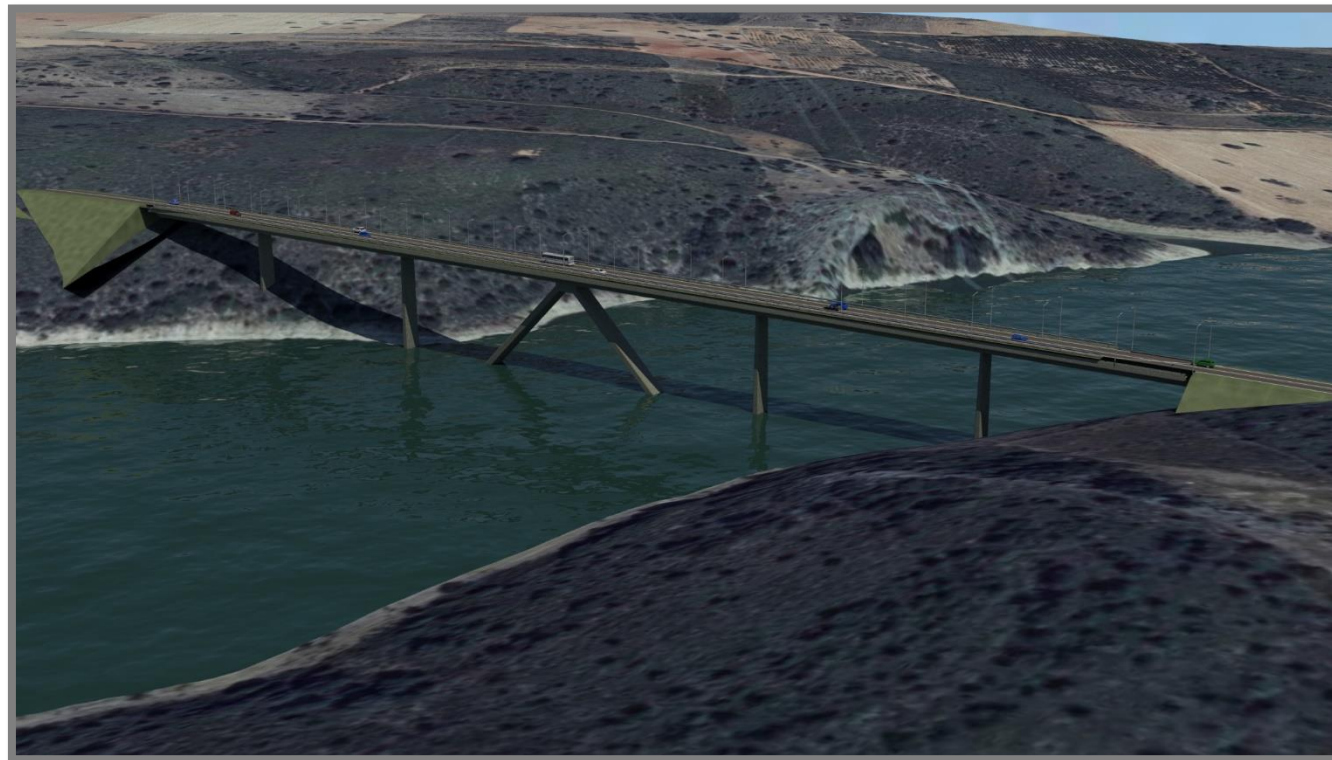




TRABAJO FIN DE GRADO  
GRADO EN TECNOLOGÍA DE  
LA INGENIERÍA CIVIL

Ángel Mateos Alonso  
15/16



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

ESCUELA TÉCNICA DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS  
DE A CORUÑA

GRADO EN TECNOLOGÍA DE LA INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO FIN DE GRADO

“ANTEPROYECTO DE NUEVO PUENTE EN LA N-631 SOBRE EL  
EMBALSE DE RICOBAYO”

“DRAFT OF NEW BRIDGE IN THE N-631 OVER THE RICOBAYO  
RESERVOIR”

AUTOR: MATEOS ALONSO, ÁNGEL

TUTOR: ANTÓN CASADO, ARTURO

SEPTIEMBRE 2016



Anteproyecto de nuevo  
puente en la N-631  
sobre el Embalse de Ricobayo

ÍNDICE  
GENERAL

Ángel Mateos Alonso  
15/16

## ÍNDICE GENERAL

### ■ DOCUMENTO1: MEMORIA

MEMORIA DESCRIPTIVA

MEMORIA JUSTIFICATIVA:

- ANEJO1: ANTECEDENTES
- ANEJO2: SITUACIÓN ACTUAL
- ANEJO3: CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA
- ANEJO4: GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
- ANEJO5: ESTUDIO SÍSMICO
- ANEJO6: CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA
- ANEJO7: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE TRAZADO
- ANEJO8: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS ESTRUCTURALES
- ANEJO9: ESTUDIO AMBIENTAL
- ANEJO10: ESTUDIO DEL TRÁFICO
- ANEJO11: FIRMES
- ANEJO12: ESTRUCTURAS
- ANEJO13: SERVICIOS AFECTADOS

### ■ DOCUMENTO2: PLANOS

- SITUACIÓN
- ESTADO ACTUAL
- PLANTA DEL TRAZADO
- PAGINADO DE LA PLANTA DEL TRAZADO
- PERFILES LONGITUDINALES
- PERFILES TRANSVERSALES
- SECCIONES TIPO
- ESTRUCTURA
- PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA ESTRUCTURA
- PASOS SUPERIORES
- PASOS INFERIORES

### ■ DOCUMENTO3: PRESUPUESTO

- MEDICIONES
- PRESUPUESTO



*Anteproyecto de nuevo  
puente en la N-631  
sobre el Embalse de Ricobayo*

*Ángel Mateos Alonso  
15/16*

MEMORIA

DESCRIPTIVA



*Anteproyecto de nuevo  
puente en la N-631  
sobre el Embalse de Ricobayo*

# MEMORIA DESCRIPTIVA

*Ángel Mateos Alonso  
15/16*

## ÍNDICE

1. ANTECEDENTES.....	5
2. OBJETO DEL PROYECTO.....	5
3. ESTADO ACTUAL.....	6
4. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA.....	6
5. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA.....	7
6. ESTUDIO SÍSMICO.....	7
7. CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA.....	8
8. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE TRAZADO.....	8
9. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS ESTRUCTURALES.....	10
10. ESTUDIO AMBIENTAL Y PROTECCIÓN DEL PATRIMONIO.....	12
11. ESTUDIO DEL TRÁFICO.....	12
12. FIRMES.....	13
13. ESTRUCTURAS.....	13
14. EXPROPIACIONES Y SERVICIOS AFECTADOS.....	14
15. PRESUPUESTO.....	14
16. DOCUMENTOS QUE INTEGRA EL ANTEPROYECTO.....	15
17. CONCLUSIONES.....	15



## 1. ANTECEDENTES

El presente anteproyecto surge como parte de los requerimientos para la obtención del Grado en Tecnología de la Ingeniería Civil impartido en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

Este Plan de Estudios exige a los alumnos la redacción, presentación y defensa de un Trabajo Fin de Grado, contenido en cualquier ámbito de competencia que abarca la titulación de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos.

En este marco, se elabora el presente Anteproyecto con título:

*"NUEVO PUENTE EN LA N-631 SOBRE EL EMBALSE DE RICOBAYO".*

En él, se enmarca el anteproyecto de obra civil relativo a un nuevo puente en la carretera nacional N-631 para salvar el Embalse de Ricobayo.

Ha sido el autor, a la vista de las carencias y necesidades explicadas a continuación, quien ha propuesto el Anteproyecto de Fin de Grado con la aceptación del profesor coordinador de la asignatura "Trabajo Fin de Grado". Se debe destacar las demandas de ciertos sectores sociales de la zona en realizar acciones en las que se puede enmarcar una actuación similar a la propuesta.

La construcción del tramo de la autovía A-66 entre Zamora y Benavente que, completa así la "Autovía Ruta de la Plata" que une Gijón con Sevilla, afectará al tráfico de la N-631 ya que supondrá una variante a dicha carretera para aquellos viajeros que tengan intención de utilizarla.

## 2. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto de este anteproyecto es la justificación, predimensionamiento, diseño geométrico y estimación económica de todos los elementos necesarios para definir las características técnicas, constructivas y económicas que serán de aplicación en la ejecución de la obra civil que le da nombre.

Con el presente anteproyecto se pretende mejorar el tránsito de los vehículos que circulen por la vía a su paso por el embalse, así como suavizar el trazado de ésta en los tramos de vía aledaños al mismo de tal forma que el tráfico sea más fluido.

La construcción de un nuevo puente en la zona incluirá las siguientes mejoras:

- Permitirá que en él se puedan cruzar dos coches, ya que hasta el momento no era posible debido a una anchura inferior a 4m.
- Suavizará el trazado de la vía en las zonas aledañas al puente aumentando los radios de curvatura minimizando, a priori, los riesgos de accidentes de tráfico.
- Eliminar las congestiones producidas a la entrada y salida del puente debido a su estrechez.

Dado que una reforma o adaptación del puente actual se hace complicada debido a su tipología, se ha decidido diseñar uno nuevo, por ello se valorarán ciertos aspectos a tener en cuenta como son:

- Un nuevo trazado menos sinuoso adaptado a lo dispuesto en la Instrucción de Carreteras Norma 3.1 IC.
- Maximizar la integración de la obra en el entorno natural de la zona.

Con la construcción de este nuevo puente se espera que mantenga e incluso aumente la afluencia, tanto de vehículos de particulares como de vehículos de transporte de mercancías, mejorando la seguridad vial del tramo.



### 3. ESTADO ACTUAL

La Carretera Nacional N-631 tiene una longitud aproximada de unos 56 km y discurre durante todo su recorrido por la provincia de Zamora. Ésta une el Embalse de Ricobayo con la localidad de Rionegro del Puente siendo, a pesar de una longitud corta, el principal nexo de comunicación para viajar desde el sur de Galicia a ciudades como Salamanca o a regiones como Andalucía o Extremadura sin tener que abandonar el territorio nacional. Además, es la principal vía de comunicación con la comarca de Sanabria donde se encuentra el Parque Natural del Lago de Sanabria, siendo una de las zonas más turísticas de la Comunidad Autónoma de Castilla y León.

