



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



# PLAN DE DEFENSA CONTRA LAS INUNDACIONES URBANAS EN MOTILLA DEL PALANCAR (CUENCA)

---

---

**Trabajo Final de Grado**

Curso 2019/2020

Autor: Lorena Cuellar Castellanos

Tutor: Juan Bautista Marco Segura



## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo final de grado quiero agradecerlo, así como dedicárselo a todos aquellos que han confiado en mí, que me han apoyado y animado a continuar durante todos estos años, en especial en los momentos de recaída.

En primer lugar, quiero darle las gracias a mi tutor, Juan Bautista Marco Segura, por su apoyo, por guiarme en la realización del proyecto y por sus consejos y recomendaciones.

También, a mi familia, en especial a mi madre y a mi hermana por su incansable apoyo y ayuda durante toda esta etapa. Y, sin duda, a Esteban, por ayudarme y hacerme ver la carrera desde un ámbito práctico.

Por último, quiero agradecerlo a mis compañeros de carrera, que tras la cual, pasan a ser más que amigos. Sin ellos, sin duda, esta trayectoria hubiera sido mucho más difícil.

---



## INDICE GENERAL TRABAJO FINAL DE GRADO

### DOCUMENTO Nº1 – MEMORIA

1. MEMORIA
2. ANEJO I – GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA
3. ANEJO II – ESTUDIO HIDROLÓGICO
4. ANEJO III – ESTUDIO DE SOLUCIONES
5. ANEJO IV – DISEÑO HIDRÁULICO
6. ANEJO V – CÁLCULO ESTRUCTURAL
7. ANEJO VI – PROCESO CONSTRUCTIVO
8. ANEJO VII – ODS
9. ANEJO VIII – ANEJO FOTOGRÁFICO

### DOCUMENTO Nº2 – PLANOS

1. PLANO DE SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO
2. PLANO CUENCA HIDROLÓGICA
3. PLANO HIDROLÓGICO DETALLE
4. PLANO EN PLANTA GENERAL TRAZADO
5. PLANO DETALLE EMBOCADURA Y DESEMBOCADURA
6. PLANO DETALLE PLANTA
7. PLANO SECCIÓN COLECTOR FINAL

### DOCUMENTO Nº3 – PRESUPUESTO

---





# DOCUMENTO Nº1 – MEMORIA

---

## PLAN DE DEFENSA CONTRA LAS INUNDACIONES URBANAS DE MOTILLA DEL PALANCAR (CUENCA)

**Trabajo Final de Grado**

Curso 2019/2020

Autor: Lorena Cuellar Castellanos

Tutor: Juan Bautista Marco Segura

## INDICE

1. Antecedentes .....	2
2. Situación actual, objetivo y alcance .....	2
3. Geología y geotecnia .....	3
3.1. Introducción .....	3
3.2. Geología.....	3
3.3. Geotecnia .....	3
3.4. Conclusión .....	4
4. Cartografía y topografía .....	4
5. Estudio hidrológico.....	5
5.1. Introducción .....	5
5.2. Climatología.....	5
5.3. Precipitaciones .....	5
5.4. Hidrometría. Delimitación de la cuenca.....	6
6. Planeamiento urbanístico .....	6
7. Estudio de soluciones.....	7
7.1. Alternativas consideradas .....	7
7.2. Predimensionamiento .....	7
7.3. Elección de la solución.....	7
8. Diseño hidráulico.....	8
8.1. Introducción .....	8
8.2. Diseño de las conducciones.....	8
8.3. Elementos de captación y entrega.....	8
9. Cálculo estructural.....	8
9.1. Definición de la estructura .....	9
9.2. Acciones a considerar.....	9
9.3. Combinaciones de cálculo.....	9
9.4. Modelación de la estructura .....	9
10. Valoración económica .....	10
11. Referencias.....	11



## 1. Antecedentes

La zona de estudio se encuentra en la provincia de Cuenca, concretamente en el municipio de Motilla del Palancar, el cual es atravesado por el río Valdemembra. Esta zona tiene un clima mediterráneo continentalizado, con inviernos fríos y secos, y veranos cálidos y secos. Ocasionándose las precipitaciones especialmente en otoño y primavera. Aunque estas lluvias se dan en pocas ocasiones, pueden llegar a generar inundaciones en el núcleo urbano del municipio.

La construcción de viviendas en zonas inundables es un problema que viene de muchos años atrás. Aunque estas construcciones han ido disminuyendo con el paso de los años, en la localidad de Motilla del Palancar las inundaciones forman parte de su historia. Algunos autores afirman que su nombre viene de una mota que se construyó para protegerse de las avenidas junto a la cañada en que se asentaba.

La inundación más antigua de la que se tiene constancia es en el siglo XIX, pero la peor de todas ocurrió en 1921, cuando una fuerte tormenta generó una gran avenida del río Valdemembra que inundó con hasta 2 metros de agua la zona baja del pueblo, destruyendo decenas de casas y acabando con la vida de 12 personas.

## 2. Situación actual, objetivo y alcance

### 2.1. Situación actual

El municipio de Motilla del Palancar pertenece a la provincia de Cuenca, situándose al sur de esta, a 67 km de la capital.

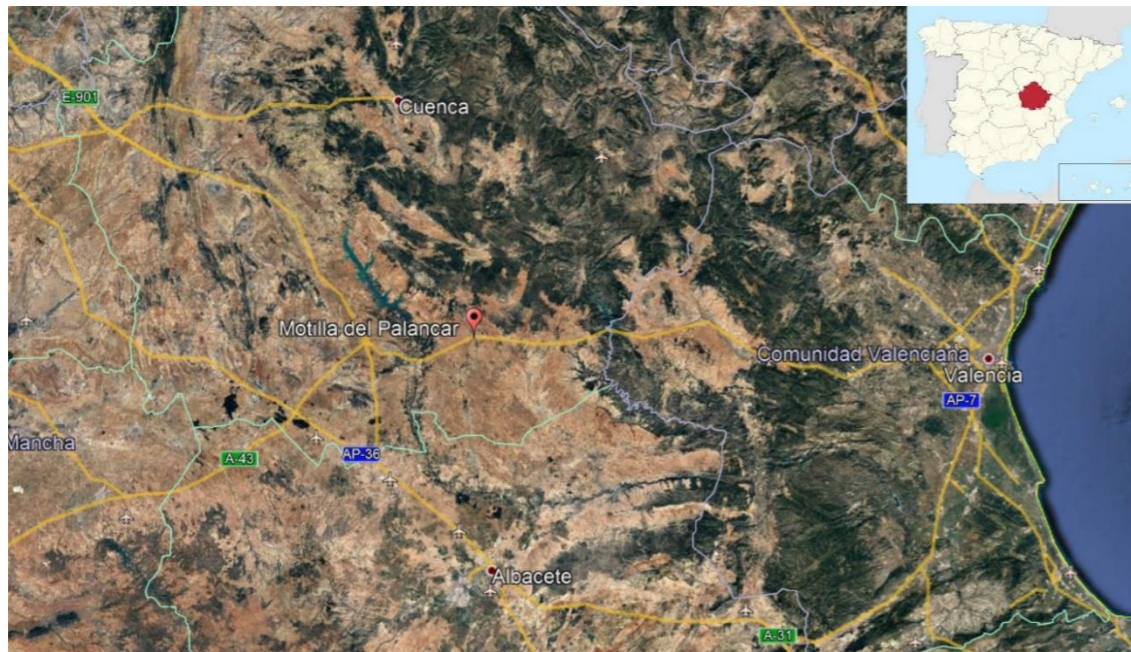


Ilustración 1- Situación general Motilla del Palancar. Fuente: Propia.



Ilustración 2- Situación detalle Motilla del Palancar. Fuente: Google Maps

El principal problema de esta localidad es que se ve atravesada por dos cursos de agua, uno de ellos es el río Valdemembra, el cual tiene una cuenca longitudinal y extensa, de poco caudal y quedando en su mayoría encauzada en la parte derecha de la localidad. La otra, es una cuenca pequeña y redondeada, que no tiene un cauce definido y que atraviesa el municipio a lo largo de la avenida principal, conocida esta como "El Riato". La combinación de ambas, en especial la última, provocan inundaciones importantes en la localidad, dejando a su paso daños importantes en viviendas y mobiliario urbano.

### 2.2. Objetivo y alcance

El objetivo principal del presente proyecto es definir, justificar y valorar las diferentes actuaciones que se decida llevar a cabo para solucionar el problema de inundaciones que se tiene en el municipio. Estas actuaciones son:

- Un estudio geológico y geotécnico, para conocer las características del terreno, así como la circulación del agua por su interior y posibles acuíferos.
- Un estudio hidrológico de la cuenca vertiente y del caudal soportado el cauce ya construido.
- Dimensionamiento de un colector, por el que circule el agua en lámina libre y, por lo tanto, no entre en carga, en las diferentes opciones.

### 3. Geología y geotecnia

#### 3.1. Introducción

En esta parte del proyecto se llevará a cabo un estudio detallado del terreno, conociendo así sus características geomorfológicas e hidrogeológicas, parámetros muy importantes y determinantes en cualquier proyecto. Se puede encontrar una mayor extensión de información en el “Anejo I – Geología y geotecnia”, destinado a este apartado.

#### 3.2. Geología

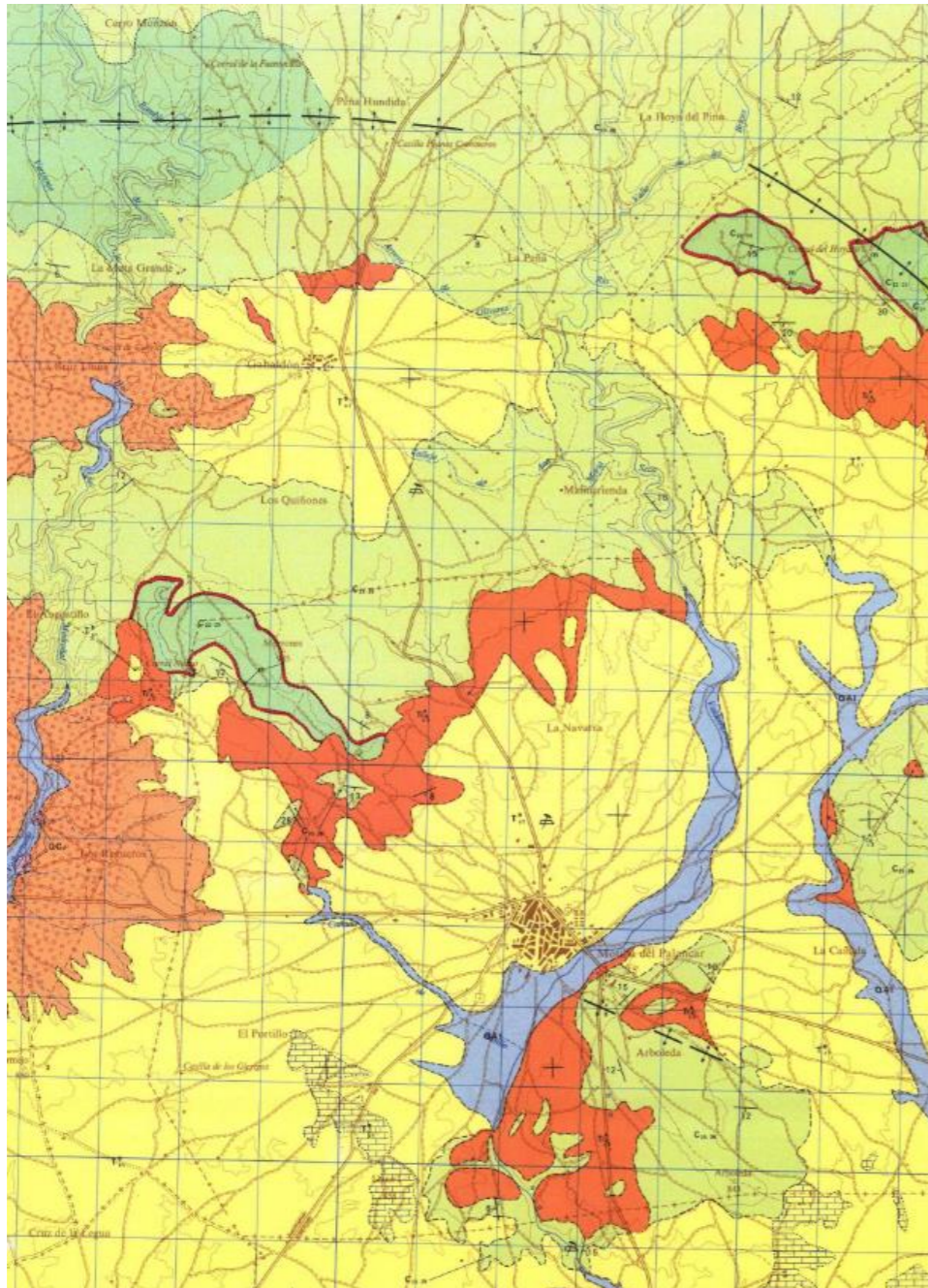


Ilustración 3- Fragmento mapa geológico. Fuente: IGME.

El estudio geológico, dado las dimensiones del proyecto será de gran extensión, en concreto, abarcará desde el nacimiento del río Valdemembra, a 27 km al norte de Motilla del Palancar, hasta dicho municipio. Para este estudio, se recurre al IGME (Instituto Geológico y Minero Español), en concreto a la hoja 54 de la serie Magna.

Tras un análisis estratigráfico en detalle podemos llegar a la conclusión de que la zona de estudio estará compuesta en la zona alta, es decir, en la zona de nacimiento del río, por terrenos calcáreos mesozoicos formando relieves en la parte alta y media, el resto de la cuenca está formada por materiales detríticos terciarios, principalmente areniscas y arcillas. En la zona más próxima a la localidad, se encuentran materiales provenientes del cuaternario aluvial, especialmente gravas, arenas y arcillas.

Esta zona no presentará pliegues ni fallas que condicionen el estudio y posterior diseño del proyecto. Se encuentra una al sur de la localidad de Motilla del Palancar, pero carece de importancia debido a su situación.

#### 3.3. Geotecnia

Para el estudio geotécnico se ha recurrido también al IGME, en concreto a la hoja 54, correspondiente a Campo de Criptana.

En cuanto a características geotécnicas, diferenciaremos dos zonas principales. La zona marcada en amarillo, correspondiente a gran parte de la cuenca vertiente, se trata de un terreno con formaciones más acusadas, con pendientes inferiores al 7 por ciento, y terrenos provenientes del paleozoico y mesozoico. Litológicamente presenta grandes variaciones, observándose entremezcladas: calizas, dolomías, margas, arenas y arcillas. Se trata por tanto de un terreno con alta capacidad de resistencia y por lo tanto pocos asentamientos. Por otro lado, la zona punteada verde, comprende en su totalidad a la localidad de Motilla del Palancar, y parte de su cuenca vertiente, se trata de un recinto hundido por lo general, con formaciones del relieve suaves. Litológicamente es una mezcla de arena y arcillas, de colores rojizos, con intercalaciones de margas, calizas y conglomerados, recubiertos todos ellos por suelos calcáreos. Es, por consiguiente, un terreno con características mecánicas de tipo medio, es decir, tiene posibilidades de sufrir asentamientos.

En lo referente a la hidrología, la naturaleza del terreno hace que en la zona amarilla sea impermeable en su superficie, favoreciendo en periodos de lluvias la formación de escorrentía superficial, mientras que la zona punteada en verde representa un terreno semipermeable con un drenaje, es decir, tiene tanto escorrentía como percolación, siendo entonces normal la formación de acuíferos en su profundidad.

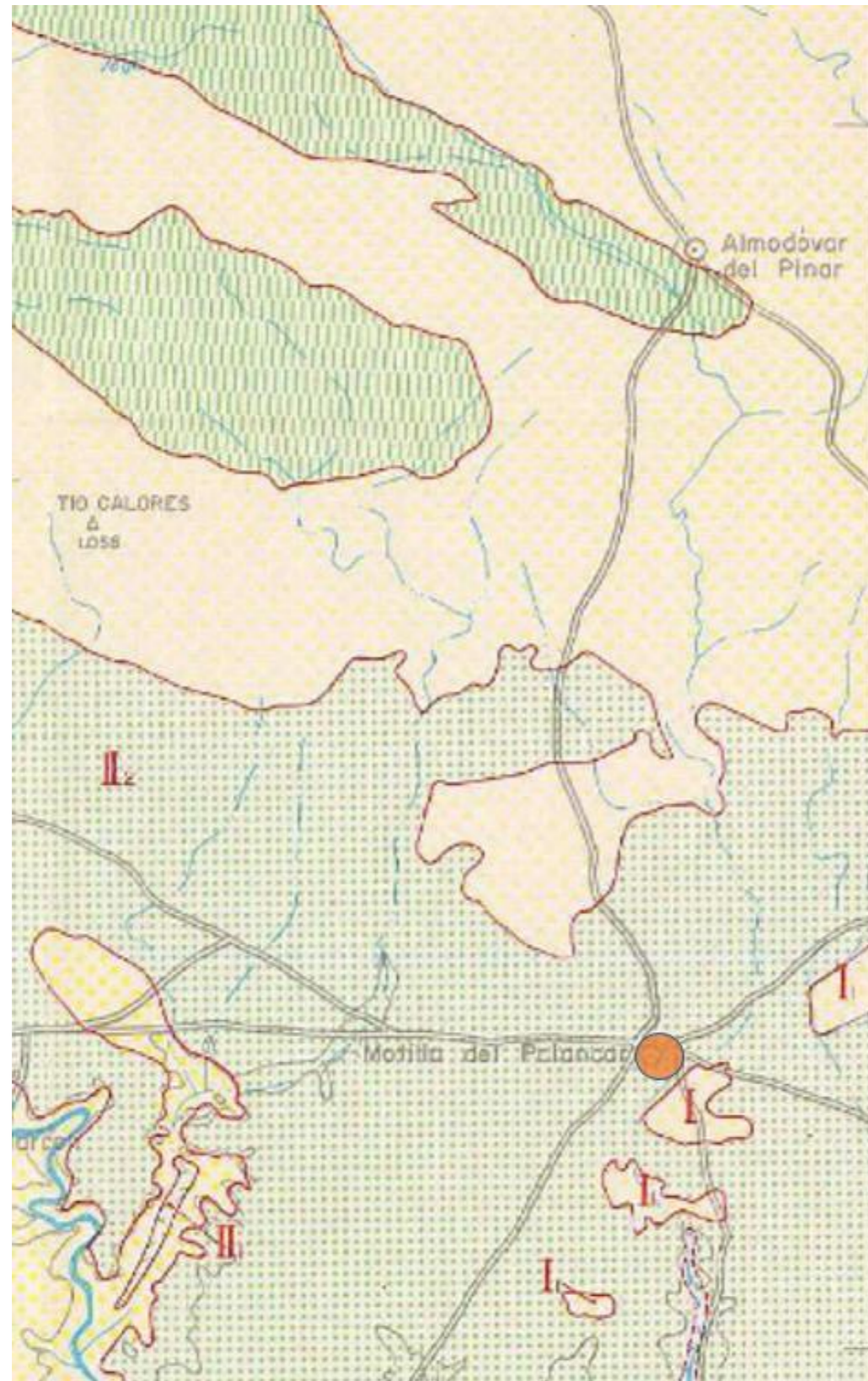


Ilustración 4 - Fragmento mapa geológico. Fuente: IGME.

### 3.4. Conclusión

Tras llevar a cabo un estudio geológico y geotécnico, podemos concluir que se trata una zona con condiciones constructivas aceptables, en la que se tiene gran capacidad portante y que no producirá asentamientos significativos, con pendientes poco pronunciadas y llanas en su mayoría, siendo el núcleo del municipio de Motilla del Palancar un punto bajo. Se trata, además, de un terreno con características impermeables, lo que hace que pueda transcurrir agua en su superficie, y la posibilidad de llegar a crearse acuíferos bajo él.

### 4. Cartografía y topografía

Para llevar a cabo el estudio topográfico de la zona de estudio se ha recurrido al IGN (Instituto Geográfico Nacional), en el cual se disponen de Mapas topográficos y cartográficos, realizados por el Centro Nacional de Información Geográfica y el Instituto Geológico y Minero de España, que se encuentran dentro del ámbito del Ministerio de Fomento y el de Economía y Competitividad. Los mapas que se han utilizado para este análisis se encuentran a escala 1:50000.

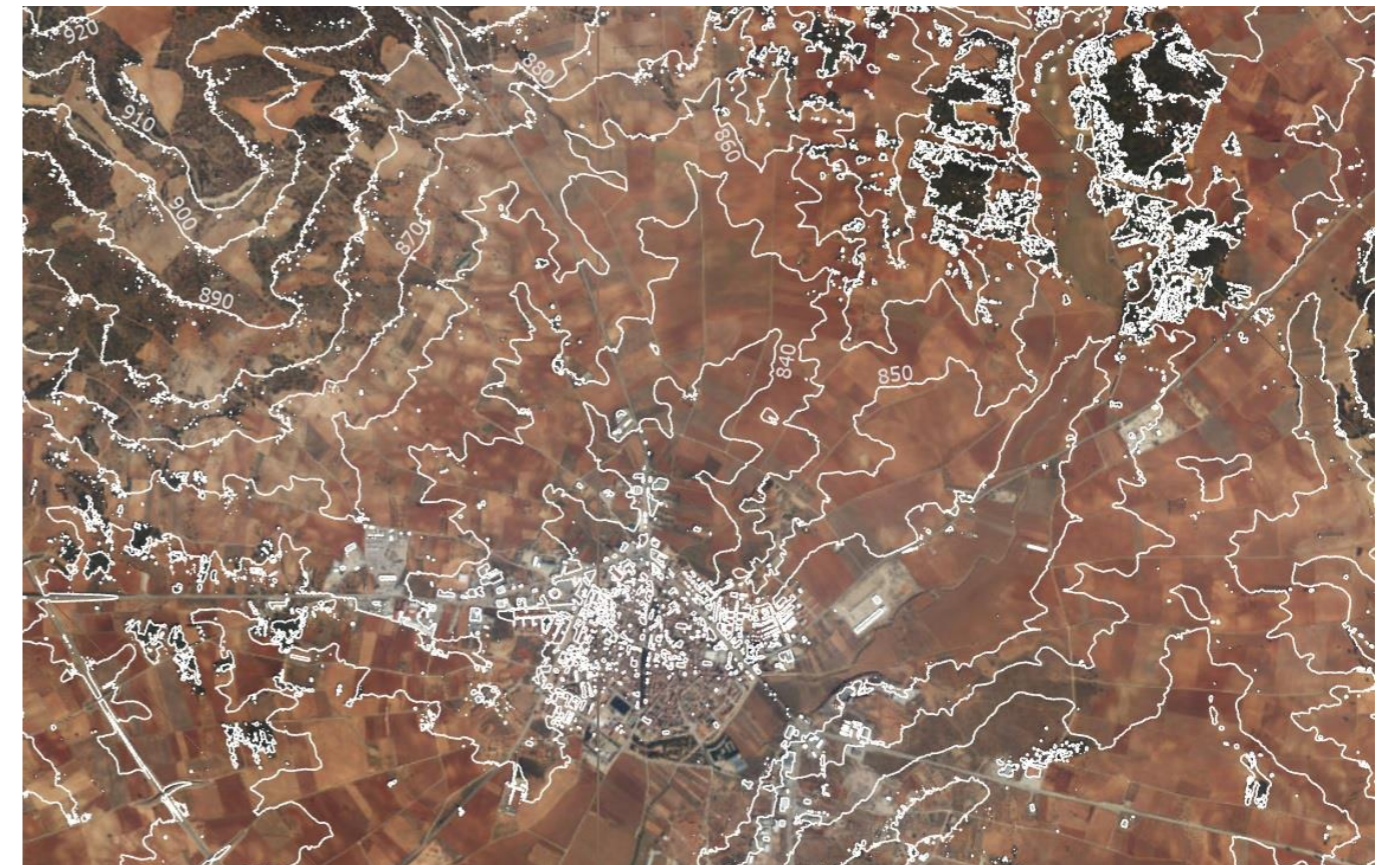


Ilustración 5 – Mapa curvas de nivel. Fuente propia.

Puesto que la razón de este proyecto es un problema de encauzamiento, es necesario conocer la elevación del terreno en detalle, es por ello por lo que se procede a realizar un levantamiento topográfico de la zona de estudio.

Atendiendo a la ilustración 5, obtenida esta del IGN, y modificada mediante el programa Arcgis PRO, en la que se muestran las líneas de nivel, se observa como el estudio se centra en una zona relativamente llana, en la que la pendiente media es del 0.13%. Se encuentra en una zona por tanto de baja pendiente, pero con la problemática de que el núcleo urbano se encuentra en la zona baja del término; es por ello por lo que, en los periodos de precipitación, la escorrentía que se produce hace que de manera natural acabe llegando al municipio de Motilla del Palancar y ocasionando daños a su paso.

En lo referente a los usos del suelo, en la ilustración 6, observamos como en rojo y morado, se encuentran las zonas edificadas, siendo estas zonas residenciales, o de carácter industrial o comercial. De colores marrón, en varias de sus tonalidades, se encuentran marcadas las zonas de cultivo de secano, predominando en esta zona cultivos bajos, como lo son cultivos de cereales y legumbres. Por último, en verde, correspondiendo este con las zonas de mayor cota, se encuentran las zonas de vegetación autóctona, siendo esta pinos resineros y encinas, además de pequeños matorrales, que conforman los paisajes típicos de la mancha seca.

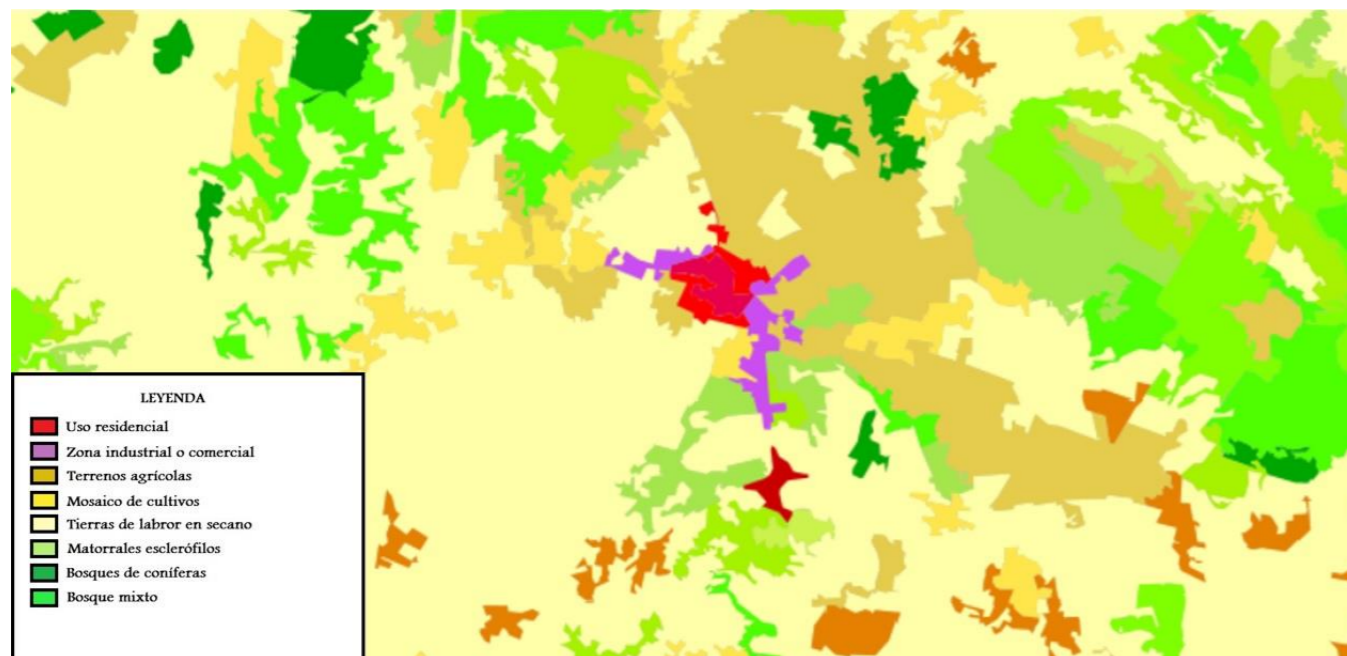


Ilustración 6 - Usos del suelo. Fuente IGN.

## 5. Estudio hidrológico

### 5.1. Introducción

En el presente apartado se procederá al análisis y estudio hidrológico de la cuenca vertiente al municipio de Motilla del Palancar, con el objetivo de obtener los hidrogramas de crecida para los periodos de retorno de 2, 5, 25, 100 y 500 años, obteniendo así los caudales necesarios para el diseño hidráulico. Todo ello se encuentra en el "Anejo II – Estudio hidrológico".

La localidad de Motilla del Palancar se encuentra entre dos cursos principales de agua, los cuales se caracterizan como cauce seco, presentando agua solo en eventos de precipitación.

### 5.2. Climatología

La zona de estudio se caracteriza por pertenecer a un clima mediterráneo continentalizado, en el que se dan inviernos fríos, donde las heladas son abundantes, y con veranos secos y cálidos.

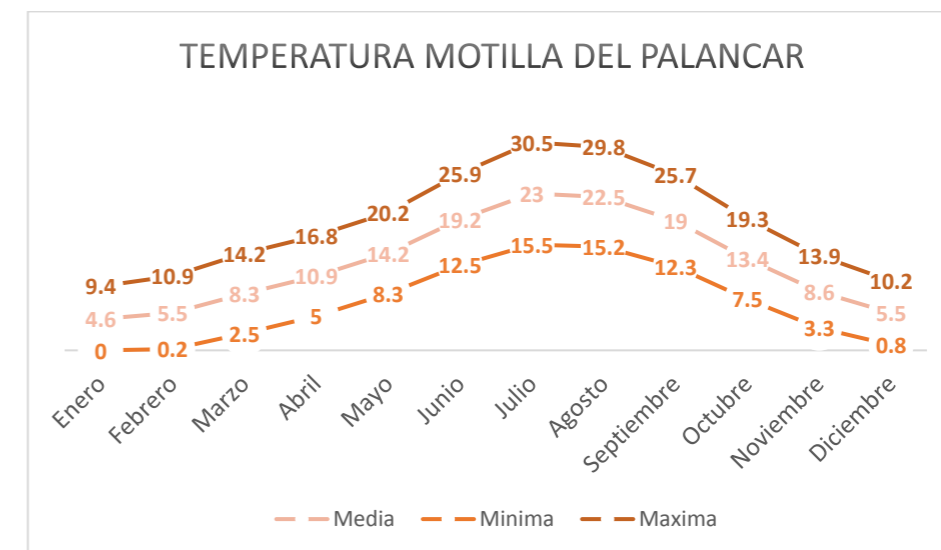


Ilustración 7 - Temperaturas medias anuales Motilla del Palancar. Fuente: Propia.

Se caracteriza además por tener una amplia variación de temperaturas a lo largo de las épocas del año. En invierno se pueden llegar a temperaturas de 0º, e incluso heladas nocturnas, sin embargo, en verano, las temperaturas llegan a superar los 30º.

### 5.3. Precipitaciones

Las precipitaciones en esta zona se caracterizan por darse en su mayoría en primavera y en otoño. Las lluvias que se ocasionan en los meses de verano se caracterizan por ser de corta duración y de mucha intensidad, conocidas como lluvias torrenciales, provocando así numerosos daños a su paso. En la siguiente imagen se registran las precipitaciones recogidas a lo largo del año pasado.

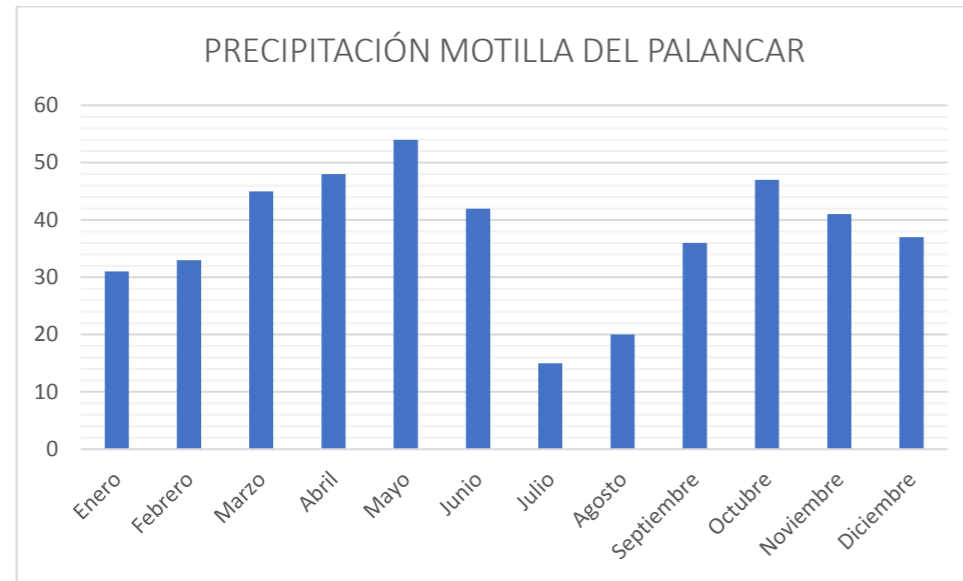


Ilustración 8 - Precipitación media anual Motilla del Palancar. Fuente: Propia.

#### 5.4. Hidrometría. Delimitación de la cuenca.

La cuenca de estudio que afecta a la localidad de Motilla del Palancar pertenece a la cuenca del Júcar, en su totalidad recoge 15.29 km<sup>2</sup>, siendo todos sus terrenos en su mayoría cultivos de secano y vías de servicio rurales. Se trata pues de un terreno de gran extensión, y de poca pendiente, llegando a una media del 0.13 %. Para un estudio mas exhaustivo de ella, se ha recurrido al software ArcGIS Pro, obteniendo de este modo su extensión y demás características.

Con el fin de determinar los caudales para los distintos periodos de retorno para un posterior dimensionamiento hidráulico, se ha recurrido a la norma 5.2. – IC Drenaje Superficial, de la Instrucción de Carreteras, debido a que nos encontramos en una cuenca topográfica o natural, es decir, una cuenca preexistente no afectada por la carretera, considerada aguas arriba de la entrada de un puente o una obra de drenaje transversal a la carretera.

La realización de este cálculo ha sido mediante el método racional, método que supone la generación de escorrentía en una determinada cuenca a partir de una intensidad de precipitación uniforme en el tiempo, sobre toda su superficie. Este método será de aplicación en aquellas cuencas en las cuales su extensión no sea superior a 50 km<sup>2</sup>.

Es por ello, que aplicando la normativa 5.2. – IC Drenaje Superficial, de la Instrucción de Carreteras, donde se tienen en cuenta parámetros como la tipología del suelo, pendientes o clima entre otros, se obtienen los caudales de trabajo asociados a los distintos periodos de retorno, los cuales se recogen en la Tabla 1. Todos estos cálculos quedan recogidos con exactitud en el “Anejo II – Estudio hidrológico”.

Caudal pico (m3/s) Q	Periodo de retorno (T)				
	2	5	25	100	500
	10,06	15,53	25,29	35,83	50,01

Tabla 1 - Caudales pico. Fuente: Propia.

#### 6. Planeamiento urbanístico

En lo referente a la ordenación urbanística del municipio, este se encuentra regido por Normas Subsidiarias de Planeamiento, las cuales se tratan de instrumentos de planeamiento general alternativos a los Planes Generales de Ordenación Municipal, con un contenido mínimo que permite la aprobación de planeamiento de desarrollo.

Estas normas dividen al municipio en diferentes zonas y las condicionan estas a un uso determinado. Como se puede ver en la Imagen 9, donde se representa en rojo la zona correspondiente a la infraestructura de estudio, esta se encuentra entre las zonas Z2, Z5A y Z6. Si nos fijamos en la imagen 10, donde se representan los usos de cada una de las zonas que componen el municipio, vemos que para las tres zonas que atraviesa la infraestructura, esta es viable urbanísticamente, puesto que se trata de una infraestructura dotacional de servicios, pues se realiza con la idea de resolver un problema de inundabilidad que afectan a la localidad.

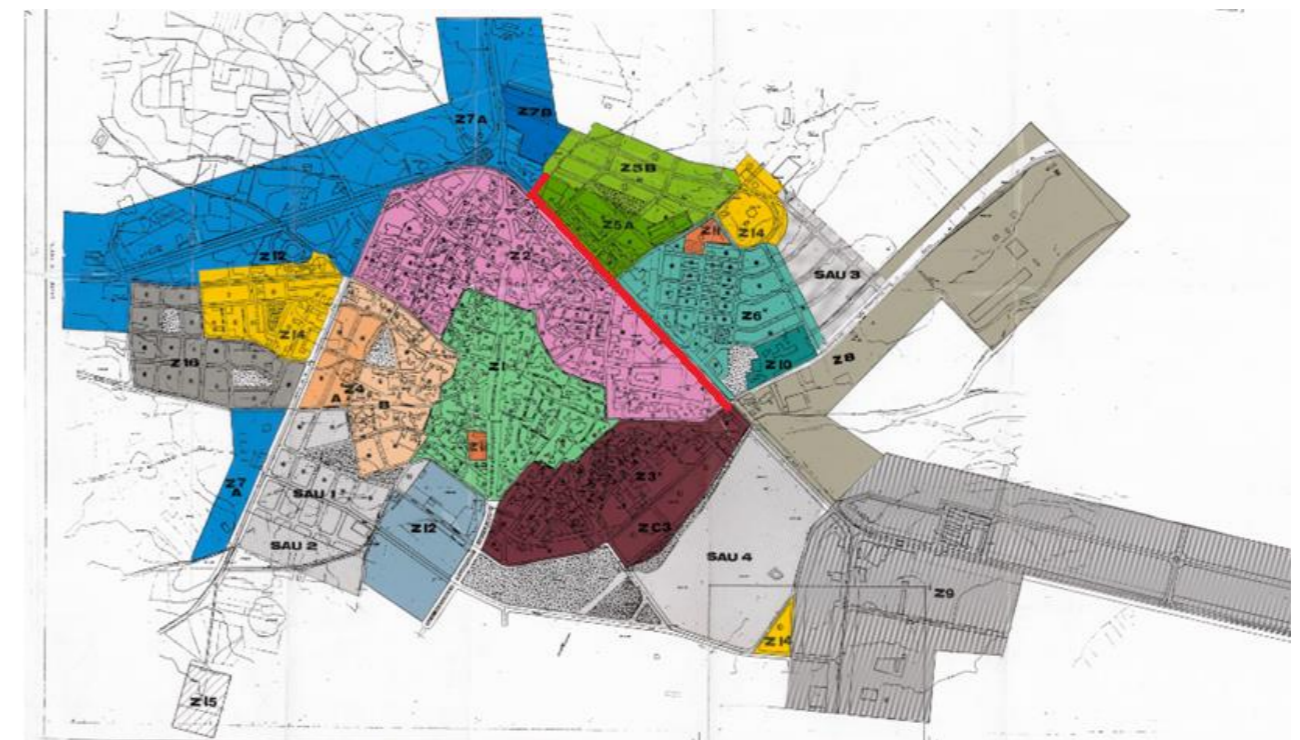


Ilustración 9 - Plano ordenación urbanística. Fuente: Ayto. Motilla del Palancar.

Zona \ uso	RESIDENCIAL			INDUSTRIAL			TERCIARIO				DOTACIONAL				
	Unifamiliar	Plurifamiliar	Garaje	Productivo	Almacensaje	Garaje	Comercial	Hotelero	Oficinas	Recreativo	Infraestructuras-Servicios	Educativo	Cultural-Deportivo	Administrativo-Institucional	Sanitario-Asistencial
Z-1	SI	SI	SI	A	NO	Residencial 1a y 2a	SI	SI	SI	A y B	NO	SI	SI	SI	SI
Z-2	SI	SI	SI	A	Max 200 m <sup>2</sup>	Residencial 1a y 2a	SI	SI	SI	A y B	1a	SI	SI	SI	SI
Z-3	SI	SI	SI	A, B y C	Max 200 m <sup>2</sup>	Residencial 1a y 2a	SI	SI	SI	A y B	NO	SI	SI	SI	SI
Z-4	SI	SI	SI	A y B	SI	Residencial 1a y 2a	SI	SI	SI	A y B	NO	SI	SI	SI	SI
Z-5	SI	SI	SI	A y B	SI	Residencial 1a y 2a	SI	SI	SI	A y B	1a	SI	SI	SI	SI
Z-6	SI	SI	SI	A, B y C	SI	Residencial 1a y 2a	SI	SI	SI	A y B	1a	SI	SI	SI	SI
Z-7	SI**	SI**	SI**	A, B y C	SI	Terciario	SI	SI	SI	NO	1a y 2a	NO	SI	SI*	1a y 3a
Z-8	SI**	SI**	SI**	A, B y C	SI	Terciario	NO	SI	SI	NO	1a y 2a	NO	SI*	SI	1a y 3a
Z-9	NO	NO	NO	SI	SI	Terciario	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	NO
Z-10	SI**	SI**	SI**	NO	NO	SI*	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI (excepto uso deportivo)	SI*	SI
Z-11	NO*	NO*	NO*	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI*	NO	SI	SI*	SI*	NO
Z-12	NO*	NO*	NO*	NO	NO	SI*	NO	NO	SI	NO	NO	SI	SI	SI*	SI
Z-13	G-1*	NO	NO	NO	NO	NO	NORMA	NO	NO	NO	NO	NO	NORMA	NO	NO
	G-2*	NORMA	NORMA	NO	SI*										
Z-14	G-1*	SI	NO	Residencial 1*	NO	Residencial 1a	SI	SI	NO	A, B, C, D y E	2a	SI	SI		NO
	G-2*	SI	NO	Residencial I	A, B y C	Max 200 m <sup>2</sup>					NO				2a
	G-3*	SI	NO	Residencial I	A, B y C	Max 200 m <sup>2</sup>					NO				2a
Z-15	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	3a (***)	NO	NO	NO	NO

Ilustración 10 - Usos municipales Motilla del Palancar. Fuente: Ayto. Motilla del Palancar.

## 7. Estudio de soluciones

### 7.1. Alternativas consideradas

La elección de las alternativas, en cuanto a configuración estructural, estará condicionada por el trazado en planta que se determine. La principal cuestión a resolver es la canalización del agua mediante marcos prefabricados a un punto de desagüe el cual no afecte al municipio. Para ello, se decide que la mejor opción es llevarlo al cauce artificial del río Valdemembra, el cual se encuentra al este de la localidad.

Desde el punto de entrada de la lámina de agua al municipio, junto a la N-III, hasta el cauce artificial se pueden optar por dos alternativas diferentes. La primera de ellas es el trazado del curso natural que sigue el agua, es decir, la colocación de los colectores bajo la Avenida del Riato, lo cual supone una serie de curvas en el trazado para sortear las numerosas edificaciones y elementos urbanísticos, como por ejemplo un parque, alcanzándose de este modo una longitud total de 1315 metros. La otra alternativa a considerar, es la realización de los colectores bajo la N-III, donde se tiene un trazado recto, a excepción de un estudio especial en la embocadura, y que en su totalidad ocupa una extensión de 740 m. En temas de pendiente, ambas alternativas referentes al trazado tendrán la misma, de 0.038 m/m, resultante suficiente para el adecuado curso del agua.

Se procederá pues, al estudio de tres alternativas estructurales diferentes basadas en las alternativas de los dos recorridos anteriormente propuestos. Las dos primeras se encuentran

comprendidas para el segundo trazado, correspondiente a la N-III, y la alternativa 3, estará diseñada para el trazado asociado a la Avenida del Riato. Así, las tres alternativas son:

- Alternativa 1: Cajón doble de 3.50 x 2.25 m.
- Alternativa 2: Entrada con cajón doble de 3.50 x 2.25 m y posteriormente cajón único de 7x1.9 m.
- Alternativa 3: Tres cajones de 3 x 1.8 m.

### 7.2. Predimensionamiento

Para cada una de las alternativas anteriores se aplicarán las condiciones físicas del medio, así como limitaciones o restricciones que pudiera haber, llegando a una conclusión factible. Es decir, se cuestionarán todas las alternativas planteadas eligiendo, de este modo, la que resulte más apropiada.

Todo ello se puede ver reflejado en el “Anejo III – Estudio de soluciones” de este proyecto.

### 7.3. Elección de la solución

De las tres alternativas planteadas, procedemos al descarte directo de la tercera de ellas, pues se trata de la que más recorrido tiene y mayor dificultad en el trazado presenta, suponiendo en este caso, un encarecimiento de la obra considerable.

En lo referente a la alternativa 1 y 2, ambas son correctas en condiciones hidráulicas, siendo la primera de estas la que presenta mayor margen de seguridad, y, además, la que presenta una sección constante a lo largo de todo su recorrido.

Por ello, se determina como solución al proyecto la alternativa 1, es decir, se determina la colocación de dos colectores de hormigón prefabricados en forma de U, cubiertos con losas de hormigón, cuyas dimensiones serían de 3.50 m de ancho y 2.25 de alto. El desarrollo de las obras auxiliares se encuentra en el “Anejo IV – Diseño hidráulico”.

En la imagen posterior se puede apreciar la sección final considerada.

