiquines de urgencia.

La formación en materia de Seguridad y Salud será necesaria para el cumplimiento de la normativa vigente y se prevén realizar dos cursos al respecto.

El presupuesto destinado a Seguridad y Salud será de CATORCE MIL SEISCIENTOS OCHO MIL EUROS con CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS (14.608,51 €).

## 11. Control de calidad

---

En el anejo correspondiente se establecerán los ensayos a realizar con objeto de garantizar una correcta ejecución y terminación de las obras.

Se determinará la calidad mínima d que han de cumplir ciertos materiales para poder asegurar la correcta ejecución de las obras. Entre los materiales a ensayar están los rellenos utilizados para la formación de terraplenes y explanada mejorada, el hormigón y el acero utilizados para la ejecución de estructuras, los materiales presentes en la sección de firmes y el suelo presente en la traza. Los ensayos a realizar se estipularán en el anejo correspondiente.

El presupuesto destinado al control de calidad de los materiales utilizados en las distintas unidades de obra asciende a la cantidad de CINCO MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y SIETE EUROS con SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS (5.297,68 €).

## 12. Resumen del presupuesto

<b>CAPÍTULOS</b>	<b>IMPORTE</b>	<b>%</b>
Capítulo 01: Movimiento de tierras	648.961,55 €	44,18
Capítulo 02: Estructuras	169.973,70 €	11,57
Capítulo 03: Firmes y pavimentos	600.950,90 €	40,91
Capítulo 04: Drenaje	39.521,88 €	2,69
Capítulo 05: Señalización	9.381,01 €	0,64
<b><u>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL DE LA OBRA</u></b>	<b><u>1.468.789,04 €</u></b>	

Además, añadiendo el coste de las medidas relativas a Seguridad y Salud y Control de Calidad:

Seguridad y salud	14.608,51 €
Control de calidad	5.297,68 €

### **PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL TOTAL (PEM) 1.488.695,23 €**

El Presupuesto de Ejecución Material Total (PEM) del proyecto de construcción de una nueva vía de acceso al hospital de Urduliz-Alfredo Espinosa, asciende a la mencionada cantidad de **UN MILLÓN CUATROCIENTOS OCHENTA Y OCHO MIL SEISCIENTOS NOVENTA Y CINCO EUROS con VEINTITRÉS CÉNTIMOS.**

<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL TOTAL (PEM)</b>	<b>1.488.695,23 €</b>
Gastos Generales (13 % de PEM)	193.530,38 €
Beneficio Industrial (6 % de PEM)	89.321,71 €
<b>SUMA</b>	<b>1.771.547,32 €</b>
IVA (21% de PEM+GG+BI)	372.024,94 €

### **PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA (PEC) 2.143.572,26 €**

El Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC) del proyecto de construcción de una nueva vía de acceso al hospital de Urduliz-Alfredo Espinosa, asciende a la mencionada cantidad de **DOS MILLONES CIENTO CUARENTA Y TRES MIL QUINIENTOS SETENTA Y DOS EUROS con VEINTISEIS CÉNTIMOS.**

## 13. Presupuesto para conocimiento de la administración

---

Por llevarse a cabo el presente proyecto para una administración pública, es menester la realización del presupuesto para conocimiento de la administración pertinente.

Este presupuesto será la suma del presupuesto base de licitación con IVA, es decir, el presupuesto de ejecución por contrata y los gastos relativos a las expropiaciones, gestión del patrimonio (1,5 % del PEM) y Asistencia Técnica de la Dirección de Obra (3 % del PEM).

El presupuesto para conocimiento de la administración será el mostrado a continuación:

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA (PEC)	2.143.572,26 €
Expropiaciones	24.500,00 €
Asistencia Técnica de Obra (3 % del PEM)	44.660,86 €
Coordinación de Seguridad y Salud (0,4 % del PEM)	5.954,78 €
<b><u>PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN</u></b>	<b><u>2.218.687,90 €</u></b>

El Presupuesto para Conocimiento de la Administración del proyecto de construcción de una nueva vía de acceso al hospital de Urduliz-Alfredo Espinosa, asciende a la mencionada cantidad de **DOS MILLONES DOSCIENTOS DIECIOCHO MIL SEISCIENTOS OCHENTA Y SIETE EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS.**

## 14. Normativa

---

Se presentan a continuación las normativas de mayor interés utilizadas para la redacción del proyecto.

- Relativa al trazado geométrico:
  - Norma 3-1 IC "Trazado" (Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero).
  - Guía de nudos viarios (Orden Circular 32/2012).
- Relativa a la categoría de tráfico y las secciones de firme:
  - Norma 6.1 IC "Secciones de firme" (Orden FOM/3460/2003, 28 de noviembre).
- Relativa a estructuras:
  - Instrucción de hormigón estructural EHE-08 (Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio).
- Relativa a hidrología y drenaje:
  - Norma 5.2-IC. Drenaje Superficial (Orden FOM/298/2016 de 15 de febrero).
- Relativa a normativa contractual:
  - Ley de contratos de las administraciones públicas (Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre).
- Relativa a expropiaciones forzosas:
  - Ley de 16 de diciembre de 1954 sobre expropiación forzosa

Normativas no mencionadas en este apartado estarán especificadas en los anejos o documentos correspondientes.

## 15. Referencias

---

La normativa descrita en el apartado anterior se ha obtenido de la página web oficial del Ministerio de Fomento:

<https://www.fomento.gob.es/>

Las referencias catastrales de las parcelas afectadas, así como los datos de los aforos de las carreteras cercanas a la zona de actuación se han obtenido de la página web oficial de la Diputación Foral de Bizkaia:

<http://web.bizkaia.eus/es/inicio>

El estudio geotécnico ha sido obtenido de un estudio realizado para una vivienda unifamiliar ubicada en el mismo municipio que el proyecto, Sopela.

# Parte 2

## Anejos a la memoria

# ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo 1. Dossier fotográfico

Anejo 2. Estudio geotécnico

Anejo 3. Trazado geométrico

Anejo 4. Estudio del tráfico

Anejo 5. Firmes

Anejo 6. Movimiento de tierras

Anejo 7. Estructuras

Anejo 8. Hidrología y drenaje

Anejo 9. Plan de obra

Anejo 10. Clasificación del contratista

Anejo 11. Expropiaciones

Anejo 12. Control de calidad

Anejo 13. Justificación de precios

# Anejo 1

## Dossier fotográfico

# Índice

---

1. Objetivo.....	29
2. Reportaje fotográfico.....	29
2.1. Glorieta 1 .....	29
2.2. Glorieta 2 .....	31
2.3. Intersección en T .....	35
2.4. Zonas de actuación.....	38

## 1. Objetivo

---

La inclusión de un reportaje fotográfico en el proyecto tiene la clara intención de ofrecer al lector del mismo una idea clara de la zona en la que va a tener lugar la actuación prevista.

Se muestra la imagen actual que presentan los principales puntos de conflicto del proyecto, así como la ubicación de las futuras soluciones y las zonas de actuación.

El reportaje se concentrará en mostrar las soluciones que existen actualmente en las intersecciones de las vías existentes, acompañados de una breve explicación que resuma la solución que se prevé adoptar.

## 2. Reportaje fotográfico

---

### 2.1. Glorieta 1

La glorieta 1 se proyecta en la zona en la que se sitúa la curva mostrada en esta vista aérea:

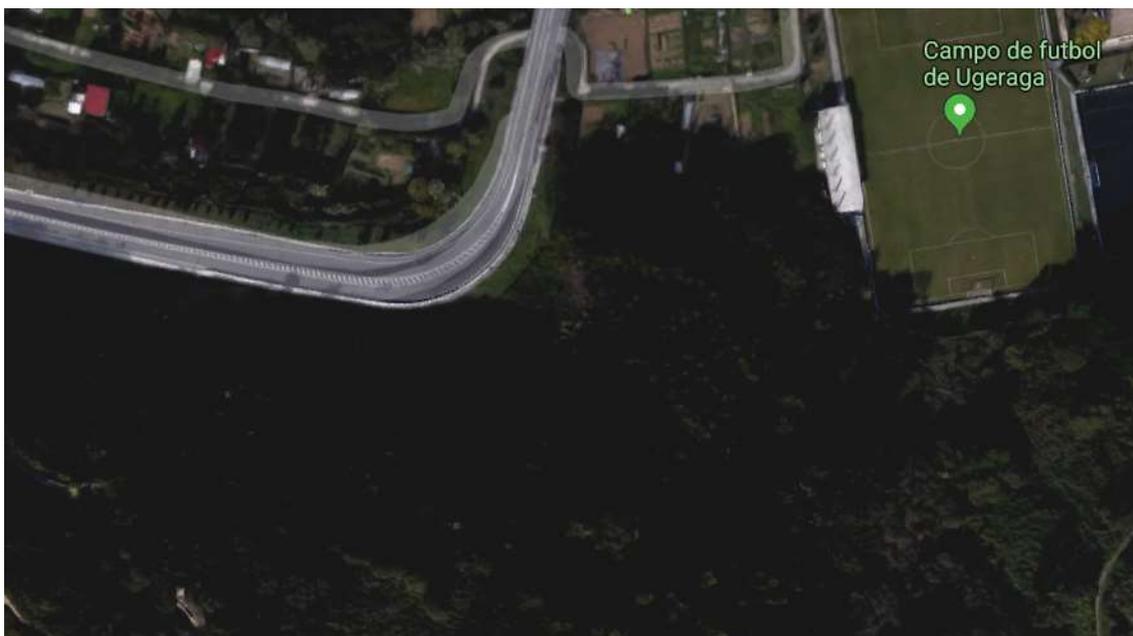


Imagen 1.2.1. Planta situación actual glorieta 1.

Definido en el proyecto como Ramal B, la vía de nueva construcción se realizará en la dirección del tramo de vía mostrado en la imagen:



Imagen 1.2.2. Carretera existente glorieta 1.

Definido en el proyecto como ramal C de la glorieta 1, será el ramal que conecte con el barrio de Larrabasterra:



Imagen 1.2.3. Carretera existente glorieta 1.

## 2.2. Glorieta 2

Solución en la intersección de la calle Enrike Urrutikoetxea con la BI-3124. La solución actual es una intersección en T, pero la adición de una nueva vía hace necesaria la implantación de una glorieta.

La glorieta 2 se proyecta a la izquierda de la intersección en T mostrada en la imagen, evitando así la demolición de las edificaciones existentes.

Vista aérea de la situación actual:



Imagen 1.2.4. Planta situación actual intersección Enrike Urrutikoetxea con BI-3124.

Carretera BI-3124 en el punto de la intersección actual con la calle Enrike Urrutikoetxea:



Imagen 1.2.5. Intersección actual Enrike Urrutikoetxea con BI-3124.



Imagen 1.2.6. Intersección actual Enrike Urrutikoetxea con BI-3124.

### Llegada de la calle Enrike Urrutikoetxea a la intersección actual:



Imagen 1.2.7. Intersección actual Enrike Urrutikoetxea con BI-3124

### Zona de construcción de la glorieta 2:



Imagen 1.2.8. Intersección actual Enrike Urrutikoetxea con BI-3124.



Imagen 1.2.9. Situación actual Glorieta 2.

Zona de llegada de la vía de nueva construcción (alineación 1) a la glorieta 2:



Imagen 1.2.10. Situación actual Glorieta 2.

### 2.3. Intersección en T

Con el fin de mejorar la seguridad de los usuarios que transiten por la vía, y buscando dar prioridad a aquellos vehículos con dirección Urduliz, se sustituye la actual intersección en Y por una intersección en T.

Siempre que sea posible, la norma recomienda sustituir las intersecciones en Y por intersecciones en T, mucho más seguras.

Vista aérea de la situación actual:

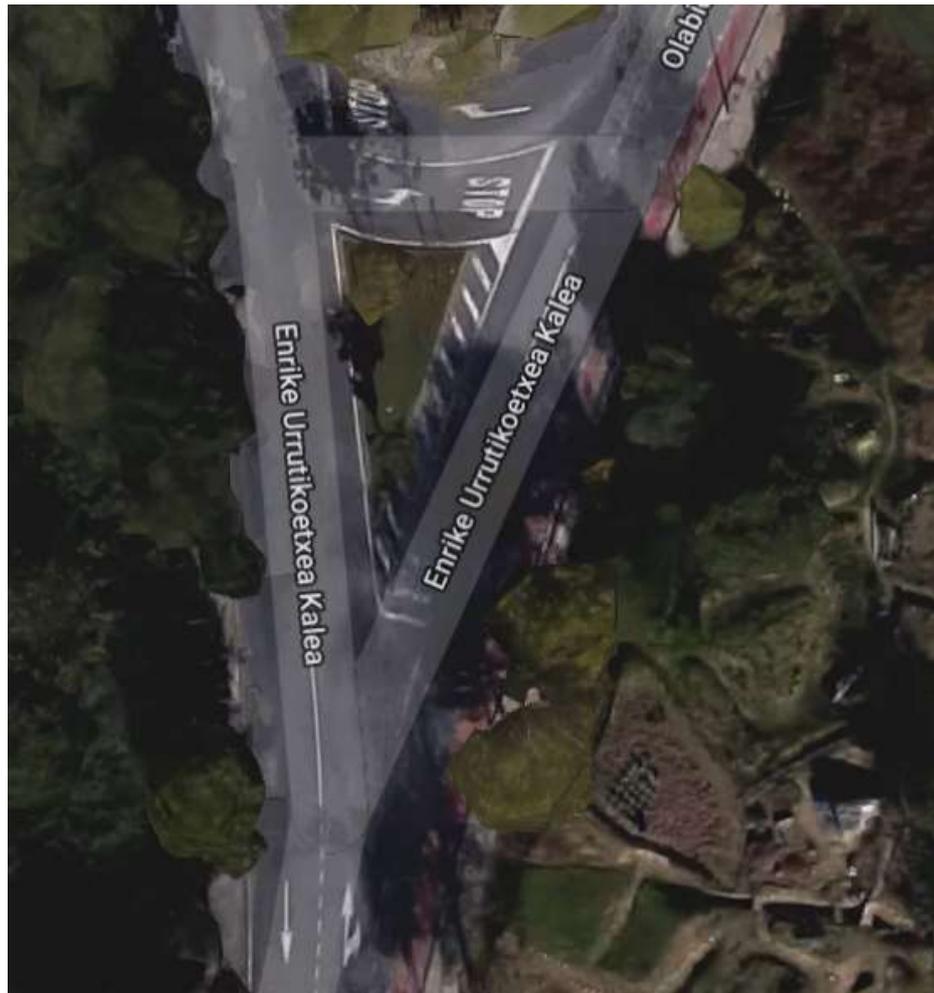


Imagen 1.2.11. Planta situación actual intersección en T.

Vistas desde la calle Enrike Urrutikoetxea de la intersección en Y actual.

La modificación del trazado de la calle Enrike Urrutikoetxea a la altura de la intersección no supondrá ningún cambio con respecto a las vistas dadas:



Imagen 1.2.12. Situación actual intersección en T.



Imagen 1.2.13. Situación actual intersección en T.

Situación actual de la que será la vía secundaria de la intersección en T descrita en el proyecto. Esta vía no necesitará más que una pequeña adecuación para adaptarse completamente al proyecto.



Imagen 1.2.14. Situación actual intersección en T.



Imagen 1.2.15. Situación actual intersección en T.

## 2.4. Zonas de actuación

Aparte de los puntos de conflicto mostrados en los apartados anteriores, la principal zona de actuación será la definida por la construcción de la alineación 1, en la que se distinguen dos zonas:

Zona de ladera de la montaña:



Imagen 1.2.16. Situación actual zona de actuación (Ladera).

Zona de pastizal:



Imagen 1.2.17. Situación actual zona de actuación (Pastizal).

# Anejo 2

## Estudio Geotécnico

## Índice

---

1. Objetivo.....	41
2. Descripción de la obra proyectada y de la traza .....	41
2.1. Descripción y localización del solar .....	41
2.2. Descripción de la obra proyectada.....	41
3. Campaña geotécnica .....	41
3.1. Normativa utilizada.....	41
3.2. Trabajos de campo, toma de muestras .....	42
3.3. Ensayos de laboratorio .....	42
4. Encuadre geológico, estratigrafía y naturaleza del terreno.....	43
4.1. Mapa geológico y leyenda de la zona.....	44
4.2. Tectónica.....	45
4.3. Geomorfología .....	45
4.4. Sismicidad .....	45
5. Perfil litológico del terreno .....	46
5.1. Hidrología y nivel freático.....	49
6. Propiedades geotécnicas de los materiales .....	49
6.1. Nivel de Relleno .....	49
6.2. Estrato de Arcillas .....	50
6.3. Estrato de Margas .....	51
7. Análisis de la cimentación de la estructura proyectada.....	52
8. Parámetros del cálculo.....	52
8.1. Presión admisible.....	52
8.2. Asientos.....	53
9. Recomendaciones y conclusiones.....	54

Ensayos de laboratorio

Trabajos de campo

## 1. Objetivo

---

El objetivo de este proyecto geotécnico es dar a conocer al peticionario el perfil del terreno existente en la parcela (determinar la naturaleza, espesor y distribución de los materiales que aparecen en la zona de estudio), las características y propiedades geotécnicas de cada uno de los materiales que aparecen en la zona de estudio, situar el nivel freático, determinar la carga admisible del terreno (con objeto de recomendar la cimentación más apropiada para el muro ménsula proyectado), y otras recomendaciones en cuanto a las características de los taludes, excavabilidad del terreno y otras recomendaciones que se consideren oportunas, con el fin de ofrecer todos los datos necesarios para el cálculo de las infraestructuras proyectadas.

## 2. Descripción de la obra proyectada y de la traza

---

### 2.1. Descripción y localización del solar

La zona de estudio se encuentra en la ladera de una pequeña montaña, es de morfología irregular y está cubierta de hierba y pequeños arbustos. El área por el que transcurre la traza, pertenecientes al municipio vizcaíno de Sopelana, se extiende desde las proximidades del polideportivo Urko hasta la calle Enrike Urrutikoetxea.

### 2.2. Descripción de la obra proyectada

Se proyecta la ejecución de una carretera convencional.

## 3. Campaña geotécnica

---

Se determina la realización de la Campaña: CEG-2. Campaña de categoría II. Categoría Geotécnica 2.

### 3.1. Normativa utilizada

- CTE. Real Decreto 314/2006 de 17 de Marzo.
- Eurocódigo 7. UNE – ENV 1997-1. Proyecto Geotécnico.
- NCSR-02. Norma de la construcción sismorresistente: Parte general y edificación

- Norma Tecnológica de la Edificación. Estudios Geotécnicos.
- Normas UNE, relativas a los procedimientos de ensayo ejecutados “in situ” o en el laboratorio

### 3.2. Trabajos de campo, toma de muestras

Las técnicas que se han utilizado son las adecuadas para asegurar el conocimiento de las características del terreno así como su grado de homogeneidad, en este caso se han utilizado:

1. 1 Sondeo mecánico a rotación con extracción continua de muestra.
2. 2 Pruebas de penetración dinámica superpesada, según Norma UNE103801/94.
3. 3 Pruebas de penetración standard, según Norma UNE103800/92.

### 3.3. Ensayos de laboratorio

Código muestra	Procedencia	Muestra	Ensayos											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
0139055-GEO-REL-SON1-M1	Sondeo 1 a 0.9 m	Alterada						*						
0139055-GEO-TNA-SON1-M2	Sondeo 1 a 2.2 m	Alterada						*						
0139055-GEO-TNA-SON1-M3	Sondeo 1 a 3.0 m	Alterada	*		*	*	*	*						
0139055-GEO-TNA-SON1-M4	Sondeo 1 a 5.0 m	Alterada						*						
0139055-GEO-TNA-SON1-M5	Sondeo 1 a 8.5 m	Alterada	*	*					*					

Tabla 2.3.1. Ensayos de laboratorio. Sondeos.

1. Determinación de la humedad de un suelo mediante secado en estufa s/Norma UNE103300:1993
2. Determinación de la densidad de un suelo s/Norma UNE103301:1994
3. Análisis granulométrico de suelos por tamizado s/Norma UNE103101:1995
4. Determinación del límite líquido de un suelo, método de Casagrande, s/Norma UNE103103:1994
5. Determinación del límite plástico de un suelo s/Norma UNE103104:1993
6. Determinación cuantitativa del contenido en sulfatos solubles de suelo, s/Norma UNE103201:1996
7. Ensayo de rotura a compresión simple en probetas de suelo, s/Norma UNE103400:1993

8. Determinación de los parámetros resistentes al esfuerzo cortante de una muestra de suelo en la caja de corte directo, s/Norma UNE103401:1998
9. Ensayo del hinchamiento libre de un suelo en edómetro, según Norma UNE 103601
10. Geotecnia. Ensayo consolidación unidimensional de suelo en edómetro, s/Norma UNE103405:1994.
11. Determinación de la agresividad de un agua según anejo 5 de la EHE.

#### 4. Encuadre geológico, estratigrafía y naturaleza del terreno

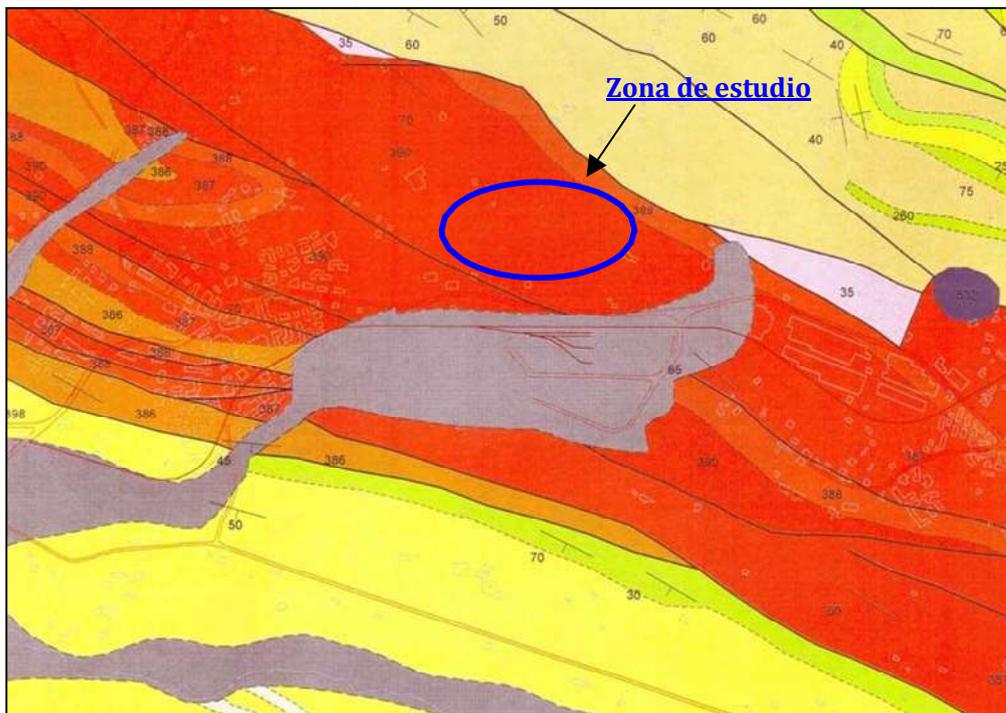
---

Geológicamente, la zona estudiada y sus alrededores se encuentran ubicados en la cuenca Vascocantábrica. Esta cuenca se estructuró a lo largo del terciario como consecuencia de la orogenia Alpina. La evolución de la cuenca Vascocantábrica se sucede en tres etapas, “pre-rift”, rifting y otra posterior de tipo pasivo o transformante, seguida de la expansión oceánica.

Más concretamente la zona de estudio se encuentra dentro de la estructura denominada Anticlinorio de Bilbao. Los materiales que aparecen corresponden al Cretácico inferior, y sólo en dos puntos afloran materiales del Jurásico. Los materiales cretácicos afloran orlando los flancos del Anticlinorio del Bilbao. Los materiales del Cretácico superior afloran en una extensa franja al norte del sinclinal Miranda – Treviño y constituyen una serie monoclinial buzante al sur. Durante el Terciario se producen acumulaciones de materiales turbidíticos generalmente. Finalmente, durante el Cuaternario, se produce la sedimentación de depósitos fluviales y aluviales sobre los materiales preexistentes, que generalmente presentan una reducida extensión lateral, pero presentan una gran variedad de tipologías en función de los distintos ambientes morfogenéticos en que han sido generados: fluvial, lacustre, litoral y laderas.

En cuanto a los materiales aflorantes en la zona de estudio, son materiales del Terciario, pertenecientes a la llamada Unidad de Oiz, y también algún material cuaternario de naturaleza fluvial o aluvial, así como rellenos de origen antrópico.

## 4.1. Mapa geológico y leyenda de la zona



### LEYENDA

	035- Arcillas abigarradas y yesos
	257- Alternancia de margas, margocalizas, calizas micríticas y calcarenitas
	258- Brechas polimicticas y calcarenitas con sílex
	259- Margas, calizas y calcarenitas con sílex
	260- Areniscas y conglomerados
	386- Margas y margocalizas grises
	387- Margas y margocalizas rojas, o rojas y grises. Niveles de calizas micríticas y calcarenitas
	388- Calizas micríticas y margocalizas rosadas
	390- Margas y margocalizas
	393- Conglomerados y areniscas
	398- Alternancia flyschoides de calizas arenosas y margas
	402- Areniscas y lutitas
	411- Areniscas, microconglomerados y lutitas
	412- Margas, micritas, calcarenitas y areniscas calcáreas
	519- Depósitos aluviales y aluvio-coluviales
	532- Depósitos antropogénicos

*\*Nota: El recuadro azul indica los materiales aflorantes en la zona de estudio*

Figura 2.4.1. Mapa geológico.

## 4.2. Tectónica

La serie estratigráfica terciaria en el Sinclinorio de Vizcaya ocupa el sector central del Arco Vasco y se extiende con dirección N120°E entre la Falla de Leiza y Getxo.

El sinclinorio, plegamiento de directriz NO-SE, está situado en la franja centro-meridional de la unidad de Oiz.

## 4.3. Geomorfología

Señalar el efecto modelar de la red fluvial sobre la zona, responsable tanto de la formación de los distintos niveles de terraza como de su posterior modelado, modelado que se ve complementado por la acción antrópica, principalmente de tipo agrícola.

## 4.4. Sismicidad

El territorio nacional se encuentra dividido en zonas sísmicas:

- Con aceleración sísmica de  $a_b < 0.04g$
- Con aceleración sísmica de  $0.04g < a_b < 0.08g$
- Con aceleración sísmica de  $0.08g < a_b < 0.12g$
- Con aceleración sísmica de  $0.12g < a_b < 0.16g$
- Con aceleración sísmica de  $0.16g < a_b$

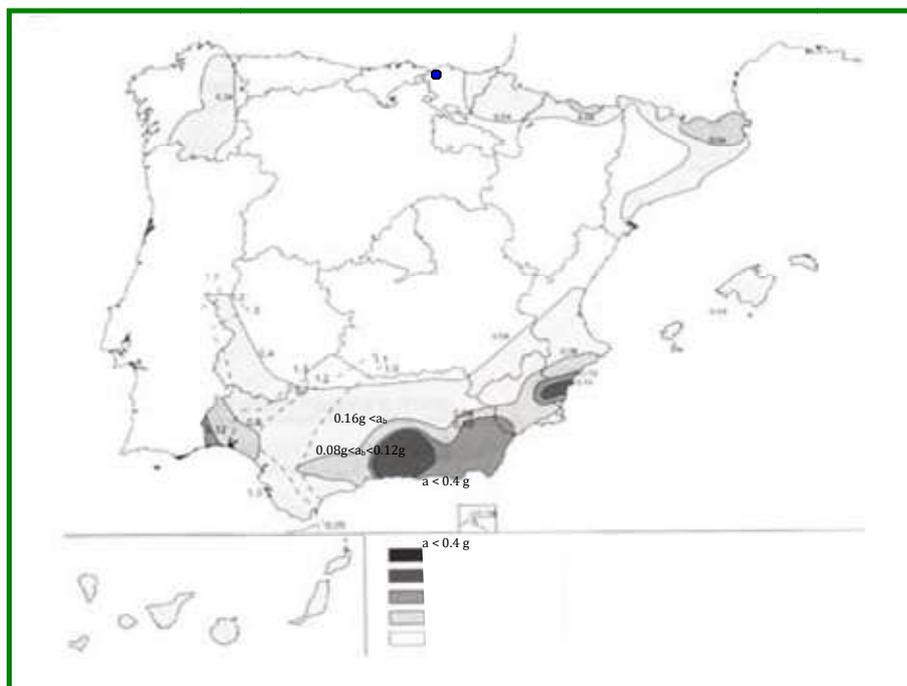


Figura 2.4.2. Mapa de zonas sísmicas nacionales.

Dado que el área donde se ubica la zona de estudio está caracterizada por tener una aceleración sísmica menor de 0.04, según la Norma de Construcción Sismorresistente: parte general y edificación (NCSE-02) no será necesario tomar en consideración medidas contra de los efectos sísmicos en las infraestructuras proyectadas.

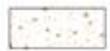
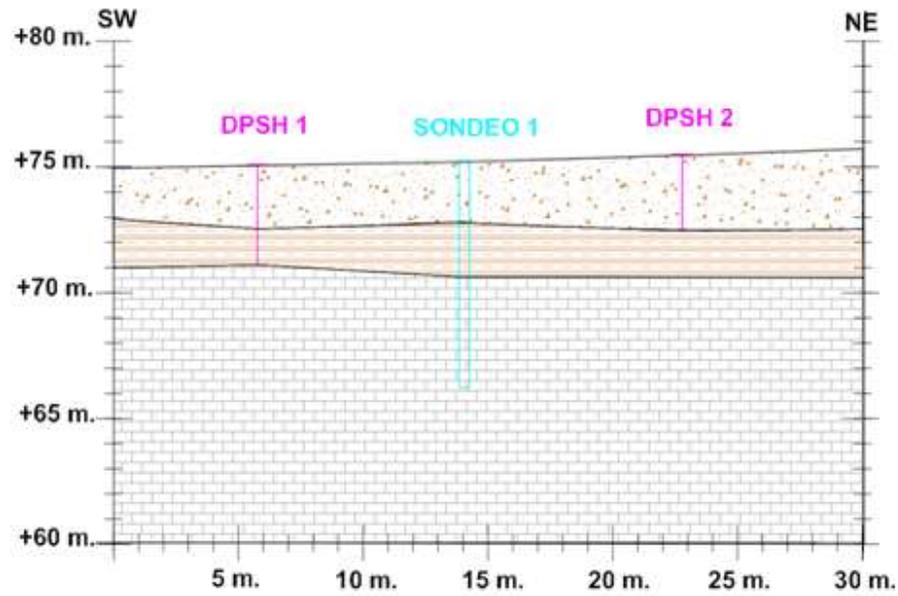
## 5. Perfil litológico del terreno

---

A partir de los trabajos de campo, se ha determinado el siguiente perfil litológico del terreno:

- De 0.0 m a 2.4 m: Relleno
- De 2.4 m a 4.6 m: Arcillas
- De 4.6 m y en profundidad: Margas

*\* Los perfiles litológicos pueden sufrir variaciones laterales debido a que la correlación de los materiales es establecida mediante la relación existente entre los golpes de los dpsh con los materiales existentes en la zona.*



**Relleno antrópico**



**Margas**



**Arcillas**

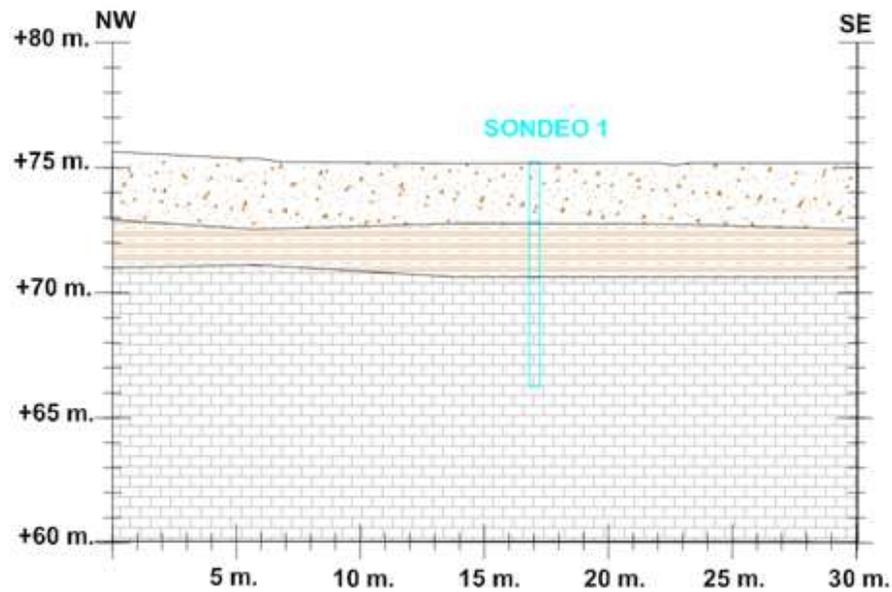
**Entecsa**  
com

Nombre del archivo: Perfil 1

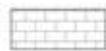
Fecha:  
22/03/19

Peticionario: David Ares García

Proyecto: Nueva conexión de la BI-634 con el Hospital de Urduliz



**Relleno antrópico**



**Margas**



**Arcillas**

**Entecsa**  
.com

Nombre del archivo: Perfil 2

Fecha:  
22/03/19

Peticionario: David Ares García

Proyecto: Nueva conexión de la BI-634 con el Hospital de Urduliz

## 5.1. Hidrología y nivel freático

En la fecha de realización del estudio de campo (Marzo de 2019) no se ha encontrado agua.

Se debe tener en cuenta que el nivel freático no se trata de un nivel estable, sino que puede sufrir continuas variaciones por épocas, decrecidas o estiajes, así como por la frecuencia de precipitaciones en las diferentes estaciones.

## 6. Propiedades geotécnicas de los materiales

Para determinar las características geotécnicas y conocer la naturaleza y el estado del terreno, a parte de los trabajos de campo, son necesarios los ensayos de laboratorio.

Se han tomado muestras representativas de cada tipo de material con el objeto de determinar sus características geotécnicas.

A continuación se describen las características geotécnicas de los materiales que aparecen:

- Nivel de Relleno
- Estrato de Arcillas
- Estrato de Margas

### 6.1. Nivel de Relleno

Relleno antrópico formado por arcillas de coloración marrón-grisácea, con restos de raíces vegetales y restos de materiales de construcción. En profundidad, antigua cobertera vegetal, formada por arcillas de color marrón verdoso, con fragmentos centimétricos, subredondeados de diversos orígenes. Presencia de materia orgánica.

PARÁMETROS QUÍMICOS	
Sulfatos solubles en agua	0.07-0.12 % SO <sub>3</sub> (terreno no agresivo al hormigón)

Tabla 2.6.1. Propiedades geotécnicas relleno.

## 6.2. Estrato de Arcillas

Arcillas de color marrón, de consistencia media, humedad alta y plasticidad alta. Presentan gran cantidad de fragmentos de margas de grado IV, de tamaño centimétrico y morfología angulosa.

CLASIFICACION			
Clasificación S.U.C.S.	CL		
Consistencia	Firme		
Límites de Atterberg, %	L. Líquido ( $w_p$ )	L. Plástico ( $w_L$ )	I. Plasticidad ( $I_p$ )
	46.0	24.21	21.79
PROPIEDADES MECANICAS			
Cohesión, C	$\approx 0.25 \text{ kg/cm}^2$ *	Angulo rozamiento interno, $\Phi$	$\approx 23^\circ$ *
Hinchamiento Libre	0.05 %	Colapsabilidad	Nula
Modulo de deformación, $E_0$	$\approx de 200 - 700 \text{ kg/cm}^2$ *		
Módulo balasto (30 x 30 cm), $Ks_1$	$\approx de 2.0 - 5.0 \text{ kg/cm}^3$ *		
Coefficiente de Poisson	0.30		
Ensayo penetración	$N_{20}$ D.P.S.H.	$N_{30}$ S.P.T. (Rp)	Compresión simple, -----
	6-45	25	
Meteorización	Media	Ripabilidad	Alta
PARAMETROS FISICO- QUIMICOS			
Densidad, $\gamma$	$1.8 \text{ gr/cm}^3$ *	Humedad	25.54 %
Permeabilidad, K (cm/s)	$10^{-4}-10^{-7}$		
Sulfatos solubles en agua	< 0.06 % $SO_3$ (terreno no agresivo al hormigón)		

\*→Valor estimado por experiencia en materiales similares analizados en zonas próximas y por correlación con fórmulas recogidas en bibliografía reconocida.

Tabla 2.6.2. Propiedades geotécnicas arcillas.

S.U.C.S. Sistema Unificado de Clasificación de Suelos

### 6.3. Estrato de Margas

Margas grises con un grado de meteorización a techo de III; en profundidad la roca es más sana, a partir de 6.0 m es de grado II, con pasadas grado III. Diaclasado decimétrico, apertura milimétrica y relleno de calcita.

CLASIFICACION				
Clasificación S.U.C.S	Roca			
Clasificación R.Q.D.	Valor medio: 85 %			
Clasificación R.M.R.	Clase II: Buena			
PROPIEDADES MECANICAS				
Cohesión, C	≈30 kg/cm <sup>2</sup> *	Angulo rozamiento interno, Φ	≈35° *	
Modulo de deformación, E <sub>0</sub>	≈de 5000 – 80000 kg/cm <sup>2</sup> *			
Módulo balasto (30 x 30 cm), Ks <sub>1</sub>	≈de 30 – 500 kg/cm <sup>3</sup> *			
Ensayo penetración	N <sub>20</sub> D.P.S.H.	N <sub>30</sub> S.P.T. (Rp)	Compresión simple,	388.8 kg/cm <sup>2</sup>
	Rechazo	-----		
Ripabilidad	Baja			
Grado de meteorización de las rocas	Grado de meteorización III-II			
Discontinuidades				
Apertura	Milimétrica			
Rugosidad	Suave			
Relleno	Relleno de calcita			
Espaciamiento	Decimétrico			
Presencia de agua	Clase III: Signos de flujo de agua			
PARAMETROS FISICO- QUIMICOS				
Densidad, γ	2.8 gr/cm <sup>3</sup>	Humedad	0.4 %	
Sulfatos solubles en agua	0.07 % SO <sub>3</sub> (terreno no agresivo al hormigón)			

\*→Valor estimado por experiencia en materiales similares analizados en zonas próximas y por correlación con fórmulas recogidas en bibliografía reconocida.

Tabla 2.6.3. Propiedades geotécnicas margas.

## 7. Análisis de la cimentación de la estructura proyectada

---

Siguiendo las recomendaciones que se exponen más adelante, con el fin de evitar taludes de una altura excesiva, se proyecta un muro ménsula de 7 metros de altura. La cimentación del muro se realizará mediante una zapata corrida empotrada en el estrato de margas.

La presión de diseño para la cimentación se determina en el apartado siguiente.

## 8. Parámetros del cálculo

---

### 8.1. Presión admisible

Los materiales rocosos constituyen un excelente terreno de cimentación. Según el DB-SE-Cimientos, para rocas con una resistencia a compresión simple mayor de 2.5MPa, un RQD menor de 25 y cuyo grado de meteorización no sea 5 o 6, se podrá determinar la presión admisible  $q_{adm}$  mediante la siguiente expresión:

$$q_{adm} = K_{sp} * q_u$$

Donde,

$q_u$  Resistencia a compresión simple de la roca sana

$$K_{sp} = \frac{3 + \frac{s}{B}}{10 * \sqrt{1 + 300 * \frac{a}{s}}}$$

$s$  espaciamiento de las discontinuidades; debiéndose cumplir  $\rightarrow s > 300$  mm

$B$  anchura del cimiento en m; debiéndose cumplir  $\rightarrow 0.05 < s/B < 2$

$a$  apertura de las discontinuidades; debiéndose cumplir  $\rightarrow a < 5$  mm junta limpia;

$a < 25$  mm junta rellena;

$0 < a/s < 0.02$

Por tanto, teniendo que:

- La resistencia a compresión simple de la roca es de  $3.888 \text{ KN/cm}^2$
- El espacio entre discontinuidades de 200 centímetros.  $S = 200 > 30 \text{ cm}$
- La anchura del cimientado es de 2.8 metros.  $0.05 < s/B = 200/280 = 0.714 < 2$
- La apertura de las discontinuidades es de 2.1 milímetros.  $a < 5 \text{ mm}$   
 $0 < a/s = 0.00105 < 0.02$

La presión admisible del estrato de margas será:

$$q_{adm} = K_{sp} * q_u = 0.3239 * 3.888 = 1.259 \text{ KN/cm}^2$$

Se le estimará al material una presión de cálculo  $q_d = 0.95 \text{ KN/cm}^2$  pudiendo ser, como se ha comprobado, incluso superior.

Por conocimiento geológico de la zona, se estima que el presente material rocoso "Margas" tiene potencias considerables, alcanzando incluso centenares de metros.

Debe señalarse que, incluso en las rocas de mejor calidad, la anchura de las zapatas no debe ser inferior a 1m, para prever concentración de tensiones, defectos constructivos, etc.

## 8.2. Asientos

Bajo la presión de diseño recomendada no se va a superar la carga de rotura del macizo rocoso, por lo que no se producirán asientos, siendo la deformación producida de escala milimétrica.

## 9. Recomendaciones y conclusiones

### PERFIL DEL TERRENO:

A partir de los trabajos de campo, se ha determinado el siguiente perfil litológico del terreno:

- De 0.0 m a 2.4 m: Relleno
- De 2.4 m a 4.6 m: Arcillas
- De 4.6 m y en profundidad: Margas

Siendo los primeros 30 cm de la capa de relleno tierra vegetal.

### NIVEL FREÁTICO:

En la fecha de realización del estudio (Marzo 2019) no apareció agua al realizar los trabajos de campo.

### HORMIGÓN:

- Requisitos generales:

Para conseguir una durabilidad adecuada del hormigón se debe cumplir la máxima relación agua/cemento y el mínimo contenido de cemento recogidos en la EHE Tabla 37.3.2.a:

Parámetros de dosificación	Tipo de hormigón	CLASE DE EXPOSICION												
		I	II a	II b	III a	III b	III c	IV	Qa	Qb	Qc	H	F	E
Máxima relación a/c	Masa	0.65	---	---	---	---	---	---	0.5	0.5	0.45	0.55	0.5	0.5
	Armado	0.65	0.6	0.55	0.5	0.5	0.45	0.5	0.5	0.5	0.45	0.55	0.5	0.5
	Pretensado	0.6	0.6	0.55	0.5	0.45	0.45	0.45	0.5	0.45	0.45	0.55	0.5	0.5
Mínimo contenido de cemento (Kg/ m <sup>3</sup> )	Masa	200	---	---	---	---	---	---	275	300	325	275	300	275
	Armado	250	275	300	300	325	350	325	325	350	350	300	325	300
	Pretensado	275	300	300	300	325	350	325	325	350	350	300	325	300

Tabla 2.9.1. Clases de exposición del hormigón.

La clase de exposición según el tipo de ambiente y la agresividad al terreno es: **IIa**

### SISMICIDAD:

No se deberán tomar medidas.

### EXCAVABILIDAD DEL TERRENO:

La excavabilidad del terreno es alta para las arcillas, es decir la excavación de la cimentación se podrá realizar con una retroexcavadora convencional.

La excavabilidad del terreno es baja para las margas, es decir la excavación de la cimentación se podrá realizar con una retroexcavadora de alta potencia con utilización del martillo percutor. Al no existir medianeras la posibilidad de que se generen patologías (aparición de grietas, fisuras, etc.) en viviendas contiguas debido al uso del martillo es muy reducida, sin embargo se recomienda realizar un seguimiento de las viviendas vecinas para asegurar que no se produzca ninguna de las patologías mencionadas anteriormente.

### TALUDES:

Los taludes se mantendrán temporalmente subverticales durante la obra, aunque se recomienda la toma de medidas de contención de las paredes durante y tras la excavación. En caso de tener que dejar taludes definitivos se recomienda dejar taludes de **1H/1V**. Esta pendiente será válida siempre y cuando los taludes no tengan más de 10.0 m de altura y estén en condiciones sin flujo excesivo de agua. En caso de tener taludes de una altura mayor de la indicada se recomienda la disposición de una estructura de contención con el fin de reducir la altura de los taludes correspondientes.

### RELLENO:

Para el relleno a utilizar entre el trasdós del muro y el talud temporal subvertical se desaconseja el uso del terreno excavado, ya que utilizar un terreno arcilloso aumentaría significativamente la presión intersticial en el muro. Se recomienda por tanto el uso de arenas.

### CIMENTACIÓN Y PRESION DE DISEÑO:

La cimentación del muro se realizará mediante una zapata corrida empotrada en el estrato de margas.

La presión de diseño para el cálculo de la cimentación será de  **$q_d = 0.95 \text{ KN/cm}^2$** .

# Estudio geotécnico

## ENSAYOS DE LABORATORIO

# ANÁLISIS DE MUESTRA

Fecha del Ensayo: **15/3/2019**

Procedencia de la Muestra: **SONDEO 1 A 0.9 M**

Descripción del Material: **RELLENO**

Denominación **0139055-GEO-REL-SON1-M1**

Ensayo		
	Resultados	Especificación
CONTENIDO EN SULFATOS	0.12 %	

# ANÁLISIS DE MUESTRA

Fecha del Ensayo: **15/3/2019**

Procedencia de la Muestra: **SONDEO 1 A 2.2 M**

Descripción del Material: **ARCILLAS**

Denominación: **0139055-GEO-TNA-SON1-M2**

Ensayo		
	Resultados	Especificación
CONTENIDO EN SULFATOS	0.07 %	

# ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Fecha del Ensayo: **15/3/2019**

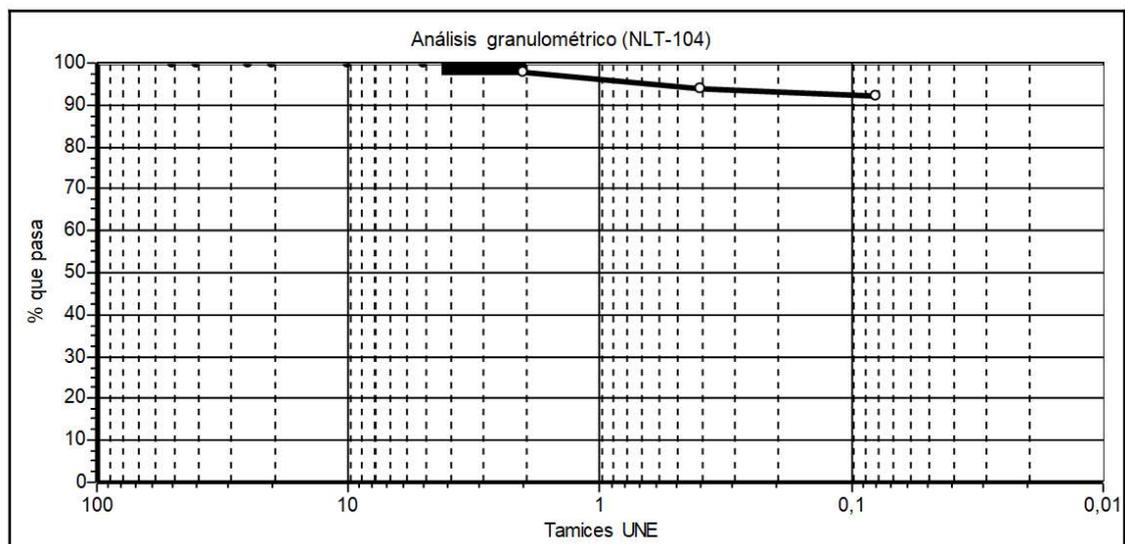
Procedencia de la Muestra: **SONDEO 1 A 3.0 M**

Descripción del Material: **ARCILLAS**

Denominación: **0139055-GEO-TNA-SON1-M3**

Huso (tám: inf/sup)

Tamiz UNE	100	80	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
% que pasa			100	100	100	100	100	100	98	94	92



Ensayo	resultado	especificación
HUMEDAD NATURAL	25.54 %	
CONTENIDO EN SULFATOS	< 0.06 %	
CLASIFICACION DEL SUELO SEGUN S.U.C.S.	CL	
HINCHAMIENTO LIBRE, EDOMETRO	0.05 %	

# DETERMINACIÓN DE LÍMITES

Fecha del Ensayo: **15/3/2019**

Procedencia: **SONDEO 1 A 3.0 M**

Denominación: **0139055-GEO-TNA-SON1-M3**

## LÍMITES DE ATTERBERG

1ª Determinación de Humedad:	<input type="text" value="48.26"/>	<u>Límite líquido (NLT-105/91):</u> 46
2ª Determinación de humedad:	<input type="text" value="45.48"/>	

1ª Determinación de Humedad:	<input type="text" value="22.64"/>	<u>Límite plástico (NLT-106/91):</u> 24.21
2ª Determinación de humedad:	<input type="text" value="23.77"/>	

**INDICEDEPLASTICIDAD: 21,79**

# ANÁLISIS DE MUESTRA

Fecha del Ensayo: **18/3/2019**

Procedencia de la Muestra: **SONDEO 1 A 5.0 M**

Descripción del Material: **MARGAS**

Denominación: **0139055-GEO-TNA-SON1-M4**

Ensayo		
	Resultados	Especificación
CONTENIDO EN SULFATOS	0.07 %	

# ENSAYO DE ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS DE SUELO UNE 103-400-93

Fecha del Ensayo: 19/3/2019

Procedencia de la Muestra: SONDEO 1 A 8.0 M

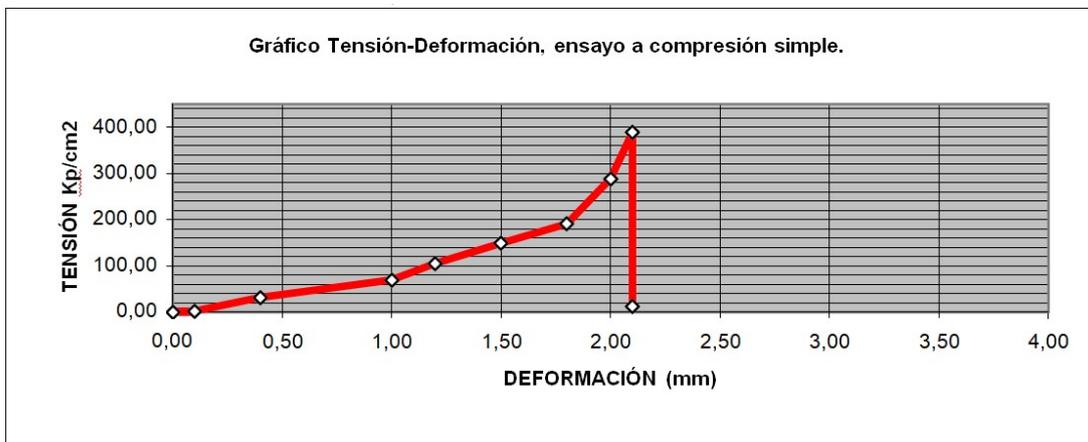
Descripción del Material: MARGAS

Denominación: 0139055-GEO-TNA-SON1-M5

Diámetro de la probeta (cm):	8	Peso húmedo (gr):	2353
Altura de la probeta (cm):	16,3	Peso seco (gr):	2341
Secc.de la probeta (cm <sup>2</sup> ):	50,27	Humedad (%):	0,5
Vol. de la probeta(cm <sup>3</sup> ):	819,33	Densidad seca(gr/cm <sup>3</sup> ):	2,86
		Densidad húmeda(gr/cm <sup>3</sup> ):	2,87

Tiempo (sg.)	eformació (mm.)	Cargas (lecturas)	Cargaaxial (kp)	Def.unitaria (E)	(1-E)	Sección corregida (cm <sup>2</sup> )	TENSION (kp/cm <sup>2</sup> )
0	0	0	0	0,00	1,00	50,27	0,00
6	0,1	99	99,0	0,00	1,00	50,30	1,97
15	0,4	1596	1596,0	0,00	1,00	50,39	31,67
18	1,0	3526	3526,0	0,01	0,99	50,58	69,72
21	1,2	5321	5321,0	0,01	0,99	50,64	105,08
26	1,5	7541	7541,0	0,01	0,99	50,73	148,64
29	1,8	9684	9684,0	0,01	0,99	50,83	190,53
34	2,0	14685	14685,0	0,01	0,99	50,89	288,56
46	2,1	19800	19800,0	0,01	0,99	50,92	388,83
47	2,1	542	542,0	0,01	0,99	50,92	10,64

RESISTENCIA COMPRESIÓN SIMPLE(Kg/cm <sup>2</sup> )	388,80	
DEFORMACION EN ROTURA (mm):	2,10	1,29 %
FORMA DE ROTURA:		



# Estudio geotécnico

## TRABAJOS DE CAMPO

## SONDEO A ROTACIÓN CON EXTRACCIÓN CONTINUA DE MUESTRA Y EJECUCIÓN DE ENSAYOS DE PENETRACIÓN S.P.T. Y D.P.S.H.

El sondeo se realiza a rotación con obtención continua de muestra mediante batería provista de corona de widia.