El estado actual de la vía no es el óptimo debido a que presenta tramos de alta siniestralidad debido al trazado, en zonas con curvas de alta sinuosidad, y a la presencia de animales sueltos. En el tramo de estudio, comprendido entre el comienzo de la N-631 y la localidad de Pozuelo de Tábara con una longitud aproximada de 14,4 km, nos encontramos con una Intensidad Media Diaria (IMD) de unos 3206 vehículos al día con un porcentaje de 9.5% de vehículos pesados según los datos del estudio elaborado por la Real Automóvil Club de Cataluña de evaluación de carreteras EuroRAP en España del año 2014 y la estación ZA-122-1 situada al comienzo de la N-631, próxima a la localidad de Montamarta, en ese mismo año.

### 4. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

La cartografía utilizada para la realización del anteproyecto ha sido obtenida de diferentes fuentes. Del Instituto Geográfico Nacional se obtuvieron archivos MDT (con paso de malla de 25m, hojas 0339 y 0340) y las ortofotos de máxima resolución utilizadas (mismas hojas que los archivos MDT). Además, del Servicio de Cartografía de la Junta de Castilla y León, se obtuvieron capas de infraestructuras y urbanizaciones. Tal y como se explica en el ANEJO3: CARTOGRAFÍA, se han utilizado los softwares comerciales GLOBAL MAPPER e ISTRAM-ISPOL para su depuración y modificado.

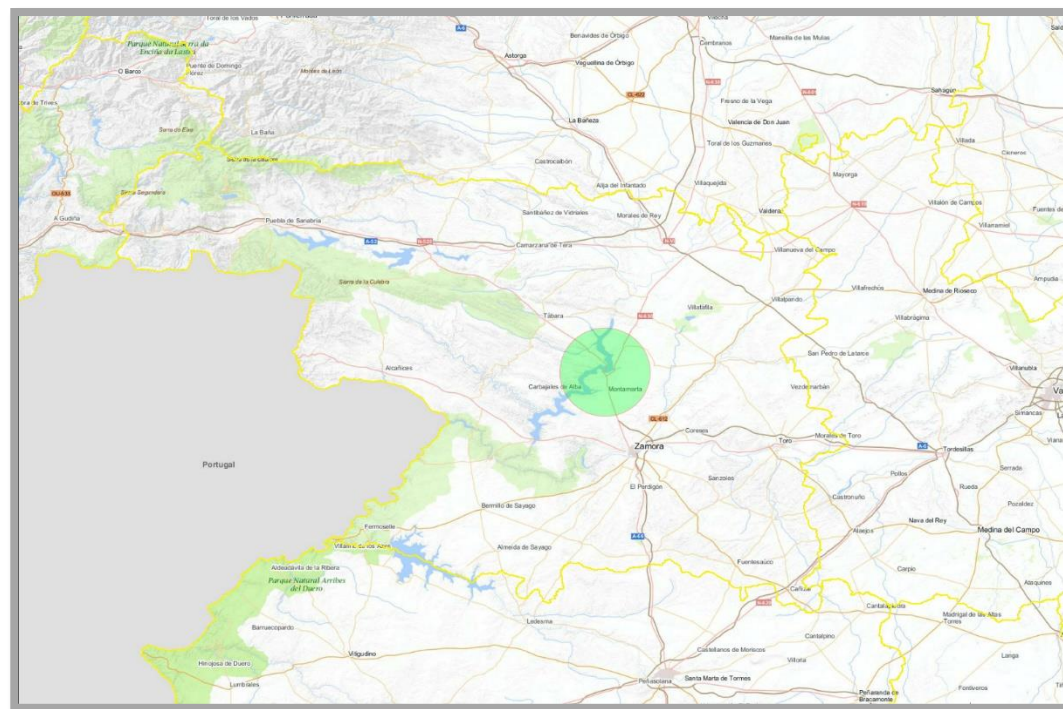


Ilustración 1: Situación en la provincia de Zamora. Fuente: IGN



*Anteproyecto de nuevo  
puente en la N-631  
sobre el Embalse de Ricobayo*

# MEMORIA DESCRIPTIVA

*Ángel Mateos Alonso  
15/16*

## 5. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

Tal y como se detalla en el ANEJO 4: GEOLOGÍA Y CARTOGRAFÍA, la zona donde se desarrolla el anteproyecto destacan principalmente los limos y las arenas ocre con brechas ferruginosas en los primeros metros del trazado. A medida que avanzamos hacia la zona donde se ubica el puente nos encontramos con conglomerados cuarcíticos de matriz arcillo-arenosa, bancos de cuarcitas, así como alternancias de cuarcitas micáceas y filitas. En el margen derecho del embalse nos encontramos una disposición muy similar a la que se encuentra en la zona anterior.

Desde el punto de vista geotécnico durante todo el recorrido del trazado nos podemos encontrar con problemas de diversa índole, desde posibles problemas geomorfológicos al comienzo de la carretera hasta problemas hidrológicos en el entorno del embalse o una concurrencia de problemas litológicos, geomorfológicos y geotécnicos en la margen derecha de éste.

Por estas razones, en un futuro proyecto constructivo habría que realizar un estudio pormenorizado del entorno geológico de la zona, así como un análisis de los problemas geotécnicos que se pueden encontrar a la hora de realizar el proyecto.

## 6. ESTUDIO SÍSMICO

En el ANEJO 5: ESTUDIO SÍSMICO, se puede encontrar un poco más detallado este apartado. Se han seguido las indicaciones propuestas en la norma NSCE-02. Según éstas, podemos encuadrar el proyecto en una obra de importancia moderada. Según el Mapa de Peligrosidad que la norma nos facilita, se puede comprobar que la zona de proyecto se encuentra en una franja donde la aceleración básica es inferior a 0.04g. Con éstos datos, y siguiendo lo establecido, no es necesario tener en cuenta las posibles cargas sísmicas.



## 7. CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA

Según la clasificación climática de Köppen, los municipios por donde discurre el trazado se engloban dentro de un clima oceánico con verano seco. Dado que en la zona hay escasez de estaciones meteorológicas, hacer una tipificación del clima se hace complicado. No obstante, se pueden adoptar las características climáticas de San Cebrián de Castro debido a su cercanía:

VARIABLE CLIMÁTICA	VALOR MEDIO
Temperatura media anual	12 a 14 °C
Temperatura media mes mas frio	4 a 6 °C
Temperatura media mes mas calido	20 a 24 °C
Duracion media del periodo de heladas	6 meses
Precipitacion media anual	400mm a 600mm

Ilustración 2: Características climáticas. Fuente: Normas urbanísticas de San Cebrián de Castro

Al analizar los datos anteriores, se puede hacer una clasificación un poco más rigurosa, de tal forma que el tipo de clima de la zona sea Mediterráneo Seco, en el cual los inviernos son muy fríos, alcanzando temperaturas bajo cero, y veranos calurosos y secos, con temperaturas superiores a los 30 grados e índices de humedad por debajo del 30%.

En el aspecto hidrológico se debe enmarcar la zona dentro del ámbito de la cuenca del Río Esla, más concretamente en el Embalse de Ricobayo. Dado que el embalse es el que tiene la función de laminar las avenidas, y por ello se sabe en todo momento que cota tiene la lámina de agua, no se ha procedido al cálculo de avenidas.

Los detalles de forma pormenorizada se encuentran en el ANEJO 6: CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA.

## 8. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE TRAZADO

Tal y como se puede apreciar en el ANEJO6: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE TRAZADO, se han propuesto tres trazados en el entorno cercano del actual y se ha procedido a analizarlos y a valorarlos escogiendo el ideal.

Las tres alternativas propuestas son las siguientes:

- **Alternativa-1:** Es la alternativa más larga de las tres (5.587 m), situando el puente (560 m) sobre el embalse aguas abajo del actual. Se inicia en el PK 0+000 de la N-631, en la glorieta que sirve de enlace para acceder a la A-66 así como a la N-630. El trazado aprovecha el trazado actual de la N-630 hasta el PK 1+100, adecuando este tramo a las características del nuevo trazado. El trazado contempla un viaducto de aproximadamente de 560 m de longitud para salvar el Embalse de Ricobayo. La zona por donde discurre presenta una orografía compleja con la necesidad de realizar desmontar cantidades elevadas de tierra.
- **Alternativa-2:** Es la alternativa más corta (2.069 m), situando el puente aguas arriba del actual. Comienza, al igual que la Alternativa-1, en el PK 0+000 de la N-631, en la glorieta que da acceso a la A-66 y que ya está ejecutada. Las tres alternativas presentan un viaducto con el objetivo de salvar el Embalse de Ricobayo, en este caso se trata de un viaducto de 405 m de longitud.
- **Alternativa-3:** Se sitúa al Norte del puente actual, muy próximo a la localidad de Fontanillas de Castro. Comienza en el PK 251+900 de la N-630, en una glorieta, ya ejecutada, en la cual podemos acceder a un enlace de la A-66 (Enlace de Fontanillas de Castro), seguir por la N-630 dirección Benavente, o visitar el Castillo de Castrotorafe a través del camino histórico de la Vía de la Plata. El puente es más corto que el de las otras alternativas (334 m).