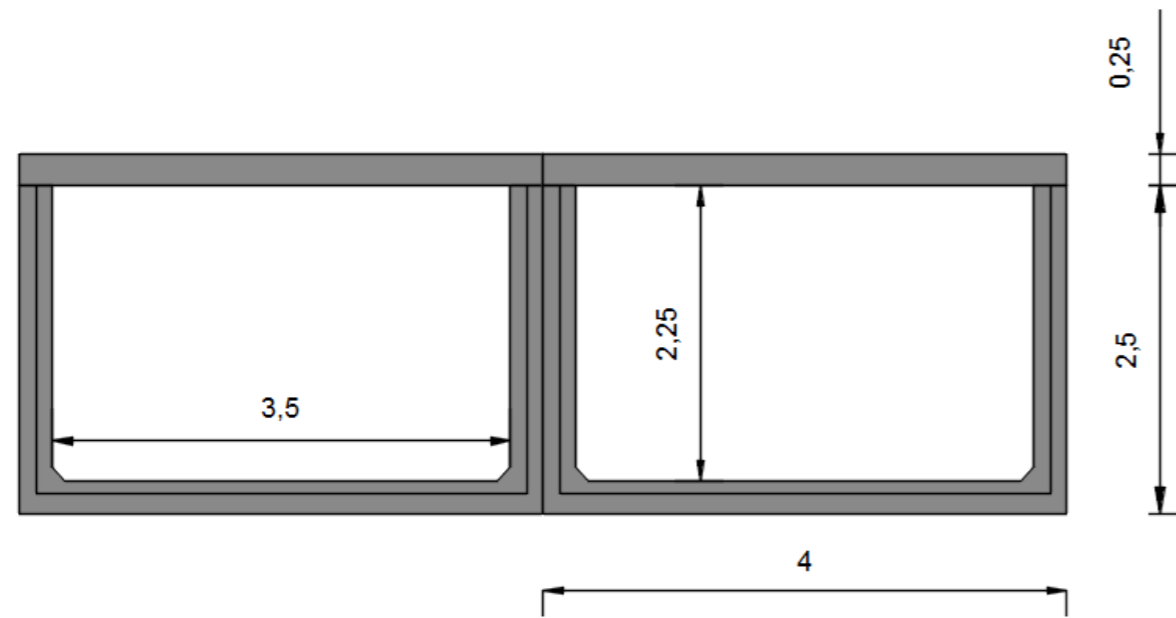


Ilustración 11 - Sección solución final. Fuente: Propia.

## 8. Diseño hidráulico

### 8.1. Introducción

En el presente apartado se procede a la redacción de los cálculos y dimensionamiento pertenecientes a la solución por la que se ha optado, es decir, la correspondiente a los dos colectores de sección interior 3.50 m de ancho y 2.25 m de alto.

Además, se realizarán los cálculos correspondientes a la embocadura, donde se ha de realizar una canalización de aguas.

Todos los cálculos, así como consideraciones a tomar se encuentran recogidas en el "Anejo IV – Diseño hidráulico" de este proyecto.

### 8.2. Diseño de las conducciones

Como se ha mencionado anteriormente, se determina la solución 1 basada en el trazado en planta correspondiente al que se encuentra bajo la N-III. Debido a trazado, es de necesidad realizar un cambio de alineación, realizando pues dos curvas de 16 m de radio.

### 8.3. Elementos de captación y entrega

Como condicionante principal al diseño tenemos la captación del agua que llega en lámina libre hasta el municipio. Para solucionar esto, se determina, tras una serie de cálculos previos, la necesidad de colocar un escalón de 14 m de largo y 0.30 m de alto, el cual, garantizará un resalto lo suficientemente grande para ocasionar la pérdida de energía necesaria, pudiendo darse así, un correcto control de las aguas.

Por otra parte, se precisa la resolución del cambio de alineación en el trazado con una curva de 16 metros de radio, seguida a la cual se dispondrán los colectores. Se determina por cálculos previos, que al igual que en el cambio de alineación a lo largo de los colectores, una curva de 16 m es de condición suficiente para garantizar un correcto transcurso del agua por el interior de los colectores, sin verse estos resultar afectados.

Finalmente, en lo que respecta a la desembocadura, no será necesaria la realización de una variación de la misma, pues esta tiene sección suficiente como para garantizar un desagüe correcto, que no impida el retroceso del agua, o que impida una correcta salida de esta.

Todos los cálculos llevados a cabo para el dimensionamiento correcto de esta infraestructura se encuentran recogidos en el "Anejo IV – Diseño hidráulico", así, como una modelización de la infraestructura realizada mediante el software informático HEC-RAS, para conocer de una manera más exacta y visual el comportamiento de la infraestructura proyecto de estudio.

## 9. Cálculo estructural

Para la realización del cálculo estructural se han de tener en cuenta y llevar a cabo las siguientes directrices, las cuales se recogen en el "Anejo V – Cálculo estructural".

- Plantear las bases de diseño necesarias para poder comenzar con el cálculo de la estructura
- Aplicar las instrucciones y normativas de obligado cumplimiento
- Realizar una descripción detallada de los materiales que posteriormente se emplearán para su construcción, definiendo perfectamente sus dimensiones y propiedades existentes.
- Especificar las acciones a las que se va a ver sometida la estructura a lo largo de su vida útil ya sea mediante los valores característicos o con los valores ponderados para ELU o ELS con la finalidad de realizar un cálculo seguro de la estructura.
- Justificar las soluciones estructurales adoptadas para resolver los distintos elementos de la estructura a partir de los cálculos obtenidos.

Además, para la realización de los cálculos se emplean las normas y recomendaciones siguientes:

- IAP-11 (Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera)
- EHE-08 (Instrucción de hormigón estructural)
- CEN (2006). Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón. UNE-EN 1993-2:2013.

### 9.1. Definición de la estructura

Las dimensiones de la infraestructura han sido determinadas, como se señala en el “Anejo IV – Diseño hidráulico”, atendiendo a cálculos hidráulicos. Tras este dimensionamiento previo se procede al cálculo estructural en el que se comprueba si la estructura cumple las características

La estructura recoge las siguientes características geométricas. Se trata de un colector tipo U de hormigón armado de 4,00 x 2,50 metros de sección exterior, con un espesor de 15 centímetros. Por razones constructivas, estos marcos tendrán una longitud de 1,25 metros. Además, considerar, que en la parte superior como cerramiento a esta infraestructura se procede a la colocación de una losa de pavimento de 4,00 x 0,60 metros y de 15 cm de espesor.

### 9.2. Acciones a considerar

Con carácter general, las acciones consideradas en el cálculo son las establecidas en la IAP-11: “Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera” del Ministerio de Fomento.

Para ello se deberán de considerar tres tipos de acciones, las cuales se encuentran especificadas en detalle en el Anejo IV – “Cálculo estructural”:

- Acciones permanentes, consideradas aquellas que afectan en todo momento sobre la estructura, con posición variable o constante, teniendo entonces en cuenta el peso propio de la propia estructura y las cargas muertas propias del terreno.
- Cargas permanentes de valor no constante, son aquellas que actúan en todo momento, pero su magnitud no es constante.
- Acciones variables, las cuales podrán estar presentes o no sobre la estructura, como el propio tráfico o el agua.
- Cargas accidentales, siendo la más común el sismo.

### 9.3. Combinaciones de cálculo

Se procederá a la elaboración de las combinaciones de acciones respectivas para el estudio de la estructura, tanto en Estado Límite Último (ELU) como en Estado Límite de Servicio (ELS), según la Instrucción IAP-11, basándonos en las acciones anteriormente obtenidas. Entre ellas, podremos diferenciar si nos encontramos ante una situación persistente, transitorio o accidental.

Todos los cálculos respectivos a este procedimiento se encuentran recogidos en el Anejo IV – “Cálculo estructural”.

### 9.4. Modelación de la estructura

Para la realización de un estudio en mayor detalle, se ha recurrido a la modelización de la estructura mediante el programa informático de cálculo SAP2000, Computers and Structures Inc, 2011.

Como se ha mencionado en apartados anteriores, la elección de la sección de la infraestructura se realizará mediante un estudio hidráulico, siendo el cálculo estructural el comprobante de la adecuada resistencia de la sección bajo las acciones a las que se encuentra sometida. Se tomará para ello la situación más desfavorable y en la sección más desfavorable de la infraestructura.

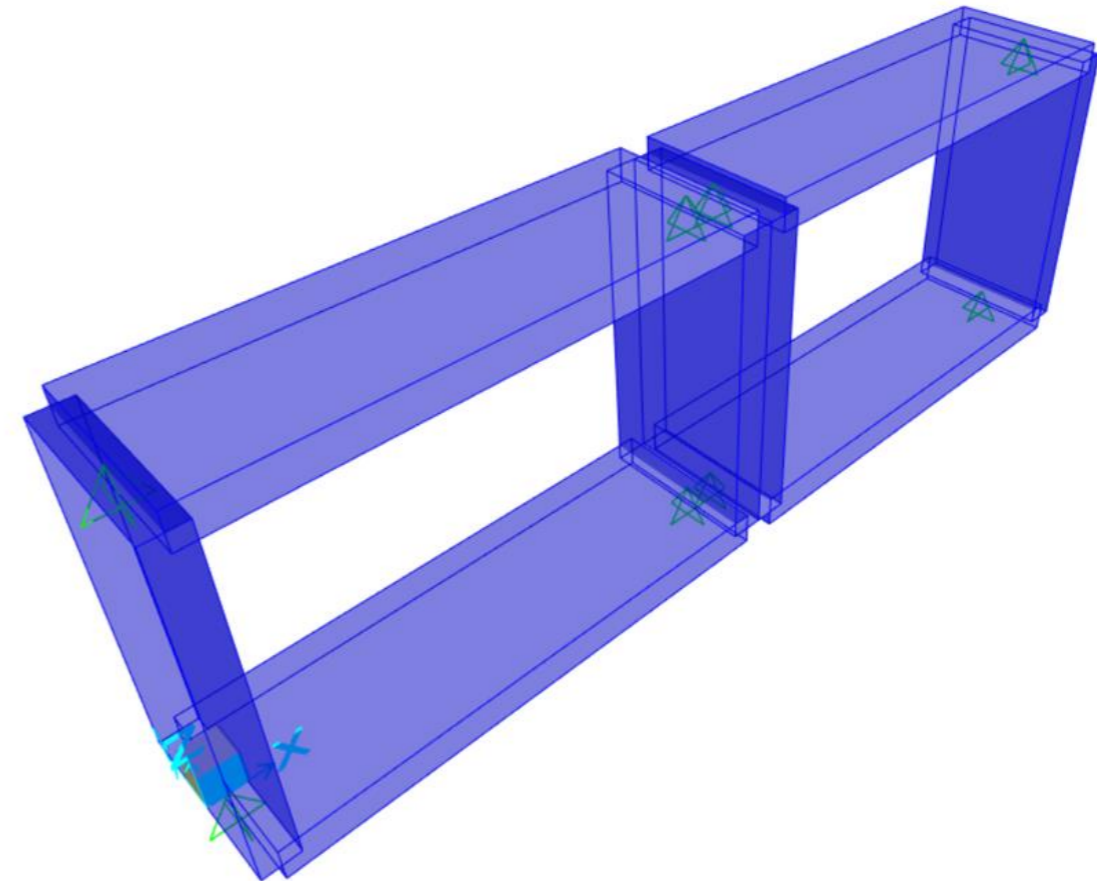


Ilustración 12 - Croquis marcos en SAP2000. Fuente: Propia.

Para un estudio correcto se realizarán las hipótesis de cálculo para Estado Límite de Servicio (ELS) y para Estado Límite Último (ELU). Para comprobar la resistencia de la estructura en la situación más desfavorable, se llevará a estudio para ELU en rotura. Para este caso, se considerará que la estructura se encuentra en un llenado total, es decir, se superan las características consideradas para el diseño hidráulico. Previamente, para el cálculo hidráulico, se ha procedido a un diseño en el que el caudal está basado en un periodo de retorno de 500 años y un resguardo adicional de 10 %, puesto que estamos estudiando el comportamiento de la estructura bajo la condición más desfavorable, asumimos que el colector está trabajando en un llenado total, es decir, se encuentra en carga. Además, como esfuerzos



exteriores, se considerarán todas las cargas posibles, es decir, el tráfico actuante en su situación más desfavorable.

La imagen 13, representa el cálculo en rotura para sección llena. Esta, se encuentra en un color naranja, pese a no estar en el óptimo, representado este por el color amarillo, no ha alcanzado la rotura, representado por el rojo. Es decir, se puede afirmar tras ello, que la sección cumple el Estado Límite Último en Rotura pues, pese a que no se encuentra en el óptimo, la estructura ha sido llevada a una situación estructural extrema y ha resistido su actuación. Como la infraestructura se encuentra bajo una calzada transitable, se decide estudiar el caso más extremo en el que el colector se pueda encontrar, verificando, por tanto, que resistiría los esfuerzos sin provocar afecciones a terceros elementos.

Aclarar, que puesto que se trabaja con una variable aleatoria como es la precipitación, que este suceso tiene una probabilidad de ocurrencia baja, encontrándose la mayor parte de la vida útil de la infraestructura en vacío, y eventualmente en llenado. Como conclusión, se determina que la estructura resiste las acciones de cálculo durante su vida útil, y en situación extrema cumpliría con una resistencia mínima que garantizaría la seguridad de los elementos adyacentes a ella.

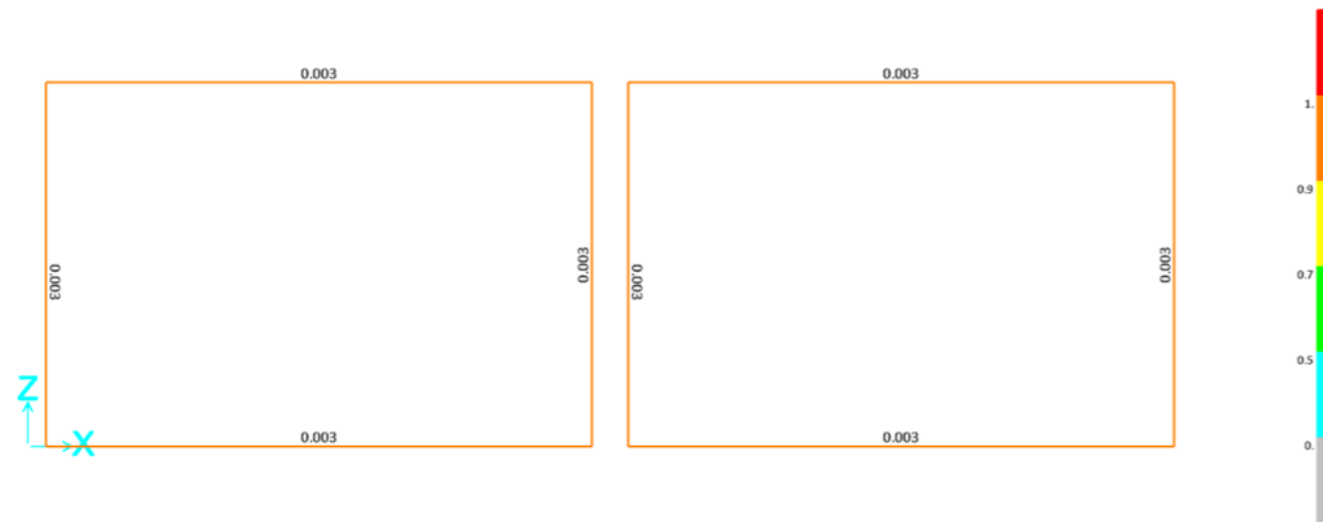


Ilustración 13 - Cálculo en rotura de los colectores para sección llena. Fuente: Propia.

## 10. Valoración económica

Por último, se realizar una valoración económica de la solución adoptada. Para su comprensión se han desglosado en el Documento Nº3 Presupuesto, las unidades de obra necesarias para llevar a cabo la construcción del proyecto, así como las mediciones realizadas.

También, se encuentran adjuntos los cuadros de precios de las unidades de obra, así como los presupuestos parciales respectivos a cada fase y un presupuesto general.

CAPITULO	IMPORTE
FASE 1. Señalización y acondicionamiento de la zona de trabajo	4.573,00
FASE 2. Desbroce y movimiento de tierras	2.164,32
FASE 3. Construcción de la obra singular	3.107,16
FASE 4. Construcción de la embocadura	13.564,50
FASE 5. Demolición	26.797,92
FASE 6. Movimiento de tierras	167.648,40
FASE 7. Montaje de la infraestructura	1.679.432,30
FASE 8. Pavimentación de la calzada	28.215,00
FASE 9. Pinturas y acabados	905,82
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>1.926.408,39</b>

Asciende el presente Presupuesto de Ejecución Material a la expresada cantidad de UN MILLON NOVECIENTOS VEINTESEIS MIL CUATROCIENTOS OCHO EUROS CON TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS (1.926.408,26 Euros).

### PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	1.926.408,39
13% Gastos generales	250.433,09
6% Beneficio industrial	115.584,50
<b>PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN</b>	<b>2.292.425,98</b>
I.V.A. 21%	481.409,46
<b>PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN (I.V.A. INCLUIDO)</b>	<b>2.773.835,43</b>

Asciende el Presupuesto Base de Licitación (I.V.A. incluido) a la expresada cantidad de DOS MILLONES SETECIENTOS SETENTA Y TRES MIL OCHOCIENTOS TREINTA Y CINCO EUROS CON CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS (2.773.835,43 Euros).

Valencia, diciembre de 2020



Lorena Cuellar Castellanos

## 11. Referencias

### • **NORMATIVA**

- IAP-11. Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera. Madrid: Ministerio de Fomento.
- Instrucción de Hormigón Estructural, EHE-08 (2011). Madrid: Ministerio de Fomento.
- Comité Europeo de Normalización (2011). UNE-EN 1998-1 *Eurocódigo 2*. Proyecto de estructuras de hormigón.
- Norma de construcción Sismorresistente: Parte general y edificación (2009). Madrid: Ministerio de Fomento.
- Serie monográfica Máximas Lluvias diarias en la España Peninsular. Madrid: Ministerio de Fomento.
- Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero. Ministerio de Fomento.
- Código Técnico de la Edificación, CTE. DB SE (2019). *Documento Básico de Seguridad Estructural*. Madrid: Ministerio de Fomento

### • **OBTENCIÓN DE PRECIOS**

- CYPE Ingenieros S.A. Software para Ingeniería, Arquitectura y Construcción. Generador de Precios. España (<http://generadorprecios.cype.es/>)
- Catálogo de productos. Grupo Tragsa.
- Prefabricados de hormigón. Bortubo, S.A.

### • **INFORMACIÓN NECESARIA**

- Instituto Geológico y Minero de España, IGME (1975). *Mapa geotécnico general, Motilla del Palancar*. Madrid: Ministerio de Industria.
- Instituto Geológico y Minero de España, IGME (1975). *Mapas extraídos de la cartografía digital*. Madrid: Ministerio de Industria.
- Planeamiento urbanístico municipal Motilla del Palancar. Ayuntamiento Motilla del Palancar.

### • **TRABAJOS ACADÉMICOS**

- Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Trabajos académicos – RIUNET. Universidad Politécnica de Valencia (<https://riunet.upv.es>)



# ANEJO I – GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

## PLAN DE DEFENSA CONTRA LAS INUNDACIONES URBANAS DE MOTILLA DEL PALANCAR (CUENCA)

**Trabajo Final de Grado**

Curso 2019/2020

Autor: Lorena Cuellar Castellanos

Tutor: Juan Bautista Marco Segura

## INDICE

1. Introducción .....	2
2. Geología.....	2
2.1. Estratigrafía .....	2
2.2. Tectónica de placas .....	3
2.3. Usos del suelo.....	3
3. Geotecnia .....	4
3.1. Características geomorfológicas.....	4
3.2. Características hidrológicas.....	4
4. Sismicidad.....	5
5. Conclusión .....	5

## 1. Introducción

Con este anejo se pretende dar a conocer las características tanto geológicas como geotécnicas de Motilla del Palancar y de su entorno. Son factores muy importantes a considerar, pues nos condicionarán múltiples parámetros de estudio y diseño posteriores.

Para conseguir esta información, se recurre al Instituto Geológico y Minero de España (IGME), organismo que se encarga del estudio del terreno en todo el recinto español desde 1927. Como este estudio tiene únicamente carácter académico, toda la información de la que parte se ha obtenido directamente de la web, no realizándose así los estudios y ensayos requeridos.

## 2. Geología

### 2.1. Estratigrafía

Para un estudio geológico adecuado nos basaremos como referencia en la hoja número 24-27, de la serie Magna del IGME, referente al término de Motilla del Palancar, realizando un análisis estratigráfico de los estratos más antiguos a los más recientes:

#### Cretácico

##### 1.1. Cretácico inferior ( $C^{0-1}_{16-21}$ )

###### 1.1.1. Senoniense ( $C_{23-25}$ )

Sobre el último banco de Tunoniense vienen unas cargas que sirven de nivel guía y como tal han sido cartografiadas. Son de color blanco verdoso y lateralmente presentan zonas más endurecidas con cantos calcáreos englobados en una matriz arcillosa compacta. En este nivel margoso se han realizado levigados de modo sistemático, en los que aparecen gasterópodos y oognios y otros restos que indican un ambiente salobre transicional con influencias continentales a marino litoral.

Por encima de estos niveles aparece un conjunto de unos 80 m de potencia, en el que se pueden distinguir dos tramos: uno inferior, compuesto por calizas blancas pulverulentas, a veces margosas, bien estratificadas, y otro superior, caracterizado por la presencia de niveles brechoides intercalados. El tramo inferior se corresponde, aproximadamente, al Conienciense, que parece estar reducido a unos pocos metros por encima del nivel margoso y al Santoniense. Las microfacies de este tramo inferior son biopelmicritas, biomicritas, dolosparitas calcatizadas.

El tramo superior corresponde en edad, aproximadamente, al Campaniense, y se caracteriza por los niveles brechoides, que van siendo más abundantes a medida que se avanza hacia el techo de la formación.

#### Terciario

##### 2.1. Paleógeno

Sobre las distintas formaciones cretácicas descansan, en discordancia angular no muy acusada, depósitos continentales detríticos del Oligoceno, con abundantes cambios laterales de facies, en los que se han distinguido tres formaciones que de techo a muro son: una inferior arcillosa, otra de carácter detrítico, y dentro de esta última se han cartografiado como equivalente lateral una brecha de cantos calcáreos

relacionada con los afloramientos cretácicos. En lo referente a nuestra zona de estudio, solo nos interesará la brecha calcárea.

###### 2.1.1. Brecha calcárea ( $Tco^{A_{c3}}$ )

Litológicamente se trata de una brecha de cantos calcáreos angulosos con algún raro canto cuarcítico redondeado. La matriz es arcillo-arenosa fuertemente cementada, lo que hace que sea más resistente a la erosión que el resto de las formaciones oligocenas. Su potencia varía mucho, siendo la máxima observada de unos 15-20 metros en las cercanías de Motilla del Palancar

#### 2.2. Neógeno

##### 2.2.1. Mioceno ( $T^B_{c1}$ ) y ( $Tc^B_{c1}$ )

Se presenta en discordancia angular sobre las formaciones cretácicas y erosiva sobre las oligocenas, fosilizando un paleorrelieve muy suave de estas últimas.

Se desarrolla ampliamente en la zona de estudio y está formado por series arcillosas rojizas que eventualmente intercalan paleocauces de cantos silíceos, en general de pequeño tamaño y que se acuñan rápidamente.

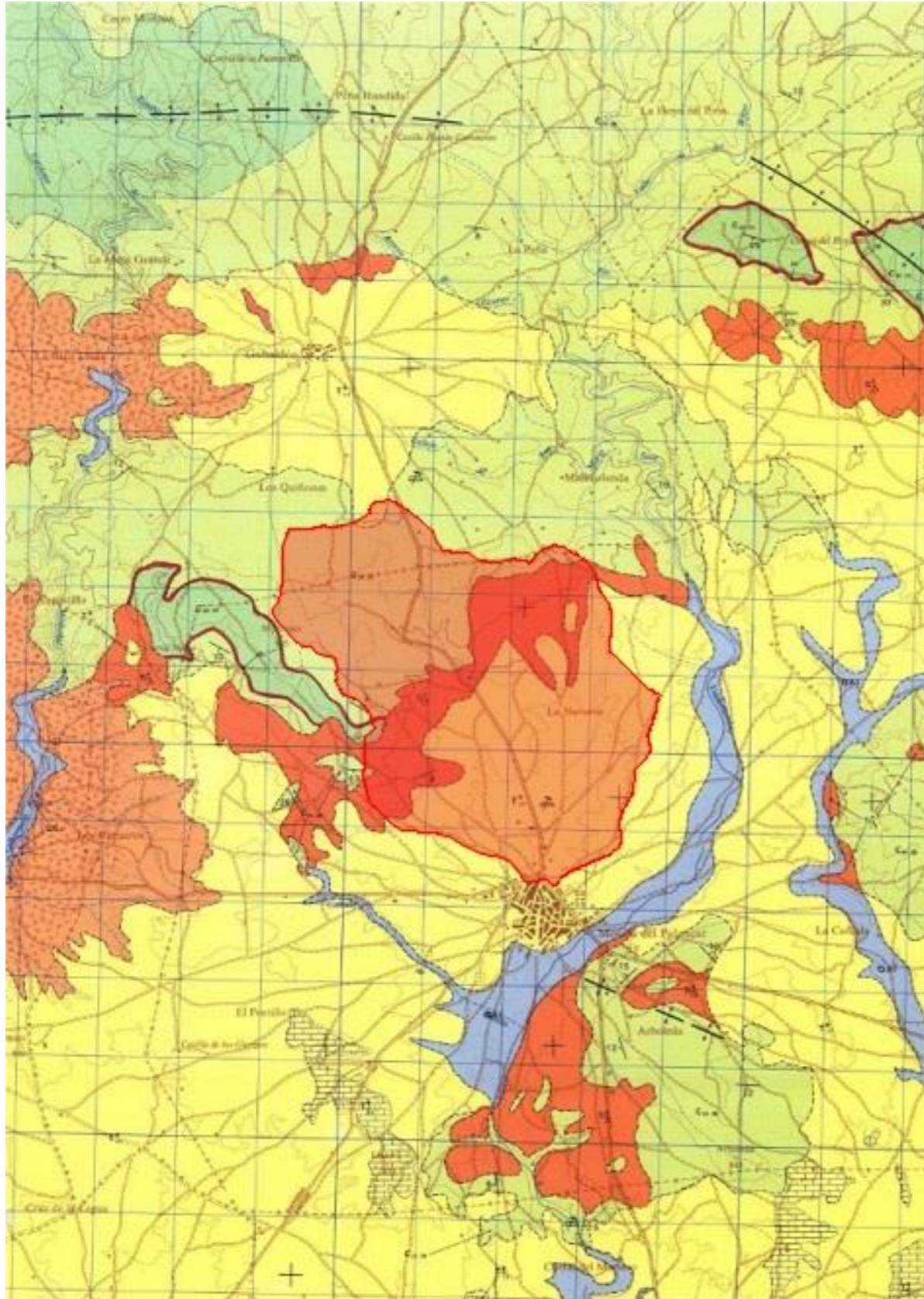
El predominio casi absoluto de las arcillas confiere gran monotonía a la serie, que únicamente se ve interrumpida por la aparición de delgadas intercalaciones de una caliza rojiza muy detrítica y oquerosa, en al que se han recolectado un par de gasterópodos del género Helix, que no contribuyen a solucionar la estratigrafía de la serie. El espesor total de la serie puede calcularse en unos 30-40 metros, aunque no hay ningún punto en que se observe la serie continua.

#### Cuaternario

##### 3.1. Aluvial (QAI)

Lo forman arcillas, arenas y gravas de los cauces fluviales; alguno de estos cauces se encuentra inactivo, tendiendo la red fluvial a adquirir un carácter regresivo.

Por tanto, como se puede ver en la imagen perteneciente al fragmento extraído de la hoja magna, en la cual se marca en rojo la cuenca que recoge el agua que afecta al municipio, que se encuentra a escala 1:50.000, podemos concluir que la zona de estudio perteneciente a la parte alta de la cuenca del río Valdemembra, se caracteriza por tener terrenos calcáreos mesozoicos formando relieves en la parte alta y media. El resto de la cuenca estaría compuesto por materiales detríticos terciarios, principalmente areniscas y arcillas. Y por último, en la zona perteneciente aguas abajo de la localidad, se encontrarán materiales provenientes del cuaternario aluvial, especialmente gravas, arenas y arcillas.



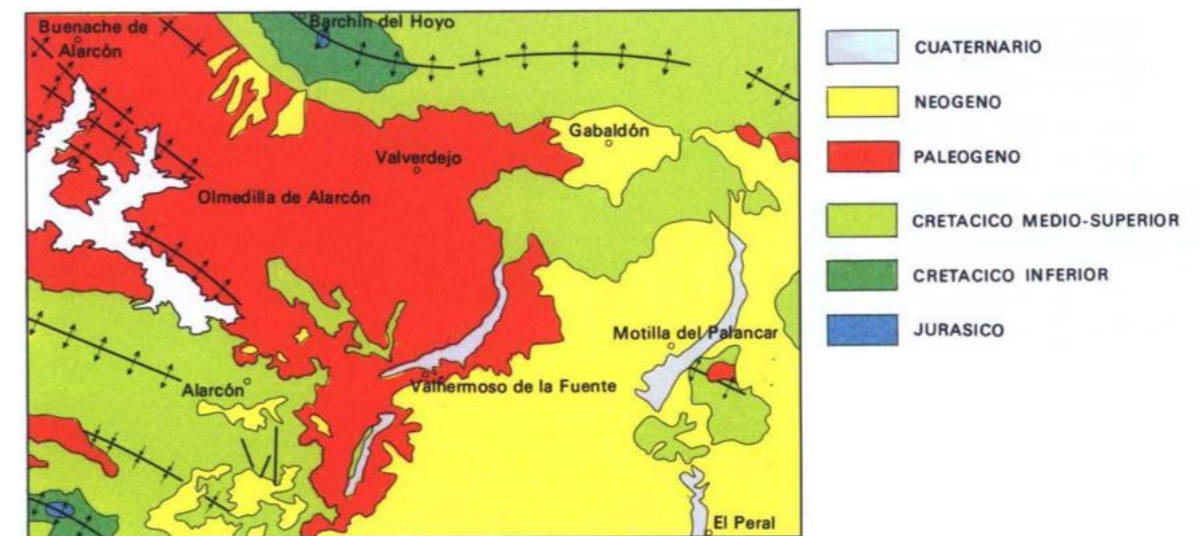
Il·lustració 1 - Fragmento hoja magna. Fuente: IGME hoja 691

		CUATERNARIO		QA1	QC4	
TERCIARIO	PAL. NEOGENO	PLIOCENO		T <sub>2</sub> <sup>a</sup> G	T <sub>2</sub> <sup>a</sup> C <sub>2</sub>	QC4 Grava y materiales heterométricos sin cementar
		MIOCENO		T <sub>2</sub> <sup>a</sup>	T <sub>2</sub> <sup>a</sup> C <sub>1</sub>	QA1 Gravillas, arenas y arcillas
		OLIGOCENO		T <sub>2</sub> <sup>a</sup>	T <sub>2</sub> <sup>a</sup> C <sub>1</sub>	T <sub>2</sub> <sup>a</sup> G Conglomerados polimícticos formando un glacis
CRETACICO	SUPERIOR	CAMPANIENSE		T <sub>2</sub> <sup>a</sup>	T <sub>2</sub> <sup>a</sup> C <sub>1</sub>	T <sub>2</sub> <sup>a</sup> E Calizas rojizas muy arenosas
		SANTONIENSE		C <sub>23-25</sub>		T <sub>2</sub> <sup>a</sup> A Arcillas y areniscas
		CONIACIENSE		m		T <sub>2</sub> <sup>a</sup> A Arcillas, conglomerados y arcillas
		TURONIENSE		C <sub>22-23</sub>		T <sub>2</sub> <sup>a</sup> A Brechas rojas de cementos calizos
		CENOMANIENSE		C <sub>22-23</sub>		T <sub>2</sub> <sup>a</sup> A Arcillas rojas
		INFER.	ALBIENSE		C <sub>21</sub>	
JURASICO	MALM		J <sub>3</sub>		m Margas calcáreas	
	DOGGER		J <sub>2</sub>		C <sub>22-23</sub> Dolomías masivas y calizas	

Il·lustració 2 - Índice mapa geológico. Fuente: IGME.

### 2.2. Tectónica de placas

En lo referente a la tectónica de placas podemos ver como en la parte sureste del municipio de Motilla del Palancar se encuentra un pliegue senoniense anticlinal, pero que no afectará al estudio.



Il·lustració 3 - Mapa tectónica de placas. Fuente: IGME.

### 2.3. Usos del suelo

En cuanto a los usos del suelo, la cuenca de estudio está ocupada principalmente por pinares resineros, ocupando estos las zonas más altas y abruptas. Las zonas que se encuentran más bajas y llanas, formadas por materiales detríticos del terciario y los valles rellenos de aluviones se encuentran como zona de cultivo, ocupando una amplia extensión.

El resto de los usos del suelo, no tienen gran importancia, siendo estas superficies artificiales no permeables.

### 3. Geotecnia

Para el estudio geotécnico del terreno, al igual que para el estudio geológico, se procede a buscar la información en el mapa geotécnico general del IGME, en concreto en la hoja 54, correspondiente a Campo de Criptana. Se ha marcado en rojo, la cuenca que recoge las aguas que afecta al municipio.

#### 3.1. Características geomorfológicas

La zona de estudio generalmente se caracteriza con condiciones constructivas favorables y aceptables, como se puede ver en la figura 4 que corresponde a la leyenda del mapa geotécnico.

La zona amarilla, se trata de un área con formas acusadas y alomadas, agrupando un conjunto de terrenos paleozoicos y mesozoicos. Su litología presenta grandes variaciones, observándose, más o menos entremezcladas: calizas, dolomías, margas, arenas y arcillas, que tienen un comportamiento ante la erosión muy distinto. Por lo general tiene una morfología acusada, con pendientes topográficas inferiores al 7 por ciento, aunque en algunos puntos se puede alcanzar el 15-20 por ciento. Su grado de estabilidad natural es elevado, pudiéndose generar alguna irregularidad morfológica por erosión. En cuanto a las características mecánicas, diferenciaremos donde podemos encontrar litologías calcáreas, en las que se tendrá una alta capacidad de resistencia y por lo tanto pocos asentamientos, y en las zonas donde aparecerán grupos margosos y arenosos, en los que también tendremos capacidad de cargas y posibles asentamientos de magnitud media.

Por otra parte, la zona punteada verde, que comprende al municipio de Motilla y a su entorno, se trata por lo general de un recinto hundido con formas de relieve suaves. Su litología es una mezcla de arena y arcillas, de colores rojizos, con intercalaciones de margas, calizas, conglomerados, todo ello recubierto por suelos eminentemente calcáreos. Su morfología, de formas llanas en general, presenta la serie de alomaciones y escarpes conectados con la litología dominante. Las características mecánicas se consideran de tipo medio, tanto bajo el aspecto de capacidad de carga, como bajo el de magnitud de posibles asentamientos.

#### 3.2. Características hidrológicas

La zona amarilla, que representa en gran parte la cuenca del río Valdemembra tiene materiales que se consideran, en pequeño impermeables, y en grande, semipermeables por infiltración por fisuración y fracturación. Produciéndose así un drenaje por escorrentía superficial, en casi toda la zona favorable, siendo únicamente en zonas depresivas y colmatadas por sedimentos arcillosos, donde este puede no producirse perceptiblemente.

La zona verde, correspondiente la totalidad del municipio de Motilla del Palancar a ella, presenta terrenos que se consideran semipermeables, con un drenaje, mezcla de escorrentía y percolación, que oscila de aceptable a desfavorable. Es normal que en esta zona se produzca la aparición de acuíferos en profundidad, si bien a cotas que no influyen sobre las características mecánicas de los terrenos.

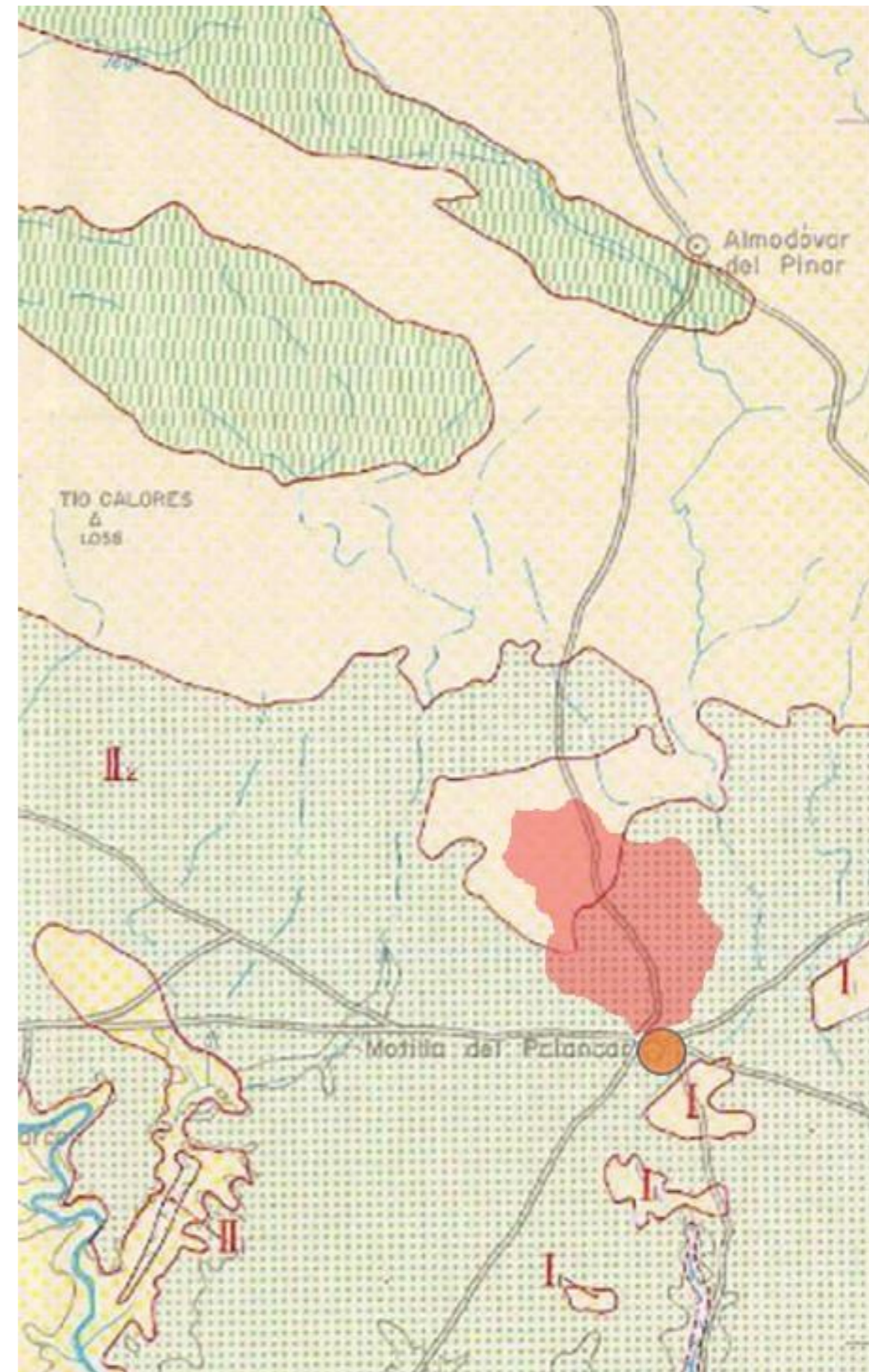


Ilustración 4 - Fragmento mapa geotécnico. Fuente: IGME.

CONDICIONES CONSTRUCTIVAS FAVORABLES		CONDICIONES CONSTRUCTIVAS ACEPTABLES	
	Problemas de tipo Geotécnico (p.d.)		Problemas de tipo Litológica, Hidrológica y Geotécnico (p.d.)
			Problemas de tipo Geomorfológico
			Problemas de tipo Litológico y Geotécnico (p.d.)
	Problemas de tipo Litológico y Geotécnico (p.d.)		Problemas de tipo Litológico, Geomorfológico e Hidrológico
			Problemas de tipo Litológico y Geomorfológico

Ilustración 51 - Índice mapa geológico. Fuente: IGME.

#### 4. Sismicidad

En cuando a la sismicidad, como se aprecia en la imagen, la localidad de Motilla del Palancar, la cual se encuentra señalada, corresponde a una zona de baja sismicidad, por ello, aunque es un factor a considerar en la ejecución de un proyecto, en este, tendrá cierta relevancia.

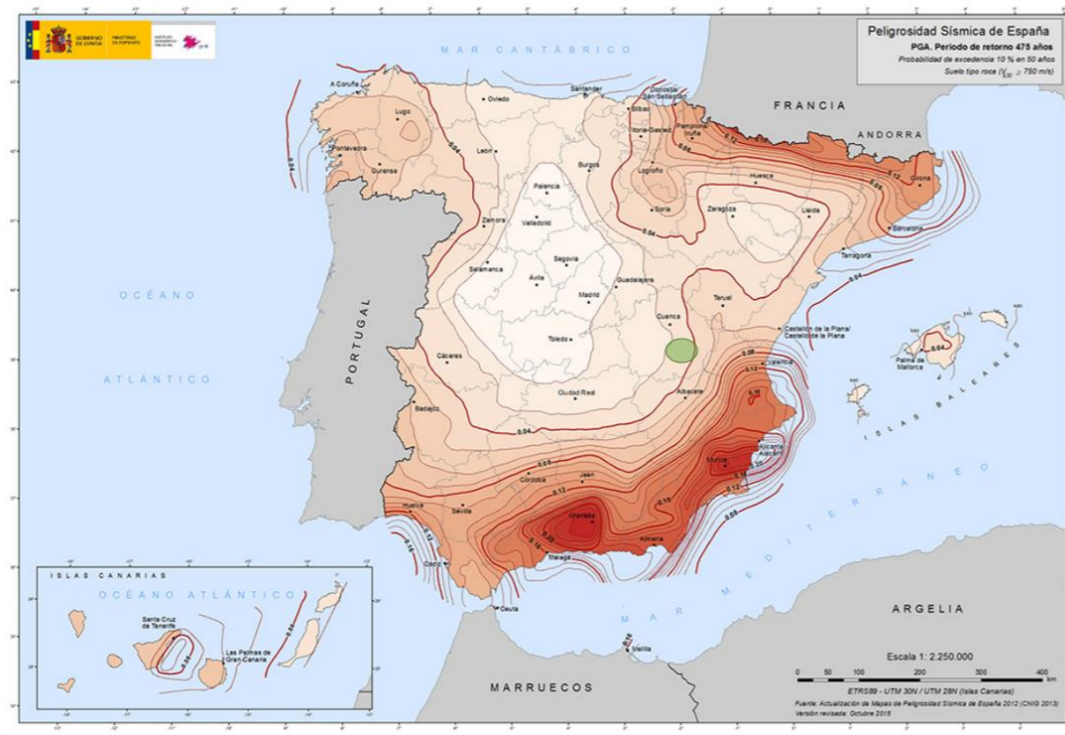


Ilustración 2 - Mapa sísmico de España. Fuente: IGN

#### 5. Conclusión

En el estudio del terreno deberemos marcar dos zonas específicas de estudio, una correspondiente a la ocupación de la cuenca que afecta al municipio, y la que corresponde a la propia obra.

Analizando la zona perteneciente a la cuenca, al tratarse de una zona extensa, podemos concluir que se corresponde a una zona formada por calizas, margas y arcillas, con unas condiciones constructivas aceptables y con escasos o nulos asentos. Sus usos son principalmente agrarios, por lo que se trata de una zona baja y llana, con pendientes poco pronunciadas y que, partiendo desde la localidad de Almodóvar del Pinar, situada al Norte de Motilla del Palancar, hace que el agua llegue a esta, superficialmente debido a la impermeabilidad del terreno.

En lo referente a la zona que corresponde a la obra, lo correcto sería realizar ensayos y estudios, para conocer más en detalle las características y comportamiento del terreno, pero como se trata de un trabajo académico, nos basaremos en los datos obtenidos en este anejo. Por lo tanto, la podemos determinar geológicamente como una zona formada por una serie de arcillas rojizas que se intercalan con cantos silíceos. En lo referente al ámbito geotécnico, la zona perteneciente a la obra se corresponde a la formación de la gran mayoría de la cuenca, compartiendo características comunes. Se trata de una zona con relieve suave, con características mecánicas de tipo medio, teniendo gran capacidad de carga y por lo tanto pocas posibilidades de asentos.





# ANEJO II – ESTUDIO HIDROLÓGICO

## PLAN DE DEFENSA CONTRA LAS INUNDACIONES URBANAS DE MOTILLA DEL PALANCAR (CUENCA)

**Trabajo Final de Grado**

Curso 2019/2020

Autor: Lorena Cuellar Castellanos

Tutor: Juan Bautista Marco Segura

## INDICE

1. Introducción .....	2
2. Problemática y necesidad de actuación .....	2
3. Climatología.....	5
4. Precipitaciones .....	5
5. Hidrometría. Delimitación de la cuenca.....	6
5.1. Límites de la cuenca de estudio .....	6
5.2. Obtención de caudales.....	7
5.2.2. Estimación de las precipitaciones máximas .....	8
5.3.3. Estima de la esorrentía.....	9
5.3.4. Conclusión .....	10

## 1. Introducción

En el presente anejo se procederá al análisis y estudio hidrológico de la cuenca vertiente al municipio de Motilla del Palancar. Tendrá por objeto conocer la respuesta de la cuenca en episodios de lluvia extremos, por ello, se han obtenido los hidrogramas de crecida para los periodos de retorno de 2, 5, 25, 100 y 500 años, obteniendo así los caudales necesarios para el diseño hidráulico.