La máquina empleada es una sonda rotativa automática sobre orugas tipo TP-50 TECOINSA

Para obtener una orden de magnitud acerca de la capacidad portante del terreno se realizaron diversos ensayos de penetración (S.P.T), a distintas profundidades.

El S.P.T consiste en lo siguiente: Se trata de contar el numero de golpes necesario para hincar 30 cms (15 + 15) un tomamuestras de 2" x 1 3/8" de diámetro con tubo bipartido, normalizado, mediante golpeo de una maza de 63.5 Kg de peso que cae desde una altura de 75 cms.

Para realizar el ensayo se marcan en el varillaje 60 cms, en tramos de 15 cms, contándose los golpes para los 30 centrales. Se considera que se obtiene rechazo y se suspende el ensayo cuando después de dar una serie de 100 golpes no se introducen los 30 cm, en su totalidad o cuando tras dar 50 golpes el tomamuestras no se ha introducido 5 cm.

Los ensayos se realizaron con un penetrómetro automático TECOINSA que cumple las siguientes normas: N. I. De la SIMSFE y D.P.S.H, y que está previsto de cuentagolpes electrónico digital.

Asimismo se toman varias muestras inalteradas a percusión mediante un tomamuestras G.M.P.V de pared gruesa en cuyo interior se aloja un tubo de PVC donde se introduce la muestra. Inmediatamente después de su extracción se parafinan sus extremos para evitar pérdidas de humedad. La hincada del tomamuestras se realiza mediante una maza de 63.5 Kg que cae desde una altura de 75cm.

## SONDEO Nº 1

Cajas testificadas: 3

Profundidad del sondeo: 9,0 m

Diametro-Corona-Entubación	Profundidad (m.)	Columna litológica	Muestra	S. P. T. /RQD	Ensayos laboratorio				Descripción de los materiales
					Contenido en Sulfatos	Compresión Simple (Kcal/cm <sup>2</sup> )	Hinchamiento libre (%)	Índice de plasticidad	
113-W	0		M 1		0,12%				Relleno antrópico formado por arcillas marrón-gris, restos vegetales y restos de construcción.
	0,5								
	1,0		M 2	34	0,07%				A partir de 1,8 m de profundidad, antigua cobertura vegetal, formada por arcillas de color marrón verdoso con fragmentos centimétricos, sub-redondeados, de diversos orígenes. Presencia de materia orgánica, restos de raíces vegetales.
	1,5								
2,0	M 3	25	< 0,06 %	0,05%	21,79	CL	Arcillas de color marrón, de consistencia media, humedad alta y plasticidad alta.  Presenta gran cantidad de fragmentos de margas de grado IV, de tamaño centimétrico, angulosos.		
2,5									
3,0	M 4		91%	0,07%				Margas grises con un grado de meteorización III.	
3,5									
4,0									
4,5									
101-TW	5,0								
101-TD	5,5								
	6,0							A partir de 6,0 m son de grado II, con intercalación de pasadas grado III de espesor decimétrico.	
	6,5							Diacasado decimétrico, apertura mm, relleno de calcita y signos de flujo de agua.	
	7,0								
	7,5			56%					
	8,0								

## SONDEO Nº 1

Cajas testificadas: 3

Profundidad del sondeo: 9,0 m

Diametro-Corona-Entubación	Profundidad (m.)	Columna litológica	Muestra	RQD	Ensayos laboratorio					Descripción de los materiales
					Contenido en Sulfatos	Compresión Simple (Knc/cm <sup>2</sup> )	Presión de hinchamiento (kplcm <sup>2</sup> )	Índice de plasticidad	Granulom. Cl. Casag.	
101-TD	8		M 5	100%		388,8				Margas grises de grado II, con intercalación de pasadas de grado III. Diacasado decimétrico, apertura mm, relleno de calota y signos de flujo de agua.
	8,5									
	9,0									
	9,5									
	10,0									
	10,5									
	11,0									
	11,5									
	12,0									
	12,5									
	13,0									
	13,5									
	14,0									
	14,5									
	15,0									
	15,5									
16,0										

# PRUEBA DE PENETRACIÓN DINÁMICA SUPERPESADA: D.P.D.H.NORMA: UNE 103-801-94

## **Objeto y datos de la prueba.**

La prueba consiste en clavar en el terreno una puntaza maciza de hierro que se encuentra situada en el extremo de una varilla. La varilla tiene un diámetro inferior al de la puntaza, con objeto de evitar lo máximo posible el rozamiento de la misma en el terreno. La hincada en el terreno se consigue golpeando el conjunto en su parte superior con una maza encaída libre.

La resistencia del terreno a la penetración dinámica se expresa mediante el nº de golpes necesarios para clavar la varilla 20 cm en dicho terreno. Este nº de golpes se designará en lo sucesivo como  $n_{20}$ , y servirá para darnos información acerca de las características físicas y geotécnicas del terreno, con una serie de correlaciones e interpretaciones se puede determinar a partir de  $n_{20}$ : la carga admisible, la resistencia dinámica en punta, etc.

## **Realización de la prueba y maquinaria utilizada.**

Introducida la primera varilla en la meseta de guía, se fija la puntaza a su extremo y se sitúa la meseta en su posición definitiva. Como la puntaza sobresale por su parte inferior, al poner la meseta horizontal, se clava parte en el terreno. Dado que esta magnitud que se introduce es, normalmente, del orden de 20 cm, no se consideran los golpes correspondientes a esta primera división.

Se continúa la prueba mediante los golpes necesarios para introducir cada una de las divisiones de 20 cm de la varilla. La velocidad de golpeo de la maza se debe estimar a razón de 30 golpes por minuto.

El resultado de los mismos se representa en gráficos donde en ordenadas, figura la profundidad que se ensaya en tramos de 20 cm, y en abscisas el golpeo obtenido para cada tramo.

La prueba se ha realizado mediante un penetrómetro automático dinámico portátil sobre orugas serie P (diesel) Modelo PDP 3.10D que cumple con las normas siguientes del SIMSFE (Sociedad internacional de Mecánica del Suelo y Cimentaciones y el Comité Técnico de Pruebas de Penetración de Suelos):

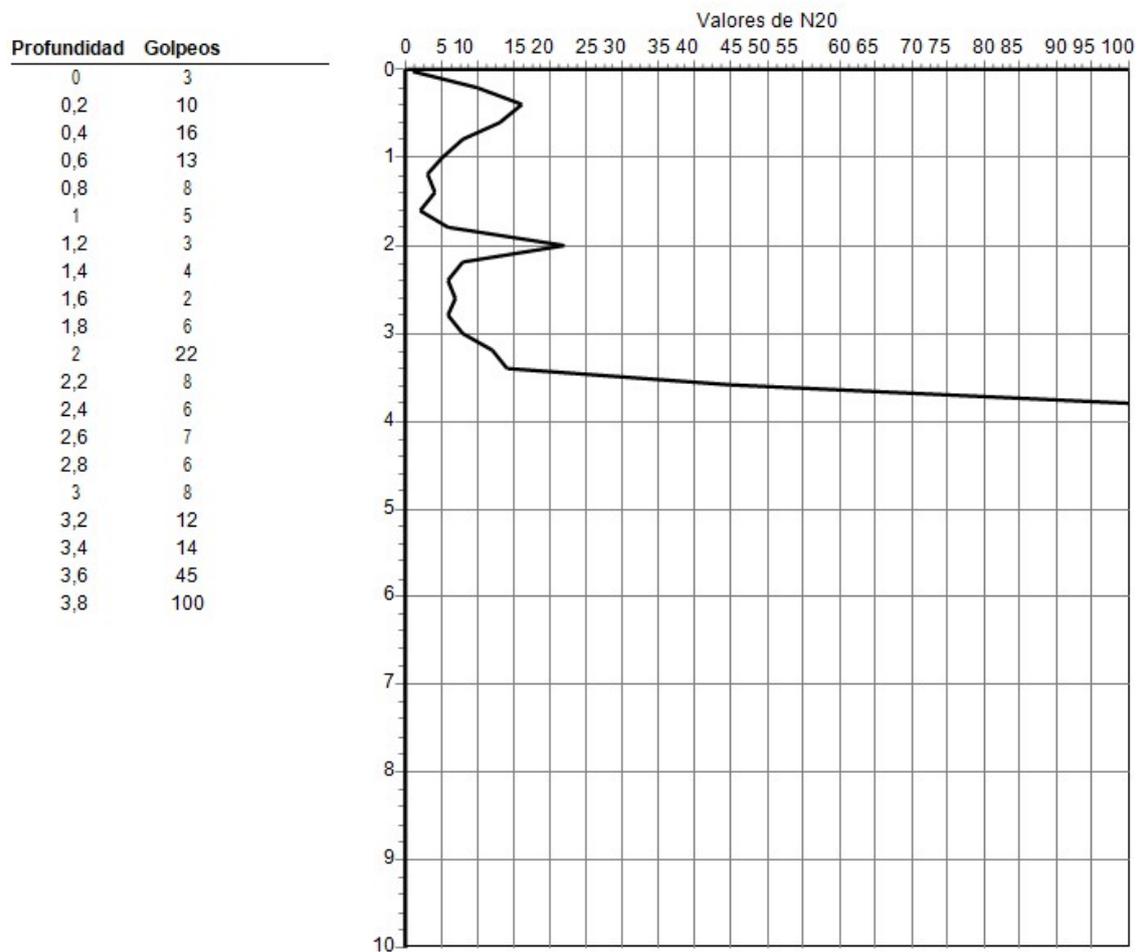
- DPSH-Dynamic Probing Super Heavy
- S.P.T. Standard Penetration Test
- Mecanismo de golpeo automático

Las pruebas de penetración se han realizado siguiendo la norma DPSH, con las características siguientes:

- Masa de la Maza 63,5Kg
- Altura de Caída 75,0cm.
- Relación longitud/diámetro de la maza  $\geq 1$  y  $\leq 2$ .
- Masa yunque 7,2Kg.
- Longitud de la varilla 1,0m.
- Diámetro exterior de la varilla 32,0mm.
- Masa máxima varilla+niple 6,31Kg.
- Desviación máxima en primeros 5m 1%.
- Desviación máxima a partir de 5m 2%.
- Sección de la puntaza Cilindro-cónica.
- Área de la puntaza  $20.0\text{cm}^2$ .
- Ángulo de la puntaza  $90^\circ$
- Cuento de golpes cada N 20.0cm.

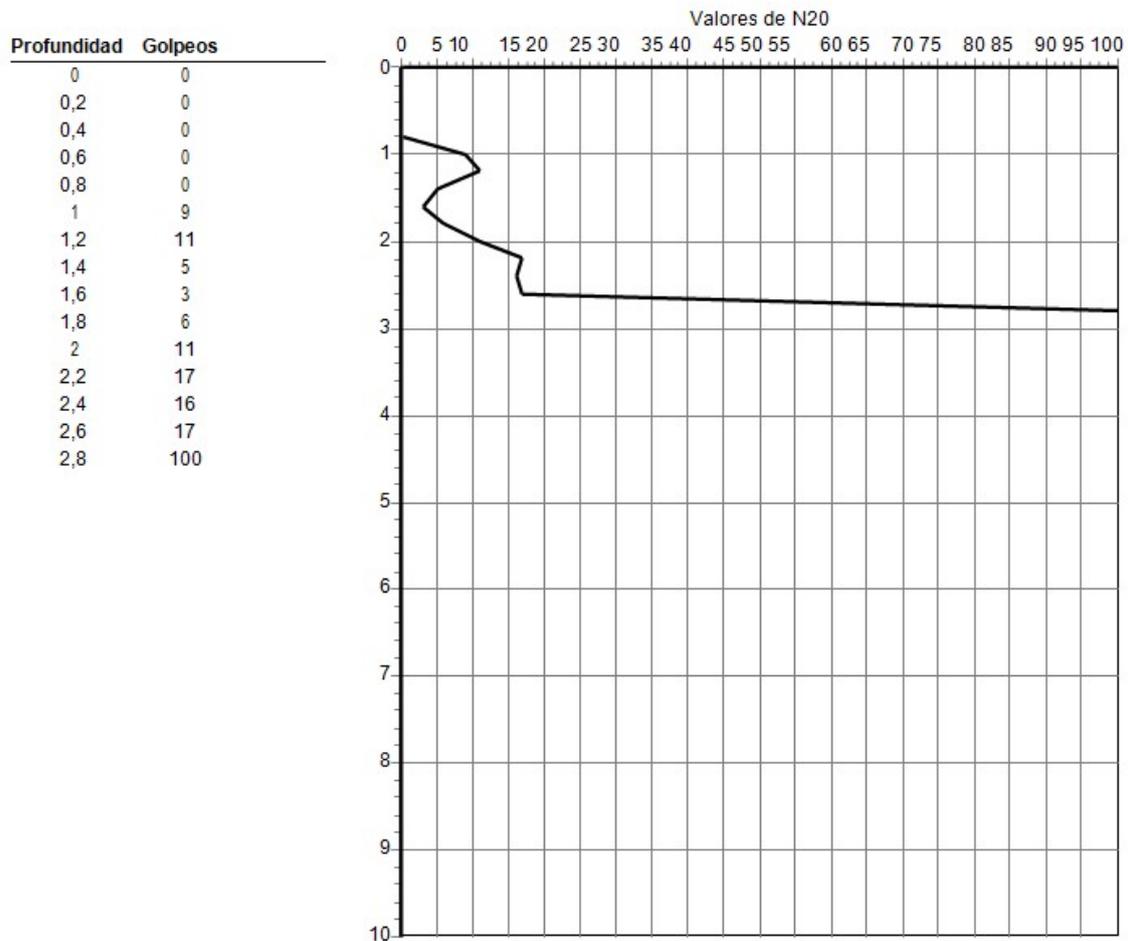
# PRUEBA DE PENETRACIÓN DINÁMICA D.P.S.H. EFECTUADA SEGÚN LA NORMA UNE 103-801-94

TIPO DE CONO:	RECUPERABLE: <input type="text" value="Puntaza"/>	MASA: <input type="text" value="0,66"/> Kg	Punto: 1
	PERDIDO: <input type="text" value="Puntaza"/>		Hora: 09:00
VARILLAJE:	DIÁMETRO: <input type="text" value="32"/>	MASA: <input type="text" value="8"/> Kg/m	Temperatura: 15 °C
	LONGITUD: <input type="text" value="1"/>		Duración: 00:20
DISPOSITIVO GOLPEO MASA:	<input type="text" value="115"/> Kg		Cota: SEGÚN PLANO



# PRUEBA DE PENETRACIÓN DINÁMICA D.P.S.H. EFECTUADA SEGÚN LA NORMA UNE 103-801-94

TIPO DE CONO:	RECUPERABLE: <input type="text" value="Puntaza"/>	MASA: <input type="text" value="0,66"/> Kg	Punto: 2
	PERDIDO: <input type="text" value="Puntaza"/>		Hora: 17:00
VARILLAJE:	DIÁMETRO: <input type="text" value="32"/>	MASA: <input type="text" value="8"/> Kg/m	Temperatura: 15°C
	LONGITUD: <input type="text" value="1"/>		Duración: 00:20
DISPOSITIVO GOLPEO MASA:	<input type="text" value="115"/> Kg		Cota: SEGÚN PLANO



# Anejo 3

## Trazado Geométrico

# Índice

---

1. Introducción.....	74
2. Definición en planta .....	74
2.1. Alineación 1 .....	74
2.1.1. Datos básicos.....	74
2.1.2. Rectas .....	74
2.1.3. Curvas circulares .....	77
2.1.4. Curvas de acuerdo: clotoides .....	79
2.2. Alineación 2 .....	84
2.2.1. Datos básicos.....	84
2.2.2. Rectas .....	84
2.2.3. Curvas circulares .....	85
2.2.4. Curvas de acuerdo: clotoides .....	86
2.3. Glorieta 1 .....	88
2.3.1. Datos básicos.....	88
2.3.2. Trayectorias.....	88
2.3.3. Elementos y sus dimensiones .....	91
2.4. Glorieta 2 .....	92
2.4.1. Datos básicos.....	92
2.4.2. Trayectorias.....	92
2.4.3. Elementos y sus dimensiones .....	94
2.5. Intersección en T .....	95
2.5.1. Datos básicos.....	95
2.5.2. Carrera secundaria.....	95
3. Definición en alzado.....	95
3.1. Alineación 1 .....	95
3.1.1. Inclinación de las rasantes.....	95
3.1.2. Acuerdos verticales.....	96
3.2. Alineación 2 .....	100
3.2.1. Inclinación de las rasantes.....	100
3.2.2. Acuerdos verticales.....	101

3.3. Glorieta 1 .....	102
3.3.1. Inclinaciones de ramales .....	102
3.3.2. Acuerdos verticales.....	102
3.4. Glorieta 2 .....	103
3.4.1. Inclinaciones de ramales .....	103
3.4.2. Acuerdos verticales.....	103
3.5. Intersección en T .....	103
3.5.1. Inclinaciones de ramales .....	103
3.5.2. Acuerdos verticales.....	104
4. Sección transversal.....	104
4.1. Alineación 1 .....	104
4.1.1. Elementos y sus dimensiones .....	104
4.1.2. Bombeo en recta .....	106
4.1.3. Pendientes transversales en curvas .....	107
4.1.4. Sobreanchos en curvas.....	108
4.2. Alineación 2 .....	109
4.2.1. Elementos y sus dimensiones .....	109
4.2.2. Bombeo en recta .....	110
4.2.3. Pendientes transversales en curvas .....	110
4.2.4. Sobreanchos en curvas.....	110
4.3. Glorieta 1 .....	111
4.3.1. Elementos y sus dimensiones .....	111
4.3.2. Inclinaciones transversales .....	111
4.4. Glorieta 2 .....	111
4.3.1. Elementos y sus dimensiones .....	111
4.3.2. Inclinaciones transversales .....	112
4.5. Vías existentes .....	112

## 1. Introducción

---

El presente anejo tiene por objeto definir el trazado geométrico de la carretera tanto en planta como en perfil y definir con detalle las secciones transversales de las vías que aparecen en el proyecto.

El trazado deberá adaptarse a la norma vigente y favorecer la seguridad y comodidad de los usuarios que transiten por la vía.

## 2. Definición en planta

---

### 2.1. Alineación 1

#### 2.1.1. Datos básicos

La alineación 1 se refiere al tramo de vía que conecta las glorietas 1 y 2. Su longitud, desde el eje de la glorieta 1 hasta el eje de la glorieta 2, es de 998.61 metros, y la velocidad de proyecto de la vía es de 60 km/h. De aquí en adelante se numerarán los elementos de la vía en orden de aparición al recorrer la carretera desde la glorieta 1 a la 2.

#### 2.1.2. Rectas

Para que se produzca una acomodación y una adaptación a la conducción, se procurará limitar las longitudes mínimas de las alineaciones rectas.

Asimismo para evitar problemas relacionados con el cansancio, los deslumbramientos, los excesos de velocidad, etc., se procurará limitar las longitudes máximas de las alineaciones rectas.

Dichas longitudes, tanto máximas como mínimas, vendrán indicadas en la siguiente tabla dependiendo de la velocidad de proyecto y de la situación de la recta (se distingue entre rectas que unen dos curvas del mismo sentido y rectas que unen dos curvas de sentido contrario):

<b>(V<sub>p</sub>) (km/h)</b>	<b>L<sub>min,s</sub> (m)</b>	<b>L<sub>min,o</sub> (m)</b>	<b>L<sub>max</sub> (m)</b>
140	195	389	2 338
130	181	361	2 171
120	167	333	2 004
110	153	306	1 837
100	139	278	1 670
90	125	250	1 503
80	111	222	1 336
70	97	194	1 169
60	83	167	1 002
50	69	139	835
40	56	111	668

Tabla 3.2.1. Longitudes máximas y mínimas en alineaciones rectas.

En nuestro caso, con una velocidad proyecto definida de 60 km/h, las longitudes mínimas serán de 83m entre dos curvas de sentido contrario y 167m entre dos curvas del mismo sentido. Además, aunque la longitud máxima no resulte un condicionante en el presente proyecto, dicha longitud será de 1002m.

En caso de no poder disponer la distancia mínima estipulada, en pro de no causar impresiones equivocadas en el conductor, se aconseja la reducción de esa recta intermedia a un único punto ( $L_{\text{recta}} = 0\text{m}$ ).

Por otra parte, si la velocidad máxima alcanzable en una recta se ve condicionada por la presencia las alineaciones curvas que enlaza, se considerará dicho elemento como una recta de longitud limitada.

VELOCIDAD DE PROYECTO ( $V_p$ ) DEL TRAMO (km/h)	MÁXIMA LONGITUD DE UNA ALINEACIÓN RECTA PARA SER CONSIDERADA DE LONGITUD LIMITADA (m)
140, 130, 120, 110 y 100	400
90	300
80	230
70	175
60	85
50	50 (*)
40	30 (*)
(*) Este valor es inferior a ( $L_{min,s}$ ) recomendado en la Tabla 4.1.	

Tabla 3.2.2. Longitudes máximas de una recta para ser considerada de longitud limitada.

La coordinación entre alineaciones curvas consecutivas, con o sin alineación recta intermedia, será comprobada en el apartado 2.1.3.

Además, se expone como recomendación, que antes de una intersección es favorable la disposición de una recta de una longitud superior a 20 m.

Una vez presentados los condicionantes tomados en consideración para el diseño, se mostrarán en la siguiente tabla las rectas proyectadas, habiendo verificando ya su validez:

ALINEACIÓN 1			
Recta	P.K. Inicial	P.K. Final	Longitud (m)
1	0+000.00	0+094.83	94.83
2	0+224.13	0+224.13	0 (Long. Limitada)
3	0+326.69	0+497.56	170.88
4	0+691.95	0+863.08	171.13
5	0+978.61	0+998.62	20.01

Tabla 3.2.3. Rectas alineación 1.

### 2.1.3. Curvas circulares

Fijada una cierta velocidad en la vía, el radio mínimo a adoptar en las curvas circulares se determinará en función de:

- El peralte máximo y el rozamiento transversal máximo movilizado.
- La visibilidad de parada en toda su longitud.
- La coordinación del trazado en planta y alzado, para evitar pérdidas de trazado, de orientación y dinámica.

Teniendo en cuenta estos condicionantes, se elabora la tabla de radios mínimos:

VELOCIDAD DE PROYECTO ( $v_p$ ) (km/h)	GRUPO 1		GRUPO 2		GRUPO 3	
	A-140 y A-130		A-120, A-110, A-100, A-90, A-80 y C-100		C-90, C-80, C-70, C-60, C-50 y C-40	
	RADIO MÍNIMO (m)	PERALTE MÁXIMO (%)	RADIO MÍNIMO (m)	PERALTE MÁXIMO (%)	RADIO MÍNIMO (m)	PERALTE MÁXIMO (%)
140	1 050	8,00	--	--	--	--
130	850	8,00	--	--	--	--
120	--	--	700	8,00	--	--
110	--	--	550	8,00	--	--
100	--	--	450	8,00	--	--
90	--	--	350	8,00	350	7,00
80	--	--	250	8,00	265	7,00
70	--	--	--	--	190	7,00
60	--	--	--	--	130	7,00
50	--	--	--	--	85	7,00
40	--	--	--	--	50	7,00

Tabla 3.2.4. Radios mínimos y peraltes máximos en curvas circulares.

El radio mínimo a disponer será, por tanto,  $R_{\min} = 130$  m.

Además, al tener una recta de longitud limitada entre las curvas 1 y 2, se debe comprobar la coordinación entre ambos acuerdos circulares.

Cuando se unan dos alineaciones curvas consecutivas sin alineación recta intermedia, la relación de radios de las curvas circulares no sobrepasará los valores obtenidos a partir de las expresiones de la siguiente tabla:

R (m)	R' (m)
50 – 450	$\frac{50}{77} \cdot R + 7,8 \leq R' < \frac{127}{80} \cdot R - 14,4$
450 – 700	$\frac{40}{135} \cdot R + 166,7 \leq R' < \frac{110}{25} \cdot R - 1280$
700 – 1800	$R' \geq \frac{40}{135} \cdot R + 166,7$
> 1800	$R' \geq 700$

Tabla 3.2.5. Coordinación entre curvas circulares consecutivas.

La curva 1, como referencia para el cálculo, se diseñará con un radio de 130m.

$$\frac{50}{77} * R_1 + 7.8 \leq R_2 < \frac{127}{80} * R_1 - 14.4$$

$$\frac{50}{77} * 130 + 7.8 = 92.22m \leq R_2 < \frac{127}{80} * 130 - 14.4 = 191.98m \rightarrow R_2 = 180m$$

$$\frac{50}{77} * R_2 + 7.8 \leq R_1 < \frac{127}{80} * R_2 - 14.4$$

$$\frac{50}{77} * 180 + 7.8 = 124.68m \leq R_1 < \frac{127}{80} * 180 - 14.4 = 271.35m \rightarrow R_1 = 130m$$

Una vez presentados los condicionantes tomados en consideración para el diseño, se mostrarán en la siguiente tabla las curvas proyectadas, habiendo verificado ya su validez:

ALINEACIÓN 1			
Curva	P.K. Inicial	P.K. Final	Radio (m)
1	0+144.83	0+174.13	130.00
2	0+274.13	0+276.69	180.00
3	0+557.56	0+631.95	130.00
4	0+913.08	0+928.61	130.00

Tabla 3.2.6. Curvas alineación 1.

#### 2.1.4. Curvas de acuerdo: clotoides

Las curvas de acuerdo (o curvas de transición) tienen por objeto evitar discontinuidades en la curvatura del trazado, por lo que, en su diseño deberán proporcionar las mismas condiciones de comodidad y seguridad que el resto de los elementos del trazado.

Las curvas de acuerdo (clotoides), contiguas a una curva circular, deberán ser simétricas, salvo justificación técnica en contrario.

Se adoptará en todos los casos como forma de la curva de acuerdo una clotoide, cuya ecuación intrínseca es:

$$R = L * A^2$$

Siendo:

R = Radio de curvatura en un punto cualquiera.

L = Longitud de la curva entre su punto de inflexión (R = ∞) y el punto de radio R.

A = Parámetro de la clotoide, característico de la misma.

La longitud mínima de una curva de acuerdo y consecuentemente el parámetro correspondiente serán los mayores que cumplan las limitaciones que estipula la norma:

### 1) Limitación de la variación de la aceleración centrífuga en el plano horizontal

La variación de la aceleración centrífuga no compensada por el peralte deberá limitarse a un valor  $J$  aceptable desde el punto de vista de la comodidad. Se calculará mediante la siguiente formulación:

$$L_{mín} = \frac{v_e}{46.656 * J} * \left[ \frac{v_e^2}{R_o} - 1.27 * P_o \right]$$

Donde:

$V_e$  = Velocidad específica de la curva circular asociada de radio menor (km/h).

$J$  = Variación de la aceleración centrífuga (m/s<sup>3</sup>).

$R_o$  = Radio de la curva circular asociada de radio menor (m).

$P_o$  = Peralte, con su signo, de la curva circular asociada de radio menor (%).

Se dispondrá un peralte del 7% en cada una de las curvas circulares.

Obtenemos el valor de  $J$  de la siguiente tabla:

$V_e$ (km/h)	$V_e < 80$	$80 \leq V_e < 100$	$100 \leq V_e < 120$	$V_e \geq 120$
( $J$ ) (m/s <sup>3</sup> )	0,5	0,4	0,4	0,4
( $J_{máx}$ ) (m/s <sup>3</sup> )	0,7	0,6	0,5	0,4

Tabla 3.2.7. Valores de la variación de la aceleración centrífuga.

Para una velocidad específica menor de 80 km/h,  $J$  será igual a 0.5 m/s<sup>2</sup>.

Por tanto,

$$Para R = 130 m \rightarrow L_{mín} = \frac{60}{46.656 * 0.5} * \left[ \frac{60^2}{130} - 1.27 * 7 \right] = 48.36 m$$

$$Para R = 180 m \rightarrow L_{mín} = \frac{60}{46.656 * 0.5} * \left[ \frac{60^2}{180} - 1.27 * 7 \right] = 28.58 m$$

## 2) Limitación por transición del peralte

La variación longitudinal de la pendiente transversal  $\nabla_{ip}$  (gradiente de la pendiente transversal) en la transición del peralte deberá limitarse por razones de comodidad en la conducción.

La longitud mínima en la que se deberá efectuar la transición del peralte para no superar un determinado valor de gradiente transversal y por tanto, la  $L_{min}$  de la clotoide, vendrá dada por la siguiente expresión:

$$L_{min} = \frac{|p_f - p_i|}{\nabla_{ip}} * B * k$$

Donde:

$L_{min}$  = Longitud mínima de transición del peralte (m).

$p_f$  = Peralte final con su signo (%).

$p_i$  = Peralte inicial con su signo al inicio de la clotoide (%).  $B$  = Distancia del borde de la calzada al eje de giro del peralte (m).

$\nabla_{ip}$  = Gradiente de la pendiente transversal del borde que experimenta la mayor variación longitudinal de la calzada respecto al eje de la misma (%).

$$\nabla_{ip} = 0.86 - 0.004 * v_p$$

$k$  = Factor de ajuste, función del número de carriles que giran; se considerarán los siguientes valores:

$k = 1,00$  si gira un carril

$k = 0,75$  si giran dos carriles

$k = 0,67$  si giran tres o más carriles

La transición del peralte se calculará en su punto más desfavorable, este será el punto de bombeo desvanecido, en el cual el carril interior tiene un peralte de -2% (bombeo normal) y el carril exterior, objeto de estudio, tiene un peralte nulo, 0% ( $p_i = 0$ ).

Se obtiene primero el valor del gradiente de pendiente transversal (igual a lo largo de toda la alineación):

$$\nabla_{ip} = 0.86 - 0.004 * 60 = 0.62$$

A continuación se calcula longitud mínima en función de la transición del peralte (igual a lo largo de toda la alineación):

$$L_{min} = \frac{|7 - 0|}{0.62} * 3.5 * 1 = 39.52 \text{ m}$$

### 3) Limitaciones por condiciones de percepción visual

Para que la presencia de una curva de acuerdo resulte fácilmente perceptible por el conductor, se deberá cumplir simultáneamente que:

- La variación de acimut entre los extremos de la clotoide sea mayor o igual que un dieciochoavo de radián ( $\leq 1/18$  radianes).
- El retranqueo de la curva circular sea mayor o igual que cincuenta centímetros ( $\geq 50$  cm).

Es decir,

$$L_{min} = \frac{R_o}{9}$$

$$L_{min} = 2 * \sqrt{3 * R_o}$$

Siendo:

$L_{min}$  = Longitud (m).

$R_o$  = Radio de la curva circular (m).

$$\text{Para } R = 130 \text{ m} \rightarrow L_{min} = \frac{130}{9} = 14.44 \text{ m}$$

$$L_{min} = 2 * \sqrt{3 * 130} = 39.5 \text{ m}$$

$$\text{Para } R = 180 \text{ m} \rightarrow L_{min} = \frac{180}{9} = 20 \text{ m}$$

$$L_{min} = 2 * \sqrt{3 * 180} = 46.48 \text{ m}$$

Por tanto, como resumen, las longitudes mínimas a disponer para las clotoides serán:

$$R = 130 \text{ m} \rightarrow L_{min} = 48.36 \text{ m}$$

$$R = 180 \text{ m} \rightarrow L_{min} = 46.48 \text{ m}$$

En cuanto a las longitudes máximas, se procurará no aumentar las longitudes mínimas obtenidas para las curvas de acuerdo. De todas formas se establecen unas limitaciones para las longitudes máximas de dichas curvas, definiendo el mayor menor de los resultados como longitud limitante:

## 1) La longitud máxima no excederá en más de vez y media a la $L_{\min}$

$$L_{m\acute{a}x} = 1.5 * L_{m\acute{i}n}$$

$$\text{Para } R = 130 \text{ m} \rightarrow L_{m\acute{a}x} = 1.5 * 48.36 = 72.54 \text{ m}$$

$$\text{Para } R = 180 \text{ m} \rightarrow L_{m\acute{a}x} = 1.5 * 46.48 = 69.72 \text{ m}$$

## 2) Limitación geométrica

La suma de los desarrollos angulares de las dos curvas de transición asociadas a una misma curva circular, no puede ser superior al ángulo total de giro entre las alineaciones rectas ( $\Omega$ ):

$$L_{m\acute{a}x} = \frac{R * \Omega * \pi}{200}$$

La longitud máxima definida por la fórmula expuesta, depende del ángulo de giro entre las alineaciones rectas, por lo que variará para cada curva de la alineación:

$$\text{Clotoides Curva 1} \rightarrow L_{m\acute{a}x} = \frac{130 * 38.83 * \pi}{200} = 79.29 \text{ m}$$

$$\text{Clotoides Curva 2} \rightarrow L_{m\acute{a}x} = \frac{180 * 18.59 * \pi}{200} = 52.56 \text{ m}$$

$$\text{Clotoides Curva 3} \rightarrow L_{m\acute{a}x} = \frac{130 * 69.74 * \pi}{200} = 142.41 \text{ m}$$

$$\text{Clotoides Curva 4} \rightarrow L_{m\acute{a}x} = \frac{130 * 26.6 * \pi}{200} = 54.32 \text{ m}$$

Por tanto, como resumen, las longitudes máximas a disponer para las clotoides serán:

$$\text{Clotoides curva 1} \rightarrow L_{m\acute{a}x} = 72.54 \text{ m}$$

$$\text{Clotoides curva 2} \rightarrow L_{m\acute{a}x} = 52.56 \text{ m}$$

$$\text{Clotoides curva 3} \rightarrow L_{m\acute{a}x} = 72.54 \text{ m}$$

$$\text{Clotoides curva 4} \rightarrow L_{m\acute{a}x} = 54.72 \text{ m}$$

Una vez presentados los condicionantes tomados en consideración para el diseño, se mostrarán en la siguiente tabla las curvas de acuerdo proyectadas, habiendo verificando ya su validez:

ALINEACIÓN 1				
Curvas de acuerdo	P.K. Inicial	P.K. Final	L (m)	A (m)
1	0+094.83	0+144.83	50.00	80.62
	0+174.13	0+224.13		
2	0+224.13	0+274.13	50.00	94.87
	0+276.69	0+326.69		
3	0+497.56	0+557.56	60.00	88.32
	0+631.95	0+691.95		
4	0+863.08	0+913.08	50.00	80.62
	0+928.61	0+978.61		

Tabla 3.2.8. Clotoides alineación 1.

## 2.2. Alineación 2

### 2.2.1. Datos básicos

La alineación 2 se refiere al tramo de vía va desde la glorieta 2 hasta el fin de la actuación prevista. Su longitud, desde el eje de la glorieta 2 hasta el final del tramo, es de 265.58 metros, y la velocidad de proyecto de la vía es de 40 km/h. De aquí en adelante se numerarán los elementos de la vía en orden de aparición al recorrer la carretera desde la glorieta 2 hasta su unión con la vía existente.

### 2.2.2. Rectas

En nuestro caso, de acuerdo con la tabla “2.1. Longitudes máximas y mínimas en alineaciones rectas”, con una velocidad proyecto definida de 40 km/h, las longitudes mínimas serán de 56m entre dos curvas de sentido contrario y 111m entre dos curvas del mismo sentido. Además, aunque la longitud máxima no resulte un condicionante en el presente proyecto, dicha longitud será de 668m.

En caso de no poder disponer la distancia mínima estipulada, en pro de no causar impresiones equivocadas en el conductor, se aconseja la reducción de esa recta intermedia a un único punto ( $L_{\text{recta}} = 0\text{m}$ ), convirtiéndose así en una recta de longitud limitada.

La coordinación entre alineaciones curvas consecutivas, con o sin alineación recta intermedia, será comprobada en el apartado 2.2.3.

Además, se describe como favorable la disposición de una recta de una longitud mayor a 20 m antes de una intersección.

Una vez presentados los condicionantes tomados en consideración para el diseño, se mostrarán en la siguiente tabla las rectas proyectadas, habiendo verificado ya su validez:

ALINEACIÓN 2			
Recta	P.K. Inicial	P.K. Final	Longitud (m)
1	0+000.00	0+022.50	22.50
2	0+126.55	0+126.55	0 (Long. Limitada)
3	0+199.84	0+265.43	65.59

Tabla 3.2.9. Rectas alineación 2.

### 2.2.3. Curvas circulares

Para la alineación 2, con una velocidad de proyecto de 40 km/h, en función de la tabla “2.3. Radios mínimos y peraltes máximos en curvas circulares”, se define el radio mínimo de las curvas circulares a disponer en el tramo.

El radio mínimo a disponer será, por tanto,  $R_{\min} = 50$  m.

Además, al tener una recta de longitud limitada entre las curvas 1 y 2, se debe comprobar la coordinación entre ambos acuerdos circulares.

La curva 1, como referencia para el cálculo, se diseñará con un radio de 65m.

$$\frac{50}{77} * R_1 + 7.8 \leq R_2 < \frac{127}{80} * R_1 - 14.4$$

$$\frac{50}{77} * 65 + 7.8 = 50.01m \leq R_2 < \frac{127}{80} * 65 - 14.4 = 88.79m \rightarrow R_2 = 65m$$

$$\frac{50}{77} * R_2 + 7.8 \leq R_1 < \frac{127}{80} * R_2 - 14.4$$

$$\frac{50}{77} * 65 + 7.8 = 50.01m \leq R_1 < \frac{127}{80} * 65 - 14.4 = 88.79m \rightarrow R_1 = 65m$$

Una vez presentados los condicionantes tomados en consideración para el diseño, se mostrarán en la siguiente tabla las curvas proyectadas, habiendo verificado ya su validez:

ALINEACIÓN 2			
Curva	P.K. Inicial	P.K. Final	Radio (m)
1	0+067.50	0+081.55	65.000
2	0+161.55	0+164.84	65.000

Tabla 3.2.10. Curvas alineación 2.

## 2.2.4. Curvas de acuerdo: clotoides

La longitud mínima de una curva de acuerdo y consecuentemente el parámetro correspondiente serán los mayores que cumplan las limitaciones que estipula la norma:

### 1) Limitación de la variación de la aceleración centrífuga en el plano horizontal

$$L_{\min} = \frac{v_e}{46.656 * J} * \left[ \frac{v_e^2}{R_o} - 1.27 * P_o \right]$$

Se dispondrá un peralte del 7% en cada una de las curvas circulares.

Obtenemos el valor de J de la tabla “2.5. Valores de la variación de la aceleración centrífuga”:

Para una velocidad específica menor de 80 km/h, J será igual a 0.5 m/s<sup>2</sup>.

Por tanto,

$$\text{Para } R = 65m \rightarrow L_{\min} = \frac{40}{46.656 * 0.5} * \left[ \frac{40^2}{65} - 1.27 * 7 \right] = 26.96 m$$

### 2) Limitación por transición del peralte

$$L_{\min} = \frac{|p_f - p_i|}{\nabla_{ip}} * B * k$$

La transición del peralte se calculará en su punto más desfavorable, este será el punto de bombeo desvanecido, en el cual el carril interior tiene un peralte de -2% (bombeo normal) y el carril exterior, objeto de estudio, tiene un peralte nulo, 0% (p<sub>i</sub> = 0).

Se obtiene primero el valor del gradiente de pendiente transversal (igual a lo largo de toda la alineación):

$$\nabla_{ip} = 0.86 - 0.004 * 40 = 0.7$$

A continuación se calcula longitud mínima en función de la transición del peralte (igual a lo largo de toda la alineación):

$$L_{\min} = \frac{|7 - 0|}{0.7} * 3.5 * 1 = 35m$$

### 3) Limitaciones por condiciones de percepción visual

$$L_{min} = \frac{R_o}{9}$$

$$L_{min} = 2 * \sqrt{3 * R_o}$$

$$\text{Para } R = 65 \text{ m} \rightarrow L_{min} = \frac{65}{9} = 7.22 \text{ m}$$

$$L_{min} = 2 * \sqrt{3 * 65} = 27.93 \text{ m}$$

Por tanto, como resumen, la longitud mínima a disponer para las clotoides será:

$$R = 65 \text{ m} \rightarrow L_{min} = 35 \text{ m}$$

En cuanto a las longitudes máximas, se procurará no aumentar las longitudes mínimas obtenidas para las curvas de acuerdo. De todas formas se establecen unas limitaciones para las longitudes máximas de dichas curvas:

#### 1) La longitud máxima no excederá en más de vez y media a la $L_{min}$

$$L_{m\acute{a}x} = 1.5 * L_{m\acute{i}n}$$

$$\text{Para } R = 65 \text{ m} \rightarrow L_{m\acute{a}x} = 1.5 * 35 = 52.5 \text{ m}$$

#### 2) Limitación geométrica

$$L_{m\acute{a}x} = \frac{R * \Omega * \pi}{200}$$

La longitud máxima definida por la fórmula expuesta, depende del ángulo de giro entre las alineaciones rectas, por lo que variará para cada curva de la alineación:

$$\text{Clotoides Curva 1} \rightarrow L_{m\acute{a}x} = \frac{65 * 57.82 * \pi}{200} = 59.04 \text{ m}$$

$$\text{Clotoides Curva 2} \rightarrow L_{m\acute{a}x} = \frac{65 * 37.5 * \pi}{200} = 38.29 \text{ m}$$

Por tanto, como resumen, las longitudes máximas a disponer para las clotoides serán:

$$\text{Clotoides curva 1} \rightarrow L_{m\acute{a}x} = 52.5 \text{ m}$$

$$\text{Clotoides curva 2} \rightarrow L_{m\acute{a}x} = 38.29 \text{ m}$$

Una vez presentados los condicionantes tomados en consideración para el diseño, se mostrarán en la siguiente tabla las curvas de acuerdo proyectadas, habiendo verificando ya su validez:

ALINEACIÓN 2				
Curvas de acuerdo	P.K. Inicial	P.K. Final	L (m)	A (m)
1	0+022.50	0+067.50	45.000	54.083
	0+081.55	0+126.55		
2	0+126.55	0+161.55	35.000	47.697
	0+164.84	0+199.84		

Tabla 3.2.11. Clotoides alineación 2.

## 2.3. Glorieta 1

### 2.3.1. Datos básicos

La glorieta 1 se ubica en el comienzo de la actuación prevista, se proyecta con el fin de resolver la intersección entre la nueva vía proyectada y la existente. Dicha glorieta sustituirá la curva que hay actualmente en ese punto y facilitará el paso del tráfico.

La morfología de las vías existentes se mantendrá prácticamente invariable, ya que actualmente disponen de un arcén muy amplio que se adecuará para realizar los ensanchamientos de la vía a su entrada a la intersección.

La entrada de los ramales a la glorieta se realiza prácticamente perpendicular, cumpliendo así con la especificación de la norma para el ángulo mínimo de entrada a una glorieta.

### 2.3.2. Trayectorias

En la mayoría de los elementos de las intersecciones y enlaces (vías de giro o ramales) y en las glorietas, las alineaciones del trazado en planta se refieren a la trayectoria del centro del eje director del vehículo patrón elegido.

A partir de las alineaciones definidas para cada trayectoria se pueden obtener los bordes de la calzada aplicando un programa informático adecuado:

- Definiendo el espacio barrido por el vehículo.

- Estableciendo un resguardo suficiente: se recomienda que tanto su esquina delantera exterior como su rueda o su esquina trasera interior no pasen a menos de 50 cm de dichos bordes.

En las glorietas, para el carril más desfavorable de cada entrada se determinarán las tres trayectorias del vehículo patrón que correspondan a la figura 2.1:

- El giro a la derecha para tomar la primera salida.
- El movimiento aproximadamente recto que corresponde, en su caso, a tomar la salida que prolonga la pata de entrada.
- El giro a la izquierda para tomar la última salida antes de la entrada en cuestión.

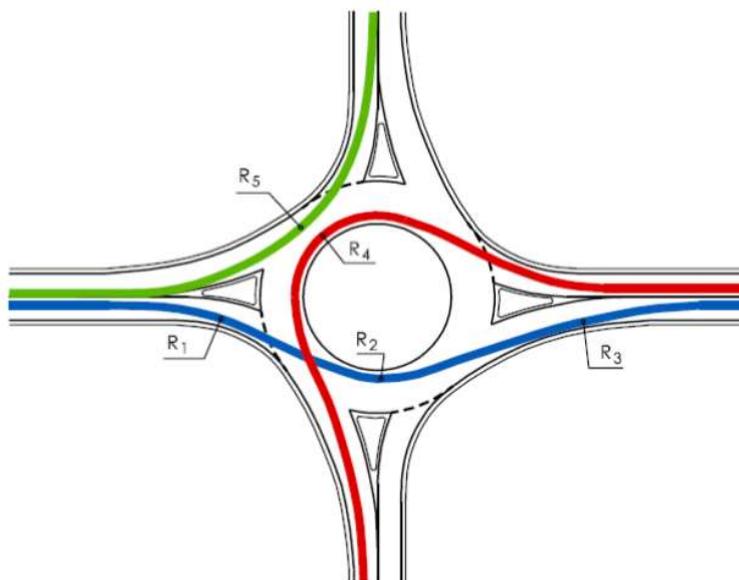


Figura 3.2.1. Trayectorias glorietas

Dichas trayectorias se determinarán de manera que su tiempo de recorrido sea el menor posible, ateniéndose a los condicionantes siguientes:

- Donde haya arcenes (o gorjales) de más de 0,5 m de anchura, la trayectoria se podrá aproximar hasta a 1,0 m del borde de la calzada.
- Donde haya aceras, o arcenes o gorjales de anchura no superior a 0,5 m, la trayectoria se podrá aproximar hasta a 1,5 m de la acera, o del borde del arcén o gorjal.
- En patas de calzada única con doble sentido de circulación, la trayectoria se podrá aproximar hasta a 1,0 m de la marca vial de separación de sentidos.
- En patas con más de un carril para el sentido de circulación considerado, la trayectoria se podrá aproximar hasta a 1,0 m del borde del carril que convenga.

- En las calzadas anulares de dos carriles, las trayectorias correspondientes al carril exterior se podrán acercar hasta a 0,5 m del borde izquierdo de éste.

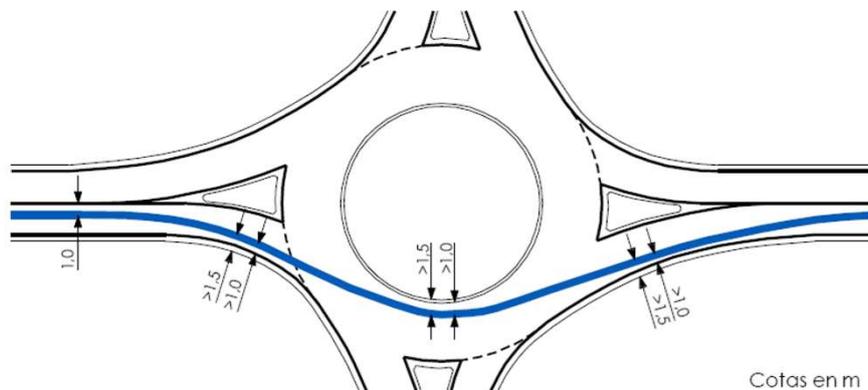


Figura 3.2.2. Distancias mínimas en trayectorias.

El vehículo patrón elegido para el diseño de la intersección es un vehículo articulado debido a la existencia de un núcleo de fábricas y almacenes metros más delante de la actuación definida en el presente proyecto.

Bajo las especificaciones marcadas por la norma y elaboradas con el programa informático pertinente, se muestran a continuación los datos pedidos para cada uno de los ramales de la vía diseñados en función del vehículo definido:

RAMAL A	
R1 / V1	111.05 m / 47.11 km/h
R2 / V2	26.97 m / 27.83 km/h
R3 / V3	128.99 m / 49.93 km/h
R4 / V4	N/A
R5 / V5	21.45 m / 25.64 km/h

Tabla 3.2.12. Trayectorias glorieta 1.

RAMAL B	
R1 / V1	N/A
R2 / V2	N/A
R3 / V3	N/A
R4 / V4	10.15 m / 19.65 km/h
R5 / V5	30.57 m / 29.12 km/h

Tabla 3.2.13. Trayectorias glorieta 1.

RAMAL C	
R1 / V1	102.69 m / 45.71 km/h
R2 / V2	50.87 m / 35.08 km/h
R3 / V3	105.35 m / 46.16 km/h
R4 / V4	10.93 m / 20.17 km/h
R5 / V5	N/A

Tabla 3.2.14. Trayectorias glorieta 1.