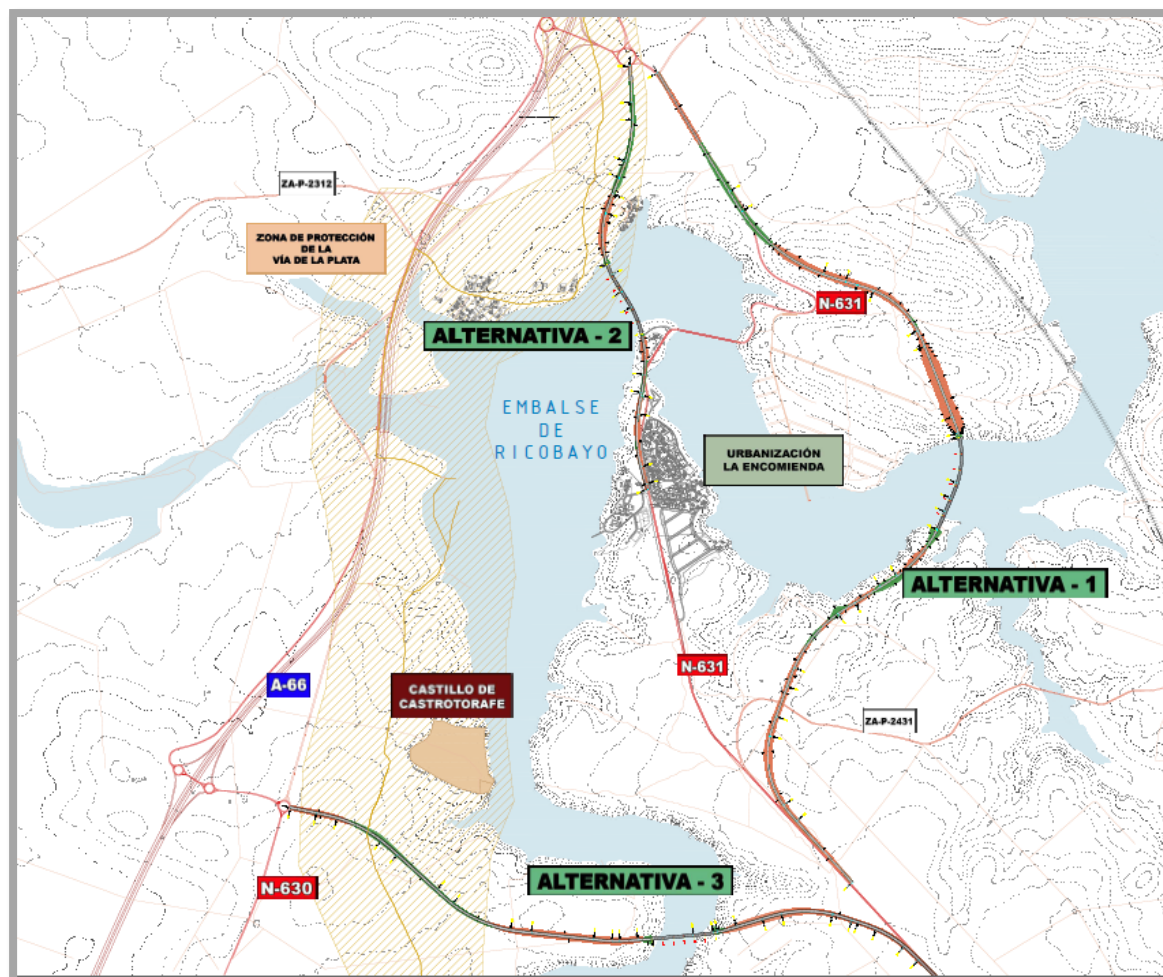


Ilustración 3: Planta de las alternativas

A continuación, se muestra una tabla resumiendo las características de las tres alternativas propuestas:

	ALTERNATIVA -1	ALTERNATIVA -2	ALTERNATIVA -3
Longitud (m)	5.587,00	2.069,00	3.607,00
Pendiente máxima (%)	3,73%	2,90%	3,92%
Pendiente media (%)	1,96%	1,33%	1,51%
Porcentaje con tramo con $i > 6\%$ (m)	0,00%	0,00%	0,00%
Longitud en recta (m)	3.175,00	616,00	1.817,00
Longitud media en recta (%)	57%	30%	50%
Longitud puente (m)	560,00	405,00	334,00
Radio medio en curva (m)	625,00	650,00	747,00
Radio mínimo en curva (m)	450,00	450,00	492,00
Terraplén (m <sup>3</sup> )	77.193,00	20.143,34	120.360,79
Desmonte (m <sup>3</sup> )	672.946,60	81.648,61	198.325,36
Compensación de tierras (m <sup>3</sup> )	595.753,60	61.505,27	77.964,57
Área ocupada (m <sup>2</sup> )	156.593,13	46.486,96	92.224,38

Con estas características y una serie de criterios mediante los cuales evaluar las distintas alternativas propuestas se obtienen unas puntuaciones. Para evaluar las alternativas se han establecido cuatro criterios:

- **Criterio ambiental:** contempla los movimientos de tierras, y la posible afección a la fauna, a la flora y al territorio.
- **Criterio social:** pondera el impacto sobre las edificaciones existentes, las expropiaciones y el beneficio social futuro. En él se exponen la longitud, radios medios y otros parámetros que caracterizan a las distintas alternativas.
- **Criterio funcional:** en él se exponen la longitud, radios medios y otros parámetros que caracterizan a las distintas alternativas, así como la afección a carreteras y caminos existentes y la utilidad de la obra en previsión de futuros proyectos complementarios.
- **Criterio económico:** valora en términos económicos los distintos trazados.

A estos criterios se le han asignado unas ponderaciones con el fin de que aquellos criterios que se consideren más relevantes se vea reflejado.

CRITERIO	AMBIENTAL	SOCIAL	FUNCIONAL	ECONÓMICO
PESO	0,25	0,20	0,30	0,25



Se han utilizado dos métodos para la valoración, el Método de las Medias Ponderadas y el Método Press. Con los criterios adoptados y sus correspondientes pesos, así como los métodos de evaluación establecidos se obtienen las siguientes puntuaciones:

MÉTODO PRESS		MEDIAS PONDERADAS	
	Di/di		SUMA
ALTERNATIVA -1	0,081	ALTERNATIVA-1	0,111
ALTERNATIVA -2	2,077	ALTERNATIVA-2	0,686
ALTERNATIVA -3	5,141	ALTERNATIVA-3	0,804

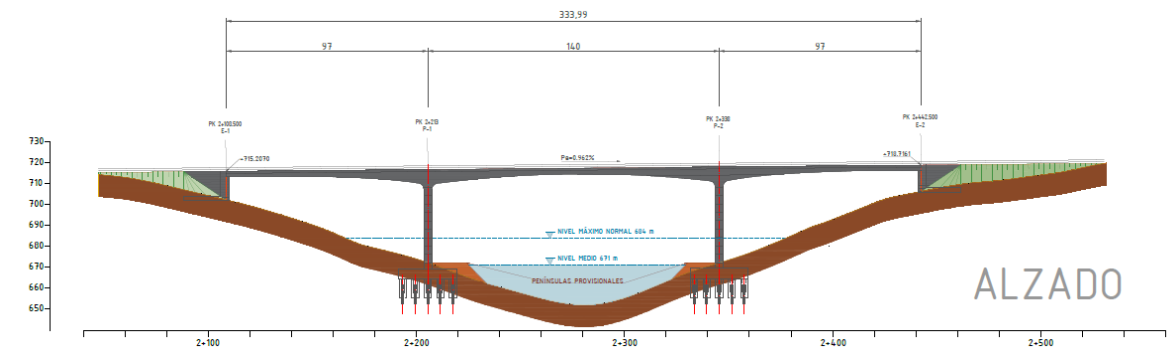
Por lo tanto, y de acuerdo con las puntuaciones obtenidas, la alternativa escogida es la ALTERNATIVA 3.

### 9. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS ESTRUCTURALES

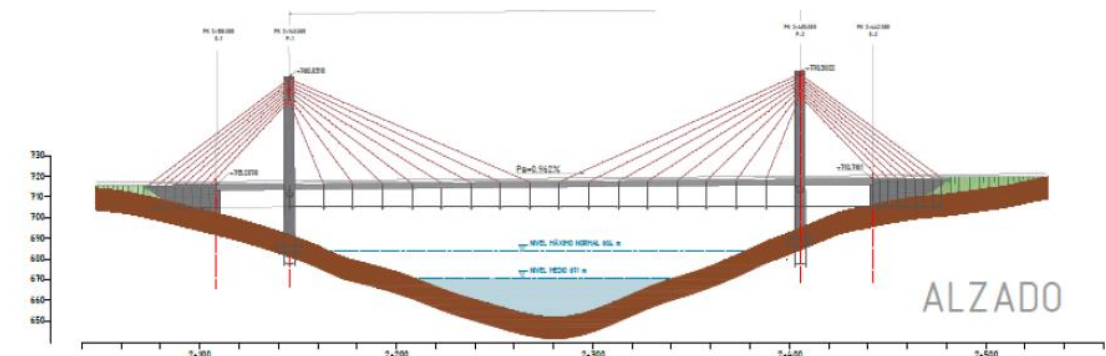
En el ANEJO7: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS ESTRUCTURALES están expuestas 4 soluciones estructurales para el puente que se debe ubicar sobre el embalse. En él se analizan y valoran las distintas tipologías escogiendo la ideal.

Las 4 alternativas propuestas son:

- Alternativa-1:** La Alternativa-1 se trata de un puente de hormigón de 334 m dividido en tres vanos que muestra la siguiente distribución: 97 + 140 + 97; de tal forma que presenta una relación entre el vano principal y los aledaños de aproximadamente 1/70, intentando uniformizar la ley de esfuerzos flectores en todos los vanos. Se propone un tablero continuo empotrado en las pilas del vano principal. El canto del mismo varía parabólicamente, presentando un canto de 6.25 m (L/20) en los apoyos con las pilas y un canto de 2.5 m (L/50) en los estribos y en el centro del vano principal.