## 2. Problemática y necesidad de actuación

La localidad de Motilla del Palancar se ve afectada por dos cursos principales de agua, ambos cursos están presentes solo en eventos de precipitación, encontrándose secas el resto del tiempo.

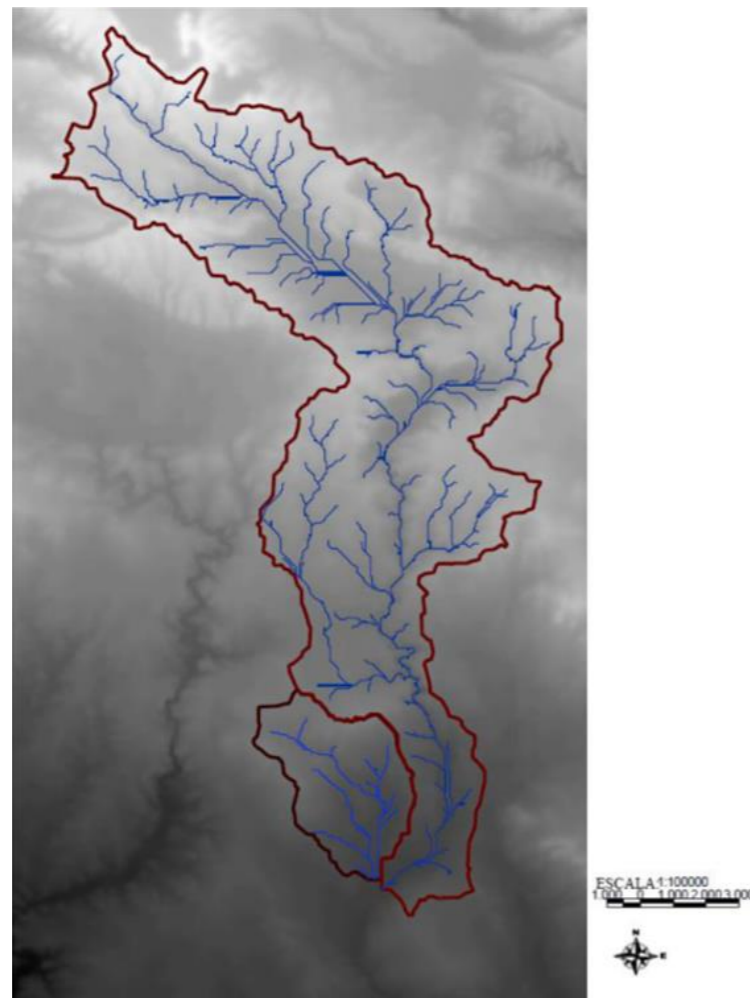


Imagen 1 - Modelo digital de las cuencas afluentes a Motilla

En la imagen 1, se pueden apreciar estos dos cursos de agua. El de mayor dimensión, con una tipología más alargada es el que soporta el río Valdemembra, nace en Solera de Gabaldón, a unos 27 km de Motilla

del Palancar, sobre un cauce seco natural, y al llegar al municipio lo bordea a este en un cauce artificial.

La otra cuenca, de menor extensión y más redondeada, la cual será objeto de estudio de este proyecto, es de aproximadamente, unos 15.29 km<sup>2</sup>, siendo la causante de las numerosas inundaciones en el municipio. Llega a este por la Avenida del Riato, y atraviesa el pueblo de Norte a Sur, a lo largo de toda la avenida.



Imagen 2 - Curso de agua. Fuente propia.

En la imagen 2 se observa en rojo el cauce del río Valdemembra, bordeando a la localidad y no causando daños aparentes. La cuenca de menor extensión, mencionada anteriormente, llega al pueblo sin cauce definido, entrando por la zona que indica la flecha verde, atravesándola toda ella por la Avenida del Riato.

En la imagen 3, podemos ver con más detalle la zona señalada en la imagen anterior por la flecha verde. Se trata de la entrada de agua al municipio, viniendo toda ella en lamina libre sin cauce definido y arrastrando, por consiguiente, numerosos desechos que en ocasiones crean un tapón en la otra margen del puente y hacen que la carretera N-III, que es la que soportan estos arcos, se vea afectada.



Imagen 3 - Localización entrada de agua al municipio. Fuente propia.



Imagen 5 - Imagen comparativa 2 sin inundación. Fuente propia.

A continuación, se exponen una serie de imágenes, todas ellas pertenecientes a la Avenida del Riato, siendo esta la avenida principal del pueblo. Se pretende con ello dar a conocer el alcance de las avenidas que el pueblo ha estado sufriendo durante muchos años, comparando como se encuentra durante la avenida y en situación normal.



Imagen 4 - Imagen comparativa 1 con inundación. Fuente propia.



Imagen 6 - Imagen comparativa 2 con inundación. Fuente propia.



Imagen 7 - Imagen comparativa 2 sin inundación. Fuente propia.



Imagen 9 - Imagen comparativa 3 sin inundación. Fuente propia.



Imagen 8 - Imagen comparativa 3 con inundación. Fuente propia.

Para tener un orden de magnitud de cómo han afectado estas inundaciones a la localidad de Motilla del Palancar recurrimos a datos históricos, procedentes de hemerotecas digitales e informes de la Confederación Hidrográfica del Júcar. En esta evaluación no se precisa la duración de estos episodios de avenidas ni el alcance en detalle de cada uno de ellos.

En la tabla siguiente se pueden ver todos los eventos de precipitación de mayor importancia recogidos. Observamos, que la mayor parte de estos eventos suceden a finales de verano, en concreto en los meses de agosto y de septiembre. Tan solo se recogen dos eventos fuera de esta fecha, uno en enero y otro en junio, perteneciendo la primera a una fusión de las nevadas acontecidas en los días anteriores, y la siguiente debido a una tormenta generada por una onda corta de aire polar marítimo. Es por tanto, que podemos concluir que la época del año, según los datos históricos de los que partimos, en la que mayor probabilidad de inundación tiene el municipio es a finales de verano, en los meses de agosto y septiembre.

Hay que destacar también, que las fiestas patronales del municipio tienen lugar del 31 de agosto al 7 de septiembre, periodo cumbre de inundaciones, viéndose en numerosas ocasiones afectada por estas debido a que tantos los puestos como las atracciones propias de la feria se sitúan a lo largo de la Avenida del Riato. En el año 2004, esta tuvo que ser suspendida debido a que la avenida que tuvo lugar causó grandes daños, siendo necesaria la evacuación de personas. Como medida tras ese suceso, se optó por cambiar el recinto ferial de lugar, con el fin de evitar posibles pérdidas en los años venideros.

FECHA	DESCRIPCIÓN	SITUACIÓN ATMOSFÉRICA
1811-1812	Inundación de la localidad que provoca una víctima	
21-09-1921	El río Valdemembra inunda la zona baja de la localidad, destruyendo decenas de casas, causando 12 fallecidos y grandes daños económicos.	DANA al suroeste de la península. Entrada de vientos del norte de África en los niveles bajos de la atmósfera.
17-09-1963		Vaguada de aire polar marítimo centrada en la península Ibérica. Tormentas.
31-08-1968		Vaguada de aire polar marítimo situada al oeste de la península Ibérica. Circulación ciclónica en superficie.
08-09-1996 / 12-09-1996		Vaguada y DANA formada dentro de ella al suroeste de la península Ibérica.
07-01-1997	Inundación de la vega del río. Probablemente también de la zona baja de la población.	Vaguada de aire polar marítimo centrada en la península Ibérica. Circulación ciclónica en superficie.
13-06-2004	Fuerte tormenta que causa daños en la Avenida del Riato.	Onda corta de aire polar sobre la península Ibérica. Entrada de vientos del norte de África en superficie. Tormentas.
31-08 al 05-09-2004	Varias tormentas provocan la inundación reiterada de la Avenida del Riato durante la feria, provocando la suspensión de esta y daños en las instalaciones. Los días 2 y 3 el agua inunda la zona baja de la localidad.	Vaguada profunda de aire polar al oeste de la península Ibérica. Fuerte difluencia en capas altas. Inestabilidad elevada. Tormentas intensas.

### 3. Climatología

La zona de estudio presenta un clima mediterráneo continentalizado acusado, con inviernos fríos, con abundantes heladas y veranos muy cálidos. El régimen pluviométrico se da con dos máximos en los equinoccios y dos mínimos en verano y en invierno.

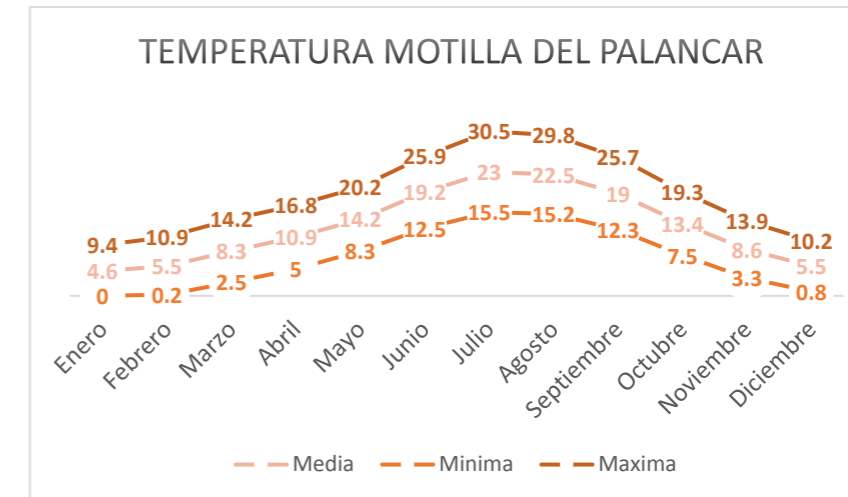


Ilustración 10 - Temperaturas medias anuales Motilla del Palancar. Fuente propia.

Tiene una gran amplitud térmica debido en parte a su lejanía con el mar y por su relieve acusado, haciendo que tanto los inviernos como los veranos sean más radicales. En invierno se pueden alcanzar temperaturas de 0°C, y heladas por las noches, sin embargo, en verano, en el mes de Julio, las temperaturas pueden alcanzar hasta los 31°C.

### 4. Precipitaciones

La localidad de Motilla del Palancar se sitúa en una zona de clima seco, localizándose la mayoría de las precipitaciones en primavera y en otoño. Las lluvias que se producen en los meses de verano, se caracterizan por ser lluvias de corta duración y de mucha intensidad. Se tienen registros en los que se alcanzan hasta 450 mm anuales.

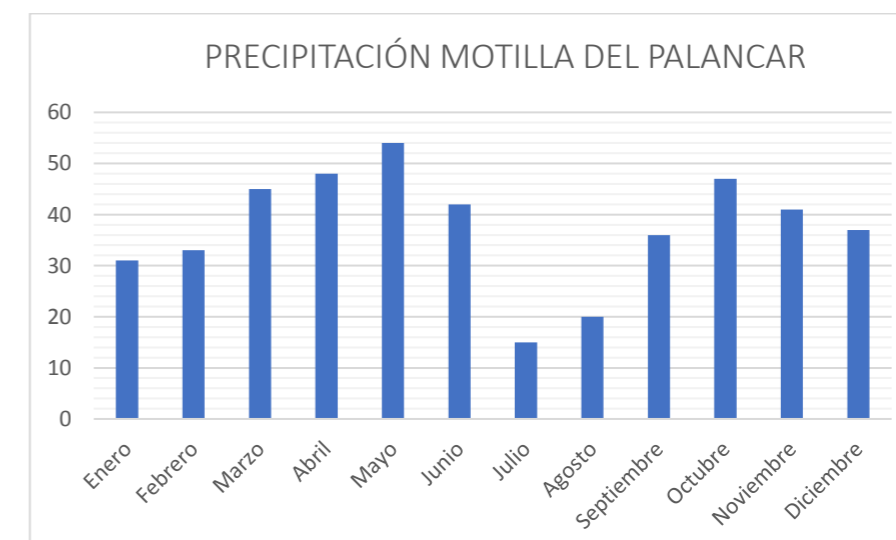


Ilustración 11 - Precipitación media anual. Fuente propia.

## 5. Hidrometría. Delimitación de la cuenca.

### 5.1. Límites de la cuenca de estudio

La localidad de Motilla del Palancar se encuentra dentro de los límites que conforma la cuenca del Júcar. El río Valdemembra, que atraviesa esta localidad, es uno de los afluentes secundarios que componen el río Júcar. El río Valdemembra nace en Solera de Gabaldón, a 27 km al Norte de Motilla del Palancar, y desemboca en el río Júcar, en la termino perteneciente a la localidad de Vandeganga, a 68 km al Sur de Motilla del Palancar.



Ilustración 12 - Cuenca hidrográfica del Júcar. Fuente: CHJ.

La cuenca que da lugar a este estudio, como se puede ver en la imagen 12, es una cuenca secundaria natural, que no tiene un cauce definido, sino que, tras eventos de precipitación, la escorrentía viaja en lámina libre por el terreno, atravesando cultivos y vías de servicio rurales, hasta llegar a

desembocar en el municipio de Motilla del Palancar. Su entrada tiene lugar por la calle pozo arriba, atraviesa la CM-220 por debajo de un pequeño puente formado por siete arcos, dándose en numerosas ocasiones problemas de colapso.

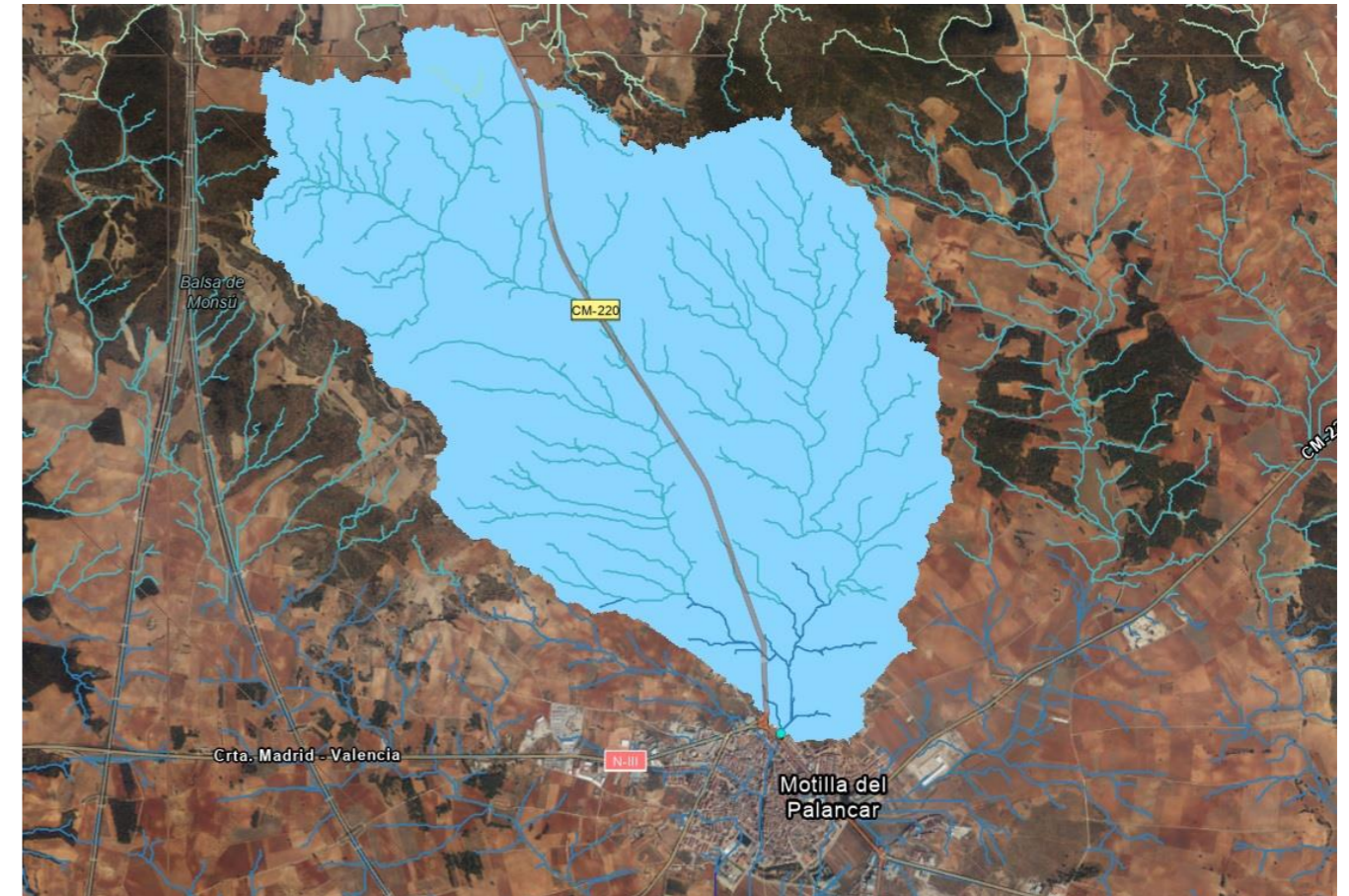


Ilustración 13 - Cuenca de estudio. Fuente: propia ArcGIS Pro.

Esta cuenca natural tiene una extensión de 15,29 km<sup>2</sup>, compuesta toda en su mayoría por terrenos de cultivo de secano, como son cereales, pudiéndose encontrar también algún cultivo de olivos o de vid, los cuales no producen impedimento alguno para la libre circulación del agua en la cuenca. Por lo general, se trata de un terreno llano, de gran extensión, pero de poca pendiente, donde se tiene una media del 0.13%.

En la imagen 14, se puede apreciar con mayor detalle el punto por el que el agua en lámina libre llega al municipio, y como esta sigue su curso por la avenida principal del pueblo, la Avenida del Riato, recorriéndolo en su totalidad, y atravesando por consiguiente el municipio de Norte a Sur.



Ilustración 14 - Cuenca de estudio en detalle. Fuente: propia ArcGIS Pro.

## 5.2. Obtención de caudales

Es este apartado se procederá al análisis de la cuenca y a la obtención de los caudales de diseño asociados estos a un periodo de retorno determinado (T), siendo este el periodo de tiempo expresado en años, para el cual el caudal máximo anual tiene una probabilidad de ser excedido igual a 1/T. Para el llevar a cabo los cálculos necesarios, nos apoyaremos en una hoja de cálculo Excel.

Para el cálculo del caudal de proyecto, que será aquel que se deberá tener en cuenta para efectuar el posterior dimensionamiento hidráulico, recurriremos a la norma 5.2. – IC Drenaje Superficial de la Instrucción de Carreteras, puesto que nos encontramos ante una cuenca topográfica o natural, es decir, una cuenca preexistente no afectada por la carretera, considerada aguas arriba de la entrada de un puente o una obra de drenaje transversal de la carretera.

El caudal máximo anual correspondiente a un determinado periodo de retorno deberá ser determinado mediante la información sobre caudales máximos que proporcione la Administración Hidráulica competente. Puesto que este estudio es a nivel académico, y, por consiguiente, los datos no han sido facilitados, se procede a la obtención de dicho caudal mediante el método de cálculo racional. Este

método supone la generación de escorrentía en una determinada cuenca a partir de una intensidad de precipitación uniforme en el tiempo, sobre toda su superficie, sin tener en cuenta:

- Aportación de caudales procedentes de otras cuencas o trasvases a ellas.
- Existencia de sumideros, aportaciones o vertidos puntuales, singulares o accidentales de cualquier clase.
- Presencia de lagos, embalses o planas inundables que puedan producir efecto laminador o desviar caudales hacia otras cuencas.
- Aportaciones procedentes del deshielo de la nieve u otros meteoros.
- Caudales que afloren en puntos interiores de la cuenca derivados de su régimen hidrológico.

Se han comprobado que todos estos factores no tendrán importancia, pudiéndose estimar el caudal de diseño por este método.

Otro condicionante para la aplicación de dicho método, es que según la normativa que se sigue para este desarrollo, aquellas cuencas cuya área sea inferior de 50km<sup>2</sup>, ha de ser realizado el cálculo del caudal mediante el método racional. Esta cuenca se consideraría dentro de este supuesto, puesto que tiene una extensión de 15,29 km<sup>2</sup>.

La expresión para la determinación del caudal de proyecto es la que se muestra a continuación:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A \cdot Kt}{3,6}$$

Donde:

- Q es el caudal máximo anual correspondiente al periodo de retorno T en m<sup>3</sup>/s.
- C es el coeficiente medio de escorrentía de la cuenca o superficie considerada (adimensional).
- I es la intensidad de precipitación correspondiente al periodo de retorno considerado T, para una duración del aguacero igual al tiempo de concentración  $t_c$ , de la cuenca, en mm/h.
- A es el área de la cuenca, en km<sup>2</sup>.
- Kt es el coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación (adimensional).

### 5.2.1. Tiempo de concentración

Se considera el tiempo de concentración ( $t_c$ ), como 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.

Para su obtención se recurrirá al método de Témez, este es utilizado para cuencas de tamaño muy variable, ampliamente utilizado en la península Ibérica. Es válido para cuencas desde 1 km<sup>2</sup> hasta 3.000 km<sup>2</sup>, por lo que es válido en nuestro caso; y con tiempos de concentración que van desde los 15 minutos hasta las 24 horas.



Para ello se utiliza la siguiente fórmula:

$$t_c = 0,3 \cdot \left( \frac{L}{i^{0,25}} \right)^{0,76}$$

Donde:

- L es la longitud del cauce, en su punto más largo en Km
- i es la pendiente media de la cuenca
- $t_c$  es el tiempo de concentración expresado en horas

Siendo la pendiente media de la zona del 0.13%, y teniendo una longitud de 7502.67 m desde el punto más alejado al punto de desagüe, y aplicando la fórmula anteriormente planteada, se obtiene un tiempo de concentración de 3,15 horas.

Este tiempo de concentración será necesario tanto para la obtención de la intensidad de precipitación, como del coeficiente de uniformidad ( $K_t$ ).

Este último, tiene en cuenta la falta de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación, obteniéndolo a través de la siguiente expresión, y obteniendo un valor de 1,23.

$$K_t = 1 + \frac{t_c^{1,25}}{t_c^{1,25} + 14}$$

### 5.2.2. Estimación de las precipitaciones máximas

Definir la lluvia característica de una zona es una tarea compleja. Datos como la precipitación media anual o la distribución estacional de las lluvias aportan información muy valiosa en muchos ámbitos que incluso es válida para clasificar climáticamente los territorios, pero que resulta insuficiente cuando tratamos de dimensionar una cuenca de pequeño tamaño. En estas situaciones en las que trabajamos con escorrentías lo que necesitamos saber es como va a responder el suelo frente a la lluvia y si va a ser superada o no su capacidad de infiltración, y esto no depende exclusivamente de la cantidad total de agua sino más bien de cuanto tiempo se recibe y como se recibe.

La relación entre la lluvia caída y el tiempo que dura la precipitación es lo que conocemos como intensidad de la precipitación (I), medida esta en mm/h. Se trata de un dato muy importante en hidrología, puesto que junto con la capacidad de infiltración del suelo determina la cantidad de escorrentía generada por un aguacero.

Para la obtención de esta intensidad de precipitación, asociada a un periodo de retorno recurrimos a la fórmula de Témez, donde:

$$i(t_c)_T = \frac{P(d)_T}{24} \cdot \alpha^{\frac{28^{0,1} - t_c^{0,1}}{28^{0,1} - 1}}$$

- $P(d)_T$  es la precipitación diaria máxima asociada a un periodo de retorno
- $\alpha$  es el factor de torrencialidad

El factor de torrencialidad expresa la relación entre la intensidad de precipitación horaria y la media diaria corregida, asociado este valor a una zona geográfica. Para el caso en el que nos encontramos, como se aprecia en la ilustración 15, se dispone de un factor de torrencialidad de valor 10.

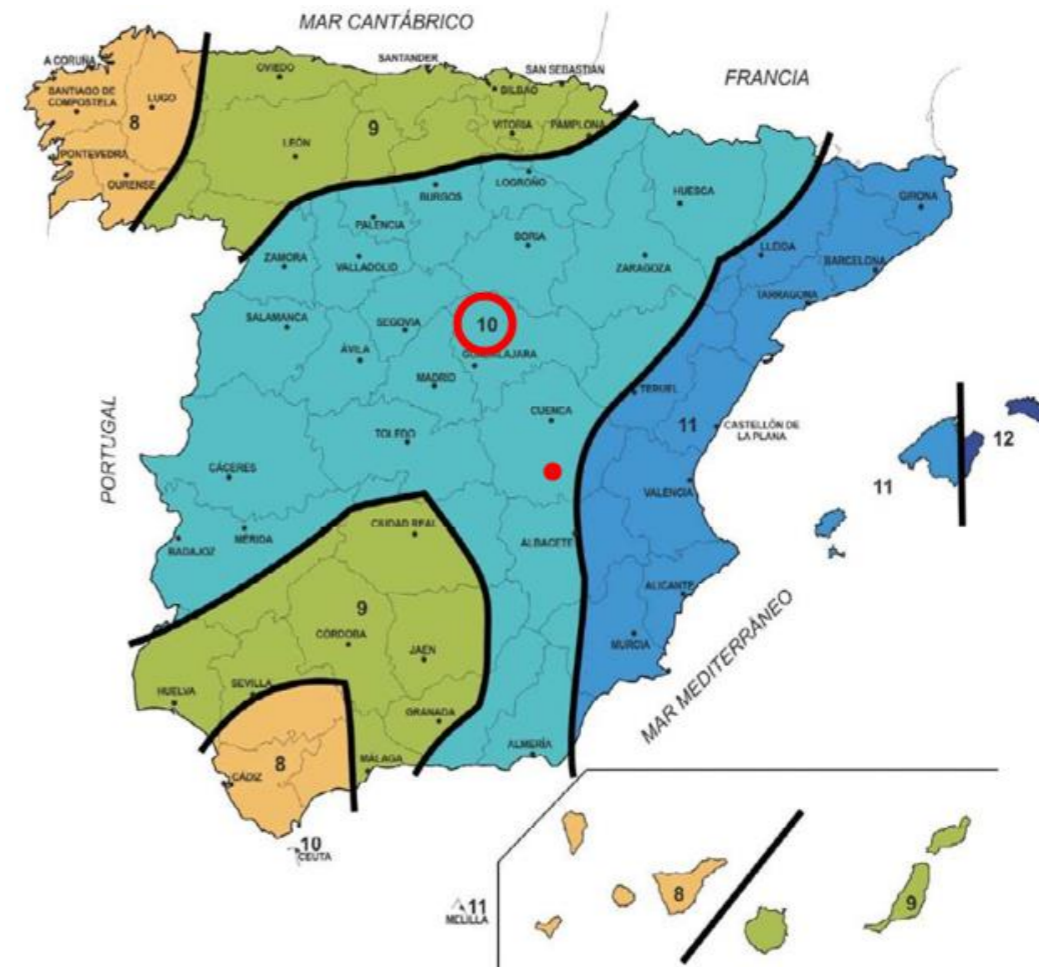


Ilustración 15 - Factor de torrencialidad. Fuente: Instrucción de Carreteras

Para determinar la intensidad de precipitación es necesario conocer primero la precipitación diaria máxima (Pd). Al estar ante un estudio con carácter educativo, los datos no son proporcionados, por lo que se recurre a la normativa para obtener dicho valor. Este dependerá del producto del valor medio de precipitación diaria anual (Pt) y de un coeficiente de amplificación (Kt). El valor medio de la precipitación diaria anual está proporcionado por la normativa, variando en función de la geografía, como se puede observar en el mapa que se ve en la imagen 16, se tiene un valor de 44 mm en la zona de estudio. Por otra parte, el coeficiente de amplificación, además de depender de la localización geográfica de la zona a estudiar, dependerá también del periodo de retorno. En la imagen 16, se puede ver marcado en amarillo el valor medio de la precipitación diaria anual, correspondiente a 44 mm, y marcado en verde, el valor del coeficiente de variación, que determinará el valor del factor de amplificación, estando este en función del periodo de retorno, representados estos valores en la tabla de la imagen 17.

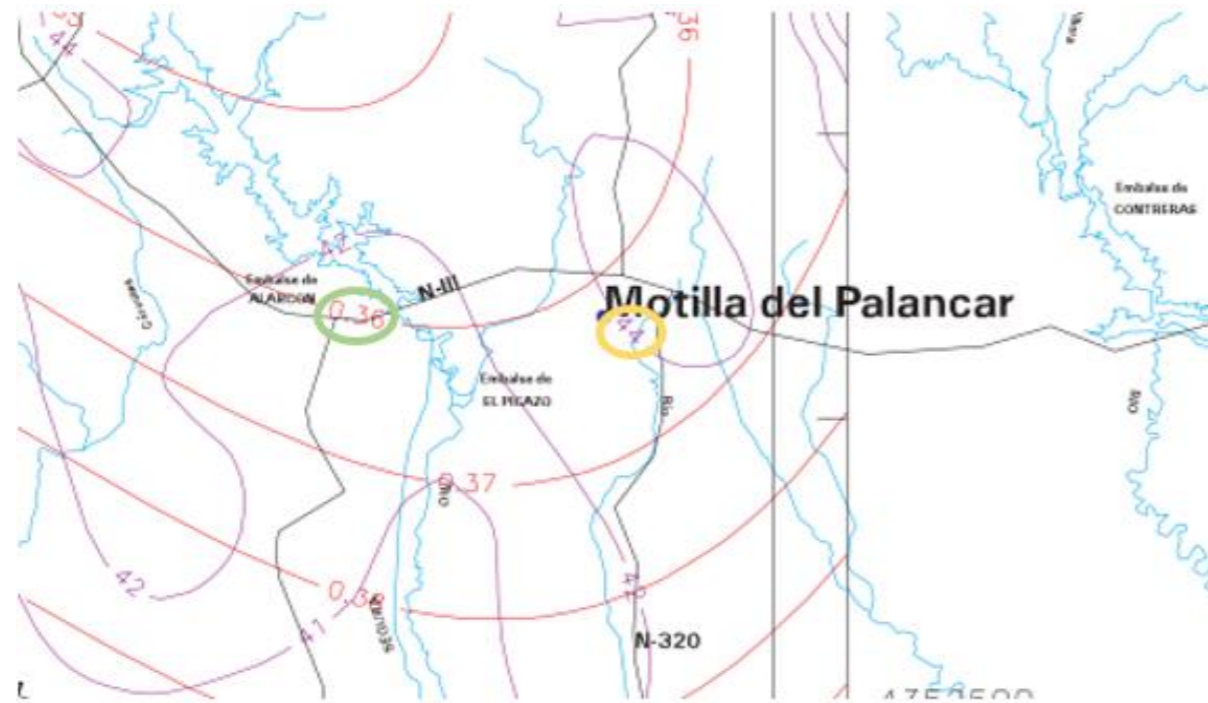


Ilustración 16 - Mapa representativo de los valores medios de precipitación diaria anual y del coeficiente de variación. Fuente: 5.2. – IC

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

Ilustración 17 - Valores del coeficiente de variación. Fuente: 5.2. – IC

Por tanto, el valor de la precipitación diaria máxima será obtenido del producto del valor medio de la precipitación diaria anual, y del valor del coeficiente de amplificación, estando este condicionado por el periodo de retorno. Se concluye por tanto que el valor de la precipitación diaria máxima anual no será único, sino que irá variando en función del periodo de retorno a analizar.

### 5.3.3. Estima de la escorrentía

El coeficiente de escorrentía (C), determina la parte de la precipitación de intensidad que genera el caudal de avenida en el punto de desagüe de la cuenca. Este se obtendrá mediante la siguiente condición:

$$\begin{aligned}
 &\text{Si } P_d \cdot K_A > P_0 && C = \frac{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} - 1\right) \left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 23\right)}{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 11\right)^2} \\
 &\text{Si } P_d \cdot K_A \leq P_0 && C = 0
 \end{aligned}$$

Donde:

- P<sub>d</sub> es la precipitación diaria correspondiente al periodo de retorno T considerado en mm
- K<sub>A</sub> es el factor reductor de la precipitación por área de la cuenca (adimensional)
- P<sub>0</sub> es el umbral de escorrentía en mm

Para el cálculo del factor reductor de la precipitación será necesario conocer el valor del área que ocupa la cuenca, pues:

$$\begin{aligned}
 &\text{Si } A < 1 \text{ km}^2 && K_A = 1 \\
 &\text{Si } A \geq 1 \text{ km}^2 && K_A = 1 - \frac{\log_{10} A}{15}
 \end{aligned}$$

En el presente caso, al tener un área de 15,29 km<sup>2</sup>, siendo este valor superior a la unidad, habrá que realizar el cálculo, donde se determinará un valor de 0,921.

El umbral de escorrentía (P<sub>0</sub>) representa la precipitación mínima que debe caer sobre la cuenca para que se inicie la generación de escorrentía, determinada mediante la siguiente fórmula:

$$P_0 = P_0^i \cdot \beta$$

Donde:

- P<sub>0</sub><sup>i</sup> es el valor inicial del umbral de escorrentía en mm
- β es el coeficiente corrector del umbral de escorrentía (adimensional)

El valor inicial del umbral de escorrentía se determinará según la normativa con series de datos o mapas publicados por la DGT, en los que se obtiene directamente este valor para una determinada localización geográfica. Normalmente este valor en cada punto se obtendría como promedio en la cuenca vertiente al punto de cálculo de una determinada discretización espacial llevada a cabo sobre el territorio.

Se pueden diferenciar, según la normativa, las proporciones de los distintos tipos y usos del suelo existentes en la cuenca, atribuyendo a cada uno el valor correspondiente a P<sub>0</sub><sup>i</sup>. En la imagen 18, se puede ver que el valor inicial del umbral de escorrentía correspondería a 14 mm, ya que se encuentra en una

zona de labor de secano, donde la pendiente es inferior al 3% y perteneciente a un grupo de suelo caracterizado como C. Esta tipología del suelo se puede ver en la imagen 19.

Código	Uso de suelo	Práctica de cultivo	Pendiente (%)	Grupo de suelo			
				A	B	C	D
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

Ilustración 18 - Tabla valores coeficiente de escorrentía. Fuente: 5.2. - IC

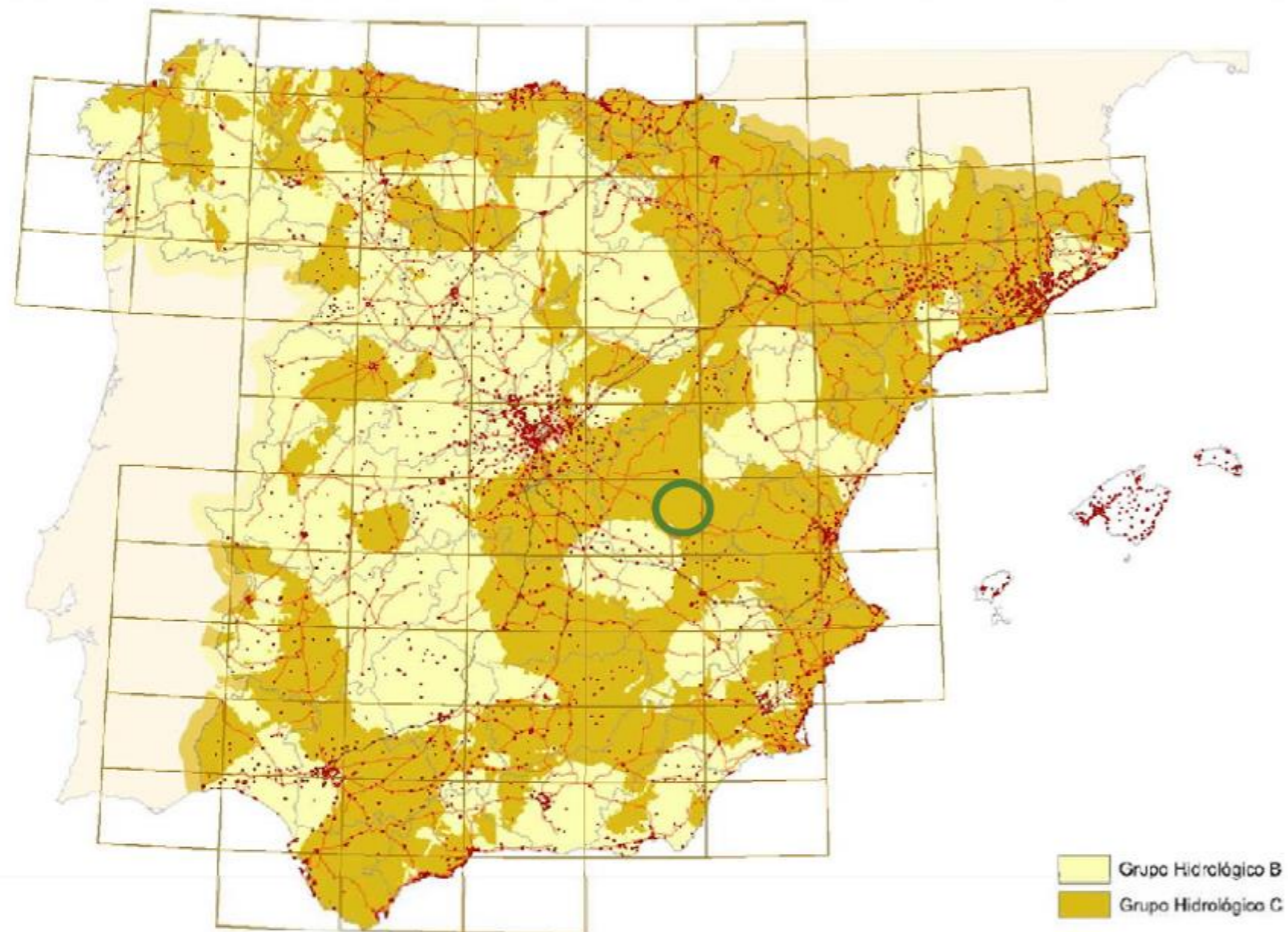


Ilustración 19 - Mapa de grupos hidrológicos de suelo. Fuente: 5.2. - IC

El otro valor para determinar el umbral de escorrentía es el coeficiente corrector, este no es valor fijo, sino que depende del producto del valor medio en la región, del coeficiente corrector del umbral de escorrentía ( $\beta_m$ ) y de un factor función del periodo de retorno T ( $F_T$ ).

$$\beta^{PM} = \beta_m \cdot F_T$$

Ambos valores se obtienen de la tabla que se muestra en la imagen 20, extraída de la norma, en la que se obtienen estos parámetros en función de la zona geográfica en la que se concentra el estudio. En este caso nos encontramos en la región 81, de donde se tiene un valor medio de 1.30 y un factor de periodo de retorno que irá variando de 0.76 hasta 1.58 en función del periodo de retorno a analizar.

Región	Valor medio, $\beta_m$	Desviación respecto al valor medio para el intervalo de confianza del			Periodo de retorno T (años), $F_T$				
		50%	67%	90%	2	5	25	100	500
		$\Delta_{50}$	$\Delta_{67}$	$\Delta_{90}$					
81	1,30	0,25	0,35	0,60	0,76	0,90	1,14	1,34	1,58

Ilustración 20 - Coeficiente corrector del umbral de escorrentía y valores correspondientes a calibraciones regionales. Fuente: 5.2. - IC

Siguiendo estas indicaciones se obtiene el valor del coeficiente de escorrentía, el cual irá variando en función del periodo de retorno a estudiar.

#### 5.3.4. Conclusión

Tras la aplicación de las indicaciones anteriores en una hoja Excel, se obtienen los caudales para periodos de retorno diferentes, comprendidos estos entre 2 y 500 años. Estos valores obtenidos serán los utilizados para llevar a cabo el estudio de soluciones.

Caudal pico (m3/s) Q	Periodo de retorno (T)				
	2	5	25	100	500
Q	10,06	15,53	25,29	35,83	50,01

Ilustración 21 - Caudales asociados a periodos de retorno. Fuente: Propia.



# ANEJO III – ESTUDIO DE SOLUCIONES

## PLAN DE DEFENSA CONTRA LAS INUNDACIONES URBANAS DE MOTILLA DEL PALANCAR (CUENCA)

**Trabajo Final de Grado**

Curso 2019/2020

Autor: Lorena Cuellar Castellanos

Tutor: Juan Bautista Marco Segura

## INDICE

1. Alternativas consideradas .....	2
2. Predimensionamiento .....	4
2.1. Periodo de retorno .....	4
2.2. Puntos singulares .....	4
3. Elección de la solución .....	5

## 1. Alternativas consideradas

El estudio de soluciones planteado en el presente proyecto se ha centrado en como canalizar el agua desde el punto de entrada de la cuenca en el pueblo hasta un punto de desagüe, el cual no provoque que la población se vea afectada, por lo que se toma la determinación de canalizar esta agua que se recoge hasta la rambla que soporta el río Valdemembra, la cual se encuentra ya, en lo que a términos hidráulicos se refiere, con la suficiente capacidad, pues ha sido rehabilitada en varias ocasiones para garantizar que los caudales procedentes de las avenidas en épocas de lluvias no provoquen daño alguno en el municipio.

En lo referente al trazado en planta, el encauzamiento tiene dos soluciones posibles, ambas comenzarán en el punto de desagüe de la cuenca en el municipio, junto a la N-III, a una cota de 835.72 m. Una de ellas, mostrada en la Imagen 1, es la que recorre el curso natural que sigue el agua cuando esta entra en el municipio, es decir, recorre la Avenida del Riato, atravesándola hasta llegar al cauce artificial por el que se ha reconducido el río Valdemembra, a una cota de 830.82 m, y teniendo una longitud total de 1315 m, y, por tanto, una pendiente de 0.0037 m/m.



Ilustración 1 - Trazado alternativo natural. Fuente: Propia.

El segundo recorrido propuesto, representado en la ilustración 2, tiene la zona del encauzamiento de las aguas en el mismo lugar que el anterior y transcurre bajo la N-III, en línea recta, hasta llegar al cauce del río Valdemembra, a una cota de 832.94 m, recorriendo una longitud de 740 m y, teniendo una pendiente de 0.0038 m/m.

En cuanto al alzado, ambas soluciones disponen de una pendiente de 0.0038 m/m, lo que para este proyecto supone una pendiente suficiente para el correcto recorrido del agua, que permite el correcto transcurso del agua, sin ocasionar deposiciones ni erosiones que a la larga puedan crear problemas del flujo.



Ilustración 2 - Trazado alternativo N-III. Fuente: Propia.

Todas las soluciones propuestas, están calculadas para un cajón de hormigón prefabricado, en forma de U, donde posteriormente se colocará una losa de hormigón en la parte superior, de esta manera, se facilita el acceso a las zonas interiores del colector en caso de que se produjesen averías tras el uso normal de este.

Conociendo esto, se realizará un cálculo hidráulico de 3 alternativas para ambos tramos. Para ver si el modelo hidráulico es válido en todas ellas, de forma que no entre en carga, circule en régimen lento y se llegue a la sección última con la cota requerida se han realizado los cálculos apoyándose en una hoja Excel y, tras esto, comprobar si son válidas estructuralmente y decidir finalmente entre ellas por criterios económicos. El estudio de estas alternativas se realizará con un caudal 50.01 m<sup>3</sup>/s, asociado a un periodo de retorno de 500 años. Las dos primeras soluciones están pensadas para el tramo correspondiente a la N-III, mientras que la tercera opción se ha optado por realizar el estudio al tramo que transcurre por la Avenida del Riato. Así, las 3 alternativas son:

- Alternativa 1: Cajón doble de 3.5 x 2.25 m.
- Alternativa 2: Entrada con cajón doble de 3.50x2.25 m y posteriormente cajón único de 7x1.9 m.
- Alternativa 3: Tres cajones de 3 x 1.8 m.

En la alternativa 3, con la disposición de 3 cajones de 3 metros de ancho por 1.8 metros de alto, se consigue una velocidad del agua de 3.44 m/s, donde se tiene una pendiente suave, con un número de Froude de 0.865, perteneciendo por tanto a régimen lento, y consiguiendo un flujo factible. Aunque esta alternativa en términos hidráulicos sea buena, en el aspecto constructivo y económico es descartable. Esto es debido a que al disponerse por el cauce natural que sigue el agua en el municipio esta atraviesa la avenida principal, la Avenida del Riato, por la que se encuentra un paseo en el cual a parte del mobiliario público se disponen de árboles de gran tamaño que deberían ser retirados para la construcción de los colectores. Además, por ella se encuentra gran parte de la red de saneamiento, puesto que es un punto bajo del pueblo; considerando además la presencia de otros suministros como lo son abastecimiento de agua o de gas natural. Se debe considerar también, que se trata de la solución de mayor longitud, pues recorre una distancia de 1315 m. Es por esto, que la alternativa 3 se descarta, pues no se considera factible en términos económicos.

Procedemos entonces al análisis de las dos alternativas restantes, las cuales tienen el mismo recorrido. Para ambas, se ha optado por colocar la misma solución en la embocadura, puesto que se observa que hay una curva pronunciada y se considera que la solución que permite la entrada del agua en las avenidas sin dificultad es la considerada, teniendo además en cuenta la necesidad de la construcción de una caída que genere una sección crítica y un resalto, la cual se explicará posteriormente, que ayude a bajar la velocidad con la que viene el agua, y, al mismo tiempo, tenga la capacidad de conducir esta adecuadamente al colector. Por todo ello, se ha considerado que la sección de la embocadura ha de ser dos cajones de 3.50 m de ancho y 2.25 m de altura. Para la alternativa 1, se ha determinado que la sección continúe sin variaciones hasta su salida, obteniendo de esta manera una sección en la que la velocidad del agua es de 3.81 m/s, con una pendiente suave, y un número de Froude de 0.848, que ocasionará un régimen lento y por lo tanto garantizará un flujo factible.