### 2.3.3. Elementos y sus dimensiones

#### **Circunferencia inscrita**

El diámetro exterior de una glorieta con calzada única de un solo carril no regulada por semáforos:

- No será inferior a 28m, excepto donde se justifique que de lo contrario, los costes resulten desproporcionados. Este límite se podrá rebajar a 26m comprobando las posibilidades de paso del vehículo patrón por su trayectoria.
- Se recomienda que esté comprendido:
  - En glorietas urbanas, entre 30 y 40 m
  - En glorietas periurbanas o interurbanas, entre 35 y 45 m. Diámetros mayores deberán de ser justificados.

La glorieta en cuestión es diseñada con un diámetro exterior de 35 m.

#### **Calzada anular**

La calzada anular deberá de ser superior a los 6.7m que estipula la norma. El ancho de diseño será de 9 m.

#### **Isleta central**

El diámetro de la isleta centra será de 15 m.

#### **Plataforma**

La anchura de la plataforma que circunvala la isleta central será de 1 m y podrá ser pisada en maniobras especiales de vehículos de gran tamaño.

## Salida

Los carriles de salida en una intersección tipo glorieta deberán garantizar la seguridad de los usuarios, es por eso que la anchura del carril de salida en una glorieta debe de ser de un mínimo de 6 m, longitud de diseño de la glorieta 1.

## Isletas divisorias

Atendiendo a la longitud mínima de 20 metros definida en la norma, todas las isletas divisorias se diseñan con una longitud mayor de 20 m.

## 2.4. Glorieta 2

### 2.4.1. Datos básicos

La glorieta 2 es el punto de unión entre la alineación 1 y la alineación 2. Su ubicación se verá condicionada por la necesidad de mejorar la visibilidad de los usuarios que accedan a ella desde Umbe, por considerarse el ramal más desfavorable.

La morfología de las vías existentes se mantendrá prácticamente invariable, a expensas de construir el ensanchamiento necesario para conectar dichas v

La entrada de los ramales a la glorieta se realiza prácticamente perpendicular, cumpliendo así con la especificación de la norma para el ángulo mínimo de entrada a una glorieta.

### 2.4.2. Trayectorias

El vehículo patrón elegido para el diseño de la intersección es un vehículo articulado debido a la existencia de un núcleo de fábricas y almacenes metros más delante de la actuación definida en el presente proyecto.

Bajo las especificaciones marcadas por la norma y elaboradas con el programa informático pertinente, se muestran a continuación los datos pedidos para cada uno de los ramales de la vía diseñados en función del vehículo definido:

Las trayectorias quedan especificadas en la figura "2.1. Trayectorias".

RAMAL A	
R1 / V1	231.37 m / 66.39 km/h
R2 / V2	88.17 m / 43.12 km/h
R3 / V3	95.67 m / 44.49 km/h
R4 / V4	9.34 m / 19,08 km/h
R5 / V5	22.53 m / 26.09 km/h

Tabla 3.2.15. Trayectorias glorieta 2.

RAMAL B	
R1 / V1	182.70 m / 59.00 km/h
R2 / V2	63.08 m / 38.01 km/h
R3 / V3	127.60 m / 49.72 km/h
R4 / V4	9.64 m / 19.29 km/h
R5 / V5	20.99 m / 25.44 km/h

Tabla 3.2.16. Trayectorias glorieta 2.

RAMAL C	
R1 / V1	123.88 m / 49.15 km/h
R2 / V2	54.02 m / 35.87 km/h
R3 / V3	95.71 m / 44.50 km/h
R4 / V4	9.13 m / 18.92 km/h
R5 / V5	26.92 m / 27.82 km/h

Tabla 3.2.17. Trayectorias glorieta 2.

RAMAL D	
R1 / V1	126.71 m / 49.58 km/h
R2 / V2	57.66 m / 37.75 km/h
R3 / V3	93.58 m / 44.11 km/h
R4 / V4	10.22 m / 19.70 km/h
R5 / V5	21.44 m / 25.53 km/h

Tabla 3.2.18. Trayectorias glorieta 2.

### 2.4.3. Elementos y sus dimensiones

#### **Circunferencia inscrita**

La glorieta en cuestión, al diseñarse para vías de menor importancia que la glorieta 1, y construirse en una zona más comprometida, es diseñada con un diámetro exterior de 30 m.

#### **Calzada anular**

El ancho de la calzada anular debe permitir el paso del vehículo tipo y se ve condicionada en cierto modo por la reducción de la circunferencia inscrita, se compensará dicha reducción con un ancho de 10 m.

#### **Isleta central**

El diámetro de la isleta centra será de 12 m.

#### **Plataforma**

La anchura de la plataforma que circunvala la isleta central será de 1 m y podrá ser pisada en maniobras especiales de vehículos de gran tamaño.

#### **Salida**

Los carriles de salida en una intersección tipo glorieta deberán garantizar la seguridad de los usuarios, es por eso que la anchura del carril de salida en una glorieta debe de ser de un mínimo de 6 m, longitud de diseño de la glorieta 1.

#### **Isletas divisorias**

Atendiendo a la longitud mínima de 20 metros definida en la norma, todas las isletas divisorias se diseñan con una longitud mayor de 20 m.

## 2.5. Intersección en T

### 2.5.1. Datos básicos

La intersección en T proyectada casi al final de la alineación dos es de planteamiento y ejecución sencillas, ya que consiste en la adecuación de la intersección en Y existente, para transformarla en una intersección en T, dando prioridad así al tráfico que se desplace hacia la localidad de Urduliz. Esta medida se realiza porque el tráfico proveniente de Sopela será significativamente inferior al tráfico conducido por la vía de nueva construcción.

### 2.5.2. Carrera secundaria

El recorrido del pequeño tramo de actuación se realizará a velocidad de maniobra, por lo que lo único a tomar en cuenta es que el radio de giro sea suficientemente amplio para permitir el giro de los vehículos que en él confluyan.

El radio de la curva será de 20 m y con el fin de facilitar y agilizar las maniobras de giro de los vehículos se dispondrán curvas de acuerdo de 10 m de longitud.

El radio de unión entre la vía principal y la secundaria es de 8 m, suficiente para realizar una maniobra de giro a la derecha desde la vía principal en un tiempo reducido, y adecuado para facilitar la salida de los vehículos desde la carretera secundaria.

## 3. Definición en alzado

---

### 3.1. Alineación 1

#### 3.1.1. Inclinación de las rasantes

Los valores máximos de inclinación de la rasante en rampas y pendientes de las carreteras, función de la velocidad de proyecto ( $V_p$ ), serán los siguientes:

Para carreteras convencionales y vía multicarril:

VELOCIDAD DE PROYECTO ( $v_p$ ) (km/h)	INCLINACIÓN MÁXIMA (%)	INCLINACIÓN EXCEPCIONAL (%)
100	4	5
90 y 80	5	7
70 y 60	6	8
50 y 40	7	10

Tabla 3.3.1. Inclinaciones máximas de la rasante

Es decir, para la alineación 1, con una velocidad de proyecto de 60 km/h, la máxima inclinación a disponer será de un 6%, pudiendo llegar a inclinaciones del 8% en condiciones excepcionales.

Una vez presentados los condicionantes tomados en consideración para el diseño, se mostrarán en la siguiente tabla la inclinación de las rasantes proyectadas, habiendo verificando ya su validez:

Alineación 1	
Rasante	Inclinación
1	2.50%
2	-2.50%
3	5.00%
4	1.00%

Tabla 3.3.2. Inclinación rasantes alineación 1.

### 3.1.2. Acuerdos verticales

Cabe destacar, que el cálculo de los acuerdos verticales se ha de realizar en el sentido más desfavorable, en este caso el sentido más desfavorable es el sentido inverso a la numeración de los P.K.s, ya que es en este sentido en el que existen mayores pendientes descendentes.

Se adoptará en todos los casos como forma de la curva de acuerdo una parábola simétrica de eje vertical de ecuación:

$$y = \frac{x^2}{2 * K_v}$$

Siendo  $K_v$  el radio de la circunferencia oscilatriz en el vértice de dicha parábola, denominado comúnmente "parámetro de acuerdo".

Definiendo  $\theta = |i_2 - i_1|$  como el valor absoluto de la diferencia algebraica de las inclinaciones en los extremos del acuerdo en tanto por uno, se cumple que:

$$K_v = \frac{L}{\theta}$$

Siendo  $L$  la longitud de la curva de acuerdo.

Para evitar que el trazado en alzado del tronco de una carretera, al ser recorrido por un vehículo, provoque a su conductor la sensación de circular por un tobogán no se proyectarán trazados con acuerdos verticales consecutivos de parámetros ( $K_v$ ) reducidos.

La longitud de una curva de acuerdo y consecuentemente el parámetro ( $K_v$ ) correspondiente serán los mayores que cumplan las limitaciones definidas a continuación:

### 1) Consideraciones de visibilidad

En la Tabla 2.7 se recogen, para diferentes velocidades de proyecto de la carretera y una altura del obstáculo de cincuenta centímetros ( $h_2 = 0,50$  m), los valores del parámetro con los que se dispone de visibilidad de parada, sin consideraciones de coordinación planta - alzado, en cualquier clase de carretera, y de visibilidad de adelantamiento en carreteras convencionales.

Por consideraciones de coordinación planta - alzado podrán reducirse los valores indicados en la Tabla 3.3.3 cuando se disponga de la visibilidad de parada exigible.

GRUPO	VELOCIDAD DE PROYECTO ( $V_p$ ) (km/h)	ACUERDOS CONVEXOS		ACUERDOS CÓNCAVOS	
		$K_v$ (m) Parada	$K_v$ (m) Adelantamiento	$K_v$ (m) Parada	$K_v$ (m) Adelantamiento
1	140	22 000	--	10 300	--
	130	16 000	--	8 600	--
2	120	11 000	--	7 100	--
	110	7 600	--	5 900	--
	100	5 200	7 100	4 800	7 800
	90	3 500	4 800	3 800	6 500
	80	2 300	3 100	3 000	5 400
3	90	3 500	4 800	3 800	6 500
	80	2 300	3 100	3 000	5 400
	70	1 400	2 000	2 300	4 400
	60	800	1 200	1 650	3 600
	50	450	650	1 160	3 000
	40	250	300	760	2 400

**Nota 1:** Los valores de  $K_v$  de esta Tabla se han obtenido para una altura del obstáculo  $h_2 = 0,50$  m. Para alturas inferiores, deberán calcularse los correspondientes valores mínimos de  $K_v$ .

**Nota 2:** Los valores de  $K_v$  en acuerdos cóncavos se han obtenido para condiciones nocturnas y alcance ilimitado de los faros del vehículo, por lo que dado el limitado alcance real de los mismos, la adopción de dichos valores de  $K_v$  no garantizará la visibilidad en horas nocturnas.

Tabla 3.3.3. Parámetros mínimos en los acuerdos verticales para disponer de visibilidad de parada y adelantamiento en cualquier tipo de carretera.

En el tramo de carretera de estudio, para una velocidad de proyecto de 60 km/h, los parámetros mínimos a disponer serán de 800 m en caso de acuerdos convexos y de 1650 m para acuerdo cóncavos.

## 2) Consideraciones de percepción visual

La longitud de la curva de acuerdo vertical cumplirá la condición:

$$L \geq V_p$$

Siendo:

L = Longitud de la curva de acuerdo (m).

V<sub>p</sub> = Velocidad de proyecto (km/h).

Si la longitud de la curva de acuerdo vertical  $L = K_v \cdot \theta$  obtenida para el valor del parámetro tomado de la Tabla 3.3.3, es inferior a V<sub>p</sub>, se determinará el valor de K<sub>v</sub> por la condición:

$$K_v \geq \frac{V_p}{\theta}$$

Siendo:

V<sub>p</sub> = Velocidad de proyecto (km/h).

$\theta = |i_2 - i_1|$  = Valor absoluto de la diferencia algebraica de las inclinaciones de las rasantes en tanto por uno.

Por tanto,

$$\text{Acuerdo 1 (Convexo)} \rightarrow L \geq V_p = 60 \rightarrow K_v = \frac{60}{|(0.025) - (-0.025)|} = 1200 \text{ m}$$

$$\text{Acuerdo 2 (Cóncavo)} \rightarrow L \geq V_p = 60 \rightarrow K_v = \frac{60}{|(0.025) - (-0.05)|} = 800 \text{ m}$$

$$\text{Acuerdo 1 (Convexo)} \rightarrow L \geq V_p = 60 \rightarrow K_v = \frac{60}{|(-0.01) - (-0.05)|} = 1500 \text{ m}$$

Por tanto, como resumen, los parámetros mínimos a disponer en los acuerdos verticales serán:

Acuerdo 1  $\rightarrow K_v = 1200 \text{ m}$

Acuerdo 2  $\rightarrow K_v = 1650 \text{ m}$

Acuerdo 3  $\rightarrow K_v = 1500 \text{ m}$

Una vez presentados los condicionantes tomados en consideración para el diseño, se mostrarán en la siguiente tabla los acuerdos verticales dispuestos, habiendo verificando ya su validez:

Alineación 1			
Curva de acuerdo	P.K. Central	$K_v$ (m)	L (m)
1 (Convexo)	0+256.66	1200.00	60.00
2 (Cóncavo)	0+615.58	1733.40	130.00
3 (Convexo)	0+923.71	1500.00	60.00

Tabla 3.3.4. Acuerdos verticales alineación 1.

## 3.2. Alineación 2

### 3.2.1. Inclinación de las rasantes

Los valores máximos de inclinación de la rasante en rampas y pendientes de las carreteras, función de la velocidad de proyecto ( $V_p$ ) vienen dados por la tabla 2.6:

Es decir, para la alineación 2, con una velocidad de proyecto de 40 km/h, la máxima inclinación a disponer será de un 7%, pudiendo llegar a inclinaciones del 10% en condiciones excepcionales.

Una vez presentados los condicionantes tomados en consideración para el diseño, se mostrarán en la siguiente tabla la inclinación de las rasantes proyectadas, habiendo verificando ya su validez:

Alineación 1	
Rasante	Inclinación
1	2.50%
2	-0.75%

Tabla 3.3.5. Inclinación rasantes alineación 2.

### 3.2.2. Acuerdos verticales

Cabe destacar, que el cálculo de los acuerdos verticales se ha de realizar en el sentido más desfavorable, en este caso el sentido más desfavorable es el sentido descrito por la numeración de los P.K.s, ya que es en este sentido en el que existen mayores pendientes descendentes.

La longitud de una curva de acuerdo y consecuentemente el parámetro ( $K_v$ ) correspondiente serán los mayores que cumplan las limitaciones definidas a continuación:

#### 1) Consideraciones de visibilidad

En la Tabla 3.3.3 se recogen, para diferentes velocidades de proyecto de la carretera y una altura del obstáculo de cincuenta centímetros ( $h_2 = 0,50$  m), los valores del parámetro con los que se dispone de visibilidad de parada, sin consideraciones de coordinación planta - alzado, en cualquier clase de carretera, y de visibilidad de adelantamiento en carreteras convencionales.

Por consideraciones de coordinación planta - alzado podrán reducirse los valores indicados en la Tabla 3.3.3 cuando se disponga de la visibilidad de parada exigible.

En el tramo de carretera de estudio, para una velocidad de proyecto de 40 km/h, los parámetros mínimos a disponer serán de 250 m en caso de acuerdos convexos y de 750 m para acuerdo cóncavos.

#### 2) Consideraciones de percepción visual

La longitud de la curva de acuerdo vertical cumplirá la condición:

$$L \geq V_p$$

Si la longitud de la curva de acuerdo vertical  $L = K_v \cdot \theta$  obtenida para el valor del parámetro tomado de la Tabla 2.7, es inferior a  $V_p$ , se determinará el valor de  $K_v$  por la condición:

$$K_v \geq \frac{V_p}{\theta}$$

Por tanto,

$$\text{Acuerdo 1 (Convexo)} \rightarrow L \geq V_p = 40 \rightarrow K_v = \frac{40}{|(-0.0075) - (-0.025)|} = 2285.7m$$

Por tanto, como resumen, el parámetro mínimo a disponer en el acuerdo vertical será:

$$\text{Acuerdo 1} \rightarrow K_v = 2285.7 m$$

Una vez presentados los condicionantes tomados en consideración para el diseño, se mostrarán en la siguiente tabla el acuerdo vertical dispuesto, habiendo verificando ya su validez:

Alineación 1			
Curva de acuerdo	P.K. Central	K <sub>v</sub> (m)	L (m)
1 (Cóncavo)	0+200.19m	2296.00	40,00

Tabla 3.3.6. Acuerdos verticales alineación 2.

### 3.3. Glorieta 1

#### 3.3.1. Inclinaciones de ramales

Por norma general, salvo justificación expresa, la entrada de una vía a una intersección no deberá realizarse con una pendiente superior al 3%. Esto se hace a fin de evitar dificultades en el frenado anterior a la entrada al nudo viario.

Los ramales correspondientes a la vía ya existente se mantendrán con su inclinación longitudinal cercana al 0.5%.

La vía de nueva construcción se proyecta, debido a la morfología del terreno, con una pendiente del 2,5%. Una inclinación menor supondría un aumento significativo del desmonte a realizar en los primeros metro de la alineación 1, por lo que se prefiere la disposición de una inclinación mayor en pro de tener que realizar una obra significativamente mayor.

#### 3.3.2. Acuerdos verticales

Como solución general a los pequeños cambios de rasante que pueden producirse en la glorieta y sabiendo que el paso por la misma se realizará a velocidad de maniobra, se dispondrán acuerdos verticales cercanos a los 10 m de longitud en los ejes principales, que se podrán llegar a reducir a 6 m en caso de tratarse de ejes auxiliares.

## 3.4. Glorieta 2

### 3.4.1. Inclinaciones de ramales

Por norma general, salvo justificación expresa, la entrada de una vía a una intersección no deberá realizarse con una pendiente superior al 3.00%. Esto se hace a fin de evitar dificultades en el frenado anterior a la entrada al nudo viario.

La carretera BI-3124 a su paso por la glorieta proyectada tendrá una inclinación longitudinal de 0.66%. Esto significa que, al no realizar modificaciones importantes en dicha carretera, la inclinación de los ramales correspondientes a dicha vía será igualmente de 0.66%

El acceso de la alineación 1 a la glorieta, con una morfología del terreno favorable como la que se tiene, podrá acceder a la glorieta con una inclinación del 1.00%.

Por otra parte, la alineación 2 en su conexión con la intersección, tendrá una inclinación del 2.50%. Esta inclinación se justifica por la necesidad de reducir la diferencia de cotas entre el terreno natural y la vía, que de lo contrario supondría la necesidad de crear un terraplén excesivamente grande o un muro de sostenimiento.

### 3.4.2. Acuerdos verticales

Como solución general a los pequeños cambios de rasante que pueden producirse en la glorieta y sabiendo que el paso por la misma se realizará a velocidad de maniobra, se dispondrán acuerdos verticales cercanos a los 10 m de longitud en los ejes principales, que se podrán llegar a reducir a 6 m en caso de tratarse de ejes auxiliares.

## 3.5. Intersección en T

### 3.5.1. Inclinaciones de ramales

La carretera secundaria se proyecta con una inclinación ligeramente superior a la existente, para poder realizar la conexión con la vía general con total seguridad.

La inclinación de esta carretera secundaria será de 1.50%, mientras que la inclinación de la alineación 2 en el punto de la intersección será de 0.75%.

### 3.5.2. Acuerdos verticales

La llegada de los usuarios a la intersección se efectuara a velocidad de maniobra, esto hace que se puedan justificar acuerdos verticales inferiores a los aparentemente disponibles. Se tendrá que tener en especial consideración la visibilidad de los vehículos que quieran acceder a la vía principal desde la secundaria.

Para la adaptación de la llegada de la vía secundaria a la principal se dispone una curva de acuerdo de parámetro 2296 m.

## 4. Sección transversal

---

### 4.1. Alineación 1

#### 4.1.1. Elementos y sus dimensiones

Entre los elementos que constituyen la sección transversal de una carretera están la plataforma (carriles y arcenes) y las bermas. Sus dimensiones se ajustarán a los valores que se indican en la Tabla 4.1.

El ancho habitual de los carriles será tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m) y se podrá reducir, si fuese necesario y de forma justificada, en tramos periurbanos y urbanos considerándose simultáneamente una reducción de la velocidad.

El ancho de los arcenes podrá reducirse, de forma justificada, en algunas zonas siempre que se garantice la visibilidad de parada.

CLASE DE CARRETERA	VELOCIDAD DE PROYECTO ( $V_p$ ) (km/h)	ANCHO (m)				NIVEL DE SERVICIO MÍNIMO EN LA HORA DE PROYECTO DEL AÑO HORIZONTE
		CARRILES	ARCENES		BERMAS (MÍNIMO)	
			INTERIOR / IZQUIERDO	EXTERIOR / DERECHO		
Autopista y autovía	140, 130 y 120	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	C
	110 y 100	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	D
	90 y 80	3,50	1,00	2,50	1,00	D
Carretera multicarril	100	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	D
	90 y 80	3,50	1,00	2,50	1,00	D
	70 y 60	3,50	0,50 / 1,00	1,50 / 2,50	1,00	E
	50 y 40	3,25 a 3,50	0,50 / 1,00	1,00 / 1,50	0,50	E
Carretera convencional	100	3,50	2,50		1,00	D
	90 y 80	3,50	1,50		1,00	D
	70 y 60	3,50	1,00 / 1,50		0,75	E
	50 y 40	3,00 a 3,50	0,50 / 1,00		0,50	E
Vía colectora - distribuidora y ramal de enlace de sentido único	100	3,50	1,50	2,50	1,00	D
	90 y 80	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	D
	70 y 60	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	E
	50 y 40	3,50	0,50 / 1,00	1,50 / 2,50	1,00	E
Ramal de enlace de doble sentido	100	3,50	2,50		1,00	D
	90 y 80	3,50	2,50		1,00	D
	70 y 60	3,50	2,50		1,00	E
	50 y 40	3,50	1,50 / 2,50		1,00	E
Vía de servicio de sentido único	90 y 80	3,50	1,00	1,50	1,00	D
	70 y 60	3,50	1,00	1,00 / 1,50	0,75	E
	50 y 40	3,00 a 3,50	0,50 / 1,00	1,00	0,50	E
Vía de servicio de doble sentido	90 y 80	3,50	1,50		1,00	D
	70 y 60	3,50	1,00 / 1,50		0,75	E
	50 y 40	3,00 a 3,50	0,50 / 1,00		0,50	E

Si los ramales de enlace, los ramales de transferencia, las vías colectoras - distribuidoras, las vías de servicio y las vías laterales solo tuviesen un carril su ancho será de cuatro metros (4,00 m) y, en curvas, tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m) más el sobrancho correspondiente (epígrafe 7.3.5) con un valor mínimo de cuatro metros ( $\geq 4,00$  m).

Tabla 3.4.1. Dimensiones de la sección transversal

Por tanto, conociendo las dimensiones mínimas de los elementos, se exponen a continuación los elementos y medidas elegidos para el diseño de la vía de nueva construcción (alineación 1), para la que se define una  $v_p = 60$  km/h.

## **Carril**

Se dispondrán carriles de 3.5 m de ancho.

## **Arcén**

Los arcenes de la vía tendrán 1.5 m de ancho.

## **Berma**

La berma se dispondrá sin revestimiento y tendrá una anchura de 0.75 m.

## **Cuneta**

La cuneta se dispone como elemento de drenaje longitudinal, con una capacidad hidráulica suficiente para albergar el caudal de proyecto. Las dimensiones de la misma serán de 1m de ancho y 0.5m de alto.

### 4.1.2. Bombeo en recta

El bombeo de la plataforma en una alineación recta se proyectará de modo que se evacúen con facilidad las aguas superficiales y que su recorrido sobre la calzada sea mínimo.

Para ello se utilizarán los siguientes criterios:

- En carreteras de calzada única:
  - Si son de doble sentido de circulación, la calzada y los arcenes se dispondrán con una misma inclinación transversal mínima del dos por ciento ( $\geq 2\%$ ) hacia cada lado a partir del eje de la calzada.
  - Si son de sentido único de circulación, la calzada y los arcenes se dispondrán con una misma inclinación transversal mínima del dos por ciento ( $\geq 2\%$ ) hacia un solo lado.

Las bermas se dispondrán con una inclinación transversal del cuatro por ciento (4%) hacia el exterior de la plataforma.

Se adoptará como bombeo en recta, por tanto, una inclinación transversal del 2% hacia el exterior de la plataforma (-2%), y como inclinación de la berma un 4% (-4%).

### 4.1.3. Pendientes transversales en curvas

En curvas circulares y en curvas de acuerdo la pendiente transversal de la calzada y de los arcenes coincidirá con el peralte.

Las bermas tendrán una pendiente transversal hacia el exterior de la plataforma no inferior al cuatro por ciento ( $\neq 4\%$ ). Cuando el peralte supere el cuatro por ciento ( $>4\%$ ), la berma en el lado interior de la curva, tendrá una pendiente transversal igual al peralte, manteniéndose el cuatro por ciento ( $4\%$ ) hacia el exterior de la plataforma en el lado exterior de la curva.

El peralte a disponer en las curvas circulares será función de la velocidad y del radio de la curva, y viene definido en la siguiente tabla.

GRUPO	DENOMINACIÓN	RADIO (m)	PERALTE (%)
1	Autopistas y autovías A-140 y A-130	$850 \leq R \leq 1050$	8
		$1050 \leq R \leq 5000$	$8 - 7,96 \cdot (1 - 1050/R)^{1,2}$
		$5000 \leq R < 7500$	2
		$7500 \leq R$	Bombeo
2	Autopistas y autovías A-120, A-110, A-100, A-90 y A-80, carreteras multicarril C-100 y carreteras convencionales C-100	$250 \leq R \leq 700$	8
		$700 \leq R \leq 5000$	$8 - 7,3 \cdot (1 - 700/R)^{1,3}$
		$5000 \leq R < 7500$	2
		$7500 \leq R$	Bombeo
3	Carreteras multicarril C-90, C-80, C-70, C-60, C-50 y C-40 y carreteras convencionales C-90, C-80, C-70, C-60, C-50 y C-40	$50 \leq R \leq 350$	7
		$350 \leq R \leq 2500$	$7 - 6,65 \cdot (1 - 350/R)^{1,9}$
		$2500 \leq R < 3500$	2
		$3500 \leq R$	Bombeo

Tabla 3.4.2. Peraltes

El peralte a disponer en todas las curvas circulares de la alineación 1 es de 7%.

## Transición del peralte

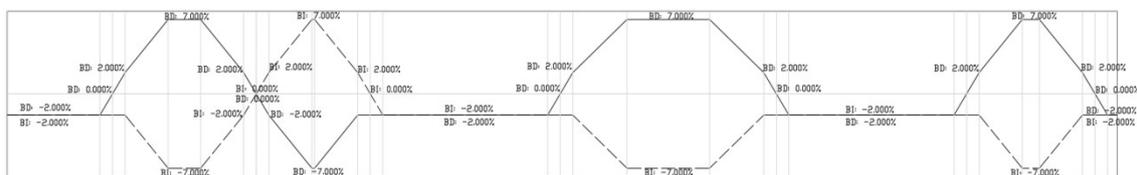
La transición de peralte entre el bombeo normal de la carretera y el peralte final de la curva circular se realizará en 2 fases.

Una de ellas se denominará desvanecimiento del bombeo, consiste en elevar la pendiente transversal del carril exterior del -2% (bombeo normal) al 0% (bombeo desvanecido), y deberá realizarse en una longitud no inferior a la que permita la propia transición del peralte:

$$L_{min} = \frac{|0 - (-2)|}{0.62} * 3.5 * 1 = 11.3 \text{ m}$$

La restante se llevará a cabo a lo largo de la longitud de la clotoide.

## Diagrama de peraltes



### 4.1.4. Sobrecanchos en curvas

El ancho de los carriles en las curvas de carreteras de radio inferior a doscientos cincuenta metros (< 250 m) se estimará mediante la aplicación de procedimientos de simulación, teniendo en cuenta que dicho ancho se deberá incrementar en dichas curvas con una holgura tal que, al recorrer la trayectoria que defina el trazado en planta, tanto la esquina delantera exterior como la esquina trasera interior del vehículo patrón característico no estén a menos de cincuenta centímetros (<math>\nless 50 \text{ cm}</math>) de los bordes de dicho carril.

Para el diseño del sobrecancho se tomará un vehículo articulado tipo.

De forma simplificada y fuera de intersecciones, la transición entre el ancho de los carriles en recta y en curva se podrá realizar linealmente, en una longitud mayor o igual que treinta metros (>math>\geq 30 \text{ m}</math>) desarrollada a lo largo de la clotoide, aumentando progresivamente el ancho de los carriles hasta alcanzar el sobrecancho máximo estimado en el inicio de la curva circular.

En curvas circulares en carreteras de radio inferior a doscientos cincuenta metros (<math>< 250 \text{ m}</math>), el ancho de cada carril (en metros) podrá ser estimado, de forma simplificada, mediante la expresión:

$$S = \frac{l^2}{2 * R}$$

Siendo:

R = Radio de la curva horizontal (m).

l = Longitud del vehículo patrón característico, medida entre su extremo delantero y el eje de las ruedas traseras (m).

Por tanto,

$$\text{Para } R = 130\text{m} \rightarrow S = \frac{13.55^2}{2 * 130} = 0.70 \text{ m}$$

$$\text{Para } R = 180\text{m} \rightarrow S = \frac{13.55^2}{2 * 180} = 0.50 \text{ m}$$

La transición entre el ancho normal y los sobreeanchos calculados para las curvas se realizarán en una longitud de 30 m.

## 4.2. Alineación 2

### 4.2.1. Elementos y sus dimensiones

En función de la tabla 4.1, conociendo las dimensiones mínimas de los elementos, se exponen a continuación los elementos y medidas elegidos para el diseño de la vía de nueva construcción (alineación 1), para la que se define una  $v_p = 40$  km/h.

Cabe destacar que al poder clasificarse como tramo urbano, la no disposición de un berma está justificada

#### **Carril**

Se dispondrán carriles de 3.5 m de ancho.

#### **Arcén**

Los arcenes de la vía tendrán 1.0 m de ancho.

#### **Caz**

El caz se dispone como elemento de drenaje longitudinal, con unas dimensiones de 0.5m de ancho y 0.3m de alto.

#### **Acera**

A fin de mantener la sección transversal de la vía a la que sustituye lo más parecida posible, se diseñará una acera de 2m de ancho.

#### 4.2.2. Bombeo en recta

Se adoptará como bombeo en recta, por tanto, una inclinación transversal del 2% hacia el exterior de la plataforma (-2%), y como inclinación del caz un 4% (-4%).

#### 4.2.3. Pendientes transversales en curvas

Tomando como referencia la tabla 4.2, el peralte a disponer en todas las curvas circulares de la alineación 2 es de 7%.

#### Transición del peralte

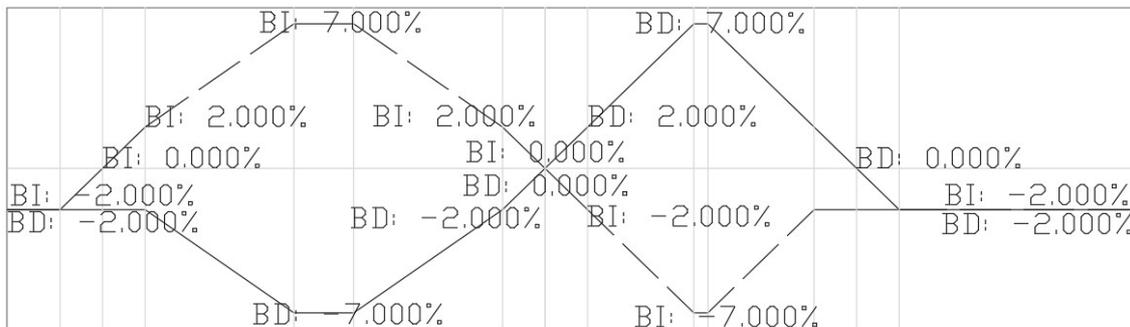
La transición de peralte entre el bombeo normal de la carretera y el peralte final de la curva circular se realizará en 2 fases.

El desvanecimiento del bombeo se realizará en una longitud no inferior a la definida por la limitación por transición del peralte:

$$L_{\min} = \frac{|0 - (-2)|}{0.7} * 3.5 * 1 = 10 \text{ m}$$

La restante se llevará a cabo a lo largo de la longitud de la clotoide.

#### Diagrama de peraltes



#### 4.2.4. Sobrecanchos en curvas

Para el diseño del sobrecancho se tomará un vehículo articulado tipo.

$$S = \frac{l^2}{2 * R}$$

Por tanto,

$$\text{Para } R = 65\text{m} \rightarrow S = \frac{13.55^2}{2 * 130} = 1.40 \text{ m}$$

La transición entre el ancho normal y los sobreeanchos calculados para las curvas se realizarán en una longitud de 30 m.

## 4.3. Glorieta 1

### 4.3.1. Elementos y sus dimensiones

Aunque ya se han definido la mayoría de los elementos que componen esta glorieta, queda por definir, sobre todo, la parte exterior de la misma.

Como ya se ha mencionado en apartados anteriores, el diámetro de la isleta central será de 15 m, el ancho de la plataforma que la rodea será de 1m, y la calzada anular tendrá un ancho de 9 m.

Aparte de estos elementos, en su parte exterior se dispondrá un arcén de 1 m, que sobre todo a las entradas y salidas de la intersección da un margen más amplio para que la circulación en la intersección no se vea interrumpida por un vehículo averiado.

Además, se dispone una cuneta de las dimensiones descritas para la alineación 1: 1 m de ancho y 0.5 m de alto.

### 4.3.2. Inclinaciones transversales

Con objetivo de minimizar el tiempo del agua en la plataforma, la calzada anular se diseñará con una inclinación del 2% hacia el exterior de la glorieta.

## 4.4. Glorieta 2

### 4.3.1. Elementos y sus dimensiones

Aunque ya se han definido la mayoría de los elementos que componen esta glorieta, queda por definir, sobre todo, la parte exterior de la misma.

Como ya se ha mencionado en apartados anteriores, el diámetro de la isleta central será de 10 m, el ancho de la plataforma que la rodea será de 1m, y la calzada anular tendrá un ancho de 10 m.

Aparte de estos elementos, en su parte exterior se dispondrá un arcén de 1 m, que sobre todo a las entradas y salidas de la intersección da un margen más amplio para que la circulación en la intersección no se vea interrumpida por un vehículo averiado.

Además, se dispone una sección de caz de las dimensiones descritas para la alineación 2: 0.5 m de ancho y 0.3 m de alto. Dicho caz estará acompañado de un bordillo en su parte exterior.

#### 4.3.2. Inclinaciones transversales

Con objetivo de minimizar el tiempo del agua en la plataforma, la calzada anular se diseñará con una inclinación del 2% hacia el exterior de la glorieta.

#### 4.5. Vías existentes

Los elementos que componen las secciones transversales de las vías existentes previas al proyecto que se presenta, se mantendrán intactas. Las únicas variaciones que se realizarán en las carreteras existentes serán su adecuación al nudo viario planteado en cada caso, pero en todo momento manteniendo la sección transversal previa a la obra.

# Anejo 4

## Estudio de tráfico

# Índice

---

1. Introducción.....	115
2. Datos de tráfico de la Diputación Foral de Vizcaya.....	115
3. Análisis del tráfico .....	116
3.1. Intensidad Media Diaria .....	116
3.2. Intensidad Media Diaria de vehículos pesados.....	118
3.3. Estudio de los resultados .....	119
4. Categoría de tráfico .....	120
4.1. Norma 6.1-IC Secciones de Firme .....	120
4.2. Norma para el dimensionamiento de firmes de la Red de Carreteras del País Vasco.....	121

## 1. Introducción

---

En vías de nueva construcción, el estudio del tráfico se ha de realizar a partir de los datos obtenidos en otras vías del corredor y de casos similares en el ámbito territorial considerado.

En base a encuestas de origen y destino y apoyándonos en casos similares, se estima que la vía proyectada captará la mitad del tráfico que circula por la carretera BI-634 en el tramo entre Sopela y Urduliz y la mitad del tráfico que circula en la actualidad por la BI-3124.

Se considera que el incremento del tráfico hasta la puesta en servicio será la media de los valores de incremento de las carreteras de las cuales captará tráfico. Con respecto al incremento del tráfico durante la vida útil, se estima un crecimiento del 5 % durante los primeros 5 años, un crecimiento del 2 % durante los siguientes 5 años y de un 1,5 % durante los siguientes 10 años, estableciéndose así un periodo de proyecto de 20 años.

El año de puesta en servicio de la vía proyectada será 2020.

En cuanto al acondicionamiento del trazado de la calle Enrike Urrutikoetxea, se espera que esa nueva vía acondicionada capte el 40% del tráfico que circule por la vía de nueva construcción y el 10 % de los vehículos que circulen por la BI-3124.

Indiferentemente de la existencia de dos intensidades de tráfico distintas en los dos tramos estudiados, debido a la escasa longitud del tramo relativo al acondicionamiento de la calle Enrike Urrutikoetxea y con el fin de mantener una homogeneidad en el diseño de ambos tramos, la sección de firmes de ambas vías será dimensionada en función de la IMD mayor.

## 2. Datos de tráfico de la Diputación Foral de Vizcaya

---

Se presentan datos de las dos carreteras de las cuales captará tráfico la nueva vía: BI-634 en el tramo entre Sopela y Urduliz y BI-3124.

De cada una de las carreteras, Intensidades Medias Diarias aforadas desde el año 2013 hasta el año 2018 y porcentaje de vehículos pesados en cada uno de estos años.

<b>BI-634 entre Sopela y Urduliz</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>
<b>IMD (veh. / día)</b>	7948	7130	7025	6993	7152	7175
<b>% Pes</b>	4.5	5.0	4.8	4.8	4.9	4.7
<b>BI-3124</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>
<b>IMD (veh. / día)</b>	5208	4993	5247	5276	5070	5364
<b>% Pes</b>	4.5	5.0	4.8	4.8	4.9	4.7

Tabla 4.2.1. Datos de aforo de tráfico.

### 3. Análisis del tráfico

Para el estudio del tráfico y su evolución en el futuro, se parte de los datos de Intensidad Media Diaria (I.M.D) extraídos de la Diputación Foral de Vizcaya.

Se llevará a cabo el análisis del tráfico de la vía proyectada en base a las previsiones expuestas en la introducción del presente anejo.

#### 3.1. Intensidad Media Diaria

El valor de la IMD, estimada a partir de los resultados de aforos existentes de las carreteras de las cuales captará tráfico, se debe actualizar al año de puesta en servicio del tramo mediante la siguiente relación:

$$IMD^{APS} = IMD^{AFO} (1 + r)^n$$

Siendo:

- $IMD^{APS}$  IMD de vehículos en el año de puesta en servicio del tramo.
- $IMD^{AFO}$  IMD de vehículos obtenida de estudios específicos o aforos de tráfico.
- $r$  Tasa anual estimada de crecimiento del tráfico entre el año del aforo o estudio específico y el año previsto de puesta en servicio del tramo, en tanto por uno.
- $n$  Periodo comprendido entre el año del aforo o estudio específico y el año previsto de puesta en servicio del tramo, en años.

Para conocer la tasa anual de crecimiento se utilizará también la fórmula expuesta, teniendo como datos las Intensidades Medias Diarias de cada una de las carreteras y los años de aforo.

La tasa de crecimiento del tráfico entre el año último de aforo y el año de puesta en servicio de la vía será la mayor de entre la media de los últimos tres y cinco años aforados.

**-BI-634 ente Sopela y Urduliz:**

$$\text{Últimos tres años: } 7175 = 7025(1 + r)^3 \rightarrow r = \underline{0.707 \%}$$

$$\text{Últimos cinco años: } 7175 = 7948(1 + r)^5 \rightarrow r = -2.03 \%$$

**-BI-3124:**

$$\text{Últimos tres años: } 5364 = 5247(1 + r)^3 \rightarrow r = \underline{0.738 \%}$$

$$\text{Últimos cinco años: } 5364 = 5208(1 + r)^5 \rightarrow r = 0.592 \%$$

La IMD de cada una de estas carreteras en el año de puesta en servicio de la vía de nueva construcción será:

**-BI-634 ente Sopela y Urduliz:**  $IMD^{APS} = 7175(1 + 0.00707)^2 = 7277 \text{ veh./día}$

**-BI-3124:**  $IMD^{APS} = 5364(1 + 0.00738)^2 = 5444 \text{ veh./día}$

Por tanto, sabiendo que la nueva carretera captará el 50% del tráfico de cada una de las carreteras estudiadas:

$$IMD^{APS} = 7277 * 0.5 + 5444 * 0.5 = \mathbf{6361 \text{ veh./día}}$$

Una vez obtenemos la IMD de la vía de nueva construcción procederemos a la estimación de vehículos que circularán diariamente por la calle Enrike Urrutikoetxea:

$$IMD^{APS} = 6361 * 0.4 + 5444 * 0.1 = 3089 \text{ veh./día}$$

Por tanto, tanto la categoría de tráfico como el dimensionamiento de la sección de firmes se realizarán en función de la vía de nueva construcción.

### 3.2. Intensidad Media Diaria de vehículos pesados

Teniendo la IMD y el porcentaje de vehículos pesados de cada año:

<b>BI-634 entre Sopela y Urduliz</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>
<b>IMD (veh. / día)</b>	7948	7130	7025	6993	7152	7175
<b>% Pes</b>	4.5	5.0	4.8	4.8	4.9	4.7
<b>IMD<sub>P</sub> (veh. pes. / día)</b>	358	307	281	273	287	295

Tabla 4.3.1. Datos históricos de tráfico BI-634.

<b>BI-3124</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>
<b>IMD (veh. / día)</b>	5208	4993	5247	5276	5070	5364
<b>% Pes</b>	4.5	5.0	4.8	4.8	4.9	4.7
<b>IMD<sub>P</sub> (veh. pes. / día)</b>	235	250	252	254	249	253

Tabla 4.3.2. Datos históricos de tráfico BI-3124.

Del mismo modo que en el apartado anterior, el valor de la IMD de vehículos pesados, estimada a partir de los resultados de aforos existentes de las carreteras de las cuales captará tráfico, se debe actualizar al año de puesta en servicio del tramo mediante la siguiente relación:

$$IMD_P^{APS} = IMD_P^{AFO}(1 + r)^n$$

Siendo:

$IMD_P^{APS}$  IMD de vehículos pesados en el año de puesta en servicio del tramo.

$IMD_P^{AFO}$  IMD de vehículos pesados obtenida de estudios específicos o aforos de tráfico.

r Tasa anual estimada de crecimiento del tráfico de vehículos pesados entre el año del aforo o estudio específico y el año previsto de puesta en servicio del tramo, en tanto por uno.

n Periodo comprendido entre el año del aforo o estudio específico y el año previsto de puesta en servicio del tramo, en años.

Para conocer la tasa anual de crecimiento de tráfico pesado se utilizará también la fórmula expuesta, teniendo como datos las Intensidades Medias Diarias de vehículos pesados de cada una de las carreteras y los años de aforo.

La tasa de crecimiento del tráfico de vehículos pesados entre el año último de aforo y el año de puesta en servicio de la vía será la mayor de entre la media de los últimos tres y cinco años aforados.

**-BI-634 ente Sopela y Urduliz:**

$$\text{Últimos tres años: } 295 = 281(1 + r)^3 \rightarrow r = \underline{1.634 \%}$$

$$\text{Últimos cinco años: } 295 = 358(1 + r)^5 \rightarrow r = -3.80 \%$$

**-BI-3124:**

$$\text{Últimos tres años: } 253 = 252(1 + r)^3 \rightarrow r = 0.133 \%$$

$$\text{Últimos cinco años: } 253 = 235(1 + r)^5 \rightarrow r = \underline{1.488 \%}$$

La IMD de vehículos pesados de cada una de estas carreteras en el año de puesta en servicio de la vía de nueva construcción será:

**-BI-634 ente Sopela y Urduliz:**

$$IMD_p^{APS} = 295 (1 + 0.01634)^2 = 305 \text{ veh. pes./día}$$

**-BI-3124:**

$$IMD_p^{APS} = 253 (1 + 0.01488)^2 = 261 \text{ veh. pes./día}$$

Por tanto, sabiendo que la nueva carretera captará el 50% del tráfico de cada una de las carreteras estudiadas:

$$IMD_p^{APS} = 305 * 0.5 + 261 * 0.5 = \mathbf{283 \text{ veh. pes./día}}$$

### 3.3. Estudio de los resultados

Siendo la IMD de la vía proyectada en el Año de Puesta en Servicio de **6361<sup>veh.</sup>/día** y la IMD de vehículos pesados en dicho año de **283<sup>veh. pes.</sup>/día**, el tráfico de vehículos pesados en dicha carretera supondrá **4.45%** con respecto al tráfico total.

## 4. Categoría de tráfico

Con el fin de definir la sección de firmes más económica, tanto en este anejo como en el anejo de firmes, se trabajará con las siguientes normas:

- *Norma 6.1-IC Secciones de Firme*
- *Norma para el dimensionamiento de firmes de la Red de Carreteras del País Vasco*

### 4.1. Norma 6.1-IC Secciones de Firme

La sección estructural del firme dependerá en primer lugar de la intensidad media diaria de vehículos pesados que se prevea en el carril de proyecto en el año de puesta en servicio ( $\text{veh.pes./día/carril}$ ). Dicha intensidad se utilizará para establecer la categoría de tráfico pesado.

La norma estipula que, en caso de no poderse disponer de datos concretos sobre asignación por carriles, para la determinación de la categoría de tráfico pesado se admitirá que en calzadas de dos carriles y con doble sentido de circulación, incide sobre cada carril la mitad de los vehículos pesados que circulan por la calzada.

Utilizando el dato de la  $IMD_P$ , obtendremos la  $IMD_P^{APS}$  en el carril de proyecto:

$$IMD_P^{APS} = 283 \text{ veh.pes./día} \rightarrow IMD_P^{APS} = 142 \text{ veh.pes./día/carril}$$

Con este dato, y de acuerdo a las prescripciones que marca la *Norma 6.1-IC Secciones de Firme*, se tendrán las siguientes categorías de tráfico:

TABLA 1.A. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T00 A T2

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T00	T0	T1	T2
IMD <sub>p</sub> (vehículos pesados/día)	≥ 4 000	< 4 000 ≥ 2 000	< 2 000 ≥ 800	< 800 ≥ 200

TABLA 1.B. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T3 Y T4

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T31	T32	T41	T42
IMD <sub>p</sub> (vehículos pesados/día)	< 200 ≥ 100	< 100 ≥ 50	< 50 ≥ 25	< 25

Tabla 4.4.1. Categoría de tráfico pesado.

Por tanto, de acuerdo a la Instrucción de Carreteras 6.1-IC Secciones de Firme, se tiene que, para la vía proyectada, la categoría de tráfico pesado será **T31**, dado que el número de vehículos pesados para el carril de proyecto esta comprendido entre 100 y 200 vehículos.

## 4.2. Norma para el dimensionamiento de firmes de la Red de Carreteras del País Vasco

La categoría de tráfico se determinará en función del Tráfico de Proyecto, definido este como el número acumulado de vehículos pesados que se prevé que circularán por el carril de proyecto durante el período de proyecto.

Se calculará mediante la siguiente expresión:

$$TP = IMD_p^{APS} * 365 * F * \gamma_T$$

Siendo,

- $IMD_p^{APS}$  Intensidad Media Diaria de vehículos pesados en el año de puesta en servicio del tramo.
- F Factor de crecimiento del tráfico de vehículos pesados durante el periodo de proyecto.
- $\gamma_T$  Coeficiente de ponderación de las cargas de tráfico.

Habiendo calculado ya la intensidad media diaria de vehículos pesados, se procederá al cálculo del resto de parámetros en base a las directrices marcadas en la Norma.

### Factor de crecimiento del tráfico (F)

El factor de crecimiento F introduce en la estimación del tráfico el incremento de tráfico pesado que se espera que circule por la carretera durante el periodo de proyecto considerado.

Para una tasa de crecimiento del tráfico variable:

$$F = C_1 + t_{C1} * C_2 + \dots + t_{Cn-} * C_n$$

Siendo,

- $C_i$  Factor de acumulación de tráfico en cada período.

$$C_i = \frac{(1 + r_i)^{n_i} - 1}{r_i}$$

$t_{ci}$  Tráfico al final de cada período.

$$t_{ci} = (1 + r_i)^{n_i}$$

Con los datos expuestos en la introducción del anejo:

-Primeros 5 años:  $C_1 = \frac{(1+0.05)^5-1}{0.05} = 5.526$  ;  $t_{c1} = (1 + 0.05)^5 = 1.2753$

-Siguietes 5 años:  $C_2 = \frac{(1+0.02)^5-1}{0.02} = 5.2041$  ;  $t_{c2} = (1 + 0.02)^5 = 1.1041$

-Últimos 10 años:  $C_3 = \frac{(1+0.015)^{10}-1}{0.015} = 10.703$

Obtenidos los datos necesarios para su cálculo, el factor de crecimiento del tráfico será:

$$F = 5.526 + 1.2753 * 5.2041 + 1.1041 * 10.703 = 23.99$$

### Coefficiente de ponderación ( $\gamma_T$ )

El coeficiente de ponderación de las cargas de tráfico viene definido por la siguiente expresión:

$$\gamma_T = \gamma_C * \gamma_R * \gamma_L$$

Siendo,

$\gamma_C$  Coeficiente de asignación del tráfico pesado al carril de proyecto.

$\gamma_R$  Coeficiente que tiene en cuenta la variabilidad en la estimación del tráfico de proyecto.

$\gamma_L$  Coeficiente que tiene en cuenta la influencia de la pendiente longitudinal del tramo objeto del proyecto.

Para la estimación del coeficiente  $\gamma_C$ :

TIPO DE VÍA	DESCRIPCIÓN		$\gamma_C$
DE CALZADA ÚNICA	ANCHURA DE CALZADA	$\geq 6$ m	0,50
		$\geq 5$ y $< 6$ m	0,75
		$< 5$ m	1,00
DE DOBLE CALZADA	CARRILES POR SENTIDO <sup>(*)</sup>	2	0,50
		3 ó más	0,45

Tabla 4.4.2. Estimación del coeficiente  $\gamma_C$ .

Para la estimación del coeficiente  $\gamma_R$ :

TIPO DE RED	IMD de la carretera en el año puesta en servicio	$\gamma_R$
PRINCIPAL <sup>(*)</sup>	$\geq 20.000$	1,4
	10.000 – 20.000	1,3
	$< 10.000$	1,2
RESTO	$\geq 2.000$	1,1
	$< 2.000$	1,0

<sup>(\*)</sup> Compuesta por todas las carreteras de la red de interés preferente, la red básica y la red complementaria.