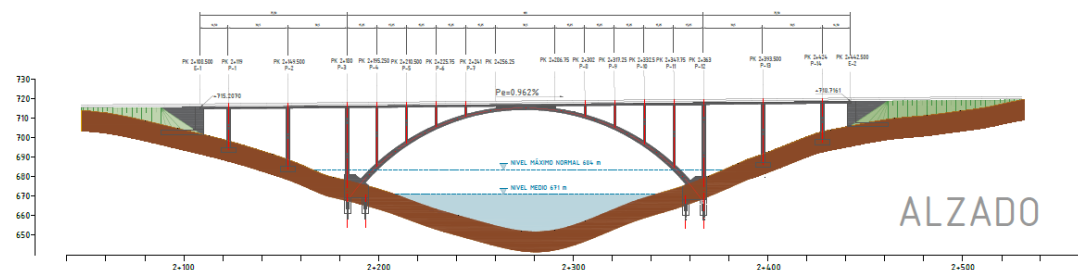


- Alternativa-2:** La Alternativa-2 se trata de un puente atirantado de 334 m dividido en tres vanos que muestra la siguiente distribución: 37 + 260 + 37 m; se ha dispuesto de esta forma para evitar la afección al vaso del embalse, así como intentar que los esfuerzos en el vano principal sean contrarrestados por los vanos aledaños y los estribos. El canto es constante y continuo de 2.5 m con una relación luz/canto de aproximadamente L/104.

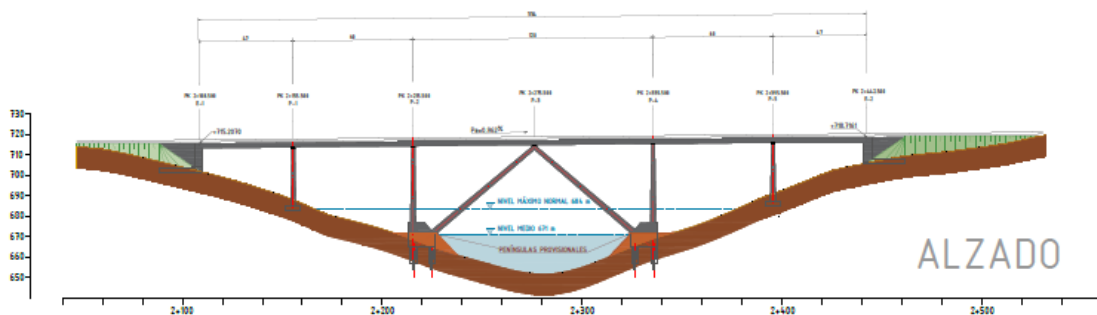




- Alternativa-3:** La Alternativa-3 se trata de un puente de tipología arco de 334 m. El arco que presenta el puente es de 183 m de luz; ésta se encuentra dividida en 10 vanos de 15.25 m y otro central de 30.5 m donde el arco se une con el tablero. La distribución de luces en el puente es la siguiente: 14.5 + 30.5 + 30.5 + 5 x 15.25 + 30.5 + 5 x 15.25 + 30.5 + 30.5 + 14.5 m. El canto del tablero es de 1.7 m continuo y constante guardando una relación canto/luz de 1/107.



- Alternativa-4:** La Alternativa-4 se trata de un puente de 334 m que salva el embalse mediante un arco triangular de 120 m. La distribución de vanos que presenta el puente es la siguiente: 47 + 60 + 120 + 60 + 47 m. Presenta un tablero de canto constante y continuo de 2.40 m que guarda una relación canto/luz de 1/25.



Con estas características y una serie de criterios mediante los cuales evaluar las distintas alternativas propuestas se obtienen unas puntuaciones. Para evaluar las alternativas se han establecido cuatro criterios:

- Criterio técnico:** valora la dificultad a la hora de realizar las diferentes tareas a llevar a cabo en las campañas de construcción del puente, recibiendo una puntuación mejor aquella alternativa que presente menos inconvenientes.
- Criterio estético:** pondera el impacto visual de la nueva construcción en la zona, valorando positivamente aquellos diseños que presentan una estética más atractiva o adecuada.
- Criterio ambiental:** en él se valora como el proceso constructivo afecta a la cuenca del embalse, así como las medidas auxiliares que se deban tomar a lo largo del mismo.
- Criterio económico:** valora en términos económicos los distintos diseños.

A estos criterios se le han asignado unas ponderaciones con el fin de que aquellos criterios que se consideren más relevantes se vea reflejado.

CRITERIO	TÉCNICA	ESTÉTICA	AMBIENTAL	ECONÓMICA
PESO	0,25	0,25	0,20	0,30

Se han utilizado dos métodos para la valoración, el Método de las Medias Ponderadas y el Método Press. Con los criterios adoptados y sus correspondientes pesos, así como los métodos de evaluación establecidos se obtienen las siguientes puntuaciones:

MEDIAS PONDERADAS		MÉTODO PRESS	
	SUMA		Di/di
ALTERNATIVA-1	0,544	ALTERNATIVA -1	1,080
ALTERNATIVA-2	0,533	ALTERNATIVA -2	1,024
ALTERNATIVA-3	0,336	ALTERNATIVA -3	0,339
ALTERNATIVA-4	0,694	ALTERNATIVA -4	2,852

Por lo tanto, y de acuerdo con las puntuaciones obtenidas, la alternativa escogida es la **ALTERNATIVA 4**.



#### 10. ESTUDIO AMBIENTAL Y PROTECCIÓN DEL PATRIMONIO

En el ANEJO 9: ESTUDIO AMBIENTAL Y PROTECCIÓN DEL PATRIMONIO se detalla el entorno donde se desarrolla el proyecto especificando los usos del suelo, la fauna y la flora del lugar, así como elementos arquitectónicos o históricos que se pueden ver afectados. Para ello se ha tenido en cuenta la legislación europea, estatal y autonómica que rigen la manera de proteger y de actuar en proyectos de esta índole.

Con respecto a la vegetación del lugar cabe destacar tres tipos. La primera es la vegetación arbórea donde destacan principalmente las encinas cuyo aprovechamiento es marginal. La segunda es la vegetación de matorral donde destaca la jara, la retama y el tomillo. Y, por último, se tiene la vegetación herbácea donde dominan los pastizales y los prados de siega.

La fauna de la zona se debe dividir según el área donde se asienten. En los campos de cultivo tenemos especies como codornices, palomas o avutardas cuyo ciclo vital lo realizan parcial o totalmente en esa área y especies como milanos o águilas cuyo ciclo vital lo extienden por otros hábitats. También, en ésta área, conviven especies como el lobo, topos, erizos o lagartijas. En las áreas de encinares próximas al embalse coexisten especies como el ratón de campo, el tejón o el conejo. Y, por último, en las áreas de los cursos fluviales se tienen especies como la grulla, el pato cuchara o el aguilucho lagunero.

Respecto a los recursos forestales, se tiene, en la comarca de Campos-Pan, a la cual pertenece el área de estudio, una cobertura forestal del 20%. La composición de ésta es la siguiente con respecto al total de la provincia:

Frondosas.....	2,59%
Coníferas.....	5,46%
Coníferas-frondosas.....	-

En general, el aprovechamiento de la madera es marginal en comparación con otras zonas de la provincia.

Existe un aprovechamiento de los terrenos disponibles para explotaciones agrícolas y ganaderas. Las zonas de cultivo se emplean principalmente para remolacha, alfalfa, cebada y trigo. Es el ganado porcino el más numeroso en la comarca donde se ubica el proyecto, seguido por el ganado ovino y en tercer lugar por el ganado bovino. El ganado bovino presenta una gran importancia ya que es el más numeroso de la provincia de Zamora.

El paisaje se caracteriza por su suave orografía, dominada por escasos desniveles y amplios horizontes. Éste presenta tonalidades verdes durante el invierno y la primavera dejando lugar a tonos ocres durante el verano y el otoño.

Con respecto al patrimonio que se ve afectado, debemos destacar la Vía de la Plata, considerado camino histórico y Bien de Interés Cultural que goza de protección integral; y el Despoblado y el Castillo de Castrotorafe, ambos datados a comienzos de los siglos XI-XII.

#### 11. ESTUDIO DEL TRÁFICO

El proyecto se ubica en la carretera nacional N-631, de titularidad del Ministerio de Fomento. Donde se realiza la actuación es en los primeros kilómetros de ésta, donde presenta una IMD de aproximadamente 3200 vehículos/ día con un porcentaje de vehículos pesados del 9.5%, según los datos recogidos por la estación de aforo ZA-122-1 situada al comienzo de la misma.

Se hizo un estudio del nivel de servicio de la vía, obteniéndose un NIVEL DE SERVICIO C, y un NIVEL DE SERVICIO D para el año horizonte, siendo éste 2040.

Se ha determinado que no es necesario, para el nuevo trazado, disponer de un carril adicional, siguiendo las disposiciones que se encuentran en la Norma 3.1-IC de Trazado.

En lo relativo a la estacionalidad se ha observado una mayor afluencia de vehículos en la época estival que en invierno, achacable a los desplazamientos vacacionales y de ocio.

En el ANEJO 10: ESTUDIO DEL TRÁFICO se encuentra lo expuesto de forma detallada.



## 12. FIRMES

Tal y como aparece descrito en el ANEJO 11: FIRMES, las disposiciones de las capas se han realizado de la siguiente manera:

Nuevo paquete de firme:

- **Capa de Rodadura:** 5 cm de mezcla bituminosa en caliente AC16 surf 35/50 D
- **Riego de adherencia**
- **Capa Intermedia:** 5 cm de mezcla bituminosa en caliente AC22 bin 35/50 D
- **Riego de adherencia**
- **Capa base:** 15 cm de mezcla bituminosa en caliente AC 22 base 50/70 G
- **Riego de Imprimación**
- **Base granular:** 20 cm de zahorra ZA-20

Paquete de firme sobre estructura:

- **Capa de Rodadura:** 5 cm de mezcla bituminosa en caliente AC16 surf 35/50 D
- **Riego de adherencia**
- **Capa Intermedia:** 5 cm de mezcla bituminosa en caliente AC22 bin 35/50 D

Para determinar los paquetes de firmes se han seguido las indicaciones de la Norma 6.1-IC: Secciones de Firmes.

## 13. ESTRUCTURAS

Para llevar a cabo el dimensionamiento del puente y de las estructuras de paso como los pasos inferiores y superiores se han seguido las recomendaciones e indicaciones recogidas en el documento "Obras de paso de nueva construcción. Conceptos generales".

En el ANEJO 12: ESTRUCTURAS aparecen detallados el dimensionamiento de las distintas partes del puente y de los otros elementos estructurales dispuestos en el proyecto.



