



# Trabajo de final de grado:

---

## *Estudio hidrológico e hidráulico para el diseño de un puente sobre el río Jalón en el término municipal de Calatayud (Zaragoza).*

---

Presentado por:

*Caballero Sospedra, Juan*

y

*Rocha Araújo, Isabella Ohana*

Dirigido por:

Aranda Domingo, José Ángel

Para la obtención del:

*Grado en Ingeniería de Obras Públicas*

En la especialidad de:

*Hidráulica y Medio Ambiente*



# Autora: Isabella Ohana Rocha Araújo

---

## Título:

Estudio hidrológico e hidráulico para el diseño de un puente sobre el río Jalón en el término municipal de Calatayud (Zaragoza).

Estudi hidrològic i hidràulic per al disseny d'un pont sobre el riu Jalón en el terme municipal de Calatayud (Saragossa).

Hydrological and hydraulic study for the design of a bridge over the Jalón river in the Calatayud municipal district (Zaragoza).

---

## Descripción:

El trabajo fin de grado tiene por objeto la obtención de los resultados del estudio hidrológico-hidráulico aplicables a un modelo BIM de una estructura, particularizada un puente sobre el río Jalón.

El trabajo, está concebido en dos fases claramente diferenciadas. La primera de ellas aborda el estudio hidrológico e hidráulico de la cuenca del río Jalón hasta el punto de control, pedanía de Campiel (Calatayud).

Determinado el alcance de la afección para los períodos de retorno considerados, en la segunda fase se procederá a la modelización de una estructura de un puente de vigas prefabricadas de dos vanos, cuya definición estructural será facilitada por el tutor. El alumno únicamente llevará a cabo el modelo BIM.

Finalmente se integrará la información hidráulica con el puente, lo cual permitirá tener una visión más realista de la obra diseñada.

El alcance del proyecto contempla la redacción de los siguientes documentos: memoria, anejo hidrológico, anejo hidráulico, modelo BIM, y un resumen del presupuesto de acuerdo con las mediciones de la estructura facilitada por el tutor.

La primera fase anteriormente descrita se llevará a cabo por la autora de este Trabajo Fin de Grado, Isabella Ohana Rocha Araújo, y la segunda será realizada por su compañero Juan Caballero Sospedra.

---

El treball fi de grau té per objecte l'obtenció dels resultats de l'estudi hidrològic-hidràulic aplicables a un model BIM d'una estructura, particularitzada un pont sobre el riu Jalón.

El treball, està concebut en dues fases clarament diferenciades. La primera d'elles aborda l'estudi hidrològic i hidràulic de la conca del riu Jalón fins al punt de control, Pedania de Campiel (Calatayud).



Determinat l'abast de l'afecció per als períodes de retorn considerats, en la segona fase es procedirà a la modelització d'una estructura d'un pont de bigues prefabricades de dues obertures, la definició estructural de les quals serà facilitada pel tutor. L'alumne únicament durà a terme el model BIM.

Finalment s'integrarà la informació hidràulica amb el pont, la qual cosa permetrà tindre una visió més realista de l'obra dissenyada.

L'abast del projecte contempla la redacció dels següents documents: memòria, annex hidrològic, annex hidràulic, model BIM, i un resum del pressupost d'acord amb els mesuraments de l'estructura facilitada pel tutor.

La primera fase anteriorment descrita es durà a terme per l'autora d'aquest Treball Fi de Grau, Isabella Ohana Rocha Araújo, i la segona serà realitzada pel seu company Juan Caballero Sospedra.

---

The objective of this TFG is to curate the results a hidrological study has yielded and apply them to a BIM model, particularly to a structure in a bridge crossing river Jalon

The TFG is conceptualized in two differentiated phases, the first being the study of the catchment area of the Jalón river, district of Campiel (Calatayud).

Having established the return period to be considered, in the second phase we will proceed to model a structure of a bridge with prefabricated beams with two spans, the structural definition of which will be provided by the tutor. The student will only carry out the BIM model.

Finally, the hydraulic information will be integrated with the bridge, which will allow a more realistic view of the designed work.

The scope of the project includes the following documents: report, hydrological annex, hydraulic annex, BIM model, and a summary of the budget according to the measurements of the structure provided by the tutor.

The first phase described above will be done by the author of this End-of-Grade Project, Isabella Ohana Rocha Araújo, and the second will be carried out by her colleague Juan Caballero Sospedra.

---

Palabras claves: estudio hidrológico, estudio hidráulico, modelo BIM, conjunto puente-río

Paraules claus: estudi hidrològic, estudi hidràulic, model \*BIM, conjunt pont-ric

Keywords: hydrological study, hydraulic study, BIM model, bridge-river assembly

---

# Autor: Juan Caballero Sospedra

---

## Título:

Modelización BIM del diseño de un puente sobre el río Jalón en el término municipal de Calatayud (Zaragoza).

Modelització BIM del disseny d'un pont sobre el riu Jalón en el terme municipal de Calatayud (Saragossa).

Hydrological and hydraulic study for the design of a bridge over the Jalón river. BIM modeling of the structure-river set. Calatayud municipal district (Zaragoza).

---

## Descripción:

El trabajo fin de grado tiene por objeto la integración de los resultados del estudio hidrológico-hidráulico en el contexto de un modelo BIM de una estructura, particularizada un puente sobre el río Jalón.

El trabajo, está concebido en dos fases claramente diferenciadas. La primera de ellas, aborda el estudio hidrológico e hidráulico de la cuenca del río Jalón hasta el punto de control, Pedanía de Campiel (Calatayud).

Determinado el alcance de la afección para los períodos de retorno considerados, en la segunda fase se procederá a la modelización de una estructura de un puente de vigas prefabricadas de dos vanos, cuya definición estructural será facilitada por el tutor. El alumno únicamente llevará a cabo el modelo BIM.

Finalmente se integrará la información hidráulica con el puente, lo cual permitirá tener una visión más realista de la obra diseñada.

El alcance del proyecto contempla la redacción de los siguientes documentos: memoria, anejo hidrológico, anejo hidráulico, modelo BIM, y un resumen del presupuesto de acuerdo con las mediciones de la estructura facilitada por el tutor.

La primera fase anteriormente descrita se llevará a cabo por la compañera Isabella Ohana Rocha Araújo y la segunda será realizada por el autor de este Trabajo Fin de Grado, Juan Caballero Sospedra.