Tabla 4.4.3. Estimación del coeficiente  $\gamma_R$ .

Para el coeficiente de mayoración  $\gamma_L$  se adoptará un valor de  $\gamma_L = 1,3$  únicamente en aquellos subtramos del proyecto en rampa cuya pendiente longitudinal sea superior al 5% y se mantenga en una longitud de al menos 500 m. En el resto de los casos se tomará  $\gamma_L = 1,0$ .

Obtenidos todos los coeficientes necesarios, el coeficiente de ponderación  $\gamma_T$  será:

$$\gamma_T = 0.5 * 1.2 * 1.0 = 0.6$$

Determinados los valores de los parámetros  $IMD_P^{APS}$ , F y  $\gamma_R$ , se procede al cálculo del Tráfico de Proyecto:

$$TP = 283 * 365 * 23.99 * 0.6 = 1.487 \text{ millones}$$

Con este dato y en función de la Norma de dimensionamiento de firmes de la Red de Carreteras del País Vasco, se tendrán las siguientes categorías de tráfico:

CATEGORÍA		TP (en millones)
T00		43,8 – 87,6
T0		21,9 – 43,8
T1	T1A	15,3 – 21,9
	T1B	8,8 – 15,3
T2	T2A	4,4 – 8,8
	T2B	2,2 – 4,4
T3	T3A	1,1 – 2,2
	T3B	0,55 – 1,1
T4	T4A	0,27 – 0,55
	T4B	< 0,27

Tabla 4.4.4. Categorías de Tráfico de Proyecto.

Por tanto, de acuerdo a la Norma de dimensionamiento de firmes de la Red de Carreteras del País Vasco, se tiene que, para la vía proyectada, la categoría de tráfico será **T3A**, dado que el Tráfico de Proyecto está comprendido entre 1.1 y 1.2 millones.

# Anejo 5

## Firmes

# Índice

---

1. Introducción.....	127
2. Caracterización del suelo .....	127
3. Norma 6.1-IC Secciones de firme .....	127
3.1. Explanada mejorada.....	128
3.1.1. Materiales para la formación de la explanada.....	128
3.1.2. Comparación económica de las secciones de explanada mejorada .....	129
3.2. Sección de firmes.....	132
3.2.1. Materiales para la sección de firmes.....	134
3.2.2. Criterios técnico-económicos para la elección de la sección de firme...	134
3.2.3. Comparación económica de las secciones de firme .....	135
3.3. Sección completa .....	146
3.3.1. Comparación económica de secciones completas .....	146
3.3.2. Solución adoptada.....	148
4. Norma para el dimensionamiento de firmes de la red de carreteras del País Vasco .....	149
4.1. Explanada mejorada.....	149
4.1.1. Materiales para la formación de la explanada.....	150
4.1.2. Comparación económica de las secciones de explanada mejorada .....	151
4.2. Sección de firmes.....	153
4.2.1. Materiales para la sección de firmes.....	157
4.2.2. Criterios técnico-económicos para la elección de la sección de firme...	157
4.2.3. Comparación económica de las secciones de firme .....	158
4.3. Sección completa.....	163
4.3.1. Comparación económica de secciones completas .....	163
4.3.2. Solución adoptada.....	165
5. Conclusión.....	166

## 1. Introducción

---

El presente anejo tiene por objeto estudiar, definir y comparar las diferentes alternativas que se consideran técnicamente viables para la ejecución de la explanada mejorada y la sección de firmes del tramo de carretera tipificado en el proyecto, realizando un estudio económico comparativo entre las distintas soluciones que se permiten.

Con el fin de economizar al máximo la ejecución de la vía proyectada, el dimensionamiento de la explanada mejorada y de la sección de firmes se ha llevado a cabo por duplicado, siguiendo en cada uno de los dimensionamientos el procedimiento marcado por cada una de las dos siguientes normas:

- Norma 6.1-IC Secciones de firme
- Norma para el dimensionamiento de firmes de la Red de Carreteras del País Vasco.

## 2. Caracterización del suelo

---

Para poder definir la explanada mejorada y la sección de firmes, tan importante es la categoría de tráfico como el correcto conocimiento de los suelos que atraviesa la traza de la vía a ejecutar.

Del estudio geotécnico se obtienen los datos necesarios para poder clasificar el suelo de la traza como **tolerable (0)**, según el artículo 330 de la clasificación española PG-3.

## 3. Norma 6.1-IC Secciones de firme

---

A los efectos de definir la explanada mejorada y la estructura del firme:

La máxima categoría de tráfico pesado a considerar en el dimensionamiento de este proyecto es la T31.

El tipo de suelo presente a lo largo de la traza es tolerable (0) y de profundidad constante mayor de 100 cm.



SÍMBOLO	DEFINICIÓN DEL MATERIAL	ARTÍCULO DEL PG-3	PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS
IN	Suelo inadecuado o Marginal	330	- Su empleo sólo será posible si se estabiliza con cal o con cemento para conseguir S-EST1 o S-EST2.
0	Suelo tolerable	330	- CBR $\geq 3$ (*). - Contenido en materia orgánica < 1%. - Contenido en sulfatos solubles (SO <sub>3</sub> ) < 1%. - Hinchamiento libre < 1%.
1	Suelo adecuado	330	- CBR $\geq 5$ (*)(**).
2	Suelo seleccionado	330	- CBR $\geq 10$ (*) (**).
3	Suelo seleccionado	330	- CBR $\geq 20$ (*)
S-EST1 S-EST2 S-EST3	Suelo estabilizado <i>in situ</i> con cemento o con cal	512	- Espesor mínimo: 25 cm. - Espesor máximo: 30 cm.

(\*) El CBR se determinará de acuerdo con las condiciones especificadas de puesta en obra, y su valor se empleará exclusivamente para la aceptación o rechazo de los materiales utilizables en las diferentes capas, de acuerdo con la figura 1.

(\*\*) En la capa superior de las explanadas para la formación de la explanada, el suelo adecuado definido como tipo 1 deberá tener, en las condiciones de puesta en obra, un CBR  $\geq 6$  y el suelo seleccionado definido como tipo 2 un CBR  $\geq 12$ . Asimismo, se exigirán esos valores mínimos de CBR cuando, respectivamente, se forme una explanada de categoría E1 sobre suelos tipo 1, o una explanada de categoría E2 sobre suelos tipo 2.

Tabla 5.3.2. Materiales para la formación de explanadas.

### 3.1.2. Comparación económica de las secciones de explanada mejorada

A continuación, se realizará una comparación económica entre las diferentes opciones para la formación de cada categoría de explanada.

#### Explanada 1 (E1)

##### - Opción 1:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
Suelo adecuado	m <sup>3</sup>	0,6	.	.	.	9,15	5,49	5,49

##### - Opción 2

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
Suelo seleccionado tipo 2	m <sup>3</sup>	0,75	.	.	.	13,55	10,16	10,16

- Opción 3:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
Riego de curado	T	.	0,001	.	.	441,10	0,44	7,57
Suelo estabilizado S-EST 1	m <sup>3</sup>	0,25	.	.	.	28,50	7,13	

La sección más económica para la formación de una explanada de categoría 1 es la definida en la opción 1.

**Explanada 2 (E2)**

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
Suelo seleccionado tipo 2	m <sup>3</sup>	0,45	.	.	.	13,55	6,10	6,10

- Opción 1:

- Opción 2:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
Suelo seleccionado tipo 2	m <sup>3</sup>	0,4	.	.	.	13,55	5,42	10,00
Suelo adecuado	m <sup>3</sup>	0,5	.	.	.	9,15	4,58	

- Opción 3:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
Riego de curado	T	.	0,001	.	.	441,1	0,4411	16,1672
Suelo estabilizado S-EST 2	m <sup>3</sup>	0,25	.	.	.	32,64	8,16	
Riego de curado	T	.	0,001	.	.	441,1	0,4411	
Suelo estabilizado S-EST 1	m <sup>3</sup>	0,25	.	.	.	28,5	7,125	

- Opción 4:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
Suelo seleccionado tipo 3	m <sup>3</sup>	0,25	.	.	.	19,55	4,89	12,45
Riego de curado	T	.	0,001	.	.	441,10	0,44	
Suelo estabilizado S-EST 1	m <sup>3</sup>	0,25	.	.	.	28,50	7,13	

La sección más económica para la formación de una explanada de categoría 2 es la definida en la opción 2.

**Explanada 3 (E3)**

- Opción 1:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
Riego de curado	T	.	0,001	.	.	441,10	0,44	16,45
Suelo estabilizado S-EST 3	m <sup>3</sup>	0,3	.	.	.	39,80	11,94	
Suelo seleccionado tipo 2	m <sup>3</sup>	0,3	.	.	.	13,55	4,07	

- Opción 2:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
Riego de curado	T	.	0,001	.	.	441,10	0,44	16,96
Suelo estabilizado S-EST 3	m <sup>3</sup>	0,3	.	.	.	39,80	11,94	
Suelo adecuado	m <sup>3</sup>	0,5	.	.	.	9,15	4,58	

La sección más económica para la formación de una explanada de categoría 3 es la definida en la opción 1.

### 3.2. Sección de firmes

Las tablas 3.2.1 y 3.2.2 recogen las secciones de firme según la categoría de tráfico pesado y la categoría de explanada.

Entre las posibles soluciones se seleccionará en cada caso concreto la más adecuada siguiendo criterios técnicos y económicos.

Los pavimentos rígidos se descartan porque se comportan peor que los flexibles frente a los asientos diferenciales que pudieran llegar a aparecer.

		CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO			
		T00	T0	T1	T2
CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1				211 MB 28 ZA 40 212 MB 16 SC 30 <sup>(1)</sup> 214 HF 23 HM 15 ZA 20
	E2			121 MB 30 ZA 25 122 <sup>(2)</sup> MB 20 SC 25 <sup>(1)</sup> 123 MB 15 GC 22 <sup>(2)</sup> SC 22 124 <sup>(2)</sup> HF 25 HM 15	221 MB 25 ZA 25 222 <sup>(2)</sup> MB 18 SC 22 <sup>(1)</sup> 223 MB 15 GC 20 <sup>(2)</sup> SC 20 224 <sup>(1)</sup> HF 23 HM 15
	E3	0031 MB 35 ZA 25 0032 MB 25 SC 30 0033 MB 30 GC 22 <sup>(2)</sup> SC 25 0034 HF 25 <sup>(1)</sup> HM 15	031 MB 30 ZA 25 032 MB 20 SC 25 <sup>(1)</sup> 033 MB 18 GC 22 <sup>(2)</sup> SC 20 034 HF 24 <sup>(1)</sup> HM 15	111 MB 25 ZA 25 132 MB 20 SC 20 <sup>(1)</sup> 134 HF 25 HM 15	231 MB 20 ZA 25 232 MB 15 SC 20 <sup>(1)</sup> 234 HF 23 HM 15

MB Mezclas bituminosas HF Hormigón de firme HM Hormigón magro vibrado GC Gravacemento SC Suelocemento ZA Zahorra artificial  
 Espesores mínimos en cm

(1) Para las categorías de tráfico pesado T00 y T0 se emplearán únicamente pavimentos continuos de hormigón armado con los espesores indicados.  
 (2) Capas tratadas con cemento que deberán prefisurarse con espaciamentos de 3 a 4 m, de acuerdo con el artículo E13 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales (PG-3).  
 (3) Para poder proyectar esta solución será preceptivo que la capa superior de la explanada E2 esté estabilizada con cemento.

Tabla 5.3.3. Catálogo de secciones de firme para las categorías de tráfico pesado T00 a T2.

		CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO											
		T31			T32			T41			T42		
CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1												
	E2												
	E3												

MB Mezclas bituminosas    HF Hormigón de firme    SC Suelocemento    ZA Zahorra artificial

(1) Estas capas bituminosas podrán ser proyectadas con mezclas bituminosas en caliente muy flexibles, gravaemulsión sellada con un tratamiento superficial o mezcla bituminosa abierta en frío sellada con un tratamiento superficial.

Espesores mínimos en cm

Tabla 5.3.4. Catálogo de secciones de firme para las categorías de tráfico pesado T3 (T31 y T32) y T4 (T41 y T42).

Las mezclas bituminosas presentes en las opciones de las tablas 3.2.1 y 3.2.2 se compondrán a su vez de distintas capas, para las cuales se estipulan los espesores correspondientes.

TIPO DE CAPA	TIPO DE MEZCLA (*)	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO		
		T00 a T1	T2 y T31	T32 y T4 (T41 y T42)
Rodadura	PA	4		
	M	3	2-3	
	F		2-3	
	D y S		6-5	5
Intermedia	D y S		5-10(**)	
Base	S y G		7-15	
	MAM	7-13		

(\*) Ver definiciones en tabla 5 o artículos 542 y 543 del PG-3.

(\*\*) Salvo en arceles, para los que se seguirá lo indicado en el apartado 7.

Tabla 5.3.5. Espesor de capas de mezcla bituminosa en caliente.

### 3.2.1. Materiales para la sección de firmes

En la tabla 3.2.1.1 se presentan los materiales utilizables para la formación de la explanada, así como una serie de prescripciones complementarias.

MATERIAL	COEFICIENTE DE EQUIVALENCIA	LEY DE FATIGA	PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS
Mezclas bituminosas en caliente (D, S y G)	1	$\epsilon_r = 6,925 \cdot 10^{-3} \cdot N^{-0,27243}$	— Ver apartados 6.2.1.1 y 6.2.1.2.
Mezclas bituminosas discontinuas en caliente (M y F)	1	—	— Ver apartados 6.2.1.1 y 6.2.1.2.
Mezclas bituminosas drenantes (PA)	1	—	— Ver apartados 6.2.1.1 y 6.2.1.2.
Mezclas bituminosas abiertas en frío (AF)	1 (*)	—	— Sólo se podrán emplear para T4 (T41 y T42). En capa de rodadura se recomienda sellar con un tratamiento superficial.
Mezclas bituminosas de alto módulo (MAM)	1,25	$\epsilon_r = 6,617 \cdot 10^{-3} \cdot N^{-0,27243}$	— Ver apartados 6.2.1.1 y 6.2.1.3.
Pavimento de hormigón	—	—	— Ver apartado 6.2.3.
Materiales tratados con cemento	—	Gravacemento $\frac{\sigma_r}{R_r} = 1 - 0,065 \cdot \log N$	— Espesor mínimo: 20 cm. — Espesor máximo: • 25 cm para gravacemento, • 30 cm para suelocemento.
		Suelocemento $\frac{\sigma_r}{R_r} = 1 - 0,080 \cdot \log N$	— Ver apartado 6.2.2.
Gravaemulsión	0,75	Ley específica	— Espesor de capa: • Para T00 a T1: No admisible. • Para T2 a T4: 6 a 12 cm.
Gravaescoria	Material equivalente a la gravacemento, a la que podrá sustituir en algún tipo de soluciones.		— Espesor mínimo: 15 cm. — Espesor máximo: 30 cm.
Zahorra artificial	0,25	$\epsilon_z = 2,16 \cdot 10^{-2} \cdot N^{-0,26}$	— Espesor mínimo: 20 cm (15 cm en arcanes y en secciones 3221 y 4211). — Espesor máximo: 30 cm.
Macadam	Material equivalente a la zahorra artificial, que se aplicará en algún tipo de soluciones.		— Espesor mínimo: 20 cm (15 cm en arcanes). — Espesor máximo: 30 cm.

N: número de ejes equivalentes de 128 kN (13 t).  
 $\epsilon_r$ : deformación unitaria ( $\epsilon_r$  = radial de tracción, y  $\epsilon_z$  = vertical de compresión).  
 $\sigma_r$ : tensión de tracción en MPa.  
 $R_r$ : resistencia a flexotracción del material en MPa.  
 (\*) Coeficiente aplicable exclusivamente en la categoría de firme suelocemento T42.

Tabla 5.3.6. Materiales de firme.

### 3.2.2. Criterios técnico-económicos para la elección de la sección de firme

Para la elección de las múltiples combinaciones posibles de las capas de mezclas bituminosas y de sus espesores se seguirán las siguientes indicaciones descritas en la Norma 3.1-IC Secciones de firme:

- Las secciones de firme se proyectarán con el menor número de capas posible compatible con los valores de dicha tabla.
- En las secciones en las que haya más de una capa de mezcla bituminosa el espesor de la capa inferior será mayor o igual al espesor de las superiores.

Además, ateniéndose a un criterio económico se elaboran los siguientes condicionantes:

- El precio de las capas inferiores es menor, existe una relación entre el precio de las capas y su cercanía a la superficie. Por este motivo siempre será preferible que el espesor de las capas superiores sea el menor de entre los espesores indicados en la Norma.
- En caso de disponer capa intermedia o de base, los materiales más económicos de entre los seleccionables serán AC32 bin S y AC32 base G respectivamente.

### 3.2.3. Comparación económica de las secciones de firme

A continuación, se realizará una comparación económica entre las diferentes opciones para la formación de la sección de firmes en función de cada categoría de explanada.

#### Explanada 1 (E1)

- Opción 1 (Sección 3111):

MB
ZA

- Opción 1.1:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
PA-11 PMB 45/80-60	T	0,04	.	2,5	0,9	45,75	4,12	44,75
Betún PMB 45/80-60					0,05	612,98	3,06	
Filler					0,05	123,69	0,62	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
AC32 bin B50/70 S	T	0,05	.	2,5	0,95	37,51	4,45	
Betún B 50/70					0,05	519,27	3,25	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
AC32 base B50/70 G	T	0,11	.	2,5	0,95	35,49	9,27	
Betún B 50/70					0,05	519,27	7,14	
Riego de imprimación	T	.	0,0005	.	.	307,61	0,15	
Zahorra artificial (ZA-25)	m <sup>3</sup>	0,4	.	.	.	30,01	12,00	

- Opción 1.2:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
BBTM 11 B PMB 45/80-60	T	0,02	.	2,5	0,9	47,58	2,14	43,91
Betún PMB 45/80-60					0,05	612,98	1,53	
Filler					0,05	123,69	0,31	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	675,77	0,34		
AC32 bin B50/70 S	T	0,05	.	2,5	0,95	37,51	4,45	
Betún B 50/70					0,05	519,27	3,25	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	675,77	0,34		
AC32 base B50/70 G	T	0,13	.	2,5	0,95	35,49	10,96	
Betún B 50/70					0,05	519,27	8,44	
Riego de imprimación	T	.	0,0005	.	307,61	0,15		
Zahorra artificial (ZA-25)	m <sup>3</sup>	0,4	.	.	.	30,01	12,00	

- Opción 1.3:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
BBTM 11 A PMB 45/80-60	T	0,02	.	2,5	0,9	46,66	2,10	43,87
Betún PMB 45/80-60					0,05	612,98	1,53	
Filler					0,05	123,69	0,31	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	675,77	0,34		
AC32 bin B50/70 S	T	0,05	.	2,5	0,95	37,51	4,45	
Betún B 50/70					0,05	519,27	3,25	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	675,77	0,34		
AC32 base B50/70 G	T	0,13	.	2,5	0,95	35,49	10,96	
Betún B 50/70					0,05	519,27	8,44	
Riego de imprimación	T	.	0,0005	.	307,61	0,15		
Zahorra artificial (ZA-25)	m <sup>3</sup>	0,4	.	.	.	30,01	12,00	

- Opción 1.4:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
AC16 surf PMB 45/80-60 S	T	0,05	.	2,5	0,9	44,10	4,96	44,44
Betún PMB 45/80-60					0,05	612,98	3,83	
Filler					0,05	123,69	0,77	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	675,77	0,34		
AC32 base B50/70 G	T	0,15	.	2,5	0,95	35,49	12,64	
Betún B 50/70					0,05	519,27	9,74	
Riego de imprimación	T	.	0,0005	.	307,61	0,15		
Zahorra artificial (ZA-25)	m <sup>3</sup>	0,4	.	.	.	30,01	12,00	

- Opción 1.5:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
AC16 surf PMB 45/80-60 D	T	0,05	.	2,5	0,9	44,38	4,99	44,47
Betún PMB 45/80-60					0,05	612,98	3,83	
Filler					0,05	123,69	0,77	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	675,77	0,34		
AC32 base B50/70 G	T	0,15	.	2,5	0,95	35,49	12,64	
Betún B 50/70					0,05	519,27	9,74	
Riego de imprimación	T	.	0,0005	.	307,61	0,15		
Zahorra artificial (ZA-25)	m <sup>3</sup>	0,4	.	.	.	30,01	12,00	

- Opción 2 (Sección 3112):

MB
SC

- Opción 2.1:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
PA-11 PMB 45/80-60	T	0,04	.	2,5	0,9	45,75	4,12	36,20
Betún PMB 45/80-60					0,05	612,98	3,06	
Filler					0,05	123,69	0,62	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	675,77	0,34		
AC32 base B50/70 G	T	0,11	.	2,5	0,95	35,49	9,27	
Betún B 50/70					0,05	519,27	7,14	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	675,77	0,34		
Riego de curado	T	.	0,001	.	441,10	0,44		
Suelocemento (SC 40)	m <sup>3</sup>	0,3	.	.	.	36,25	10,88	

- Opción 2.2:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
BBTM 11 B PMB 45/80-60	T	0,02	.	2,5	0,9	47,58	2,14	35,37
Betún PMB 45/80-60					0,05	612,98	1,53	
Filler					0,05	123,69	0,31	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	675,77	0,34		
AC32 base B50/70 G	T	0,13	.	2,5	0,95	35,49	10,96	
Betún B 50/70					0,05	519,27	8,44	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	675,77	0,34		
Riego de curado	T	.	0,001	.	441,10	0,44		
Suelocemento (SC 40)	m <sup>3</sup>	0,3	.	.	.	36,25	10,88	

- Opción 2.3:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
BBTM 11 A PMB 45/80-60	T	0,02	.	2,5	0,9	46,66	2,10	35,33
Betún PMB 45/80-60					0,05	612,98	1,53	
Filler					0,05	123,69	0,31	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	675,77	0,34		
AC32 base B50/70 G	T	0,13	.	2,5	0,95	35,49	10,96	
Betún B 50/70					0,05	519,27	8,44	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	675,77	0,34		
Riego de curado	T	.	0,001	.	441,10	0,44		
Suelocemento (SC 40)	m <sup>3</sup>	0,3	.	.	.	36,25	10,88	

- Opción 2.4:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
AC16 surf PMB 45/80-60 S	T	0,05	.	2,5	0,9	44,10	4,96	36,48
Betún PMB 45/80-60					0,05	612,98	3,83	
Filler					0,05	123,69	0,77	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	675,77	0,34		
AC32 base B50/70 G	T	0,1	.	2,5	0,95	35,49	8,43	
Betún B 50/70					0,05	519,27	6,49	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	675,77	0,34		
Riego de curado	T	.	0,001	.	441,10	0,44		
Suelocemento (SC 40)	m <sup>3</sup>	0,3	.	.	.	36,25	10,88	

- Opción 2.5:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
AC16 surf PMB 45/80-60 D	T	0,05	.	2,5	0,9	44,38	4,99	36,51
Betún PMB 45/80-60					0,05	612,98	3,83	
Filler					0,05	123,69	0,77	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	675,77	0,34		
AC32 base B50/70 G	T	0,1	.	2,5	0,95	35,49	8,43	
Betún B 50/70					0,05	519,27	6,49	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	675,77	0,34		
Riego de curado	T	.	0,001	.	441,10	0,44		
Suelocemento (SC 40)	m <sup>3</sup>	0,3	.	.	.	36,25	10,88	

La sección de firme más económica para una explanada de categoría 1 es la definida en la opción 2.3.

## Explanada 2 (E2)

- Opción 1 (Sección 3121):

MB
ZA

- Opción 1.1:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
PA-11 PMB 45/80-60	T	0,04	.	2,5	0,9	45,75	4,12	38,20
Betún PMB 45/80-60					0,05	612,98	3,06	
Filler					0,05	123,69	0,62	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
AC32 base B50/70 G	T	0,12	.	2,5	0,95	35,49	10,11	
Betún B 50/70					0,05	519,27	7,79	
Riego de imprimación	T	.	0,0005	.	.	307,61	0,15	
Zahorra artificial (ZA-25)	m <sup>3</sup>	0,4	.	.	.	30,01	12,00	

-Opción 1.2:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
BBTM 11 B PMB 45/80-60	T	0,02	.	2,5	0,9	47,58	2,14	37,37
Betún PMB 45/80-60					0,05	612,98	1,53	
Filler					0,05	123,69	0,31	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
AC32 base B50/70 G	T	0,14	.	2,5	0,95	35,49	11,80	
Betún B 50/70					0,05	519,27	9,09	
Riego de imprimación	T	.	0,0005	.	.	307,61	0,15	
Zahorra artificial (ZA-25)	m <sup>3</sup>	0,4	.	.	.	30,01	12,00	

- Opción 1.3:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
BBTM 11 A PMB 45/80-60	T	0,02	.	2,5	0,9	46,66	2,10	37,32
Betún PMB 45/80-60					0,05	612,98	1,53	
Filler					0,05	123,69	0,31	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
AC32 base B50/70 G	T	0,14	.	2,5	0,95	35,49	11,80	
Betún B 50/70					0,05	519,27	9,09	
Riego de imprimación	T	.	0,0005	.	.	307,61	0,15	
Zahorra artificial (ZA-25)	m <sup>3</sup>	0,4	.	.	.	30,01	12,00	

- Opción 1.4:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
AC16 surf PMB 45/80-60 S	T	0,05	.	2,5	0,9	44,10	4,96	38,47
Betún PMB 45/80-60					0,05	612,98	3,83	
Filler					0,05	123,69	0,77	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	675,77	0,34		
AC32 base B50/70 G	T	0,11	.	2,5	0,95	35,49	9,27	
Betún B 50/70					0,05	519,27	7,14	
Riego de imprimación	T	.	0,0005	.	307,61	0,15		
Zahorra artificial (ZA-25)	m <sup>3</sup>	0,4	.	.	.	30,01	12,00	

-Opción 1.5:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
AC16 surf PMB 45/80-60 D	T	0,05	.	2,5	0,9	44,38	4,99	38,50
Betún PMB 45/80-60					0,05	612,98	3,83	
Filler					0,05	123,69	0,77	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	675,77	0,34		
AC32 base B50/70 G	T	0,11	.	2,5	0,95	35,49	9,27	
Betún B 50/70					0,05	519,27	7,14	
Riego de imprimación	T	.	0,0005	.	307,61	0,15		
Zahorra artificial (ZA-25)	m <sup>3</sup>	0,4	.	.	.	30,01	12,00	

- Opción 2 (Sección 3122):

MB
SC

- Opción 2.1:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
PA-11 PMB 45/80-60	T	0,04	.	2,5	0,9	45,75	4,12	31,73
Betún PMB 45/80-60					0,05	612,98	3,06	
Filler					0,05	123,69	0,62	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	675,77	0,34		
AC32 base B50/70 G	T	0,08	.	2,5	0,95	35,49	6,74	
Betún B 50/70					0,05	519,27	5,19	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	675,77	0,34		
Riego de curado	T	.	0,001	.	441,10	0,44		
Suelocemento (SC 40)	m <sup>3</sup>	0,3	.	.	.	36,25	10,88	

- Opción 2.2:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
BBTM 11 B PMB 45/80-60	T	0,02	.	2,5	0,9	47,58	2,14	30,89
Betún PMB 45/80-60					0,05	612,98	1,53	
Filler					0,05	123,69	0,31	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
AC32 base B50/70 G	T	0,1	.	2,5	0,95	35,49	8,43	
Betún B 50/70					0,05	519,27	6,49	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
Riego de curado	T	.	0,001	.	.	441,10	0,44	
Suelocemento (SC 40)	m <sup>3</sup>	0,3	.	.	.	36,25	10,88	

- Opción 2.3:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
BBTM 11 A PMB 45/80-60	T	0,02	.	2,5	0,9	46,66	2,10	30,85
Betún PMB 45/80-60					0,05	612,98	1,53	
Filler					0,05	123,69	0,31	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
AC32 base B50/70 G	T	0,1	.	2,5	0,95	35,49	8,43	
Betún B 50/70					0,05	519,27	6,49	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
Riego de curado	T	.	0,001	.	.	441,10	0,44	
Suelocemento (SC 40)	m <sup>3</sup>	0,3	.	.	.	36,25	10,88	

- Opción 2.4:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
AC16 surf PMB 45/80-60 S	T	0,05	.	2,5	0,9	44,10	4,96	32,00
Betún PMB 45/80-60					0,05	612,98	3,83	
Filler					0,05	123,69	0,77	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
AC32 base B50/70 G	T	0,07	.	2,5	0,95	35,49	5,90	
Betún B 50/70					0,05	519,27	4,54	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
Riego de curado	T	.	0,001	.	.	441,10	0,44	
Suelocemento (SC 40)	m <sup>3</sup>	0,3	.	.	.	36,25	10,88	

- Opción 2.5:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
AC16 surf PMB 45/80-60 D	T	0,05	.	2,5	0,9	44,38	4,99	32,03
Betún PMB 45/80-60					0,05	612,98	3,83	
Filler					0,05	123,69	0,77	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
AC32 base B50/70 G	T	0,07	.	2,5	0,95	35,49	5,90	
Betún B 50/70					0,05	519,27	4,54	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
Riego de curado	T	.	0,001	.	.	441,10	0,44	
Suelocemento (SC 40)	m <sup>3</sup>	0,3	.	.	.	36,25	10,88	

La sección de firme más económica para una explanada de categoría 2 es la definida en la opción 2.3.

**Explanada 3 (E3)**

- Opción 1 (Sección 3131):

MB
ZA

- Opción 1.1:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
PA-11 PMB 45/80-60	T	0,04	.	2,5	0,9	45,75	4,12	33,70
Betún PMB 45/80-60					0,05	612,98	3,06	
Filler					0,05	123,69	0,62	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
AC32 base B50/70 G	T	0,12	.	2,5	0,95	35,49	10,11	
Betún B 50/70					0,05	519,27	7,79	
Riego de imprimación	T	.	0,0005	.	.	307,61	0,15	
Zahorra artificial (ZA-25)	m <sup>3</sup>	0,25	.	.	.	30,01	7,50	

- Opción 1.2:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
BBTM 11 B PMB 45/80-60	T	0,02	.	2,5	0,9	47,58	2,14	32,86
Betún PMB 45/80-60					0,05	612,98	1,53	
Filler					0,05	123,69	0,31	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
AC32 base B50/70 G	T	0,14	.	2,5	0,95	35,49	11,80	
Betún B 50/70					0,05	519,27	9,09	
Riego de imprimación	T	.	0,0005	.	.	307,61	0,15	
Zahorra artificial (ZA-25)	m <sup>3</sup>	0,25	.	.	.	30,01	7,50	

- Opción 1.3:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
BBTM 11 A PMB 45/80-60	T	0,02	.	2,5	0,9	46,66	2,10	32,82
Betún PMB 45/80-60					0,05	612,98	1,53	
Filler					0,05	123,69	0,31	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
AC32 base B50/70 G	T	0,14	.	2,5	0,95	35,49	11,80	
Betún B 50/70					0,05	519,27	9,09	
Riego de imprimación	T	.	0,0005	.	.	307,61	0,15	
Zahorra artificial (ZA-25)	m <sup>3</sup>	0,25	.	.	.	30,01	7,50	

- Opción 1.4:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
AC16 surf PMB 45/80-60 S	T	0,05	.	2,5	0,9	44,10	4,96	33,97
Betún PMB 45/80-60					0,05	612,98	3,83	
Filler					0,05	123,69	0,77	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
AC32 base B50/70 G	T	0,11	.	2,5	0,95	35,49	9,27	
Betún B 50/70					0,05	519,27	7,14	
Riego de imprimación	T	.	0,0005	.	.	307,61	0,15	
Zahorra artificial (ZA-25)	m <sup>3</sup>	0,25	.	.	.	30,01	7,50	

-Opción 1.5:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )	
AC16 surf PMB 45/80-60 D	T	0,05	.	2,5	0,9	44,38	4,99	34,00	
Betún PMB 45/80-60					0,05	612,98	3,83		
Filler					0,05	123,69	0,77		
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34		
AC32 base B50/70 G	T	0,11	.	2,5	0,95	35,49	9,27		
Betún B 50/70					0,05	519,27	7,14		
Riego de imprimación	T	.	0,0005	.	.	307,61	0,15		
Zahorra artificial (ZA-25)	m <sup>3</sup>	0,25	.	.	.	30,01	7,50		

- Opción 2 (Sección 3132):

MB
SC

- Opción 2.1:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
PA-11 PMB 45/80-60	T	0,04	.	2,5	0,9	45,75	4,12	28,83
Betún PMB 45/80-60					0,05	612,98	3,06	
Filler					0,05	123,69	0,62	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
AC32 base B50/70 G	T	0,08	.	2,5	0,95	35,49	6,74	
Betún B 50/70					0,05	519,27	5,19	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
Riego de curado	T	.	0,001	.	.	441,10	0,44	
Suelocemento (SC 40)	m <sup>3</sup>	0,22	.	.	.	36,25	7,98	

- Opción 2.2:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
BBTM 11 B PMB 45/80-60	T	0,02	.	2,5	0,9	47,58	2,14	27,99
Betún PMB 45/80-60					0,05	612,98	1,53	
Filler					0,05	123,69	0,31	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
AC32 base B50/70 G	T	0,1	.	2,5	0,95	35,49	8,43	
Betún B 50/70					0,05	519,27	6,49	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
Riego de curado	T	.	0,001	.	.	441,10	0,44	
Suelocemento (SC 40)	m <sup>3</sup>	0,22	.	.	.	36,25	7,98	

**- Opción 2.3:**

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
BBTM 11 A PMB 45/80-60	T	0,02	.	2,5	0,9	46,66	2,10	27,95
Betún PMB 45/80-60					0,05	612,98	1,53	
Filler					0,05	123,69	0,31	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
AC32 base B50/70 G	T	0,1	.	2,5	0,95	35,49	8,43	
Betún B 50/70					0,05	519,27	6,49	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
Riego de curado	T	.	0,001	.	.	441,10	0,44	
Suelocemento (SC 40)	m <sup>3</sup>	0,22	.	.	.	36,25	7,98	

**- Opción 2.4:**

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
AC16 surf PMB 45/80-60 S	T	0,05	.	2,5	0,9	44,10	4,96	29,10
Betún PMB 45/80-60					0,05	612,98	3,83	
Filler					0,05	123,69	0,77	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
AC32 base B50/70 G	T	0,07	.	2,5	0,95	35,49	5,90	
Betún B 50/70					0,05	519,27	4,54	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
Riego de curado	T	.	0,001	.	.	441,10	0,44	
Suelocemento (SC 40)	m <sup>3</sup>	0,22	.	.	.	36,25	7,98	

**- Opción 2.5:**

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
AC16 surf PMB 45/80-60 D	T	0,05	.	2,5	0,9	44,38	4,99	29,13
Betún PMB 45/80-60					0,05	612,98	3,83	
Filler					0,05	123,69	0,77	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
AC32 base B50/70 G	T	0,07	.	2,5	0,95	35,49	5,90	
Betún B 50/70					0,05	519,27	4,54	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
Riego de curado	T	.	0,001	.	.	441,10	0,44	
Suelocemento (SC 40)	m <sup>3</sup>	0,22	.	.	.	36,25	7,98	

La sección de firme más económica para una explanada de categoría 3 es la definida en la opción 2.3.

### 3.3. Sección completa

La sección completa de una vía la formará la explanada mejorada en combinación con la sección de firmes.

#### 3.3.1. Comparación económica de secciones completas

Para cada tipo de explanada, se combinarán la sección de explanada mejorada de precio más reducido con la sección de firmes más económicamente ventajosa.

#### Explanada 1 (E1):

Sección de firme:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
BBTM 11 A PMB 45/80-60	T	0,02	.	2,5	0,9	46,66	2,10	35,33
Betún PMB 45/80-60					0,05	612,98	1,53	
Filler					0,05	123,69	0,31	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
AC32 base B50/70 G	T	0,13	.	2,5	0,95	35,49	10,96	
Betún B 50/70					0,05	519,27	8,44	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
Riego de curado	T	.	0,001	.	.	441,10	0,44	
Suelocemento (SC 40)	m <sup>3</sup>	0,3	.	.	.	36,25	10,88	

Explanada mejorada:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
Suelo adecuado	m <sup>3</sup>	0,6	.	.	.	9,15	5,49	5,49

Precio total: 40.82 €/m<sup>2</sup>

## Explanada 2 (E2):

### Sección de firme:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
BBTM 11 A PMB 45/80-60	T	0,02	.	2,5	0,9	46,66	2,10	30,85
Betún PMB 45/80-60					0,05	612,98	1,53	
Filler					0,05	123,69	0,31	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
AC32 base B50/70 G	T	0,1	.	2,5	0,95	35,49	8,43	
Betún B 50/70					0,05	519,27	6,49	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
Riego de curado	T	.	0,001	.	.	441,10	0,44	
Suolocemento (SC 40)	m <sup>3</sup>	0,3	.	.	.	36,25	10,88	

### Explanada mejorada:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
Suelo seleccionado tipo 2	m <sup>3</sup>	0,4	.	.	.	13,55	5,42	10,00
Suelo adecuado	m <sup>3</sup>	0,5	.	.	.	9,15	4,58	

Precio total: 40.85 €/m<sup>2</sup>

## Explanada 3 (E3):

### Sección de firmes:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
BBTM 11 A PMB 45/80-60	T	0,02	.	2,5	0,9	46,66	2,10	27,95
Betún PMB 45/80-60					0,05	612,98	1,53	
Filler					0,05	123,69	0,31	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
AC32 base B50/70 G	T	0,1	.	2,5	0,95	35,49	8,43	
Betún B 50/70					0,05	519,27	6,49	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
Riego de curado	T	.	0,001	.	.	441,10	0,44	
Suolocemento (SC 40)	m <sup>3</sup>	0,22	.	.	.	36,25	7,98	

### Explanada mejorada:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
Riego de curado	T	.	0,001	.	.	441,10	0,44	16,45
Suelo estabilizado S-EST 3	m <sup>3</sup>	0,3	.	.	.	39,80	11,94	
Suelo seleccionado tipo 2	m <sup>3</sup>	0,3	.	.	.	13,55	4,07	

Precio total: 44.40 €/m<sup>2</sup>

### 3.3.2. Solución adoptada

Finalmente, la solución adoptada será la expuesta en el apartado anterior como correspondiente a la explanada de categoría 1.

La formación de la explanada mejorada se realizará disponiendo **60 cm de suelo adecuado** sobre el suelo tolerable presente en la traza.

La sección de firmes será una sección tipo 3112 y la distribución de espesores y capas proyectar será:

Capa de Rodadura: **2 cm de M.B.C. tipo BBTM 11A PMB 45/80-60**

Riego de Adherencia: **Emulsión bituminosa C60B3 ADH**

Capa Base: **13 cm de M.B.C. tipo AC32 base B50/70 G**

Riego de adherencia: **Emulsión bituminosa C60B3 ADH**

Riego de curado: **Emulsión bituminosa C60B3 CUR**

Capa Subbase: **30 cm de Suelocemento SC-40**

El precio de la solución adoptada es de **40.82 €/m<sup>2</sup>**.

## 4. Norma para el dimensionamiento de firmes de la red de carreteras del País Vasco

A los efectos de definir la explanada mejorada y la estructura del firme:

La máxima categoría de tráfico pesado a considerar en el dimensionamiento de este proyecto es la T3A.

El tipo de suelo presente a lo largo de la traza es tolerable (0) y de profundidad constante mayor de 100 cm.

### 4.1. Explanada mejorada

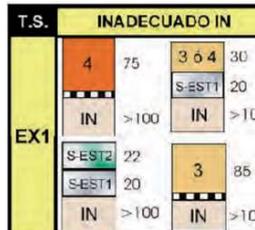
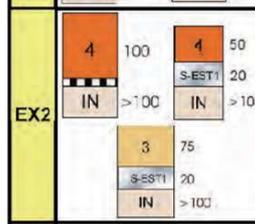
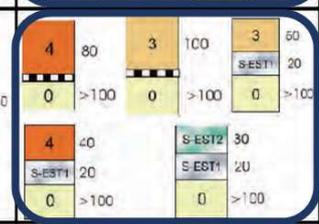
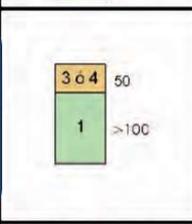
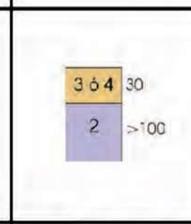
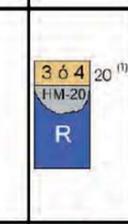
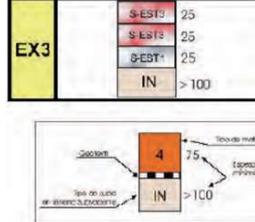
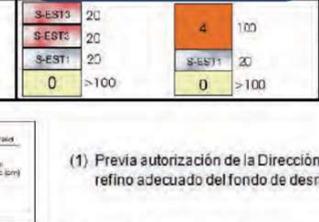
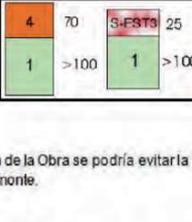
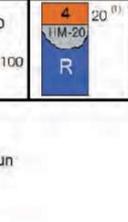
La categoría mínima necesaria de la explanada mejorada será función del Tráfico del Proyecto. Para la categoría de tráfico T3A, se considerarán las explanadas EX1, EX2 y EX3.

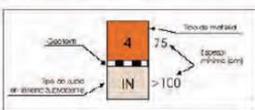
TRÁFICO DE PROYECTO	CATEGORÍA DE EXPLANADA MEJORADA
T2A ó superior	EX2 ó EX3
T2B ó inferior	EX1 , EX2 ó EX3

Tabla 5.4.1. Categoría necesaria de Explanada Mejorada.

Aunque se haya clasificado como valorable la opción de una explanada de categoría 3, más adelante se comprueba que no existe una solución relativa a la sección de firmes para dicha categoría de explanada, por lo que solo se valorarán las soluciones correspondientes a las explanadas de categoría 1 y 2.

En la tabla 4.1.2 se definen las soluciones posibles de Explanada Mejorada en función de su categoría y del tipo de terreno subyacente.

T.S.	INADECUADO IN	TOLERABLE 0	ADECUADO 1	SELECCIONADO	ROCA
EX1					
EX2					
EX3					



(1) Previa autorización de la Dirección de la Obra se podría evitar la colocación de esta capa con un refino adecuado del fondo de desmonte.

Tabla 5.4.2. Catálogo de secciones de Explanada Mejorada.

#### 4.1.1. Materiales para la formación de la explanada

En la formación de la Explanada Mejorada se podrán utilizar suelos o estabilizaciones de estos con las características que se recogen en la tabla 4.1.1.1.

SÍMBOLO	MATERIAL	CARACTERÍSTICAS	PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS
3	Suelo Seleccionado Tipo 3	Según prescripciones del art. 330 del PG-3	CBR <sup>(**)</sup> ≥ 20
4	Suelo Seleccionado Tipo 4		CBR <sup>(**)</sup> ≥ 40 IP < 6 y LL < 25
S-EST1	Suelo Estabilizado In Situ Tipo S-EST1	Según prescripciones del art. 512 del PG-3	El conglomerante se podrá introducir en forma de polvo o en lechada, reduciéndose en este último caso el contenido mínimo en un 0,5% en peso
S-EST2	Suelo Estabilizado In Situ Tipo S-EST2		
S-EST3	Suelo Estabilizado In Situ Tipo S-EST3 <sup>(*)</sup>		
GTX	Geotextil	Según prescripciones del art. 422 del PG-3	—

(\*) Si sobre un suelo estabilizado tipo S-EST3 se coloca una capa granular permeable se debe estudiar especialmente el drenaje del agua infiltrada a través del firme.

(\*\*) A efectos de determinación del CBR de los suelos para la Explanada Mejorada. Se compactarán las probetas con el 98% de la densidad Proctor Modificado.

Tabla 5.4.3. Materiales para la Explanada Mejorada.

#### 4.1.2. Comparación económica de las secciones de explanada mejorada

A continuación, se realizará una comparación económica entre las diferentes opciones para la formación de cada categoría de explanada.

#### Explanada 1 (EX1):

- Opción 1:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
Suelo seleccionado tipo 3	m <sup>3</sup>	0,5	.	.	.	19,55	9,78	13,03
Geotextil (200g/m <sup>2</sup> )	m <sup>2</sup>	.	.	.	.	3,25	3,25	

- Opción 2:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
Riego de curado	T	.	0,001	.	.	441,10	0,44	8,99
Suelo estabilizado S-EST 1	m <sup>3</sup>	0,3	.	.	.	28,50	8,55	

- Opción 3:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
Riego de curado	T	.	0,001	.	.	441,10	0,44	8,60
Suelo estabilizado S-EST 1	m <sup>3</sup>	0,25	.	.	.	32,64	8,16	

La sección más económica para la formación de una explanada de categoría 1 es la definida en la opción 3.

#### Explanada 2 (EX2):

- Opción 1:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
Suelo seleccionado tipo 4	m <sup>3</sup>	0,8	.	.	.	24,75	19,80	23,05
Geotextil (200g/m <sup>2</sup> )	m <sup>2</sup>	.	.	.	.	3,25	3,25	

- Opción 2:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
Suelo seleccionado tipo 3	m <sup>3</sup>	1	.	.	.	19,55	19,55	22,80
Geotextil (200g/m <sup>2</sup> )	m <sup>2</sup>	.	.	.	.	3,25	3,25	

- Opción 3:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
Suelo seleccionado tipo 3	m <sup>3</sup>	0,5	.	.	.	19,55	9,78	15,92
Riego de curado	T	.	0,001	.	.	441,10	0,44	
Suelo estabilizado S-EST 1	m <sup>3</sup>	0,2	.	.	.	28,50	5,70	

- Opción 4:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
Suelo seleccionado tipo 4	m <sup>3</sup>	0,4	.	.	.	24,75	9,9	16,0411
Riego de curado	T	.	0,001	.	.	441,1	0,4411	
Suelo estabilizado S-EST 1	m <sup>3</sup>	0,2	.	.	.	28,5	5,7	

- Opción 5:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
Riego de curado	T	.	0,001	.	.	441,1	0,4411	16,3742
Suelo estabilizado S-EST 2	m <sup>3</sup>	0,3	.	.	.	32,64	9,792	
Riego de curado	T	.	0,001	.	.	441,1	0,4411	
Suelo estabilizado S-EST 1	m <sup>3</sup>	0,2	.	.	.	28,5	5,7	

La sección más económica para la formación de una explanada de categoría 2 es la definida en la opción 3.

## 4.2. Sección de firmes

En este apartado se presentan los catálogos de soluciones para firmes en función de las categorías de Tráfico de Proyecto y Explanada Mejorada.

Entre las posibles soluciones se seleccionará en cada caso concreto la más adecuada siguiendo criterios técnicos y económicos.

Las distintas opciones para la sección de firmes pueden clasificarse según la siguiente tipología:

TIPO	DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE FIRME	SUBTIPO	CARACTERÍSTICA
1	Firmes flexibles y semiflexibles	1.1	Mezcla bituminosa sobre capa granular
		1.2	Firme totalmente asfáltico
2	Firmes semirrígidos sobre materiales tratados con cemento	2.1	Mezcla bituminosa sobre suelocemento
		2.2	Mezcla bituminosa sobre gravacemento y suelocemento
		2.3	Mezcla bituminosa sobre gravacemento y explanada

Tabla 5.4.4. Definición de secciones tipo.

Para cada uno de estos subtipos se presentan las secciones tipo, con los espesores mínimos, en función de los parámetros mencionados anteriormente.

		EX1	EX2	EX3 (*)
T00				
T0				
T1	T1A			
	T1B			
T2	T2A			
	T2B			
T3	T3A			--
	T3B			--
T4	T4A			--
	T4B			--

(\*) Sólo secciones de Explanada Mejorada con coronación de suelo seleccionado tipo 4

Tabla 5.4.5. Secciones tipo 1.1.

		EX1	EX2	EX3 (*)
T00		--	--	
T0		--	--	
T1	T1A	--	--	
	T1B	--	--	
T2		--	--	--
T3		--	--	--
T4		--	--	--

(\*) Sólo secciones de Explanada Mejorada con coronación de suelo estabilizado in situ tipo S-EST3

Tabla 5.4.6. Secciones tipo 1.2.

		EX1	EX2	EX3
T00		--	26 MECLA BIANCHA 25 SUDOCIMENTO	23 MECLA BIANCHA 25 SUDOCIMENTO
	T0	--	24 MECLA BIANCHA 25 SUDOCIMENTO	21 MECLA BIANCHA 25 SUDOCIMENTO
T1	T1A	--	23 MECLA BIANCHA 25 SUDOCIMENTO	19 MECLA BIANCHA 25 SUDOCIMENTO
	T1B	--	22 MECLA BIANCHA 25 SUDOCIMENTO	18 MECLA BIANCHA 25 SUDOCIMENTO
T2	T2A	--	21 MECLA BIANCHA 25 SUDOCIMENTO	16 MECLA BIANCHA 25 SUDOCIMENTO
	T2B	23 MECLA BIANCHA 25 SUDOCIMENTO	20 MECLA BIANCHA 25 SUDOCIMENTO	15 MECLA BIANCHA 25 SUDOCIMENTO
T3	T3A	13 MECLA BIANCHA 30 SUDOCIMENTO	14 MECLA BIANCHA 25 SUDOCIMENTO	--
	T3B	11 MECLA BIANCHA 30 SUDOCIMENTO	13 MECLA BIANCHA 25 SUDOCIMENTO	--
T4	T4A	10 MECLA BIANCHA 30 SUDOCIMENTO	12 MECLA BIANCHA 25 SUDOCIMENTO	--
	T4B		11 MECLA BIANCHA 25 SUDOCIMENTO	--

Tabla 4.2.7. Secciones tipo 2.1.

		EX1	EX2	EX3
T00		--	15 MECLA BIANCHA 22 GRAVACIMIENTO 24 SUDOCIMENTO	--
T0		--	15 MECLA BIANCHA 22 GRAVACIMIENTO 22 SUDOCIMENTO	--
T1		--	15 MECLA BIANCHA 20 GRAVACIMIENTO 22 SUDOCIMENTO	--
T2		--	15 MECLA BIANCHA 20 GRAVACIMIENTO 20 SUDOCIMENTO	--
T3		--	--	--
T4		--	--	--

Tabla 5.4.8. Secciones tipo 2.2.

	EX1	EX2	EX3 (*)
T00	--	--	
T0	--	--	
T1	--	--	
T2	--	--	
T3	--	--	--
T4	--	--	--

(\*) Sólo secciones de Explanada Mejorada con coronación de suelo estabilizado in situ tipo S-EST3

Tabla 5.4.9. Secciones tipo 2.3.

Las mezclas bituminosas presentes en las opciones de las tablas anteriores se compondrán a su vez de distintas capas, para las cuales se estipulan los espesores correspondientes.