#### 14. EXPROPIACIONES Y SERVICIOS AFECTADOS

Al ser una obra de nueva construcción se han tenido que ocupar terrenos y parcelas de particulares. Todas son de clase rústica, de tal forma que ningún núcleo urbano se ve afectado por el nuevo trazado de forma directa. Los tipos de cultivo de las parcelas afectadas se encuentran en los municipios de Perilla de Castro y San Cebrián de Castro y su tipo de cultivo se engloban en Labor o Labradío seco, Monte Bajo o Pastos. Aquellas parcelas que, una vez realizadas las actuaciones quedasen sin comunicación se expropian en su totalidad.

Las parcelas afectadas han sido clasificadas según su tipo de cultivo, el paraje y el municipio donde se encuentran, siendo valoradas según los precios por hectárea obtenidos de la Consejería de Economía y Hacienda de la Junta de Castilla y León.

Los servicios afectados son carreteras, caminos y redes de alta tensión. Se han buscado una serie de soluciones a estas afecciones de tal forma que los servicios mantengan su operatividad después de llevar a cabo las actuaciones.

El presupuesto de expropiaciones asciende a la cantidad de 27.418,28 € teniendo en cuenta un premio de afección del 5%.

En el ANEJO 13: EXPROPIACIONES Y SERVICIOS AFECTADOS, están detallados la superficie afectada por el trazado, el presupuesto de expropiaciones y los planos de las parcelas afectadas.

#### 15. PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
01	EXPLANACIONES.....	1.961.219,39	15,08
02	DRENAJE.....	1.032.675,62	7,94
03	FIRMES.....	874.295,92	6,72
04	PUENTES Y OTRAS ESTRUCTURAS.....	10.484.788,82	65,39
05	SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL.....	162.760,51	1,25
06	IMPACTO AMBIENTAL.....	102.862,65	0,79
07	SEGURIDAD Y SALUD.....	146.186,03	1,12
08	GESTIÓN DE RESIDUOS.....	73.823,94	0,57
09	VARIOS.....	148.386,13	1,14
		<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>13.006.917,07</b>
		17,00% Gastos generales.....	2.211.175,90
		6,00% Beneficio industrial..	780.415,02
		<b>SUMA DE G.G. y B.I.</b>	<b>2.991.590,92</b>
		<b>PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN</b>	<b>15.292.973,79</b>
		21,00% I.V.A.....	3.359.683,68
		<b>PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN CON I.V.A.</b>	<b>19.358.194,67</b>

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de DIECINUEVE MILLONES TRESCIENTOS CINCUENTA Y OCHO MIL CIENTO NOVENTA Y CUATRO EUROS con SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS



Anteproyecto de nuevo  
puente en la N-631  
sobre el Embalse de Ricobayo

# MEMORIA DESCRIPTIVA

Ángel Mateos Alonso  
15/16

## 16. DOCUMENTOS QUE INTEGRA EL ANTEPROYECTO

DOCUMENTO1: MEMORIA

MEMORIA DESCRIPTIVA

MEMORIA JUSTIFICATIVA:

ANEJO1: ANTECEDENTES

ANEJO2: SITUACIÓN ACTUAL

ANEJO3: CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

ANEJO4: GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y SISMICIDAD

ANEJO5: CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA

ANEJO6: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE TRAZADO

ANEJO7: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS ESTRUCTURALES

ANEJO8: ESTUDIO AMBIENTAL

ANEJO9: ESTUDIO DEL TRÁFICO

ANEJO10: FIRMES

ANEJO11: ESTRUCTURAS

ANEJO12: SERVICIOS AFECTADOS

DOCUMENTO2: PLANOS

SITUACIÓN

ESTADO ACTUAL

PLANTA DEL TRAZADO

PAGINADO DE LA PLANTA DEL TRAZADO

PERFILES LONGITUDINALES

PERFILES TRANSVERSALES

SECCIONES TIPO

ESTRUCTURA

PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA ESTRUCTURA

PASOS SUPERIORES

PASOS INFERIORES

DOCUMENTO3: PRESUPUESTO

MEDICIONES

PRESUPUESTO

## 17. CONCLUSIONES

Considerando que el presente anteproyecto está redactado de acuerdo con las normas vigentes sobre la materia y que contiene los documentos reglamentarios, se somete a su consideración por parte de la Escuela Técnica Superior de Caminos, Canales y Puertos de A Coruña (Universidade da Coruña).

A Coruña, a septiembre de 2016.

**El autor del Anteproyecto**

**Ángel Mateos Alonso**



*Anteproyecto de nuevo  
puente en la N-631  
sobre el Embalse de Ricobayo*

*Ángel Mateos Alonso  
15/16*

MEMORIA

JUSTIFICATIVA





*Anteproyecto de nuevo  
puente en la N-631  
sobre el Embalse de Ricobayo*

*Ángel Mateos Alonso  
15/16*

---

ANEJO 1 :  
ANTECEDENTES



*Anteproyecto de nuevo  
puente en la N-631  
sobre el Embalse de Ricobayo*

ANEJO 1 :

ANTECEDENTES

*Ángel Mateos Alonso  
15/16*

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. ANTECEDENTES .....	3



## 1. INTRODUCCIÓN

El presente anteproyecto surge como parte de los requerimientos para la obtención del Grado en Tecnología de la Ingeniería Civil impartido en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidade da Coruña.

Este Plan de Estudios exige a los alumnos la redacción, presentación y defensa de un Trabajo Fin de Grado, contenido en cualquier ámbito de competencia que abarca la titulación de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos.

En este marco, se elabora el presente Anteproyecto con título:

“NUEVO PUENTE EN LA N-631 SOBRE EL EMBALSE DE RICOBAYO”

## 2. ANTECEDENTES

El único antecedente administrativo que encontramos data del año 2007 en el que el Ministerio de Fomento encargó a la UTE Proes-Incosa la redacción de un proyecto de reparación del actual Puente de La Estrella, el cual no se ha llevado a cabo. No obstante, en los últimos años, tanto los alcaldes de los municipios de la zona como agentes sociales han solicitado la construcción de un nuevo puente o la reparación del actual como alternativa última, ya que no creen que sea una infraestructura acorde a los tiempos que corren.



*Anteproyecto de nuevo  
puente en la N-631  
sobre el Embalse de Ricobayo*

*Ángel Mateos Alonso  
15/16*

---

ANEJO 2 :

SITUACIÓN ACTUAL



## ÍNDICE

1. UBICACIÓN.....	3
2. ESTADO ACTUAL.....	4
3. NECESIDADES .....	5



## 1. UBICACIÓN

El anteproyecto propuesto consiste en un puente en la N-631 sobre el Embalse de Ricobayo sustituyendo al actual que muestra una serie de carencias.

Para la realización de este anteproyecto nos situamos en la Comunidad Autónoma de Castilla y León, concretamente en la provincia de Zamora. La zona de proyecto se encuentra entre los municipios de Perilla de Castro y San Cebrián de Castro a unos escasos 25 km de la capital zamorana. La zona próxima al puente actual posee una urbanización de viviendas unifamiliares conocida como La Encomienda, además de una zona destinada al ocio denominada de la misma forma.