El treball fi de grau té per objecte la integració dels resultats d'un estudi hidrològic-hidràulic en el context d'un model BIM d'una estructura, particularitzada un pont sobre el riu Jalón.

El treball, està concebut en dues fases clarament diferenciades. La primera d'elles aborda l'estudi hidrològic i hidràulic de la conca del riu Jalón fins al punt de control, Pedania de Campiel (Calatayud).



Determinat l'abast de l'afecció per als períodes de retorn considerats, en la segona fase es procedirà a la modelització d'una estructura d'un pont de bigues prefabricades de dues obertures, la definició estructural de les quals serà facilitada pel tutor. L'alumne únicament durà a terme el model BIM.

Finalment s'integrarà la informació hidràulica amb el pont, la qual cosa permetrà tindre una visió més realista de l'obra dissenyada.

L'abast del projecte contempla la redacció dels següents documents: memòria, annex hidrològic, annex hidràulic, model BIM, i un resum del pressupost d'acord amb els mesuraments de l'estructura facilitada pel tutor.

La primera fase anteriorment descrita es durà a terme per la companya Isabella Ohana Rocha Araújo i la segona serà realitzada per l'autor d'aquest Treball Fi de Grau, Juan Caballero Sospedra.

---

The objective of the final degree work is to integrate the results of the hydrological-hydraulic study in the context of a BIM model of a structure, specifically a bridge over the river Jalón.

The TFG is conceptualized in two differentiated phases, the first is the study of the catchment area of the Jalón river, district of Campiel (Calatayud).

Having established the return period to be considered, in the second phase we will proceed to model a structure of a bridge with prefabricated beams with two spans, the structural definition of which will be provided by the tutor. The student will only carry out the BIM model.

Finally, the hydraulic information will be integrated with the bridge, which will allow a more realistic view of the designed work.

The scope of the project includes the following documents: report, hydrological annex, hydraulic annex, BIM model, and a summary of the budget according to the measurements of the structure provided by the tutor.

The first phase described is going to be completed by the classmate Isabella Ohana Rocha Araújo and the second will be made by the author of this TFG, Juan Caballero Sospedra.

---

Palabras claves: estudio hidrológico, estudio hidráulico, modelo BIM, conjunto puente-río

Paraules claus: estudi hidrològic, estudi hidràulic, model \*BIM, conjunt pont-riu

Keywords: hydrological study, hydraulic study, BIM model, bridge-river assembly

---



# Documentos contenidos en el TFG

1. Memoria
2. Presupuesto
3. Planos
4. Anejos
  - Anejo 1 Estudio Hidrológico e Hidráulico
  - Anejo 2 Trazado Geométrico



# MEMORIA



## Índice

<b>1. Introducción</b>	3
1.1. Ubicación	3
1.2. Antecedentes	3
1.3. Objetivo	3
1.4. Situación actual	3
<b>2. Trabajos realizados</b>	4
2.1. Estudio Hidrológico.	4
2.1.1. Definición de la cuenca a estudiar	5
2.1.2. Ajuste Estadístico.	5
• Tratamiento previo de los datos.	5
• Distribuciones empleadas.	5
• Caudales obtenidos.	6
2.1.3. CAUMAX	6
• Comparación con ajuste estadístico	6
• Caudales de crecida para el punto de estudio	6
<b>2.2. Estudio Hidráulico</b>	6
2.2.1. Datos previos	6
2.2.2. Modelado con el programa	7
2.2.3. Resultados del estudio hidráulico.	7
<b>2.3. Modelización.</b>	7
2.3.1. Datos iniciales.	7
2.3.2. Trazado en planta.	7
2.3.3. Perfiles transversales.	8
2.3.4. Rasantes.	8
2.3.5. Alzado.	8
2.3.6. Proyecto y Modelo.	8
<b>3. Valoración económica</b>	9
<b>4. Conclusiones</b>	9
<b>5. Información utilizada</b>	9
<b>6. Anejo ODS</b>	11





# 1. Introducción

## 1.1. Ubicación

La zona donde se va a realizar el estudio que tiene por objeto este TFG se encuentra en Campiel (municipio de Calatayud) en la Provincia de Zaragoza, Aragón, es una zona conocida por las famosas Hoces del Jalón.

Nos encontramos en la cuenca del Ebro, abarcando toda la subcuenca conocida como Alto Jalón y parte de la subcuenca del Bajo Jalón (ver Planos).

## 1.2. Antecedentes

A lo largo de los años se han producido numerosas catástrofes derivadas del efecto barrera producido por las infraestructuras que interrumpen el curso de cauces fluviales.

Es innegable la importancia de un estudio de crecidas con el cual poder realizar las comprobaciones y dimensionamientos necesarios para que dichas infraestructuras no supongan un impedimento para el curso natural del agua en ríos y barrancos.

## 1.3. Objetivo

El objetivo de este trabajo fin de grado es la modalización de una estructura que permita el acceso bajo unos condicionante de seguridad conforme a las normativas vigentes. Para ello se hace necesario unos trabajos previos como son un estudio hidrológico y uno hidráulico.

## 1.4. Situación actual

Actualmente para acceder a la pedanía de Campiel es necesario cruzar el río Jalón mediante un puente que se encuentra en mal estado, lo cual supone un riesgo, sobre todo cuando se transita con vehículos pesados. Además, hay que destacar que la estructura actual representa un obstáculo para una buena circulación del agua por la presencia de dos grandes pilas que pueden causar un taponamiento.



Imagen 1: Fotos realizadas insitu (proporcionadas por el tutor).

## 2. Trabajos realizados

### 2.1. Estudio Hidrológico.

Para afrontar este TFG se plantean diversas soluciones.

- La primera forma es realizar un estudio hidrológico, pero esta solución es muy costosa tanto desde el punto de vista técnico como económico.
- La segunda opción sería realizar un análisis estadístico a partir de datos de aforo de una estación cercana, pero necesitamos suficientes datos como para poder extrapolar.
- Una tercera opción es consultar mapas de caudales como los de CEDEX o CAUMAX, sin duda la más sencilla, pero no siempre son fiables.

De acuerdo con el capítulo 2, de la instrucción 5.2-IC de Drenaje Superficial, en el que se indica que “para cuencas pequeñas son apropiados métodos hidrometeorológicos basados en la aplicación de una intensidad media de precipitación a la superficie de la cuenca a través



de una estimación de su escorrentía. Ello equivale a admitir que la única componente de esa precipitación que interviene en la generación de caudales máximos es la que escurre superficialmente. En las cuencas grandes estos métodos pierden precisión y, por tanto, la estimación de los caudales es menos correcta”.