Por otra parte, para la alternativa 2, se ha propuesto la misma sección a la entrada del colector, con un alcance de 100 m, en la que se garantice la correcta estabilización del flujo, y posteriormente, una variación de la sección, en la que se da paso a un único cajón con unas dimensiones de 7 m de ancho y 1.9 m de alto. Para esta sección, se ha visto que la velocidad del agua es superior a la anterior, de 4.12 m/s, con un número de Froude muy cercano a la unidad, de 0.998, que aunque se garantice una pendiente suave, y los parámetros obtenidos garantizan un flujo factible en régimen lento, que el número de Froude sea tan cercano a la unidad hace que la sección no proporcione la suficiente confianza, pues con una pequeña variación se podría alcanzar un régimen rápido que ocasionaría un flujo inestable, y por consiguiente una alteración del flujo no deseada que podría llegar a desestabilizar la estructura y ocasionar daños a la misma.

	Velocidad (m/s)	Pendiente	Nº Froude	Tipo régimen	Tipo flujo
<b>Alternativa 1</b>	3,81	Suave	0,848	Lento	Factible
<b>Alternativa 2</b>	4,12	Suave	0,998	Lento	Factible
<b>Alternativa 3</b>	3,44	Suave	0,865	Lento	Factible

Tabla 1 - Tabla resumen alternativas. Fuente: Propia.

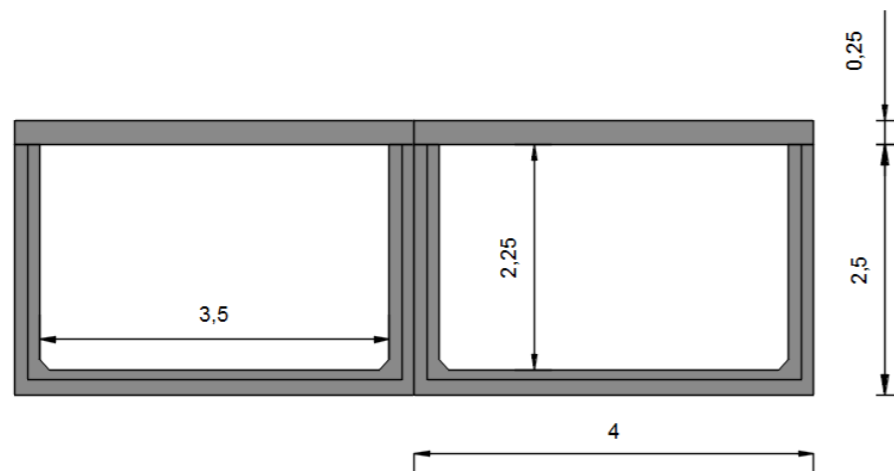


Ilustración 3 - Sección alternativa 1. Fuente: Propia.

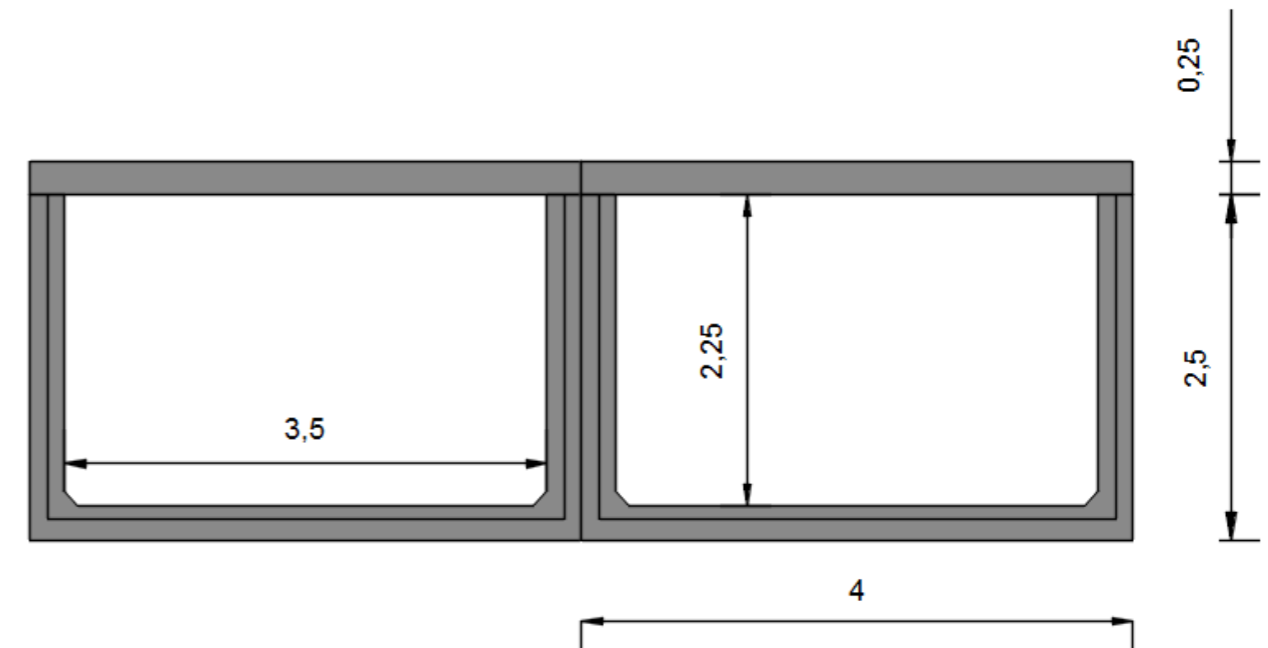


Ilustración 4 - Sección alternativa 2 Parte1. Fuente: Propia.

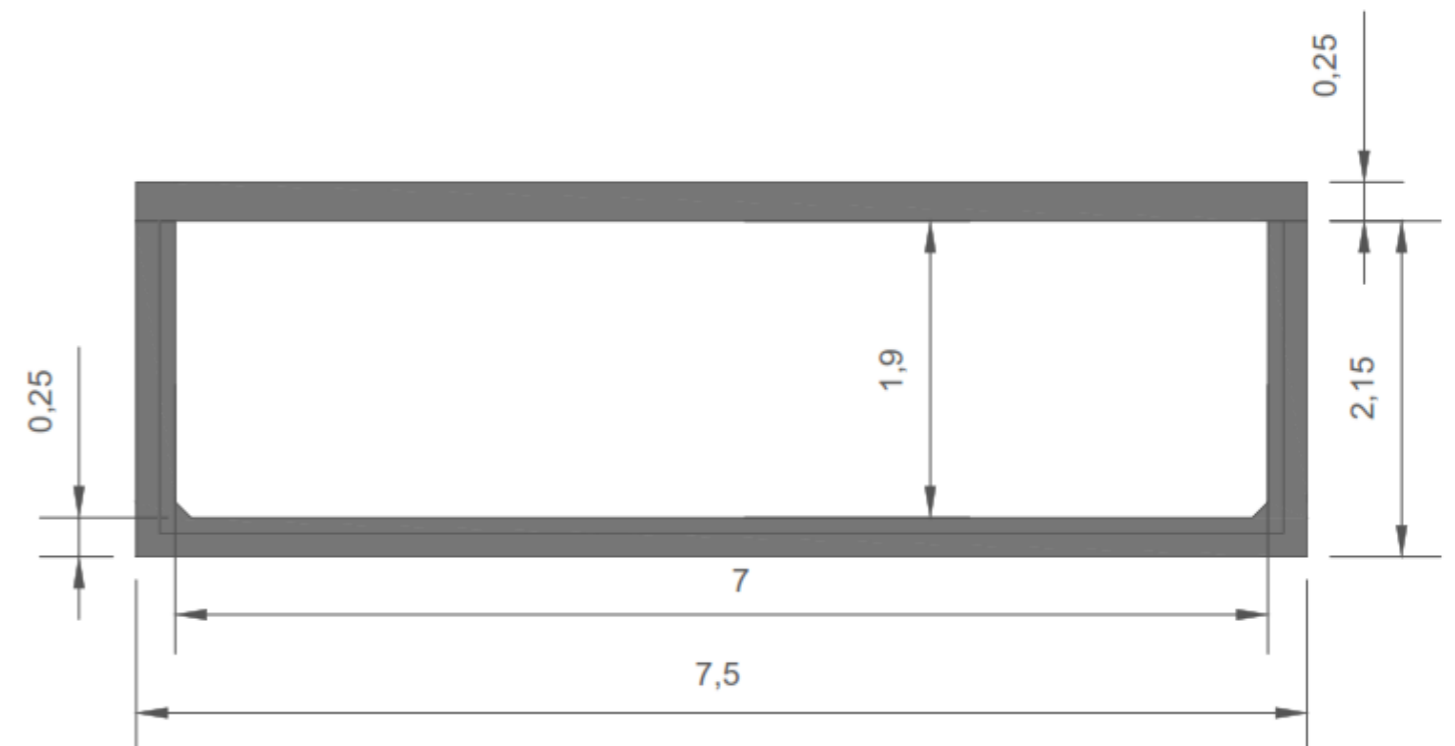


Ilustración 5 - Sección alternativa 2 Parte 2. Fuente: Propia.

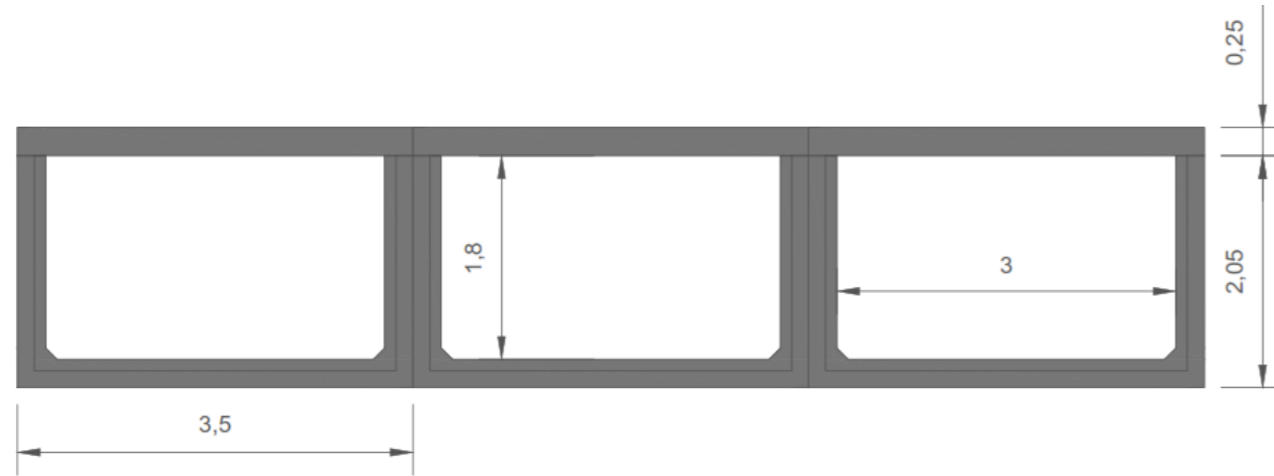


Ilustración 6 - Sección alternativa 3. Fuente: Propia.

## 2. Predimensionamiento

### 2.1. Periodo de retorno

El periodo de retorno de un evento es la cantidad de tiempo para la cual la probabilidad de ocurrencia se distribuye uniformemente en los periodos por los que se compone dicha cantidad de tiempo. Se trata pues de un concepto estadístico que intenta proporcionar una idea de hasta que punto un suceso puede considerarse raro.

Caudal pico (m <sup>3</sup> /s) Q	Periodo de retorno (T)				
	2	5	25	100	500
	10,06	15,53	25,29	35,83	50,01

Ilustración 7 - Tabla periodos de retorno. Fuente: Propia.

En la tabla anterior se muestran los caudales obtenidos tras el estudio hidrológico de la cuenca perteneciente al municipio de Motilla del Palancar para varios periodos de retorno. Viéndose que el mayor de ellos, asociado a un periodo de retorno de 500 años, corresponde a 50.01 m<sup>3</sup>/s, se considera pues que corresponde a un caudal con el que se puede trabajar, es decir, un caudal factible. Es por ello que se dispone a trabajar con él para los posteriores cálculos, cubriendo, de este modo, todas las avenidas posibles.

### 2.2. Puntos singulares

Para llevar a cabo la realización de las soluciones previamente, aparte de determinar los puntos de embocadura y desembocadura adecuados, así como la pendiente de la que se dispone, se han medido y estudiado los puntos clave.

Estos puntos son la zona de la embocadura y la zona de la desembocadura, las cuales se pueden observar en las imágenes siguientes. En la imagen 4, perteneciente a la embocadura, se puede observar la zona correspondiente a la entrada del agua a la localidad, cubierta en su totalidad de maleza, la cual tiene, en la zona más estrecha, un ancho de 10 m y una profundidad de 2.30 m. Se aprecia en la imagen los conocidos popularmente como “7 puentecillos”, que permiten el paso de la N-III, y hacen que el agua llegue hasta la Avenida del Riato, atravesando el municipio. La localización del colector tendrá lugar a la margen izquierda del canal, donde se dispone de una longitud libre de 8 m, permitiéndose pues, la instalación de los dos colectores de 3.20 m de ancho y 2.30 m de alto.



Ilustración 8 – Zona embocadura (7 puentecillos y N-III). Fuente: Propia.

Para que el agua tenga un correcto encauzamiento, como se ha comentado anteriormente, será necesaria la realización de un escalón y una caída que genere una sección crítica y un resalto, reduciendo la velocidad del agua y facilitando así la curva que esta deberá de realizar para entrar en el colector correctamente. Según los cálculos realizados, apoyados estos en una hoja Excel, considerando las dimensiones de las que se dispone y con el caudal de 50.01 m<sup>3</sup>/s asociado a un periodo de retorno de 500 años, se obtiene que, con un escalón de 0.30 m sería suficiente, pues se seguiría teniendo una pendiente lo suficientemente pronunciada como para el agua transcurra sin dificultar en su interior. Además, se dispondrá una curva con un radio de 16 m que conducirá el agua desde el escalón hasta los dos colectores dispuestos.





Ilustración 9 - Zona desembocadura (zona cruz roja). Fuente: Propia.

La imagen 5, corresponde a la zona de desembocadura, se trata de la rambla por la que transcurre el río Valdemembra, la cual se encuentra seca durante todo el año, y es, tras periodos de precipitaciones cuando soporta caudal. Esta zona dispone de 2.75 m de altura y 8.90 m de anchura para la colocación de los colectores pertinentes. Es una zona que no necesita ningún tipo de adaptación, pues debido al recorrido que hace desde el punto de embocadura hasta este, permite que la colocación de los colectores sea a favor de la corriente que soporta la rambla, proporcionando una correcta salida del agua sin ocasionar taponamientos u oposiciones.

### 3. Elección de la solución

Tras la realización de un estudio hidráulico, se han considerado tres alternativas expuestas anteriormente. La alternativa 3, que discurre por el cauce natural, es decir, por la Avenida del Riato, como se ha comentado anteriormente se ha descartado por temas constructivos y económicos, ya que, se han de mover tanto árboles de gran tamaño y como mobiliario público, además de reconducir conducciones subterráneas y ser la solución de mayor longitud, produciendo con todo ello un encarecimiento de la obra.

En lo referente a las alternativas 1 y 2, ambas, en términos hidráulicos son correctas, aunque en la alternativa 1 se cuenta con mayor margen en caso de que las condiciones superasen a las estudiadas. Además, la alternativa 1 no tiene variación de sección, es decir, son dos colectores continuos en todo el tramo, es por ello, que no habrá que realizar la variación de sección de la alternativa 2, la cual, en ciertas ocasiones pueda llegar a causar algún problema puntual debido a que se introducen cambios de sección.

Es, por tanto, que se considera como solución al proyecto la alternativa 1, es decir, se determina la colocación de dos colectores de hormigón prefabricado en forma de U, cubiertos con losas de hormigón, cuyas dimensiones serían 3.20 m de ancho y 2.30 m de alto. El desarrollo de las obras auxiliares se encuentra en el "Anejo IV – Diseño hidráulico".

En la imagen 6 se puede apreciar la sección final que se ha considerado.

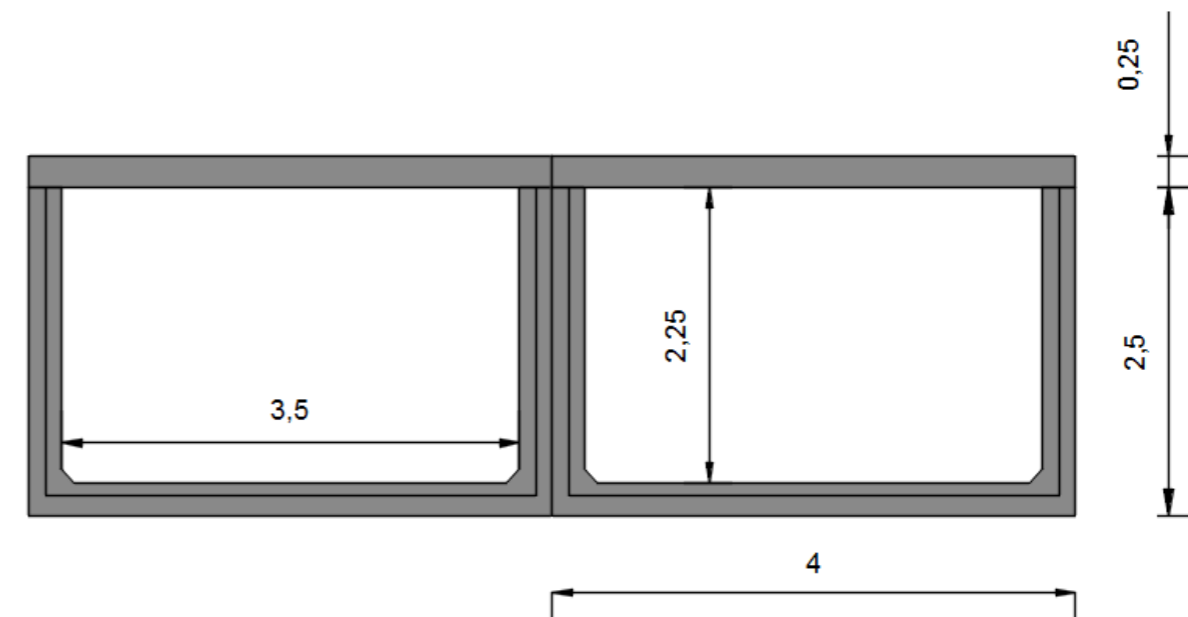


Ilustración 10 - Sección tipo alternativa 1



# ANEJO IV- DISEÑO HIDRAULICO

## PLAN DE DEFENSA CONTRA LAS INUNDACIONES URBANAS DE MOTILLA DEL PALANCAR (CUENCA)

**Trabajo Final de Grado**

Curso 2019/2020

Autor: Lorena Cuellar Castellanos

Tutor: Juan Bautista Marco Segura

## INDICE

1. Introducción .....	2
2. Trazado en planta .....	2
3. Diseño de las conducciones.....	3
3.1. Elementos de captación y entrega .....	3
3.1.1. Embocadura y resalto.....	3
3.1.2. Desembocadura.....	5
3.2. Colectores.....	5
3.2.1. Puntos singulares de los colectores .....	6
4. Modelación hidráulica con HEC-RAS .....	6
4.1. Embocadura.....	10
4.2. Desembocadura .....	11

## 1. Introducción

En el presente anejo se procede a la redacción de los cálculos y dimensionamientos pertenecientes a la solución por la que se ha optado, es decir, la correspondiente a dos colectores de 3.20 m de ancho y 2.30 m de altura, dimensiones medidas en su interior.

En este anejo se llevará a cabo de igual modo los cálculos correspondientes a la embocadura, donde se ha de realizar una canalización de las aguas y un escalón que propicie un resalto para la pérdida de energía. Además, se realizará el trazado en planta que seguirán las conducciones.

## 2. Trazado en planta

Previo a los cálculos y dimensionamiento de los colectores, se realiza un trazado en planta por el que discurrirá la totalidad de la obra. Como se mencionó en el "Anejo III - Estudio de soluciones", se opta por la alternativa que tiene el recorrido por la N-III suponiéndose una longitud total de 805 m, en la que se comprende el escalón que proporcionará el resalto hidráulico, la obra singular que tiene la función de canalizar el agua a su llegada al municipio, y los propios colectores que canalizarán esta hasta su desembocadura en la rambla. El estudio de esta se encuentra detallado posteriormente, en este mismo Anejo.



Ilustración 1 - Trazado en planta completo. Fuente: Propia.

TRAMO	PK INICIO	PK FINAL	LONGITUD	RADIO
OBRA SINGULAR	0+000	0+040	40	-
EMBOCADURA	0+040	0+085	45	16
COLECTOR TRAMO 1	0+085	0+220	135	-
CURVA 1	0+220	0+250	30	16
COLECTOR TRAMO 2	0+250	0+310	60	-
CURVA 2	0+310	0+340	30	16
COLECTOR TRAMO 3	0+340	0+805	465	-

Ilustración 2 - Tabla clasificación trazado en planta. Fuente: Propia.



Ilustración 3 - Obra singular y embocadura en planta. Fuente: Propia

En la imagen 3 se puede apreciar la zona donde comienza la obra, llamada obra singular y la zona de la embocadura, que canalizará el agua hacia los colectores. La obra singular estará formada por un escalón que comienza en el PK 0+000 y tiene un alcance de 1.50 metros y una altura de 0.30 m. Estos parámetros se desarrollan tras una serie de cálculos que se encuentran en el apartado "3. Diseño de conducciones" de este mismo anejo. La obra comenzará con un ancho de 13.90 m, e irá disminuyendo hasta llegar al PK 0+045, donde alcanzará un ancho de 11.90 m. Desde este punto se procede a una disminución continua de la sección en un ángulo de 25°, hasta alcanzar el ancho de los colectores, es decir, un ancho de 6.7 m.

La embocadura estará formada por esta disminución de sección, y el comienzo de los colectores. Estos están dispuestos, comenzando en el PK 0+040, hasta el PK 0+085, realizando una curva de radio 16 m y cubriendo una distancia total de 45 m.

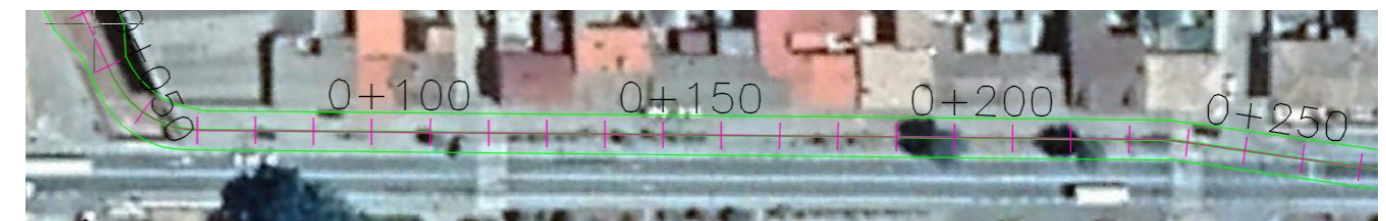


Ilustración 4 - Tramo 1 en planta. Fuente: Propia.

La imagen 4 representa el tramo 1 del colector, el cual discurre en línea recta desde el PK 0+085 hasta el PK 0+220. Este es seguido por la curva, nombrada esta como la curva 1, que al igual que la de la embocadura tiene un radio de 16 m.

Seguido a esta curva, como se puede apreciar en la imagen 5, se encuentra un tramo recto, comprendido entre los PK 0+250 y 0+310, nombrado este como colector tramo 2. Este irá seguido por una curva de 16 m de radio, que irá de los PK 0+310 hasta 0+340.

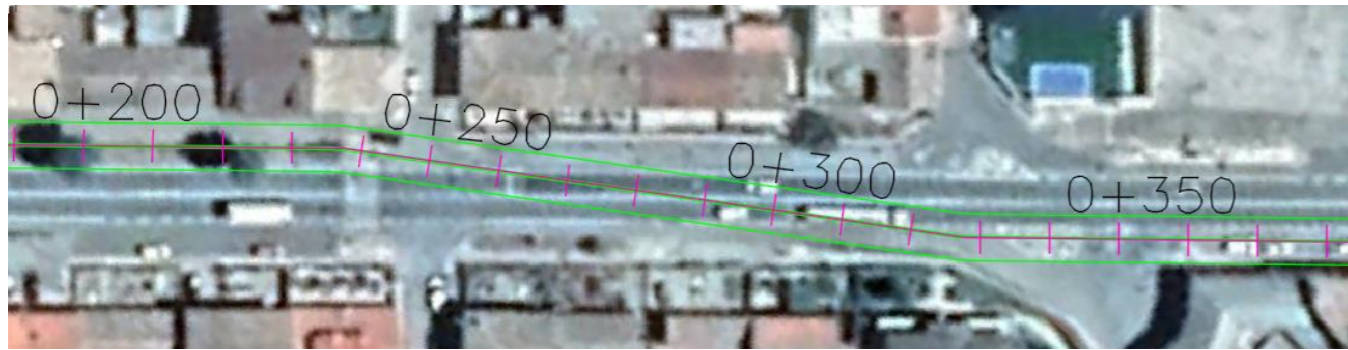


Ilustración 5 - Curva 1, Tramo 2 y Curva 2 en planta. Fuente: Propia.

Finalmente, se tiene un tramo de discurre en línea recta, como se aprecia en la imagen 6, el cual irá comprendido entre los PK 0+340 y 0+805, teniendo una longitud total de 465 m. Este tramo, pese a que se trata del tramo final y propicia la desembocadura de los colectores en la rambla del río Valdemembra, no sufrirá modificaciones ni alteraciones en esta, puesto que como se ha estudiado anteriormente, cumple los requisitos para desaguar en lámina libre en la sección de los colectores.



Ilustración 6 - Tramo 3 colector. Fuente: Propia.

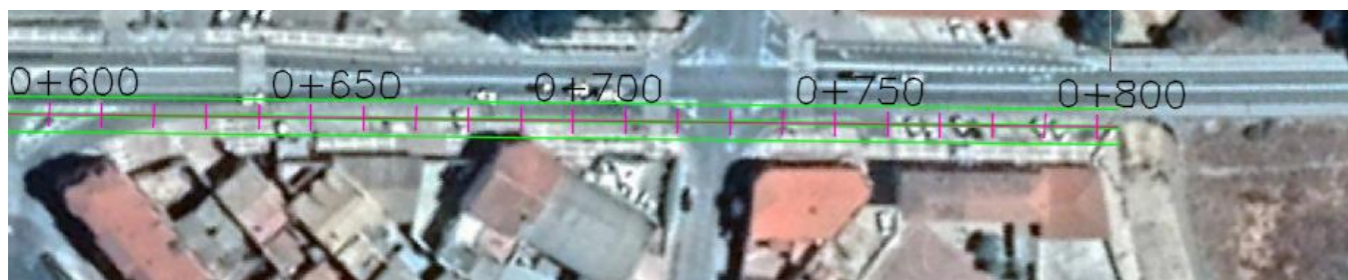


Ilustración 7 - Detalle desembocadura. Fuente: Propia.

Hay que puntualizar, pese a que el recorrido de los colectores se puede realizar en línea recta desde la embocadura, en el PK 0+085, hasta el PK 0+805, se opta por realizar un cambio de alineación, correspondiente este a las curvas 1 y 2 descritas anteriormente. Esto es debido a que la instalación de los colectores bajo la N-III produciría un sobrecoste debido a los refuerzos de los que sería necesario

dotar a la instalación, puesto que se trata de una carretera que tiene una considerable cantidad de tráfico.

Como a los márgenes de esta carretera se dispone de un amplio espacio de aparcamiento y aceras de gran anchura, se decide la colación de los colectores bajo estas zonas, ya que estas son zonas de menor carga.

### 3. Diseño de las conducciones

Para proceder al diseño de las conducciones previamente se ha procedido a la obtención de las características físicas de la cuenca, utilizando para ello mapas topográficos y temáticos digitales, que contenían la elevación del terreno, el uso dado a todas las zonas y los tipos de suelo.

#### 3.1. Elementos de captación y entrega

##### 3.1.1. Embocadura y resalto

El agua, a la llegada al municipio se presenta en lámina libre sin un cauce definido, atravesando campos de cultivo y viales de servicio a estos, es por ello, que surge la necesidad de una canalización a su entrada para corregir su velocidad y adecuarla al trazado y los colectores. Se plantea entonces el estudio de una embocadura que reconduzca este caudal.

Primeramente, se trabaja con el mayor caudal de estudio obtenido, es decir el caudal asociado al periodo de retorno de 500 años, correspondiéndole una cuantía de 50.01 m<sup>3</sup>/s. El ancho del canal de entrada corresponde a una longitud de aproximadamente 14 m, descendiendo este ancho hasta una longitud de 12.3 m, en una distancia de aproximadamente 44 m.

Situando el PK 0+000 en el punto correspondiente al que forma un ancho de 14 m en el canal procedemos a su estudio hídrico.

Según los datos anteriormente mencionados, siendo Q el caudal asociado a T y comprendiendo una cantidad de 50.01 m<sup>3</sup>/s, b correspondiendo al ancho del canal, el cual en este caso corresponde a 14 m, pues se realiza el estudio del escalón en el PK 0+000, y siendo g, la componente de gravedad, considerada para este caso 9.81 m/s<sup>2</sup>. Aplicando las fórmulas posteriores, correspondiendo la primera al calado crítico, y la segunda a la energía crítica, obtenemos unos valores pues, de 1.09 m para el calado crítico y de 1.637 m para la energía crítica. Ambos valores serán datos fundamentales que nos servirán de base.

$$y_c = \left( \frac{Q^2}{b^2 * g} \right)^{\frac{1}{3}} \quad H_c = \frac{3}{2} * y_c$$

Determinamos el valor máximo de altura para el escalón, siendo esta la diferencia obtenida entre la energía aguas abajo del escalón y la energía crítica, es decir:

$$\Delta z = H_1 - H_c$$

La energía aguas arriba del escalón corresponde a la fórmula

$$H_1 = y_1 + \frac{v_1^2}{2 * g}$$

A su vez, necesitamos conocer la velocidad en dicho punto y su calado, mediante las fórmulas siguientes:

$$v_1 = F * \left( (g * y_1)^{\frac{1}{2}} \right) \quad y_1 = \left( \frac{q}{F * (g^{\frac{1}{2}})} \right)^{\frac{2}{3}} \quad q = \frac{Q}{b}$$

Suponiendo un número de Froude (F) de valor 2.5 y siguiendo las ecuaciones anteriores, obtenemos una velocidad aguas arriba del escalón (v<sub>1</sub>) de 6.028 m/s, un calado (y<sub>1</sub>) de 0.593 m, una energía (H<sub>1</sub>) de 2.445 m. Tenemos, por tanto, haciendo la diferencia entre la energía obtenida aguas arriba del escalón y la energía crítica, el valor que estamos buscando, una altura máxima de escalón de 0.807m.

Suponemos pues que un escalón con una altura de 0.30 m será suficiente, y procedemos a su estudio. Ahora el número de Froude (F) no será un valor fijado, sino que será un resultado a comparar. Para obtener el calado (y<sub>1</sub>) ha de resolverse la siguiente ecuación de segundo grado, obteniendo de este modo un valor de 0.957 m.

$$H_1 = y_1 + \frac{Q^2}{b^2 * 2 * g * y_1^2}$$

Para la obtención de la velocidad (v<sub>1</sub>) y del número de Froude (F), se seguirán las siguientes fórmulas:

$$v_1 = \frac{Q}{b * y_1} \quad F = \frac{v_1}{\sqrt{g * y_1}}$$

Obteniendo un valor para la velocidad de 3.73 m/s y un número de Froude de valor 1.219. Para comprobar si estos valores serían aceptables, y por tanto la altura del escalón sería la correcta, comparamos estos resultados con los valores obtenidos aguas abajo, para ello seguiremos las mismas fórmulas que anteriormente, teniendo entonces una velocidad aguas abajo del escalón (v<sub>2</sub>) de 2.884 m/s y un calado (y<sub>2</sub>) de 1.238 m, resultando una energía (H<sub>2</sub>) de 1.662 m.

Como podemos observar, la energía obtenida aguas abajo del escalón (H<sub>2</sub>) de valor 1.662 m, es menor que la obtenida aguas arriba de este (H<sub>1</sub>), 1.937 m. Se puede concluir de este modo que el valor de 0.30 m tomado para la altura del escalón es útil hidráulicamente, y que no causa impedimentos para el correcto funcionamiento de la infraestructura, por tanto, se tomará este valor para la continuación de los cálculos.

En las siguientes imágenes, se puede apreciar con mayor precisión las características en planta de la conducción. Se parte desde el PK 0+000 con un ancho de aproximadamente 14 m, donde se realiza el escalón de 0.30 m que nos producirá un resalto lo suficientemente grande como para garantizar la

pérdida de energía necesaria, y el correcto control del agua una vez esta entra en la infraestructura. Para la entrada en los colectores, se salva esta desviación con una curva de 16 m de radio, solventando así el ángulo de 116º que hay. Se opta por este radio, puesto que al ser cinco veces superior al ancho de los colectores se consigue que no se den problemas hidráulicos en la infraestructura. Estas aclaraciones se pueden observar en la imagen 21.



Ilustración 8 - Detalle escalón y canalización en planta. Fuente: Propia.

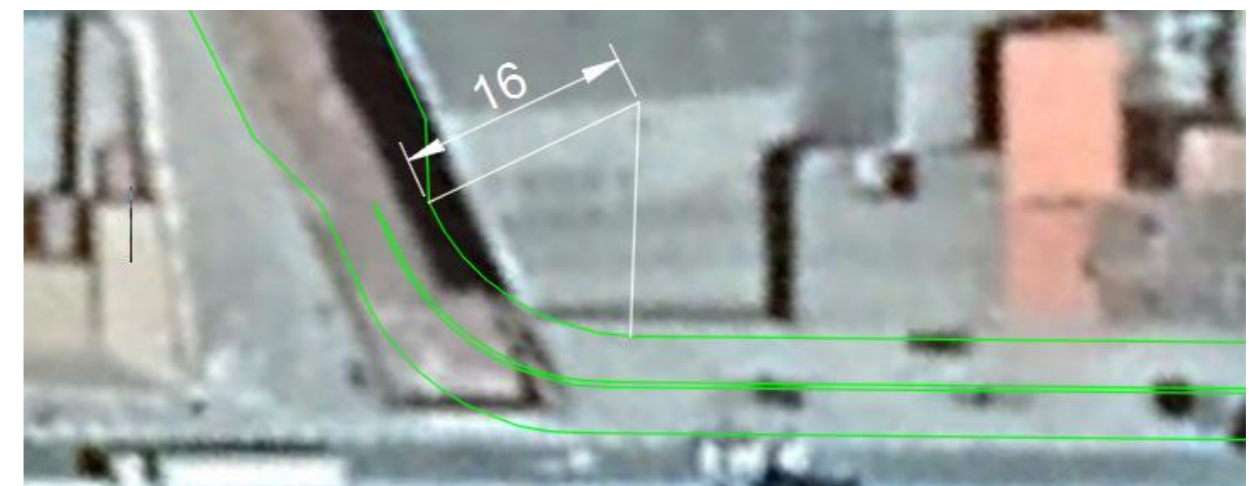


Ilustración 9 - Detalle embocadura en planta. Fuente: Propia.

### 3.1.2. Desembocadura

En la desembocadura, respecto al tema de sección, no será necesaria la realización de una variación de la misma, pues esta tiene sección suficiente como para garantizar un desagüe correcto, que no impida el retroceso del agua, o que impida una correcta salida.

La lámina de agua, en la desembocadura, producirá una curva S2, donde se darán calados decrecientes aguas abajo, y aguas arriba, se aproximará a un calado normal. Esta hará un vertido libre al cauce del río Valdemembra, pasando por el calado crítico, es decir, una altura de 1.84 m.

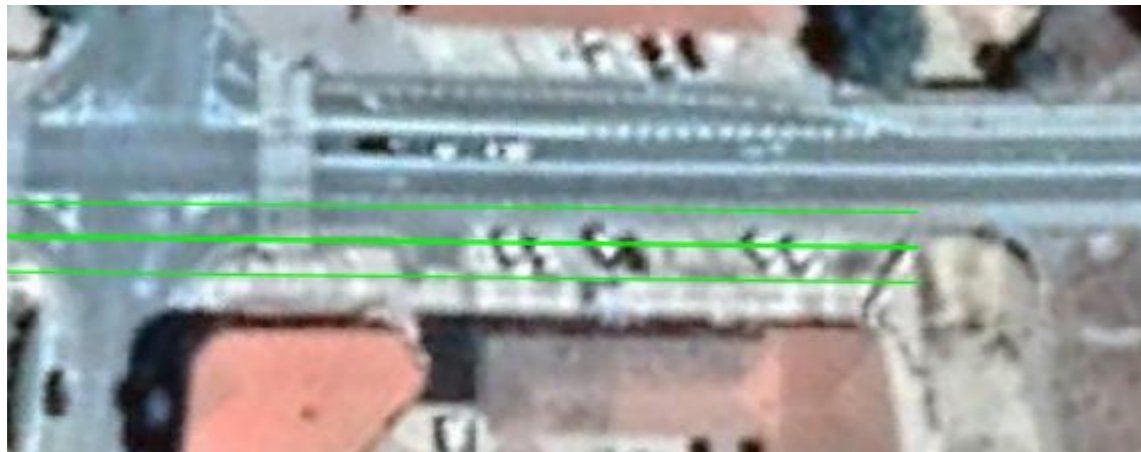


Ilustración 10 - Detalle desembocadura en planta. Fuente: propia.

### 3.2. Colectores

Los colectores, como se han descrito en el "Anejo III – Estudio de soluciones", estarán conformados por dos cajones en forma de U de hormigón prefabricado, cubiertos con losas de hormigón, cuyas dimensiones serán de 3.50 m de ancho y 2.25 m de alto. Tras una serie de cálculos, que se explican posteriormente en este mismo apartado, se considera que es la mejor alternativa de las tres propuestas, pues cumple ampliamente las condiciones hidráulicas, no ocupa excesivo espacio y en caso de fallo de uno de los colectores, el otro seguirá dando servicio.

Lo primero que nos planteamos para la realización de los cálculos es la topografía del terreno, concretamente la cota de los puntos de entrada y salida del agua, estando estos, respectivamente, a una cota de 835.72 m y 832.94 m, lo que, en una longitud total de 740 m entre ambos puntos, supone una pendiente de 0.0038 m/m, siendo esta suficiente para garantizar el correcto transcurso del agua.

Para este estudio, nos encontramos con un caudal de diseño de 50.01 m<sup>3</sup>/s, repartido este en dos celdas de 3.50 m de ancho, lo que supone un caudal unitario (q) de 7.81 m<sup>2</sup>/s, para el cual tendremos un calado de 2.053 m.

Si estudiamos el perímetro mojado (P<sub>m</sub>), la sección mojada (S<sub>m</sub>) y el radio hidráulico (R<sub>h</sub>), siendo para ello las fórmulas siguientes:

$$P_m = n^{\circ}celdas * (b + (2 * y_0)) \quad S_m = n^{\circ}celdas * (b * y_0)$$

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

Obtenemos, por tanto, considerando como b el ancho de cada colector y y<sub>0</sub> el calado de cada colector también, tenemos entonces que el perímetro mojado es de 14.61 m y la sección mojada de 13.14 m<sup>2</sup>. Haciendo la relación entre ellos, llamado este radio hidráulico, obtenemos una cifra de 0.899 m, la cual, al ser inferior a la unidad, nos indica que se puede dar un correcto flujo de agua.

Determinamos por otra parte la velocidad del agua dentro de los colectores, mediante la fórmula siguiente, que corresponde a una sección rectangular, donde obtenemos que la velocidad es de 3.81 m/s. Esta se trata de una cantidad suficiente como para garantizar que se produzca un flujo continuo, en el cual no se produzcan sedimentaciones, pues es superior a 2.1 m/s; y al mismo tiempo, no producirá erosiones en la infraestructura, pues se encuentra por debajo de 4 m/s.

$$v = \frac{Q}{n^{\circ}celdas * (b * y_0)}$$

Partimos ahora a la realización del cálculo del calado crítico (y<sub>c</sub>), que, comparado con el calado normal, nos determinará el tipo de pendiente en el que nos encontramos, y, además, al cálculo del número de Froude (F), que nos indicará el régimen que sigue este curso de agua. Las fórmulas son las siguientes:

$$y_c = \left( \frac{\left( \frac{Q/n^{\circ}celdas}{b} \right)^2}{g} \right)^{1/3} \quad F = \frac{v}{(g * y_0)^{1/2}}$$

Siendo g la componente de la gravedad, tomada para este caso como 9.81 m/s<sup>2</sup>, nos queda como resultado un calado crítico (y<sub>c</sub>) igual a 1.839 m y un número de Froude (F) igual a 0.848. Analizando estos resultados, vemos que el calado crítico es menor que el calado normal (y<sub>c</sub> < y<sub>0</sub>), lo que supone que estamos trabajando en canal con pendiente suave. Esto nos indica que, a lo largo del colector, el agua viajará en lámina libre, en un calado normal, y en la salida de este, es decir, en la desembocadura en el PK 0+805, se tendrá un calado crítico, siendo este un punto de control que determinará una curva de remanso de tipo S2, que verterá en régimen rápido al canal del río Valdemembra.

En el análisis del número de Froude, vemos que este es inferior a la unidad, lo que indica que estamos ante un régimen lento, coincidiendo así con la asociación que se tiene de régimen lento y pendiente suave. Además, este dato nos confirma lo anteriormente citado, puesto que al encontrarnos en régimen

lento, indica que el punto de control de la superficie libre se encuentra aguas abajo de la zona de estudio, siendo este, el punto de vertido de la desembocadura.

Por último, analizamos la energía específica ( $H_0$ ) ya la mínima energía específica ( $H_{0c}$ ), para determinar si el flujo será factible o no, para ello, seguimos las ecuaciones siguientes:

$$H_0 = y_0 + \frac{q^2}{2 * g * y_0^2} \quad H_{0c} = \frac{3}{2} * y_c$$

Como resultado obtenemos que la energía específica corresponde a una cantidad de 2.791 m.c.a., mientras que la mínima energía específica es de 2.750 m.c.a. Vemos por tanto que la energía que tenemos es superior a la mínima necesaria, por lo que se garantiza un flujo factible a lo largo de todo el colector.

### 3.2.1. Puntos singulares de los colectores

Se han de hacer especial mención a los dos cambios de alineación que se realizan a lo largo del trazado en planta de los colectores. El primero comprendido entre el Colector tramo 1 y Colector tramo 2, nombrado como Curva 1, que se encuentra entre el PK 0+220 y PK 0+250, y el segundo, comprendido entre el Colector tramo 2 y el Colector tramo 3, nombrado como Curva 2, situada entre el PK 0+310 y el PK 0+340. Ambas tienen una longitud de 30 m y un radio de 16m. Este radio no es un radio aleatorio, sino que se ha obtenido de multiplicar cinco veces el ancho del colector, garantizando, de este modo, que no se den problemas hidráulicos en el interior de los colectores.

En la imagen posterior se puede apreciar con mayor detalle estos cambios de alineación.

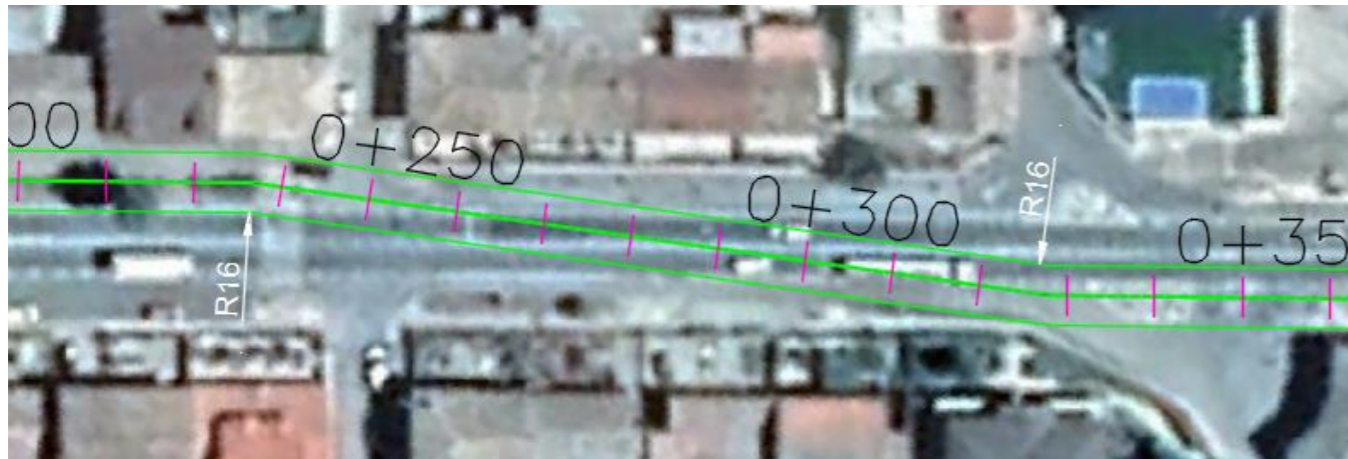


Ilustración 11 - Detalle Curva 1 y Curva 2 en planta. Fuente: Propia.