Velocidad específica del tramo(km/h)	Inclinación (%)	Categoría de tráfico pesado	Espesor (cm) y tipo de mezcla bituminosa en capa de rodadura							
			AC D	AC S	PA <sup>(1)</sup>	BBTM A	BBTM B	MAF	TS	MICROF
>90	<5	T00 - T2A		6 (AC22 surf S)	4 (PA 11)	3 (BBTM 11/8 A)	3 (BBTM 11/8 B)			
		T2B - T3A		5 (AC16 surf S)						
		T3B					6 (AF20)			
		T4	4 - 5 (AC16 surf S)	4 (PA 11)	3 (BBTM 11/8 A)	3 (BBTM 11/8 B)	4-5 (AF12)		(MICROF 8) <sup>(2)</sup>	
	≥5	T00 - T2A		6 (AC22 surf S)	4 (PA 11)	3 (BBTM 11/8 A)	3 (BBTM 11/8 B)			
		T2B - T3A		5 (AC16 surf S)						
		T3B					6 <sup>(3)</sup> (AF20)			
		T4	4 - 5 (AC16 surf S)		3 (BBTM 11/8 A)		4-5 <sup>(3)</sup> (AF12)		(MICROF 8) <sup>(2)</sup>	
≤90	<5	T00 - T2A		6 (AC22 surf S)	4 (PA 11)	3 (BBTM 11/8 A)	3 (BBTM 11/8 B)			
		T2B - T3A		5 (AC16 surf S)						
		T3B		4 - 5 (AC16 surf S)	4 (PA 11)	3 (BBTM 11/8 A)	3 (BBTM 11/8 B)	6 (AF20)		
		T4A	4 - 5 (AC16 surf D)	4 - 5 (AC16 surf S)			4-5 (AF12)	(DTS o TTS) <sup>(3)</sup>	(MICROF 8) <sup>(2)</sup>	
	≥5	T00 - T2A		6 (AC22 surf S)	4 (PA 11)	3 (BBTM 11/8 A)	3 (BBTM 11/8 B)			
		T2B - T3A		5 (AC16 surf S)						
		T3B		4 - 5 (AC16 surf S)				6 <sup>(3)</sup> (AF20)		
		T4A	4 - 5 (AC16 surf S)		3 (BBTM 11/8 A)		4-5 <sup>(3)</sup> (AF12)	(DTS o TTS) <sup>(3)</sup>	(MICROF 8) <sup>(2)</sup>	
		T4B	4 - 5 (AC16 surf D)	4 - 5 (AC16 surf S)						

 ESPECIALMENTE RECOMENDABLE.
  UTILIZABLE

NOTAS:

- (1) Sellada con microglomerado en frío.
- (2) Sólo sobre gravaemulsión o como sellado de mezclas abiertas en frío.
- (3) Riego bicapa sobre gravaemulsión o material tratado con cemento, y tricapa sobre zahorra artificial.

Tabla 5.4.10. Utilización de mezclas bituminosas en la capa rodadura.

Capa	Tipo mezcla en capa superior	Categoría de tráfico pesado	Espesor (cm) y tipo de mezcla bituminosa					
			AC S	AC D	AC G	AC MAM	GE	
Intermedia <sup>(1)</sup>	AC S ó D	T00 - T3A	6 - 9 (AC22 bin S)			7 - 9 (AC bin 22 MAM)		
		T3B	5 (AC 16 bin S) ó 6 - 9 (AC22 bin S)	5 (AC 16 bin D) ó 6 - 9 (AC22 bin D)				
		T4	4 - 5 (AC 16 bin S) ó 6 - 9 (AC22 bin S)	4 - 5 (AC 16 bin D) ó 6 - 9 (AC22 bin D)				
	PA ó BBTM A ó B	T00 - T3A	7 - 9 (AC22 bin S)	6 - 9 (AC22 bin D)		7 - 9 (AC bin 22 MAM)		
		T3B - T4B	6 - 9 (AC22 bin S)	6 - 9 (AC22 bin D)				
	MAF, TS ó MICROF	T3B - T4B	5 (AC 16 bin S) ó 6 - 9 (AC22 bin S)	5 (AC 16 bin D) ó 6 - 9 (AC22 bin D)			5-9 (GEA 1)	
Base <sup>(2)</sup>	AC S ó D	T00 - T3A	7 - 9 (AC 22 base S) ó 8 - 15 (AC32 base S)		7 - 9 (AC 22 base G) ó 8 - 15 (AC32 base G)	7 - 13 (AC base 22 MAM)		
		T3B - T4	6 - 9 (AC 22 base S) ó 8 - 15 (AC32 base S)		6 - 9 (AC 22 base G) ó 8 - 15 (AC32 base G)			
	AC MAM	T00 - T3A				7 - 13 (AC base 22 MAM)		
	GE	T00 - T3A						
		T3B - T4						5-12 (GEA 1)

 ESPECIALMENTE RECOMENDABLE.
  UTILIZABLE

**NOTAS:**

- (1) Esta capa puede no existir. En cualquier caso, su espesor será al menos igual al de la capa de rodadura.
- (2) Puede haber una o más capas de base, en función del espesor total del paquete bituminoso. En cualquier caso, el espesor de cada capa será al menos igual al de la capa inmediatamente superior.

Tabla 5.4.11. Utilización de mezclas bituminosas en las capas inferiores.

#### 4.2.1. Materiales para la sección de firmes

Los materiales que se contemplan en las secciones de firme que se definen en esta Norma son los que figuran a continuación:

- Mezclas bituminosas en caliente
- Mezclas bituminosas en frío
- Microaglomerados en frío
- Tratamientos superficiales con gravilla
- Gravacemento
- Suelocemento
- Zahorras
- Riegos de adherencia, imprimación y curado.

#### 4.2.2. Criterios técnico-económicos para la elección de la sección de firme

La combinación de mezclas bituminosas elegida para formar el espesor total definido en los catálogos respetará en todo caso los criterios definidos en la Norma para el dimensionamiento de firmes de la red de carreteras del País Vasco:

- Se tenderá a proyectar el menor número posible de capas o tongadas.
- El espesor de la capa inferior será siempre mayor o igual al de la capa inmediata superior.

Además, ateniéndose a un criterio económico se elaboran los siguientes condicionantes:

- El precio de las capas inferiores es menor, existe una relación entre el precio de las capas y su cercanía a la superficie Por este motivo siempre será preferible que el espesor de las capas superiores sea el menor de entre los espesores indicados en la Norma.

- En caso de disponer capa intermedia o de base, los materiales más económicos de entre los seleccionables serán AC22 bin S y AC32 base G respectivamente.

#### 4.2.3. Comparación económica de las secciones de firme

A continuación, se realizará una comparación económica entre las diferentes opciones para la formación de la sección de firmes en función de cada categoría de explanada.

#### Explanada 1 (EX1)

-Opción 1 (Sección tipo 1.1):

MB
ZA

-Opción 1.1:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
AC16 surf PMB 45/80-60 S	T	0,05	.	2,5	0,9	44,10	4,96	38,46
Betún PMB 45/80-60					0,05	612,98	3,83	
Filler					0,05	123,69	0,77	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
AC32 base B50/70 G	T	0,12	.	2,5	0,95	35,49	10,11	
Betún B 50/70					0,05	519,27	7,79	
Riego de imprimación	T	.	0,0005	.	.	307,61	0,15	
Zahorra artificial (ZA-25)	m <sup>3</sup>	0,35	.	.	.	30,01	10,50	

-Opción 1.2:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
PA-11 PMB 45/80-60	T	0,04	.	2,5	0,9	45,75	4,12	38,19
Betún PMB 45/80-60					0,05	612,98	3,06	
Filler					0,05	123,69	0,62	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
AC32 base B50/70 G	T	0,13	.	2,5	0,95	35,49	10,96	
Betún B 50/70					0,05	519,27	8,44	
Riego de imprimación	T	.	0,0005	.	.	307,61	0,15	
Zahorra artificial (ZA-25)	m <sup>3</sup>	0,35	.	.	.	30,01	10,50	

- Opción 1.3:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
BBTM 11 A PMB 45/80-60	T	0,03	.	2,5	0,9	46,66	3,15	37,79
Betún PMB 45/80-60					0,05	612,98	2,30	
Filler					0,05	123,69	0,46	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
AC32 base B50/70 G	T	0,14	.	2,5	0,95	35,49	11,80	
Betún B 50/70					0,05	519,27	9,09	
Riego de imprimación	T	.	0,0005	.	.	307,61	0,15	
Zahorra artificial (ZA-25)	m <sup>3</sup>	0,35	.	.	.	30,01	10,50	

- Opción 1.4:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
BBTM 11 B PMB 45/80-60	T	0,03	.	2,5	0,9	47,58	3,21	37,86
Betún PMB 45/80-60					0,05	612,98	2,30	
Filler					0,05	123,69	0,46	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
AC32 base B50/70 G	T	0,14	.	2,5	0,95	35,49	11,80	
Betún B 50/70					0,05	519,27	9,09	
Riego de imprimación	T	.	0,0005	.	.	307,61	0,15	
Zahorra artificial (ZA-25)	m <sup>3</sup>	0,35	.	.	.	30,01	10,50	

- Opción 2 (Sección tipo 2.1):

MB
SC

- Opción 2.1:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
AC16 surf PMB 45/80-60 S	T	0,05	.	2,5	0,9	44,10	4,96	33,49
Betún PMB 45/80-60					0,05	612,98	3,83	
Filler					0,05	123,69	0,77	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
AC32 base B50/70 G	T	0,08	.	2,5	0,95	35,49	6,74	
Betún B 50/70					0,05	519,27	5,19	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
Riego de curado	T	.	0,001	.	.	441,10	0,44	
Suelocemento (SC 40)	m <sup>3</sup>	0,3	.	.	.	36,25	10,88	

- Opción 2.2:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
PA-11 PMB 45/80-60	T	0,04	.	2,5	0,9	45,75	4,12	33,22
Betún PMB 45/80-60					0,05	612,98	3,06	
Filler					0,05	123,69	0,62	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
AC32 base B50/70 G	T	0,09	.	2,5	0,95	35,49	7,59	
Betún B 50/70					0,05	519,27	5,84	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
Riego de curado	T	.	0,001	.	.	441,10	0,44	
Suelocemento (SC 40)	m <sup>3</sup>	0,3	.	.	.	36,25	10,88	

- Opción 2.3:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
BBTM 11 A PMB 45/80-60	T	0,03	.	2,5	0,9	46,66	3,15	32,82
Betún PMB 45/80-60					0,05	612,98	2,30	
Filler					0,05	123,69	0,46	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
AC32 base B50/70 G	T	0,1	.	2,5	0,95	35,49	8,43	
Betún B 50/70					0,05	519,27	6,49	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
Riego de curado	T	.	0,001	.	.	441,10	0,44	
Suelocemento (SC 40)	m <sup>3</sup>	0,3	.	.	.	36,25	10,88	

- Opción 2.4:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
BBTM 11 B PMB 45/80-60	T	0,03	.	2,5	0,9	47,58	3,21	32,89
Betún PMB 45/80-60					0,05	612,98	2,30	
Filler					0,05	123,69	0,46	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
AC32 base B50/70 G	T	0,1	.	2,5	0,95	35,49	8,43	
Betún B 50/70					0,05	519,27	6,49	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
Riego de curado	T	.	0,001	.	.	441,10	0,44	
Suelocemento (SC 40)	m <sup>3</sup>	0,3	.	.	.	36,25	10,88	

La sección de firme más económica para una explanada de categoría 1 es la definida en la opción 2.3.

## Explanada 2 (EX2)

- Opción 1 (Sección tipo 1.1):

MB
ZA

- Opción 1.1:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
AC16 surf PMB 45/80-60 S	T	0,05	.	2,5	0,9	44,10	4,96	35,46
Betún PMB 45/80-60					0,05	612,98	3,83	
Filler					0,05	123,69	0,77	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
AC32 base B50/70 G	T	0,12	.	2,5	0,95	35,49	10,11	
Betún B 50/70					0,05	519,27	7,79	
Riego de imprimación	T	.	0,0005	.	.	307,61	0,15	
Zahorra artificial (ZA-25)	m <sup>3</sup>	0,25	.	.	.	30,01	7,50	

- Opción 1.2:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
PA-11 PMB 45/80-60	T	0,04	.	2,5	0,9	45,75	4,12	38,19
Betún PMB 45/80-60					0,05	612,98	3,06	
Filler					0,05	123,69	0,62	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
AC32 base B50/70 G	T	0,13	.	2,5	0,95	35,49	10,96	
Betún B 50/70					0,05	519,27	8,44	
Riego de imprimación	T	.	0,0005	.	.	307,61	0,15	
Zahorra artificial (ZA-25)	m <sup>3</sup>	0,35	.	.	.	30,01	10,50	

- Opción 1.3:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
BBTM 11 A PMB 45/80-60	T	0,03	.	2,5	0,9	46,66	3,15	34,79
Betún PMB 45/80-60					0,05	612,98	2,30	
Filler					0,05	123,69	0,46	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
AC32 base B50/70 G	T	0,14	.	2,5	0,95	35,49	11,80	
Betún B 50/70					0,05	519,27	9,09	
Riego de imprimación	T	.	0,0005	.	.	307,61	0,15	
Zahorra artificial (ZA-25)	m <sup>3</sup>	0,25	.	.	.	30,01	7,50	

- Opción 1.4:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
BBTM 11 B PMB 45/80-60	T	0,03	.	2,5	0,9	47,58	3,21	34,86
Betún PMB 45/80-60					0,05	612,98	2,30	
Filler					0,05	123,69	0,46	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
AC32 base B50/70 G	T	0,14	.	2,5	0,95	35,49	11,80	
Betún B 50/70					0,05	519,27	9,09	
Riego de imprimación	T	.	0,0005	.	.	307,61	0,15	
Zahorra artificial (ZA-25)	m <sup>3</sup>	0,25	.	.	.	30,01	7,50	

- Opción 2 (Sección tipo 2.1):

MB
SC

- Opción 2.1:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
AC16 surf PMB 45/80-60 S	T	0,05	.	2,5	0,9	44,10	4,96	33,17
Betún PMB 45/80-60					0,05	612,98	3,83	
Filler					0,05	123,69	0,77	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
AC32 base B50/70 G	T	0,09	.	2,5	0,95	35,49	7,59	
Betún B 50/70					0,05	519,27	5,84	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
Riego de curado	T	.	0,001	.	.	441,10	0,44	
Suelocemento (SC 40)	m <sup>3</sup>	0,25	.	.	.	36,25	9,06	

- Opción 2.2:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
PA-11 PMB 45/80-60	T	0,04	.	2,5	0,9	45,75	4,12	33,22
Betún PMB 45/80-60					0,05	612,98	3,06	
Filler					0,05	123,69	0,62	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
AC32 base B50/70 G	T	0,09	.	2,5	0,95	35,49	7,59	
Betún B 50/70					0,05	519,27	5,84	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
Riego de curado	T	.	0,001	.	.	441,10	0,44	
Suelocemento (SC 40)	m <sup>3</sup>	0,3	.	.	.	36,25	10,88	

### - Opción 2.3:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
BBTM 11 A PMB 45/80-60	T	0,03	.	2,5	0,9	46,66	3,15	32,50
Betún PMB 45/80-60					0,05	612,98	2,30	
Filler					0,05	123,69	0,46	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
AC32 base B50/70 G	T	0,11	.	2,5	0,95	35,49	9,27	
Betún B 50/70					0,05	519,27	7,14	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
Riego de curado	T	.	0,001	.	.	441,10	0,44	
Suelocemento (SC 40)	m <sup>3</sup>	0,25	.	.	.	36,25	9,06	

### - Opción 2.4:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
BBTM 11 B PMB 45/80-60	T	0,03	.	2,5	0,9	47,58	3,21	32,57
Betún PMB 45/80-60					0,05	612,98	2,30	
Filler					0,05	123,69	0,46	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
AC32 base B50/70 G	T	0,11	.	2,5	0,95	35,49	9,27	
Betún B 50/70					0,05	519,27	7,14	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
Riego de curado	T	.	0,001	.	.	441,10	0,44	
Suelocemento (SC 40)	m <sup>3</sup>	0,25	.	.	.	36,25	9,06	

La sección de firme más económica para una explanada de categoría 2 es la definida en la opción 2.3.

### Explanada 3 (EX3)

No existen soluciones posibles.

## 4.3. Sección completa

La sección completa de una vía la formará la explanada mejorada en combinación con la sección de firmes.

### 4.3.1. Comparación económica de secciones completas

Para cada tipo de explanada, se combinarán la sección de explanada mejorada de precio más reducido con la sección de firmes más económicamente ventajosa.

## Explanada 1 (EX1)

Sección de firme:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
BBTM 11 A PMB 45/80-60	T	0,03	.	2,5	0,9	46,66	3,15	32,82
Betún PMB 45/80-60					0,05	612,98	2,30	
Filler					0,05	123,69	0,46	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
AC32 base B50/70 G	T	0,1	.	2,5	0,95	35,49	8,43	
Betún B 50/70					0,05	519,27	6,49	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
Riego de curado	T	.	0,001	.	.	441,10	0,44	
Suelocemento (SC 40)	m <sup>3</sup>	0,3	.	.	.	36,25	10,88	

Explanada mejorada:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
Riego de curado	T	.	0,001	.	.	441,10	0,44	8,60
Suelo estabilizado S-EST 1	m <sup>3</sup>	0,25	.	.	.	32,64	8,16	

Precio total: 41.42 €/m<sup>2</sup>

## Explanada 2 (EX2)

Sección de firme:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
BBTM 11 A PMB 45/80-60	T	0,03	.	2,5	0,9	46,66	3,15	32,50
Betún PMB 45/80-60					0,05	612,98	2,30	
Filler					0,05	123,69	0,46	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
AC32 base B50/70 G	T	0,11	.	2,5	0,95	35,49	9,27	
Betún B 50/70					0,05	519,27	7,14	
Riego de adherencia	T	.	0,0005	.	.	675,77	0,34	
Riego de curado	T	.	0,001	.	.	441,10	0,44	
Suelocemento (SC 40)	m <sup>3</sup>	0,25	.	.	.	36,25	9,06	

### Explanada mejorada:

Material	Ud.	Grosor capa (m)	Dotación (ud/m <sup>2</sup> )	Densidad (ud/m <sup>3</sup> )	Composición	Precio (€/ud)	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio total (€/m <sup>2</sup> )
Suelo seleccionado tipo 3	m <sup>3</sup>	0,5	.	.	.	19,55	9,78	15,92
Riego de curado	T	.	0,001	.	.	441,10	0,44	
Suelo estabilizado S-EST 1	m <sup>3</sup>	0,2	.	.	.	28,50	5,70	

Precio total: 48.42€/m<sup>2</sup>

#### 4.3.2. Solución adoptada

Finalmente, la solución adoptada será la expuesta en el apartado anterior como correspondiente a la explanada de categoría 1.

La formación de la explanada mejorada se realizará disponiendo sobre el suelo tolerable presente en la traza:

Capa superior de la explanada mejorada: **50 cm de suelo seleccionado tipo 3.**

Riego de curado: **Emulsión bituminosa C60B3 CUR**

Capa inferior de la explanada mejorada: **20 cm de suelo estabilizado S-EST 1**

La sección de firmes será una sección tipo 2.1 y la distribución de espesores y capas a proyectar será:

Capa de Rodadura: **3 cm de M.B.C. tipo BBTM 11A PMB 45/80-60**

Riego de Adherencia: **Emulsión bituminosa C60B3 ADH**

Capa Base: **10 cm de M.B.C. tipo AC32 base B50/70 G**

Riego de adherencia: **Emulsión bituminosa C60B3 ADH**

Riego de curado: **Emulsión bituminosa C60B3 CUR**

Capa Subbase: **30 cm de Suelocemento SC-40**

El precio de la solución adoptada es de **41.42 €/m<sup>2</sup>**.

## 5. Conclusión

---

Una vez realizado el estudio de las secciones para ambas normas y habiendo obtenido la sección completa más barata en cada una de ellas, se definirá la norma en función de la cual se debe realizar el proyecto.

La sección completa más económica se obtiene realizando el dimensionamiento en función de la Norma 3.1-IC Sección de firmes.

Por tanto, con el fin de reducir al máximo los costes del proyecto, el dimensionamiento de la sección de firmes y la explanada mejorada se llevarán a cabo de acuerdo a la **Norma 3.1-IC Sección de firmes** (Apartado 3).

# Anejo 6

## Movimiento de tierras

## Índice

---

1. Introducción.....	169
2. Materiales.....	169
3. Superficies.....	170
4. Volúmenes .....	172
4.1. Terreno natural.....	172
4.1.1. Volúmenes totales: Obra completa.....	174
4.2. Diferencia de densidades: coeficientes de paso .....	175
4.2.1. Volúmenes totales: obra completa.....	178
5. Balance de Tierras .....	178
5.1. Volúmenes acumulados .....	178
5.2. Diagrama de masas.....	180
6. Resultados.....	181

## 1. Introducción

---

En el presente anejo se calcularán los volúmenes tanto de desmonte como de terraplén que serán necesarios aportar o retirar en consecuencia de la ejecución de la obra.

El volumen de desmonte se compondrá de aquel volumen de tierras que será necesario retirar tanto por su falta de aptitudes para la formación de la explanada necesaria, como por necesidad de construcción de los tramos de carretera estudiados.

Por otro lado, de la misma manera que va a ser necesaria una excavación de tierras, también será necesario un posterior relleno. Por razones económicas y medioambientales, se optará por la utilización de una compensación de tierras, pudiendo utilizar los materiales excavados como posterior relleno.

Cabe destacar que los movimientos de tierras están concentrados en las alineaciones 1 y 2, ya que el resto de vías se mantendrán a su cota actual, sin ser por tanto necesario un movimiento de tierras relevante.

## 2. Materiales

---

El perfil litológico del terreno se especifica en el “Anejo 2. Estudio Geotécnico”.

Los materiales que se presentan en la traza se distinguen por el uso que se les puede dar previo desmonte en algún otro punto de la traza.

Tierra vegetal: la tierra vegetal excavada será utilizada para la posterior revegetación de taludes.

Relleno antrópico: esta capa no será apta para su uso como relleno para la formación de terraplenes. Se trasladará a un depósito de sobrantes.

Arcillas: a pesar de considerarse un material deficiente en el ámbito de la obra civil, las características de este tipo de arcillas hacen apto su uso como relleno para la formación de terraplenes.

Margas: apto para su uso como relleno en la formación de terraplenes.

### 3. Superficies

En la siguiente tabla se muestran las áreas de corte de cada material y el relleno en cada uno de los P.K.

La siguiente tabla corresponde a la alineación 1:

ÁREA (m <sup>2</sup> )							
P.K.	DESMONTE						RELLENO
	Tierra vegetal	Rell. Antrópico (No apto)	Arcillas (Apto)	Margas (Apto)	Des. Apto Total	Des. Total	Relleno Total
0+000.00	3,06	7,30	0,00	0,00	0,00	10,36	3,29
0+020.00	5,25	27,20	2,04	0,00	2,04	34,49	0,01
0+040.00	6,56	39,44	33,41	37,01	70,42	116,42	0,79
0+060.00	10,82	70,17	62,98	151,99	214,97	295,96	0,00
0+080.00	9,21	60,76	52,65	92,06	144,71	214,68	0,25
0+100.00	7,24	44,93	35,65	39,66	75,31	127,48	0,07
0+120.00	7,89	51,04	42,04	28,59	70,63	129,56	0,00
0+140.00	1,63	2,43	0,00	0,00	0,00	4,06	16,70
0+160.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	97,41
0+180.00	0,23	0,04	0,00	0,00	0,00	0,27	41,74
0+200.00	6,58	38,24	20,49	2,35	22,84	67,66	0,00
0+220.00	7,33	43,75	29,96	12,06	42,02	93,10	0,00
0+240.00	6,53	38,47	26,99	10,77	37,76	82,76	1,00
0+260.00	6,81	36,49	22,18	4,37	26,55	69,85	2,86
0+280.00	7,89	42,96	19,50	0,64	20,14	70,99	0,08
0+300.00	6,55	35,75	17,12	0,81	17,93	60,23	0,66
0+320.00	4,57	22,02	5,64	0,00	5,64	32,23	4,42
0+340.00	6,27	31,50	10,93	0,04	10,97	48,74	0,48
0+360.00	7,75	44,76	29,03	12,29	41,32	93,83	0,08
0+380.00	8,05	50,67	40,07	21,76	61,83	120,55	0,00
0+400.00	6,93	43,17	28,62	8,12	36,74	86,84	0,00
0+420.00	4,80	23,59	1,33	0,00	1,33	29,72	0,77
0+440.00	6,00	34,36	6,24	0,00	6,24	46,60	0,03
0+460.00	6,62	41,37	26,15	4,33	30,48	78,47	0,15
0+480.00	6,45	39,40	20,89	0,65	21,54	67,39	0,00
0+500.00	6,23	37,84	20,07	1,34	21,41	65,48	0,00
0+520.00	7,47	46,63	34,24	11,07	45,31	99,41	0,00
0+540.00	7,98	47,50	28,36	4,88	33,24	88,72	0,00
0+560.00	7,63	47,31	30,26	4,76	35,02	89,96	0,00
0+580.00	6,19	37,32	10,40	0,00	10,40	53,91	0,00
0+600.00	3,20	5,93	0,00	0,00	0,00	9,13	2,56
0+620.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	62,34
0+640.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	58,76
0+660.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48,42

0+680.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	45,83
0+700.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	46,25
0+720.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	46,70
0+740.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	61,19
0+760.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	65,13
0+780.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	55,80
0+800.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	46,80
0+820.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40,68
0+840.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,06
0+860.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,38
0+880.00	1,96	0,00	0,00	0,00	0,00	1,96	0,34
0+900.00	4,63	12,26	0,00	0,00	0,00	16,89	0,00
0+920.00	5,77	29,59	0,11	0,00	0,11	35,47	0,00
0+940.00	5,20	29,40	0,00	0,00	0,00	34,60	0,00
0+960.00	5,00	26,05	0,00	0,00	0,00	31,05	0,00
0+980.00	4,87	22,41	0,00	0,00	0,00	27,28	0,00
0+998.62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla 6.3.1. Áreas de corte y relleno alineación 1.

La siguiente tabla corresponde a la alineación 2:

ÁREA (m <sup>2</sup> )							
P.K.	DESMONTE						RELLENO
	Tierra vegetal	Rell. Antrópico (No apto)	Arcillas (Apto)	Margas (Apto)	Des. Apto Total	Des. Total	Relleno Total
0+000.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0+020.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	106,14
0+040.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	190,67
0+060.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	213,70
0+080.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	173,55
0+100.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	137,32
0+120.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	117,72
0+140.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	79,54
0+160.00	2,11	2,70	0,00	0,00	0,00	4,81	19,38
0+180.00	1,87	1,21	0,00	0,00	0,00	3,08	8,23
0+200.00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	10,33
0+220.00	2,05	1,07	0,00	0,00	0,00	3,12	3,58
0+240.00	6,64	4,27	0,00	0,00	0,00	10,91	0,51
0+260.00	2,93	4,50	0,00	0,00	0,00	7,43	3,16
0+265.42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla 6.3.2. Áreas de corte y relleno alineación 2.

## 4. Volúmenes

### 4.1. Terreno natural

A continuación se muestran los volúmenes de corte de cada material y el relleno en cada uno de los P.K.

Dichos volúmenes pueden calcularse en base a las áreas en función de la siguiente expresión:

$$V_i^{i+1} = \frac{S_i + S_{i+1}}{2} \cdot (S_{i+1} - S_i)$$

La siguiente tabla corresponde a la alineación 1:

VOLUMEN (m <sup>3</sup> )							
P.K.	DESMONTE						RELLENO
	Tierra vegetal	Rell. Antrópico (No Apto)	Arcillas (Apto)	Margas (Apto)	Des. Apto Total	Des. Total	Relleno Total
0+000.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0+020.00	83,13	344,95	20,41	0,00	20,41	448,49	32,99
0+040.00	118,10	666,36	354,55	370,09	724,64	1509,10	7,99
0+060.00	173,79	1096,06	963,94	1889,95	2853,89	4123,74	7,86
0+080.00	200,31	1309,26	1156,30	2440,48	3596,78	5106,35	2,47
0+100.00	164,53	1056,93	883,04	1317,19	2200,23	3421,69	3,18
0+120.00	152,68	967,24	781,57	688,28	1469,85	2589,77	0,69
0+140.00	97,52	546,56	428,00	292,84	720,84	1364,92	162,16
0+160.00	16,96	25,43	0,00	0,00	0,00	42,39	1108,31
0+180.00	2,40	0,45	0,00	0,00	0,00	2,85	1350,79
0+200.00	69,43	390,56	210,14	24,22	234,36	694,35	407,06
0+220.00	140,47	828,19	510,44	145,95	656,39	1625,05	0,00
0+240.00	138,62	822,18	569,58	228,25	797,83	1758,63	9,98
0+260.00	131,18	737,74	483,59	148,69	632,28	1501,20	39,40
0+280.00	142,44	769,64	403,01	48,51	451,52	1363,60	30,54
0+300.00	140,57	765,22	355,29	14,09	369,38	1275,17	7,59
0+320.00	109,99	571,09	224,84	8,00	232,84	913,92	51,35
0+340.00	108,43	535,22	165,66	0,41	166,07	809,72	48,95
0+360.00	140,25	762,59	399,53	123,26	522,79	1425,63	5,60
0+380.00	158,07	954,33	690,97	340,44	1031,41	2143,81	0,81
0+400.00	149,85	938,36	686,95	298,78	985,73	2073,94	0,00
0+420.00	117,32	667,57	299,57	81,19	380,76	1165,65	7,74
0+440.00	107,99	579,52	75,69	0,00	75,69	763,20	8,02
0+460.00	126,24	757,31	323,85	43,33	367,18	1250,73	1,78
0+480.00	130,77	807,71	470,36	49,84	520,20	1458,68	1,51

0+500.00	126,85	772,40	409,56	19,92	429,48	1328,73	0,00
0+520.00	137,80	848,83	546,27	125,14	671,41	1658,04	0,00
0+540.00	157,20	954,85	633,90	162,84	796,74	1908,79	0,00
0+560.00	160,24	968,84	598,03	99,84	697,87	1826,95	0,00
0+580.00	140,93	861,43	417,95	49,70	467,65	1470,01	0,00
0+600.00	95,47	438,82	107,29	0,00	107,29	641,58	24,27
0+620.00	32,90	61,70	0,00	0,00	0,00	94,60	643,77
0+640.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1207,09
0+660.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1071,48
0+680.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	942,18
0+700.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	920,75
0+720.00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	929,44
0+740.00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	1078,83
0+760.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1263,18
0+780.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1209,27
0+800.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1025,99
0+820.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	874,87
0+840.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	627,47
0+860.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	274,43
0+880.00	19,56	0,00	0,00	0,00	0,00	19,56	57,05
0+900.00	65,81	122,31	0,00	0,00	0,00	188,12	3,37
0+920.00	103,93	416,76	1,03	0,00	1,03	521,72	0,00
0+940.00	109,66	588,66	1,04	0,00	1,04	699,36	0,00
0+960.00	102,03	554,51	0,01	0,00	0,01	656,55	0,00
0+980.00	98,70	484,54	0,00	0,00	0,00	583,24	0,00
0+998.62	38,24	131,48	0,00	0,00	0,00	169,72	2,75

Tabla 6.4.1. Volúmenes de corte y relleno alineación 1.

Obteniéndose como volúmenes totales:

VOLUMEN (m <sup>3</sup> )						
DESMONTE						RELLENO
Tierra vegetal	Rell. Antrópico (No Apto)	Arcillas (Apto)	Margas (Apto)	Des. Apto Total	Des. Total	Relleno Total
4310,42	24105,6	13172,36	9011,23	22183,59	50599,61	15452,96

Tabla 6.4.2. Volúmenes totales de corte y relleno alineación 1.

La siguiente tabla corresponde a la alineación 2:

VOLUMEN (m <sup>3</sup> )							
P.K.	DESMONTE						RELLENO
	Tierra vegetal	Rell. Antrópico (No apto)	Arcillas (Apto)	Margas (Apto)	Des. Apto Total	Des. Total	Relleno Total
0+000.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0+020.00	33,08	78,52	0,00	0,00	0,00	111,60	1085,69
0+040.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2970,05
0+060.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4048,63
0+080.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3872,11
0+100.00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	3092,91
0+120.00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	2543,46
0+140.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1970,41
0+160.00	22,30	28,70	0,00	0,00	0,00	51,00	956,85
0+180.00	42,49	42,06	0,00	0,00	0,00	84,55	253,06
0+200.00	20,41	12,40	0,00	0,00	0,00	32,81	181,71
0+220.00	21,80	10,75	0,00	0,00	0,00	32,55	139,12
0+240.00	86,98	53,49	0,00	0,00	0,00	140,47	40,93
0+260.00	95,71	87,76	0,00	0,00	0,00	183,47	36,70
0+265.42	5,10	11,72	0,00	0,00	0,00	16,82	7,12

Tabla 6.4.3. Volúmenes de corte y relleno alineación 2.

Obteniéndose como volúmenes totales:

VOLUMEN (m <sup>3</sup> )						
DESMONTE						RELLENO
Tierra vegetal	Rell. Antrópico (No apto)	Arcillas (Apto)	Margas (Apto)	Des. Apto Total	Des. Total	Relleno Total
327,95	325,40	0,00	0,00	0,00	653,35	21198,75

Tabla 6.4.4. Volúmenes totales de corte y relleno alineación 2.

#### 4.1.1. Volúmenes totales: Obra completa

En la siguiente tabla se muestran los volúmenes totales de desmonte y relleno de la obra completa. Se distingue entre los distintos materiales aflorantes en la traza.

VOLUMEN TOTAL (m <sup>3</sup> )						
DESMONTE						RELLENO
Tierra vegetal	Rell. Antrópico (No apto)	Arcillas (Apto)	Margas (Apto)	Des. Apto Total	Des. Total	Relleno Total
4638,37	24431,00	13172,36	9011,23	22183,59	51252,96	36651,71

Tabla 6.4.5. Volúmenes totales de corte y relleno.

## 4.2. Diferencia de densidades: coeficientes de paso

Para el cálculo de los volúmenes de tierra se debe de tener en cuenta la diferencia de densidades que existen entre el terreno natural y ese mismo terreno usado como relleno.

Dicho terreno será excavado, transportado, extendido y finalmente compactado.

En el proceso mencionado, el terreno va a soportar varios cambios de densidades, por ello, se utilizará un factor de paso, el cual relaciona el volumen que tiene el terreno en banco (previo a la excavación) con el volumen que tendrá dicho terreno compactado o en el depósito de sobrantes.

Los coeficientes de paso a aplicar serán los siguientes:

Coeficiente de paso		
Material de excavación	Relleno compactado	Depósito de sobrantes
Todo tipo de terreno	1,05	1,25

Tabla 6.4.6. Coeficientes de paso.

El volumen de tierra vegetal, no se verá afectada por dichos coeficientes, dado que tras su disposición en obra no tendrá un posterior compactado, por lo que tendrá el mismo volumen.

De esta manera, se presentan a continuación los volúmenes del desmonte (clasificados ya según su valía para su empleo como relleno), con los respectivos coeficientes de paso aplicados.

Para la alineación 1:

VOLUMEN (m <sup>3</sup> )				
P.K.	DESMONTE			
	No Apto	No Apto * 1,25	Apto	Apto * 1,05
0+000.00	0,00	0,00	0,00	0,00
0+020.00	344,95	431,19	20,41	21,43
0+040.00	666,36	832,95	724,64	760,87
0+060.00	1096,06	1370,08	2853,89	2996,58
0+080.00	1309,26	1636,58	3596,78	3776,62
0+100.00	1056,93	1321,16	2200,23	2310,24
0+120.00	967,24	1209,05	1469,85	1543,34
0+140.00	546,56	683,20	720,84	756,88
0+160.00	25,43	31,79	0,00	0,00
0+180.00	0,45	0,56	0,00	0,00
0+200.00	390,56	488,20	234,36	246,08
0+220.00	828,19	1035,24	656,39	689,21
0+240.00	822,18	1027,73	797,83	837,72

0+260.00	737,74	922,18	632,28	663,89
0+280.00	769,64	962,05	451,52	474,10
0+300.00	765,22	956,53	369,38	387,85
0+320.00	571,09	713,86	232,84	244,48
0+340.00	535,22	669,03	166,07	174,37
0+360.00	762,59	953,24	522,79	548,93
0+380.00	954,33	1192,91	1031,41	1082,98
0+400.00	938,36	1172,95	985,73	1035,02
0+420.00	667,57	834,46	380,76	399,80
0+440.00	579,52	724,40	75,69	79,47
0+460.00	757,31	946,64	367,18	385,54
0+480.00	807,71	1009,64	520,20	546,21
0+500.00	772,40	965,50	429,48	450,95
0+520.00	848,83	1061,04	671,41	704,98
0+540.00	954,85	1193,56	796,74	836,58
0+560.00	968,84	1211,05	697,87	732,76
0+580.00	861,43	1076,79	467,65	491,03
0+600.00	438,82	548,53	107,29	112,65
0+620.00	61,70	77,13	0,00	0,00
0+640.00	0,00	0,00	0,00	0,00
0+660.00	0,00	0,00	0,00	0,00
0+680.00	0,00	0,00	0,00	0,00
0+700.00	0,00	0,00	0,00	0,00
0+720.00	0,00	0,00	0,00	0,00
0+740.00	0,00	0,00	0,00	0,00
0+760.00	0,00	0,00	0,00	0,00
0+780.00	0,00	0,00	0,00	0,00
0+800.00	0,00	0,00	0,00	0,00
0+820.00	0,00	0,00	0,00	0,00
0+840.00	0,00	0,00	0,00	0,00
0+860.00	0,00	0,00	0,00	0,00
0+880.00	0,00	0,00	0,00	0,00
0+900.00	122,31	152,89	0,00	0,00
0+920.00	416,76	520,95	1,03	1,08
0+940.00	588,66	735,83	1,04	1,09
0+960.00	554,51	693,14	0,01	0,01
0+980.00	484,54	605,68	0,00	0,00
0+998.62	131,48	164,35	0,00	0,00

Tabla 6.4.7. Volúmenes de desmonte con coeficientes de paso alineación 1.

Siendo los valores totales de los desmontes con sus respectivos coeficientes aplicados:

VOLUMEN (m <sup>3</sup> )			
DESMONTE			
No Apto	No Apto * 1,25	Apto	Apto * 1,05
24105,60	30132,00	22183,59	23292,77

Tabla 6.4.8. Volúmenes totales de desmonte con coeficientes de paso alineación 1.

Para la alineación 2:

VOLUMEN (m <sup>3</sup> )				
P.K.	DESMONTE			
	No apto	No Apto * 1,25	Apto	Apto * 1,05
0+000.00	0,00	0,00	0,00	0,00
0+020.00	78,52	98,15	0,00	0,00
0+040.00	0,00	0,00	0,00	0,00
0+060.00	0,00	0,00	0,00	0,00
0+080.00	0,00	0,00	0,00	0,00
0+100.00	0,00	0,00	0,00	0,00
0+120.00	0,00	0,00	0,00	0,00
0+140.00	0,00	0,00	0,00	0,00
0+160.00	28,70	35,88	0,00	0,00
0+180.00	42,06	52,58	0,00	0,00
0+200.00	12,40	15,50	0,00	0,00
0+220.00	10,75	13,44	0,00	0,00
0+240.00	53,49	66,86	0,00	0,00
0+260.00	87,76	109,70	0,00	0,00
0+265.42	11,72	14,65	0,00	0,00

Tabla 6.4.9. Volúmenes de desmonte con coeficiente de paso alineación 2.

Siendo los valores totales de los desmontes con sus respectivos coeficientes aplicados:

VOLUMEN (m <sup>3</sup> )			
DESMONTE			
No Apto	No Apto * 1,25	Apto	Apto * 1,05
325,40	406,75	0,00	0,00

Tabla 6.4.10. Volúmenes totales de desmonte con coeficientes de paso alineación 2.

#### 4.2.1. Volúmenes totales: obra completa

En la siguiente tabla se muestran los volúmenes totales de desmonte con sus respectivos factores de paso aplicados de la obra completa. Se distingue entre los distintos materiales de desmonte aptos para su posterior uso como relleno y los materiales no aptos para dicho uso.

VOLUMEN TOTAL (m <sup>3</sup> )			
DESMONTE			
No Apto	No Apto * 1,25	Apto	Apto * 1,05
24431,00	30538,75	22183,59	23292,77

Tabla 6.4.11. Volúmenes totales de desmonte con coeficientes de paso.

## 5. Balance de Tierras

### 5.1. Volúmenes acumulados

Se mostrarán los valores acumulados tanto del desmonte apto (con el coeficiente de paso aplicado) como del terraplén para la extensión completa de la obra. Se realizará para ambas alineaciones conjuntamente puesto que el balance de tierras se deberá de realizar para la obra completa.

Es por esto que la alineación dos se tratarán, a efectos de cálculo, como una prolongación de la alineación 1.

VOLUMEN (m <sup>3</sup> )					
P.K.	DESMONTE		RELLENO		BALANCE
	Des. Apto	Des. Apto Acumulado	Relleno	Rell. Acumulado	Des Ac. - Rell. Ac
0+000.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0+020.00	21,43	21,43	32,99	32,99	-11,56
0+040.00	760,87	782,30	7,99	40,98	741,32
0+060.00	2996,58	3778,89	7,86	48,84	3730,05
0+080.00	3776,62	7555,51	2,47	51,31	7504,20
0+100.00	2310,24	9865,75	3,18	54,49	9811,26
0+120.00	1543,34	11409,09	0,69	55,18	11353,91
0+140.00	756,88	12165,97	162,16	217,34	11948,63
0+160.00	0,00	12165,97	1108,31	1325,65	10840,32
0+180.00	0,00	12165,97	1350,79	2676,44	9489,53
0+200.00	246,08	12412,05	407,06	3083,50	9328,55

0+220.00	689,21	13101,26	0,00	3083,50	10017,76
0+240.00	837,72	13938,98	9,98	3093,48	10845,50
0+260.00	663,89	14602,88	39,40	3132,88	11470,00
0+280.00	474,10	15076,97	30,54	3163,42	11913,55
0+300.00	387,85	15464,82	7,59	3171,01	12293,81
0+320.00	244,48	15709,30	51,35	3222,36	12486,94
0+340.00	174,37	15883,68	48,95	3271,31	12612,37
0+360.00	548,93	16432,61	5,60	3276,91	13155,70
0+380.00	1082,98	17515,59	0,81	3277,72	14237,87
0+400.00	1035,02	18550,60	0,00	3277,72	15272,88
0+420.00	399,80	18950,40	7,74	3285,46	15664,94
0+440.00	79,47	19029,87	8,02	3293,48	15736,39
0+460.00	385,54	19415,41	1,78	3295,26	16120,15
0+480.00	546,21	19961,62	1,51	3296,77	16664,85
0+500.00	450,95	20412,58	0,00	3296,77	17115,81
0+520.00	704,98	21117,56	0,00	3296,77	17820,79
0+540.00	836,58	21954,14	0,00	3296,77	18657,37
0+560.00	732,76	22686,90	0,00	3296,77	19390,13
0+580.00	491,03	23177,93	0,00	3296,77	19881,16
0+600.00	112,65	23290,59	24,27	3321,04	19969,55
0+620.00	0,00	23290,59	643,77	3964,81	19325,78
0+640.00	0,00	23290,59	1207,09	5171,90	18118,69
0+660.00	0,00	23290,59	1071,48	6243,38	17047,21
0+680.00	0,00	23290,59	942,18	7185,56	16105,03
0+700.00	0,00	23290,59	920,75	8106,31	15184,28
0+720.00	0,00	23290,59	929,44	9035,75	14254,84
0+740.00	0,00	23290,59	1078,83	10114,58	13176,01
0+760.00	0,00	23290,59	1263,18	11377,76	11912,83
0+780.00	0,00	23290,59	1209,27	12587,03	10703,56
0+800.00	0,00	23290,59	1025,99	13613,02	9677,57
0+820.00	0,00	23290,59	874,87	14487,89	8802,70
0+840.00	0,00	23290,59	627,47	15115,36	8175,23
0+860.00	0,00	23290,59	274,43	15389,79	7900,80
0+880.00	0,00	23290,59	57,05	15446,84	7843,75
0+900.00	0,00	23290,59	3,37	15450,21	7840,38
0+920.00	1,08	23291,67	0,00	15450,21	7841,46
0+940.00	1,09	23292,76	0,00	15450,21	7842,55
0+960.00	0,01	23292,77	0,00	15450,21	7842,56
0+980.00	0,00	23292,77	0,00	15450,21	7842,56
1+000.00	0,00	23292,77	0,00	15450,21	7842,56
1+020.00	0,00	23292,77	1085,69	16535,90	6756,87
1+040.00	0,00	23292,77	2970,05	19505,95	3786,82
1+060.00	0,00	23292,77	4048,63	23554,58	-261,81
1+080.00	0,00	23292,77	3872,11	27426,69	-4133,92
1+100.00	0,00	23292,77	3092,91	30519,60	-7226,83

1+120.00	0,00	23292,77	2543,46	33063,06	-9770,29
1+140.00	0,00	23292,77	1970,41	35033,47	-11740,70
1+160.00	0,00	23292,77	956,85	35990,32	-12697,55
1+180.00	0,00	23292,77	253,06	36243,38	-12950,61
1+200.00	0,00	23292,77	181,71	36425,09	-13132,32
1+220.00	0,00	23292,77	139,12	36564,21	-13271,44
1+240.00	0,00	23292,77	40,93	36605,14	-13312,37
1+260.00	0,00	23292,77	36,70	36641,84	-13349,07
1+265.42	0,00	23292,77	7,12	36648,96	-13356,19

Tabla 6.5.1. Volúmenes acumulados.

## 5.2. Diagrama de masas

Con el balance de tierras que se muestra en la última columna de la tabla anterior realizaremos el diagrama de masas, donde se podrá ver gráficamente los volúmenes de tierra que se manejarán en la obra.

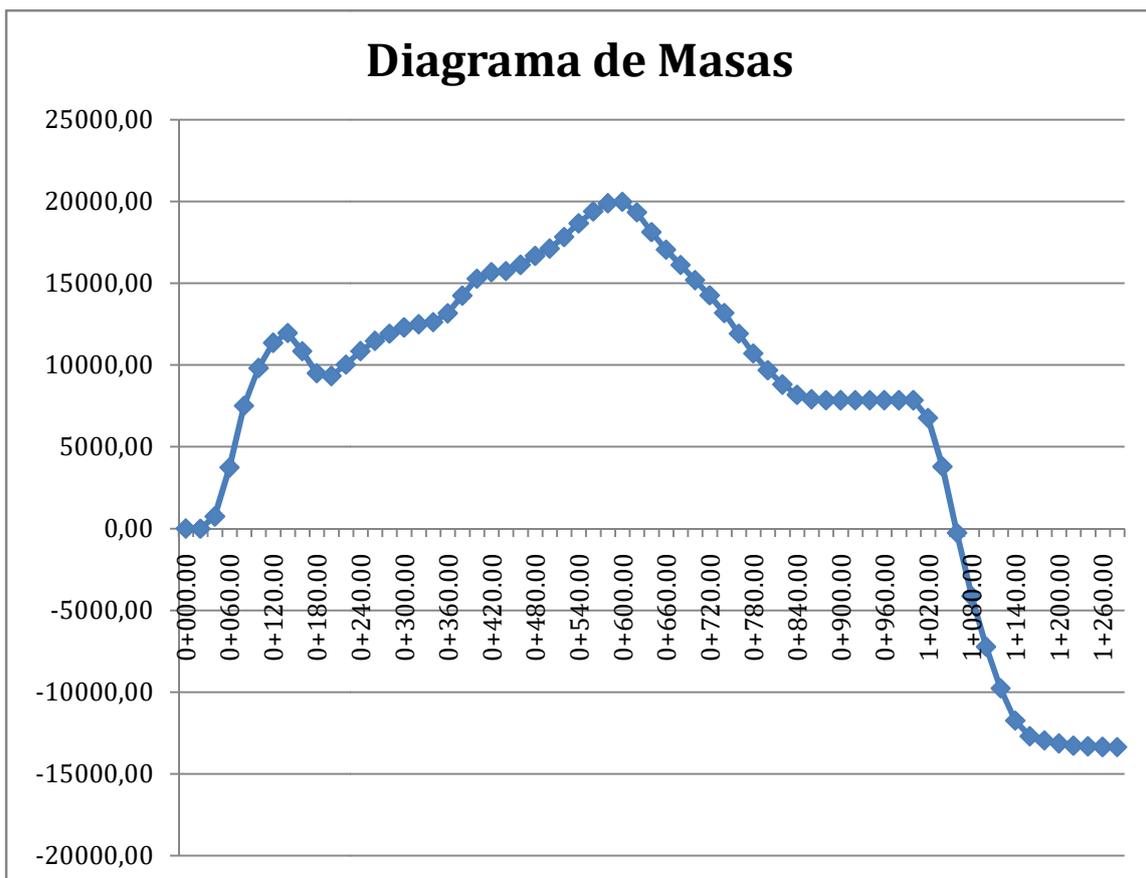


Figura 6.5.1. Diagrama de masas.

## 6. Resultados

---

Como se ha mencionado en el presente anejo, habrá material excavado que se utilizará como relleno en zonas de terraplén y habrá material no apto, el cual será transportado a un depósito de sobrantes.

El volumen del suelo no apto, y que por tanto se deberá de trasladar a un depósito de sobrantes será de:

**Desmante No Apto: 30538,75 m<sup>3</sup>**

Por otro lado, el volumen de desmante apto será de:

**Desmante Apto: 23292,77m<sup>3</sup>**

Mientras que el volumen de relleno necesario para la formación de terraplenes será de:

**Relleno para Terraplenes: 36648,96 m<sup>3</sup>**

Como podemos apreciar realizando la compensación de volúmenes, será necesario material de aportación de fuera de la obra para poder completar los terraplenes, ya que el volumen necesario de terraplén es mayor que el volumen de desmante apto disponible.