Esto hace necesario el cálculo de la cuenca vertiente hasta el punto de estudio.

### 2.1.1. Definición de la cuenca a estudiar

Descargando los modelos digitales del terreno (MDT) con paso de malla 25 que abarcan toda la cuenca vertiente y haciendo uso de las herramientas que nos proporciona QGIS hemos obtenido que nuestra cuenca tiene 7.896 m<sup>2</sup> de área y 715 km de perímetro (apartado 1.2 del anejo 1).

### 2.1.2. Ajuste Estadístico.

De acuerdo con el capítulo 2 y sabiendo que nuestra cuenca es grande llegamos a la conclusión de que la mejor opción es la segunda. La estación más cercana se encuentra en Calatayud, pero solo tiene 13 años de datos, demasiado poco para extrapolar. (apartado 1.3.1 del anejo 1).

Es por ello por lo que, finalmente, decidimos utilizar mapas de caudales, concretamente, CAUMAX, no sin antes comprobar, realizando un estudio hidrológico en la estación cercana de Ateca (con suficientes datos) la fiabilidad de los valores de CAUMAX para esa estación.

- Tratamiento previo de los datos.

Hemos depurado los datos “brutos” de caudal obtenidos del CEDEX, eliminado los años hidrológicos incompletos, obteniendo finalmente 60 años para el estudio. (apartado 1.3.2 del anejo 1).

- Distribuciones empleadas.

Hemos considerado las distribuciones de Gumbel, la distribución de Valores Extremos Generalizada, la distribución Generalizada de Pareto, y la distribución Logarítmica de Pearson tipo III que son las que más se suelen emplear para esta clase de estudios

Finalmente hemos decidido emplear las distribuciones de 3 parámetros (puesto que habitualmente dan un mejor ajuste) con método de ajuste por momentos ponderados (PWM).

Una vez realizado el análisis, las distribuciones que mejor se ajustan con la GEV y LP III, ambas se ajustan de forma muy similar, pero elegimos la distribución GEV porque da valores un poco superiores, quedando de esta forma del lado de la seguridad. (apartado 1.3.3 del anejo 1).



- Caudales obtenidos.

El caudal instantáneo para un periodo de retorno de 100 años es del orden de 230 m<sup>3</sup>/s y para tiempo de retorno 500 años es del orden de 470 m<sup>3</sup>/s. (ver apartado 1.3.4 del anejo 1).

### 2.1.3. CAUMAX

- Comparación con ajuste estadístico

Contrastando los valores de CAUMAX con los obtenidos en nuestro estudio nos damos cuenta de que para periodo de retorno 500 años (T500) el caudal pico obtenido es muy similar, pero para un periodo de retorno de 100 años (T100) hay una diferencia de casi 100 m<sup>3</sup>/s.

Una vez realizada esta comprobación podemos afirmar que los valores de CAUMAX para T500 en nuestra zona de estudio serán consistentes y los obtenidos para T100 lo más probable es que estén mayorados, quedando, por tanto, del lado de la seguridad (apartado 1.4 del anejo 1).

- Caudales de crecida para el punto de estudio

Para la zona de estudio los caudales obtenidos son (apartado 1.5. del anejo 1):

Periodo de retorno	Caudal pico (m <sup>3</sup> /s)
T 100	370
T 500	534

Tabla 1: Caudales de crecida para el punto de estudio (Elaboración propia)

## 2.2. Estudio Hidráulico

Para realizar el estudio hidráulico hemos utilizado el software Iber, usado tanto para proyectos con flujos en lámina libre como para redes de alcantarillado.

Nuestra intención con este estudio es comprobar que el puente que se va a construir funciona hidráulicamente mejor que el que se encuentra actualmente en el punto de estudio, de acuerdo con la normativa vigente, Instrucción de drenaje de carreteras 5.2 I.C.

### 2.2.1. Datos previos

Hemos delimitado la zona que queremos estudiar aprovechando:

- Un estrechamiento natural ubicado aguas arriba del punto de estudio.
- El puente del ferrocarril que se encuentra aguas abajo y que supone otro estrechamiento.

Con la zona delimitada hemos incluido dos topografías, una más detallada para ver en profundidad lo que sucede con la estructura y otra con menor detalle para el resto de la zona (apartado 2.1. Anejo 1).



## 2.2.2. Modelado con el programa

Partiendo de la geometría básica colapsando el modelo el programa nos proporciona una superficie donde podremos realizar una malla a partir de la que calculamos.

Para el modelado de las pilas podemos realizar un exhaustivo trabajo para que queden perfectas o, como es nuestro caso, que no estén perfectas, pero sí que estén hidráulicamente bien calculadas, que es suficiente para el objetivo de este TFG.

Hemos incluido los caudales que nos proporciona CAUMAX para el punto de estudio, así como las condiciones de contorno y un hidrograma lineal que representa la situación extrema.

Para simplificar el problema empleamos un hidrograma ficticio, donde vemos el comportamiento en el punto máximo (pico). También asignamos el punto de entrada y la salida (condiciones de contorno).

Para generar las mallas el programa necesita unas superficies NURBS que hemos generado, prestando especial atención a la hora de añadir las pilas, también hemos indicado el paso de malla y rugosidades.

Con la malla ya generada le hemos añadido relieve a partir de un MDT 05 y el taquimétrico proporcionado por el tutor (diferenciando las situaciones con y sin estribos)

Con la malla definida hemos añadido los datos inicio (0 s), fin (3600 s) e intervalos (300 s) y calculamos (apartado 2.2. Anejo 1).

## 2.2.3. Resultados del estudio hidráulico.

Los resultados se pueden visualizar directamente en el programa mediante representaciones gráficas con códigos de colores (apartados 2.3. y 2.4. del anejo 1).

## 2.3. Modelización.

Para la modelización hemos utilizado el programa Istram, porque nos proporciona muchas herramientas a la hora de aplicar la metodología BIM.

### 2.3.1. Datos iniciales.

Hemos partido de la topografía tomada in situ que nos ha proporcionado el tutor. A partir de esta topografía se ha diseñado un trazado geométrico que permite el encaje de la estructura entre los caminos a ambos lados del río (apartado 2 del anejo 2).