## 4. Modelación hidráulica con HEC-RAS

Para conocer de una manera más exacta y visual el comportamiento de la infraestructura proyecto de estudio, se opta por llevar a cabo una modelización hidráulica con el programa HEC-RAS. Este software desarrollado por el *Hydrologic Engineering Center del US Army Corps of Engineers* se trata de uno de los programas de referencia dentro de su campo. Es un programa de modelización hidráulica unidimensional compuesto por 4 tipos de análisis en ríos:

- Modelización de flujo en régimen permanente
- Modelización de flujo en régimen no permanente
- Modelización del transporte de sedimentos
- Análisis de calidad de aguas

Nos permite, además, simular flujos en cauces naturales o canales artificiales para determinar el nivel del agua por lo que su objetivo principal es realizar estudios de inundabilidad y determinar zonas inundables.

Un proyecto basado en HEC-RAS tiene una estructura conceptual clara, pues está basado en una serie de archivos de datos y resultados muy definidos, consiguiendo así sacar todo el provecho a las posibilidades que el programa ofrece.

En un modelo hidráulico realizado por este software se encuentran dos elementos fundamentales, por un lado, la geometría del cauce y por otro, las condiciones de flujo, definidas estas por las condiciones de contorno y por el caudal. La combinación de todas estas variables provoca diferentes resultados, los cuales, pueden ser analizados por separado o conjuntamente.

Entre las ventajas que caracterizan a este software se encuentran que permite el cálculo en dominios con escalas muy grandes, es decir, puede simular un río de varios kilómetros con gran velocidad de cálculo. Además, el uso que hace de la ecuación de la energía para el balance entre secciones, dada la incertidumbre existente en la estimación de las pérdidas de carga, es un método bastante aproximado en problemas de gran escala. Y por último, tiene una gran libertad geométrica y facilidad de creación, es decir, permite el análisis de cualquier tipo de sección, ya sean naturales no regulares, llanuras de inundación, secciones de cauces artificiales....

Para nuestro caso de estudio en concreto, se ha procedido a la introducción manual de los datos, pues se trata de un proyecto nuevo y artificial, que, a pesar de estar basado su diseño en la topografía del terreno como determinante fundamental, se trata de una infraestructura impuesta a la naturaleza.

Como condiciones de contorno en este estudio se aplica las cotas de entrada y de salida de los colectores, así como la cota del escalón y las distancias que entre ellos se comprenden, determinando entonces el programa de manera automática la pendiente que tiene. Además, se introducen las características físicas de la infraestructura, es decir, las dimensiones de los colectores y del escalón, así como el caudal que esta ha de soportar. Para este caso, puesto que el software permite trabajar con varios caudales a la vez, se opta por la introducción de todos los caudales asociados a los periodos de retorno de estudio llevados a cabo en el "Anejo II – Estudio hidrológico", yendo estos desde el T2 hasta el T500, que es el máximo dado y con el que se trabaja durante todo el proyecto.



En las imágenes siguientes se muestran los esquemas que el programa ofrece para los diferentes caudales que ha de soportar la infraestructura durante su vida útil, representados estos tanto en una sección transversal tipo, como su representación longitudinal a lo largo de toda la infraestructura.

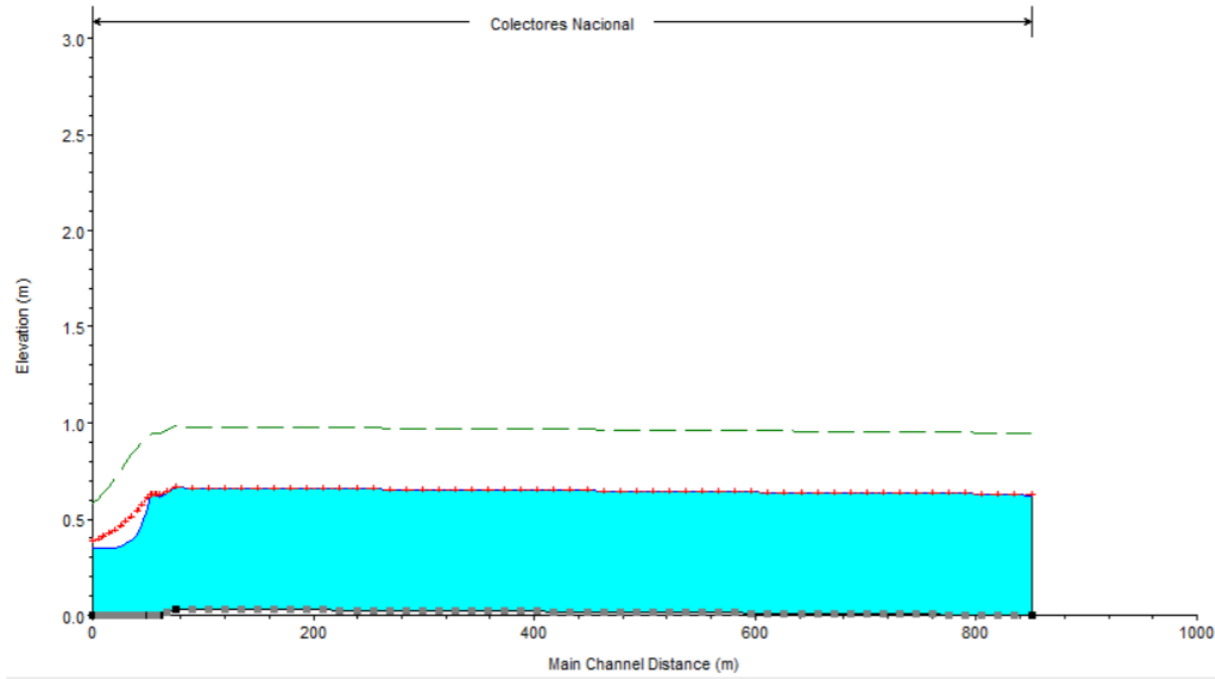


Ilustración 12 - Calado para T 2 (10.06 m/s). Fuente: HEC-RAS.

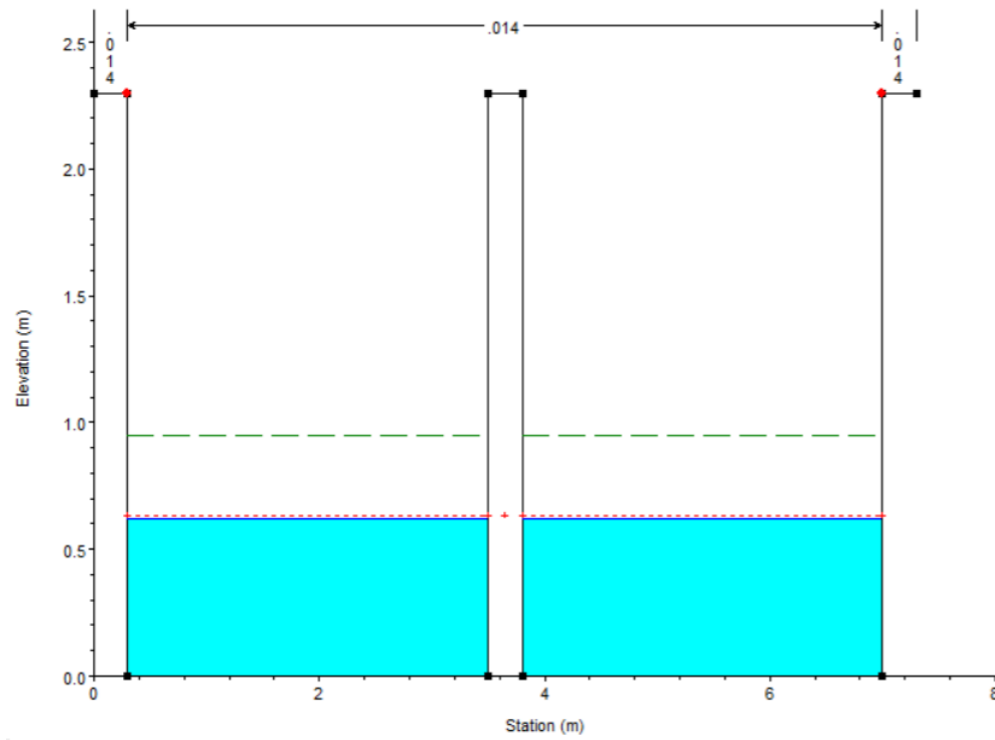


Ilustración 13 - Sección transversal para T2 (10.06 m/s). Fuente: HEC-RAS

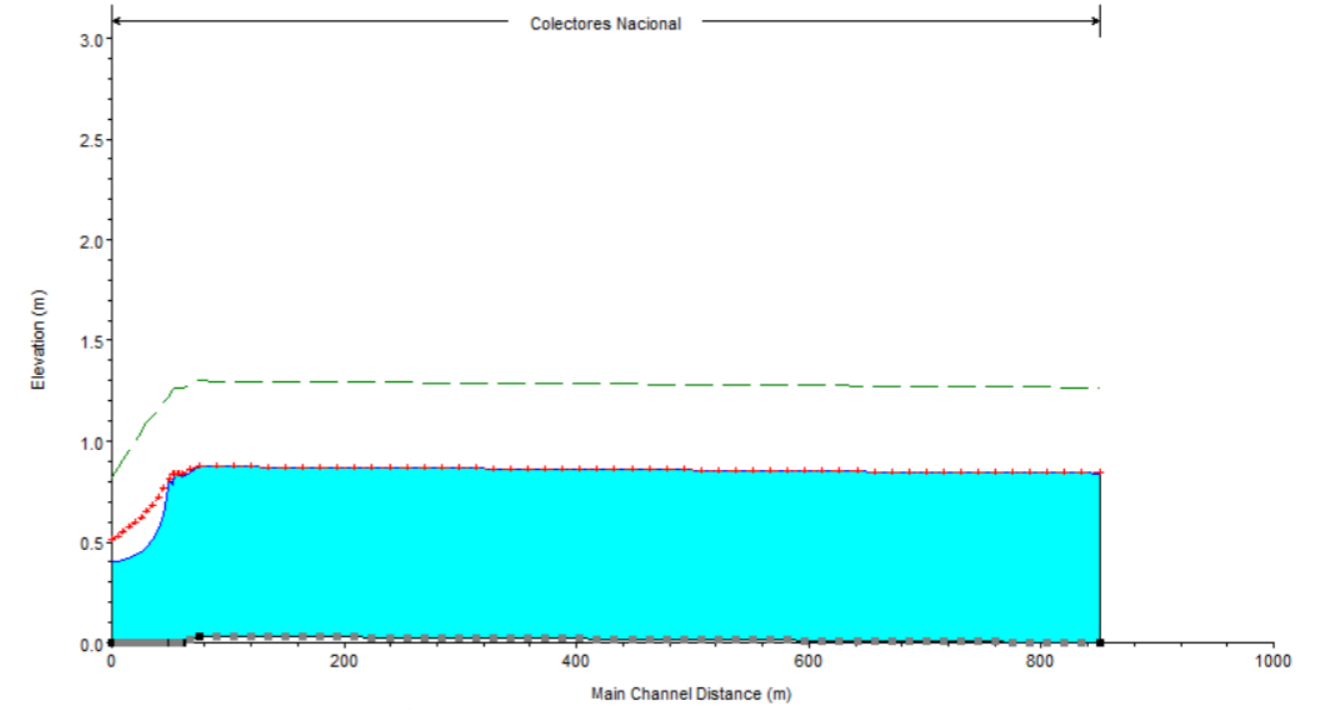


Ilustración 14 - Calado para T 5 (15.53 m/s). Fuente: HEC-RAS

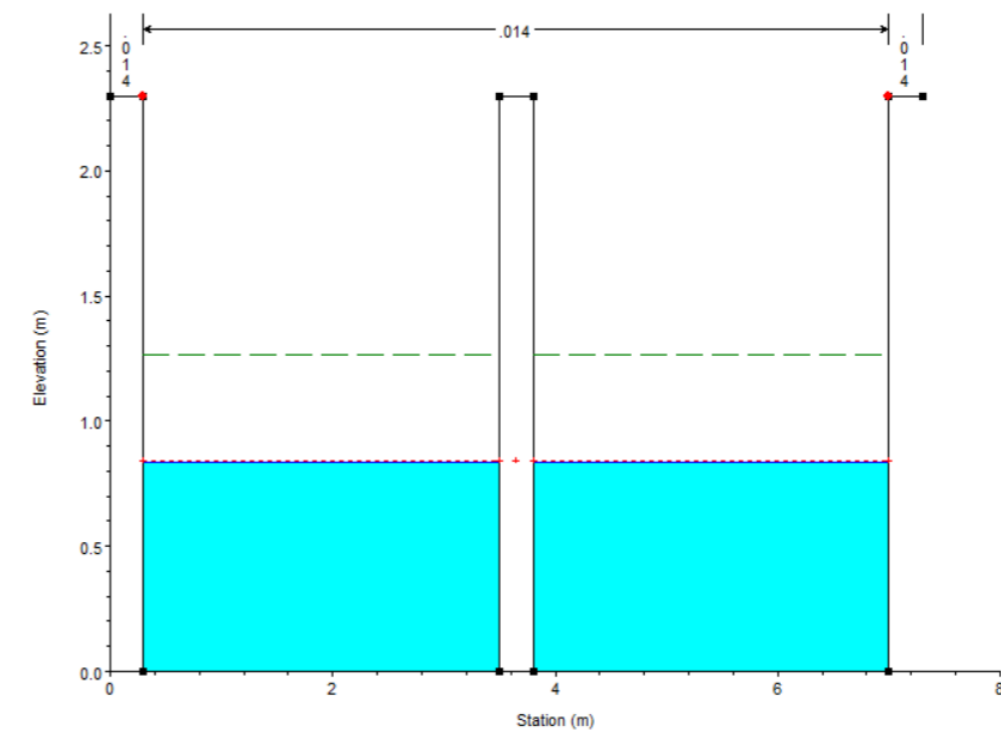


Ilustración 15 - Sección transversal para T 5 (15.53 m/s). Fuente: HEC-RAS

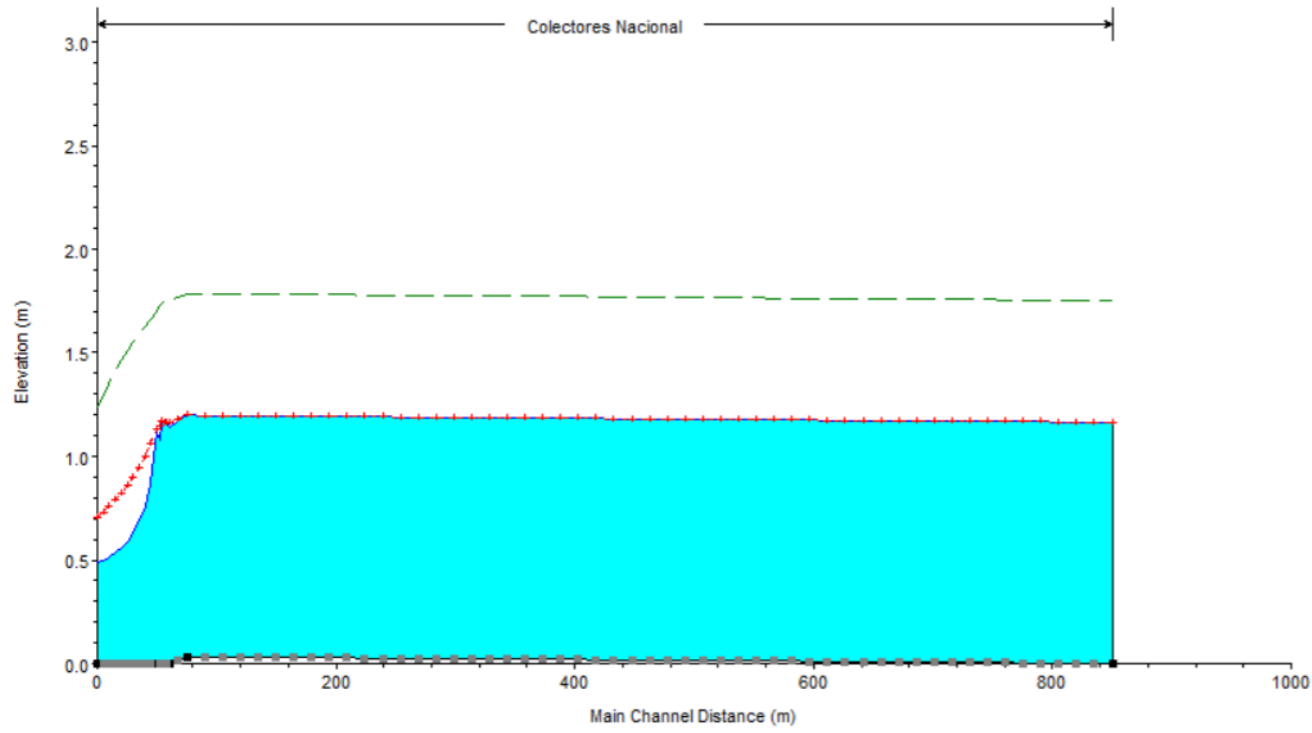


Ilustración 16 - Calado para T 10 (25.29 m/s). Fuente: HEC-RAS

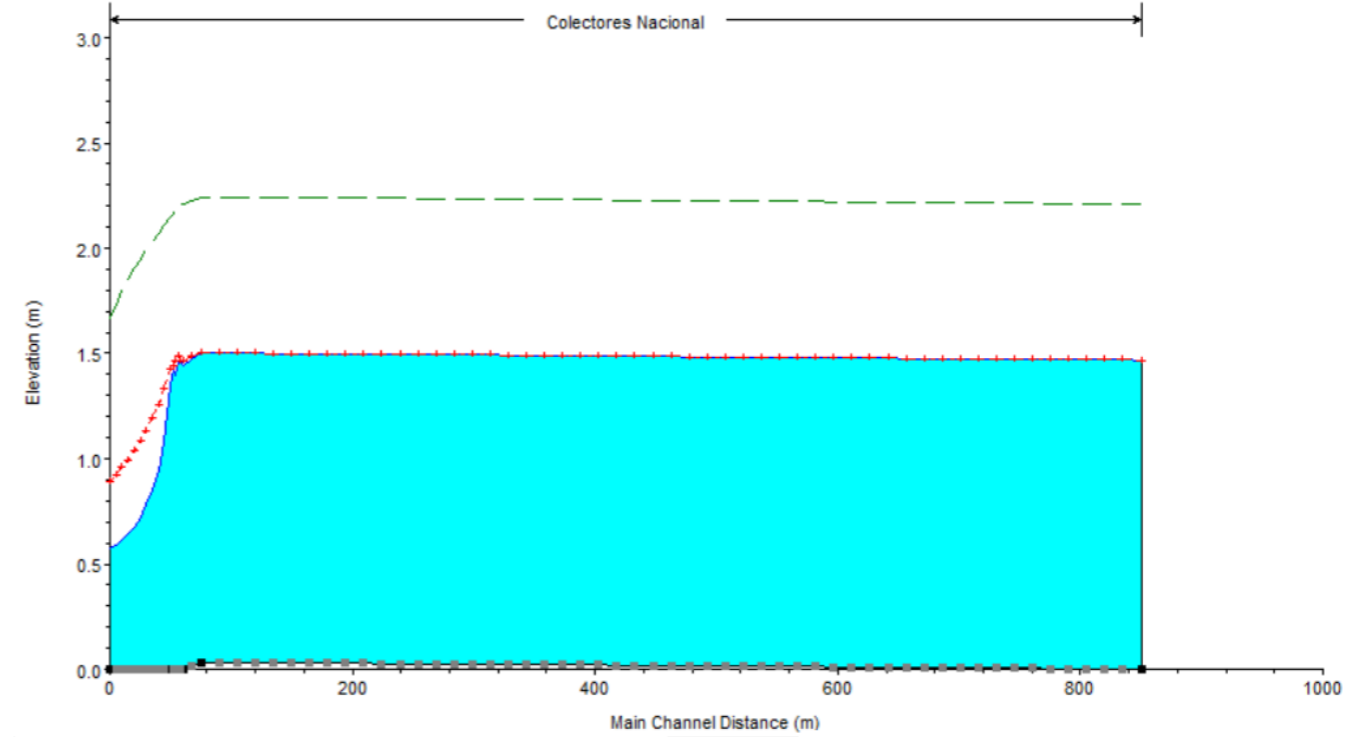


Ilustración 18 - Calado para T 100 (35.83 m/s). Fuente: HEC-RAS

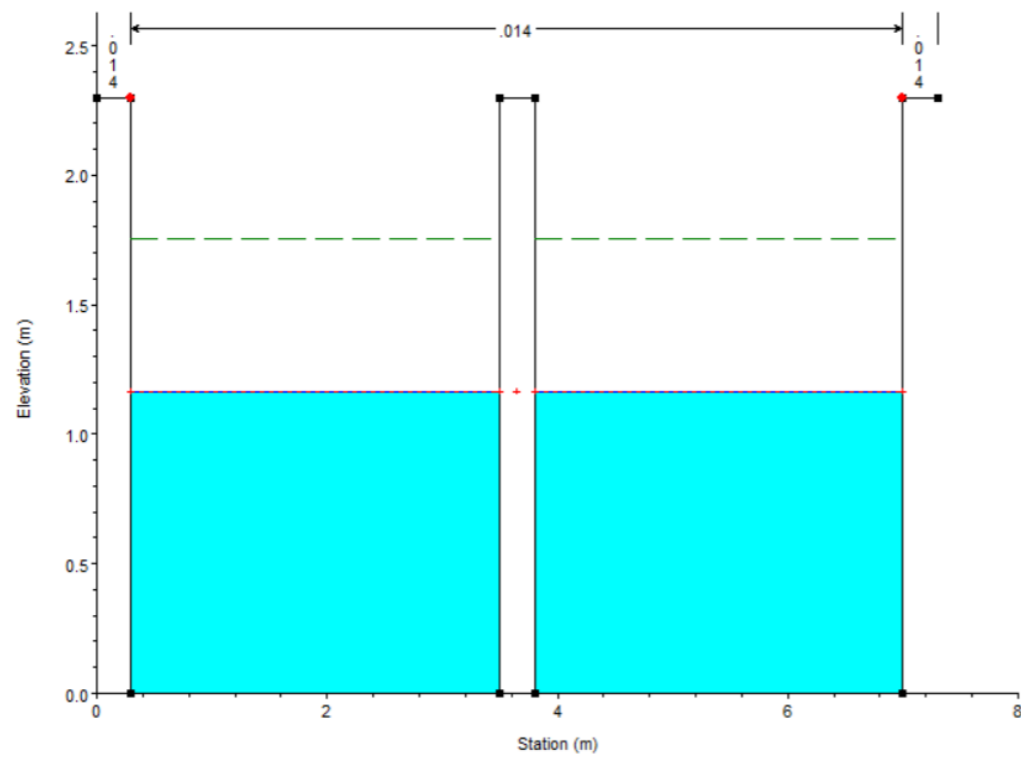


Ilustración 17 - Sección transversal para T 10 (25.29 m/s). Fuente: HEC-RAS

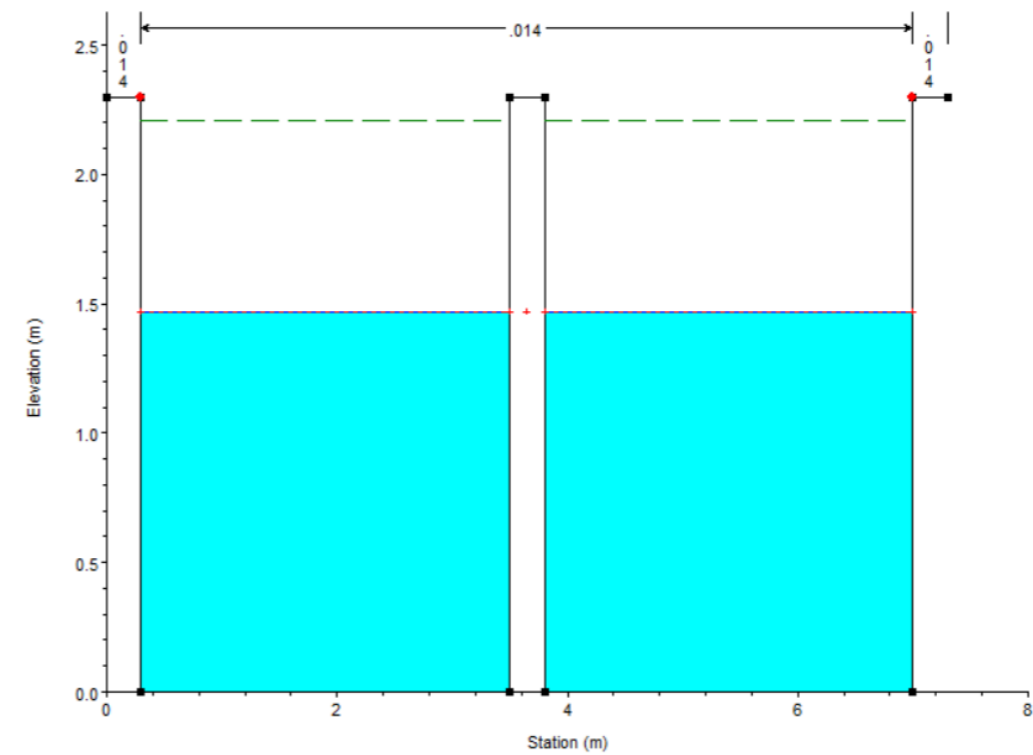


Ilustración 19 - Sección transversal para T 100 (35.83 m/s). Fuente: HEC-RAS

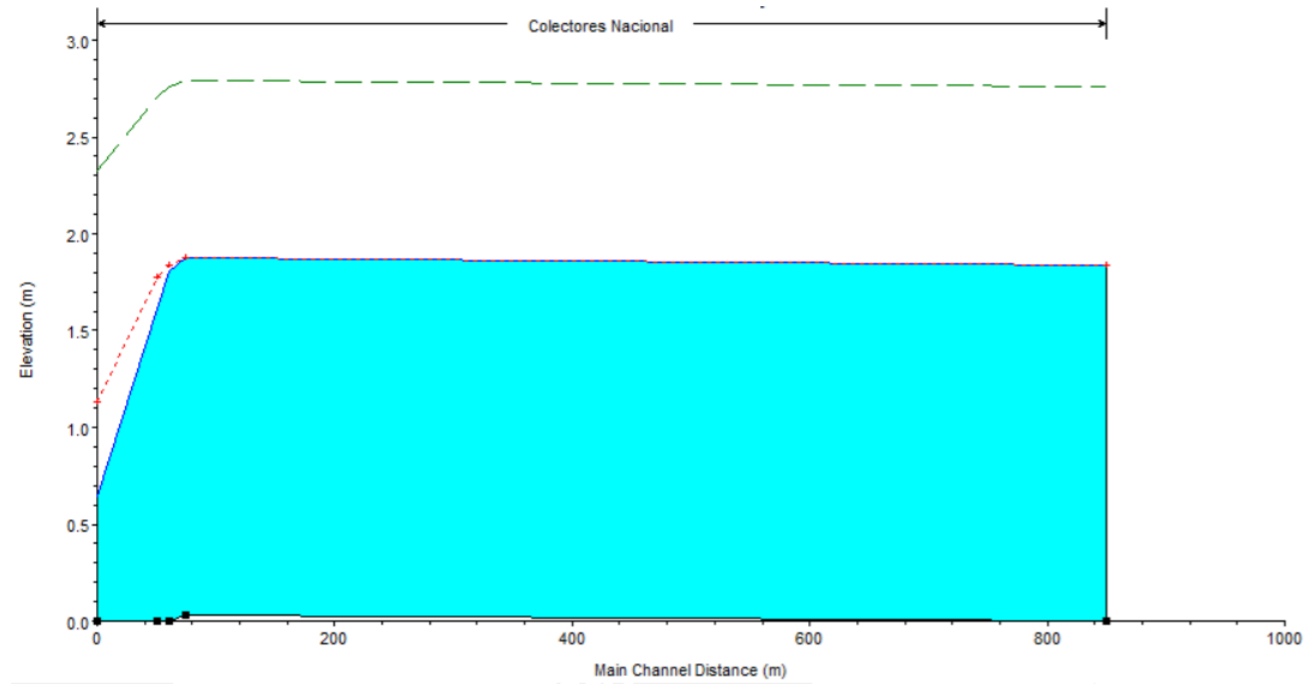


Ilustración 20 - Calado para T 500 (50.01 m/s). Fuente: HEC-RAS

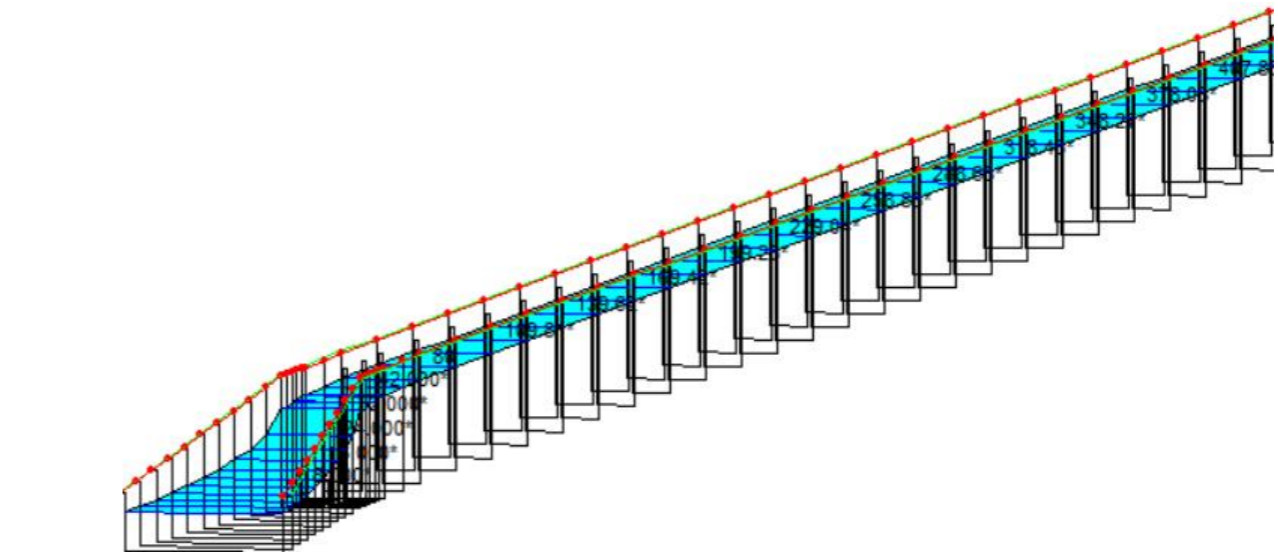


Ilustración 22 - Detalle embocadura colectores. Fuente: HEC-RAS.

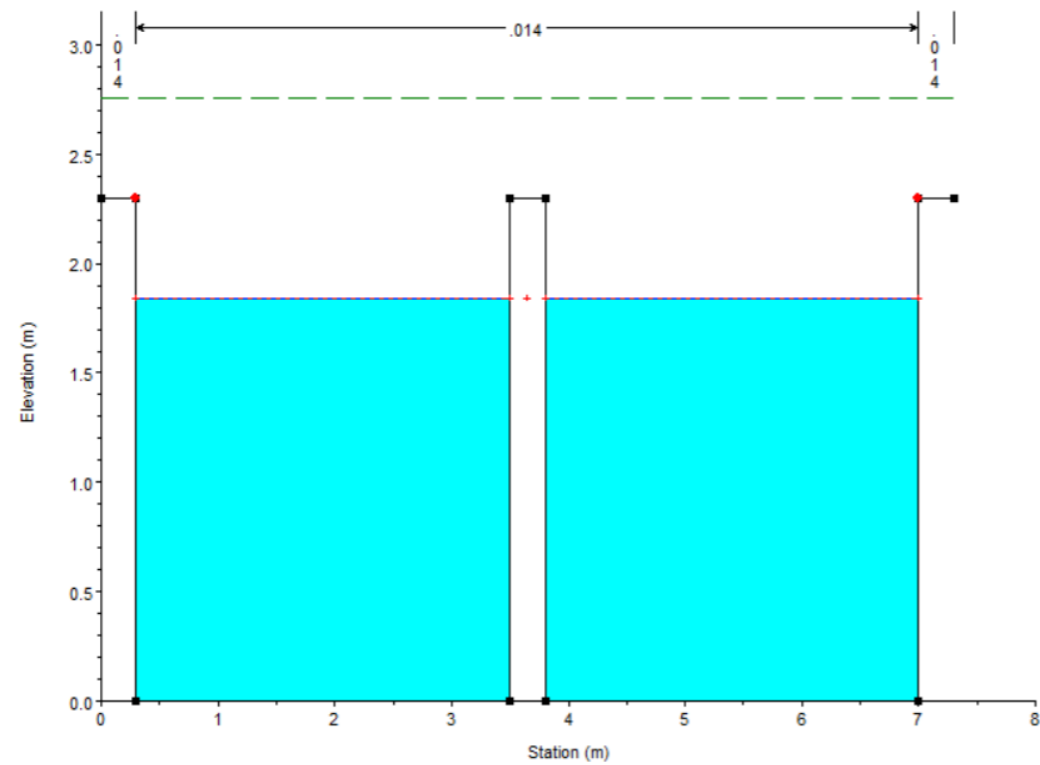


Ilustración 21 - Sección transversal para T 500 (50.01 m/s). Fuente: HEC-RAS

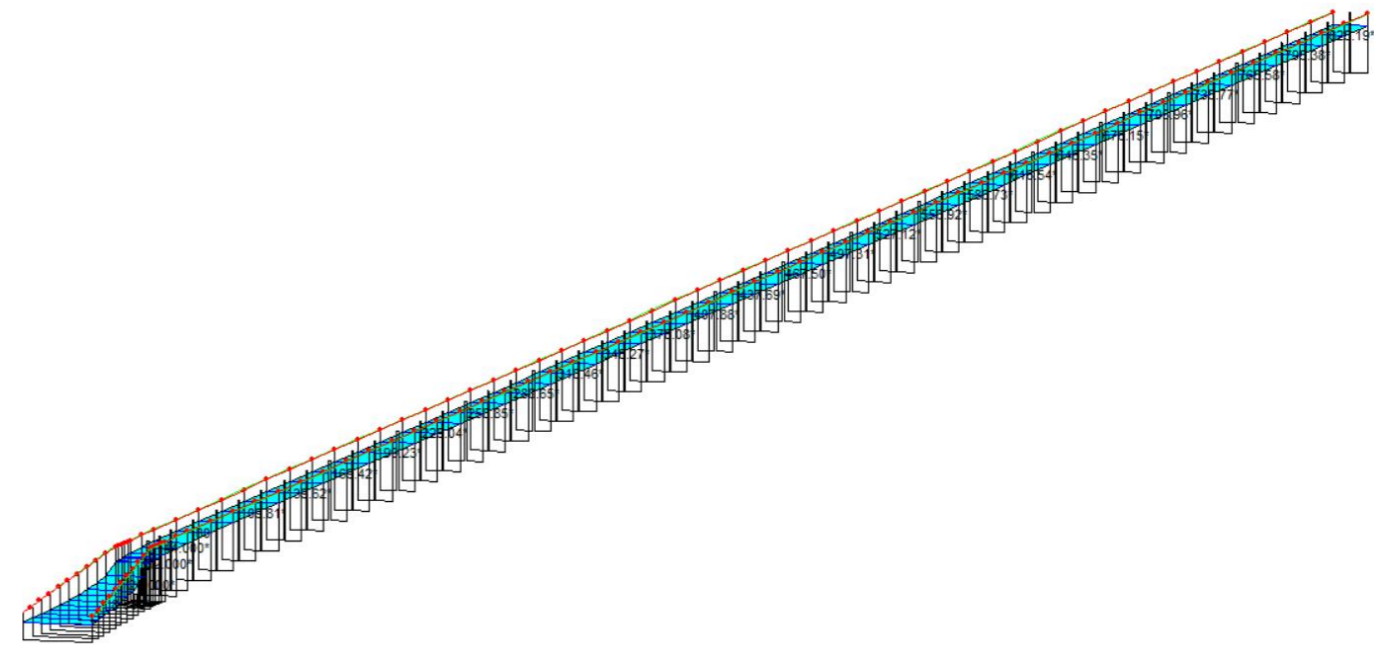


Ilustración 23 - Esquema trazado completo colectores. Fuente: HEC-RAS.

El programa, además, nos vuelca también toda la información a lo largo de toda la conducción en lo referente a calados, velocidades, energías representadas estas en las siguientes tablas.

HEC-RAS Plan: Doble 1 River: Colector Reach: Nacional Profile: T 500												
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Nacional	580.00*	T 500	50.01	0.13	1.97	1.97	2.89	0.004351	4.25	11.78	6.40	1.00
Nacional	565.00*	T 500	50.01	0.14	1.98	1.98	2.90	0.004351	4.25	11.78	6.40	1.00
Nacional	550.00*	T 500	50.01	0.15	1.98	1.98	2.90	0.004351	4.25	11.78	6.40	1.00
Nacional	535.00*	T 500	50.01	0.15	1.99	1.99	2.91	0.004351	4.25	11.78	6.40	1.00
Nacional	520.00*	T 500	50.01	0.16	2.00	2.00	2.92	0.004351	4.25	11.78	6.40	1.00
Nacional	505.00*	T 500	50.01	0.17	2.01	2.01	2.93	0.004351	4.25	11.78	6.40	1.00
Nacional	490.00*	T 500	50.01	0.17	2.01	2.01	2.93	0.004351	4.25	11.78	6.40	1.00
Nacional	475.00*	T 500	50.01	0.18	2.02	2.02	2.94	0.004351	4.25	11.78	6.40	1.00
Nacional	460.00*	T 500	50.01	0.19	2.03	2.03	2.95	0.004351	4.25	11.78	6.40	1.00
Nacional	445.00*	T 500	50.01	0.20	2.04	2.04	2.96	0.004351	4.25	11.78	6.40	1.00
Nacional	430.00*	T 500	50.01	0.20	2.04	2.04	2.96	0.004351	4.25	11.78	6.40	1.00
Nacional	415.00*	T 500	50.01	0.21	2.05	2.05	2.97	0.004351	4.25	11.78	6.40	1.00
Nacional	400.00*	T 500	50.01	0.22	2.06	2.06	2.98	0.004351	4.25	11.78	6.40	1.00
Nacional	385.00*	T 500	50.01	0.22	2.06	2.06	2.98	0.004351	4.25	11.78	6.40	1.00
Nacional	370.00*	T 500	50.01	0.23	2.07	2.07	2.99	0.004351	4.25	11.78	6.40	1.00
Nacional	355.00*	T 500	50.01	0.24	2.08	2.08	3.00	0.004351	4.25	11.78	6.40	1.00
Nacional	340.00*	T 500	50.01	0.25	2.09	2.09	3.01	0.004351	4.25	11.78	6.40	1.00
Nacional	325.00*	T 500	50.01	0.25	2.09	2.09	3.01	0.004351	4.25	11.78	6.40	1.00
Nacional	310.00*	T 500	50.01	0.26	2.10	2.10	3.02	0.004351	4.25	11.78	6.40	1.00
Nacional	295.00*	T 500	50.01	0.27	2.11	2.11	3.03	0.004351	4.25	11.78	6.40	1.00
Nacional	280.00*	T 500	50.01	0.28	2.12	2.12	3.04	0.004351	4.25	11.78	6.40	1.00
Nacional	265.00*	T 500	50.01	0.28	2.12	2.12	3.04	0.004351	4.25	11.78	6.40	1.00
Nacional	250.00*	T 500	50.01	0.29	2.13	2.13	3.05	0.004351	4.25	11.78	6.40	1.00
Nacional	235.00*	T 500	50.01	0.30	2.14	2.14	3.06	0.004351	4.25	11.78	6.40	1.00
Nacional	220.00*	T 500	50.01	0.31	2.14	2.14	3.06	0.004351	4.25	11.78	6.40	1.00
Nacional	205.00*	T 500	50.01	0.31	2.15	2.15	3.07	0.004351	4.25	11.78	6.40	1.00
Nacional	190.00*	T 500	50.01	0.32	2.16	2.16	3.08	0.004351	4.25	11.78	6.40	1.00
Nacional	175.00*	T 500	50.01	0.33	2.17	2.17	3.09	0.004351	4.25	11.78	6.40	1.00
Nacional	160.00*	T 500	50.01	0.33	2.17	2.17	3.09	0.004351	4.25	11.78	6.40	1.00
Nacional	145.00*	T 500	50.01	0.34	2.18	2.18	3.10	0.004351	4.25	11.78	6.40	1.00
Nacional	130.00*	T 500	50.01	0.35	2.19	2.19	3.11	0.004351	4.25	11.78	6.40	1.00
Nacional	115.00*	T 500	50.01	0.36	2.19	2.19	3.11	0.004351	4.25	11.78	6.40	1.00
Nacional	100.00*	T 500	50.01	0.36	2.20	2.20	3.12	0.004351	4.25	11.78	6.40	1.00
Nacional	85	T 500	50.01	0.37	2.21	2.21	3.13	0.004351	4.25	11.78	6.40	1.00

#### 4.1. Embocadura

Como la embocadura se trata de un punto particular en cualquier infraestructura, se muestra con detalle el comportamiento del agua a la entrada de esta. Las imágenes posteriores corresponden respectivamente, al PK 0+000, punto inicial de la obra, correspondiendo con la embocadura, en la cual se aprecia la sección transversal del canal a su paso por este punto. La imagen XX, corresponde al PK 0+040, punto en el cual comienza la variación del cambio de sección de la rectangular definida al principio de la infraestructura, hasta a adoptar la forma final de los colectores.

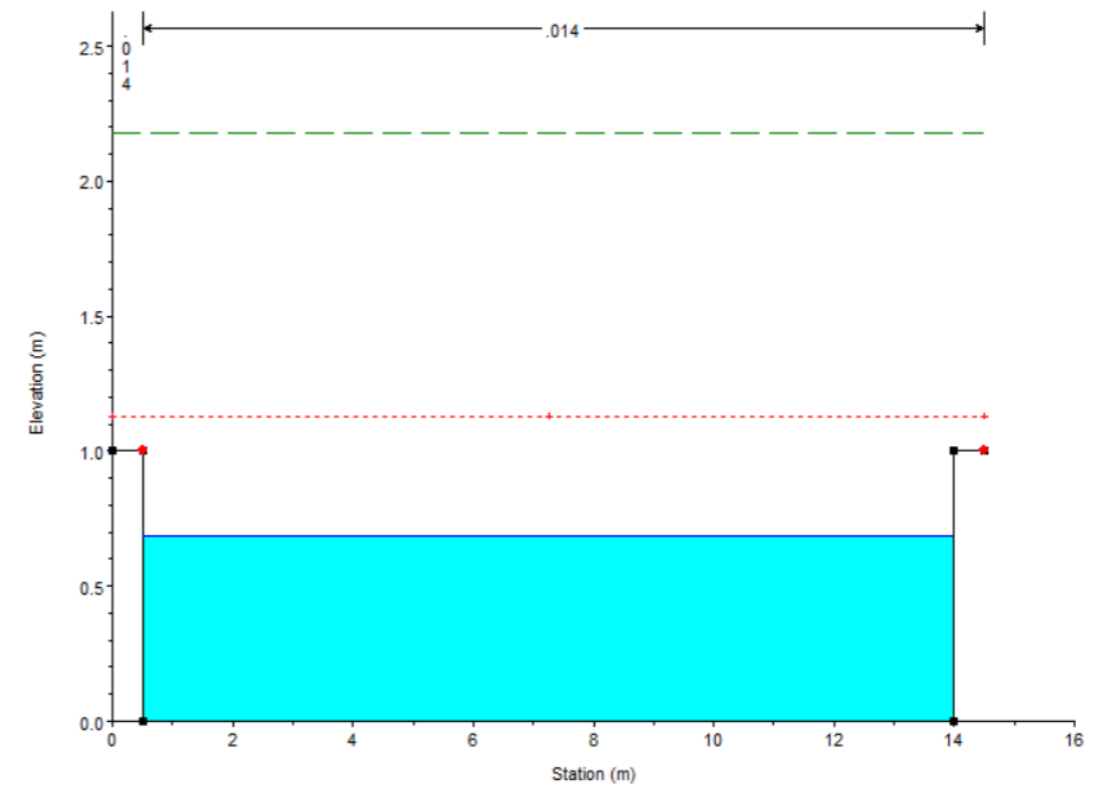


Ilustración 24 - Sección transversal de PK 0+000 para T 500. Fuente: HEC-RAS.