El volumen de aportación necesario es de:

**Aportación necesaria = Rell. Terraplén – Des. Apto = 13356.19 m<sup>3</sup>**

Al no existir un volumen sobrante de desmante apto, el volumen total de material a llevar al depósito de sobrantes será igual al volumen de material no apto

**Transporte a Vertedero = 30538,75 m<sup>3</sup>**

# Anejo 7

## Estructuras

## Índice

---

1. Introducción.....	184
2. Norma y materiales .....	184
3. Acciones .....	184
4. Datos generales.....	184
5. Descripción del terreno .....	185
6. Sección vertical del terreno.....	186
7. Geometría.....	186
8. Esquema de las fases.....	187
9. Resultados de las fases.....	188
10.- Combinaciones.....	188
11. Descripción del armado .....	189
12. Comprobaciones geométricas y de resistencia.....	190
13. Medición.....	195

## 1. Introducción

---

Atendiendo a las recomendaciones que se mencionan en el estudio geotécnico, con el fin de reducir la altura del talud existente entre los PK's 0+040.00 y 0+105.00, se llevará a cabo la construcción del muro ménsula descrito en el presente anejo. El muro, por tanto, se extenderá entre los PK's mencionados, alcanzado una longitud de 65 metros.

## 2. Norma y materiales

---

Norma: EHE-08-CTE (España)

Hormigón: HA-25, Control Estadístico

Acero de barras: B 400 S, Control Normal

Tipo de ambiente: Clase IIa

Recubrimiento en el intradós del muro: 3.0 cm

Recubrimiento en el trasdós del muro: 3.0 cm

Recubrimiento superior de la cimentación: 5.0 cm

Recubrimiento inferior de la cimentación: 5.0 cm

Recubrimiento lateral de la cimentación: 7.0 cm

Tamaño máximo del árido: 30 mm

## 3. Acciones

---

Empuje en el intradós: Pasivo

Empuje en el trasdós: Activo

## 4. Datos generales

---

Cota de la rasante: 0.00 m

Altura del muro sobre la rasante: 0.00 m

Enrase: Intradós

Longitud del muro en planta: 10.00 m

Separación de las juntas: 5.00 m

Tipo de cimentación: Zapata corrida

## 5. Descripción del terreno

---

Cota de la roca: -8.00 m

Ángulo talud: 23 grados

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el intradós del muro: 0 %

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el trasdós del muro: 0 %

Evacuación por drenaje: 100 %

Porcentaje de empuje pasivo: 50 %

Cota empuje pasivo: 1.00 m

Tensión admisible: 9.500 MPa

Coeficiente de rozamiento terreno-cimiento: 0.60

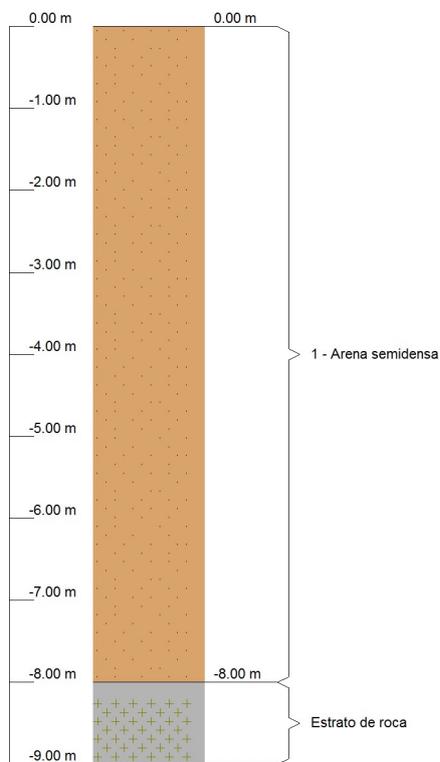
### *ESTRATOS*

Referencias	Cota superior	Descripción	Coeficientes de empuje
1 - Arena semidensa	0.00 m	Densidad aparente: 19.00 kN/m <sup>3</sup> Densidad sumergida: 11.00 kN/m <sup>3</sup> Ángulo rozamiento interno: 33.00 grados Cohesión: 0.00 kN/m <sup>2</sup>	Activo trasdós: 0.29 Pasivo intradós: 3.39

### *RELLENO EN INTRADÓS*

Referencias	Descripción	Coeficientes de empuje
Relleno	Densidad aparente: 19.00 kN/m <sup>3</sup> Densidad sumergida: 11.00 kN/m <sup>3</sup> Ángulo rozamiento interno: 33.00 grados Cohesión: 0.00 kN/m <sup>2</sup>	Activo trasdós: 0.29 Pasivo intradós: 3.39

## 6. Sección vertical del terreno



## 7. Geometría

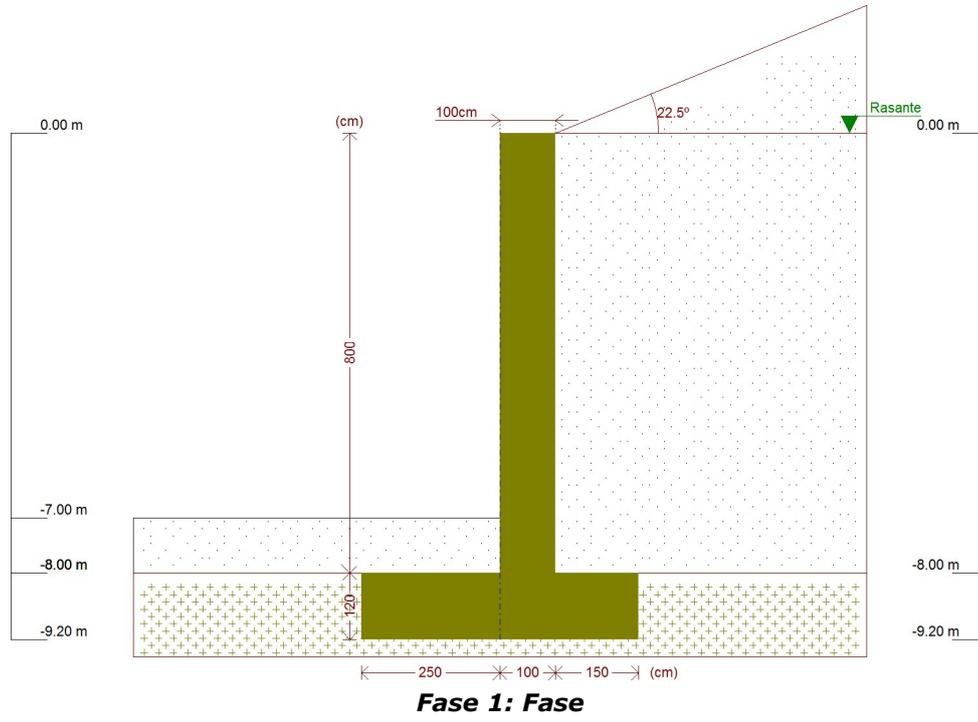
### MURO

Altura: 8.00 m  
Espesor superior: 100.0 cm  
Espesor inferior: 100.0 cm

### ZAPATA CORRIDA

Con puntera y talón  
Canto: 120 cm  
Vuelos intradós / trasdós: 250.0 / 150.0 cm  
Hormigón de limpieza: 10 cm

## 8. Esquema de las fases



## 9. Resultados de las fases

Esfuerzos sin mayorar.

### *FASE 1: FASE*

#### *CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS*

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (kN·m/m)	Ley de empujes (kN/m <sup>2</sup> )	Presión hidrostática (kN/m <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00
-0.79	19.37	2.37	0.62	5.99	0.00
-1.59	38.99	9.58	5.08	12.05	0.00
-2.39	58.61	21.65	17.25	18.12	0.00
-3.19	78.23	38.57	41.01	24.18	0.00
-3.99	97.85	60.34	80.25	30.25	0.00
-4.79	117.47	86.96	138.85	36.31	0.00
-5.59	137.09	118.44	220.69	42.37	0.00
-6.39	156.71	154.76	329.64	48.44	0.00
-7.19	176.33	195.94	469.60	54.50	0.00
-7.99	195.95	241.97	644.44	60.57	0.00
Máximos	196.20 Cota: -8.00 m	242.57 Cota: -8.00 m	646.86 Cota: -8.00 m	60.64 Cota: -8.00 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	0.00 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 0.00 m	-0.00 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 0.00 m

## 10.- Combinaciones

### *HIPÓTESIS*

1 - Carga permanente
2 - Empuje de tierras

#### *COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS*

Combinación	Hipótesis	
	1	2
1	1.00	1.00
2	1.60	1.00
3	1.00	1.60
4	1.60	1.60

## COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

Combinación	Hipótesis	
	1	2
1	1.00	1.00

### 11. Descripción del armado

<b>CORONACIÓN</b>				
Armadura superior: 4Ø16				
Anclaje intradós / trasdós: 90 / 89 cm				
<b>TRAMOS</b>				
Núm.	Intradós		Trasdós	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø12c/30 Solape: 0.25 m	Ø16c/20	Ø25c/25 Solape: 1.35 m Refuerzo 1: Ø25 h=2.3 m	Ø16c/20
<b>ZAPATA</b>				
Armadura	Longitudinal	Transversal		
Superior	Ø20c/25	Ø16c/15 Longitud de anclaje en prolongación: 110 cm		
Inferior	Ø20c/25	Ø25c/20 Patilla intradós / trasdós: - / 38 cm		
Longitud de pata en arranque: 30 cm				

## 12. Comprobaciones geométricas y de resistencia

Referencia: Muro: Muro ménsula		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 1858.8 kN/m Calculado: 388.1 kN/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: <i>Jiménez Salas, J.A. Geotecnia y Cimientos II, (Cap. 12)</i>	Mínimo: 20 cm Calculado: 100 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: <i>Norma EHE-98. Artículo 66.4.1</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Trasdós:	Calculado: 18.4 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 18.4 cm	Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: <i>Norma EHE, artículo 42.3.1</i>	Máximo: 30 cm	
- Trasdós:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 20 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE</i>	Mínimo: 0.001	
- Trasdós (-8.00 m):	Calculado: 0.001	Cumple
- Intradós (-8.00 m):	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: <i>Criterio J. Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Cuantía horizontal &gt; 20% Cuantía vertical)</i>	Calculado: 0.001	
- Trasdós:	Mínimo: 0.00078	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 7e-005	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE</i>	Mínimo: 0.0012	
- Trasdós (-8.00 m):	Calculado: 0.00392	Cumple
- Trasdós (-5.70 m):	Calculado: 0.00196	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: <i>Norma EHE, artículo 42.3.2 (Flexión simple o compuesta)</i>	Mínimo: 0.00191	
- Trasdós (-8.00 m):	Calculado: 0.00392	Cumple
- Trasdós (-5.70 m):	Calculado: 0.00196	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE</i>	Mínimo: 0.00036	
- Intradós (-8.00 m):	Calculado: 0.00037	Cumple
- Intradós (-5.70 m):	Calculado: 0.00037	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: <i>Norma EHE, artículo 42.3.2 (Flexión simple o compuesta)</i>	Calculado: 0.00037	
- Intradós (-8.00 m):	Mínimo: 4e-005	Cumple
- Intradós (-5.70 m):	Mínimo: 3e-005	Cumple

Referencia: Muro: Muro ménsula		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía máxima geométrica de armadura vertical total: <i>EC-2, art. 5.4.7.2</i>	Máximo: 0.04	
- (0.00 m):	Calculado: 0.00234	Cumple
- (-5.70 m):	Calculado: 0.0043	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: <i>Norma EHE-98. Artículo 66.4.1</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Trasdós, vertical:	Calculado: 8.7 cm	Cumple
- Intradós, vertical:	Calculado: 27.6 cm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Norma EHE, artículo 42.3.1</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 30 cm	Cumple
Comprobación a flexión compuesta: <i>Comprobación realizada por unidad de longitud de muro</i>		Cumple
Comprobación a cortante: <i>Artículo 44.2.3.2.1 (EHE-98)</i>	Máximo: 388.4 kN/m Calculado: 300.7 kN/m	Cumple
Comprobación de fisuración: <i>Artículo 49.2.4 de la norma EHE</i>	Máximo: 0.3 mm Calculado: 0.226 mm	Cumple
Longitud de solapes: <i>Norma EHE-98. Artículo 66.6.2</i>		
- Base trasdós:	Mínimo: 1.35 m Calculado: 1.35 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.24 m Calculado: 0.25 m	Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: <i>Criterio J. Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".</i>		
- Trasdós:	Mínimo: 89 cm Calculado: 89 cm	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0 cm Calculado: 90 cm	Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: <i>Criterio J. Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".</i>	Mínimo: 4 cm <sup>2</sup> Calculado: 8 cm <sup>2</sup>	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: -8.00 m - Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: -8.00 m - Sección crítica a flexión compuesta: Cota: -6.95 m, Md: 678.61 kN·m/m, Nd: 170.45 kN/m, Vd.: 292.92 kN/m, Tensión máxima del acero: 347.826 MPa - Sección crítica a cortante: Cota: -7.05 m - Sección con la máxima abertura de fisuras: Cota: -8.00 m, M: 646.86 kN·m/m, N: 196.20 kN/m		
Referencia: Zapata corrida: Muro ménsula		
Comprobación	Valores	Estado

Referencia: Zapata corrida: Muro ménsula		
Comprobación	Valores	Estado
<b>Comprobación de estabilidad:</b> <i>Valor introducido por el usuario.</i> - Coeficiente de seguridad al vuelco: - Coeficiente de seguridad al deslizamiento:	Mínimo: 2 Calculado: 2.48 Mínimo: 1.5 Calculado: 1.72	Cumple Cumple
<b>Canto mínimo:</b> - Zapata: <i>Norma EHE-98. Artículo 59.8.1</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 120 cm	Cumple
<b>Tensiones sobre el terreno:</b> <i>Valor introducido por el usuario.</i> - Tensión media: - Tensión máxima:	Máximo: 9.5 MPa Calculado: 0.1398 MPa Máximo: 11.875 MPa Calculado: 0.2261 MPa	Cumple Cumple
<b>Flexión en zapata:</b> <i>Comprobación basada en criterios resistentes</i> - Armado superior trasdós: - Armado inferior trasdós: - Armado inferior intradós:	Mínimo: 10.31 cm <sup>2</sup> /m Calculado: 13.4 cm <sup>2</sup> /m Mínimo: 0 cm <sup>2</sup> /m Calculado: 24.54 cm <sup>2</sup> /m Mínimo: 21.54 cm <sup>2</sup> /m Calculado: 24.54 cm <sup>2</sup> /m	Cumple Cumple Cumple
<b>Esfuerzo cortante:</b> <i>Norma EHE-98. Artículo 44.2.3.2.1</i> - Trasdós: - Intradós:	Máximo: 341.5 kN/m Calculado: 111 kN/m Calculado: 333.4 kN/m	Cumple Cumple
<b>Longitud de anclaje:</b> <i>Norma EHE-98. Artículo 66.5</i> - Arranque trasdós: - Arranque intradós: - Armado inferior trasdós (Patilla): - Armado inferior intradós (Patilla): - Armado superior trasdós (Patilla): - Armado superior intradós:	Mínimo: 42.9 cm Calculado: 110.5 cm Mínimo: 16 cm Calculado: 110.5 cm Mínimo: 37.8 cm Calculado: 38 cm Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm Mínimo: 24.6 cm Calculado: 110 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple
<b>Recubrimiento:</b>		

Referencia: Zapata corrida: Muro ménsula		
Comprobación	Valores	Estado
- Inferior: <i>Norma EHE. Artículo 37.2.4.</i>	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 5 cm	Cumple
- Lateral: <i>Norma EHE-98. Artículo 37.2.4</i>	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
- Superior: <i>Norma EHE. Artículo 37.2.4.</i>	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 5 cm	Cumple
Diámetro mínimo: <i>Norma EHE. Artículo 59.8.2.</i>	Mínimo: Ø12	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: Ø25	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: Ø20	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: Ø16	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: Ø20	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Norma EHE-98. Artículo 42.3.1</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 25 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 25 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 0.001	
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 0.00104	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 0.00104	Cumple
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 0.00204	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 0.00111	Cumple
Cuantía mecánica mínima:		
- Armadura longitudinal inferior: <i>Norma EHE-98. Artículo 56.2</i>	Mínimo: 0.00051 Calculado: 0.00104	Cumple
- Armadura longitudinal superior: <i>Norma EHE-98. Artículo 56.2</i>	Mínimo: 0.00027 Calculado: 0.00104	Cumple
- Armadura transversal inferior: <i>Norma EHE-98. Artículo 42.3.2</i>	Mínimo: 0.00185 Calculado: 0.00204	Cumple

Referencia: Zapata corrida: Muro ménsula		
Comprobación	Valores	Estado
- Armadura transversal superior: <i>Norma EHE-98. Artículo 42.3.2</i>	Mínimo: 0.00109 Calculado: 0.00111	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 400.99 kN·m/m - Momento flector pésimo en la sección de referencia del intradós: 827.01 kN·m/m		

## 13. Medición

Referencia: Muro		B 400 S, CN				Total
Nombre de armado		Ø12	Ø16	Ø20	Ø25	
Armado base transversal	Longitud (m)	34x8.84				300.56
	Peso (kg)	34x7.85				266.85
Armado longitudinal	Longitud (m)		41x9.86			404.26
	Peso (kg)		41x15.56			638.05
Armado base transversal	Longitud (m)				41x8.83	362.03
	Peso (kg)				41x34.03	1395.05
Armado longitudinal	Longitud (m)		41x9.86			404.26
	Peso (kg)		41x15.56			638.05
Armado viga coronación	Longitud (m)		4x9.86			39.44
	Peso (kg)		4x15.56			62.25
Armadura inferior - Transversal	Longitud (m)				51x5.23	266.73
	Peso (kg)				51x20.15	1027.82
Armadura inferior - Longitudinal	Longitud (m)			21x9.86		207.06
	Peso (kg)			21x24.32		510.64
Armadura superior - Transversal	Longitud (m)		67x2.53			169.51
	Peso (kg)		67x3.99			267.54
Armadura superior - Longitudinal	Longitud (m)			7x9.86		69.02
	Peso (kg)			7x24.32		170.21
Arranques - Transversal - Izquierda	Longitud (m)	34x1.65				56.10
	Peso (kg)	34x1.46				49.81
Arranques - Transversal - Derecha	Longitud (m)				41x2.74	112.34
	Peso (kg)				41x10.56	432.89
Arranques - Transversal - Derecha	Longitud (m)				40x3.69	147.60
	Peso (kg)				40x14.22	568.76
Totales	Longitud (m)	356.66	1017.47	276.08	888.70	
	Peso (kg)	316.66	1605.89	680.85	3424.52	6027.92
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	392.33	1119.22	303.69	977.57	
	Peso (kg)	348.33	1766.48	748.93	3766.97	6630.71

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 400 S, CN (kg)					Hormigón (m <sup>3</sup> )	
	Ø12	Ø16	Ø20	Ø25	Total	HA-25, Control Estadístico	Limpieza
Referencia: Muro	348.33	1766.48	748.93	3766.97	6630.71	140.00	5.00
Totales	348.33	1766.48	748.93	3766.97	6630.71	140.00	5.00

# Anejo 8

## Hidrología y drenaje

## Índice

---

1. Introducción.....	198
2. Delimitación y definición de las cuencas que atraviesa la traza.....	198
3. Estudio de la situación y planteamiento general.....	199
3.1. Hipótesis de cálculo.....	200
4. Precipitaciones.....	200
4.1. Periodo de retorno.....	200
4.2. Máxima lluvia diaria.....	201
5. Cálculo de caudales.....	203
5.1. Cálculo del caudal de la cuenca nº 1.....	203
5.1.1. Intensidad de precipitación (I (T, t)).....	203
5.1.2. Coeficiente de escorrentía (C).....	206
5.1.3. Coeficiente de uniformidad ( $K_t$ ).....	210
5.1.4. Caudal de la cuenca.....	211
5.2. Cálculo del caudal de la cuenca nº 2.....	211
5.2.1. Intensidad de precipitación (I (T, t)).....	211
5.2.2. Coeficiente de escorrentía (C).....	212
5.2.3. Coeficiente de uniformidad ( $K_t$ ).....	213
5.2.4. Caudal de la cuenca.....	213
5.3. Cálculo del caudal recogido por la plataforma.....	214
5.3.1. Características y definición de la cuenca.....	214
5.3.2. Intensidad de precipitación (I (T, t)).....	214
5.3.3. Coeficiente de escorrentía (C).....	216
5.3.4. Coeficiente de uniformidad ( $K_t$ ).....	218
5.3.5. Caudal de la cuenca.....	218
6. Cálculo de los elementos de drenaje.....	219
6.1. Dimensionamiento de la Obra de Drenaje Transversal (ODT).....	219
6.2. Cálculo de la capacidad de la cuneta.....	223

## 1. Introducción

---

En el presente anejo se llevará a cabo el dimensionamiento de los elementos de drenaje de la vía, así como el cálculo de los caudales necesario para ese fin.

En el proyecto que nos concierne, la única vía de nueva construcción y para la cual se calculará el drenaje será la alineación 1, la vía que conecta las glorietas 1 y 2.

A pesar de que se realizará la adecuación del trazado de la calle Enrike Urrutikoetxea (glorieta 2 en adelante), al ser un tramo pequeño y mantener intactas las dimensiones de los elementos de drenaje existentes en la vía original se entiende que no será necesario llevara a cabo de nuevo el cálculo de los mismos. En cuanto a las vías que existían previa presentación del presente proyecto, al mantener sus niveles y morfología prácticamente inalterados, el drenaje existente seguirá siendo válido para las mismas.

## 2. Delimitación y definición de las cuencas que atraviesa la traza

---

Las cuencas se han definido en función de la orografía del terreno y teniendo en cuenta las elevaciones de la carretera (puntos altos y bajos de la misma).

A continuación se muestran las cuencas vertientes que serán de interés en el cálculo del drenaje de la vía, en negro se muestra la delimitación de las cuencas y en azul los cauces de las mismas:

A efectos de se tendrán en cuenta principalmente las cuencas numeradas como 1 y 2 ya que su área es significativamente más grande que las demás, y por tanto su caudal de desagüe será significativamente mayor.

Las cuencas definidas como principales podrían ser divididas a su vez en pequeñas subcuencas, pero sabiendo que la suma de los caudales de las subcuencas ha de ser igual al caudal de la cuenca principal, calcularemos directamente el caudal de la cuenca definida como principal.

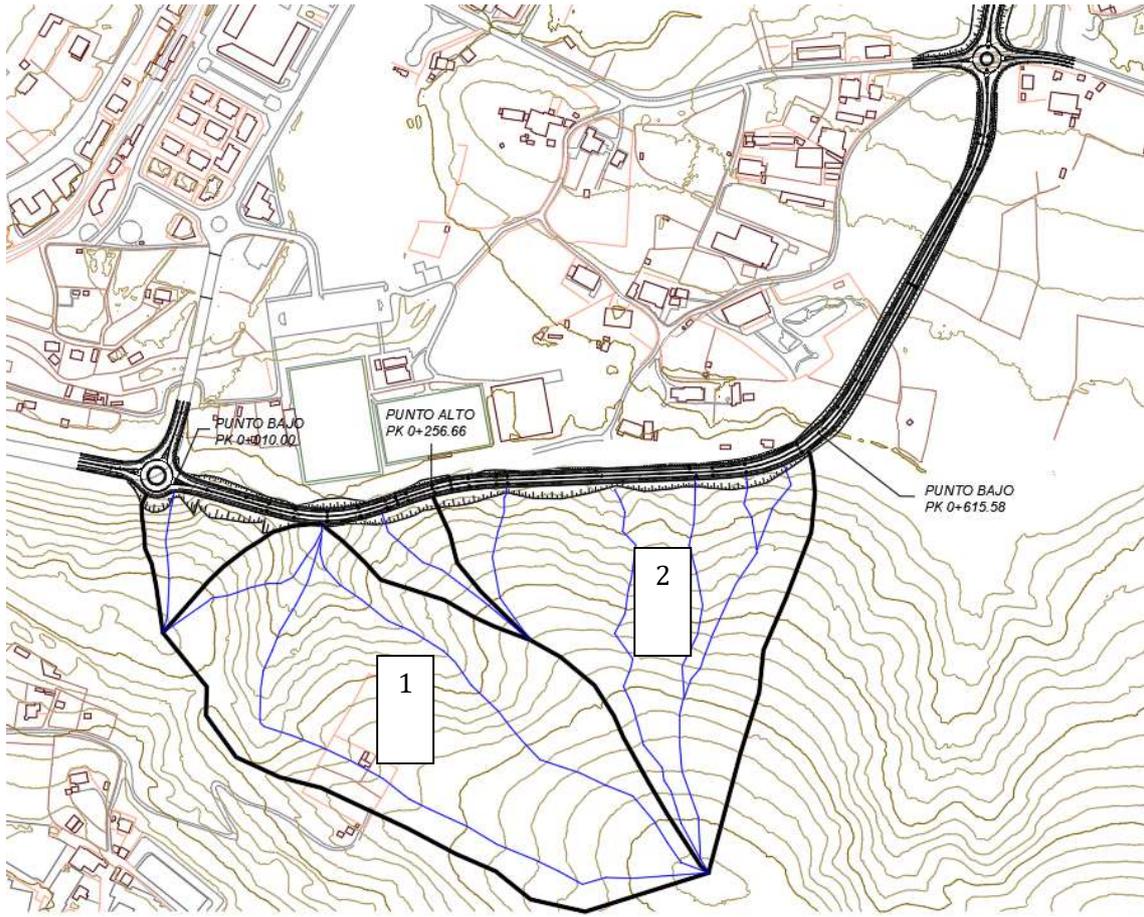


Figura 8.2.1. Delimitación de las cuencas vertientes.

CUENCAS	Área (A) (km <sup>2</sup> )	Longitud del recorrido más largo (L <sub>c</sub> ) (km)	Inclinación (J <sub>c</sub> ) (m/m)
1	0.07393	0.625	0.15
2	0.04153	0.397	0.24

Tabla 8.2.1. Características de las cuencas vertientes.

### 3. Estudio de la situación y planteamiento general

Antes de proceder al cálculo y dimensionamiento de los elementos de drenaje de la vía, se necesita realizar un estudio de la situación y plantear los elementos de drenaje que se pretenden disponer y su situación.

Se estudia la posibilidad de realizar 3 obras de drenaje transversal en función de los condicionantes que suponen las elevaciones de la obra lineal y la propia orografía del terreno con los puntos de vertido de las cuencas hidrográficas.

Como podemos observar en el perfil longitudinal de la vía, al comienzo de la alineación se da un punto bajo, por lo que será necesario reconducir el agua que se almacene en dicho punto por medio de una obra transversal que ayude a verte esa agua ladera abajo.

Por otra parte en el P.K. 0+615.18 hay un punto bajo en la vía, zona por donde además transcurre un pequeño río. En este punto se colocará una ODT. Dicha ODT captará las aguas que recojan los tramos descendentes de plataforma que convergen en dicho punto bajo y de la cuenca vertiente nº 2.

Además, fijándonos en la orografía del terreno y las cuencas vertientes que han sido definidas, observamos que la cuenca nº 1 vierte a un único punto todo su caudal, por lo que en ese punto (que coincide con zona de terraplén) será conveniente la ejecución de una obra de drenaje transversal con el fin de mantener inalterado, en la medida de lo posible, el curso natural del agua de la cuenca.

### 3.1. Hipótesis de cálculo

Para la comprobación de las dimensiones de la cuneta y el dimensionamiento de las obras de drenaje transversal se tomarán las siguientes hipótesis como válidas.

La comprobación de las dimensiones de la cuneta se realizará en el punto inmediatamente anterior a la ODT proyectada en el punto bajo del P.K. 615.18. Además, la comprobación se llevará a cabo para la cuneta colindante con la ladera del monte, a la cual vierte su caudal la cuenca nº 2 y la mitad de la plataforma de la vía, entendiéndose el punto mencionado como el más desfavorable.

Para el dimensionamiento de las obras de drenaje transversal se tomará como punto más desfavorable aquel en el que la cuenca nº 1 vierte su caudal al completo, entendiéndose que el dimensionamiento de esta ODT será válido para el resto de obras de drenaje transversales proyectadas en la vía.

## 4. Precipitaciones

---

### 4.1. Periodo de retorno

Según se estipula en la ley, los caudales de proyecto deberán de ser calculados para un periodo de retorno determinado en función del elemento de drenaje del que se trate, siendo  $T=100$  años para el dimensionamiento de una ODT y  $T=25$  años para el cálculo de los elementos de drenaje de la plataforma.

## 4.2. Máxima lluvia diaria

En función de la ubicación geográfica de la zona de estudio obtenemos del mapa de isolneas el coeficiente de variación  $C_v$  y la máxima precipitación diaria anual (P).

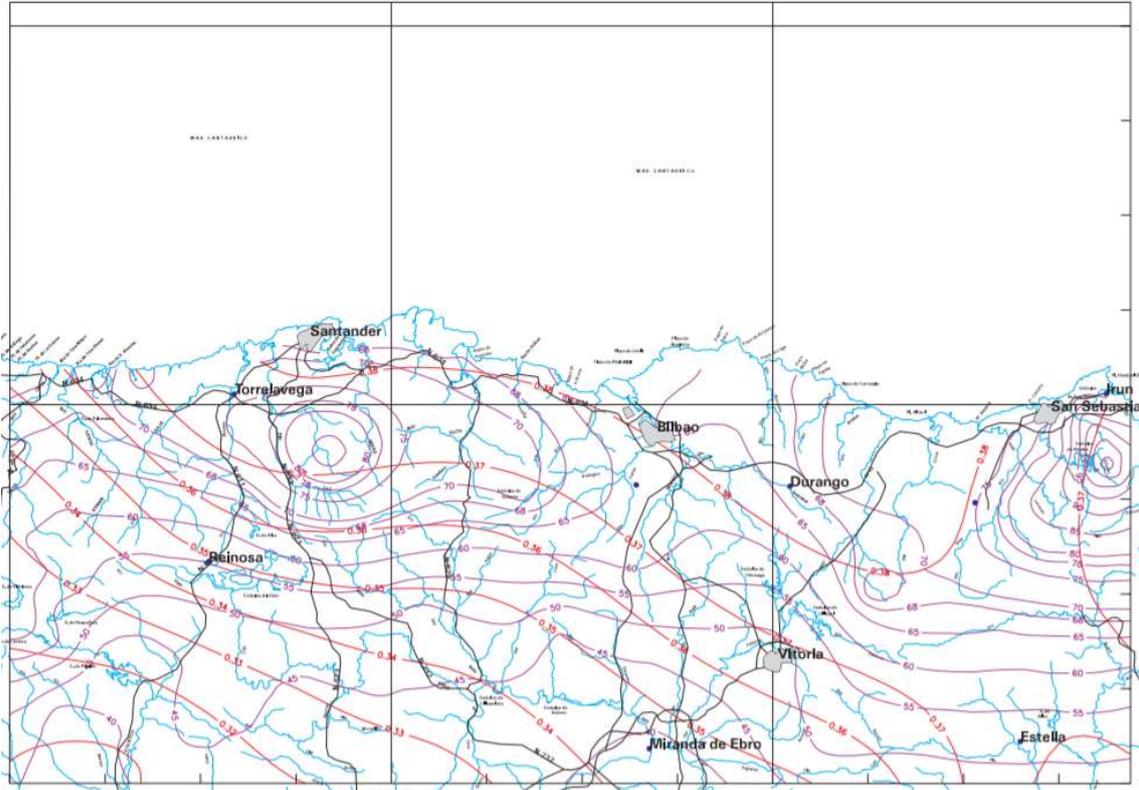


Figura 8.4.1. Mapa de isolneas.

Para la zona de Bilbao: -  $C_v=0.38$

- P = 65

Con el valor de  $C_v$  y el periodo de retorno obtenemos el factor de amplificación  $K_T$  de la siguiente tabla:

C <sub>v</sub>	PERIODO DE RETORNO EN AÑOS (T)							
	2	5	10	25	50	100	200	500
0.30	0.935	1.194	1.377	1.625	1.823	2.022	2.251	2.541
0.31	0.932	1.198	1.385	1.640	1.854	2.068	2.296	2.602
0.32	0.929	1.202	1.400	1.671	1.884	2.098	2.342	2.663
0.33	0.927	1.209	1.415	1.686	1.915	2.144	2.388	2.724
0.34	0.924	1.213	1.423	1.717	1.930	2.174	2.434	2.785
0.35	0.921	1.217	1.438	1.732	1.961	2.220	2.480	2.831
0.36	0.919	1.225	1.446	1.747	1.991	2.251	2.525	2.892
0.37	0.917	1.232	1.461	1.778	2.022	2.281	2.571	2.953
0.38	0.914	1.240	1.469	1.793	2.052	2.327	2.617	3.014
0.39	0.912	1.243	1.484	1.808	2.083	2.357	2.663	3.067
0.40	0.909	1.247	1.492	1.839	2.113	2.403	2.708	3.128
0.41	0.906	1.255	1.507	1.854	2.144	2.434	2.754	3.189
0.42	0.904	1.259	1.514	1.884	2.174	2.480	2.800	3.250
0.43	0.901	1.263	1.534	1.900	2.205	2.510	2.846	3.311
0.44	0.898	1.270	1.541	1.915	2.220	2.556	2.892	3.372
0.45	0.896	1.274	1.549	1.945	2.251	2.586	2.937	3.433
0.46	0.894	1.278	1.564	1.961	2.281	2.632	2.983	3.494
0.47	0.892	1.286	1.579	1.991	2.312	2.663	3.044	3.555
0.48	0.890	1.289	1.595	2.007	2.342	2.708	3.098	3.616
0.49	0.887	1.293	1.603	2.022	2.373	2.739	3.128	3.677
0.50	0.885	1.297	1.610	2.052	2.403	2.785	3.189	3.738
0.51	0.883	1.301	1.625	2.068	2.434	2.815	3.220	3.799
0.52	0.881	1.308	1.640	2.098	2.464	2.861	3.281	3.860

Tabla 8.4.1. Coeficiente C<sub>v</sub> en función del año de retorno

Para T=25 años → K<sub>25</sub> = 1.793

Para T=100 años → K<sub>100</sub> = 2.327

Obtenidos los datos necesarios podemos calcular la precipitación máxima diaria para el periodo cada periodo de retorno necesario:

T = 25 años → P<sub>25</sub> = K<sub>25</sub> \* P = 1.793 \* 65 = **116.55 mm/día**

T = 100 años → P<sub>100</sub> = K<sub>100</sub> \* P = 2.327 \* 65 = **151.26 mm/día**

## 5. Cálculo de caudales

Los caudales se determinarán siguiendo el método racional mediante la siguiente fórmula:

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

Donde:

- $Q_T$  (m<sup>3</sup> /s) Caudal máximo anual correspondiente al período de retorno T, en el punto de desagüe de la cuenca.  
 $I(T, t_c)$  (mm/h) Intensidad de precipitación correspondiente al período de retorno considerado T, para una duración del aguacero igual al tiempo de concentración  $t_c$ , de la cuenca.  
 C (adimensional) Coeficiente medio de escorrentía de la cuenca o superficie considerada.  
 A (km<sup>2</sup>) Área de la cuenca o superficie considerada.  
 $K_t$  (adimensional) Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación.

### 5.1. Cálculo del caudal de la cuenca nº 1

El cálculo del caudal de la cuenca nº 1 tiene por objeto el posterior dimensionamiento de la obra de drenaje transversal, por lo que el periodo de retorno a utilizar en este caso será de 100 años.

#### 5.1.1. Intensidad de precipitación ( $I(T, t)$ )

La intensidad de precipitación  $I(T, t)$  correspondiente a un período de retorno T, y a una duración del aguacero t, a emplear en la estimación de caudales por el método racional, se obtendrá por medio de la siguiente fórmula:

$$I(T, t) = I_d * F_{int}$$

Donde:

- $I(T, t)$  (mm/h) Intensidad de precipitación correspondiente a un período de retorno T y a una duración del aguacero t.  
 $I_d$  (mm/h) Intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al período de retorno T.  
 $F_{int}$  (adimensional) Factor de intensidad.

## Intensidad media diaria de la precipitación corregida ( $I_d$ )

La intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al período de retorno  $T$ , se obtiene mediante la fórmula:

$$I_d = \frac{P_d * K_A}{24}$$

Donde:

$I_d$  (mm/h) Intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al período de retorno  $T$ .

$P_d$  (mm) Precipitación diaria correspondiente al período de retorno  $T$ .

$K_A$  (adimensional) Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca.

$P_d \rightarrow$  Será el valor calculado en el apartado "4.2. Máxima lluvia diaria" para un periodo de retorno de 100 años:

$$P_d = P_{100} = 151.26 \text{ mm/día}$$

$$K_A \rightarrow A < 1 \text{ km}^2 \rightarrow K_A = 1$$

Por tanto,

$$I_d = \frac{151.26 * 1}{24} = 6.303 \text{ mm/h}$$

## Factor de intensidad ( $F_{int}$ )

El factor de intensidad introduce la torrencialidad de la lluvia en el área de estudio. A falta de un pluviógrafo cercano del cual tomar datos, se tomará el valor de  $F_a$ .

$$F_{int} = F_a$$

Donde:

$F_{int}$  (adimensional) Factor de intensidad

$F_a$  (adimensional) Factor obtenido a partir del índice de torrencialidad ( $I1/I_d$ )

Para el cálculo de  $F_a$ , y por consiguiente para poder hallar el factor de intensidad, se necesitará conocer el tiempo de concentración  $t_c$ .

$t_c \rightarrow$  Es el tiempo mínimo necesario desde el comienzo del aguacero para que toda la superficie de la cuenca esté aportando escorrentía en el punto de desagüe. Se obtiene calculando el tiempo de recorrido más largo desde cualquier punto de la cuenca hasta el punto de desagüe, mediante la siguiente formulación:

$$t_c = 0.3 * L_c^{0.76} * J_c^{-0.19}$$

Con los datos definidos para la cuenca nº 1 en el apartado “2. Delimitación y definición de las cuencas que atraviesa la traza”:

$$t_c = 0.3 * 0.625^{0.76} * 0.15^{-0.19} = 0.3 h$$

Una vez hallado el tiempo de concentración podemos proceder al cálculo del factor  $F_a$ .

$F_a \rightarrow$

$$F_a = \left(\frac{I_l}{I_d}\right)^{3.5287 - 2.5287 * t^{0.1}}$$

El cociente de la fracción representa el índice de torrencialidad, varía en función de la zona geográfica y su valor se obtiene de la siguiente imagen:

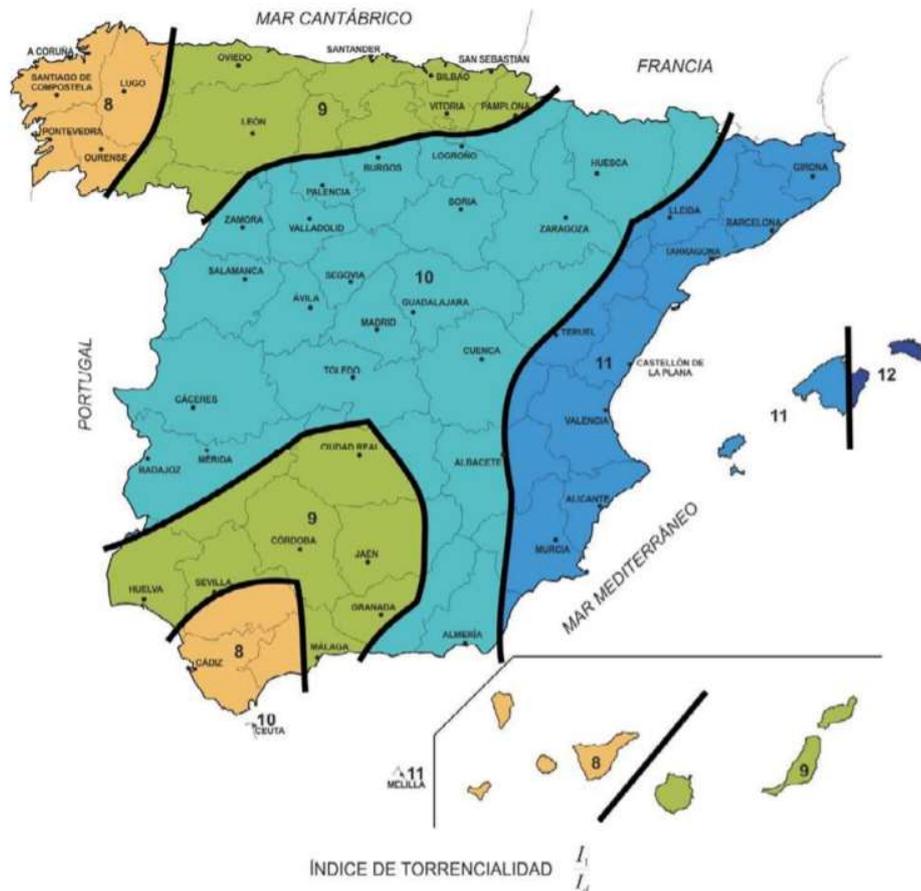


Figura 8.5.1. Índice de torrencialidad

Se determina por tanto que en la zona de estudio  $\frac{I_l}{I_d} = 9$

Además, sabemos que  $t = t_c = 0.3 h$

Por tanto,

$$F_a = F_{int} = 9^{3.5287 - 2.5287 * 0.3^{0.1}} = 16.9$$

Obtenidos la intensidad media diaria de la precipitación corregida y el factor de intensidad calcularemos el valor de la intensidad de precipitación I (T,t):

$$I(T, t) = I_d * F_{int} = 6.303 * 16.9 = \mathbf{106.521 \text{ mm/h}}$$

### 5.1.2. Coeficiente de escorrentía (C)

El coeficiente de escorrentía C, define la parte de la precipitación de intensidad I (T, tc) que genera el caudal de avenida en el punto de desagüe de la cuenca. El coeficiente de escorrentía C, se obtendrá mediante la siguiente fórmula:

$$C = \frac{\left(\frac{P_d * K_A}{P_o} - 1\right) * \left(\frac{P_d * K_A}{P_o} + 23\right)}{\left(\frac{P_d * K_A}{P_o} + 11\right)^2}$$

Donde,

C	(adimensional)	Coeficiente de escorrentía.
P <sub>d</sub>	(mm)	Precipitación diaria correspondiente al período de retorno T considerado.
K <sub>A</sub>	(adimensional)	Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca.
P <sub>o</sub>	(mm)	Umbral de escorrentía.

De apartados anteriores sabemos que: P<sub>d</sub> = 151.26 mm/día

$$K_A = 1$$

### Umbral de escorrentía (P<sub>o</sub>)

El umbral de escorrentía P<sub>o</sub>, representa la precipitación mínima que debe caer sobre la cuenca para que se inicie la generación de escorrentía. Se determinará mediante la siguiente fórmula:

$$P_o = P_o^i * \beta$$

Donde:

P <sub>o</sub>	(mm)	Umbral de escorrentía.
P <sub>o</sub> <sup>i</sup>	(mm)	Valor inicial del umbral de escorrentía.
β	(adimensional)	Coeficiente corrector del umbral de escorrentía.

$P_{0i}$  → Se determinará según la siguiente tabla en función de las características de la cuenca y el tipo de suelo.

Código	Uso de suelo	Práctica de cultivo	Pendiente (%)	Grupo de suelo			
				A	B	C	D
31150	Bosques de ribera			76	34	22	16
31160	Laurisilva macaronésica			90	47	31	23
31200	Bosques de coníferas			90	47	31	23
31210	Bosques de coníferas de hojas aciculares			90	47	31	23
31220	Bosques de coníferas de hojas tipo cupresáceo			90	47	31	23
31300	Bosque mixto			90	47	31	23
32100	Pastizales naturales		≥ 3	53	23	14	9
32100	Pastizales naturales		< 3	80	35	17	10
32100	Prados alpinos		≥ 3	70	33	18	13
32100	Prados alpinos		< 3	120	55	22	14
32100	Formaciones herbáceas de llanuras aluviales inundadas y llanuras costeras, tierras bajas		≥ 3	70	33	18	13
32100	Formaciones herbáceas de llanuras aluviales inundadas y llanuras costeras, tierras bajas		< 3	120	55	22	14
32110	Pastizales supraforestales		≥ 3	70	33	18	13
32110	Pastizales supraforestales		< 3	120	55	22	14
32111	Pastizales supraforestales templado-oceánicos, pirenaicos y orocantábricos		≥ 3	70	33	18	13
32111	Pastizales supraforestales templado-oceánicos, pirenaicos y orocantábricos		< 3	120	55	22	14
32112	Pastizales supraforestales mediterráneos		≥ 3	24	14	8	6
32112	Pastizales supraforestales mediterráneos		< 3	57	25	12	7
32121	Otros pastizales templado oceánicos		≥ 3	53	23	14	9
32121	Otros pastizales templado oceánicos		< 3	79	35	17	10
32122	Otros pastizales mediterráneos		≥ 3	24	14	8	6
32122	Otros pastizales mediterráneos		< 3	57	25	12	7
32200	Landas y matorrales mesófilas			76	34	22	16
32210	Landas y matorrales en climas húmedos. Vegetación mesófila			76	34	22	16
32220	Fayal-brezal macaronésico			60	24	14	10
32300	Vegetación esclerófila			60	24	14	10
32311	Grandes formaciones de matorral denso o medianamente denso			75	34	22	16
32312	Matorrales subarbusivos o arbustivos muy poco densos			60	24	14	10
32320	Matorrales xerófilos macaronésicos			40	17	8	5
32400	Matorral boscoso de transición			75	34	22	16
32400	Claros de bosques			40	17	8	5
32400	Zonas empantanadas fijas o en transición			60	24	14	10
32410	Matorral boscoso de frondosas			75	34	22	16
32420	Matorral boscoso de coníferas			75	34	22	16
32430	Matorral boscoso de bosque mixto			75	34	22	16
33110	Playas y dunas			152	152	152	152
33120	Rambas con poca o sin vegetación			15	8	6	4
33200	Roquedo			2	2	2	2
33210	Rocas desnudas con fuerte pendiente			2	2	2	2

Tabla 8.5.1. Umbral de escorrentía

Para determinar el tipo de suelo presente en la cuenca observamos el siguiente mapa:

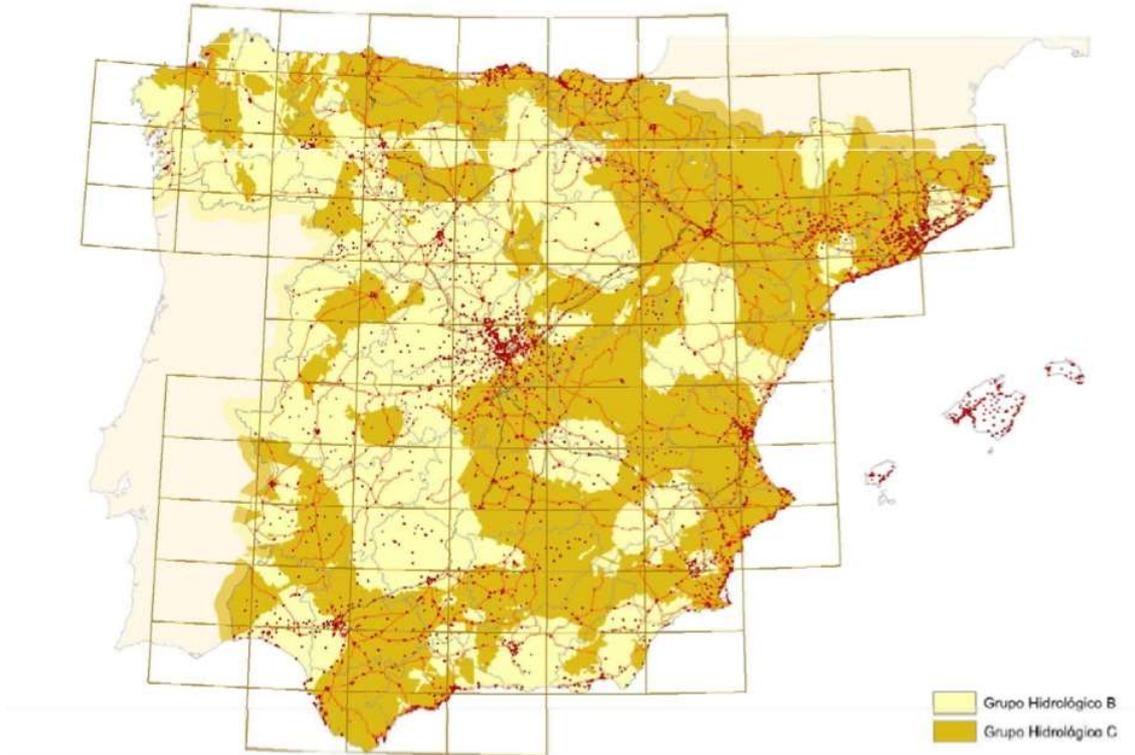


Figura 8.5.2. Grupos hidrológicos de suelos.

Además, con ayuda del Estudio Geotécnico determinamos que el grupo hidrológico de suelo en la zona será el grupo C.

Conociendo el tipo de suelo (C) y las características de la cuenca (bosque mixto), obtenemos el valor inicial de escorrentía:

$$P_0^i = 31 \text{ mm}$$

**β**→ La formulación del método racional efectuada en los epígrafes precedentes requiere una calibración con datos reales de las cuencas. Para la situación que nos concierne la fórmula a utilizar será la siguiente:

$$\beta^{DT} = (\beta_m - \Delta_{50}) * F_T$$

Los datos necesarios se obtendrán en función de la región a considerar con la ayuda de la siguiente tabla:

Región	Valor medio, $\beta_m$	Desviación respecto al valor medio para el intervalo de confianza del			Periodo de retorno $T$ (años), $F_T$				
		50% $\Delta_{50}$	67% $\Delta_{67}$	90% $\Delta_{90}$	2	5	25	100	500
11	0,90	0,20	0,30	0,50	0,80	0,90	1,13	1,34	1,59
12	0,95	0,20	0,25	0,45	0,75	0,90	1,14	1,33	1,56
13	0,60	0,15	0,25	0,40	0,74	0,90	1,15	1,34	1,55
21	1,20	0,20	0,35	0,55	0,74	0,88	1,18	1,47	1,90
22	1,50	0,15	0,20	0,35	0,74	0,90	1,12	1,27	1,37
23	0,70	0,20	0,35	0,55	0,77	0,89	1,15	1,44	1,82
24	1,10	0,15	0,20	0,35	0,76	0,90	1,14	1,36	1,63
25	0,60	0,15	0,20	0,35	0,82	0,92	1,12	1,29	1,48
31	0,90	0,20	0,30	0,50	0,87	0,93	1,10	1,26	1,45
32	1,00	0,20	0,30	0,50	0,82	0,91	1,12	1,31	1,54
33	2,15	0,25	0,40	0,65	0,70	0,88	1,15	1,38	1,62
41	1,20	0,20	0,25	0,45	0,91	0,96	1,00	1,00	1,00
42	2,25	0,20	0,35	0,55	0,67	0,86	1,18	1,46	1,78
511	2,15	0,10	0,15	0,20	0,81	0,91	1,12	1,30	1,50
512	0,70	0,20	0,30	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
52	0,95	0,20	0,25	0,45	0,89	0,94	1,09	1,22	1,36
53	2,10	0,25	0,35	0,60	0,68	0,87	1,16	1,38	1,56
61	2,00	0,25	0,35	0,60	0,77	0,91	1,10	1,18	1,17
71	1,20	0,15	0,20	0,35	0,82	0,94	1,00	1,00	1,00
72	2,10	0,30	0,45	0,70	0,67	0,86	1,00	-	-
81	1,30	0,25	0,35	0,60	0,76	0,90	1,14	1,34	1,58
821	1,30	0,35	0,50	0,85	0,82	0,91	1,07	-	-
822	2,40	0,25	0,35	0,60	0,70	0,86	1,16	-	-
83	2,30	0,15	0,25	0,40	0,63	0,85	1,21	1,51	1,85
91	0,85	0,15	0,25	0,40	0,72	0,88	1,19	1,52	1,95
92	1,45	0,30	0,40	0,70	0,82	0,94	1,00	1,00	1,00
93	1,70	0,20	0,25	0,45	0,77	0,92	1,00	1,00	1,00
941	1,80	0,15	0,20	0,35	0,68	0,87	1,17	1,39	1,64
942	1,20	0,15	0,25	0,40	0,77	0,91	1,11	1,24	1,32
951	1,70	0,30	0,40	0,70	0,72	0,88	1,17	1,43	1,78
952	0,85	0,15	0,25	0,40	0,77	0,90	1,13	1,32	1,54
101	1,75	0,30	0,40	0,70	0,76	0,90	1,12	1,27	1,39
1021	1,45	0,15	0,25	0,40	0,79	0,93	1,00	1,00	1,00
1022	2,05	0,15	0,25	0,40	0,79	0,93	1,00	1,00	1,00

En Ceuta y Melilla se adoptarán valores similares a los de la región 61.  
 Pueden obtenerse valores intermedios por interpolación adecuada a partir de los datos de esta tabla  
 En todos los casos  $F_{10}=1,00$

Tabla 8.5.2. Datos hidrológicos.