### 2.3.2. Trazado en planta.

El programa nos permite encajar sobre la cartografía el eje de la nueva carretera que va a substituir a la antigua (apartado 3 y 8.1. del anejo 2).



### 2.3.3. Perfiles transversales.

Los perfiles los realizamos a partir del eje en planta de la carretera que hemos diseñado, eligiendo equidistancias de 1 m para tener mayor exactitud (apartado 3 y 8.5. del anejo 2).

### 2.3.4. Rasantes.

Para el trazado de rasantes hemos querido realizar 4 rasantes intentando que haya la mayor suavidad posible en los cambios de rasante, el programa Istram, calcula y representa automáticamente los parámetros (Kv) de acuerdo con la norma que le hemos establecido (apartado 5 del anejo 2).

### 2.3.5. Alzado.

En el trazado del alzado hemos definido el ancho, peralte, calzadas auxiliares, paquete de firme, secciones tipo, zonas de cálculo, desmonte, terraplén, diagrama de velocidad, visibilidad, marcas viales y estructura con sus barreras de seguridad (apartado 6 y 8.2. del anejo 2).

### 2.3.6. Proyecto y Modelo.

Esta es la parte más interesante de este apartado, puesto que una vez modelado el resultado es una representación realista de nuestro proyecto en su entorno, pudiendo hacernos una amplia idea del conjunto estructura río, además a partir de ella, como conocemos los volúmenes de los distintos elementos que conforman el puente, así como sus accesos, podemos fácilmente elaborar un presupuesto o la planificación de la obra entre otras.

Calculamos el proyecto y generamos una geometría 3D de nuestro proyecto.

Con este software tenemos la opción de quitar las distintas capas (cartografía, firme, tablero, superficie de desmonte o suelo seleccionado entre otros) para poder ver solo algunos de los elementos con mayor detalle (apartados 7 y 8.4 del anejo 2).

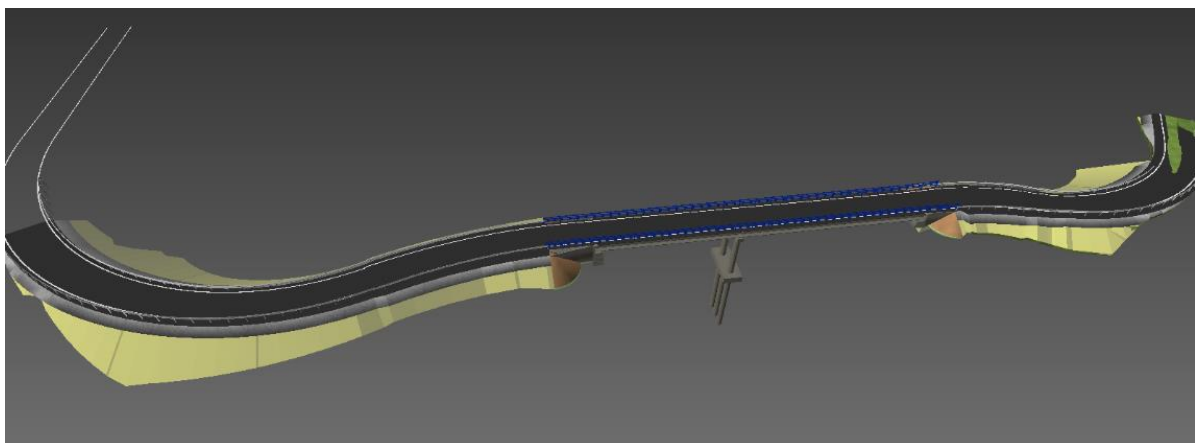


Imagen 2: Modelo sin cartografía (Fuente: Istram)



### 3. Valoración económica

El proyecto tiene un coste de ejecución material de 393.485€ de los cuales, más de 2/3 (265.154€) corresponden a la infraestructura

Presupuesto de Ejecución Material

1. Trabajos previos.	35.207,41
2. Movimientos de tierra.	34.122,34
3. Puente.	265.154,17
4. Firmes y pavimentos.	13.742,62
5. Señalización, balizamiento y defensas.	45.258,40
Total.	<b>393.484,94</b>

Tabla 1: Resumen del presupuesto de ejecución material

### 4. Conclusiones

Una vez realizado el estudio hidrológico-hidráulico se ha llegado a la conclusión que la nueva infraestructura cumple con los requisitos necesarios para los tiempos de retorno indicados, satisfaciendo las necesidades tanto del río, en cuanto a la circulación del agua, como de las personas.

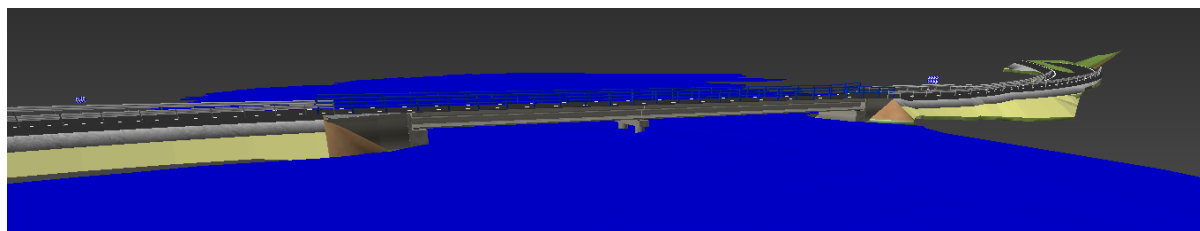


Imagen 3: Modelización de la lámina de agua (Fuente: Istram)

Una ventaja de este cambio es que por el nuevo puente podrán circular camiones de mayor tonelaje con los que será más fácil el abastecimiento de la población, mejorando de esta forma el desarrollo económico de la zona.

Otro factor a tener en cuenta es que al sustituir las pilas de tan gran tamaño que dificultaban el curso del río, este podrá evacuar más fácilmente los caudales, evitando posibles desbordamientos que menoscaben la actividad agraria de la zona

### 5. Información utilizada

- Sistema Automático de Información Hidrológica de la Cuenca Hidrográfica del Ebro (SAIH Ebro).
  - <http://www.saihebro.com/saihebro/index.php?url=/datos/mapas/tipoestacion:P/mapa:H20>
- Centro de descargas del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG).