HEC-RAS Plan: Doble 1 River: Colector Reach: Nacional Profile: T 500												
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Nacional	850	T 500	50.01	0.00	1.84	1.84	2.76	0.004353	4.25	11.77	6.40	1.00
Nacional	835.00*	T 500	50.01	0.01	1.85	1.85	2.77	0.004352	4.25	11.77	6.40	1.00
Nacional	820.00*	T 500	50.01	0.01	1.85	1.85	2.77	0.004352	4.25	11.77	6.40	1.00
Nacional	805.00*	T 500	50.01	0.02	1.86	1.86	2.78	0.004351	4.25	11.77	6.40	1.00
Nacional	790.00*	T 500	50.01	0.03	1.87	1.87	2.79	0.004351	4.25	11.78	6.40	1.00
Nacional	775.00*	T 500	50.01	0.04	1.88	1.88	2.80	0.004351	4.25	11.78	6.40	1.00
Nacional	760.00*	T 500	50.01	0.04	1.88	1.88	2.80	0.004351	4.25	11.78	6.40	1.00
Nacional	745.00*	T 500	50.01	0.05	1.89	1.89	2.81	0.004351	4.25	11.78	6.40	1.00
Nacional	730.00*	T 500	50.01	0.06	1.90	1.90	2.82	0.004351	4.25	11.78	6.40	1.00
Nacional	715.00*	T 500	50.01	0.06	1.90	1.90	2.82	0.004351	4.25	11.78	6.40	1.00
Nacional	700.00*	T 500	50.01	0.07	1.91	1.91	2.83	0.004351	4.25	11.78	6.40	1.00
Nacional	685.00*	T 500	50.01	0.08	1.92	1.92	2.84	0.004351	4.25	11.78	6.40	1.00
Nacional	670.00*	T 500	50.01	0.09	1.93	1.93	2.85	0.004351	4.25	11.78	6.40	1.00
Nacional	655.00*	T 500	50.01	0.09	1.93	1.93	2.85	0.004351	4.25	11.78	6.40	1.00
Nacional	640.00*	T 500	50.01	0.10	1.94	1.94	2.86	0.004351	4.25	11.78	6.40	1.00
Nacional	625.00*	T 500	50.01	0.11	1.95	1.95	2.87	0.004351	4.25	11.78	6.40	1.00
Nacional	610.00*	T 500	50.01	0.12	1.96	1.96	2.88	0.004351	4.25	11.78	6.40	1.00
Nacional	595.00*	T 500	50.01	0.12	1.96	1.96	2.88	0.004351	4.25	11.78	6.40	1.00
Nacional	580.00*	T 500	50.01	0.13	1.97	1.97	2.89	0.004351	4.25	11.78	6.40	1.00

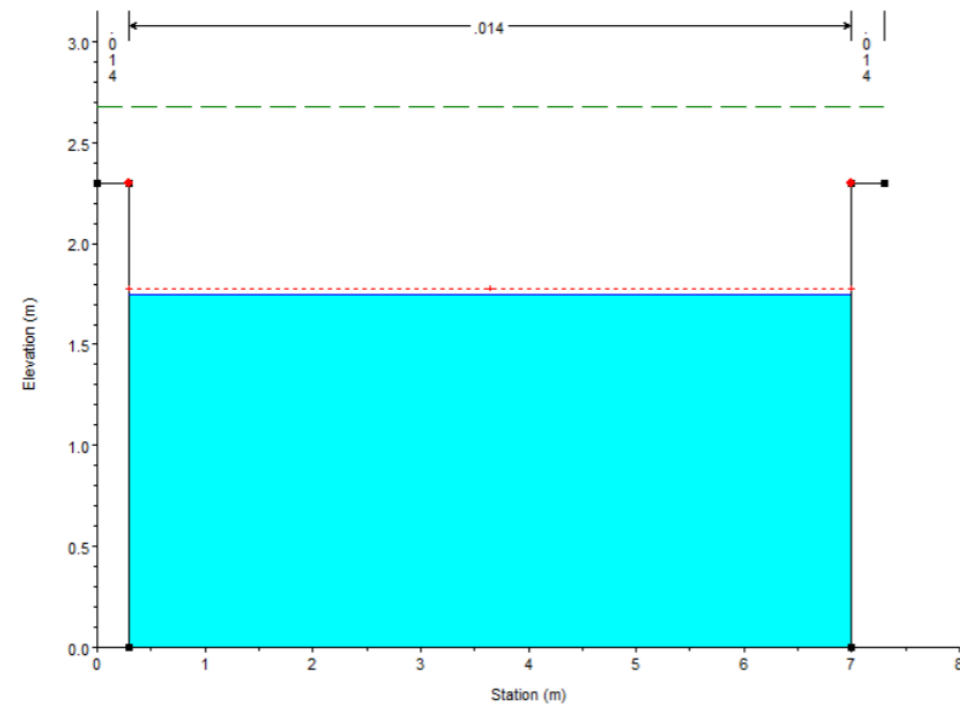


Ilustración 25 - Sección transversal del PK 0+040 para T 500. Fuente: HEC-RAS.

A esta parte de la conducción, también se toma una mención especial, por tratarse de una sección en la que su calado es el calado crítico ( $y_c$ ), es un calado de vertido en el que se tiene una curva S2.

#### 4.2. Desembocadura

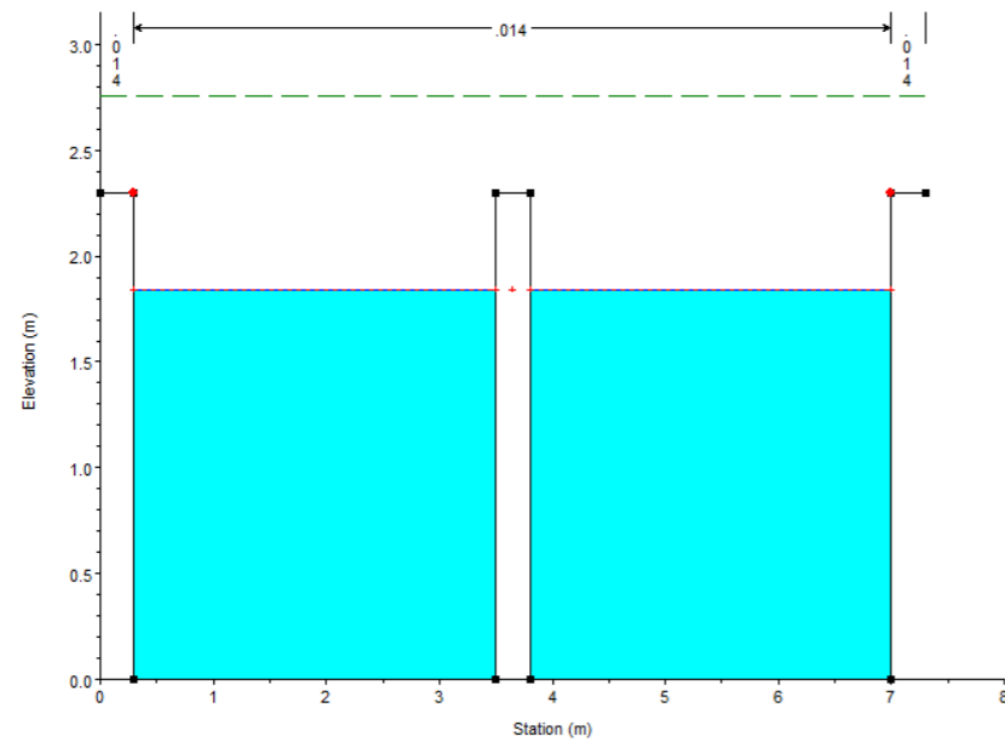


Ilustración 26 - Sección transversal correspondiente al PK 0+855. Fuente: HEC-RAS.



# ANEJO V – CÁLCULO ESTRUCTURAL

## PLAN DE DEFENSA CONTRA LAS INUNDACIONES URBANAS EN MOTILLA DEL PALANCAR (CUENCA)

**Trabajo Final de Grado**

Curso 20219/2020

Autor: Lorena Cuellar Castellanos

Tutor: Juan Bautista Marco Segura

## INDICE

1. OBJETO .....	2
2. NORMATIVA APLICADA .....	2
3. DEFINICIÓN DE LA ESTRUCTURA .....	2
4. NIVELES DE CONTROL DE CALIDAD .....	2
5. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES .....	2
6. ACCIONES A CONSIDERAR .....	2
6.1. ACCIONES PERMANENTES (G) .....	3
6.2. CARGAS PERMANENTES DE VALOR NO CONSTANTE (G*) .....	3
6.3. ACCIONES VARIABLES .....	3
6.4. CARGAS ACCIDENTALES .....	3
7. COMBINACIONES DE CÁLCULO .....	3
7.1. DEFINICIÓN. COMBINACIÓN DE ACCIONES .....	3
7.2. COMBINACIÓN DE ACCIONES .....	4
7.2.1. VALORES REPRESENTATIVOS DE LAS ACCIONES .....	4
7.2.2. VALORES DE CÁLCULO DE LAS ACCIONES .....	4
7.2.3. COMBINACIÓN DE ACCIONES. CÁLCULO. ....	4
8. PROGRAMAS DE CÁLCULO .....	5
9. MODELIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA TIPO MARCO .....	5
10. VERIFICACIÓN DE LOS ELU Y ELS .....	6
10.1. VERIFICACIÓN DE ELS .....	7
10.2. VERIFICACIÓN DE ELU .....	8

## 1. OBJETO

En el presente anejo se tiene como objeto definir y justificar el cálculo y dimensionamiento del colector, el cual se ha prefijado anteriormente en el estudio de soluciones.

## 2. NORMATIVA APLICADA

Para la elaboración del cálculo se emplean las normas y recomendaciones siguientes:

- IAP-11 (Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera)
- EHE-08 (Instrucción de hormigón estructural)
- CEN (2006). Eurocodigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón. UNE-EN 1993-2:2013.

## 3. DEFINICIÓN DE LA ESTRUCTURA

Las características geométricas del colector tipo marco en U quedan restringidas por el estudio hidráulico realizado anteriormente. Se realizará, de este modo, un marco de hormigón prefabricado de 4,00 x 2,50 metros de sección exterior, quedando en su interior una sección de 3,85 x 2,35 m, la cual cumple en los cálculos hidráulicos. Por razones constructivas, se decide realizar el colector tipo marco en U mediante módulos prefabricados de 1,25 m de longitud.

La unión de estos módulos se realizará mediante una junta tipo machihembrada, la cual deberá tratarse correctamente para garantizar la estanqueidad de la estructura, es, por tanto, que se realiza una junta elástica tipo 2, como se puede ver en la siguiente imagen.

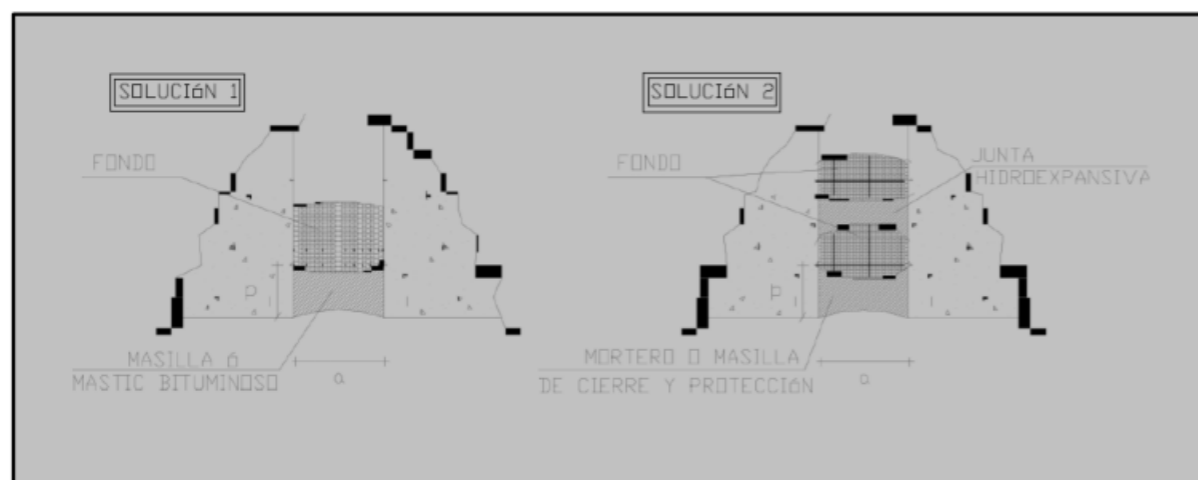


Ilustración 1 - Tipos de juntas elásticas. Fuente: Guía técnica.

Además, habrá que considerar la losa pavimento de hormigón pretensado, que tendrá unas dimensiones de 4,00 x 0.60 metros, y un espesor de 0,15 metros. Se consideran estas, puesto que los colectores estarán próximos a la carretera, y en una parte de la infraestructura, esta pasará por encima de ellos, debiendo absorber de este modo las cargas ocasionadas por el tráfico.

Por otro lado, también deberá de realizarse un cálculo de la embocadura de la sección, en ella, se realizará un canal a cielo abierto, en el cual, la solera y los márgenes de este, estarán formados por hormigón en masa in situ.

## 4. NIVELES DE CONTROL DE CALIDAD

Para llevar a cabo el control de calidad de los elementos de la estructura se exigirán unos niveles de control de ejecución intenso, lo cual obliga al constructor a poseer un sistema de calidad propio, auditando de forma externa, y que la elaboración de la ferralla y de los elementos prefabricados, se realice en instalaciones industriales fijas. Además, puede poseer un sistema de certificado voluntario.

Para los controles de calidad de cada uno de los materiales que conforman la estructura, se establecerá un control a nivel estadístico para el hormigón, el cual es de aplicación general a obras de hormigón en masa, hormigón armado y hormigón pretensado. En el caso del acero se realizará un control a nivel normal, el cual se aplicará a todas las armaduras, tanto activas como pasivas. Todo ello se realizará conforme al Eurocódigo 2.

## 5. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Se emplearán distintos tipos de hormigón dependiendo de la estructura y del elemento que se vaya a realizar:

- Hormigón de limpieza HL-150/B/20 Reciclado
- Hormigón embocadura HM-20/P/20/IIa+E
- Hormigón colectores HA-35/S/20
- Hormigón losa pavimento HP-35/P/20/IIa
- Acero barras B500 SD
- Acero malla B500 T

## 6. ACCIONES A CONSIDERAR

Con carácter general, las acciones consideradas en el cálculo son las establecidas en la IAP-11: "Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera" del Ministerio de Fomento.



Se procede, a continuación, a indicar las acciones a considerar en este proyecto indicando el valor característico correspondiente establecido en la instrucción.

### 6.1. ACCIONES PERMANENTES (G)

Se consideran acciones permanentes aquellas que actúan en todo momento sobre la estructura con posición constante o no, pero con una variación despreciable o tendiendo monótonamente hasta un valor límite. En este caso, tendremos en la estructura las siguientes acciones:

- **Peso propio:** es la acción debida a peso de los elementos estructurales. El valor de dicha acción es considerada por el software de cálculo empleado. Se considerará para el hormigón un peso específico de  $25 \text{ kN/m}^3$ .
- **Cargas muertas:** son las acciones debidas al peso de los elementos no estructurales que se encuentran sobre estos, tales como las cargas de tierra que se encuentran sobre el colector. Para este caso se han considerado tras carecer de una información precisa de un peso específico de  $24 \text{ kN/m}^3$ .

### 6.2. CARGAS PERMANENTES DE VALOR NO CONSTANTE (G\*)

Consideraremos como tales aquellas cargas que actuarán en todo momento, pero que variarán en el tiempo, es decir, su magnitud no será constante.

- **Empuje activo:** Es el mínimo valor de empuje al que estará sometido.
- **Empuje al reposo del terreno:** Se considerará el máximo valor del empuje al que están sometidos los hastiales. Es el incremento que sufre el empuje activo hasta alcanzar el empuje en reposo. Según la normativa IAP-11, como estamos ante una estructura completamente enterrada se considerará la actuación del empuje al reposo de los rellenos y se incrementará en un 10% el empuje de tierras a uno de los lados de la estructura y se reducirá en un 10% el empuje en el otro lado.
- **Empuje del agua:** es el empuje generado por el agua que se encuentra en el terreno. Su altura vendrá dada por el nivel freático. Se trata de un valor a tener en cuenta, puesto que es importante para llevar a cabo un correcto cálculo estructural, pero en este caso, al tratarse de una infraestructura realizada a menos de 4 m de profundidad, y encontrarse en una zona donde el nivel freático está muy bajo, no se considerará.

### 6.3. ACCIONES VARIABLES

Son aquellas que podremos tener presentes o no sobre la estructura. Se consideran:

- **Tren de cargas:** Se realiza la simulación del tráfico sobre la estructura mediante las siguientes acciones:

- **Sobrecarga repartida:** Para toda la longitud de la losa superior se considera una sobrecarga uniforme de  $9 \text{ kN/m}^2$  repartida, se toma esta pues se trata de la más desfavorable para el caso de estudio.
- **Carro de cargas:** Se trata de la sobrecarga de un vehículo cuyo eje longitudinal se considera paralelo al de la calzada y estará constituido por 4 cargas de  $150 \text{ kN}$  cada una.
- **Agua:** la acción hidrostática se valorará a partir de un peso específico del agua igual a  $9.8 \text{ kN/m}^3$ .

### 6.4. CARGAS ACCIDENTALES

Se tratan como tal aquellas cargas en las que su probabilidad de ocurrencia es pequeña, pero que, si sucediesen, provocarían grandes daños en la estructura.

- **Sismo:** Según la Norma de Construcción Sismorresistente, NCSP-07, no será necesaria la consideración de las acciones sísmicas cuando la aceleración sísmica horizontal básica del emplazamiento cumpla que  $a_b < 0.04g$ , siendo  $g$  la aceleración de la gravedad. Tampoco será necesaria la consideración de las aceleraciones sísmicas en las situaciones en que la aceleración sísmica horizontal de cálculo  $a_b$  cumpla que  $a_b < 0.04g$ .

En este caso, no es de consideración, pues además de tratarse de una estructura completamente enterrada, como se mencionó en el Anejo II, nos encontramos en una zona en la que no es necesario el estudio a sismo.

## 7. COMBINACIONES DE CÁLCULO

En este apartado se van a abordar todas las combinaciones de las acciones calculadas previamente, procediendo a indicar y explicar la metodología empleada para la obtención de los resultados calculados.

### 7.1. DEFINICIÓN. COMBINACIÓN DE ACCIONES

Para la comprobación estructural de los elementos que componen la estructura se va a aplicar la teoría de los estados límite, en los cuales se aplicará la teoría de Estados Límite de Servicio (ELS) y la de Estados Límite Último (ELU), en cada una de las diferentes situaciones estimadas en el proyecto.

Para la teoría de los Estados Límite Últimos (ELU), según la Instrucción IAP-11, se consideran como aquellos tales que, si se sobrepasan, se produce el agotamiento o colapso de la estructura o de una parte de ella. Se tienen diferentes tipos de estados últimos, ELU de equilibrio, de rotura y de fatiga, para este caso, se tendrán en cuenta los ELU de equilibrio y de rotura únicamente.

En el caso de los Estados Límite de Servicio (ELS), según la Instrucción IAP-11, son aquellos que, si se sobrepasan, la estructura dejará de cumplir el cometido para el que fue proyectada por razones funcionales, de durabilidad o aspecto, sin que esto suponga el colapso de la estructura. Dentro de esta tipología nos encontramos con distintos tipos de estados de servicio, como de fisuración, deformación, vibraciones, plastificaciones y de deslizamiento, y se clasifican en reversibles e irreversibles. Los

reversibles, son aquellos que dejan de ser superados cuando desaparece la acción que los provoca. Los irreversibles, son aquellos que, una vez superados, se mantienen de forma permanente, incluso si se elimina la acción que los ha provocado. Dado el alcance de este proyecto, se tendrá únicamente en cuenta el ELS de deformaciones.

Teóricamente, las situaciones se pueden diferenciar en tres categorías que se procede a indicar:

- Situación persistente: situación la cual corresponde al uso normal de la estructura durante su vida útil de cálculo.
- Situaciones transitorias: son las situaciones de cálculo las cuales se producen durante la construcción, inspección o estado de conservación y para las que se considera el correspondiente periodo de duración.
- Situaciones accidentales: son aquellas situaciones que corresponden a un momento y condiciones excepcionales aplicables a la estructura.

## 7.2. COMBINACIÓN DE ACCIONES

### 7.2.1. VALORES REPRESENTATIVOS DE LAS ACCIONES

El valor representativo de una acción es el valor de esta utilizado para la verificación de los estados límite. El principal valor representativo de las acciones es su valor característico; para las acciones variables se considerarán, además, otros valores representativos especificados a continuación.

Deberá de diferenciarse entre acciones permanentes y acciones variables para la aplicación de los valores representativos. En el caso de las acciones permanentes, se considerará un único valor representativo, coincidente con el valor característico  $G_k$ . Sin embargo, para cada una de las acciones variables, excepto el tren de carga de fatiga, además de su valor característico, se considerarán unos valores determinados por normativa, según la comprobación de la que se trate.

ACCIÓN	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Sobre carga de uso vertical	0.4	0.75	0
Sobrecarga de uso fuerzas horizontales	0	0	0
Acción del agua	1	1	1

Tabla 1 - Factores de simultaneidad.

### 7.2.2. VALORES DE CÁLCULO DE LAS ACCIONES

El valor de cálculo de una acción se obtiene multiplicando su valor representativo por el correspondiente coeficiente parcial  $\gamma_F$ . Estos coeficientes tendrán valores diferentes según la situación de proyecto de que se trate, y según el estado límite objeto de comprobación.

En las tablas siguientes aparecen recogidos los coeficientes parciales  $\gamma_F$  de las tablas 6.2.a y 6.2.c. de la IAP-11, de mayoración para las acciones frente a ELU y frente a ELS, respectivamente:

ACCIÓN	EFECTO		
	FAVORABLE	DESFAVORABLE	
PERMANENTE (G)	Peso propio (PP)	1,00	1,35
	Carga muerta (CM)	1,00	1,35
	Empuje del terreno (ET)	1,00	1,50
VARIABLE (Q)	Sobrecarga de uso (SU)	0	1,35
	Agua (A)	0	1,50

Tabla 2 - Coeficientes parciales para las acciones frente a ELU

ACCIÓN	EFECTO		
	FAVORABLE	DESFAVORABLE	
PERMANENTE (G)	Peso propio (PP)	1,00	1,00
	Carga muerta (CM)	1,00	1,00
	Empuje del terreno (ET)	1,00	1,00
VARIABLE (Q)	Sobrecarga de uso (SU)	0	1,00
	Agua (A)	0	1,00

Tabla 3 - Coeficientes parciales para las acciones frente a ELS

### 7.2.3. COMBINACIÓN DE ACCIONES. CÁLCULO.

Para cada situación de proyecto se identificarán las hipótesis de carga críticas y, para cada una de ellas, el valor de cálculo del efecto de las acciones se obtendrá combinando las acciones que puedan actuar simultáneamente, según los criterios generales que se indican en el siguiente apartado.

#### 7.2.3.1. COMBINACIÓN PARA COMPROBACIONES EN ELU

Según el artículo 6.3.1.1. de la IAP-11, para la situación persistente o transitoria correspondiente a ELU, la combinación de acciones se hará de acuerdo con la expresión siguiente:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{m \geq 1} \gamma_{G,m} G_{k,m}^* + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Donde:

- $G_{k,j}$  es el valor característico de cada acción permanente
- $G_{k,m}$  es el valor característico de cada acción permanente de valor no constante
- $Q_{k,1}$  es el valor característico de la acción variable dominante
- $\psi_{0,i} Q_{k,i}$  es el valor de combinación de las acciones variables concomitantes con la acción variable dominante

- $\gamma_G, \gamma_Q$  son los coeficientes parciales

Para dicha combinación deberán realizarse tantas hipótesis como sea necesario, considerando en cada una de ellas una de las acciones variables como dominante y el resto como concomitantes.

### 7.2.3.2. COMBINACIÓN PARA COMPROBACIONES EN ELS

Según el artículo 6.3.2. de la IAP-11, en función del estado límite de servicio que se vaya a verificar, se adoptará uno de los tres tipos de combinación de acciones indicado a continuación.

Se realizará una combinación frecuente, utilizada en general para la verificación de ELS reversibles, siguiendo la formulación:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{m \geq 1} \gamma_{G,m} G_{k,m} + \gamma_{Q,1} \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Donde:

- $G_{k,j}$  es el valor característico de cada acción permanente
- $G_{k,m}$  es el valor característico de cada acción permanente de valor no constante
- $Q_{k,1}$  es el valor característico de la acción variable dominante
- $\Psi_{0,i} Q_{k,i}$  es el valor de combinación de las acciones variables concomitantes con la acción variable dominante
- $\gamma_G, \gamma_Q$  son los coeficientes parciales

## 8. PROGRAMAS DE CÁLCULO

Para llevar a cabo el cálculo de la estructura de los marcos, se ha recurrido a su modelación al programa informático de cálculo SAP2000, Computers and Structures, Inc, 2011.

Dicho software se trata de un programa de elementos finitos, con interfaz gráfica 3D, preparado para realizar, de forma totalmente integrada, la modelización, análisis y dimensionamiento del más amplio conjunto de problemas de ingeniería de estructuras.

Todos los cálculos y procedimientos, siguiendo la normativa de aplicación y realizados con el software anteriormente citado se encuentran desarrollados en los sucesivos epígrafes.

## 9. MODELIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA TIPO MARCO

Como se ha explicado en el “Anejo III- Estudio de soluciones”, se ha recurrido al estudio de diferentes alternativas geométricas hasta alcanzar la óptima que cumpliera con los condicionantes hidráulicos. Es por ello que, en este apartado, se procede a la comprobación del cálculo estructural de la sección tipo de la infraestructura.

Esta comprobación del cálculo estructural se realizará mediante el software mencionado anteriormente, SAP2000, de modo que la estructura quedará modelizada eligiendo una sección tipo. En este caso, se tomará la sección tipo más desfavorable, es decir, la que tenga que absorber mayores cargas, es por ello que se decide tomar una sección en un PK 0+275, correspondiendo esta sección a la perteneciente al Tramo 2, siendo este el que se encuentra bajo la calzada, y por tanto, debiendo de resistir las cargas del tráfico directamente. Además, se deberán de tener en consideración las dos hipótesis de trabajo que ha de soportar el colector, actuando este tanto a sección llena como a sección vacía.

Para el cálculo, se implantará en SAP2000 la siguiente sección, correspondiente a dos marcos tipos en U, tendiendo cada uno de ellos las dimensiones de 4 m de ancho y 2.50 de altura, además de una profundidad de 1.25 m. Tanto la profundidad como el espesor de 0.25 m se toman así por selección de pronuarios. Además, se consideran también las placas alveolares que conformarán la parte superior de la infraestructura, llevando estas también a su análisis.

La imagen 2, representa el eje interno de cada sección, tanto para los colectores como para las placas alveolares, en la que se pueden ver las coacciones que presenta la estructura. En las imágenes 3 y 4, se puede apreciar la infraestructura con un espesor, representando así una sección más real, estando esta ilustrada en alzado y en una vista global.

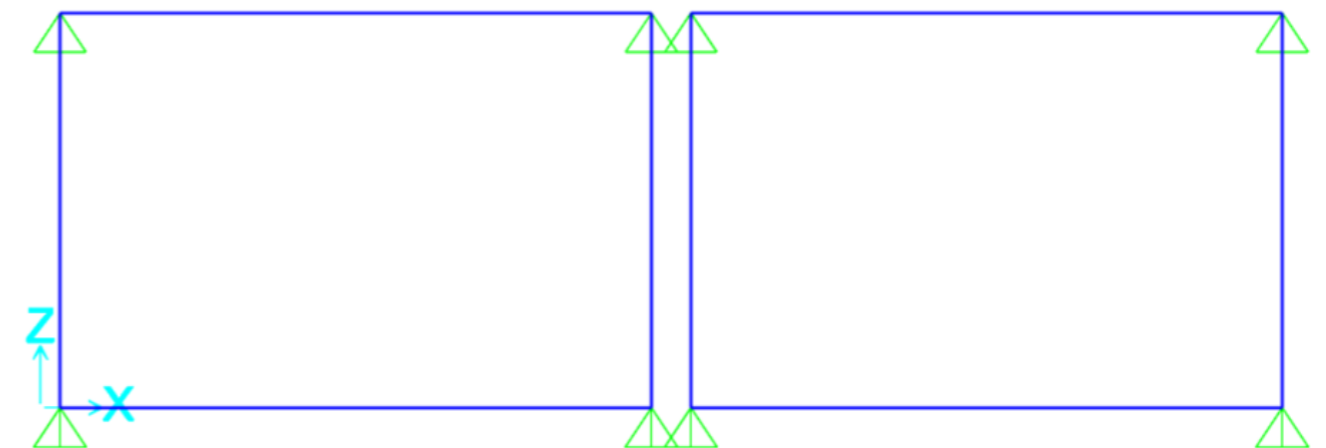


Ilustración 2 - Eje interno. Fuente: SAP2000

## 10. VERIFICACIÓN DE LOS ELU Y ELS

Con todos los criterios señalados en los apartados anteriores, se establecen las combinaciones para la verificación de los Estados Límites Últimos (ELU) y para los Estados Límite de Servicio (ELS) como se muestran en las siguientes tablas, siguiendo para ello la normativa IAP-11.

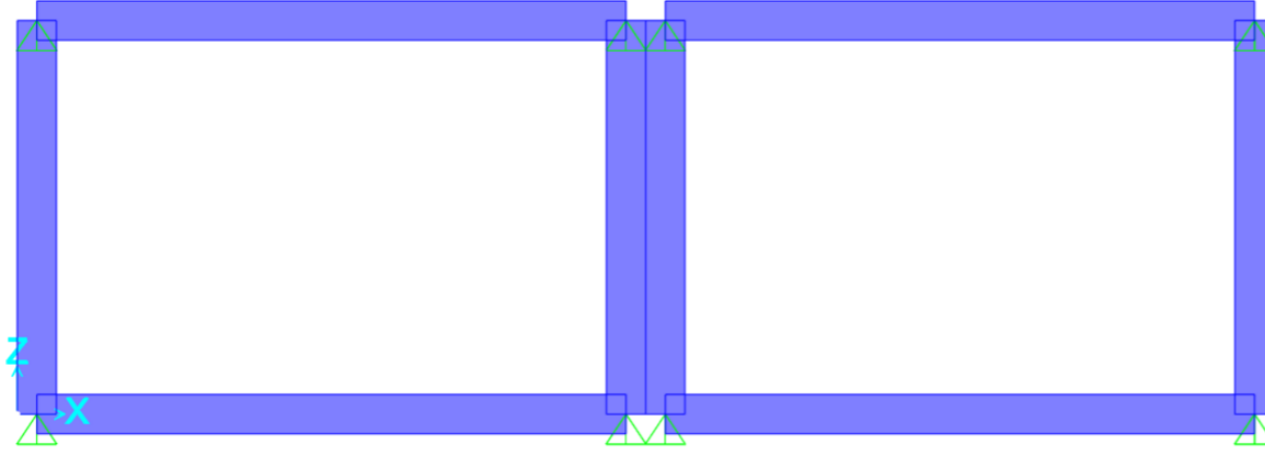


Ilustración 3 - Sección en alzado colectores. Fuente: SAP2000

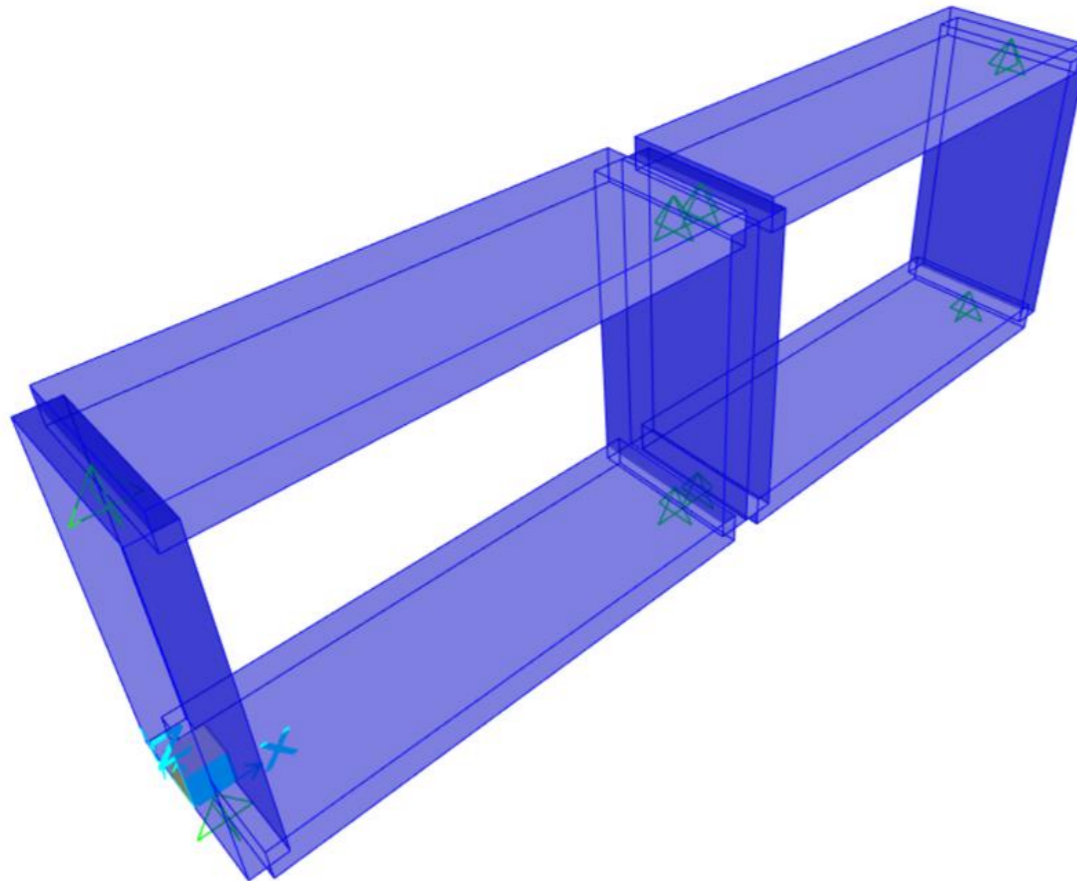


Ilustración 4 - Sección en 3D del colector. Fuente: SAP2000

	$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j}$		$\sum_{m \geq 1} \gamma_{G,m} G_{k,m}^* + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$												
<b>ELU1</b>	1.35	PP													
<b>ELU2</b>	1.35	PP	1.35	CM											
<b>ELU3</b>	1.35	PP	1.35	CM	1.5	REP									
<b>ELU4</b>	1.35	PP	1.35	CM	1.5	PUNT									
<b>ELU5</b>	1.35	PP	1.35	CM	1.5	PUNT	1.5	0.6	REP						
<b>ELUH</b>	1.35	TERR													
<b>ELU11</b>	1.35	PP	1.35	AG											
<b>ELU22</b>	1.35	PP	1.35	CM	1.5	AG									
<b>ELU33</b>	1.35	PP	1.35	CM	1.5	REP	1.5	1	AG						
<b>ELU44</b>	1.35	PP	1.35	CM	1.5	PUNT	1.5	1	AG						
<b>ELU55</b>	1.35	PP	1.35	CM	1.5	PUNT	1.5	0.6	REP	1.5	1	AG			
<b>ELUHH</b>	1.35	TEERR	1.35	AG											

Tabla 1 - Combinación de acciones para los estados límite últimos. Fuente: Propia.

	$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j}$		$\sum_{m \geq 1} \gamma_{G,m} G_{k,m}^* + \gamma_{Q,1} \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{2,i} Q_{k,i}$												
<b>ELS1</b>	1	PP													
<b>ELS2</b>	1	PP	1	CM											
<b>ELS3</b>	1	PP	1	CM	1	REP									
<b>ELS4</b>	1	PP	1	CM	1	PUNT									
<b>ELS5</b>	1	PP	1	CM	1	PUNT	1	0.6	REP						
<b>ELSH</b>	1	TERR													
<b>ELS11</b>	1	PP	1	AG											
<b>ELS22</b>	1	PP	1	CM	1	AG									
<b>ELS33</b>	1	PP	1	CM	1	REP	1	1	AG						
<b>ELS44</b>	1	PP	1	CM	1	PUNT	1	1	AG						
<b>ELS55</b>	1	PP	1	CM	1	PUNT	1	0.6	REP	1	1	AG			
<b>ELSHH</b>	1	TEERR	1	AG											

Tabla 2 - Combinación de acciones para los estados límite de servicio. Fuente: Propia.

### 10.1. VERIFICACIÓN DE ELS

A continuación, se muestra el estudio de la infraestructura para las distintas hipótesis de trabajo, estando todas ellas estudiadas para el caso más desfavorable y considerando tanto las acciones horizontales como las verticales.

En la siguiente imagen se representa la deformada de la estructura en sección vacía, para el caso más desfavorable ELS5, en el que se tendrán en cuenta la aplicación de todas las cargas que puedan actuar.

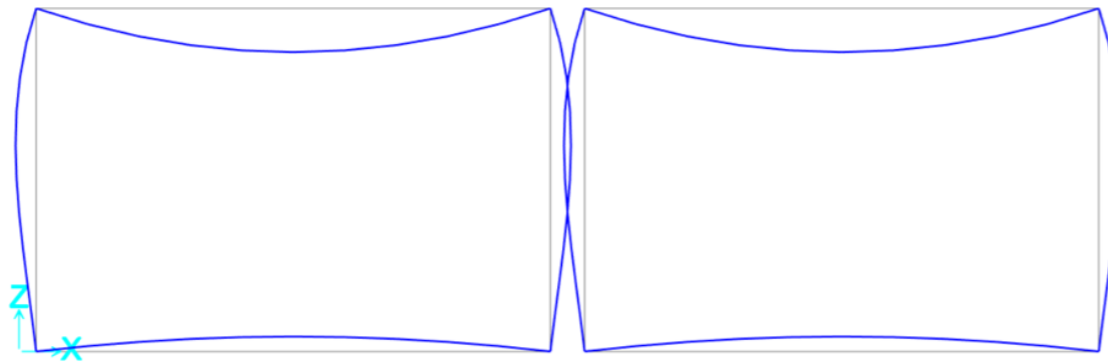


Ilustración 5 - Deformada en sección vacía para ELS5. Fuente: SAP2000

La siguiente imagen representa la flecha que se produce en la infraestructura sometida esta a máximos esfuerzos en sección vacía.

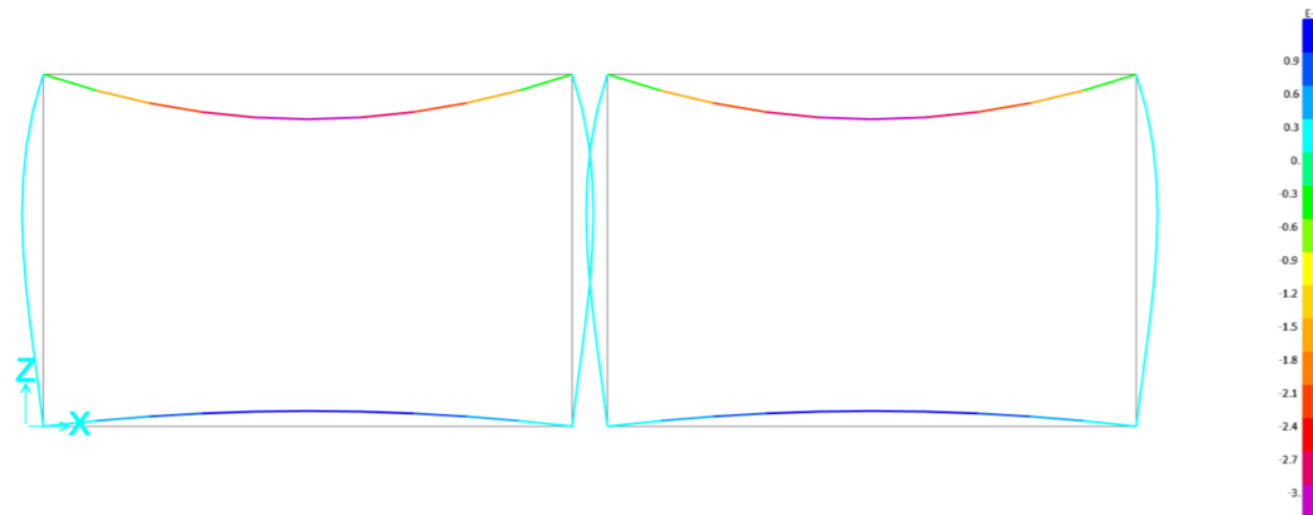


Ilustración 6 - Flecha en sección vacía para ELS5. Fuente: SAP2000

Según lo establecido en la normativa, se ha de limitar que la flecha producida en centro vano no sea superior a:

$$\frac{L}{1000} = \frac{4}{1000} = 0.004 \text{ m}$$

Para el caso que nos ocupa vemos que la flecha máxima que se encuentra en centro de vano es de 0.003 m, siendo esta inferior a la considerada por normativa, por lo tanto, se cumpliría con la condición.

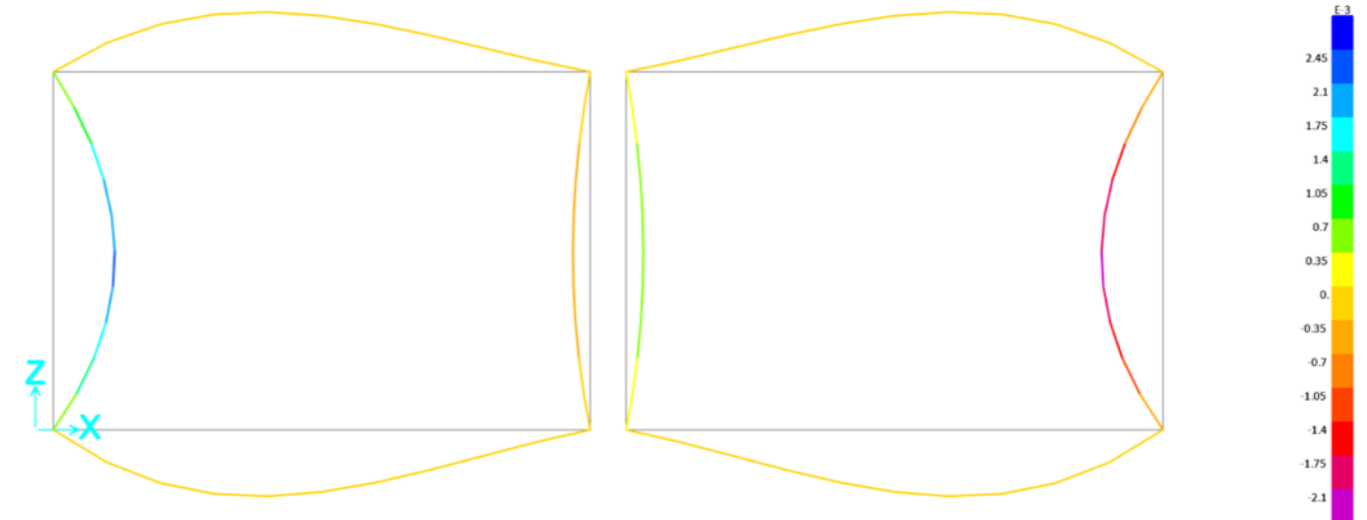


Ilustración 7 - Desplazamiento horizontal en sección vacía para ELSH. Fuente: SAP2000

En lo que respecta al desplazamiento horizontal de la infraestructura, representado en la Imagen 7, se puede apreciar que es prácticamente nulo en la zona interior de los colectores, y en la zona exterior se llega a alcanzar un desplazamiento 0.002 m, siendo este despreciable por normativa.

La Imagen 8 representa la deformada de la estructura en sección llena, para el caso más desfavorable ELS55, en el que se tendrá en cuenta la aplicación de todas las cargas que puedan actuar y el llenado del colector.

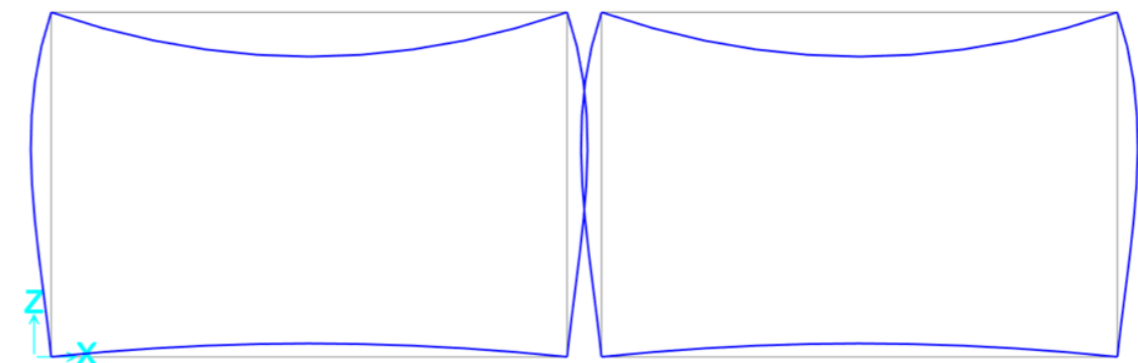


Ilustración 8 - Deformada en sección llena para ELS55. Fuente: SAP2000

En la imagen 9 se representa la flecha producida en la sección de estudio de estudio para la máxima carga en sección llena, es decir, para ELS55.

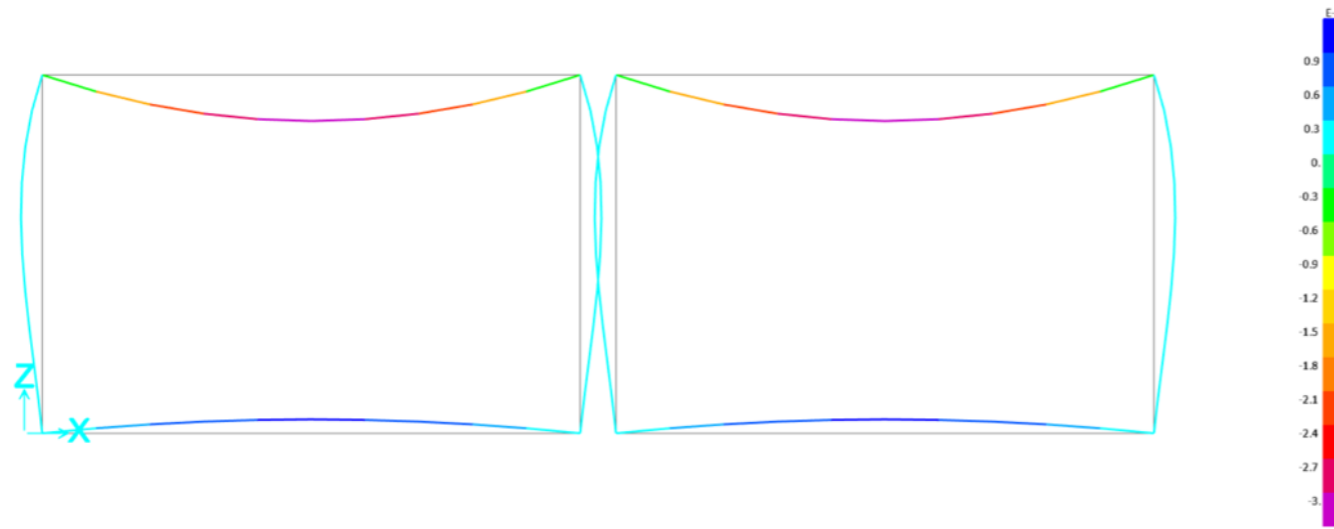


Ilustración 9 - Flecha en sección llena para ELS55. Fuente: SAP2000

Para la situación correspondiente al llenado total de la estructura, la flecha que se producirá será la misma que la obtenida para la sección vacía, es decir de 0.003 m, siendo, por tanto, menor que 0.004 m, al igual que para el otro caso, resulta aceptable.