En el mapa adjunto observamos que la zona de estudio pertenece a la región nº 13:



Figura 8.5.3. Zonas hidrológicas peninsulares.

Obtenemos los datos necesarios de la tabla para calcular así el coeficiente corrector del umbral de escorrentía:

$$\beta^{DT} = (0.60 - 0.15) * 1.34 = 0.603$$

Por tanto, el umbral de escorrentía será:

$$P_o = P_o^i * \beta = 31 * 0.603 = 18.693 \text{ mm}$$

Y por consiguiente, conociendo  $P_d$ ,  $K_A$  y  $P_o$ , podremos calcular el coeficiente de escorrentía:

$$C = \frac{\left(\frac{151.26 * 1}{18.693} - 1\right) * \left(\frac{151.26 * 1}{18.693} + 23\right)}{\left(\frac{151.26 * 1}{18.693} + 11\right)^2} = 0.605$$

### 5.1.3. Coeficiente de uniformidad ( $K_t$ )

Para cuencas con un área inferior a 1 km<sup>2</sup>, el coeficiente de uniformidad temporal  $K_t = 1$

#### 5.1.4. Caudal de la cuenca

Habiendo obtenido los datos necesarios en los apartados anteriores procedemos a calcular el caudal de desagüe de la cuenca mediante el método expuesto:

$$Q_T = \frac{I(T, t_c) * C * A * K_t}{3.6} = \frac{106.521 * 0.605 * 0.07393 * 1}{3.6} = 1.323 \text{ m}^3/\text{s}$$

#### 5.2. Cálculo del caudal de la cuenca nº 2

El cálculo del caudal de la cuenca nº 2, junto con el caudal que se crea en la propia plataforma (y que será calculado en el apartado 5.3), tiene por objeto la posterior comprobación de las dimensiones de la cuneta, por lo que el periodo de retorno a utilizar en este caso será de 25 años.

Con el objetivo de no repetir lo explicado en el cálculo del caudal de la cuenca nº 1, y a sabiendas de que muchos de los cálculos se repetirán en este apartado, se prescindirá de muchas de las explicaciones, tablas e imágenes expuestas en el apartado 5.1, al considerarse igualmente válidas para este apartado.

##### 5.2.1. Intensidad de precipitación (I (T, t))

$$I(T, t) = I_d * F_{int}$$

##### **Intensidad media diaria de la precipitación corregida (I<sub>d</sub>)**

$$I_d = \frac{P_d * K_A}{24}$$

**P<sub>d</sub>** → Será el valor calculado en el apartado “4.2. Máxima lluvia diaria” para un periodo de retorno de 25 años:

$$P_d = P_{25} = 116.55 \text{ mm/día}$$

$$\mathbf{K_A} \rightarrow A < 1 \text{ km}^2 \rightarrow K_A = 1$$

Por tanto,

$$I_d = \frac{116.55 * 1}{24} = 4.86 \text{ mm/h}$$

##### **Factor de intensidad (F<sub>int</sub>)**

$$F_{int} = F_a$$

$t_c \rightarrow$

$$t_c = 0.3 * L_c^{0.76} * J_c^{-0.19}$$

Con los datos definidos para la cuenca nº 2 en el apartado "2. Delimitación y definición de las cuencas que atraviesa la traza":

$$t_c = 0.3 * 0.397^{0.76} * 0.24^{-0.19} = 0.195 \text{ h}$$

Una vez hallado el tiempo de concentración podemos proceder al cálculo del factor  $F_a$ .

$F_a \rightarrow$

$$F_a = \left(\frac{I_l}{I_d}\right)^{3.5287 - 0.5287 * t^{0.1}}$$

Para la zona de estudio, el índice de torrencialidad  $\frac{I_l}{I_d} = 9$

Además, sabemos que  $t = t_c = 0.195 \text{ h}$

Por tanto,

$$F_a = F_{int} = 9^{3.5287 - 2.5287 * 0.195^{0.1}} = 20.8$$

Obtenidos la intensidad media diaria de la precipitación corregida y el factor de intensidad calcularemos el valor de la intensidad de precipitación  $I(T,t)$ :

$$I(T, t) = I_d * F_{int} = 4.86 * 20.8 = \mathbf{101.09 \text{ mm/h}}$$

### 5.2.2. Coeficiente de escorrentía (C)

$$C = \frac{\left(\frac{P_d * K_A}{P_o} - 1\right) * \left(\frac{P_d * K_A}{P_o} + 23\right)}{\left(\frac{P_d * K_A}{P_o} + 11\right)^2}$$

De apartados anteriores sabemos que:  $P_d = 116.55 \text{ mm/día}$

$$K_A = 1$$

### Umbral de escorrentía ( $P_o$ )

$$P_o = P_o^i * \beta$$

$P_o^i \rightarrow$  Las características de la cuenca y el tipo de suelo presente en ella son iguales que la cuenca nº 1.

$$P_o^i = 31 \text{ mm}$$

**B**  $\rightarrow$

$$\beta^{DT} = (\beta_m - \Delta_{50}) * F_T$$

La región a considerar es la nº 13.

El periodo de retorno variará con respecto al apartado 5.1., por lo que el dato que de él depende también lo hará. En este caso:  $F_T = 1.15$ .

$$\beta^{DT} = (0.60 - 0.15) * 1.15 = 0.518$$

Por tanto, el umbral de escorrentía será:

$$P_o = P_o^i * \beta = 31 * 0.518 = 16.058 \text{ mm}$$

Y por consiguiente, conociendo  $P_d$ ,  $K_A$  y  $P_o$ , podremos calcular el coeficiente de escorrentía:

$$C = \frac{\left(\frac{116.55*1}{16.058} - 1\right) * \left(\frac{116.55*1}{16.058} + 23\right)}{\left(\frac{116.55*1}{16.058} + 11\right)^2} = \mathbf{0.568}$$

### 5.2.3. Coeficiente de uniformidad ( $K_t$ )

Para cuencas con un área inferior a 1 km<sup>2</sup>, el coeficiente de uniformidad temporal  **$K_t = 1$**

### 5.2.4. Caudal de la cuenca

Habiendo obtenido los datos necesarios en los apartados anteriores procedemos a calcular el caudal de desagüe de la cuenca mediante el método expuesto:

$$Q_T = \frac{I(T, t_c) * C * A * K_t}{3.6} = \frac{101.09 * 0.568 * 0.04153 * 1}{3.6} = \mathbf{0.662 \text{ m}^3/s}$$

### 5.3. Cálculo del caudal recogido por la plataforma

El cálculo del caudal recogido por la plataforma tiene por objetivo la comprobación de las dimensiones de la cuneta, por lo que el periodo de retorno a considerar será de 25 años.

#### 5.3.1. Características y definición de la cuenca

La cuenca definida por las elevaciones de la carretera y el bombeo de la misma, que expulsa el agua hacia las cunetas laterales de la vía, tendrá características distintas a las definidas para las cuencas nº 1 y nº 2.

El agua recogida por la plataforma se evacuará hacia la cuneta de forma casi perpendicular al eje de la vía (la evacuación del agua sería completamente perpendicular si no existiese una pendiente longitudinal en el tramo), esto quiere decir que la gran parte de su recorrido lo hará por la cuneta y con la pendiente longitudinal del tramo de estudio.

Una pequeña parte del tramo de estudio transcurre por dos curvas con sus respectivos peraltes del 7% hacia el interior de las mismas. Dado que las curvas abarcan un tramo de longitud parecido dentro del tramo de estudio y ambas tienen peraltes contrarios, se acepta calcular el tramo para un bombeo normal a lo largo de toda su longitud.

El área será la longitud del tramo por la mitad del ancho de la vía:

$$A = L * B = 358.82 * (3.5 + 1.5 + 0.75 + 1) = 2422.04 \text{ m}^2 \rightarrow 0.002422 \text{ km}^2$$

La longitud del tramo de mayor recorrido será igual a la longitud del tramo de estudio:

$$L_c = 358.82 \text{ m} \rightarrow 0.359 \text{ km}$$

La inclinación es la pendiente longitudinal de la carretera en dicho tramo:

$$J_c = 0.025$$

#### 5.3.2. Intensidad de precipitación (I (T, t))

$$I(T, t) = I_d * F_{int}$$

**Intensidad media diaria de la precipitación corregida (I<sub>d</sub>)**

$$I_d = \frac{P_d * K_A}{24}$$

$P_d \rightarrow$  Será el valor calculado en el apartado “4.2. *Máxima lluvia diaria*” para un periodo de retorno de 25 años:

$$P_d = P_{25} = 116.55 \text{ mm/día}$$

$$K_A \rightarrow A < 1 \text{ km}^2 \rightarrow K_A = 1$$

Por tanto,

$$I_d = \frac{116.55 * 1}{24} = 4.86 \text{ mm/h}$$

### Factor de intensidad ( $F_{int}$ )

$$F_{int} = F_a$$

$t_c \rightarrow$

$$t_c = 0.3 * L_c^{0.76} * J_c^{-0.19}$$

Con los datos definidos para la cuenca definida por la propia plataforma:

$$t_c = 0.3 * 0.359^{0.76} * 0.02^{-0.19} = 0.29 \text{ h}$$

Una vez hallado el tiempo de concentración podemos proceder al cálculo del factor  $F_a$ .

$F_a \rightarrow$

$$F_a = \left(\frac{I_l}{I_d}\right)^{3.5287 - .5287 * t^{0.1}}$$

El índice de torrencialidad en la zona de estudio  $\frac{I_l}{I_d} = 9$

Además, sabemos que  $t = t_c = 0.29 \text{ h}$

Por tanto,

$$F_a = F_{int} = 9^{3.5287 - .5287 * 0.29^{0.1}} = 17.19$$

Obtenidos la intensidad media diaria de la precipitación corregida y el factor de intensidad calcularemos el valor de la intensidad de precipitación  $I(T,t)$ :

$$I(T, t) = I_d * F_{int} = 4.86 * 17.19 = \mathbf{83.54 \text{ mm/h}}$$

### 5.3.3. Coeficiente de escorrentía (C)

$$C = \frac{\left(\frac{P_d * K_A}{P_o} - 1\right) * \left(\frac{P_d * K_A}{P_o} + 23\right)}{\left(\frac{P_d * K_A}{P_o} + 11\right)^2}$$

De apartados anteriores sabemos que:  $P_d = 151.26$  mm/día

$$K_A = 1$$

#### Umbral de escorrentía ( $P_o$ )

$$P_o = P_o^i * \beta$$

$P_o^i \rightarrow$  Se determinará según la siguiente tabla en función de las características de la cuenca y el tipo de suelo.

Código	Uso de suelo	Práctica de cultivo	Pendiente (%)	Grupo de suelo			
				A	B	C	D
11100	Tejido urbano continuo			1	1	1	1
11200	Tejido urbano discontinuo			24	14	8	6
11200	Urbanizaciones			24	14	8	6
11210	Estructura urbana abierta			24	14	8	6
11220	Urbanizaciones exentas y/o ajardinadas			24	14	8	6
12100	Zonas industriales y comerciales			6	4	3	3
12100	Granjas agrícolas			24	14	8	6
12110	Zonas industriales			12	7	5	4
12120	Grandes superficies de equipamiento y servicios			6	4	3	3
12200	Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados			1	1	1	1
12210	Autopistas, autovías y terrenos asociados			1	1	1	1
12220	Complejos ferroviarios			12	7	5	4
12300	Zonas portuarias			1	1	1	1
12400	Aeropuertos			24	14	8	6
13100	Zonas de extracción minera			16	9	6	5
13200	Escombreras y vertederos			20	11	8	6
13300	Zonas de construcción			24	14	8	6
14100	Zonas verdes urbanas			53	23	14	10
14200	Instalaciones deportivas y recreativas			79	32	18	13
14210	Campos de golf			79	32	18	13
14220	Resto de instalaciones deportivas y recreativas			53	23	14	10
21100	Tierras de labor en secano (cereales)	R	≥ 3	29	17	10	8
21100	Tierras de labor en secano (cereales)	N	≥ 3	32	19	12	10
21100	Tierras de labor en secano (cereales)	R/N	< 3	34	21	14	12
21100	Tierras de labor en secano (viveros)			0	0	0	0
21100	Tierras de labor en secano (hortalizas)	R	≥ 3	23	13	8	6
21100	Tierras de labor en secano (hortalizas)	N	≥ 3	25	16	11	8
21100	Tierras de labor en secano (hortalizas)	R/N	< 3	29	19	14	11
21100	Tierras abandonadas		≥ 3	16	10	7	5
21100	Tierras abandonadas		< 3	20	14	11	8
21200	Terrenos regados permanentemente	R	≥ 3	37	20	12	9
21200	Terrenos regados permanentemente	N	≥ 3	42	23	14	11
21200	Terrenos regados permanentemente	R/N	< 3	47	25	16	13
21210	Cultivos herbáceos en regadío	R	≥ 3	37	20	12	9
21210	Cultivos herbáceos en regadío	N	≥ 3	42	23	14	11
21210	Cultivos herbáceos en regadío	R/N	< 3	47	25	16	13
21220	Otras zonas de irrigación			0	0	0	0
21300	Arrozales			47	25	16	13
22100	Viñedos		≥ 3	62	28	15	10
22100	Viñedos		< 3	75	34	19	14
22110	Viñedos en secano		≥ 3	62	28	15	10

Tabla 8.5.3. Datos hidrológicos.

El caso de la cuenca de estudio será el relacionado con “Autopistas, autovías y terrenos asociados”

De esta forma, el valor inicial de la escorrentía será:

$$P_o^i = 31 \text{ mm}$$

$\beta \rightarrow$

$$\beta^{DT} = (\beta_m - \Delta_{50}) * F_T$$

A igualdad de características, el coeficiente corrector del umbral de escorrentía será igual que el calculado en el apartado 5.2.:

$$\beta^{DT} = (0.60 - 0.15) * 1.15 = 0.518$$

Por tanto, el umbral de escorrentía será:

$$P_o = P_o^i * \beta = 1 * 0.518 = 0.518 \text{ mm}$$

Y por consiguiente, conociendo  $P_d$ ,  $K_A$  y  $P_o$ , podremos calcular el coeficiente de escorrentía:

$$C = \frac{\left(\frac{116.55*1}{0.518} - 1\right) * \left(\frac{116.55*1}{0.518} + 23\right)}{\left(\frac{116.55*1}{0.518} + 11\right)^2} = \mathbf{1.088}$$

#### 5.3.4. Coeficiente de uniformidad ( $K_t$ )

Para cuencas con un área inferior a 1 km<sup>2</sup>, el coeficiente de uniformidad temporal  $K_t=1$

#### 5.3.5. Caudal de la cuenca

Habiendo obtenido los datos necesarios en los apartados anteriores procedemos a calcular el caudal de desagüe de la cuenca mediante el método expuesto:

$$Q_T = \frac{I(T, t_c) * C * A * K_t}{3.6} = \frac{83.54 * 1.088 * 0.002422 * 1}{3.6} = 0.061 \text{ m}^3/s$$

## 6. Cálculo de los elementos de drenaje

### 6.1. Dimensionamiento de la Obra de Drenaje Transversal (ODT)

Las ODT a proyectar se compondrán de un tubo de hormigón de 1m de diámetro interior como mínimo a fin de facilitar las obras de mantenimiento del tubo y evitar atascos en el mismo. Dicho tubo se dispondrá con una inclinación longitudinal del 2%.

En los elementos lineales se debe comprobar que se cumplen simultáneamente las dos condiciones siguientes:

#### 1) Capacidad hidráulica

Para la comprobación pertinente se utilizará la fórmula de Manning-Strickler

La capacidad hidráulica de los elementos de drenaje en régimen uniforme y en lámina libre para la sección llena sin entrada en carga debe ser mayor que el caudal de proyecto,  $Q_P$ .

$$Q_{CH} = \frac{J^{\frac{1}{2}} * R_H^{\frac{2}{3}} * S_{Máx}}{\eta} \geq Q_P$$

Donde:

$Q_{CH}$	(m <sup>3</sup> /s)	Capacidad hidráulica del elemento de drenaje. Caudal en régimen uniforme en lámina libre para la sección llena calculado igualando las pérdidas de carga por rozamiento con las paredes y fondo del conducto a la pendiente longitudinal.
J	(adimensional)	Pendiente geométrica del elemento lineal.
$S_{Máx}$	(m <sup>2</sup> )	Área de la sección transversal del conducto.
$R_H$	(m)	Radio hidráulico: $R_H = \frac{S}{p}$
S	(m <sup>2</sup> )	Área de la sección transversal ocupada por la corriente.
p	(m)	Perímetro mojado.
$\eta$	(s/m <sup>1/3</sup> )	Coefficiente de rugosidad de Manning, dependiente del tipo de material del elemento lineal.
$Q_P$	(m <sup>3</sup> /s)	Caudal de proyecto del elemento de drenaje.

El caudal de proyecto  $Q_p$  es el correspondiente al caudal de desagüe de la cuenca nº 1:

$$Q_p = 1.323 \text{ m}^3/\text{s}$$

La pendiente del elemento será de  $J = 0.02$

El coeficiente de rugosidad será el obtenido de la siguiente tabla:

MATERIAL		n (sm <sup>-1/3</sup> )
Cuneta	Sin vegetación. Superficie uniforme	0,020-0,025
	Sin vegetación. Superficie irregular	0,020-0,033
	Con vegetación herbácea segada	0,033-0,040
	Con vegetación herbácea espesa	0,040-0,050
	En roca. Superficie uniforme	0,029-0,033
	En roca. Superficie irregular	0,033-0,050
	Fondo de grava. Cajeros de hormigón	0,017-0,020
	Fondo de grava. Cajeros encachados	0,022-0,033
	Encachado	0,020-0,029
	Hormigón proyectado	0,017-0,022
Revestida con hormigón in situ	0,013-0,017	
Pavimento con mezclas bituminosas		0,013-0,018
Hormigón en marcos y otras estructuras in situ		0,014-0,017
Gaviones		0,020-0,040
Tubo de hormigón		0,012-0,017
Tubo de fundición		0,010-0,015
Tubo de acero		0,010-0,014
Tubo de materiales poliméricos		0,008-0,013

Tabla 8.6.1. Coeficientes de rugosidad

En nuestro caso:  $\eta = 0.017$  como situación más desfavorable.

El área de la sección transversal del conducto será:

$$S_{M\acute{a}x} = \pi r^2 = \pi * 0.5^2 = 0.785 \text{ m}^2$$

El cálculo del radio hidráulico variará en función de la forma del elemento estudiado, para las formas más comunes se tiene la siguiente tabla:

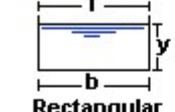
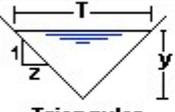
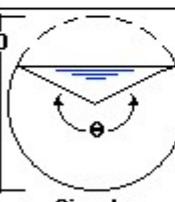
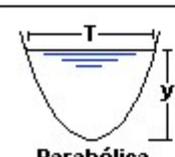
Tipo de sección	Área A (m <sup>2</sup> )	Perímetro mojado P (m)	Radio hidráulico Rh (m)	Espejo de agua T (m)
 Rectangular	$by$	$b+2y$	$\frac{by}{b+2y}$	$b$
 Trapezoidal	$(b+zy)y$	$b+2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{(b+zy)y}{b+2y\sqrt{1+z^2}}$	$b+2zy$
 Triangular	$zy^2$	$2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{zy}{2\sqrt{1+z^2}}$	$2zy$
 Circular	$\frac{(\theta - \text{sen}\theta)D^2}{8}$	$\frac{\theta D}{2}$	$(1 - \frac{\text{sen}\theta}{\theta}) \frac{D}{4}$	$(\text{sen}\frac{\theta}{2})D$ ó $2\sqrt{y(D-y)}$
 Parabólica	$\frac{2}{3} Ty$	$T + \frac{8y^2}{3T}$	$\frac{2T^2y}{3T+8y^2}$	$\frac{3A}{2y}$

Tabla 8.6.2. Secciones hidráulicas típicas

El cálculo de la capacidad hidráulica de un tubo circular se debe realizar para la capacidad correspondiente a un llenado del 75%, es por esto que lo primero que debemos hallar para poder calcular el radio hidráulico es el ángulo de llenado correspondiente a dicho 75%.

$$0.75 * S_{Máx} = \frac{(\theta - \text{sen}\theta) * D^2}{8} \rightarrow 0.75 * \pi * 0.5^2 = \frac{(\theta - \text{sen}\theta) * 1^2}{8}$$

Queda como única incógnita el factor de llenado:  $\theta = 4.79 \text{ rad} \rightarrow 274.45^\circ$

Obtenido el ángulo de llenado correspondiente al 75% de la capacidad máxima, procedemos al cálculo del  $R_H$ :

$$R_H = \left(1 - \frac{\text{sen}\theta}{\theta}\right) * \frac{D}{4} = \left(1 - \frac{\text{sen}4.79}{4.79}\right) * \frac{1}{4} = 0.246$$

Obtenidos los datos necesarios se calculará la capacidad hidráulica del elemento y se comprobará su validez:

$$Q_{CH} = \frac{J^{\frac{1}{2}} * R_H^{\frac{2}{3}} * S_{Máx}}{\eta} \geq Q_P$$

$$Q_{CH} = \frac{0.02^{\frac{1}{2}} * 0.246^{\frac{2}{3}} * 0.785}{0.017} = 2.564 \text{ m}^3/\text{s} \geq Q_P = 1.323 \text{ m}^3/\text{s}$$

La capacidad hidráulica de la ODT es superior al caudal de proyecto → CUMPLE

## 2) Velocidad del agua

La velocidad media del agua para el caudal de proyecto, debe ser menor que la que produce daños en el elemento de drenaje superficial, en función de su material constitutivo.

$$V_P = \frac{Q_P}{S_P} \leq V_{Máx}$$

Donde:

$V_P$  (m/s) Velocidad media de la corriente para el caudal de proyecto

$S_P$  (m<sup>2</sup>) Área de la sección transversal ocupada por la corriente para el caudal de proyecto

$V_{Máx}$  (m/s) Velocidad máxima admisible en el elemento de drenaje.

La velocidad máxima admisible viene determinada para cada material en la siguiente tabla:

Naturaleza de la superficie	Máxima velocidad admisible (m/s)
Terreno sin vegetación arenoso o limoso	0,20-0,60
Terreno sin vegetación arcilloso	0,60-0,90
Terreno sin vegetación en arcillas duras y margas blandas	0,90-1,40
Terreno sin vegetación en gravas y cantos	1,20-2,30
Terreno parcialmente cubierto de vegetación	0,60-1,20
Terreno con vegetación herbácea permanente	1,20-1,80
Rocas blandas	1,40-3,00
Mampostería, rocas duras	3,00-5,00
Hormigón	4,50-6,00

Tabla 8.6.3. Máxima velocidad admisible según material

En nuestro caso, trabajando con el hormigón como material de construcción de la ODT, la velocidad máxima admisible oscilará entre los 4.5 y los 6 m/s.

El caudal de proyecto  $Q_p$  es el correspondiente al caudal de desagüe de la cuenca nº 1:

$$Q_p = 1.323 \text{ m}^3/\text{s}$$

Para el área ocupada por la corriente para el caudal de proyecto se tomará:

$$S_p = 0.304 \text{ m}^2$$

Obtenidos los datos necesarios se procederá al cálculo de la velocidad media del agua en el elemento para comprobar su validez:

$$V_p = \frac{Q_p}{S_p} \leq V_{Máx}$$

$$V_p = \frac{1.323}{0.304} = 4.35 \text{ m/s} \leq V_{Máx} = 4.5 - 6.00 \text{ m/s}$$

La velocidad media del agua es menor que la velocidad admisible → CUMPLE

## 6.2. Cálculo de la capacidad de la cuneta

La cuneta cuya capacidad se debe comprobar será una cuneta simétrica de hormigón de 1m de ancho y 0,5m de altura.

En los elementos lineales se debe comprobar que se cumplen simultáneamente las dos condiciones siguientes:

### 1) Capacidad hidráulica

$$Q_{CH} = \frac{J^{\frac{1}{2}} * R_H^{\frac{2}{3}} * S_{Máx}}{\eta} \geq Q_p$$

El caudal de proyecto  $Q_p$  es el correspondiente a la suma del caudal de desagüe de la cuenca nº 2 y el caudal recogido por la plataforma:

$$Q_p = 0.662 + 0.061 = 0.723 \text{ m}^3/\text{s}$$

La pendiente longitudinal de la cuneta en el tramo de estudio será de  $J = 0.025$

El coeficiente de rugosidad será el correspondiente al hormigón:  $\eta = 0.017$  como valor más desfavorable.

El área de la sección transversal del conducto será:

$$S_{Máx} = \frac{1}{2} * b * h = \frac{1}{2} * 1 * 0.5 = 0.25 \text{ m}^2$$

El cálculo del radio hidráulico variará en función de la forma del elemento estudiado, para las formas más comunes se tiene la tabla 6.2.

La capacidad hidráulica de la cuneta se deberá calcular teniendo en cuenta un resguardo de 5 cm con respecto a la calzada. En la vía proyectada, la existencia de una berma entre la plataforma y la cuneta hace la función de resguardo. De esta forma, el  $R_H$  se calculará con un calado igual a la altura de la cuneta:

$$R_H = \frac{z * y}{2 * \sqrt{1 + z^2}} = \frac{1 * 0.5}{2 * \sqrt{1 + 1^2}} = 0.177 \text{ m}$$

Obtenidos los datos necesarios se calculará la capacidad hidráulica del elemento y se comprobará su validez:

$$Q_{CH} = \frac{j^{\frac{1}{2}} * R_H^{\frac{2}{3}} * S_{Máx}}{\eta} \geq Q_P$$

$$Q_{CH} = \frac{0.025^{\frac{1}{2}} * 0.177^{\frac{2}{3}} * 0.25}{0.017} = 0.733 \text{ m}^3/\text{s} > Q_P = 0.723 \text{ m}^3/\text{s}$$

Capacidad hidráulica de la cuneta es mayor que el caudal de proyecto  $\rightarrow$  CUMPLE

## 2) Velocidad del agua

$$V_P = \frac{Q_P}{S_P} \leq V_{Máx}$$

En nuestro caso, trabajando con el hormigón como material de construcción de la cuneta, la velocidad máxima admisible oscilará entre los 4.5 y los 6 m/s.

El caudal de proyecto  $Q_P$  es el correspondiente a la suma del caudal de desagüe de la cuenca nº 2 y el caudal recogido por la plataforma:

$$Q_P = 0.662 + 0.061 = 0.723 \text{ m}^3/\text{s}$$

Para el área ocupada por la corriente para el caudal de proyecto, se tomará el valor de  $S_{Máx}$  ya que la capacidad hidráulica de la cuneta será similar al caudal de proyecto:

$$S_P = 0.25m^2$$

Obtenidos los datos necesarios se procederá al cálculo de la velocidad media del agua en el elemento para comprobar su validez:

$$V_P = \frac{Q_P}{S_P} \leq V_{Máx}$$

$$V_P = \frac{0.723}{0.25} = 2.892 \text{ m/s} \leq V_{Máx} = 4.5 - 6.00 \text{ m/s}$$

La velocidad media del agua es menor que la velocidad admisible → CUMPLE

# Anejo 9

## Plan de obra

## Índice

---

1. Objetivo.....	228
2. Actuaciones .....	228
2.1. Movimiento de tierras .....	228
2.2. Estructuras.....	228
2.3. Drenaje .....	229
2.4. Firmes .....	229
2.5. Señalización.....	229
3. Duración de obra completa.....	230
4. Diagrama de Gantt.....	231

## 1. Objetivo

---

El plan de obra tiene el objetivo claro de marcar unos plazos de ejecución en el proyecto al cual se refiera. Indicará el comienzo y el fin de cada una de las grandes actuaciones previstas, teniendo en cuenta posibles solapamientos entre ellas que puedan agilizar el transcurso de la obra.

En un mismo momento de tiempo pueden realizarse varias tareas, ya sea por que sean dependientes entre ellas o porque los lugares de actuación de las mismas estén a una distancia suficiente para hacer viable su simultaneidad.

Es por esto, por la necesidad de llevar el control de la ejecución de la obra, que es indispensable conocer las distintas actuaciones que serán necesarias, la naturaleza de las mismas, y su duración.

## 2. Actuaciones

---

La obra presente será desglosada en 5 grandes actuaciones:

- Movimiento de tierras
- Estructuras
- Drenaje
- Firmes
- Señalización

### 2.1. Movimiento de tierras

La duración prevista del movimiento de tierras se extenderá durante los 10 primeros meses de la obra.

Dentro del movimiento de tierras están englobadas las tareas de desbroce, excavación, relleno, transporte de tierras y preparación de la explanada.

### 2.2. Estructuras

La construcción del muro ménsula se llevará a cabo durante 2 meses. Será compatible con el movimiento de tierras, el condicionante lógico es la finalización de todas las tareas de movimiento de tierras necesarias en los primeros 150 metros de la alineación 1.

La construcción de dicho muro se compondrá del encofrado, la correcta colocación de forjado y el hormigonado. Un muro de las características del proyectado se realizará por tramos, uniendo los tramos pertinentes con bataches.

### 2.3. Drenaje

La construcción de los elementos del drenaje se estima en 3 meses durante el movimiento de tierras y después de la realización de la estructura.

La construcción de las obras de drenaje transversal se realizará de forma simultánea a la creación de la explanada y a la colocación del relleno, para que los tubos puedan ser colocados de manera que queden semienterrados y se facilite así la creación de un punto bajo para favorecer el flujo del agua hacia ellos. Las cunetas laterales se crearán una vez se haya formado la explanada mejorada.

### 2.4. Firmes

La ejecución de la capa de firmes se estima en una duración aproximada de 4 meses, los 4 últimos meses de la obra. La ejecución de los firmes será imposible de realizar hasta que se finalicen casi todas las tareas del movimiento de tierras. Podrá solaparse durante un breve periodo de tiempo (2 mes) si se comienza con la ejecución de los firmes en una zona en la que se haya preparado ya la explanada final.

La actuación constará de las tareas necesarias para garantizar la calidad del pavimento (vertido y extensión de las capas, compactación, riegos).

### 2.5. Señalización

La señalización horizontal, por ejemplo, requiere la finalización de los firmes para su preparación, es por esto que la presente actuación se ordena para el último mes de obra, mientras se terminan de realizar las tareas de ejecución de la sección de firmes.

La señalización, tanto horizontal como vertical, agrupa los trabajos de colocación de señales y pintado de todas las marcas viales indicadas en el plano de señalización.

### 3. Duración de obra completa

---

Teniendo en cuenta las actuaciones necesarias y los procesos que componen cada una de ellas, se estima que la ejecución de la obra tenga una duración total de **DOCE MESES**.



# Anejo 10

## Clasificación del contratista

## Índice

---

1. Introducción.....	234
2. Clasificación del contratista.....	234
2.1. Criterios generales.....	234
2.2. Clasificación del contratista .....	238

## 1. Introducción

---

En este anejo se determina la Clasificación del Contratista que ha de exigirse en la licitación de las obras definidas en el presente Proyecto, en cumplimiento de lo previsto en:

- Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas aprobada por el Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre.
- Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público.
- Real Decreto 773/2015, de 28 de agosto, por el que se modifican preceptos del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por el Real Decreto 1098/2001.

El contratista se clasificará en grupo, subgrupo y categoría. El grupo y subgrupo atiende al tipo de obra y la clasificación de la Ley de Contratos del Estado y, por otro lado, la categoría atiende a la anualidad media.

$$\text{Anualidad media} = \text{Presupuesto} * \frac{12 \text{ meses}}{\text{duración}}$$

## 2. Clasificación del contratista

---

### 2.1. Criterios generales

Conforme al Artículo 11. Determinación de los criterios de selección de las empresas, del R.D. 773/2015:

*3. En los contratos de obras cuando el valor estimado del contrato sea igual o superior a 500.000 euros será requisito indispensable que el empresario se encuentre debidamente clasificado como contratista de obras de las Administraciones Públicas. Para dichos contratos, la clasificación del empresario en el grupo o subgrupo que en función del objeto del contrato corresponda, con categoría igual o superior a la exigida para el contrato, acreditará sus condiciones de solvencia para contratar.*

En el Artículo 25 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre (B.O.E. 26 de octubre de 2001) se establecen los grupos y subgrupos a considerar para la clasificación de los contratistas siendo los siguientes:

## **Grupo A- Movimiento de tierras y perforaciones**

1. Desmontes y vaciados.
2. Explanaciones.
3. Canteras.
4. Pozos y galerías.
5. Túneles.

## **Grupo B- Puentes, viaductos y grandes estructuras**

1. De fábrica u hormigón en masa
2. De hormigón armado
3. De hormigón pretensado
4. Metálicos

## **Grupo C- Edificaciones**

1. Demoliciones.
2. Estructuras de fábrica u hormigón.
3. Estructuras metálicas.
4. Albañilería, revocos y revestidos.
5. Cantería y marmolería.
6. Pavimentos, solados y alicatados.
7. Aislamientos e impermeabilizaciones.
8. Carpintería de madera.
9. Carpintería metálica.

## **Grupo D- Ferrocarriles**

1. Tendido de vías.
2. Elevados sobre carril o cable.
3. Señalizaciones y enclavamientos.
4. Electrificación de ferrocarriles.
5. Obras de ferrocarriles sin cualificación específica.

## **Grupo E- Hidráulicas**

1. Abastecimientos y saneamientos.
2. Presas.
3. Canales.
4. Acequias y desagües.
5. Defensas de márgenes y encauzamientos.
6. Conducciones con tubería de gran diámetro.

## 7. Obras hidráulicas sin cualificación específica.

### **Grupo F- Marítimas**

1. Dragados.
2. Escolleras.
3. Con bloques de hormigón.
4. Con cajones de hormigón armado.
5. Con pilotes y tablestacas.
6. Faros, radiofaros y señalizaciones marítimas.
7. Obras marítimas sin cualificación específica.
8. Emisarios submarinos.

### **Grupo G- Viales y pistas**

1. Autopistas.
2. Pistas de aterrizaje.
3. Con firmes de hormigón hidráulico.
4. Con firmes de mezclas bituminosas.
5. Señalizaciones y balizamientos viales.
6. Obras viales sin cualificación específica.

### **Grupo H- Transportes de productos petrolíferos y gaseosos**

1. Oleoductos.
2. Gasoductos.

### **Grupo I- Instalaciones eléctricas**

1. Alumbrados, iluminaciones y balizamientos luminosos
2. Centrales de producción de energía.
3. Líneas eléctricas de transporte.
4. Subestaciones.
5. Centros de transformación y distribución de alta tensión
6. Distribuciones de baja tensión.
7. Telecomunicaciones e instalaciones radioeléctricas.
8. Instalaciones electrónicas.
9. Instalaciones eléctricas sin cualificación específica.

### **Grupo J- Instalaciones mecánicas**

1. Elevadoras o transportadoras.
2. De ventilación, calefacción y climatización.

3. Frigoríficas.
4. Sanitarias.
5. Instalaciones mecánicas sin cualificación específica.

### Grupo K- Especiales

1. Cimentaciones especiales.
2. Sondeos, inyecciones y pilotajes.
3. Tablestacados.
4. Pinturas y metalizaciones.
5. Ornamentaciones y decoraciones.
6. Jardinería y plantaciones.
7. Restauración de bienes inmuebles histórico-artísticos.
8. Estaciones de tratamiento de aguas.
9. Instalaciones contra incendios.

Conforme a lo expresado en el Artículo 26 del R.D. 773/2015:

*Los contratos de obras se clasifican en categorías según su cuantía. La expresión de la cuantía se efectuará por referencia al valor estimado del contrato, cuando la duración de éste sea igual o inferior a un año, y por referencia al valor medio anual del mismo, cuando se trate de contratos de duración superior.*

Las categorías de los contratos de obras serán las siguientes:

- Categoría 1:** si su cuantía es inferior o igual a 150.000 euros.
- **Categoría 2:** si su cuantía es superior a 150.000 euros e inferior o igual a 360.000 euros.
- **Categoría 3:** si su cuantía es superior a 360.000 euros e inferior o igual a 840.000 euros.
- Categoría 4:** si su cuantía es superior a 840.000 euros e inferior o igual a 2.400.000 euros.
- Categoría 5:** si su cuantía es superior a 2.400.000 euros e inferior o igual a cinco millones de euros.
- Categoría 6:** si su cuantía es superior a cinco millones de euros.

Las categorías 5 y 6 no serán de aplicación en los subgrupos pertenecientes a los grupos I, J y K. Para dichos subgrupos la máxima categoría de clasificación será la categoría 4, y dicha categoría será de aplicación a los contratos de dichos subgrupos cuya cuantía sea superior a 840.000 euros.

## 2.2. Clasificación del contratista

Se ha realizado un estudio del Presupuesto, analizando las partidas más importantes que lo componen y que suman el 85.13 % del total. Estas cantidades se agrupan de la siguiente manera:

- Grupo A. Movimiento de tierras y perforaciones
  - Subgrupo 2. Explanaciones. 648.961,55 € (44,20 %)
- Grupo G. Viales y pistas
  - Subgrupo 4. Con firmes de mezclas bituminosas. 600.950,90 € (40.93 %)

A partir de estos grupos, el contratista deberá tener las siguientes categorías para poder contratar la obra:

- Grupo A. Movimientos de tierras y perforaciones. Subgrupo 2. Explanaciones.

- Presupuesto: 648.961,55 €
- Plazo: 10 meses
- Anualidad media: 778.753,86 €
- Categoría: 3

- Grupo G Viales y pistas. Subgrupo 4. Con firmes de mezclas bituminosas.

- Presupuesto: 600.950,90 €
- Plazo: 4 meses
- Anualidad media: 1.802.852,70 €
- Categoría: 4

Por lo que la clasificación exigida al contratista deberá de ser:

**Grupo A. Movimientos de tierras y perforaciones. Subgrupo 2. Explanaciones. Categoría 3.**

**Grupo G. Viales y pistas. Subgrupo 4. Con firmes de mezclas bituminosas. Categoría 4.**

# Anejo 11

## Expropiaciones

## Índice

---

1. Criterio .....	241
2. Tipos de cultivos y parcelas afectadas .....	241
3. Valoración de las expropiaciones .....	242

## 1. Criterio

---

Para dar cumplimiento al artículo 28 del Reglamento General de Carreteras, aprobado por Real Decreto 1812/1994 de 2 de Septiembre (B.O.E 23-09-1994), se ha realizado el cálculo de la valoración de los terrenos, edificios y derechos a expropiar, que se resume en el presente apartado, para la ejecución de las obras del proyecto.

La línea de expropiación, de acuerdo con la Ley de Carreteras se ha definido:

- 3 m para ramales de enlaces y carreteras secundarias, medidas en horizontal y perpendicularmente al eje de las mismas, desde la arista exterior de explanación.
- 1 m para caminos de servicio

El término municipal afectado por el proyecto es Sopela, con un total de 9 parcelas afectadas.

## 2. Tipos de cultivos y parcelas afectadas

---

Las parcelas afectadas se presentarán a continuación según su referencia catastral.

Los tres primeros números pertenecen al municipio de Sopela (085), los tres siguientes pertenecen al polígono dentro del municipio en el cual se inscriben (006) y los últimos tres números pertenecen al número concreto de parcela.

Parcelas afectadas:

- Ref. Cat. 085006245
- Ref. Cat. 085006246
- Ref. Cat. 085006179
- Ref. Cat. 085006015
- Ref. Cat. 085006014
- Ref. Cat. 085006240
- Ref. Cat. 085006038
- Ref. Cat. 085006039
- Ref. Cat. 085006044

A continuación comprobamos el tipo de parcela según las características registradas en el catastro de Bizkaia. Las parcelas afectadas están clasificadas en el catastro como “pastizal”.

La mayoría de las parcelas son parcelas amplias, por lo que no será necesaria la completa expropiación de las mismas. El área de expropiación se estima en un total de 24.500 m<sup>2</sup>.

### 3. Valoración de las expropiaciones

A los efectos de expropiación, las valoraciones de suelo se efectuarán de acuerdo a los criterios establecidos en el Título III de la Ley 6/1998 de 13 de Abril, sobre régimen del suelo y valoraciones. Se considera un 20% de indemnizaciones establecidas expresamente en la Ley de Expropiación Forzosa, en concepto de perjuicios por rápida ocupación, deméritos de finca, expedientes incidentales de arrendamientos y otros derechos posiblemente afectados, además de un incremento adicional en concepto de premio de afección sobre el total, tal y cómo se establece en el artículo 47 de la Ley de Expropiación Forzosa de 1947, “en todos los casos de expropiación se abonará al expropiado, además del justo precio fijado en la forma establecida en los artículos anteriores, un 5% como premio de afección”.

En la siguiente tabla se muestra el precio medio de las fincas clasificadas como pastizales para la provincia de Vizcaya, expresando los precios en euros/hectárea.

Provincia	€/hectárea
Bizkaia	8.000

El precio total de las expropiaciones a llevar a cabo se mostrará a continuación:

<b>Total Expropiación</b>	19.600 €
<b>20 % Indemnización</b>	3.920 €
<b>5 % como Premio de Afectación</b>	980 €
<b><u>TOTAL</u></b>	<b><u>24.500€</u></b>

# Anejo 12

## Control de calidad

## Índice

---

1. Plan de Actuación general.....	246
2. Materiales objeto del control de calidad .....	246
3. Definición de ensayos.....	247
4. Ensayos y controles a realizar.....	247
4.1. Control de replanteo de obras.....	247
4.2. Movimiento de tierras .....	248
4.2.1. Excavaciones .....	248
4.2.1. Rellenos.....	248
4.3. Firmes y pavimentos.....	249
4.3.1. Sub-base (Suelocemento).....	249
4.3.2. Riegos de adherencia, imprimación y curado .....	249
4.3.3. Capa de base y capa de rodadura .....	250
4.3.4. Bordillo de hormigón .....	250
4.3.5. Caces .....	250
4.3.6. Baldosa de hormigón .....	250
4.4. Aceros .....	251
4.5. Hormigones .....	251
4.5.1. HA-25 .....	251
4.5.2. HM-20.....	252
4.6. Tuberías .....	252
4.6.1. Colector de hormigón armado.....	252
4.7. Señalización.....	252
4.8. Ensayos imprevistos .....	253
5. Condiciones para la realización de ensayos.....	253
5.1. Suministro, identificación y recepción.....	253
5.2. Toma de muestras.....	253
5.3. Caso de materiales con certificado de calidad .....	254
5.4. Identificación de las muestras.....	254
5.5. Realización de ensayos.....	255
5.6. Contraensayos .....	255

5.7. Decisiones derivadas del proceso de control .....	255
6. Actas de resultados e informes mensuales y final.....	256
6.1. Actas de resultados.....	256
6.2. Informes mensuales .....	256
6.3. Informe final.....	257

## Presupuesto

## 1. Plan de Actuación general

---

El presente Anejo pretende establecer, a modo de propuesta, el contenido al que debe ceñirse el Plan de Control de Calidad de la obra proyectada. Independientemente de ello, será potestativo en todo momento por parte de la futura Dirección Facultativa de las obras, la modificación cualitativa y cuantitativa de esta relación de ensayos, adaptándolos según su criterio a las exigencias de la situación.

Las actuaciones del control de calidad se materializan durante la ejecución de las obras en tres actuaciones diferenciadas:

- Control de materiales y equipos.
- Control de ejecución
- Pruebas finales de servicios.

El presente Plan de Control de Calidad establecerá los ensayos a realizar con objeto de garantizar una correcta ejecución y terminación de las obras.

Los ensayos originarán emisión de las correspondientes actas de resultados por un laboratorio autorizado. Dichos resultados se remitirán tanto a la empresa constructora como a la Dirección Facultativa.

## 2. Materiales objeto del control de calidad

---

Todos los materiales que se utilicen en la obra deberán cumplir las condiciones que se establecen en el Pliego de Prescripciones Técnicas del Proyecto (o Pliego de condiciones y anexos) y ser aprobados por la Dirección de Obra. Para ello, todos los materiales que se propongan deberán ser examinados y ensayados para su aceptación.

El Contratista estará en consecuencia obligado a informar a la Dirección de Obra sobre las procedencias de los materiales que vayan a ser utilizados para que se puedan realizar los ensayos oportunos. La aceptación de un material en un cierto momento no será obstáculo para que el mismo material pueda ser rechazado más adelante si se le encuentra algún defecto de calidad o uniformidad.

Los materiales no incluidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas del Proyecto habrán de ser de calidad adecuada al uso a que se les destine. Se deben presentar en este caso las muestras, informes y certificados de los fabricantes que se consideren necesarios. Si la información y garantías oficiales no se consideran suficientes, la Dirección de Obra ordenará la realización de otros ensayos, recurriendo si es necesario a laboratorios especializados.

### 3. Definición de ensayos

---

Se realizarán ensayos para controlar las unidades de obra correspondientes a:

1. Control de replanteo de las obras.
2. Movimiento de tierras.
3. Firmes y pavimentos.
4. Hormigones yaceros.
5. Instalaciones de drenaje.
6. Señalización.
7. Ensayos imprevistos.

Este índice trata de abarcar el mayor número de unidades de obra que desarrolla un Proyecto de Urbanización, así como las más representativas del mismo. En caso de que la Dirección Facultativa lo considere necesario, se podrán incluir dentro del Control de Calidad nuevos ensayos de control para las unidades que se incorporen.

### 4. Ensayos y controles a realizar

---

#### 4.1. Control de replanteo de obras

El control de replanteo de las obras se realizará antes de la firma del Acta de Replanteo. Durante dicho control se deberán comprobar como mínimo los siguientes puntos de carácter general:

- Disponibilidad de los terrenos de la zona, prestando especial interés a límites y franjas exteriores de terrenos afectados.
- Comprobación de las conexiones con la vialidad existente (posibles cambios de rasante en la conexión).
- Comprobación en planta de las dimensiones.
- Comprobación de las rasantes.
- Comprobación de la posible existencia de servicios afectados que puedan comprometer la ejecución de las obras y que no se hayan tenido en cuenta en la realización del proyecto.

- Comprobación de los puntos de desagüe del sistema de drenaje.
- Compatibilidad con los sistemas generales.
- Señalización de elementos existentes a conservar.

## 4.2. Movimiento de tierras

### 4.2.1. Excavaciones

Para la excavación en desmonte se llevará a cabo el control geométrico de la excavación, cuidando que quede saneado el fondo de la misma.

El fondo de la excavación quedará refinado y compactado.

### 4.2.1. Rellenos

#### **Relleno de tierras propias**

En caso de que se considere necesario, se empleará este tipo de relleno como suelo de terraplén para la construcción de los viales, estudiando previamente su calidad. Se realizarán los siguientes ensayos con las frecuencias indicadas:

1.000 m <sup>3</sup>	Proctor Modificado
5.000 m <sup>3</sup>	Granulometría
5.000 m <sup>3</sup>	Límites de Atterberg
1.000 m <sup>3</sup>	Equivalente de Arena
10.000 m <sup>3</sup>	Materia orgánica
10.000 m <sup>3</sup>	CBR
1.000 m <sup>2</sup>	Densidad "in situ"

#### **Relleno de suelo adecuado**

Este tipo de material se empleará como material para la construcción de la explanada mejorada (base del firme de los viales). Se realizarán los siguientes ensayos con las frecuencias indicadas:

1.000 m <sup>3</sup>	Proctor Modificado
5.000 m <sup>3</sup>	Granulometría
5.000 m <sup>3</sup>	Límites de Atterberg
5.000 m <sup>3</sup>	Desgaste Los Ángeles
5.000 m <sup>3</sup>	Caras de fractura
10.000 m <sup>3</sup>	Materia orgánica
10.000 m <sup>3</sup>	CBR
1.000 m <sup>2</sup>	Densidad "in situ"

### 4.3. Firmes y pavimentos

Las partidas que componen este apartado son la base de zahorra artificial, riegos de adherencia e imprimación, capas de base y rodadura, bordillos, caces, bordillo de alcorque y baldosa de hormigón. Sobre cada uno de estos componentes se realizarán los siguientes ensayos con la frecuencia indicada:

#### 4.3.1. Sub-base (Suelocemento)

1.000 m <sup>3</sup>	Tiempo de fraguado
1.000 m <sup>3</sup>	Resistencia a flexotracción
1000 m <sup>3</sup>	Resistencia a compresión

#### 4.3.2. Riegos de adherencia, imprimación y curado

Se llevará a cabo un ensayo de cada uno de los siguientes tipos:

- Residuo por destilación
- Carga de las partículas.
- Penetración.
- Dotación.

#### 4.3.3. Capa de base y capa de rodadura

500 Tn	Contenido en ligante
500 Tn	Granulometría
500 Tn	Marshall (completo)
125 Tn	Compactación

#### 4.3.4. Bordillo de hormigón

2.500 m	Absorción
2.500 m	Resistencia a flexión
1.500 m	Resistencia a compresión
5.000 m	Geometría
1.500 m	Desgaste por abrasión

#### 4.3.5. Caces

2.500 m	Absorción
2.500 m	Resistencia a flexión
1.500 m	Resistencia a compresión
1500 m	Rozamiento

#### 4.3.6. Baldosa de hormigón

5000 m <sup>2</sup>	Absorción
5000 m <sup>2</sup>	Heladicidad
5.000 m <sup>2</sup>	Resistencia al desgaste

## 4.4. Aceros

Se emplea acero B-400 S. Se considera que el suministro se efectuará de una sola vez, por lo que se tendrá una sola partida. Para los ensayos del acero se seguirá lo dispuesto en la “Instrucción de Hormigón Estructural” (EHE).