- <http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp>
- Centro de Estudios Hidrográficos (CEH). *Anuario de aforos ESTACIÓN 9126*
  - <https://ceh.cedex.es/anuarioaforos/afo/estaf-datos.asp?indroea=9126>
- BEGUERÍA PORTUGUÉS, S (2002). “Revisión de métodos paramétricos para la estimación de la probabilidad de ocurrencia de eventos extremos en Climatología e Hidrología” en *La información climática como herramienta de gestión ambiental bases de datos y tratamiento de series climatológicas*, J.M. Cuadrat, S.M. Vicente y M.A. Saz (eds.). Zaragoza: Universidad de Zaragoza. pp. 83-92





## 6. Anejo ODS

**Relación del TFG “Estudio hidrológico e hidráulico para el diseño de un puente sobre el río Jalón en el término municipal de Calatayud (Zaragoza).” con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030.**

Grado de relación del trabajo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

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

Descripción de la alineación del TFG con los ODS con un grado de relación más alto.

En este TFG se proyecta una mejora en la infraestructura de acceso a Campiel, un pueblo pedáneo de Calatayud (en Zaragoza).

Se ha modelizado la estructura conjuntamente con la obra lineal y la lámina de caudales de diseño pertinentes utilizando metodología BIM, obteniendo de esta forma una visión global del conjunto en un entorno tridimensional realista.



Al tener un modelo del proyecto se pueden evitar problemas durante la construcción que podrían derivar en pérdidas económicas que se pueden invertir en otras mejoras

Se proporciona así un acceso seguro que ayudará a mejorar el desarrollo de la economía de Campiel, permitiendo un mayor volumen del comercio que favorece un progreso socioeconómico sostenible.

El nuevo acceso será un sistema de transporte seguro y accesible para todos que mejorará la seguridad vial y permitirá la implantación de mejores sistemas de transporte público que favorecerán la movilidad de personas en situación de vulnerabilidad, los niños, personas con discapacidad y personas de edad.



CAPITULO Nº 1 TRABAJOS PREVIOS			
	Medición	Precio (€)	Importe (€)
1.1 MEJORA DE CURVAS CARRETERA CV-601	5.360,00	3,78	20.237,60
1.2 EXPLANADA Y CAMINO DE ACCESO	851,70	17,58	14.969,81
<b>TOTAL CAPITULO Nº 1 TRABAJOS PREVIOS :</b>			<b>35.207,41 €</b>

CAPITULO Nº 2 MOVIMIENTOS DE TIERRA			
	Medición	Precio (€)	Importe (€)
	4.348,60	7,85	34.122,34
<b>TOTAL CAPITULO Nº 2 MOVIMIENTOS DE TIERRA :</b>			<b>34.122,34 €</b>

CAPITULO Nº 3 PUENTE			
	Medición	Precio (€)	Importe (€)
3.1 ESTRIBO 1 IZQUIERDO			
3.1.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS	77,00	42,51	3.273,59
3.1.2 CIMENTACIÓN	2.894,47	4,78	13.840,59
3.1.3 ALZADOS	1.303,54	2,19	2.850,52
3.1.4 LOSA DE TRANSICIÓN	279,60	4,53	1.266,54
3.2 ESTRIBO 2 DERECHO			
3.2.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS	28,00	10,25	287,04
3.2.2 CIMENTACIÓN	5.319,91	4,38	23.287,80
3.2.3 ALZADOS	1.173,67	2,17	2.543,10
3.2.4 LOSA DE TRANSICIÓN	279,60	4,53	1.266,54
3.3 PILA CENTRAL			
3.3.1 CIMENTACIÓN	1.846,44	4,88	9.019,52
3.3.2 ALZADOS	3.085,85	9,52	29.387,27
3.4 TABLERO 1 DERECHO	7.238,18	13,22	95.654,85
3.5 TABLERO 2 IZQUIERDO	4.548,32	15,40	70.021,97
3.6 PROTECCIONES MÁRGENES	192,00	3,87	742,92
<b>TOTAL CAPITULO Nº 3 PUENTE :</b>			<b>253.442,25 €</b>

CAPITULO Nº 4 FIRMES Y PAVIMENTOS			
	Medición	Precio (€)	Importe (€)
	386,04	35,60	13.742,62
<b>TOTAL CAPITULO Nº 4 FIRMES Y PAVIMENTOS :</b>			<b>13742.62 €</b>

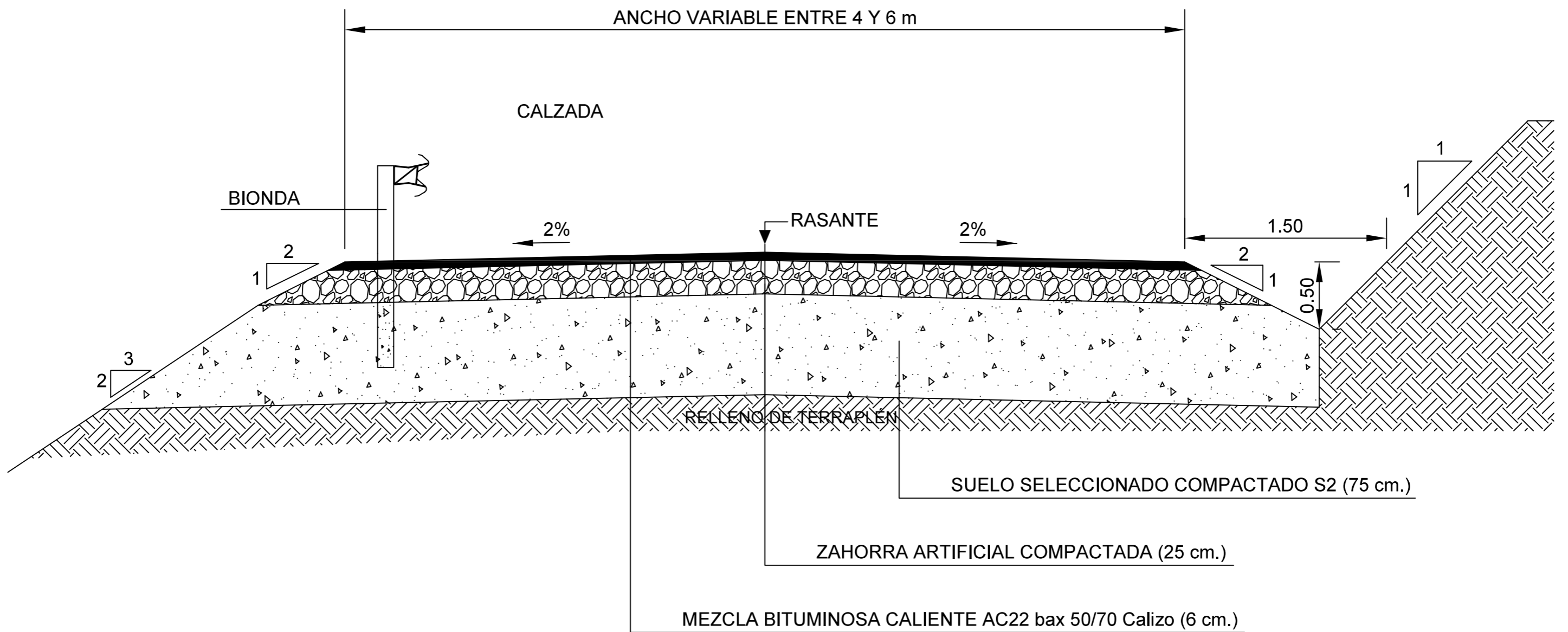
CAPITULO Nº 5 SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS			
	Medición	Precio (€)	Importe (€)
	1.138,00	39,77	45.258,40
<b>TOTAL CAPITULO Nº 6 SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS :</b>			<b>45258.40 €</b>