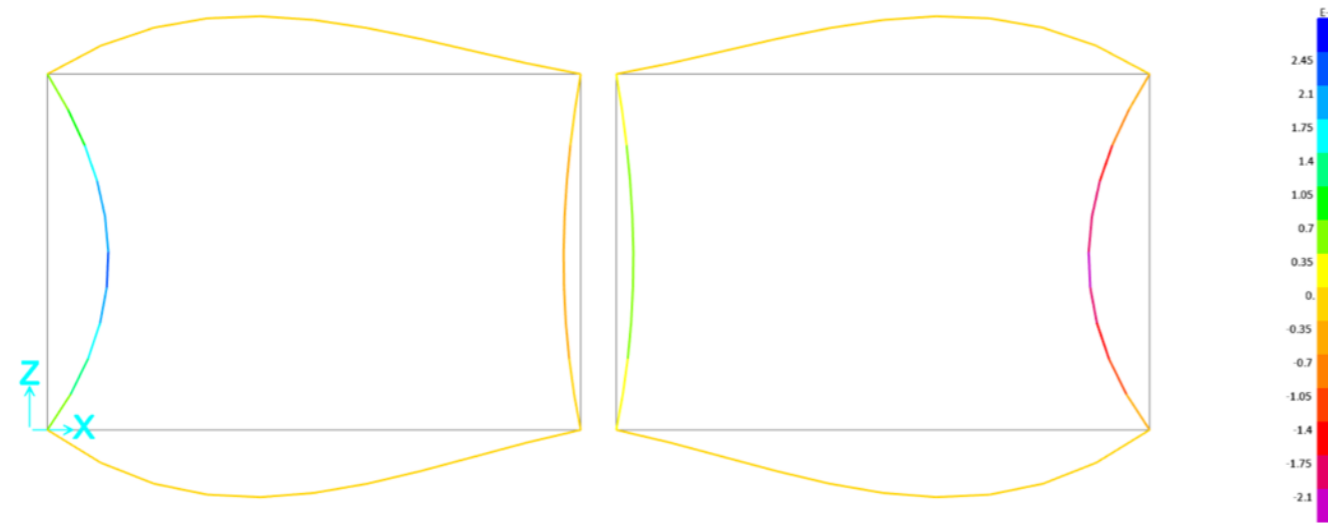


Ilustración 10 - Desplazamiento horizontal en sección llena para ELSHH. Fuente: SAP2000

En lo que respecta al desplazamiento de la estructura, siendo este representado en la Imagen 10, se puede observar, que al igual que ocurría para ELSH, en sección llena, es decir, para ELSHH, el desplazamiento en la zona de contacto de los colectores es prácticamente nulo, mientras que, para su

zona exterior, la que se encuentra en contacto con el terreno, este es de 0.002m, considerándolo despreciable por normativa.

## 10.2. VERIFICACIÓN DE ELU

Por último, se recurre al estudio de la infraestructura para Estado Límite Último, realizando su comprobación a rotura. Para este caso, se considerará únicamente la sección en llenado, pues actuarán de este modo mayores esfuerzos en ella que en el caso de sección vacía, siendo de este modo más desfavorable. Además, se considera que, pese a que el colector está diseñado hidráulicamente para un periodo de retorno de 500 años, y un resguardo adicional del 10%, que para este cálculo en rotura el colector se encontrara en un llenado total, suponiendo así de este modo, una hipótesis más desfavorable.

Como se observa en la siguiente imagen, que corresponde al cálculo en rotura para sección llena, la estructura está representada de un color naranja, siendo el óptimo para esta condición un color amarillo. Pese a ello, se considera que la infraestructura es válida estructuralmente, pues esta no ha llegado a la rotura, aun habiéndola sometido a una hipótesis de carga adicional, sigue resistiendo. Mencionar también, que este supuesto es un suceso puntual, que podría ocurrir, pues trabajamos con una variable aleatoria como es la precipitación, considerando que la mayor parte de la vida útil de esta infraestructura estaría en vacío.

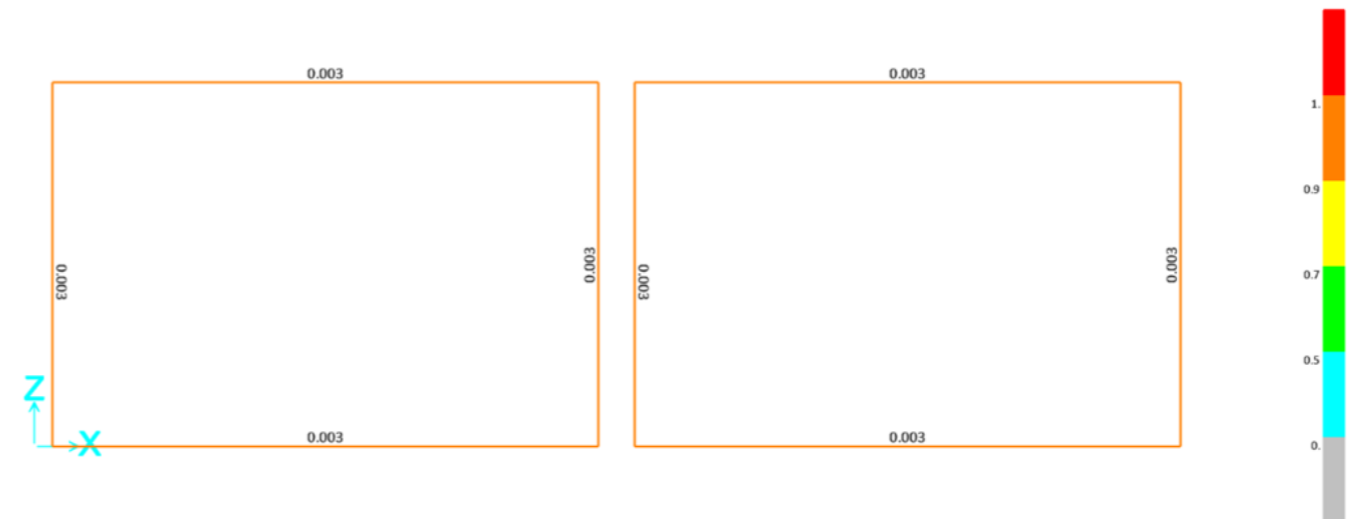


Ilustración 11 - Rotura en sección llena ELU. Fuente: SAP2000



# ANEJO VI – PROCESO CONSTRUCTIVO Y TRABAJOS

## PLAN DE DEFENSA CONTRA LAS INUNDACIONES URBANAS EN MOTILLA DEL PALANCAR (CUENCA)

**Trabajo Final de Grado**

Curso 2019/2020

Autor: Lorena Cuellar Castellanos

Tutor: Juan Bautista Marco Segur

## INDICE

1. OBJETO .....	2
2. CONDICIONANTES.....	2
3. ACTUACIONES PREVIAS .....	2
4. PROCESO CONSTRUCTIVO .....	2
4.1. FASE 1: Señalización y acondicionamiento de la zona de trabajo .....	2
4.2. FASE 2: Desbroce y movimiento de tierras .....	2
4.3. FASE 3: Construcción de la obra singular .....	2
4.4. FASE 4: Construcción de la embocadura .....	2
4.5. FASE 5: Demolición .....	2
4.6. FASE 6: Movimiento de tierras .....	3
4.7. FASE 7: Montaje de la infraestructura .....	3
4.8. FASE 8: Pavimentación de la calzada .....	3
4.9. FASE 9: Pinturas y acabados .....	3
5. PROGRAMA DE TRABAJOS .....	3
6. CONCLUSIÓN.....	3



## 1. OBJETO

El objeto principal de este anejo es definir las actividades necesarias para llevar a cabo el proceso constructivo, programar estas actividades y establecer unos plazos de trabajo para la construcción de la infraestructura.

Realizando una breve introducción a este anejo, para comenzar se exponen los motivos que condicionan el proceso constructivo y el plazo de ejecución. Antes de proceder con la explicación del proceso de construcción es importante conocer las operaciones previas a realizar.

## 2. CONDICIONANTES

Para la ejecución de esta obra, hay que tener en cuenta diversos condicionantes entre los cuales hay que distinguir los que condicionan la forma en la que se realizan las tareas y los condicionantes climáticos.

Por una parte, existen factores condicionantes como el espacio necesario para el empleo de maquinaria y realización de las maniobras, así como el transporte y acopio de los materiales, la geología existente en la zona, explicada exhaustivamente en el “Anejo I – Geología y geotecnia” de este documento.

Por otro lado, hay que tener en cuenta que se trata de una obra que está emplazada junto y bajo a una nacional con afluencia de tráfico considerable. Además, se encuentra entre edificaciones, en su mayoría viviendas, por lo que no es viable la consideración de realizar los trabajos en horario nocturno. Por ello será de consideración trazar un itinerario alternativo durante las jornadas de trabajo en ciertas fases.

En lo referente a los condicionantes climáticos, se tomará una época de trabajo en la que las lluvias que se ocasionen de corta intensidad para no generar problemas en la construcción, es por ello, que atendiendo al “Anejo II – Estudio hidrológico” se opta por llevar a cabo la realización de las obras durante los meses de invierno.

Además, también hay que considerar que la jornada laboral marca un máximo de 8 horas diarias de lunes a viernes, quedando jornadas de trabajo semanal de 40 horas. La empresa constructora también marcará como días no laborales aquellos que sean festivos locales, autonómicos o nacionales, de manera que el programa de trabajo asume variaciones al respecto, siempre cumpliendo con el plazo de ejecución.

## 3. ACTUACIONES PREVIAS

Antes de comenzar con el proceso constructivo, es importante la realización de determinadas actuaciones previas. Por ejemplo, es conveniente la realización de un replanteo general que corrobore que el replanteo proporcionado es correcto. También es importante que antes de comenzar con las obras se distribuyan y organicen los equipos necesarios, delimitando accesos, estableciendo zonas correspondientes a cada actividad, incluyendo los equipos necesarios para los trabajadores (casetas,

aseos y suministros varios. Además, debe planearse la gestión de residuos generados de manera que se agilicen las tareas.

## 4. PROCESO CONSTRUCTIVO

Una vez realizadas las actuaciones previas expuestas en el apartado anterior del presente anejo, se procede a la explicación detallada del proceso de construcción a seguir.

### 4.1. FASE 1: Señalización y acondicionamiento de la zona de trabajo

En primer lugar, se realiza la señalización de la zona de actuación junto con las zonas de paso de maquinaria, accesos... también, deberá de habilitarse la zona con los equipos necesarios par el personal de trabajo.

### 4.2. FASE 2: Desbroce y movimiento de tierras

En esta fase se realizará el desbroce y el movimiento de tierras pertinente a la zona de la embocadura, realizando de este modo la limpieza y nivelación de la zona de actuación. Los residuos generados por tales actuaciones deberán de ser llevado a un lugar fuera de las obras o a un lugar habilitado para ello.

### 4.3. FASE 3: Construcción de la obra singular

Se considera por obra singular la perteneciente al escalón y la solera, así como los márgenes que compondrán la sección del canal de entrada en la infraestructura.

### 4.4. FASE 4: Construcción de la embocadura

Se procederá a la ejecución de la zona de la embocadura, siendo esta la realización de la variación de la altura del canal hasta llegar a la sección final característica de los colectores.

### 4.5. FASE 5: Demolición

Hay que hacer especial mención a que se trata de una obra lineal, por lo que los trabajos a realizar deberán de ser progresivos, por lo tanto, la fase de demolición y las sucesivas deberán de ir haciéndose paulatinamente, de modo que se tendrán presentes las distintas fases a lo largo de la obra.

En esta fase se procederá a la demolición de la calzada y/o zonas pavimentadas correspondientes junto al correspondiente traslado de residuos generados fuera del emplazamiento de las obras o al lugar habilitado para ello.

#### 4.6. FASE 6: Movimiento de tierras

Una vez se realiza la demolición de las partes pertinentes, se lleva a cabo la excavación necesaria en la zona donde se van a emplazar los colectores, así como su nivelación. Al igual que en la fase anterior, como en la demolición, se gestionan los residuos llevándolos al lugar previsto para ello.

#### 4.7. FASE 7: Montaje de la infraestructura

Se procederá al ensamblaje de los distintos colectores y losas, de acuerdo con la continuidad de los trabajos.

#### 4.8. FASE 8: Pavimentación de la calzada

En esta fase se realizará la pavimentación de la calzada y zonas afectas, dejando la zona tal y como se encontraba previa a la actuación.

#### 4.9. FASE 9: Pinturas y acabados

Una vez terminados todos los trabajos pertinentes a la pavimentación, se realizará la señalización en todas aquellas partes de la calzada que resultaran dañadas, así como la restitución de elementos viarios que pudieran ser retirados temporalmente.

### 5. PROGRAMA DE TRABAJOS

Una vez definidas las actuaciones previas junto con las fases que conforman el proceso constructivo y las actividades que se realizan en cada una de ellas, se procede a su planificación.

Para ello se ha desarrollado de manera visual un programa de trabajos formado por barras horizontales que ordenan las actividades a realizar en función de la fase en la que se encuentran y a la semana a la que pertenecen, conocido como diagrama de Gantt, el cual se encuentra en la página posterior.

Se ha de considerar que se trata de un estudio no exhaustivo, en el cual los plazos son aproximados, por lo que, en un proyecto de situación normal, se requerirá de un estudio más exhaustivo.

### 6. CONCLUSIÓN

Como conclusión se estima que el plazo de ejecución necesario será de 20 semanas, correspondiendo por tanto a una duración de 5 meses aproximadamente. Es por ello que se decide, en función de las precipitaciones comenzar la obra en el mes de Noviembre, previendo así pues su finalización para el mes de Marzo.

		P.K.	SEMANA																					
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
<b>Fase 0</b>	Replanteo general	0+000 a 0+805	■																					
	Elección de equipos		■																					
	Planificación gestión de residuos		■																					
<b>Fase 1</b>	Señalización	0+000 a 0+805	■																					
	Acondicionamiento		■																					
<b>Fase 2</b>	Desbroce y limpieza	0+040 a 0+085		■																				
	Movimiento de tierras			■																				
<b>Fase 3</b>	Ejecución del resalto	0+000 a 0+040			■																			
	Ejecución del canal				■																			
<b>Fase 4</b>	Ejecución de la embocadura	0+040 a 0+085			■																			
<b>Fase 5</b>	Demolición	0+085 a 0+220		■																				
		0+220 a 0+250					■																	
		0+250 a 0+310							■															
		0+310 a 0+340									■													
		0+340 a 0+805										■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<b>Fase 6</b>	Movimiento de tierras	0+085 a 0+220		■	■	■																		
		0+220 a 0+250					■	■	■															
		0+250 a 0+310								■	■	■												
		0+310 a 0+340										■	■	■										
		0+340 a 0+805											■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<b>Fase 7</b>	Montaje infraestructura	0+085 a 0+220				■	■	■																
		0+220 a 0+250							■	■	■													
		0+250 a 0+310									■	■	■											
		0+310 a 0+340											■	■	■									
		0+340 a 0+805												■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<b>Fase 8</b>	Pavimentación de la calzada	0+085 a 0+220								■	■	■												
		0+220 a 0+250										■	■	■										
		0+250 a 0+310												■	■	■								
		0+310 a 0+340														■	■	■						
		0+340 a 0+805															■	■	■	■	■	■	■	■
<b>Fase 9</b>	Pinturas y acabados	0+085 a 0+220																					■	
		0+220 a 0+250																					■	
		0+250 a 0+310																					■	
		0+310 a 0+340																					■	
		0+340 a 0+805																					■	

Ilustración 1 - Programa de trabajos Gantt. Fuente: Propia.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



# ANEJO VII – OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

## PLAN DE DEFENSA CONTRA LAS INUNDACIONES URBANAS EN EL NÚCLEO DE MOTILLA DEL PALANCAR (CUENCA)

**Trabajo Final de Grado**

Curso 2019/2020

Autor: Lorena Cuellar Castellanos

Tutor: Juan Bautista Marco Segura

## INDICE

1. OBJETO .....	2
2. ANALISIS DE LOS OBJETIVOS .....	2
3. CONCLUSIONES .....	3

## 1. OBJETO

En el año 2015, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) aprobó la Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible, una oportunidad para que los países y sus sociedades emprendan un nuevo camino con el que mejorar la vida de todos, sin dejar a nadie atrás. La agenda define un total de 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible, conocidos como ODS, los cuales son de aplicación universal para impulsar el crecimiento económico, el compromiso con las necesidades sociales y la protección del medio ambiente.

## 2. ANALISIS DE LOS OBJETIVOS

Los objetivos de análisis definidos por la Agenda de Desarrollo Sostenible 2030 son:

### ODS 1. Fin de la pobreza

Poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo.

### ODS 2. Hambre cero.

Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible.

### ODS 3. Salud y bienestar.

Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades...

### ODS 4. Educación de calidad.

Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos.

### ODS 5. Igualdad de género.

Lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas.

### ODS 6. Agua limpia y saneamiento.

Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos.

### ODS 7. Energía asequible y no contaminante.

Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos.

### ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico.

Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos.

### ODS 9. Industria, innovación e infraestructuras.

Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación.

### ODS 10. Reducción de las desigualdades.

Reducir la desigualdad en y entre los países.

### ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles.

Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.

### ODS 12. Producción y consumo responsable.

Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.

### ODS 13. Acción pro el clima.

Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.

### ODS 14. Vida submarina.

Conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible.

### ODS 15. Vida de ecosistemas terrestres.

Gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad.

### ODS 16. Paz, justicia e instituciones sólidas.

Promover sociedades, justas, pacíficas e inclusivas.

### ODS 17. Alianzas para lograr objetivos.

Revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible.

Mediante la siguiente tabla que se detalla a continuación se pretende medir el grado de relación que este proyecto tendrá sobre los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

	Alto	Medio	Bajo	No Procede
ODS 1. Fin de la pobreza.				X
ODS 2. Hambre cero.				X
ODS 3. Salud y bienestar.	X			
ODS 4. Educación de calidad.				X
ODS 5. Igualdad de género.				X
ODS 6. Agua limpia y saneamiento.	X			
ODS 7. Energía asequible y no contaminante.				X
ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico.				X
ODS 9. Industria, innovación e infraestructuras.		X		
ODS 10. Reducción de las desigualdades.				X
ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles.		X		
ODS 12. Producción y consumo responsables.				X
ODS 13. Acción por el clima.				X
ODS 14. Vida submarina.				X
ODS 15. Vida de ecosistemas terrestres.		X		
ODS 16. Paz, justicia e instituciones sólidas.				X
ODS 17. Alianzas para lograr objetivos.				X

Tabla 1 - Objetivos Desarrollo Sostenible. Fuente: Propia.

### 3. CONCLUSIONES

Podemos concluir tras este análisis que la creación de tal infraestructura no repercutirá directamente en la sociedad y en las relaciones entre las personas, pero si garantizará una salud y un bienestar adecuados, necesarios para los habitantes del municipio afectado.

Por otra parte, respecto al tema ambiental, el proyecto contribuirá a la canalización del agua en episodios de avenidas, lo que resultará minimizar los daños que estas ocasionan al medio ambiente a su paso por campos de cultivos y por municipios.



# ANEJO VIII - ANEJO FOTOGRÁFICO

## ESTUDIO DE SOLUCIONES AL PROBLEMA DE INUNDABILIDAD EN EL NÚCLEO URBANO DE MOTILLA DEL PALANCAR

**Trabajo Final de Grado**

Curso 2019/2020

Autor: Lorena Cuellar Castellanos

Tutor: Juan Bautista Marco Segura



## INDICE

1. OBJETO .....	2
2. IMÁGENES ANTES DE LAS INUNDACIONES .....	2
3. IMÁGENES DESPÉS DE LAS INUNDACIONES .....	4

## 1. OBJETO

En el presente anejo se va a llevar a cabo la exposición de una serie de imágenes pertenecientes al municipio de Motilla del Palancar, siendo estas tomadas durante las inundaciones y en condiciones normales, con el objetivo de realizar una comparativa sobre los daños que producen estas.

## 2. IMÁGENES ANTES DE LAS INUNDACIONES

En la siguiente imagen se representan los puntos en los que tienen lugar las imágenes sucesivas, ordenadas estas, tanto en situación normal como en situación de inundación.

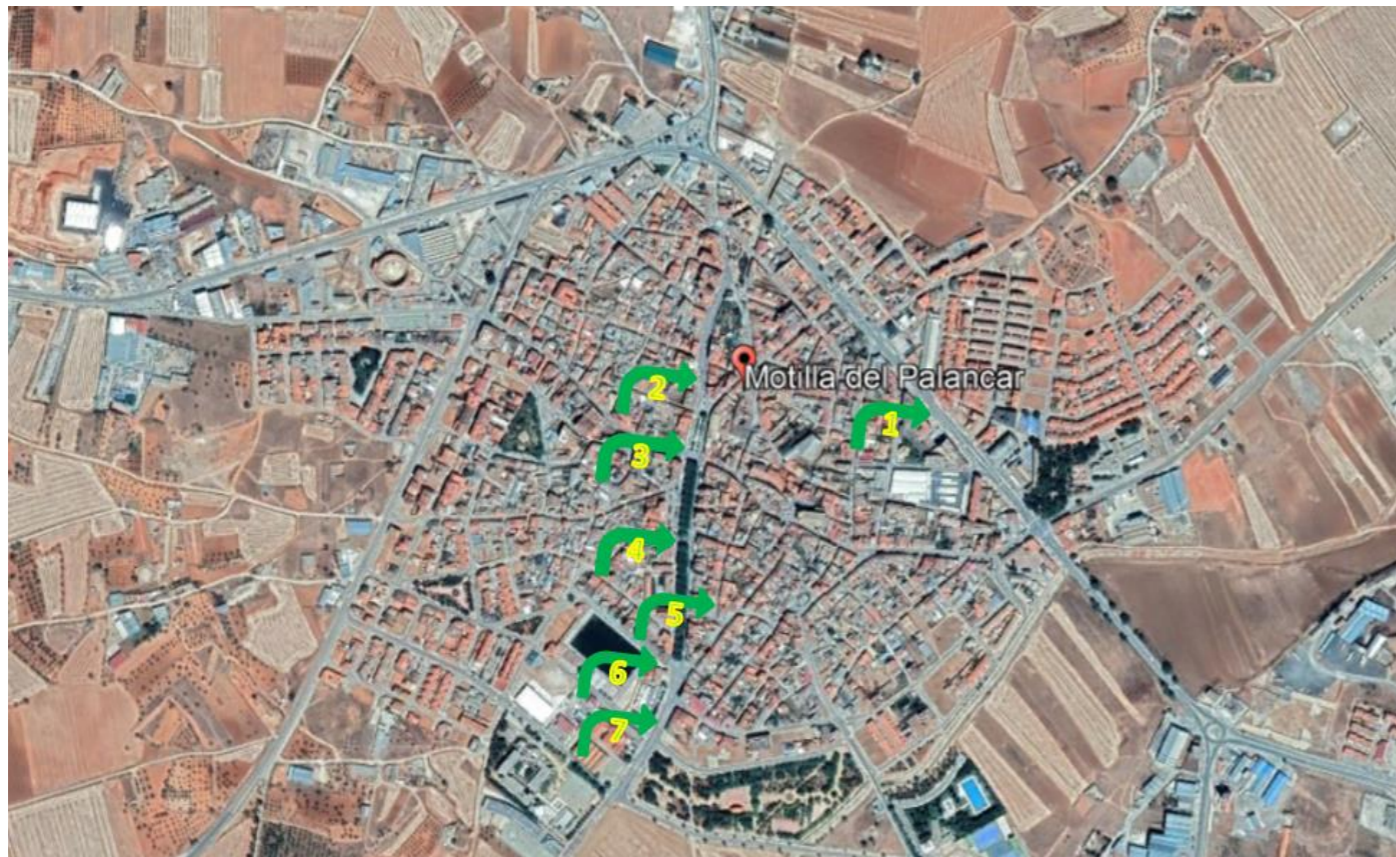


Ilustración 1 - Representación puntos toma de imágenes.



Ilustración 2 - Foto 1. Carretera N-III-Av. de la Justicia.



Ilustración 3 - Foto 2. Av. del Riato - Calle La Noria.



Ilustración 4 - Foto 3. Av. el Riato - Calle La Noria (2).



Ilustración 5 - Foto 4. Av. del Riato.



Ilustración 6 - Foto 6. Av. del Riato - Calle Cruz Blanca.



Ilustración 7 - Foto 7. Av. del Riato.

### 3. IMÁGENES DESPÉS DE LAS INUNDACIONES

A continuación, se muestran las imágenes en situación de inundación. Estas se encuentran ordenadas según la situación en el mapa expuesto en el apartado anterior, además de corresponder a la misma localización que las anteriores.



Ilustración 8 - Foto 1. Carretera N-III-Av. de la Justicia.



Ilustración 9 - Foto 2. Av. el Riato - Calle La Noria.



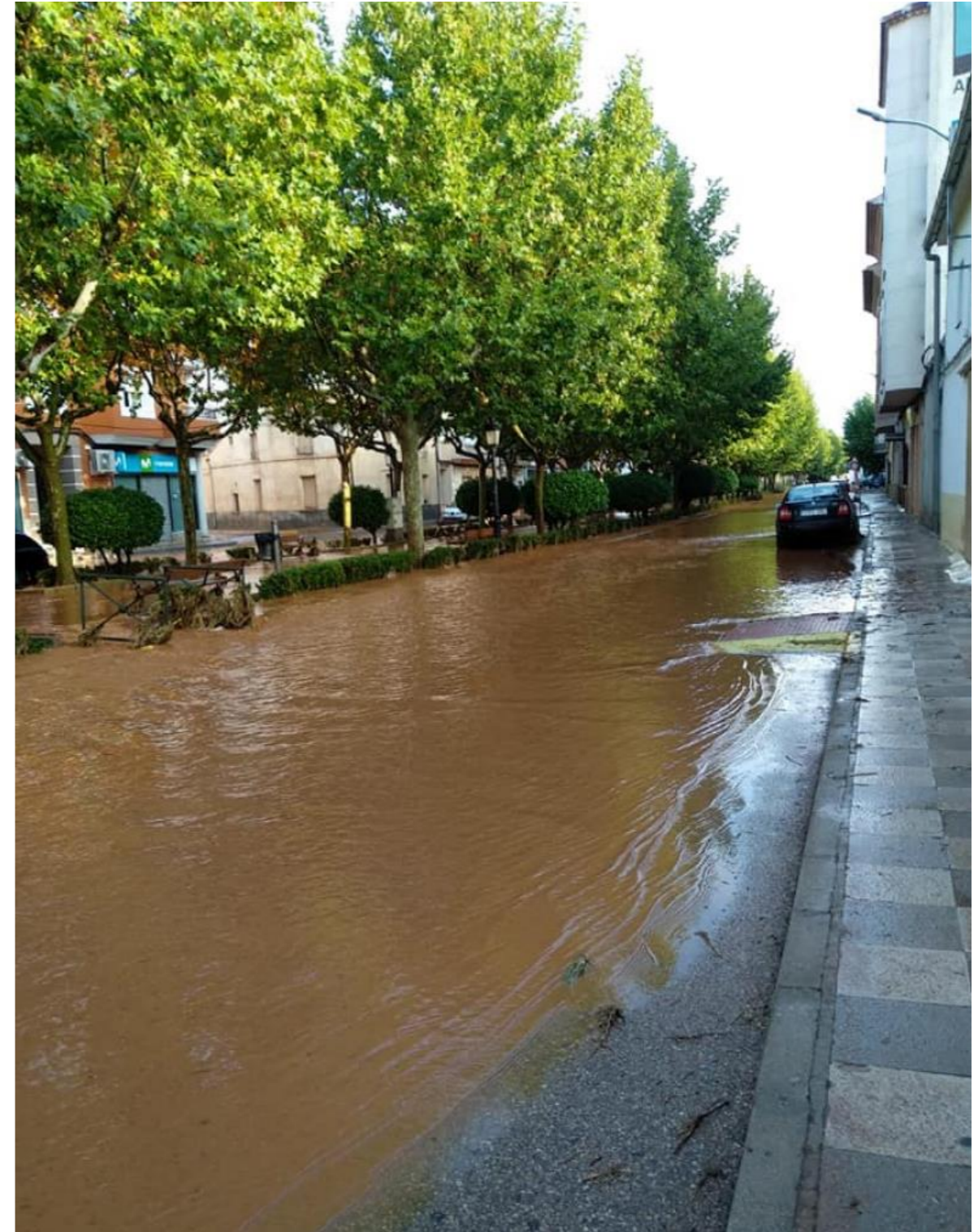
*Ilustración 10 - Foto 3. Av. el Riato - Calle La Noria (2).*



*Ilustración 11 - Foto 4. Av. del Riato.*



*Ilustración 12 - Foto 5. Calle Cruz Blanca.*



*Ilustración 13 - Foto 6. Av. del Riato - Calle Cruz Blanca.*



*Ilustración 14 - Foto 7. Av. del Riato.*



# DOCUMENTO Nº2 – PLANOS

---

## ESTUDIO DE SOLUCIONES AL PROBLEMA DE INUNDABILIDAD EN EL NÚCLEO URBANO DE MOTILLA DEL PALANCAR

**Trabajo Final de Grado**

Curso 2019/2020

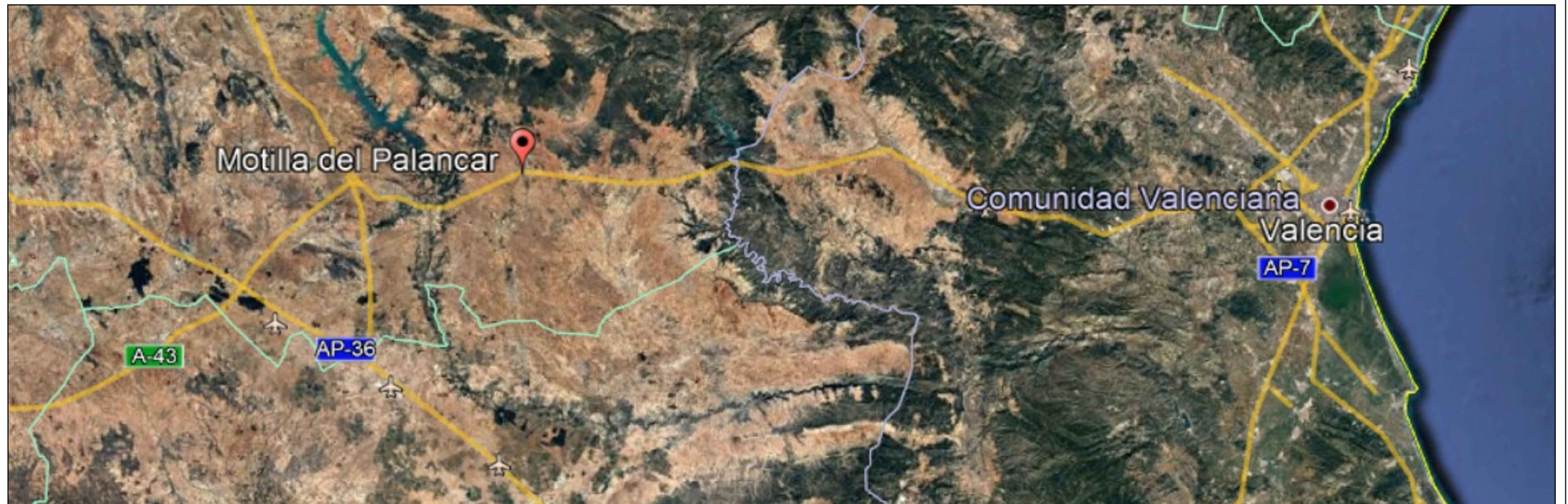
Autor: Lorena Cuellar Castellanos

Tutor: Juan Bautista Marco Segura



## DOCUMENTO Nº2 – PLANOS

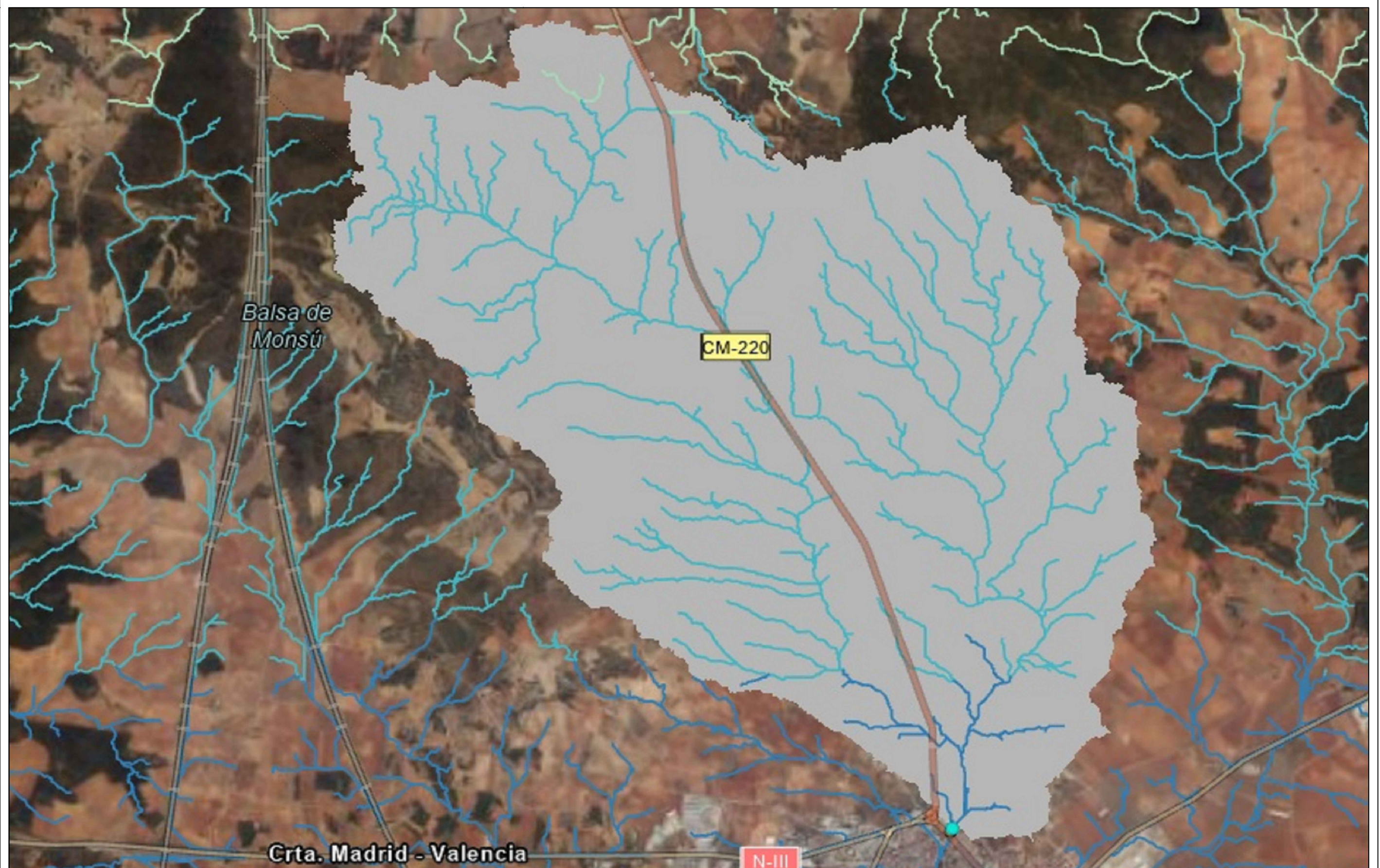
1. PLANO DE SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO
  2. PLANO CUENCA HIDROLÓGICA
  3. PLANO HIDROLÓGICO DETALLE
  4. PLANO EN PLANTA TRAZADO GENERAL
  5. PLANO DETALLE EMBOCADURA Y DESEMBOCADURA
  6. PLANO DETALLE PLANTA
  7. PLANO SECCIÓN COLECTOR FINAL
-


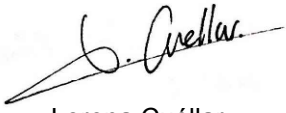


**PLAN DE DEFENSA CONTRA LAS INUNDACIONES URBANAS EN MOTILLA DEL PALANCAR (CUENCA)**

TITULO DEL PLANO: PLANO DE SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO		
ESCALA: VARIAS	PLANO: Nº 1	FECHA: Diciembre 2020

AUTOR:  
*L. Cuéllar*  
Lorena Cuéllar



	<b>PLAN DE DEFENSA CONTRA LAS INUNDACIONES URBANAS EN MOTILLA DEL PALANCAR (CUENCA)</b>	<b>TITULO DEL PLANO:</b> PLANO DETALLE CUENCA HIDROLÓGICA			<b>AUTOR:</b>  Lorena Cuéllar
		<b>ESCALA:</b> 1:2.000	<b>PLANO:</b> Nº 2	<b>FECHA:</b> DICIEMBRE 2020	



**CAMINOS**  
upv

PLAN DE DEFENSA CONTRA LAS  
INUNDACIONES URBANAS EN  
MOTILLA DEL PALANCAR  
(CUENCA)

TITULO DEL PLANO:

PLANO HIDROLÓGICO DE DETALLE

ESCALA:  
1:1.000

PLANO:  
Nº 3

FECHA:  
DICIEMBRE 2020

AUTOR:

*L. Cuéllar*  
Lorena Cuéllar



TRAMO	PK INICIO	PK FINAL	LONGITUD	RADIO
OBRA SINGULAR	0+000	0+040	40	-
EMBOCADURA	0+040	0+085	45	16
COLECTOR TRAMO 1	0+085	0+220	135	-
CURVA 1	0+220	0+250	30	16
COLECTOR TRAMO 2	0+250	0+310	60	-
CURVA 2	0+310	0+340	30	16
COLECTOR TRAMO 3	0+340	0+805	465	-



**PLAN DE DEFENSA CONTRA LAS INUNDACIONES URBANAS EN MOTILLA DEL PALANCAR (CUENCA)**

TITULO DEL PLANO: PLANO TRAZADO EN PLANTA GENERAL

ESCALA: 1:1.000

PLANO: Nº 4

FECHA: DICIEMBRE 2020

AUTOR:

*L. Cuéllar*

Lorena Cuéllar



**PLAN DE DEFENSA CONTRA LAS INUNDACIONES URBANAS EN MOTILLA DEL PALANCAR (CUENCA)**

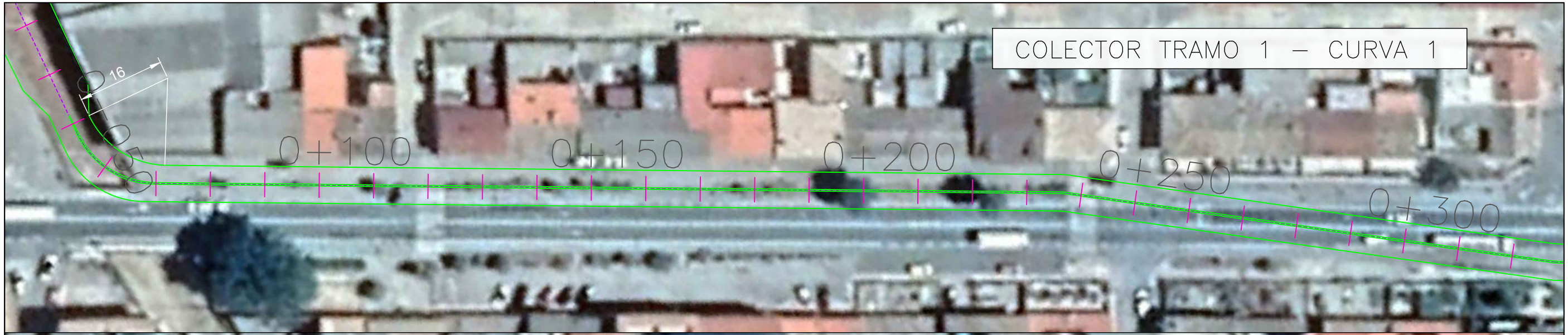
TITULO DEL PLANO: PLANO DETALLE EMBOCADURA Y DETALLE DESEMBOCADURA

ESCALA: VARIAS

PLANO: Nº 5

FECHA: Diciembre 2020

AUTOR: *L. Cuéllar*  
 Lorena Cuéllar

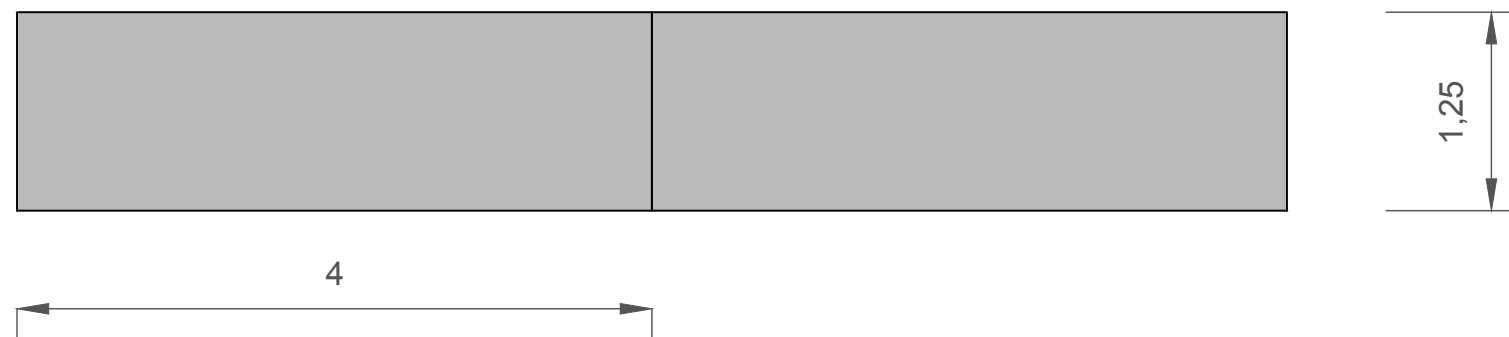
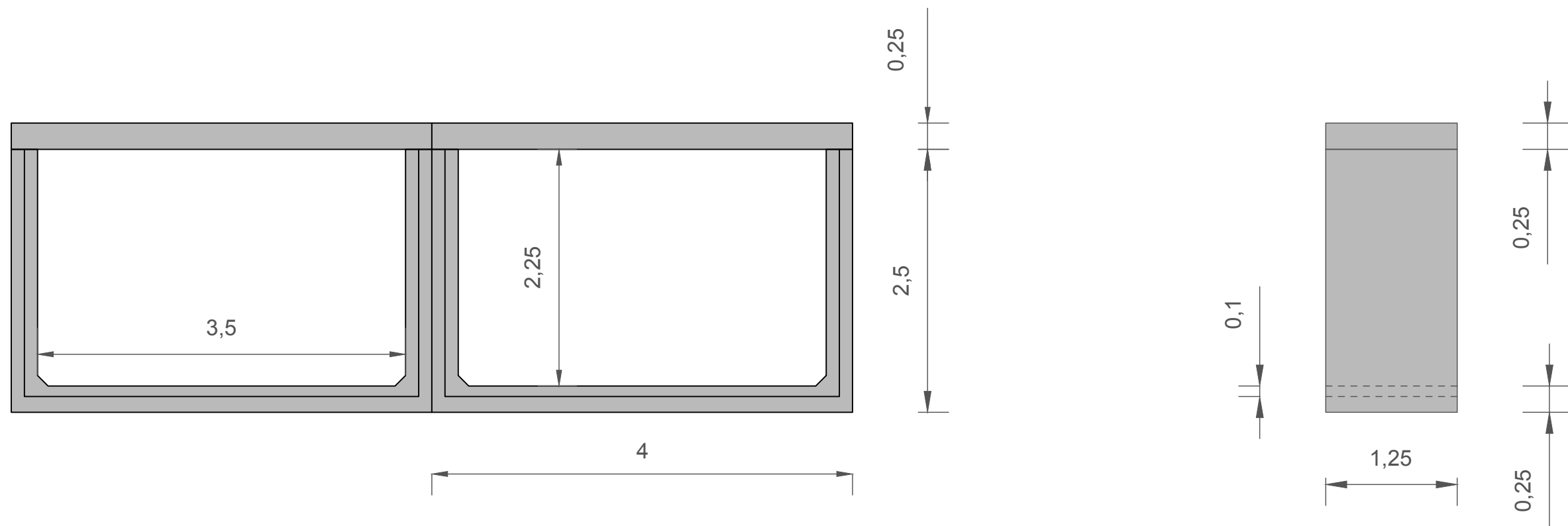


**PLAN DE DEFENSA CONTRA LAS INUNDACIONES URBANAS EN MOTILLA DEL PALANCAR (CUENCA)**

TITULO DEL PLANO: PLANO DETALLE TRAMOS EN PLANTA

ESCALA: 1:500	PLANO: Nº 6	FECHA: Diciembre 2020
------------------	----------------	--------------------------

AUTOR:  
*L. Cuéllar*  
Lorena Cuéllar



CUADRO DE MATERIALES	
HORMIGÓN	
NORMATIVA	EHE-08
MARCO	HA-35/S/20
LOSA	HP-35/P/20/IIa
ACERO	
BARRAS	B500SD



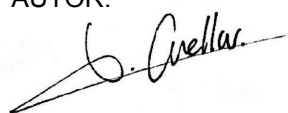
**PLAN DE DEFENSA CONTRA LAS  
INUNDACIONES URBANAS EN  
MOTILLA DEL PALANCAR  
(CUENCA)**

TITULO DEL PLANO:  
PLANO SECCIÓN COLECTOR FINAL

ESCALA:  
1:20

PLANO:  
Nº 7

FECHA:  
Diciembre 2020

AUTOR:  
  
Lorena Cuéllar





# DOCUMENTO Nº3 – PRESUPUESTO

---

## ESTUDIO DE SOLUCIONES AL PROBLEMA DE INUNDABILIDAD EN EL NÚCLEO URBANO DE MOTILLA DEL PALANCAR

**Trabajo Final de Grado**

Curso 2019/2020

Autor: Lorena Cuellar Castellanos

Tutor: Juan Bautista Marco Segura

## INDICE

1. OBJETO .....	2
2. MEDICIONES.....	2
3. CUADRO DE PRECIOS .....	4
4. UNIDADES DE OBRA DEL PROYECTO.....	6
5. PRESUPUESTOS .....	8
5.1. PRESUPUESTOS PARCIALES .....	8
5.2. PRESUPUESTOS TOTALES.....	10

## 1. OBJETO

El objeto del presente documento es el cálculo y justificación del presupuesto previsto para la ejecución del plan de defensa contra las inundaciones urbanas en Motilla del Palancar (Cuenca). En el presente documento se tiene en cuenta únicamente el presupuesto destinado a la infraestructura, en ningún caso se considerará la reposición de las capas de rodadura o afecciones, considerándose objeto de otro proyecto.