El nivel de control especificado será control a nivel normal. Puesto que en ninguna de las series se supera el límite de 40 tn por lote, únicamente se considerarán 2 lotes, uno para cada serie.

Así, se tomarán dos probetas por lote y se comprobará:

- Sección equivalente
- Características geométricas
- Doblado-desdoblado

Además, a lo largo de la obra, se determinará en dos ocasiones el límite elástico, carga de rotura y alargamiento en una probeta de cada lote.

## 4.5. Hormigones

Las partidas de hormigón objeto de control serán las preceptivas de la Instrucción de Hormigón estructural (EHE). Así lo hormigones utilizados son:

- HA-25.
- HM-20.

Para los hormigones HA-25 el control se realizará en la modalidad 3, control estadístico, mientras que para el resto el control será a nivel reducido, lo que corresponde a la modalidad 1 (art. 88 de la EHE).

### 4.5.1. HA-25

Además de los ensayos de consistencia del hormigón, se seguirán como mínimo las disposiciones indicadas en el artículo 88.4 de la vigente “Instrucción del hormigón Estructural”, correspondiente al control estadístico del hormigón.

Una vez realizados los ensayos, para la lectura de los resultados se dispondrá de las indicaciones del art. 88.5 de la EHE “Decisiones derivadas del control de resistencia”.

#### 4.5.2. HM-20

Para estos tipos de hormigón se llevarán a cabo los pertinentes ensayos de consistencia (ensayo de cono de Abrams, de acuerdo con el ensayo UNE 83313:90) con la frecuencia que se indique en el Pliego de condiciones o por la Dirección de Obra.

### 4.6. Tuberías

#### 4.6.1. Colector de hormigón armado

Los ensayos a ejecutar sobre este tipo de tuberías empleadas en el sistema de drenaje y sus frecuencias son los siguientes:

500 ud	Geometría
500 ud	Rigidez circunferencial
500 ud	Resistencia al choque
500 ud	Flexibilidad del anillo
500 ud	Estanqueidad in situ

### 4.7. Señalización

Se llevará a cabo un control sobre las marcas viales longitudinales y superficiales, para ello se ejecutará una unidad de cada uno de los siguientes ensayos:

1 ud	Cons. Kerbbs
1 ud	Tiempo de secado
1 ud	% defectos
1 ud	Índice de refracción
1 ud	Resistencia agentes
1 ud	Granulometría
1 ud	Muestreo y dosificación

## 4.8. Ensayos imprevistos

Se prevé una partida para la realización de ensayos imprevistos que pudieran surgir a lo largo de las obras. Los ensayos a realizar, así como el número de los mismos, los aprobará la Dirección Facultativa, remitiéndose los resultados de la empresa cualificada tanto a la Dirección de Obra como a la empresa Constructora.

## 5. Condiciones para la realización de ensayos

---

### 5.1. Suministro, identificación y recepción

El suministro, la identificación, el control de recepción de los materiales, los ensayos, y, en su caso, las pruebas de servicio, se realizarán de acuerdo con la normativa explicitada en las disposiciones de carácter obligatorio.

Cuando un material no disponga de normativa obligatoria, dichos aspectos se realizarán preferentemente de acuerdo con las normas UNE, o en su defecto por las NTE o según las instrucciones que, en su momento, indique la Dirección Facultativa.

Todos los materiales llegarán a obra identificados y en perfectas condiciones para su empleo. Para ello, serán transportados en vehículo adecuado y, si es necesario, en envases que garanticen su inalterabilidad. Las operaciones de carga y descarga se efectuarán de forma que no produzcan deterioro en los materiales o en los envases.

### 5.2. Toma de muestras

La toma de muestras será preceptiva en todos los materiales cuya recepción mediante ensayos se establezca en la programación del control y en aquellos que, durante la marcha de la obra, considere la Dirección Facultativa.

Se realizará al azar por la Dirección Facultativa, la cual podrá delegar en personal del laboratorio acreditado, pudiendo estar presente el constructor o persona delegada por éste.

El procedimiento de muestreo se realizará de acuerdo con la normativa de cada producto y en cantidad suficiente para la realización de los ensayos y contraensayos. Para ello, por cada partida de material o lote se tomarán tres muestras iguales: una se remitirá al laboratorio para la realización de los ensayos previstos en la programación de control; los dos restantes se conservarán en obra para la realización de los contraensayos si fuera necesario. Estas muestras se

conservarán en obra durante al menos 100 días si se trata de materiales perecederos (conglomerantes), o hasta la recepción definitiva de las unidades constructivas realizadas con cada uno de los materiales.

En el caso de no tener que realizar ensayos de control, bastará con tomar estas dos últimas muestras.

Todas las muestras se conservarán con garantías de inalterabilidad: bajo cubierta, protegidas de la humedad del suelo, al abrigo de la intemperie y lo más aisladas posible de cualquier maltrato. Estas medidas se adoptarán especialmente en el caso de conglomerantes y muy especialmente en las muestras de hormigón, que necesariamente deberán conservarse en obra al menos 24 horas.

El constructor deberá aportar los medios adecuados que garanticen la conservación en los términos indicados y se encargará de su custodia.

### 5.3. Caso de materiales con certificado de calidad

Cuando se reciba en obra un material con algún certificado de garantía, como:

- Marca de calidad (AENOR, AITIM, CIETSID, etc.),o
- Homologación por el MICT
- Que tenga que venir acompañado por un certificado de ensayos como es obligatorio en los aceros y cementos

el constructor entregará a la Dirección Facultativa los documentos acreditativos para obrar en consecuencia.

En el caso de los cementos, cada partida deberá llegar acompañada del certificado de garantía del fabricante.

### 5.4. Identificación de las muestras

Todas las muestras estarán identificadas haciéndose constar los siguientes puntos:

- Denominación del producto.
- Nombre del fabricante o marca comercial.
- Fecha de llegada a obra.
- Denominación de la partida o lote que corresponde la muestra.
- Nombre de la obra.
- Número de unidades o cantidad, en masa o volumen que constituye la muestra.

- Se hará constar si ostenta sello, tiene homologación o le acompaña algún certificado de ensayos.

## 5.5. Realización de ensayos

Todos los ensayos necesarios para enjuiciar la calidad de los materiales, así como las pruebas de servicio, se deberán realizar por un laboratorio acreditado en las áreas correspondientes, de acuerdo con la siguiente disposición:

- Real Decreto 1230/1989 de 13 octubre.

No obstante, ciertos ensayos o pruebas de servicio, y a criterio de la Dirección Facultativa, podrán ser realizados por ella misma.

El número de ensayos por cada material o pruebas de servicio serán las previstas en la programación de control y como mínimo los prescritos como obligatorios por el LC/91. No obstante, el constructor podrá, a su costa, aumentar el número de ensayos previstos.

## 5.6. Contraensayos

Cuando durante el proceso de control se obtuvieran resultados anómalos que implicasen el rechazo de la partida o lote correspondiente, el constructor tendrá derecho a realizar contraensayos a su costa, por medio de las muestras conservadas en obra.

Para ello se procederá como sigue: se enviarán las dos muestras a dos laboratorios distintos del contratado por el promotor, previamente aceptados por la dirección facultativa. Si uno de los dos resultados fuera insatisfactorio, el material se rechazará. Si los dos fueran satisfactorios se aceptará la partida.

## 5.7. Decisiones derivadas del proceso de control

En caso de control no estadístico o no al cien por cien, cuyos resultados sean no conformes, y antes del rechazo del material, la Dirección Facultativa podrá pasar a realizar un control estadístico o al cien por cien, con las muestras conservadas en obra.

La aceptación de un material o su rechazo por parte de la Dirección Facultativa, así como las decisiones adoptadas como demolición, refuerzo o reparación, deberán ser acatados por el promotor o constructor.

Ante los resultados de controles no satisfactorios, y antes de tomar la decisión de aceptación o rechazo, la Dirección Facultativa podrá realizar los ensayos de información o pruebas de servicio que considere oportunos.

## 6. Actas de resultados e informes mensuales y final

---

### 6.1. Actas de resultados

El Laboratorio acreditado que realice los ensayos correspondientes a cada uno de los materiales citados en el Plan de Control, emitirá un acta de resultados con los datos obtenidos en ellos, conteniendo además la siguiente información:

- Nombre y dirección del Laboratorio de Ensayos.
- Nombre y dirección del Cliente.
- Identificación de la obra o precisión de a quién corresponde el material analizado con su número de expediente.
- Definición del material ensayado.
- Fecha de recepción de la muestra, fecha de realización de los ensayos y fecha de emisión del Informe de Ensayo.
- Identificación de la especificación o método de ensayo.
- Identificación de cualquier método de ensayo no normalizado que se haya utilizado.
- Cualquier desviación de lo especificado para el ensayo.
- Descripción del método de muestreo si así es especificado por la normativa vigente o por el Peticionario.
- Identificación de si la muestra para el ensayo se ha recogido en obra o ha sido entregada en el Laboratorio.
- Indicación de las incertidumbres de los resultados, en los casos que seden.
- Firma del Jefe de Área correspondiente, constatando titulación y visto bueno del Director del Laboratorio.

### 6.2. Informes mensuales

A final de cada mes, mientras dure la Obra, el Laboratorio emitirá un informe resumen de los trabajos realizados en ese período que contendrá la siguiente información:

- Resumen de los ensayos realizados en obra durante ese mes.
- Interpretación de los resultados en cuanto a su cumplimiento con las especificaciones de la Normativa actual o con el Pliego de Prescripciones

### Técnicas Particulares del Proyecto.

- Cuantas observaciones se pudieran derivar del cumplimiento del Plan de Control u otras que se crean oportuno sobre el desarrollo del Control de Calidad.

### 6.3. Informe final

De igual modo, y al finalizar la ejecución de la Obra, se emitirá por parte del Laboratorio un informe resumen conteniendo la misma información que los anteriores, pero ya de una forma global en cuanto al cumplimiento y seguimiento del Plan de Control.

## Control de calidad

## PRESUPUESTO

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>01</b>	<b>Relleno con material de obra</b>								
XTR010	<p>Ud Ensayos para la selección y control de un material de relleno de suelo tolerable</p> <p><b>Ensayos para la selección y control de un material de relleno de suelo tolerable. Ensayos en laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, sobre una muestra tomada en obra: límites de Atterberg según UNE 103103 y UNE 103104; hinchamiento libre según UNE 103601; Proctor Modificado según UNE 103501; C.B.R. según UNE 103502; contenido de materia orgánica según UNE 103204; contenido en yeso según UNE 103206; contenido en sales solubles según UNE 103205. Ensayos "in situ": densidad y humedad según ASTM D6938; placa de carga según UNE 103808. Incluso desplazamiento a obra y redacción de informe técnico con especificación de cada uno de los resultados obtenidos para la selección y control del material de relleno.</b></p> <p><b>Incluye: Desplazamiento a obra. Toma de muestras. Realización de ensayos en laboratorio. Realización de ensayos "in situ". Redacción de informe de los resultados de los ensayos realizados.</b></p>								
							1.00	975.60	975.60
	TOTAL 01.....								<b>975.60</b>

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>02</b>	<b>Hormigones y aceros</b>								
XEB040	<p>Ud Ensayo sobre una muestra de barras corrugadas de acero</p> <p><b>Ensayo a realizar en laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, sobre cuatro probetas de acero corrugado, tomadas en obra, para la determinación de la aptitud al soldeo. Incluso desplazamiento a obra, toma de muestra e informe de resultados.</b></p> <p><b>Incluye: Desplazamiento a obra. Toma de muestra. Realización de ensayos. Redacción de informe de los resultados de los ensayos realizados.</b></p>								
							1.00	141.80	141.80
XEH016	<p>Ud Ensayo sobre una muestra de hormigón</p> <p><b>Ensayo a realizar en laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, sobre una muestra de hormigón fresco, tomada en obra según UNE-EN 12350-1, para la determinación de las siguientes características: consistencia del hormigón fresco mediante el método de asentamiento del cono de Abrams según UNE-EN 12350-2 y resistencia característica a compresión del hormigón endurecido con fabricación y curado de tres probetas probetas cilíndricas de 15x30 cm según UNE-EN 12390-2, refrentado y rotura a compresión de las mismas según UNE-EN 12390-3. Incluso desplazamiento a obra, toma de muestra e informe de resultados.</b></p> <p><b>Incluye: Desplazamiento a obra. Toma de muestras. Realización de ensayos. Redacción de informe de los resultados de los ensayos realizados.</b></p>								
							1.00	81.95	81.95
XEI090	<p>Ud Ensayo sobre probeta testigo de hormigón endurecido</p> <p><b>Ensayo a realizar en laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, para determinar la resistencia a compresión de un hormigón endurecido, mediante la extracción de probeta testigo de 100 mm de diámetro y 200 mm de longitud mediante sonda rotativa de muro, según UNE-EN 12504-1. Incluso desplazamiento a obra y relleno de taladros.</b></p> <p><b>Incluye: Desplazamiento a obra. Extracción de probetas testigo. Relleno de taladros. Realización de ensayos.</b></p>								
							1.00	192.90	192.90
XEI080	<p>Ud Ensayo físico-químico sobre probetas de hormigón endurecido</p> <p><b>Ensayo físico-químico a realizar en laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, sobre probetas de hormigón endurecido, tomadas en obra, para la determinación de las siguientes características: porosidad, densidad real y densidad aparente según UNE-EN 12390-7; contenido de cemento, composición ponderal y relación agua/cemento. Incluso desplazamiento a obra.</b></p> <p><b>Incluye: Desplazamiento a obra. Toma de muestras. Realización de ensayos.</b></p>								
							1.00	483.01	483.01
<b>TOTAL 02.....</b>									<b>899.66</b>

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>03</b>	<b>Firmes y pavimentos</b>								
XTA010	<p>Ud Ensayo sobre una muestra de áridos</p> <p><b>Ensayos a realizar en laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, sobre una muestra de áridos, tomada en obra, para la determinación de las siguientes características: granulometría según UNE-EN 933-1 y UNE-EN 933-2, material retenido por el tamiz 0,063 según UNE-EN 933-1, densidad de partículas y absorción de agua según UNE-EN 1097-6, coeficiente de Los Ángeles según UNE-EN 1097-2. Incluso desplazamiento a obra, toma de muestra e informe de resultados. Incluye: Desplazamiento a obra. Toma de muestras. Realización de ensayos. Redacción de informe de los resultados de los ensayos realizados.</b></p>								
							1.00	253.14	253.14
XBH010	<p>Ud Ensayo sobre una muestra de baldosa de hormigón</p> <p><b>Ensayos a realizar en laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, sobre una muestra de baldosa de hormigón, tomada en obra, para la determinación de las siguientes características: aspecto superficial según UNE-EN 1339, resistencia a la flexión y carga de rotura según UNE-EN 1339, resistencia climática según UNE-EN 1339. Incluso desplazamiento a obra, toma de muestra e informe de resultados. Incluye: Desplazamiento a obra. Toma de muestras. Realización de ensayos. Redacción de informe de los resultados de los ensayos realizados.</b></p>								
							1.00	423.63	423.63
XAC010	<p>Ud Ensayo sobre una muestra de cal</p> <p><b>Ensayos a realizar en laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, sobre una muestra de cal, tomada en obra, para la determinación de las siguientes características: finura de molido, principio y fin de fraguado y resistencia a compresión, según UNE-EN 459-2. Incluso desplazamiento a obra e informe de resultados. Incluye: Desplazamiento a obra. Toma de muestras. Realización de ensayos. Redacción de informe de los resultados de los ensayos realizados.</b></p>								
							1.00	390.94	390.94
XAT010	<p>Ud Ensayo sobre una muestra de cemento</p> <p><b>Ensayos a realizar en laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, sobre una muestra de cemento, tomada en obra, para la determinación de las siguientes características: tiempo de fraguado según UNE-EN 196-3, resistencia a flexotracción y a compresión según UNE-EN 196-1. Incluso desplazamiento a obra, toma de muestra e informe de resultados. Incluye: Desplazamiento a obra. Toma de muestras. Realización de ensayos. Redacción de informe de los resultados de los ensayos realizados.</b></p>								
							1.00	163.68	163.68
<b>TOTAL 03.....</b>									<b>1,231.39</b>

**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>04</b>	<b>Estudio geotécnico</b>								
XSE010	<p>Ud Estudio geotécnico del terreno en suelo medio (arcillas, margas)</p> <p><b>Estudio geotécnico del terreno en suelo medio (arcillas, margas) compuesto por los siguientes trabajos de campo y ensayos de laboratorio. Trabajos de campo: un sondeo a rotación con extracción de testigo continuo hasta una profundidad de 10 m tomando 1 muestra inalterada mediante tomamuestras de pared gruesa y 1 muestra alterada mediante tomamuestras normalizado del ensayo de Penetración Estándar (SPT), 2 penetraciones dinámicas mediante penetrómetro dinámico superpesado (DPSH) hasta 10 m de profundidad. Ensayos de laboratorio: apertura y descripción de las muestras tomadas, con descripción del testigo continuo obtenido, efectuándose los siguientes ensayos de laboratorio: 2 de análisis granulométrico según UNE 103101; 2 de límites de Atterberg según UNE 103103 y UNE 103104; 2 de humedad natural según UNE 103300; densidad aparente según UNE 103301; resistencia a compresión según UNE 103400; Proctor Normal según UNE 103500; Proctor Modificado según UNE 103501; C.B.R. según UNE 103502; 2 de contenido en sulfatos según UNE 103201; contenido de materia orgánica según UNE 103204. Todo ello recogido en el correspondiente informe geotécnico con especificación de cada uno de los resultados obtenidos, conclusiones y validez del estudio sobre parámetros para el diseño de la cimentación.</b></p> <p><b>Incluye: Desplazamiento a obra. Toma de muestras. Realización de ensayos. Redacción del informe geotécnico, con especificación de cada uno de los resultados obtenidos, conclusiones y validez del estudio sobre parámetros para el diseño de la cimentación.</b></p>								
							1.00	2,191.03	2,191.03
	<b>TOTAL 04.....</b>								<b>2,191.03</b>
	<b>TOTAL.....</b>								<b>5,297.68</b>

# RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE	%
01	Relleno con material de obra .....	975.60	18.42
02	Hormigones y aceros.....	899.66	16.98
03	Firmes y pavimentos.....	1,231.39	23.24
04	Estudio geotécnico .....	2,191.03	41.36
	<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>5,297.68</b>	
	21% IVA .....	1,112.51	
	<b>PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN</b>	<b>6,410.19</b>	

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de SEIS MIL CUATROCIENTOS DIEZ EUROS con DIECINUEVE CÉNTIMOS

, 10 de julio 2019.

# Anejo 13

## Justificación de precios

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>01</b>	<b>Movimiento de tierras</b>				
<b>ADL005</b>	<b>Desbroce y limpieza del terreno</b> <span style="float: right;">m<sup>2</sup></span>				
	Desbroce y limpieza del terreno, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: pequeñas plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 30 cm; y carga a camión.				
	Incluye: Replanteo en el terreno. Remoción mecánica de los materiales de desbroce. Retirada y disposición mecánica de los materiales objeto de desbroce. Carga a camión.				
	Criterio de valoración económica: El precio no incluye la tala de árboles ni el transporte de los materiales retirados.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 kW/1,9 m <sup>3</sup> .	0.025 h	40.13	1.00	
mo113	Peón ordinario construcción.	0.011 h	21.62	0.24	
%0200	Costes directos complementarios	2.000 %	1.20	0.02	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>					<b>1.26</b>
<b>ADD010</b>	<b>Desmante en tierra</b> <span style="float: right;">m<sup>3</sup></span>				
	Desmante en tierra, para dar al terreno la rasante de explanación prevista, con empleo de medios mecánicos, y carga a camión.				
	Incluye: Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Trazado de los bordes de la base del terraplén. Desmante en sucesivas franjas horizontales. Redondeado de perfil en bordes ataluzados en las aristas de pie, quiebros y coronación. Refino de taludes. Carga a camión de los materiales excavados.				
	Criterio de valoración económica: El precio no incluye el transporte de los materiales excavados.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 kW/1,9 m <sup>3</sup> .	0.042 h	40.13	1.69	
mo113	Peón ordinario construcción.	0.009 h	21.62	0.19	
%0200	Costes directos complementarios	2.000 %	1.90	0.04	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>					<b>1.92</b>
<b>ADP010</b>	<b>Terraplenado para cimiento de terraplén</b> <span style="float: right;">m<sup>3</sup></span>				
	Terraplenado para cimiento de terraplén, mediante el extendido en tongadas de espesor no superior a 30 cm de material de la propia excavación, que cumple los requisitos expuestos en el art. 330.3.1 del PG-3 y posterior compactación con medios mecánicos hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501, y ello cuantas veces sea necesario, hasta conseguir la cota de subrasante.				
	Incluye: Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Trazado de los bordes de la base del terraplén. Excavación de la capa vegetal de la base y preparación de la superficie de apoyo. Escarificado, refino, reperfilado y formación de pendientes. Carga, transporte y extendido por tongadas de espesor uniforme. Humectación o desecación de cada tongada. Compactación por tongadas.				
	Criterio de valoración económica: El precio no incluye la realización del ensayo Proctor Modificado.				
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 kW/1,9 m <sup>3</sup> .	0.030 h	40.13	1.20	
mq04cab010b	Camión basculante de 10 t de carga, de 147 kW.	0.045 h	32.90	1.48	
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.	0.020 h	67.62	1.35	
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autopropulsado, de 129 kW, de 16,2 t, anchura de trabajo 213,4 cm.	0.047 h	62.20	2.92	
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m <sup>3</sup> de capacidad.	0.020 h	40.02	0.80	
mo113	Peón ordinario construcción.	0.082 h	21.62	1.77	
%0200	Costes directos complementarios	2.000 %	9.50	0.19	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>					<b>9.71</b>
<b>ADT010</b>	<b>Transporte de tierras</b> <span style="float: right;">m<sup>3</sup></span>				
	Transporte de tierras con camión de 12 t de los productos procedentes de la excavación de cualquier tipo de terreno dentro de la obra.				
	Incluye: Transporte de tierras dentro de la obra.				
	Criterio de valoración económica: El precio incluye el tiempo de espera en obra durante las operaciones de carga, el viaje de ida, la descarga y el viaje de vuelta, pero no incluye la carga en obra.				
mq04cab010c	Camión basculante de 12 t de carga, de 162 kW.	0.020 h	40.09	0.80	
%0200	Costes directos complementarios	2.000 %	0.80	0.02	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>					<b>0.82</b>

## CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
GTA020	<p><b>Transporte de tierras a vertedero</b></p> <p>Transporte de tierras con camión de los productos procedentes de la excavación de cualquier tipo de terreno a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos, situado a una distancia máxima de 20 km.</p> <p>Incluye: Transporte de tierras a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos, con protección de las mismas mediante su cubrición con lonas o toldos.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye el tiempo de espera en obra durante las operaciones de carga, el viaje de ida, la descarga y el viaje de vuelta, pero no incluye la carga en obra.</p>	m <sup>3</sup>			
mq04cab010e	Camión basculante de 20 t de carga, de 213 kW.	0.101 h	42.15	4.26	
%0200	Costes directos complementarios	2.000 %	4.30	0.09	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>					<b>4.35</b>

## CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>02</b>	<b>Estructuras</b>				
<b>UNM021</b>	<b>Montaje y desmontaje de sistema de encofrado</b>	<b>m<sup>2</sup></b>			
	Montaje y desmontaje en una cara del muro, de sistema de encofrado a dos caras con acabado visto con textura lisa, realizado con tablero contrachapado fenólico con bastidor metálico, amortizable en 20 usos, para formación de muro de hormigón armado, de 8 m de altura y superficie plana, para contención de tierras. Incluso tubos de PVC para formación de mechinales; pasamuros para paso de los tensores; elementos de sustentación, fijación y apuntalamiento necesarios para su estabilidad; y líquido desencofrante para evitar la adherencia del hormigón al encofrado. Incluye: Replanteo del encofrado sobre la cimentación. Limpieza de la base de apoyo del muro en la cimentación. Colocación de tubos para formación de mechinales. Colocación de pasamuros para paso de los tensores. Montaje del sistema de encofrado. Colocación de elementos de sustentación, fijación y acodamiento. Aplomado y nivelación del encofrado. Humectación del encofrado. Desmontaje del sistema de encofrado. Limpieza y almacenamiento del encofrado.				
mt08ema070b	Tablero contrachapado fenólico de madera de pino, de 18 mm de espesor, con bastidor metálico, para encofrar muros de hormigón de	0.050 m <sup>2</sup>	250.00	12.50	
mt08eme075l	Estructura soporte de sistema de encofrado vertical, para muros de hormigón a dos caras, de entre 3 y 6 m de altura, formada por	0.007 Ud	257.95	1.81	
mt08dba010a	Agente desmoldeante biodegradable en fase acuosa para hormigones con acabado visto.	0.013 l	8.15	0.11	
mt11var300	Tubo de PVC liso, de varios diámetros.	0.020 m	6.50	0.13	
mt08var204	Pasamuros de PVC para paso de los tensores del encofrado, de varios diámetros y longitudes.	0.400 Ud	0.93	0.37	
mo044	Oficial 1 <sup>a</sup> encofrador.	0.495 h	26.27	13.00	
mo091	Ayudante encofrador.	0.495 h	23.29	11.53	
%0200	Costes directos complementarios	2.000 %	39.50	0.79	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>					<b>40.24</b>
<b>UNM020</b>	<b>Muro de contención de tierras con puntera y talón</b>	<b>m<sup>3</sup></b>			
	Muro de contención de tierras de superficie plana, con puntera y talón, de hormigón armado, de 8 m de altura, realizado con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 48 kg/m <sup>3</sup> . Incluso tubos de PVC para drenaje, alambre de atar y separadores. Incluye: Replanteo de la cimentación del muro. Colocación de las armaduras con separadores homologados. Disposición de los tubos de drenaje. Resolución de juntas de construcción. Vertido y compactación del hormigón. Curado del hormigón. Reparación de defectos superficiales, si procede. Criterio de valoración económica: El precio incluye la cimentación del muro y la elaboración y el montaje de la ferralla en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye el encofrado.				
mt07aco020d	Separador homologado para muros.	8.000 Ud	0.06	0.48	
mt07aco010g	Acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, suministrado en obra en barras sin elaborar, de varios diámetros.	48.960 kg	0.62	30.36	
mt08var050	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	0.624 kg	1.11	0.69	
mt36tie010da	Tubo de PVC, serie B, de 75 mm de diámetro y 3 mm de espesor, con extremo abocardado, según UNE-EN 1329-1.	0.050 m	3.34	0.17	
mt10haf010nga	Hormigón HA-25/B/20/IIa, fabricado en central.	1.050 m <sup>3</sup>	71.11	74.67	
op00ciz020	Cizalla para acero en barras corrugadas.	1.000	0.00	0.00	
op00ata010	Atadora de ferralla.	1.000	0.00	0.00	
au00auh010	Cubilote.	1.000	0.00	0.00	
au00auh040	Vibrador de hormigón, eléctrico.	1.000	0.00	0.00	
mo043	Oficial 1 <sup>a</sup> ferrallista.	0.765 h	26.27	20.10	
mo090	Ayudante ferrallista.	0.974 h	23.29	22.68	
mo045	Oficial 1 <sup>a</sup> estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	0.261 h	26.27	6.86	
mo092	Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	1.043 h	23.29	24.29	
%0200	Costes directos complementarios	2.000 %	180.30	3.61	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>					<b>183.91</b>

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>03</b>	<b>Firmes y pavimentos</b>				
UFF010	<b>Firme flexible</b> Formación de firme flexible para tráfico pesado T31 sobre explanada E1, compuesto por: capa de 30 cm de espesor de suelocemento formada por la mezcla en central de material granular para la fabricación de SC40, adecuado para tráfico T31 con cemento CEM II / A-V 32,5 N, a granel; riego de curado mediante la aplicación de emulsión bituminosa, tipo ECR-1, a base de betún asfáltico; mezcla bituminosa en caliente: riego de adherencia mediante la aplicación de emulsión bituminosa, tipo ECR-1, a base de betún asfáltico; capa de 13 cm de espesor formada por una mezcla bituminosa en caliente de tipo AC 32 base G; riego de adherencia mediante la aplicación de emulsión bituminosa, tipo ECR-1, a base de betún asfáltico; capa de rodadura de 2 cm de espesor formada por una mezcla bituminosa discontinua en caliente tipo BBTM 11A. Incluye: Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo de la mezcla con cemento. Preparación de la superficie existente para la mezcla con cemento. Fabricación de la mezcla con cemento. Transporte de la mezcla con cemento. Vertido y extensión de la mezcla con cemento. Prefisuración de la capa de mezcla con cemento. Compactación y terminación de la capa de mezcla con cemento. Ejecución de juntas de construcción en la capa de mezcla con cemento. Curado de la capa de mezcla con cemento. Tramo de prueba para la capa de mezcla con cemento. Preparación de la superficie para el riego de adherencia. Aplicación de la emulsión bituminosa. Preparación de la superficie existente para la capa de mezcla bituminosa. Transporte de la mezcla bituminosa. Extensión de la mezcla bituminosa. Compactación de la capa de mezcla bituminosa. Ejecución de juntas transversales y longitudinales en la capa de mezcla bituminosa. Tramo de prueba para la capa de mezcla bituminosa.	m <sup>2</sup>			
mt47aag010da	Mezcla bituminosa discontinua en caliente, tipo BBTM 11A, con árido granítico y betún asfáltico de penetración, según UNE-EN 131	0.046 t	53.55	2.46	
mt47aag050qj	Emulsión bituminosa catiónica C60B3 ADH, con un 60% de betún asfáltico como ligante para usar como riego de adherencia en pavime	0.500 kg	0.46	0.23	
mt47aag020qg	Mezcla bituminosa continua en caliente AC32 base G, para capa base, de composición gruesa, con árido granítico de 32 mm de tamañ	0.299 t	51.08	15.27	
mt47aag050qB	Emulsión bituminosa catiónica C60B3 CUR, con un 60% de betún asfáltico como ligante para usar como riego de curado en pavimentos	1.100 kg	0.24	0.26	
mt01arp100i	Material granular para la fabricación de SC40, adecuado para tráfico T31, según PG-3. Según UNE-EN 13043.	0.663 t	2.50	1.66	
mt08cet020c	Cemento CEM II / A-V 32,5 N, a granel, según UNE-EN 197-1.	0.021 t	92.44	1.94	
mq10csc010	Central discontinua para tratamiento de materiales con cemento, de 160 t/h.	0.007 h	86.38	0.60	
mq04tk010	Transporte de áridos.	10.514 t-km	0.10	1.05	
mq04cab010d	Camión basculante de 14 t de carga, de 184 kW.	0.016 h	39.06	0.62	
mq01mot010b	Motoniveladora de 154 kW.	0.007 h	74.71	0.52	
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m <sup>3</sup> de capacidad.	0.012 h	40.02	0.48	
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autopropulsado, de 129 kW, de 16,2 t, anchura de trabajo 213,4 cm.	0.007 h	62.20	0.44	
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 kW/1,9 m <sup>3</sup> .	0.016 h	40.13	0.64	
mq02cia020f	Camión cisterna equipado para riego, de 8 m <sup>3</sup> de capacidad.	0.008 h	41.93	0.34	
mq11bar010	Barredora remolcada con motor auxiliar.	0.004 h	12.45	0.05	
mq04tk020	Transporte de aglomerado.	5.257 t-km	0.10	0.53	
mq11ext030	Extendidora asfáltica de cadenas, de 81 kW.	0.009 h	80.21	0.72	
mq02rot030b	Compactador tándem autopropulsado, de 63 kW, de 9,65 t, anchura de trabajo 168 cm.	0.009 h	40.93	0.37	
mq11com010	Compactador de neumáticos autopropulsado, de 12/22 t.	0.009 h	58.11	0.52	
mo041	Oficial 1ª construcción de obra civil.	0.019 h	18.56	0.35	
mo087	Ayudante construcción de obra civil.	h	17.53	0.46	
%0200	Costes directos complementarios	2.000 %	29.80	0.60	
Suma la partida.....					30.11
Diferencias por ajuste.....					0.25
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>					<b>30.36</b>

## CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>UXE010</b>	<b>Estabilización de explanada</b>	<b>m<sup>3</sup></b>			
	Estabilización de explanada, mediante el extendido en tongadas de material adecuado, y posterior compactación hasta alcanzar un espesor de 50 a 60 cm y una densidad seca no inferior al 100% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501. Incluso aporte de material adecuado, carga, transporte y descarga a pie de tajo del material y humectación del mismo.				
	Incluye: Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Trazado de los bordes de la base del terraplén. Preparación de la superficie de apoyo. Carga, transporte y extendido por tongadas de espesor uniforme. Humectación o desecación de cada tongada. Compactación por tongadas. Escarificado, refino, reperfilado y formación de pendientes. Carga a camión.				
	Criterio de valoración económica: El precio no incluye la realización del ensayo Proctor Modificado.				
mt01art030b	Material adecuado de aportación, para formación de terraplenes, según el art. 330.3.3.2 del PG-3.	1.150 m <sup>3</sup>	6.15	7.07	
mq01pan010a	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 kW/1,9 m <sup>3</sup> .	h	40.13	1.08	
mq04cab010b	Camión basculante de 10 t de carga, de 147 kW.	0.039 h	32.90	1.28	
mq01mot010a	Motoniveladora de 141 kW.	0.016 h	67.62	1.08	
mq02rov010i	Compactador monocilíndrico vibrante autopropulsado, de 129 kW, de 16,2 t, anchura de trabajo 213,4 cm.	0.045 h	62.20	2.80	
mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m <sup>3</sup> de capacidad.	0.018 h	40.02	0.72	
mo087	Ayudante construcción de obra civil.	0.086 h	17.53	1.51	
%0200	Costes directos complementarios	2.000 %	16.00	0.32	
	Suma la partida.....				15.86
	Diferencias por ajuste.....				0.41
	<b>TOTAL PARTIDA.....</b>				<b>16.27</b>
<b>UXH010</b>	<b>Solado de losetas de hormigón</b>	<b>m<sup>2</sup></b>			
	Suministro y colocación de pavimento para uso privado en zona de aceras y paseos, de losetas de hormigón para uso exterior, de 4 pastillas, clase resistente a flexión T, clase resistente según la carga de rotura 3, clase de desgaste por abrasión G, formato nominal 20x20x3 cm, color gris, según UNE-EN 1339, colocadas al tendido sobre capa de arena-cemento de 3 cm de espesor, sin aditivos, con 250 kg/m <sup>3</sup> de cemento Portland con caliza CEM II/B-L 32,5 R y arena de cantera granítica, dejando entre ellas una junta de separación de entre 1,5 y 3 mm. Todo ello realizado sobre firme compuesto por forjado estructural, no incluido en este precio. Incluso p/p de juntas estructurales y de dilatación, cortes a realizar para ajustarlas a los bordes del confinamiento o a las intrusiones existentes en el pavimento y relleno de juntas con lechada de cemento 1/2 CEM II/B-P 32,5 R, coloreada con la misma tonalidad de las piezas.				
	Incluye: Replanteo de maestras y niveles. Extendido de la capa de arena-cemento. Espolvoreo con cemento de la superficie. Colocación al tendido de las piezas. Formación de juntas y encuentros. Limpieza del pavimento y las juntas. Preparación y extendido de la lechada líquida para relleno de juntas. Limpieza final con agua, sin eliminar el material de rejuntado.				
mt09mcr300b	Arena-cemento, sin aditivos, con 250 kg/m <sup>3</sup> de cemento Portland CEM II/B-L 32,5 R y arena de cantera granítica, confeccionado en	0.032 m <sup>3</sup>	60.05	1.92	
mt08cem011a	Cemento Portland CEM II/B-L 32,5 R, color gris, en sacos, según UNE-EN 197-1.	1.000 kg	0.10	0.10	
mt18bhi010aa	Loseta de hormigón para uso exterior, de 4 pastillas, clase resistente a flexión T, clase resistente según la carga de rotura 3,	1.050 m <sup>2</sup>	5.50	5.78	
mt09lec020a	Lechada de cemento 1/2 CEM II/B-P 32,5 N.	0.001 m <sup>3</sup>	120.10	0.12	
op00sie030	Sierra de disco de diamante, para mesa de trabajo, de corte húmedo.	1.000	0.00	0.00	
mo041	Oficial 1ª construcción de obra civil.	0.369 h	18.56	6.85	
mo087	Ayudante construcción de obra civil.	0.369 h	17.53	6.47	
%0200	Costes directos complementarios	2.000 %	25.40	0.51	
	Suma la partida.....				21.75
	Diferencias por ajuste.....				4.19
	<b>TOTAL PARTIDA.....</b>				<b>25.94</b>

## CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
UXB020	<b>Bordillo</b> Piezas de bordillo recto de hormigón, monocapa, con sección normalizada de calzada C6 (25x12) cm, clase climática B (absorción <=6%), clase resistente a la abrasión H (huella <=23 mm) y clase resistente a flexión S (R-3,5 N/mm <sup>2</sup> ), de 100 cm de longitud, según UNE-EN 1340 y UNE 127340, colocadas sobre base de hormigón no estructural (HNE-20/P/20) de espesor uniforme de 15 cm y 10 cm de anchura a cada lado del bordillo, vertido desde camión, extendido y vibrado con acabado maestreado, según pendientes del proyecto y colocado sobre explanada con índice CBR > 5 (California Bearing Ratio), no incluida en este precio; posterior rejuntado de anchura máxima 5 mm con mortero de cemento, industrial, M-5. Incluso topes o contrafuertes de 1/3 y 2/3 de la altura del bordillo, del lado de la calzada y al dorso respectivamente, con un mínimo de 10 cm, salvo en el caso de pavimentos flexibles. Incluye: Replanteo de alineaciones y niveles. Vertido y extendido del hormigón en cama de apoyo. Colocación, recibido y nivelación de las piezas, incluyendo topes o contrafuertes. Relleno de juntas con mortero de cemento.	m			
mt10hmf011Bc	Hormigón no estructural HNE-20/P/20, fabricado en central.	0.058 m <sup>3</sup>	63.94	3.71	
mt08aaa010a	Agua.	0.006 m <sup>3</sup>	1.50	0.01	
mt09mif010ca	Mortero industrial para albañilería, de cemento, color gris, categoría M-5 (resistencia a compresión 5 N/mm <sup>2</sup> ), suministrado en s	0.006 t	33.86	0.20	
mt18jbg010Ha	Bordillo recto de hormigón, monocapa, con sección normalizada de calzada C6 (25x12) cm, clase climática B (absorción <=6%), clas	1.050 Ud	1.52	1.60	
op00amo010	Amoladora o radial.	1.000	0.00	0.00	
mo041	Oficial 1ª construcción de obra civil.	0.345 h	18.56	6.40	
mo087	Ayudante construcción de obra civil.	0.363 h	17.53	6.36	
%0200	Costes directos complementarios	2.000 %	22.30	0.45	
Suma la partida.....					18.73
Diferencias por ajuste.....					4.01
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>					<b>22.74</b>

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>04</b>	<b>Drenaje</b>				
<b>IUD010</b>	<b>Cuneta revestida de hormigón</b>	<b>m</b>			
	Formación de cuneta de sección triangular de 100 cm de anchura y 50 cm de profundidad, con una inclinación de los taludes de 1:1 en el lado exterior y en el lado interior, revestida con una capa de hormigón en masa HM-20/P/20/I de 5 cm de espesor. Incluso preparación de la superficie de apoyo del hormigón, aserrado de las juntas de retracción, con medios mecánicos, con una profundidad de 5 mm y posterior sellado con masilla de poliuretano. Sin incluir la preparación de la capa base existente. Incluye: Preparación y limpieza de la superficie soporte. Replanteo de las juntas. Colocación del encofrado. Vertido y compactación del hormigón. Curado del hormigón. Formación de juntas de retracción mediante corte con sierra de disco. Sellado de juntas con masilla de poliuretano.				
mt10hmf010Mp	Hormigón HM-20/P/20/I, fabricado en central.	0.060 m³	70.03	4.20	
mt08ema050b	Madera para encofrar, de 26 mm de espesor.	0.001 m³	389.18	0.39	
mt08var050	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	0.013 kg	1.11	0.01	
mt08var060	Puntas de acero de 20x100 mm.	0.050 kg	7.08	0.35	
mt15bas030b	Cartucho de masilla elastómera monocomponente a base de poliuretano, de color gris, de 600 ml, tipo F-25 HM según UNE-EN ISO 116	0.120 Ud	6.11	0.73	
mq02rod010d	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 kg, anchura de trabajo 70 cm, reversible.	0.144 h	6.47	0.93	
mq06cor020	Equipo para corte de juntas en soleras de hormigón.	0.005 h	9.62	0.05	
au00auh020	Canaleta para vertido del hormigón.	1.000	0.00	0.00	
au00auh040	Vibrador de hormigón, eléctrico.	1.000	0.00	0.00	
mo041	Oficial 1ª construcción de obra civil.	0.144 h	18.56	2.67	
mo087	Ayudante construcción de obra civil.	0.144 h	17.53	2.52	
%0200	Costes directos complementarios	2.000 %	11.90	0.24	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>					<b>12.09</b>
<b>IUS015</b>	<b>Colector enterrado</b>	<b>m</b>			
	Colector enterrado, con refuerzo bajo calzada, formado por tubo de hormigón armado para saneamiento sin presión, fabricado por compresión radial, clase 60, carga de rotura 60 kN/m², de 1000 mm de diámetro nominal (interior), unión por enchufe y campana con junta elástica, con una pendiente mínima del 2,00%, para conducción de saneamiento sin presión, colocado sobre solera de hormigón en masa HM-20/B/20/I de 10 cm de espesor, relleno lateral y superior hasta 30 cm por encima de la generatriz superior con el mismo tipo de hormigón, debidamente vibrado y compactado. Incluso juntas de goma, lubricante para montaje, accesorios y piezas especiales. Incluye: Replanteo del recorrido del colector. Presentación en seco de los tubos. Vertido y compactación del hormigón en formación de solera. Ejecución de nichos en la base de apoyo para alojar las campanas. Descenso y colocación de los tubos en el fondo de la zanja. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Ejecución del relleno envolvente. Realización de pruebas de servicio. Criterio de valoración económica: El precio incluye los equipos y la maquinaria necesarios para el desplazamiento y la disposición en obra de los elementos, pero no incluye la excavación ni el relleno principal.				
mt46thb020fa	Tubo de hormigón armado para saneamiento sin presión, fabricado por compresión radial, clase 60, carga de rotura 60 kN/m², de 10	1.050 m	78.29	82.20	
mt46thb110a	Lubricante para unión con junta elástica, en colector enterrado de saneamiento sin presión.	0.043 kg	2.82	0.12	
mt10hmf010Mm	Hormigón HM-20/B/20/I, fabricado en central.	1.175 m³	74.08	87.04	
mq04cag010b	Camión con grúa de hasta 10 t.	0.324 h	56.62	18.34	
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	0.211 h	36.85	7.78	
au00auh040	Vibrador de hormigón, eléctrico.	1.000	0.00	0.00	
mo041	Oficial 1ª construcción de obra civil.	0.689 h	18.56	12.79	
%0200	Costes directos complementarios	2.000 %	208.30	4.17	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>					<b>212.44</b>

## CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
IUS073	<b>Arqueta de paso</b>	Ud			
	Arqueta de paso enterrada, prefabricada de hormigón, de dimensiones interiores 90x90x90 cm, sobre solera de hormigón en masa HM-20/B/20/I de 20 cm de espesor, con marco y tapa prefabricados de hormigón armado y cierre hermético al paso de los olores mefíticos; previa excavación con medios mecánicos y posterior relleno del trasdós con material granular.				
	Incluye: Replanteo. Excavación con medios mecánicos. Eliminación de las tierras sueltas del fondo de la excavación. Vertido y compactación del hormigón en formación de solera. Colocación de la arqueta prefabricada. Ejecución de taladros para el conexionado de los colectores a la arqueta. Conexionado de los colectores a la arqueta. Colocación de la tapa y los accesorios. Relleno del trasdós. Comprobación de su correcto funcionamiento. Realización de pruebas de servicio.				
mt10hmf010Mm	Hormigón HM-20/B/20/I, fabricado en central.	0.162 m³	74.08	12.00	
mt11arh010d	Arqueta con fondo, registrable, prefabricada de hormigón fck=25 MPa, de 90x90x90 cm de medidas interiores, para saneamiento.	1.000 Ud	77.01	77.01	
mt11arh020d	Marco y tapa prefabricados de hormigón armado fck=25 MPa, para arquetas de saneamiento de 100x100 cm, espesor de la tapa 10 cm	1.000 Ud	30.81	30.81	
mt01arr010a	Grava de cantera, de 19 a 25 mm de diámetro.	1.393 t	7.29	10.15	
mq01ret020b	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	0.094 h	36.85	3.46	
au00auh020	Canaleta para vertido del hormigón.	1.000	0.00	0.00	
au00auh040	Vibrador de hormigón, eléctrico.	1.000	0.00	0.00	
mo041	Oficial 1ª construcción de obra civil.	0.646 h	18.56	11.99	
mo087	Ayudante construcción de obra civil.	0.523 h	17.53	9.17	
%0200	Costes directos complementarios	2.000 %	154.60	3.09	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>					<b>157.68</b>

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>05</b>	<b>Señalización</b>				
<b>TSV030</b>	<b>Poste para soporte de señalización vertical</b>	<b>Ud</b>			
	Poste de 3 m de altura, de tubo de acero galvanizado, de sección rectangular, de 80x40x2 mm, para soporte de señalización vertical de tráfico, fijado a una base de hormigón HM-20/P/20/I. Incluye: Replanteo y marcado de los ejes. Excavación. Hormigonado de la base de apoyo. Fijación del poste.				
mt53bps030b	Poste de tubo de acero galvanizado, de sección rectangular, de 80x40x2 mm, para soporte de señalización vertical de tráfico.	3.000 m	6.43	19.29	
mt10hmf010Mpmo041	Hormigón HM-20/P/20/I, fabricado en central. Oficial 1ª construcción de obra civil.	0.050 m <sup>3</sup> 0.431 h	70.03 18.56	3.50 8.00	
mo087	Ayudante construcción de obra civil.	0.862 h	17.53	15.11	
%0200	Costes directos complementarios	2.000 %	45.90	0.92	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>					<b>46.82</b>
<b>TSV050</b>	<b>Señalización vertical de tráfico</b>	<b>Ud</b>			
	Suministro y colocación sobre el soporte de señal vertical de tráfico de acero galvanizado, con retrorreflectancia nivel 1 (E.G.). Incluso accesorios, tornillería y anclaje. Incluye: Montaje.				
mt53spc010d	Señal vertical de tráfico de acero galvanizado, circular, de 90 cm de diámetro, con retrorreflectancia nivel 1 (E.G.), según UNE	33.000 Ud	81.08	2,675.64	
mt53spc020a	Señal vertical de tráfico de acero galvanizado, triangular, de 90 cm de lado, con retrorreflectancia nivel 1 (E.G.), según UNE-E	11.000 Ud	54.33	597.63	
mt53spc050d	Señal vertical de tráfico de acero galvanizado, octogonal, de 90 cm de doble apotema, con retrorreflectancia nivel 1 (E.G.), seg	1.000 Ud	86.07	86.07	
mt53spc030d	Señal vertical de tráfico de acero galvanizado, cuadrada, de 90 cm de lado, con retrorreflectancia nivel 1 (E.G.), según UNE-EN	2.000 Ud	91.35	182.70	
mq07cce010a	Camión con cesta elevadora de brazo articulado de 16 m de altura máxima de trabajo y 260 kg de carga máxima.	8.606 h	19.15	164.80	
mo041	Oficial 1ª construcción de obra civil.	8.836 h	18.56	164.00	
mo087	Ayudante construcción de obra civil.	8.836 h	17.53	154.90	
%0200	Costes directos complementarios	2.000 %	4,025.70	80.51	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>					<b>4,106.25</b>
<b>MSH010</b>	<b>Marca vial longitudinal</b>	<b>m</b>			
	Aplicación mecánica con máquina autopropulsada de pintura plástica para exterior, a base de resinas acrílicas, color blanco, acabado satinado, textura lisa, para marca vial longitudinal continua, de 10 cm de anchura, para separación de carriles, separación de sentidos de circulación, bordes de calzada, regulación del adelantamiento y delimitación de zonas o plazas de estacionamiento. Incluye: Barrido mediante barredora mecánica. Premarcaje. Aplicación mecánica de la mezcla mediante pulverización.				
mt27mvp010e	Pintura plástica para exterior, a base de resinas acrílicas, color blanco, acabado satinado, textura lisa	0.029 l	11.19	0.32	
mt27mvh100a	Microesferas de vidrio.	0.019 kg	1.49	0.03	
mq11bar010	Barredora remolcada con motor auxiliar.	0.001 h	12.45	0.01	
mq08war010b	Máquina autopropulsada, para pintar marcas viales sobre la calzada.	0.001 h	40.44	0.04	
mo041	Oficial 1ª construcción de obra civil.	0.008 h	18.56	0.15	
mo087	Ayudante construcción de obra civil.	0.004 h	17.53	0.07	
%0200	Costes directos complementarios	2.000 %	0.60	0.01	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>					<b>0.63</b>
<b>MSH030</b>	<b>Inscripciones viales</b>	<b>m<sup>2</sup></b>			
	Aplicación mecánica con máquina autopropulsada de pintura plástica para exterior, a base de resinas acrílicas, color blanco, acabado satinado, textura lisa, para marcado de flechas e inscripciones en viales. Incluye: Barrido mediante barredora mecánica. Premarcaje. Aplicación mecánica de la mezcla mediante pulverización.				
mt27mvp010e	Pintura plástica para exterior, a base de resinas acrílicas, color blanco, acabado satinado, textura lisa	0.285 l	11.19	3.19	
mt27mvh100a	Microesferas de vidrio.	0.190 kg	1.49	0.28	
mq11bar010	Barredora remolcada con motor auxiliar.	0.001 h	12.45	0.01	
mq08war010b	Máquina autopropulsada, para pintar marcas viales sobre la calzada.	0.001 h	40.44	0.04	
mo041	Oficial 1ª construcción de obra civil.	0.032 h	18.56	0.59	
mo087	Ayudante construcción de obra civil.	0.065 h	17.53	1.14	
%0200	Costes directos complementarios	2.000 %	5.30	0.11	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>					<b>5.36</b>