Estudio hidrológico e hidráulico para el diseño de un puente sobre el río Jalón.  
Modelización BIM del conjunto estructura-rio. Término municipal de Calatayud (Zaragoza).



Presupuesto de Ejecución Material

1. TRABAJOS PREVIOS .	35.207,41 €
2. MOVIMIENTOS DE TIERRA .	34.122,34 €
3. PUENTE .	265.154,17 €
4. FIRMES Y PAVIMENTOS .	13.742,62 €
5. SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS .	45.258,40 €
<b>Total .</b>	<b>393.484,94 €</b>



## SECCIÓN TIPO PAVIMENTO CARRETERA

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERIA DE OBRAS PÚBLICAS



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR DE  
CAMINOS, CANALES  
Y PUERTOS

Proyecto: Estudio hidrológico e hidráulico para el diseño de un puente sobre el río Jalón. Modelización BIM del conjunto estructural. Término municipal de Calatayud (Zaragoza).

Plano:

Sección tipo del pavimento de la carretera

Autor:

Caballero Sospedra, Juan y Rocha Araújo Isabella O.

Fecha:

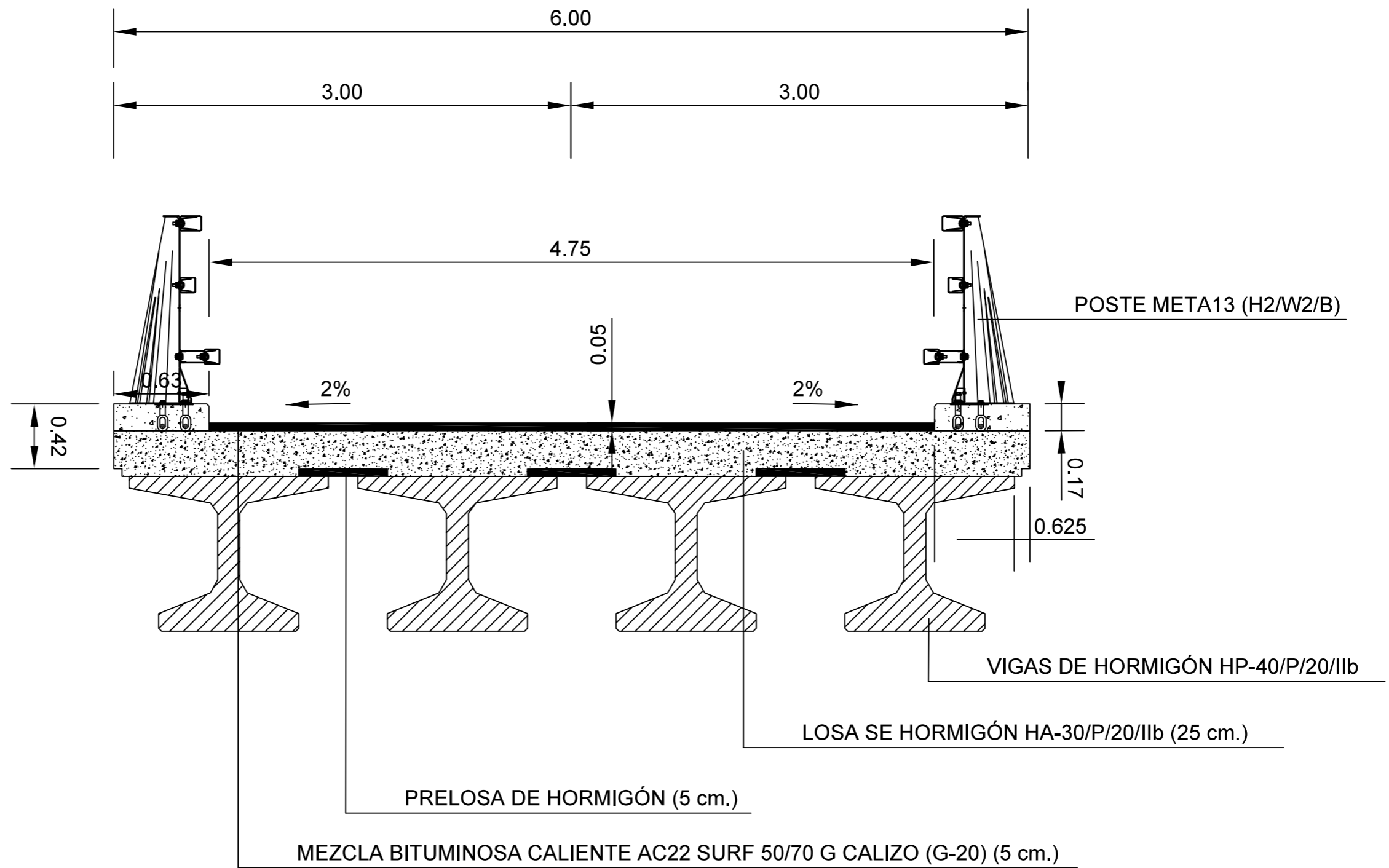
Diciembre 2020

Escala:

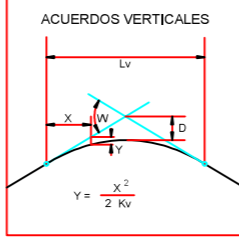
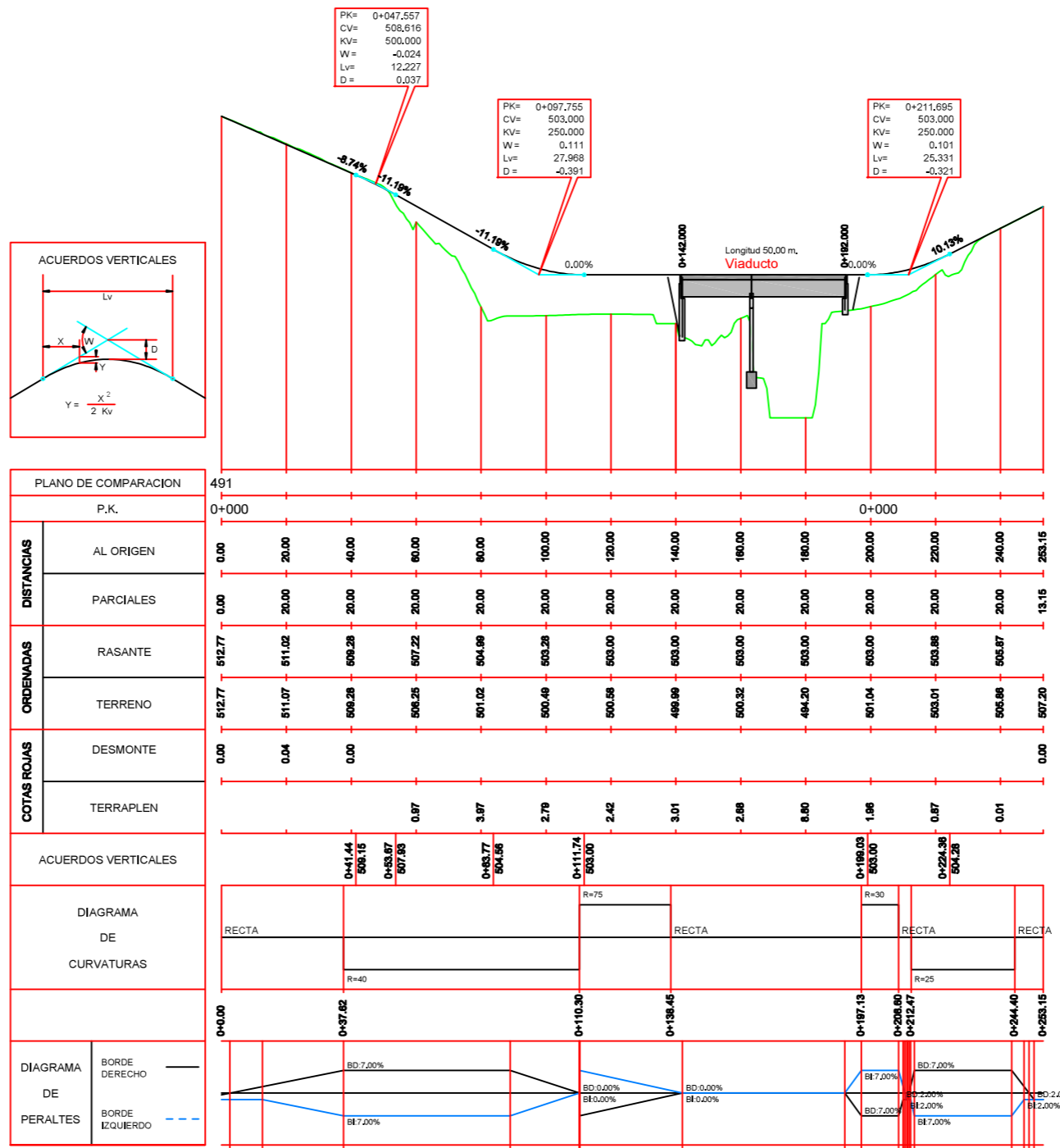
1: 30

Nº Plano:

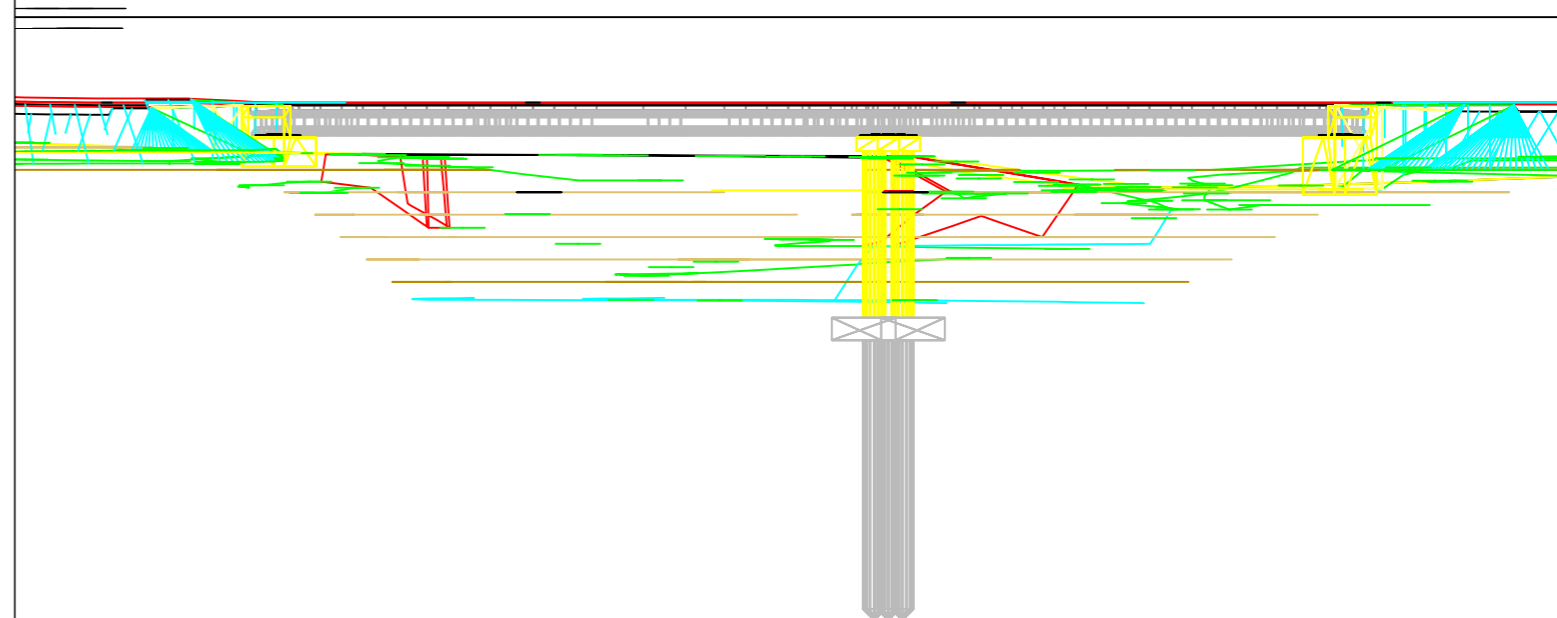
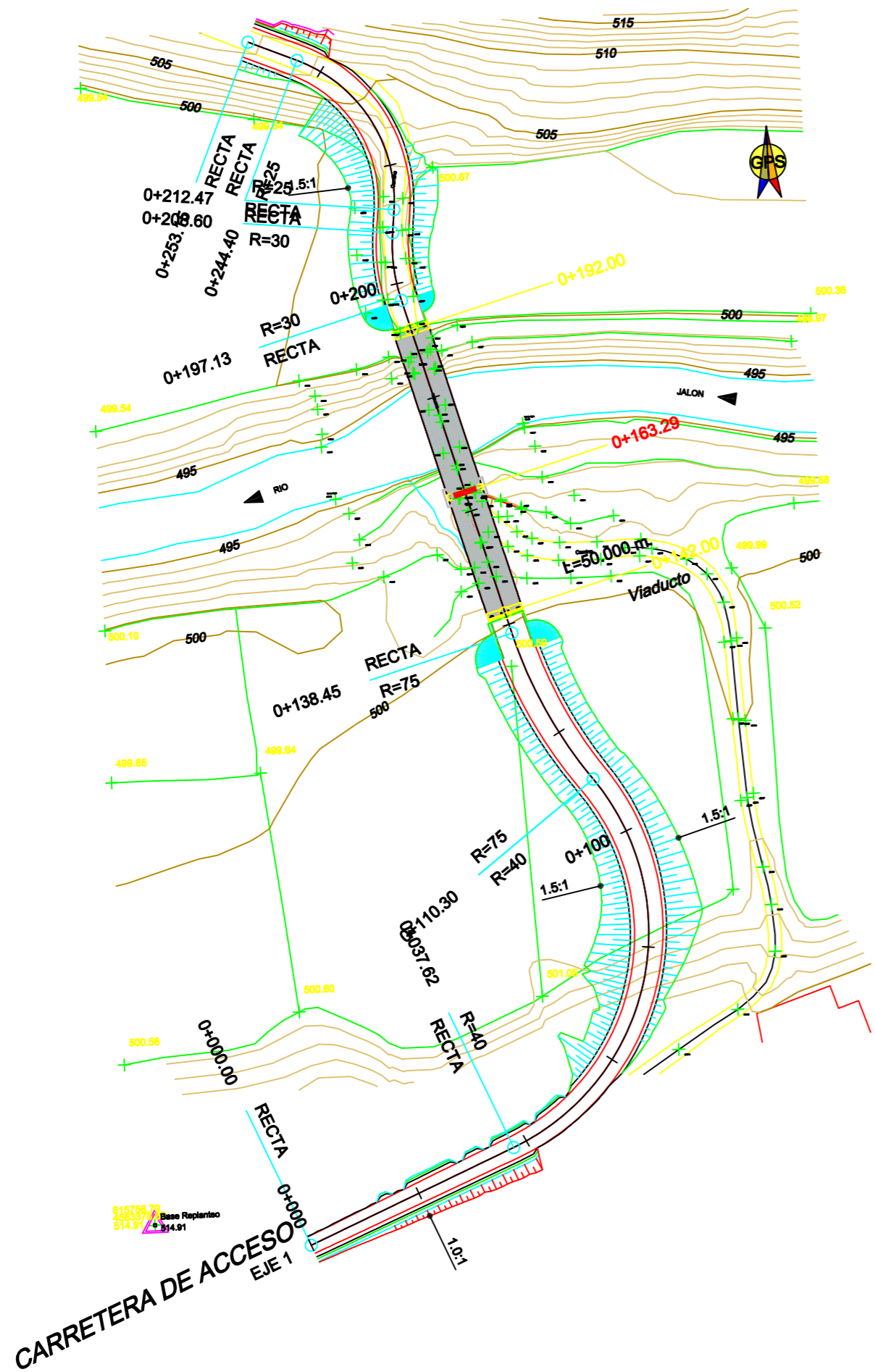
1



## SECCIÓN TIPO PAVIMENTO PUENTE



PLANO DE COMPARACION		491														
P.K.		0+000														
DISTANCIAS	AL ORIGEN	0.00	20.00	40.00	60.00	80.00	100.00	120.00	140.00	160.00	180.00	200.00	220.00	240.00	253.15	
	PARCIALES	0.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	13.15
ORDENADAS	RASANTE	512.77	511.02	509.26	507.22	504.99	503.26	503.00	503.00	503.00	503.00	503.00	503.88	506.97		
	TERRENO	512.77	511.07	509.26	508.25	501.02	500.49	500.58	499.99	500.32	494.20	501.04	503.01	505.98	507.20	
COTAS ROJAS	DESMONTE	0.00	0.04	0.00											0.00	
	TERRAPLEN				0.97	3.97	2.79	2.42	3.01	2.68	8.80	1.96	0.87	0.01		
ACUERDOS VERTICALES				0+41.44 508.15	0+63.67 507.80	0+83.77 504.56	0+111.74 503.00			0+198.03 503.00	0+224.38 504.28					
DIAGRAMA DE CURVATURAS		RECTA					R=75				R=30					
DIAGRAMA DE PERALTES																



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERIA DE OBRAS PUBLICAS



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

Proyecto: Estudio hidrológico e hidráulico para el diseño de un puente sobre el río Jalón. Modelización BIM del conjunto estructural. Término municipal de Calatayud (Zaragoza).

Plano: Vista en planta y en perfil

Autor: Caballero Sospedra, Juan y Rocha Araújo Isabella O.

Fecha: Diciembre 2020

Escala: 1: 1000

Nº Plano:

4