Para una aproximación más precisa de los costes de dicha infraestructura, se exponen en los siguientes puntos los datos necesarios para el cálculo del presupuesto final.

Primeramente, se presentarán las unidades de obra de las que está compuesta. Seguidamente, se exponen las mediciones realizadas con el fin de saber de manera exacta las necesidades del proyecto. Una vez se tiene esta información, se procede a la realización de los cuadros de precios y, finalmente se concluye con el presupuesto total de la obra.

## 2. MEDICIONES

### FASE 1. SEÑALIZACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE LA ZONA DE TRABAJO

CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTOTAL	TOTAL
SA11	UD	Conjunto de elementos de balizamiento y señalización provisional de obras.	1				1	
<b>TOTAL UD DE MEDICIÓN:</b>							1	1.00

CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTOTAL	TOTAL
SA12	UD	Barrera de seguridad	100	1.2	0.4	0.6	100	
<b>TOTAL UD DE MEDICIÓN:</b>							100	100.00

CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTOTAL	TOTAL
SA13	UD	Vallado perimetral de delimitación de excavaciones abiertas mediante vallado perimetral	50	2.5		1.1	50	
<b>TOTAL UD DE MEDICIÓN:</b>							50	50.00

CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTOTAL	TOTAL
SA14	UD	Cono	100			0.5	100	
<b>TOTAL UD DE MEDICIÓN:</b>							100	100.00

CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTOTAL	TOTAL
SA15	UD	Conjunto de instalaciones provisionales de higiene y bienestar	1				1	
<b>TOTAL UD DE MEDICIÓN:</b>							1	1.00

CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTOTAL	TOTAL
SA16	UD	Medicina preventiva y primeros auxilios	1				1	
<b>TOTAL UD DE MEDICIÓN:</b>							1	1.00

CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTOTAL	TOTAL
SA17	UD	Conjunto de equipos de protección individual	1				1	
<b>TOTAL UD DE MEDICIÓN:</b>							1	1.00

CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTOTAL	TOTAL
SA18	UD	Conjunto de equipos de protección colectiva	1				1	
<b>TOTAL UD DE MEDICIÓN:</b>							1	1.00

### FASE 2. DESBROCE Y MOVIMIENTO DE TIERRAS

CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTOTAL	TOTAL
DM21	M2	Desbroce y limpieza del terreno	1	60	18	0.1	108.00	
<b>TOTAL M2 DE MEDICIÓN:</b>							108.00	108.00

CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTOTAL	TOTAL
DM22	M2	Excavación de tierras a cielo abierto bajo rasante, con medios mecánicos.	1	60	18	0.2	216.00	
<b>TOTAL M2 DE MEDICIÓN:</b>							216.00	216.00

CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTOTAL	TOTAL
DM23	M2	Transporte de tierras con camion	1	60	18	0.1	108.00	
<b>TOTAL M2 DE MEDICIÓN:</b>							216.00	324.00

### FASE 3. CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA SINGULAR

CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTOTAL	TOTAL
OS31	M2	Perfilado y refino de taludes, con medios mecánicos.	2	60	1	0.1	12.00	
<b>TOTAL M2 DE MEDICIÓN:</b>							12.00	12.00

CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTOTAL	TOTAL
OS32	M3	Solera de hormigón	1	60	15	0.10	90.00	
<b>TOTAL M3 DE MEDICIÓN:</b>							90.00	90.00

CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTOTAL	TOTAL
OS33	M2	Sistema de encofrado para márgenes del canal	2	10	1	1.5	30.00	
							<b>TOTAL M2 DE MEDICIÓN:</b>	30.00

CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTOTAL	TOTAL
OS34	M3	Hormigón en masa para cajeros del canal	2	60	1	0.1	12.00	
							<b>TOTAL M3 DE MEDICIÓN:</b>	12.00

#### FASE 4. CONSTRUCCIÓN DE LA EMBOCADURA

CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTOTAL	TOTAL
CE41	M2	Demolición de pavimento de aglomerado asfáltico	1	20	9.5	0.15	28.50	
							<b>TOTAL M2 DE MEDICIÓN:</b>	28.50

CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTOTAL	TOTAL
CE42	M2	Excavación a cielo abierto con medios mecánicos	1	20	9.5	3	570.00	
							<b>TOTAL M2 DE MEDICIÓN:</b>	570.00

CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTOTAL	TOTAL
CE43	M2	Transporte de residuos inertes con camión	1	20	9.5	0.15	28.50	
			1	20	9.5	3	570.00	
							<b>TOTAL M2 DE MEDICIÓN:</b>	598.50

CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTOTAL	TOTAL
CE44	M2	Sistema de encofrado para márgenes la embocadura	2	5	1	3	30.00	
							<b>TOTAL M2 DE MEDICIÓN:</b>	30.00

CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTOTAL	TOTAL
CE45	M2	Hormigón en masa para embocadura	4	20	2	0.1	16.00	
			2	25	4	0.25	50.00	
							<b>TOTAL M2 DE MEDICIÓN:</b>	66.00

#### FASE 5. DEMOLICIÓN

CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTOTAL	TOTAL
DE51	UD	Transporte de mobiliario urbano	1				1	
							<b>TOTAL UD DE MEDICIÓN:</b>	1.00

CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTOTAL	TOTAL
DE52	ML	Corte de pavimento	2	135			270.00	
			2	30			60.00	
			2	60			120.00	
			2	30			60.00	
			2	465			930.00	

CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTOTAL	TOTAL
DE53	M2	Demolición de firme de aglomerado asfáltico	1	135	9.5	0.15	192.38	
			1	30	9.5	0.15	42.75	
			1	60	9.5	0.15	85.50	
			1	30	9.5	0.15	42.75	
			1	465	9.5	0.15	662.63	

CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTOTAL	TOTAL
DE54	M2	Transporte de residuos inertes con camión	1	135	9.5	0.15	192.38	
			1	30	9.5	0.15	42.75	
			1	60	9.5	0.15	85.50	
			1	30	9.5	0.15	42.75	
			1	465	9.5	0.15	662.63	

#### FASE 6. MOVIMIENTO DE TIERRAS

CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTOTAL	TOTAL
MT61	M2	Excavación a cielo abierto con medios mecánicos	1	135	9.5	3	3847.50	
			1	30	9.5	3	855.00	
			1	60	9.5	3	1710.00	
			1	30	9.5	3	855.00	
			1	465	9.5	3	13252.50	

CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTOTAL	TOTAL
MT62	M2	Transporte de tierras con camión	1	135	9.5	3	3847.50	
			1	30	9.5	3	855.00	
			1	60	9.5	3	1710.00	
			1	30	9.5	3	855.00	
			1	465	9.5	3	13252.50	

**FASE 7. MONTAJE DE LA INFRAESTRUCTURA**

CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTOTAL	TOTAL
MI71	M3	Hormigón de limpieza						
			1	135	8	0.10	108.00	
			1	30	8	0.10	24.00	
			1	60	8	0.10	48.00	
			1	30	8	0.10	24.00	
			1	465	8	0.10	372.00	
<b>TOTAL M3 DE MEDICIÓN:</b>							576.00	

CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTOTAL	TOTAL
MI72	UD	Marco prefabricado de hormigón armado machihembrados						
			216	1.25	4	2.5	216.00	
			48	1.25	4	2.5	48.00	
			96	1.25	4	2.5	96.00	
			48	1.25	4	2.5	48.00	
			744	1.25	4	2.5	744.00	
<b>TOTAL UD DE MEDICIÓN:</b>							1152.00	

CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTOTAL	TOTAL
MI73	UD	Losa de placas alveolares prefabricada de hormigón pretensado						
			225	4	1.2	0.25	225.00	
			50	4	1.2	0.25	50.00	
			100	4	1.2	0.25	100.00	
			50	4	1.2	0.25	50.00	
			775	4	1.2	0.25	775.00	
<b>TOTAL UD DE MEDICIÓN:</b>							1200.00	

CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTOTAL	TOTAL
MI74	M3	Relleno						
			1	135	9.8	0.50	661.50	
			1	30	9.5	0.50	142.50	
			1	60	9.5	0.50	285.00	
			1	30	9.5	0.50	142.50	
			1	465	9.5	0.50	2208.75	
<b>TOTAL M3 DE MEDICIÓN:</b>							3440.25	

**FASE 8. PAVIMENTACIÓN DE LA CALZADA**

CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTOTAL	TOTAL
PC81	M2	Capa zahorra artificial						
			1	135	9.5	0.10	128.25	
			1	30	9.5	0.10	28.50	
			1	60	9.5	0.10	57.00	
			1	30	9.5	0.10	28.50	
			1	465	9.5	0.10	441.75	
<b>TOTAL M2 DE MEDICIÓN:</b>							684.00	

CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTOTAL	TOTAL
PC82	M2	Mezcla bituminosa capa de rodadura						
			1	135	9.5	0.05	64.13	
			1	30	9.5	0.05	14.25	
			1	60	9.5	0.05	28.50	
			1	30	9.5	0.05	14.25	
			1	465	9.5	0.05	220.88	
<b>TOTAL M2 DE MEDICIÓN:</b>							342.00	

CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTOTAL	TOTAL
PC83	M2	Mezcla bituminosa capa base						
			1	135	9.5	0.05	64.13	
			1	30	9.5	0.05	14.25	
			1	60	9.5	0.05	28.50	
			1	30	9.5	0.05	14.25	
			1	465	9.5	0.05	220.88	
<b>TOTAL M2 DE MEDICIÓN:</b>							342.00	

**FASE 9. PINTURAS Y ACABADOS**

CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTOTAL	TOTAL
PA91	ML	Marca vial						
			2	135			270.00	
			2	30			60.00	
			2	60			120.00	
			2	30			60.00	
			2	465			930.00	
<b>TOTAL ML DE MEDICIÓN:</b>							1440.00	

CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTOTAL	TOTAL
PA92	UD	Restitución del mobiliario urbano						
			1				1	
<b>TOTAL UD DE MEDICIÓN:</b>							1.00	

**3. CUADRO DE PRECIOS**

Para la elaboración del cuadro de precios se han extraído los datos del portal "Comparador de precios cype", los cuales se desarrollan a continuación asociados estos a cada una de las fases de ejecución del proyecto.

**FASE 1. SEÑALIZACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE LA ZONA DE TRABAJO**

CÓDIGO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	EUROS	
SA11	UD	Conjunto de elementos de balizamiento y señalización provisional de obras, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Incluso mantenimiento en condiciones seguras durante todo el periodo de tiempo que se requiera, reparación o reposición, cambio de posición y transporte hasta el lugar de almacenaje o retirada a contenedor.	100,00	CIEN EUROS
SA12	UD	Barrera de seguridad portátil tipo New Jersey de polietileno de alta densidad, de 1,20x0,60x0,40 m, con capacidad de lastrado de 150 l, color rojo o blanco, amortizable en 20 usos. Incluso agua utilizada para el lastrado de las piezas, mantenimiento en condiciones seguras durante todo el periodo de tiempo que se requiera y desmontaje.	19,16	DIECINUEVE EUROS CON DIECISEIS CÉNTIMOS
SA13	UD	Delimitación de la zona de excavaciones abiertas mediante vallado perimetral formado por vallas peatonales de hierro, de 1,10x2,50 m, color amarillo, con barrotes verticales montados sobre bastidor de tubo, con dos pies metálicos, amortizables en 20 usos.	2,66	DOS EUROS CON SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS
SA14	UD	Cono de balizamiento reflectante de 75 cm de altura, de 2 piezas, con cuerpo de polietileno y base de caucho, con 1 banda reflectante de 300 mm de anchura y retroreflectancia nivel 1 (E.G.), amortizable en 10 usos. Incluso mantenimiento en condiciones seguras durante todo el periodo de tiempo que se requiera y desmontaje.	2,24	DOS EUROS CON VEINTICUATRO CÉNTIMOS
SA15	UD	Conjunto de instalaciones provisionales de higiene y bienestar, necesarias para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. El precio incluye el alquiler, construcción o adaptación de locales para este fin, el mantenimiento en condiciones seguras durante todo el periodo de tiempo que se requiera y la demolición o retirada final.	1.000,00	MIL EUROS
SA16	UD	Medicina preventiva y primeros auxilios, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. El precio incluye la reposición del material.	100,00	CIEN EUROS
SA17	UD	Conjunto de equipos de protección individual, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo.	100,00	CIEN EUROS
SA18	UD	Conjunto de sistemas de protección colectiva, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Incluso mantenimiento en condiciones seguras durante todo el periodo de tiempo que se requiera, reparación o reposición y transporte hasta el lugar de almacenaje o retirada a contenedor.	1.000,00	MIL EUROS

**FASE 2. DESBROCE Y MOVIMIENTO DE TIERRAS**

CÓDIGO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	EUROS	
DM21	M2	Desbroce y limpieza del terreno, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas: 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 25 cm; y carga a camión. El precio no incluye la tala de árboles ni el transporte de los materiales retirados.	0.85	OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS
DM22	M2	Excavación a cielo abierto bajo rasante, en tierra blanda, de hasta 4 m de profundidad máxima, con medios mecánicos, y carga a camión. El precio incluye la formación de la rampa provisional para acceso de la maquinaria al fondo de la excavación y su posterior retirada, pero no incluye el transporte de los materiales excavados.	2.35	DOS EUROS CON TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS
DM23	M2	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. 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.	4.83	CUATRO EUROS CON OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS

**FASE 3. CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA SINGULAR**

CÓDIGO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	EUROS	
OS31	M2	Perfilado y refino de taludes de terraplén, de hasta 3 m de altura, en tierra, con medios mecánicos.	0.14	CERO EUROS CON CATORCE CENTIMOS
OS32	M2	Solera de hormigón en masa de 10 cm de espesor, realizada con hormigón HM-30/P/20/I+E fabricado en central y vertido desde camión, extendido y vibrado manual mediante regla vibrante, sin tratamiento de su superficie con juntas de retracción de 5 mm de espesor, mediante corte con disco de diamante. Incluso panel de poliestireno expandido de 3 cm de espesor, para la ejecución de juntas de dilatación. El precio no incluye la base de la solera.	14.42	CATORCE EUROS CON CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS
OS33	M2	Montaje y desmontaje de sistema de encofrado a una cara con acabado tipo industrial para revestir, realizado con paneles metálicos modulares, amortizables en 150 usos, para formación de muro de hormigón armado, de hasta 3 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.	24.08	VEINTICUATRO EUROS CON OCHO CÉNTIMOS
OS34	M2	Hormigón HM-20/P/20/I fabricado en central y vertido desde camión, para formación de muro de contención H<3 m.	90.44	NOVENTA EUROS CON CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

**FASE 4. CONSTRUCCIÓN DE LA EMBOCADURA**

CÓDIGO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	EUROS	
CE41	M2	Demolición de pavimento de aglomerado asfáltico de 15 cm de espesor medio, con martillo neumático, y carga manual sobre camión o contenedor. El precio no incluye la demolición de la base soporte.	3.84	TRES EUROS CON OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
CE42	M2	Excavación a cielo abierto, en cualquier tipo de terreno, con medios mecánicos, y carga a camión. El precio no incluye el transporte de los materiales excavados.	3.34	TRES EUROS CON TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS
CE43	M2	Transporte con camión de residuos inertes de hormigones, morteros y prefabricados producidos en obras de construcción y/o demolición, 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 20 km de distancia. 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.	8.12	OCHO EUROS CON DOCE CÉNTIMOS
CE44	M2	Montaje y desmontaje de sistema de encofrado a una cara con acabado tipo industrial para revestir, realizado con paneles metálicos modulares, amortizables en 150 usos, para formación de muro de hormigón armado, de hasta 3 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.	24.08	VEINTICUATRO EUROS CON OCHO CÉNTIMOS
CE45	M2	Hormigón HM-20/P/20/I fabricado en central y vertido desde camión, para formación de muro de contención H<3 m.	90.44	NOVENTA EUROS CON CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

**FASE 5. DEMOLICIÓN**

CÓDIGO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	EUROS	
DE51	M3	Transporte de mobiliario urbano (aproximadamente 4 ud/m <sup>3</sup> ) con un peso medio de hasta 500 kg/m <sup>3</sup> , mediante camión, a una distancia máxima de 5 km, y carga manual sobre camión o contenedor.	13.02	TRECE EUROS CON DOS CÉNTIMOS
DE52	ML	Corte de pavimento de cualquier tipo, mediante máquina cortadora de pavimento, y carga manual sobre camión o contenedor.	3.46	TRES EUROS CON CUARENTA Y SEIS CENTIMOS

DE53	M2	Demolición de sección de firme de aglomerado asfáltico de 25 cm de espesor medio, con martillo neumático, y carga manual sobre camión o contenedor.	13.13	TRECE EUROS CON TRECE CÉNTIMOS
DE54	M2	Transporte con camión de residuos inertes de hormigones, morteros y prefabricados producidos en obras de construcción y/o demolición, 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 20 km de distancia. 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.	8.12	OCHO EUROS CON DOCE CÉNTIMOS

**FASE 6. MOVIMIENTO DE TIERRAS**

CÓDIGO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	EUROS	
MT61	M2	Excavación a cielo abierto, en cualquier tipo de terreno, con medios mecánicos, y carga a camión. El precio no incluye el transporte de los materiales excavados.	3.34	TRES EUROS CON TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS
MT62	M2	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. 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.	4.83	CUATRO EUROS CON OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS

**FASE 7. MONTAJE DE LA INFRAESTRUCTURA**

CÓDIGO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	EUROS	
MI71	M3	Hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, para formación de capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, en el fondo de la excavación previamente realizada.	77.01	SETENTA Y SIETE EUROS CON UN CÉNTIMO
MI72	UD	Marco en U de 25 cm de canto, realizado con hormigón armado, de 4 m de ancho y 2.50 m alto, con un largo de 1.25 m, apoyado directamente sobre el hormigón de limpieza; relleno de juntas entre placas alveolares, zonas de enlace con apoyos y capa de compresión, realizado con hormigón HA-35/S/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, acero B-500 S en zona de negativos, con una cuantía aproximada de 4 kg/m <sup>2</sup> , y malla electrosoldada B 500 T, UNE-EN-14844. El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye los apoyos ni los pilares.	1336.67	MIL TRESCIENTOS TREINTA Y SEIS EUROS CON SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS
MI73	M2	Losa de 20 + 5 cm de canto, realizada con placas alveolares prefabricadas de hormigón pretensado, de 20 cm de canto y 120 cm de anchura, con momento flector último de 118 kN·m/m, con altura libre de planta de entre 3 y 4 m, apoyada directamente sobre vigas de canto o muros de carga; relleno de juntas entre placas alveolares, zonas de enlace con apoyos y capa de compresión, realizados con hormigón HA-35/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, acero B 500 SD en zona de negativos, con una cuantía aproximada de 4 kg/m <sup>2</sup> , y malla electrosoldada ME 20x20 Ø 8-8 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080. Incluso piezas de acero UNE-EN 10025 S275JR tipo Omega, en posición invertida, laminado en caliente, con recubrimiento galvanizado, 1 kg/m <sup>2</sup> , para el apoyo de las placas en los huecos del forjado, alambre de atar y separadores. El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye los apoyos ni los pilares.	76.32	SETENTA Y SEIS EUROS CON TREINTA Y DOS CÉNTIMOS
MI74	M3	Relleno de terraplén, pedraplén o relleno todo-uno con materiales procedentes de la excavación, incluso extendido, humectación, nivelación, compactación, terminación y refino de taludes totalmente terminado.	1.06	UN EURO CON SEIS CÉNTIMOS

**FASE 8. PAVIMENTACIÓN DE LA CALZADA**

CÓDIGO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	EUROS	
PC81	M2	Zahorra artificial, incluso transporte, extensión y compactación, medido sobre perfil teórico	17.50	DIECISIETE EUROS CON CINCUENTA CÉNTIMOS
PC82	M2	Mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 surf S (S-20 rodadura); excepto betún y polvo mineral, totalmente extendida y compactada.	25.00	VEINTICINCO EUROS
PC83	M2	Mezcla bituminosa en caliente tipo AC32 base G (G-25 base), extendida y compactada, excepto betún y polvo mineral de aportación.	22.50	VEINTIDOS EUROS CON CINCUENTA CENTIMOS

**FASE 9. PINTURAS Y ACABADOS**

CÓDIGO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	EUROS	
PA91	ML	Marca vial de tipo II (RR), de pintura blanca reflectante, tipo termoplastica en caliente, de 10 cm de ancho, incluso preparación de la superficie y premarcaje (medida la longitud realmente pintada)	0.62	SESENTA Y DOS CÉNTIMOS
PA92	M3	Transporte de mobiliario urbano (aproximadamente 4 ud/m <sup>3</sup> ) con un peso medio de hasta 500 kg/m <sup>3</sup> , mediante camión, a una distancia máxima de 5 km, y carga manual sobre camión o contenedor.	13.02	TRECE EUROS CON DOS CÉNTIMOS

## 4. UNIDADES DE OBRA DEL PROYECTO

En este apartado se procede a exponer las unidades de obra necesarias en cada una de las fases del proceso constructivo.

**FASE 1. SEÑALIZACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE LA ZONA DE TRABAJO**

CÓDIGO	TÍTULO	DESCRIPCIÓN
SA11	Conjunto de elementos de balizamiento y señalización provisional de obras.	Conjunto de elementos de balizamiento y señalización provisional de obras, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Incluso mantenimiento en condiciones seguras durante todo el periodo de tiempo que se requiera, reparación o reposición, cambio de posición y transporte hasta el lugar de almacenaje o retirada a contenedor.
SA12	Barrera de seguridad.	Barrera de seguridad portátil tipo New Jersey de polietileno de alta densidad, de 1,20x0,60x0,40 m, con capacidad de lastrado de 150 l, color rojo o blanco, amortizable en 20 usos. Incluso agua utilizada para el lastrado de las piezas, mantenimiento en condiciones seguras durante todo el periodo de tiempo que se requiera y desmontaje.
SA13	Vallado perimetral de delimitación de excavaciones abiertas mediante vallado perimetral	Delimitación de la zona de excavaciones abiertas mediante vallado perimetral formado por vallas peatonales de hierro, de 1,10x2,50 m, color amarillo, con barrotes verticales montados sobre bastidor de tubo, con dos pies metálicos, amortizables en 20 usos.
SA14	Cono	Cono de balizamiento reflectante de 75 cm de altura, de 2 piezas, con cuerpo de polietileno y base de caucho, con 1 banda reflectante de 300 mm de anchura y retrorreflectancia nivel 1 (E.G.), amortizable en 10 usos. Incluso mantenimiento en condiciones seguras durante todo el periodo de tiempo que se requiera y desmontaje.
SA15	Conjunto de instalaciones provisionales de higiene y bienestar	Conjunto de instalaciones provisionales de higiene y bienestar, necesarias para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. El precio incluye el alquiler, construcción o adaptación de locales para este fin, el mantenimiento en condiciones seguras durante todo el periodo de tiempo que se requiera y la demolición o retirada final.
SA16	Medicina preventiva y primeros auxilios	Medicina preventiva y primeros auxilios, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. El precio incluye la reposición del material.

SA17	Conjunto de equipos de protección individual	Conjunto de equipos de protección individual, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo.
SA18	Conjunto de equipos de protección colectiva	Conjunto de sistemas de protección colectiva, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Incluso mantenimiento en condiciones seguras durante todo el periodo de tiempo que se requiera, reparación o reposición y transporte hasta el lugar de almacenaje o retirada a contenedor.

**FASE 2. DESBROCE Y MOVIMIENTO DE TIERRAS**

CÓDIGO	TÍTULO	DESCRIPCIÓN
DM21	Desbroce y limpieza del terreno	Desbroce y limpieza del terreno, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas: 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 25 cm; y carga a camión. El precio no incluye la tala de árboles ni el transporte de los materiales retirados.
DM22	Excavación de tierras a cielo abierto bajo rasante, con medios mecánicos.	Excavación a cielo abierto bajo rasante, en tierra blanda, de hasta 4 m de profundidad máxima, con medios mecánicos, y carga a camión. El precio incluye la formación de la rampa provisional para acceso de la maquinaria al fondo de la excavación y su posterior retirada, pero no incluye el transporte de los materiales excavados.
DM23	Transporte de tierras con camión	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. 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.

**FASE 3. CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA SINGULAR**

CÓDIGO	TÍTULO	DESCRIPCIÓN
OS31	Perfilado y refino de taludes, con medios mecánicos.	Perfilado y refino de taludes de terraplén, de hasta 3 m de altura, en tierra, con medios mecánicos.
OS32	Solera de hormigón	Solera de hormigón en masa de 10 cm de espesor, realizada con hormigón HM-30/P/20/I+E fabricado en central y vertido desde camión, extendido y vibrado manual mediante regla vibrante, sin tratamiento de su superficie con juntas de retracción de 5 mm de espesor, mediante corte con disco de diamante. Incluso panel de poliestireno expandido de 3 cm de espesor, para la ejecución de juntas de dilatación. El precio no incluye la base de la solera.
OS33	Sistema de encofrado para cajeros del canal	Montaje y desmontaje de sistema de encofrado a una cara con acabado tipo industrial para revestir, realizado con paneles metálicos modulares, amortizables en 150 usos, para formación de muro de hormigón armado, de hasta 3 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.
OS34	Hormigón en masa para cajeros del canal	Hormigón HM-20/P/20/I fabricado en central y vertido desde camión, para formación de muro de contención H<3 m.

**FASE 4. CONSTRUCCIÓN DE LA EMBOCADURA**

CÓDIGO	TÍTULO	DESCRIPCIÓN
CE41	Demolición de pavimento de aglomerado asfáltico	Demolición de pavimento de aglomerado asfáltico de 15 cm de espesor medio, con martillo neumático, y carga manual sobre camión o contenedor. El precio no incluye la demolición de la base soporte.
CE42	Excavación a cielo abierto con medios mecánicos	Excavación a cielo abierto, en cualquier tipo de terreno, con medios mecánicos, y carga a camión. El precio no incluye el transporte de los materiales excavados.
CE43	Transporte de residuos inertes con camión	Transporte con camión de residuos inertes de hormigones, morteros y prefabricados producidos en obras de construcción y/o demolición, 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 20 km de distancia. 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.

CE44	Sistema de encofrado para la embocadura	Montaje y desmontaje de sistema de encofrado a una cara con acabado tipo industrial para revestir, realizado con paneles metálicos modulares, amortizables en 150 usos, para formación de muro de hormigón armado, de hasta 3 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.
CE45	Hormigón en masa para embocadura	Hormigón HM-20/P/20/I fabricado en central y vertido desde camión, para formación de muro de contención H<3 m.

**FASE 5. DEMOLICIÓN**

CÓDIGO	TÍTULO	DESCRIPCIÓN
DE51	Transporte de mobiliario urbano	Transporte de mobiliario urbano (aproximadamente 4 ud/m <sup>3</sup> ) con un peso medio de hasta 500 kg/m <sup>3</sup> , mediante camión, a una distancia máxima de 5 km, y carga manual sobre camión o contenedor.
DE52	Corte de pavimento	Corte de pavimento de cualquier tipo, mediante máquina cortadora de pavimento, y carga manual sobre camión o contenedor.
DE53	Demolición de firme de aglomerado asfáltico	Demolición de sección de firme de aglomerado asfáltico de 25 cm de espesor medio, con martillo neumático, y carga manual sobre camión o contenedor.
DE54	Transporte de residuos inertes con camión	Transporte con camión de residuos inertes de hormigones, morteros y prefabricados producidos en obras de construcción y/o demolición, 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 20 km de distancia. 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.

**FASE 6. MOVIMIENTO DE TIERRAS**

CÓDIGO	TÍTULO	DESCRIPCIÓN
MT61	Excavación a cielo abierto con medios mecánicos	Excavación a cielo abierto, en cualquier tipo de terreno, con medios mecánicos, y carga a camión. El precio no incluye el transporte de los materiales excavados.
MT62	Transporte de tierras con camión	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. 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.

**FASE 7. MONTAJE DE LA INFRAESTRUCTURA**

CÓDIGO	TÍTULO	DESCRIPCIÓN
MI71	Hormigón de limpieza	Hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, para formación de capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, en el fondo de la excavación previamente realizada.
MI72	Marco prefabricado de hormigón armado machihembrados	Marco en U de 25 cm de canto, realizado con hormigón armado, de 4 m de ancho y 2.50 m alto, con un largo de 1.25 m, apoyado directamente sobre el hormigón de limpieza; relleno de juntas entre placas alveolares, zonas de enlace con apoyos y capa de compresión, realizado con hormigón HA-35/S/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, acero B-500 S en zona de negativos, con una cuantía aproximada de 4 kg/m <sup>2</sup> , y malla electrosoldada B 500 T, UNE-EN-14844. El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye los apoyos ni los pilares.
MI73	Losa de placas alveolares prefabricada de hormigón pretensado	Losa de 20 + 5 cm de canto, realizada con placas alveolares prefabricadas de hormigón pretensado, de 20 cm de canto y 120 cm de anchura, con momento flector último de 118 kN·m/m, con altura libre de planta de entre 3 y 4 m, apoyada directamente sobre vigas de canto o muros de carga; relleno de juntas entre placas alveolares, zonas de enlace con apoyos y capa de compresión, realizados con hormigón HA-35/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, acero B 500 SD en zona de negativos, con una cuantía aproximada de 4 kg/m <sup>2</sup> , y malla electrosoldada ME 20x20 Ø 8-8 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080. Incluso piezas de acero UNE-EN 10025 S275JR tipo Omega, en posición invertida, laminado en caliente, con recubrimiento galvanizado, 1 kg/m <sup>2</sup> , para el apoyo de las placas en los huecos del forjado, alambre de atar y separadores. El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye los apoyos ni los pilares.



MI74	Relleno	Relleno de terraplén, pedraplén o relleno todo-uno con materiales procedentes de la excavación, incluso extendido, humectación, nivelación, compactación, terminación y refino de taludes totalmente terminado.
------	---------	---

**FASE 8. PAVIMENTACIÓN DE LA CALZADA**

CÓDIGO	TÍTULO	DESCRIPCIÓN
PC81	Capa zahorra artificial	Zahorra artificial, incluso transporte, extensión y compactación, medido sobre perfil teórico
PC82	Mezcla bituminosa capa de rodadura	Mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 surf S (S-20 rodadura); excepto betún y polvo mineral, totalmente extendida y compactada.
PC83	Mezcla bituminosa capa base	Mezcla bituminosa en caliente tipo AC32 base G (G-25 base), extendida y compactada, excepto betún y polvo mineral de aportación.

**FASE 9. PINTURAS Y ACABADOS**

CÓDIGO	TÍTULO	DESCRIPCIÓN
PA91	Marca vial	Marca vial de tipo II (RR), de pintura blanca reflectante, tipo termoplástica en caliente, de 10 cm de ancho, incluso preparación de la superficie y premarcaje (medida la longitud realmente pintada)
PA92	Restitución del mobiliario urbano	Transporte de mobiliario urbano (aproximadamente 4 ud/m <sup>3</sup> ) con un peso medio de hasta 500 kg/m <sup>3</sup> , mediante camión, a una distancia máxima de 5 km, y carga manual sobre camión o contenedor.

## 5. PRESUPUESTOS

### 5.1. PRESUPUESTOS PARCIALES

**FASE 1. SEÑALIZACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE LA ZONA DE TRABAJO**

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO	IMPORTE
SA11	UD	Conjunto de elementos de balizamiento y señalización provisional de obras, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Incluso mantenimiento en condiciones seguras durante todo el periodo de tiempo que se requiera, reparación o reposición, cambio de posición y transporte hasta el lugar de almacenaje o retirada a contenedor.	1.00	100	100.00
SA12	UD	Barrera de seguridad portátil tipo New Jersey de polietileno de alta densidad, de 1,20x0,60x0,40 m, con capacidad de lastrado de 150 l, color rojo o blanco, amortizable en 20 usos. Incluso agua utilizada para el lastrado de las piezas, mantenimiento en condiciones seguras durante todo el periodo de tiempo que se requiera y desmontaje.	100.00	19.16	1916.00
SA13	UD	Delimitación de la zona de excavaciones abiertas mediante vallado perimetral formado por vallas peatonales de hierro, de 1,10x2,50 m, color amarillo, con barrotes verticales montados sobre bastidor de tubo, con dos pies metálicos, amortizables en 20 usos.	50.00	2.66	133.00
SA14	UD	Cono de balizamiento reflectante de 75 cm de altura, de 2 piezas, con cuerpo de polietileno y base de caucho, con 1 banda reflectante de 300 mm de anchura y retrorreflectancia nivel 1 (E.G.), amortizable en 10 usos. Incluso mantenimiento en condiciones seguras durante todo el periodo de tiempo que se requiera y desmontaje.	100.00	2.24	224.00
SA15	UD	Conjunto de instalaciones provisionales de higiene y bienestar, necesarias para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. El precio incluye el alquiler, construcción o adaptación de locales para este fin, el mantenimiento en condiciones seguras durante todo el periodo de tiempo que se requiera y la demolición o retirada final.	1.00	1000	1000.00

SA16	UD	Medicina preventiva y primeros auxilios, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. El precio incluye la reposición del material.	1.00	100.00	100.00
SA17	UD	Conjunto de equipos de protección individual, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo.	1.00	100.00	100.00

SA18	UD	Conjunto de sistemas de protección colectiva, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Incluso mantenimiento en condiciones seguras durante todo el periodo de tiempo que se requiera, reparación o reposición y transporte hasta el lugar de almacenaje o retirada a contenedor.	1.00	1000	1000.00
------	----	---	------	------	---------

**TOTAL FASE 1. SEÑALIZACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE LA ZONA DE TRABAJO 4573.00**

**FASE 2. DESBROCE Y MOVIMIENTO DE TIERRAS**

CÓDIGO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO	IMPORTE
DM21	M2	Desbroce y limpieza del terreno, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas: 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 25 cm; y carga a camión. El precio no incluye la tala de árboles ni el transporte de los materiales retirados.	108.00	0.85	91.80
DM22	M2	Excavación a cielo abierto bajo rasante, en tierra blanda, de hasta 4 m de profundidad máxima, con medios mecánicos, y carga a camión. El precio incluye la formación de la rampa provisional para acceso de la maquinaria al fondo de la excavación y su posterior retirada, pero no incluye el transporte de los materiales excavados.	216.00	2.35	507.60
DM23	M2	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. 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.	324.00	4.83	1564.92

**TOTAL FASE 2. DESBROCE Y MOVIMIENTO DE TIERRAS 2164.32**

**FASE 3. CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA SINGULAR**

CÓDIGO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO	IMPORTE
OS31	M2	Perfilado y refino de taludes de terraplén, de hasta 3 m de altura, en tierra, con medios mecánicos.	12.00	0.14	1.68
OS32	M2	Solera de hormigón en masa de 10 cm de espesor, realizada con hormigón HM-30/P/20/I+E fabricado en central y vertido desde camión, extendido y vibrado manual mediante regla vibrante, sin tratamiento de su superficie con juntas de retracción de 5 mm de espesor, mediante corte con disco de diamante. Incluso panel de poliestireno expandido de 3 cm de espesor, para la ejecución de juntas de dilatación. El precio no incluye la base de la solera.	90.00	14.42	1297.80
OS33	M2	Montaje y desmontaje de sistema de encofrado a una cara con acabado tipo industrial para revestir, realizado con paneles metálicos modulares, amortizables en 150 usos, para formación de muro de hormigón armado, de hasta 3 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.	30.00	24.08	722.40
OS34	M2	Hormigón HM-20/P/20/I fabricado en central y vertido desde camión, para formación de muro de contención H<3 m.	12.00	90.44	1085.28

**TOTAL FASE 3. CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA SINGULAR 3107.16**

**FASE 4. CONSTRUCCIÓN DE LA EMBOCADURA**

CÓDIGO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO	IMPORTE
CE41	M2	Demolición de pavimento de aglomerado asfáltico de 15 cm de espesor medio, con martillo neumático, y carga manual sobre camión o contenedor. El precio no incluye la demolición de la base soporte.	28.50	3.84	109.44
CE42	M2	Excavación a cielo abierto, en cualquier tipo de terreno, con medios mecánicos, y carga a camión. El precio no incluye el transporte de los materiales excavados.	570.00	3.34	1903.80
CE43	M2	Transporte con camión de residuos inertes de hormigones, morteros y prefabricados producidos en obras de construcción y/o demolición, 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 20 km de distancia. 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.	598.50	8.12	4859.82
CE44	M2	Montaje y desmontaje de sistema de encofrado a una cara con acabado tipo industrial para revestir, realizado con paneles metálicos modulares, amortizables en 150 usos, para formación de muro de hormigón armado, de hasta 3 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.	30.00	24.08	722.40
CE45	M2	Hormigón HM-20/P/20/I fabricado en central y vertido desde camión, para formación de muro de contención H<3 m.	66.00	90.44	5969.04
<b>TOTAL FASE 4. CONSTRUCCIÓN DE LA EMBOCADURA</b>					<b>13564.50</b>

**FASE 5. DEMOLICIÓN**

CÓDIGO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO	IMPORTE
DE51	M3	Transporte de mobiliario urbano (aproximadamente 4 ud/m <sup>3</sup> ) con un peso medio de hasta 500 kg/m <sup>3</sup> , mediante camión, a una distancia máxima de 5 km, y carga manual sobre camión o contenedor.	1.00	13.02	13.02
DE52	M	Corte de pavimento de cualquier tipo, mediante máquina cortadora de pavimento, y carga manual sobre camión o contenedor.	1440.00	3.46	4982.40
DE53	M2	Demolición de sección de firme de aglomerado asfáltico de 25 cm de espesor medio, con martillo neumático, y carga manual sobre camión o contenedor.	1026.00	13.13	13471.38
DE54	M2	Transporte con camión de residuos inertes de hormigones, morteros y prefabricados producidos en obras de construcción y/o demolición, 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 20 km de distancia. 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.	1026.00	8.12	8331.12
<b>TOTAL FASE 5. DEMOLICIÓN</b>					<b>26797.92</b>

**FASE 6. MOVIMIENTO DE TIERRAS**

CÓDIGO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO	IMPORTE
MT61	M2	Excavación a cielo abierto, en cualquier tipo de terreno, con medios mecánicos, y carga a camión. El precio no incluye el transporte de los materiales excavados.	20520.00	3.34	68536.80

MT62	M2	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. 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.	20520.00	4.83	99111.60
------	----	---	----------	------	----------

**TOTAL FASE 6. MOVIMIENTO DE TIERRAS**
**167648.40**
**FASE 7. MONTAJE DE LA INFRAESTRUCTURA**

CÓDIGO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO	IMPORTE
MI71	M3	Hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, para formación de capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, en el fondo de la excavación previamente realizada.	576.00	77.01	44357.76
MI72	UD	Marco en U de 25 cm de canto, realizado con hormigón armado, de 4 m de ancho y 2.50 m alto, con un largo de 1.25 m, apoyado directamente sobre el hormigón de limpieza; relleno de juntas entre placas alveolares, zonas de enlace con apoyos y capa de compresión, realizado con hormigón HA-35/S/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, acero B-500 S en zona de negativos, con una cuantía aproximada de 4 kg/m <sup>2</sup> , y malla electrosoldada B 500 T, UNE-EN-14844. El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye los apoyos ni los pilares.	1152.00	1336.67	1539843.84
MI73	M2	Losa de 20 + 5 cm de canto, realizada con placas alveolares prefabricadas de hormigón pretensado, de 20 cm de canto y 120 cm de anchura, con momento flector último de 118 kN-m/m, con altura libre de planta de entre 3 y 4 m, apoyada directamente sobre vigas de canto o muros de carga; relleno de juntas entre placas alveolares, zonas de enlace con apoyos y capa de compresión, realizados con hormigón HA-35/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, acero B 500 SD en zona de negativos, con una cuantía aproximada de 4 kg/m <sup>2</sup> , y malla electrosoldada ME 20x20 Ø 8-8 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080. Incluso piezas de acero UNE-EN 10025 S275JR tipo Omega, en posición invertida, laminado en caliente, con recubrimiento galvanizado, 1 kg/m <sup>2</sup> , para el apoyo de las placas en los huecos del forjado, alambre de atar y separadores. El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye los apoyos ni los pilares.	1200.00	76.32	91584.00
MI74	M3	Relleno de terraplén, pedraplén o relleno todo-uno con materiales procedentes de la excavación, incluso extendido, humectación, nivelación, compactación, terminación y refino de taludes totalmente terminado.	3440.25	1.06	3646.67
<b>TOTAL FASE 7. MONTAJE DE LA INFRAESTRUCTURA</b>					<b>1679432.3</b>

**FASE 8. PAVIMENTACIÓN DE LA CALZADA**

CÓDIGO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO	IMPORTE
PC81	M2	Zahorra artificial, incluso transporte, extensión y compactación, medido sobre perfil teórico	684.00	17.50	11970.00
PC82	M2	Mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 surf S (S-20 rodadura); excepto betún y polvo mineral, totalmente extendida y compactada.	342.00	25.00	8550.00

PC83	M2	Mezcla bituminosa en caliente tipo AC32 base G (G-25 base), extendida y compactada, excepto betún y polvo mineral de aportación.	342.00	22.50	7695.00
------	----	--	--------	-------	---------

**TOTAL FASE 8. PAVIMENTACIÓN DE LA CALZADA 28215.00**

#### FASE 9. PINTURAS Y ACABADOS

CÓDIGO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO	IMPORTE
PA91	ML	Marca vial de tipo II (RR), de pintura blanca reflectante, tipo termoplástica en caliente, de 10 cm de ancho, incluso preparación de la superficie y premarcaje (medida la longitud realmente pintada)	1440.00	0.62	892.8
PA92	M3	Transporte de mobiliario urbano (aproximadamente 4 ud/m <sup>3</sup> ) con un peso medio de hasta 500 kg/m <sup>3</sup> , mediante camión, a una distancia máxima de 5 km, y carga manual sobre camión o contenedor.	1.00	13.02	13.02

**TOTAL FASE 9. PINTURAS Y ACABADOS 905.82**

#### **PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN**

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	1.926.408,39
13% Gastos generales	250.433,09
6% Beneficio industrial	115.584,50

PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	2.292.425,98
I.V.A. 21%	481.409,46

**PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN (I.V.A. INCLUIDO) 2.773.835,43**

Asciende el Presupuesto Base de Licitación (I.V.A. incluido) a la expresada cantidad de DOS MILLONES SETECIENTOS SETENTA Y TRES MIL OCHOCIENTOS TREINTA Y CINCO EUROS CON CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS (2.773.835,43 Euros).

## 5.2. PRESUPUESTOS TOTALES

CAPITULO	IMPORTE
FASE 1. Señalización y acondicionamiento de la zona de trabajo	4.573,00
FASE 2. Desbroce y movimiento de tierras	2.164,32
FASE 3. Construcción de la obra singular	3.107,16
FASE 4. Construcción de la embocadura	13.564,50
FASE 5. Demolición	26.797,92
FASE 6. Movimiento de tierras	167.648,40
FASE 7. Montaje de la infraestructura	1.679.432,30
FASE 8. Pavimentación de la calzada	28.215,00
FASE 9. Pinturas y acabados	905,82
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>1.926.408,39</b>

Asciende el presente Presupuesto de Ejecución Material a la expresada cantidad de UN MILLON NOVECEINTOS VEINTESEIS MIL CUATROCIENTOS OCHO EUROS CON TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS (1.926.408,26 Euros).

Valencia, diciembre de 2020



Lorena Cuellar Castellanos