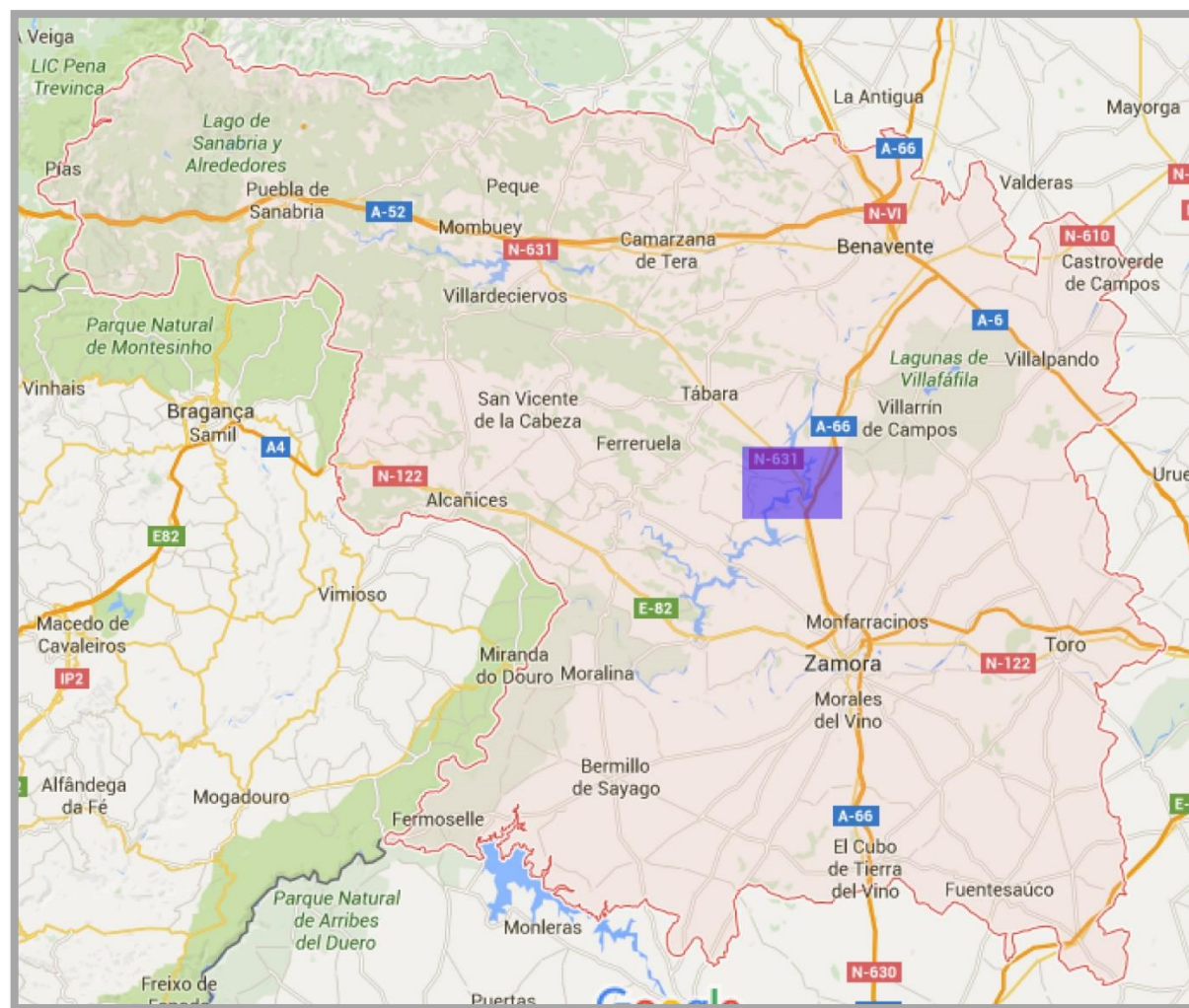


Figura 1. Plano General de la Provincia de Zamora. Fuente: Google Maps

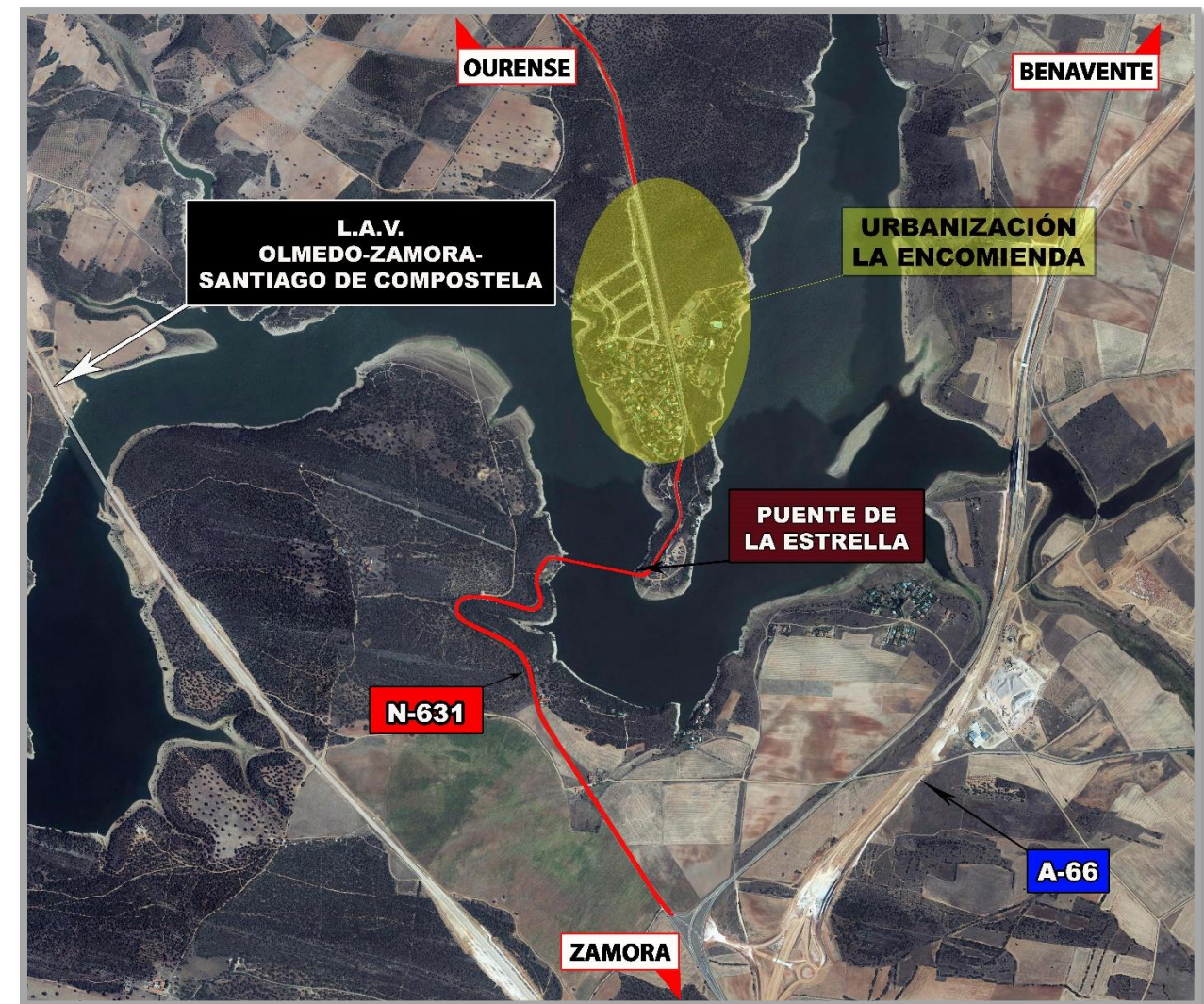


Figura 2. Ubicación de la zona estudiada. Fuente: Ortofotografía IGN

La Carretera Nacional N-631 tiene una longitud aproximada de unos 56 km y discurre durante todo su recorrido por la provincia de Zamora. Ésta, une el Embalse de Ricobayo con la localidad de Rionegro del Puente siendo, a pesar de tener una longitud no muy larga, el principal nexo de comunicación por carretera para viajar desde el sur de Galicia a ciudades como Salamanca o Zamora o a regiones como Andalucía o Extremadura sin tener que abandonar el territorio nacional. Además, es la principal vía de comunicación de la capital zamorana con la comarca de Sanabria donde se encuentra el Parque Natural del Lago de Sanabria, siendo una de las zonas más turísticas de la Comunidad Autónoma de Castilla y León.

El tramo de estudio está comprendido entre el PK. 0+00 y Pozuelo de Tábara en el PK. 14+400. El puente actual se sitúa a unos 2.3 km del comienzo de la vía, y los accesos al mismo muestran una alta sinuosidad con zonas en las que se recomienda a los conductores que no



sobrepasen la velocidad de 40km/h siendo una de las razones por las que se densifica el tráfico en la zona.



Figura 3. Plano situación N-631. Fuente: Google Maps

## 2. ESTADO ACTUAL

El estado actual de la vía no es acorde con la actividad que ésta soporta ya que presenta tramos de alta siniestralidad. Estos tramos se dan al comienzo y al final del trazado, ya que en ellos éste presenta una serie de curvas enlazadas de radios pequeños y puentes estrechos que no permiten que en ellos se crucen dos coches. Además, cabe destacar que la N-631 discurre por el límite de la Sierra de la Culebra, una Reserva Regional de Caza por lo que la posibilidad de encontrarse con animales salvajes sobre la calzada es muy elevada.

El puente actual, conocido como Puente de La Estrella, da servicio a la N-631 en su tramo sobre el Embalse de Ricobayo en el río Esla. Esta infraestructura data de comienzos de los años 30, ya que se construyó a la vez que la Presa de Ricobayo, situada en los "Arribes del Esla" entre los municipios zamoranos de Ricobayo de Alba y Muelas del Pan. Es una obra en hormigón armado con cinco tramos rectos apoyados sobre pilares en su margen derecha, un arco central y otro tramo recto en la orilla izquierda; tiene una longitud aproximada de 320 m. Tiene una estructura similar al antiguo puente de Manzanal del Barco, el cual ya ha sido sustituido por uno nuevo. El principal inconveniente que presenta el puente es su estrecha plataforma, la cual no permite que se crucen en ella dos coches al mismo tiempo provocando así retenciones a ambos lados del puente sobre todo con tráfico de vehículos pesados.



Figura 4. Actual Puente de La Estrella. Fuente: [www.laencomiendazamora.com](http://www.laencomiendazamora.com)



Figura 5. Puentes de Manzanal del Barco. Fuente: Diputación de Zamora

### 3. NECESIDADES

Dado que el puente no cumple las demandas de circulación actuales y los accesos al mismo revisten mucho peligro para los conductores, se opta por el diseño de un trazado alternativo y un puente nuevo los cuales satisfagan las siguientes necesidades:

- Permitirá que en él se puedan cruzar dos coches, ya que hasta el momento no era posible debido a una anchura inferior a 4m.
- Suavizará el trazado de la vía en las zonas aledañas al puente aumentando los radios de curvatura y minimizando, a priori, los riesgos de accidentes de tráfico.
- Eliminar las congestiones producidas a la entrada y salida del puente debido a su estrechez.





*Anteproyecto de nuevo  
puente en la N-631  
sobre el Embalse de Ricobayo*

*Ángel Mateos Alonso  
15/16*

---

ANEJO 3 :  
CARTOGRAFÍA



*Anteproyecto de nuevo  
puente en la N-631  
sobre el Embalse de Ricobayo*

ANEJO 3 :

CARTOGRAFÍA

*Ángel Mateos Alonso  
15/16*

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. CARTOGRAFÍA.....	3



## 1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo se utiliza para describir la cartografía utilizada, así como las labores realizadas sobre las mismas para obtener una cartografía final que ha sido empleada en la realización del presente anteproyecto.

## 2. CARTOGRAFÍA

La cartografía utilizada para la realización del anteproyecto ha sido obtenida de diferentes fuentes. Del Instituto Geográfico Nacional se obtuvieron archivos MDT (con paso de malla de 25m, hojas 0339 y 0340) y las ortofotos de máxima resolución utilizadas (mismas hojas que los archivos MDT). Además, del Servicio de Cartografía de la Junta de Castilla y León, se obtuvieron capas de infraestructuras y urbanizaciones.

Con la cartografía obtenida mediante el software comercial Global Mapper se obtuvieron líneas de nivel cada 5 m y se le añadieron las capas de infraestructuras y urbanizaciones a la cota a la que se encuentran.

Para el diseño de los trazados, se ha introducido el archivo MDT en el software comercial ISTRAM-ISPOL, el cual ha interpolado y ha obtenido las líneas de nivel cada 5 m que aparecen en el Documento Nº2: Planos, para una mejor visualización de los mismos.



*Anteproyecto de nuevo  
puente en la N-631  
sobre el Embalse de Ricobayo*

*Ángel Mateos Alonso  
15/16*

ANEJO 4 :

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA



Anteproyecto de nuevo  
puente en la N-631  
sobre el Embalse de Ricobayo

ANEJO 4 :

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

Ángel Mateos Alonso  
15/16

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. GEOLOGÍA Y EDAFOLOGÍA GENERALES DEL TRAZADO.....	3
2.1 MARCO GEOLÓGICO.....	3
2.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	3
2.3 GEOLOGÍA ECONÓMICA.....	5
2.3.1 MINERÍA.....	5
2.3.2 CANTERAS.....	5
2.3.3 HIDROGEOLOGÍA.....	5
2.4 EDAFOLOGÍA.....	5
3. GEOTECNIA GENERAL DEL TRAZADO.....	6
4. CONCLUSIONES.....	6
APÉNDICE: PLANOS.....	7



## 1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se tratará de caracterizar de forma geológica y geotécnica la zona de donde se ubica el anteproyecto. Se llevará a cabo mostrando como es la zona a grandes rasgos, sin entrar en grandes detalles debido a que se trata de un anteproyecto.

## 2. GEOLOGÍA Y EDAFOLOGÍA GENERALES DEL TRAZADO

### 2.1 MARCO GEOLÓGICO

Geográficamente, el área en el que se asienta San Cebrián pertenece al cuadrante noroccidental de la Cuenca del Duero. Se trata de una cuenca de sedimentación de carácter continental rellena por materiales terciarios con predominio de sedimentos paleógenos, neógenos y cuaternarios. Localmente aparecen isleos pertenecientes a relieves paleozoicos del cratón de la meseta.

Del Paleozoico se localizan, en el Oeste, formaciones del ordovícico fundamentalmente superior y pequeñas manchas de silúrico. El Ordovícico está representado por cuarcitas de textura granoplástica compuesta por cuarzo, más o menos recristalizado, y algunos minerales accesorios, tales como circón, turmalinas, micas y rutilo, características que los configuran como cuarcitas armoricanas.

La mayor parte del área está constituida por depósitos sedimentarios del mioceno superior (tortonense), sobre los que son abundantes, hacia el centro y el oeste, las formaciones pliocénicas.

Sobre la cuenca del río Esla se sitúan terrazas cuaternarias. Se consideran como sedimentos cuaternarios las dunas, terrazas y sedimentos aluviales.

### 2.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES

El tipo de materiales que se encuentran en el trazado de la nueva carretera destacan principalmente los limos y las arenas ocreas con brechas ferruginosas en los primeros metros del trazado. A medida que avanzamos hacia la zona donde se ubica el puente nos encontramos con conglomerados cuarcíticos de matriz arcillo-arenosa, bancos de cuarcitas, así como alternancias de cuarcitas micáceas y filitas. En el margen derecho del embalse nos encontramos una disposición muy similar a la que se encuentra en la zona anterior.

Cabe destacar que, en la zona del proyecto, en la margen derecha del embalse hay un pliegue convexo de materiales, un anticlinal.

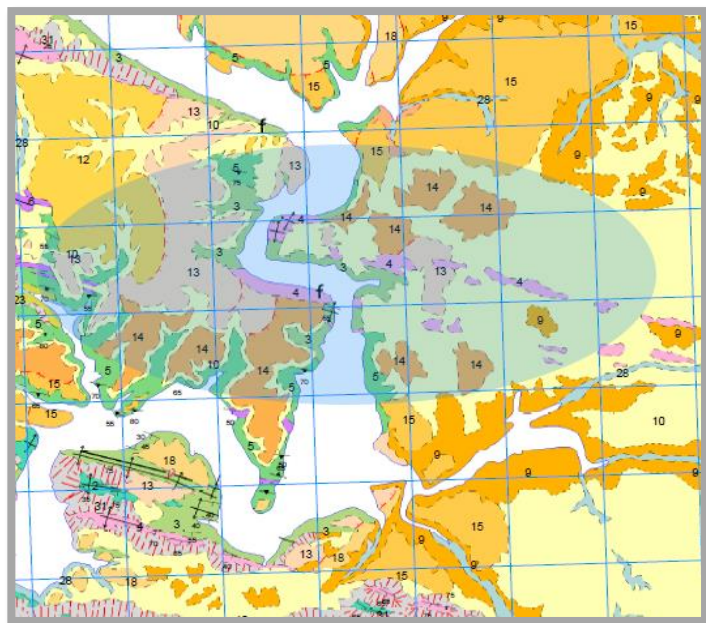


Ilustración 1: Situación de la zona de proyecto



Ilustración 3: Anticlinal en las inmediaciones del embalse

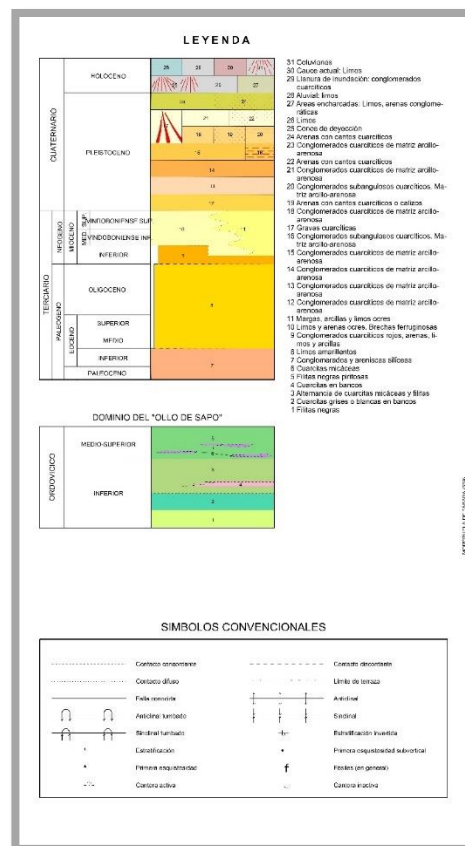


Ilustración 2: Leyenda



Ilustración 4: Sustrato rocoso en la zona donde se ubica el puente



## 2.3 GEOLOGÍA ECONÓMICA

### 2.3.1 MINERÍA

En este apartado la hoja que nos ocupa, la 029 VALLADOLID del Mapa Geológico y Minero de Castilla y León, la minería es un sector que carece de importancia.

### 2.3.2 CANTERAS

En las zonas próximas a las que se ubica el proyecto hay cierta actividad en este sector. Aparecen canteras de grava, arenas, ofitas, calizas y cuarcitas de morfología aluvionar y de tipología sedimentaria. Cabe la posibilidad de encontrarse con la misma clase de árido, pero de morfología estratigráfica. No obstante, no es un sector muy importante en la zona.

### 2.3.3 HIDROGEOLOGÍA

En este apartado cabe destacar la unidad hidrogeológica del Esla-Valderaduey del Terciario detrítico y Raña Órbigo Esla y Raña Esla Cea como superficiales.

La unidad hidrogeológica del Esla-Valderaduey es una de las grandes unidades del Terciario detrítico, ocupa casi toda la mitad Norte de la cuenca y se extiende desde el cauce del Duero hasta el borde norte del Terciario. La Unidad está constituida por múltiples acuíferos separados por acuitardos, y todo ello sin continuidad lateral, como es propio de los medios de sedimentación continentales. Los detríticos más gruesos (arenas, gravas y cantos) se encuentran intercalados en una matriz limoso-arcillosa. Aunque en detalle la geología sea extremadamente compleja, en conjunto se comporta como un acuífero único, heterogéneo, anisótropo y semiconfinado en su mayor parte. Se recarga por infiltración de las precipitaciones, de las rañas que la recubren parcialmente y de retornos de riego. Las salidas son por bombeos y por el drenaje de los ríos Esla, Valderaduey y afluentes del Pisuerga. La calidad química del agua refleja claramente el flujo regional: poco salinas y bicarbonatadas cálcicas en las áreas de recarga al norte y de elevada salinidad sulfatadas en las áreas de descarga a los ríos.

Sobre ésta se asientan depósitos horizontales constituidos por gravas y bolos cuarcíticos englobados en una masa arcilloso-arenosa. Con un espesor generalmente de 5 a 10 metros, en algunos puntos hasta 30 metros, se encuentran recubriendo el Mioceno detrítico regional. Constituyen un acuífero libre de permeabilidad moderada y de escaso interés para su explotación regional. Se alimentan del agua de lluvia, y parte de la infiltración recarga el acuífero terciario infrayacente. Constituyen las unidades superficiales antes nombradas.

## 2.4 EDAFOLOGÍA

Para tratar sobre este punto tendremos que considerar: el suelo como la base sobre la que se sustenta y desarrolla la vegetación, el clima, que afecta a la misma y por último la capacidad y potencialidad agrícola-ganadera. La interacción de estos tres factores (roca madre, clima y vegetación), hacen del suelo un elemento muy complejo. Para el análisis del mismo consideraremos variables como la profundidad, pH, textura, materia orgánica, y susceptibilidad frente a fenómenos erosivos.

El único horizonte superficial que aparece en los perfiles de suelos de la zona es el Ochrico, que se corresponde con el Ap o Ai. Entre los horizontes subsuperficiales se encuentra presente solamente el Cambico. Respecto al régimen de humedad del perfil aparecen: Xeric, Aridic, Fluventic. Según la «Soil Taxonomy» el área en el que se ubica San Cebrián de Castro incluye los siguientes órdenes de suelos: Entisoles, Inceptisoles y Aridisoles.

Los entisoles muestran un perfil en donde no existen horizontes de diagnóstico, exceptuando a veces el Ochrico. En algunas zonas se aprecia un cierto grado de evolución que da lugar a horizontes incipientes. Se localizan principalmente en las márgenes del río Esla, entre los núcleos urbanos de Santa Eulalia de Tábara y San Cebrián de Castro.

Se clasifican como Xerorthents y Xerofluvents. Se trata de suelos muy poco desarrollados de perfil A-C. Desde el punto de vista de su capacidad productiva existen grandes diferencias entre ambos, ya que los primeros son suelos sometidos a un fuerte proceso de erosión de escasa profundidad, y bajo contenido en materia orgánica. Los Xerofluvents, por el contrario, son suelos profundos y con mayores posibilidades para los cultivos.

El perfil típico de los inceptisoles es A-B-C o A-B-C-R. Presentan un epipedión Ochrico y un horizonte subsuperficial Cámbico. Predominan los Xerochrepts.

Los aridisoles se encuentran diseminados por el territorio.

Como conclusión decir que se trata, en general, de suelos con un grado de erosión bastante elevado, localizándose zonas con el epipedión decapitado, apareciendo el horizonte B en superficie. Por el contrario, los entisoles de la vega del río Esla son profundos de texturas ligeras a medias, que admiten una gran variedad de cultivos, dentro de las limitaciones impuestas por el factor clima. Son, por lo tanto, desde el punto de vista agrícola, los de mayor importancia de la zona.





### 3. GEOTECNIA GENERAL DEL TRAZADO

Atendiendo al Mapa Geotécnico de España nos encontramos en una zona donde hay distintas zonas de relieve. Al comienzo del trazado y al final de éste estamos en zonas de relieve onduladas, zonas consideradas semipermeables con una escorrentía superficial poco activa, apareciendo problemas debido a encharcamientos e inundaciones. Existe la posibilidad de que aparezcan acuíferos y no muy profundos. A medida que nos acercamos al embalse aparecen zonas de relieve acusado e incluso zonas abruptas, zonas en las que el drenaje superficial tiene mucha actividad con una marcada red de escorrentía. Además, presentan pendientes muy elevadas, algo que es entendible debido a la presencia de la cuenca del embalse. Conforme el trazado se acerca al trazado de la antigua N-631 el terreno vuelve a mostrar zonas de terreno onduladas.

Al comienzo del trazado nos encontramos con una zona desfavorable para la construcción, en el que nos encontramos problemas geomorfológicos. A medida que el trazado avanza hacia la zona del embalse los posibles problemas que nos podemos encontrar son del tipo hidrológico, algo esperable debido a la gran influencia del embalse en su entorno. En la margen derecha del embalse nos encontramos con un tipo de terreno aceptable para la construcción sobre él, a pesar de ello nos podemos encontrar la concurrencia de varios tipos problemas como pueden ser litológicos, geomorfológicos y geotécnicos que se deben tener en cuenta.



Ilustración 5: Zona de proyecto

CRITERIOS DE CLASIFICACION											
CONDICIONES CONSTRUCTIVAS		PROBLEMAS "TIPO" EXISTENTES		CONCURRENCIA DE 2 PROBLEMAS "TIPO"		CONCURRENCIA DE 3 PROBLEMAS "TIPO"		CONCURRENCIA DE 4 PROBLEMAS "TIPO"		PROBLEMAS GEOTECNICOS	NOTACION
Muy Favorables	[Icon]	Litológicos	[Icon]	Litológicos y Geomorfológicos	[Icon]	Geomorfológicos e Hidrológicos	[Icon]	Litológicos, Geomorfológicos e Hidrológicos	[Icon]	De Capacidad de carga	[Icon]
Favorables	[Icon]	Geomorfológicos	[Icon]	Litológicos y Hidrológicos	[Icon]	Geomorfológicos y Geotécnicos	[Icon]	Litológicos, Geomorfológicos y Geotécnicos (p.d.)	[Icon]	De Asientos	[Icon]
Aceptables	[Icon]	Hidrológicos	[Icon]	Litológicos y Geotécnicos	[Icon]	Geomorfológicos y Geotécnicos	[Icon]	Litológicos, Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.)	[Icon]	Geotécnicos Varios	[Icon]
Desfavorables	[Icon]	Geotécnicos (p.d.)	[Icon]	Litológicos y Geotécnicos (p.d.)	[Icon]	Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.)	[Icon]	Geomorfológicos, Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.)	[Icon]		[Icon]
Muy Desfavorables	[Icon]										

Ilustración 6: Criterios de clasificación

LEYENDA			
CONDICIONES CONSTRUCTIVAS FAVORABLES	CONDICIONES CONSTRUCTIVAS ACEPTABLES	CONDICIONES CONSTRUCTIVAS DESFAVORABLES	CONDICIONES CONSTRUCTIVAS MUY DESFAVORABLES
[Icon] Problemas de tipo Geotécnico (p.d.)	[Icon] Problemas de tipo Geotécnico (p.d.)	[Icon] Problemas de tipo Hidrológico	[Icon] Problemas de tipo Litológicos, Geomorfológicos y Geotécnicos (p.d.)
[Icon] Problemas de tipo Geomorfológico	[Icon] Problemas de tipo Geomorfológico	[Icon] Problemas de tipo Geomorfológico, Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.)	
[Icon] Problemas de tipo Geomorfológico y Geotécnicos (p.d.)	[Icon] Problemas de tipo Litológico	[Icon] Problemas de tipo Geomorfológico	
[Icon] Problemas de tipo Litológico y Geotécnicos (p.d.)	[Icon] Problemas de tipo Geomorfológico y Geotécnicos (p.d.)	[Icon] Problemas de tipo Geomorfológico y Geotécnicos (p.d.)	
[Icon] Problemas de tipo Litológico y Geomorfológicos	[Icon] Problemas de tipo Litológico y Geomorfológico	[Icon] Problemas de tipo Geomorfológico y Geotécnicos (p.d.)	
	[Icon] Problemas de tipo Hidrológico y Geotécnicos (p.d.)	[Icon] Problemas de tipo Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.)	
	[Icon] Problemas de tipo Litológico, Geomorfológico y Geotécnico (p.d.)		

Ilustración 7: Leyenda

### 4. CONCLUSIONES

Nos hallamos ante una zona con alta capacidad de carga, por lo que inicialmente optaremos por realizar una cimentación directa de la estructura. Esta se llevará a cabo mediante zapatas.

Para la realización del proyecto constructivo, resultaría conveniente realizar los estudios pertinentes para identificar los problemas geomorfológicos que se enumeran en el apartado anterior.



*Anteproyecto de nuevo  
puente en la N-631  
sobre el Embalse de Ricobayo*

ANEJO 4 :

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

*Ángel Mateos Alonso  
15/16*

APÉNDICE

P PLANOS

# MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1:50.000



Instituto Geológico y Minero de España

## MANGANESES DE LA LAMPREANA

340  
13-14

### LEYENDA

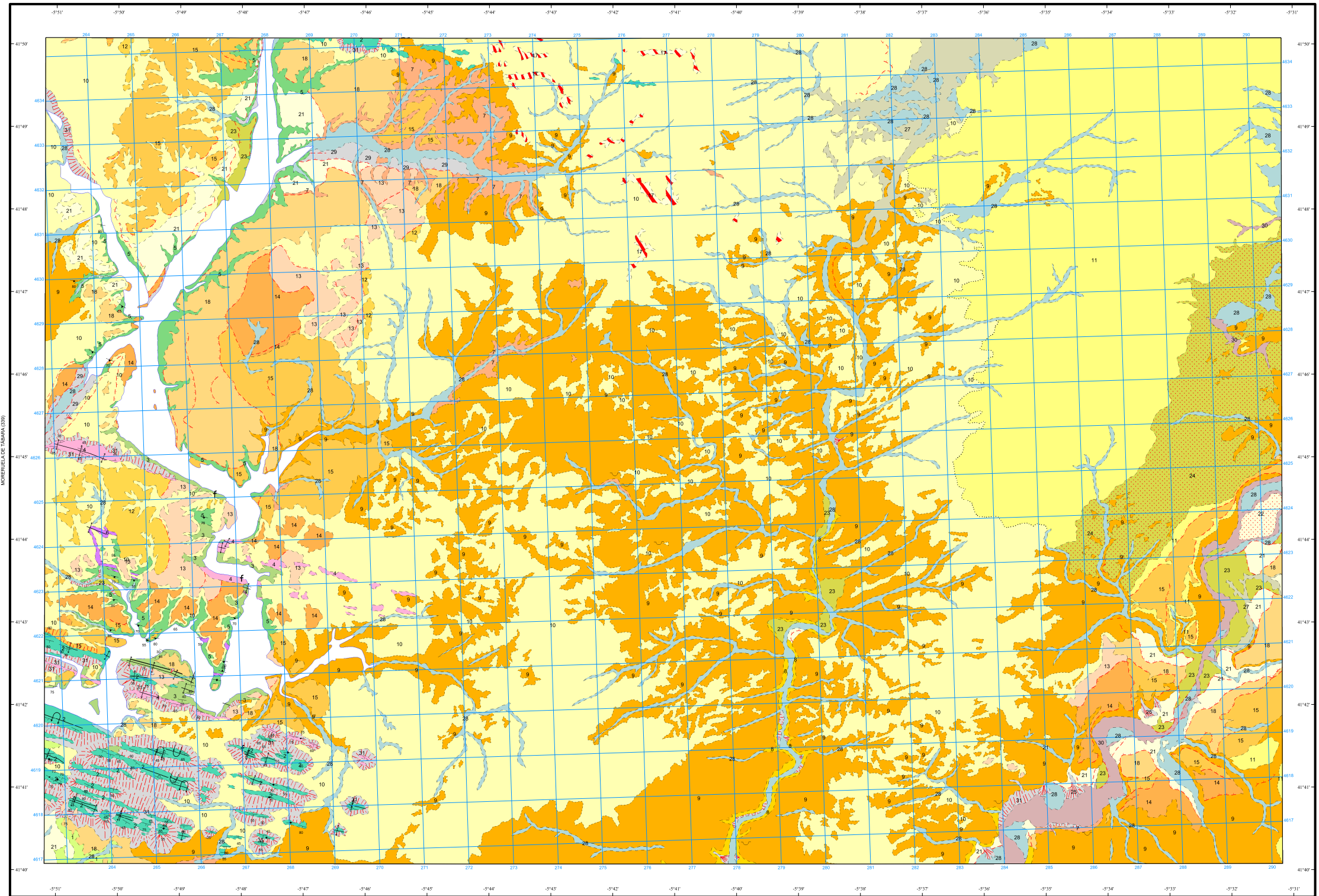
CUATERNARIO	HOLOCENO	28, 29, 30, 27	31 Coluviones 30 Cauce actual: Limos 29 Llanura de inundación: conglomerados cuarcíticos
	PLEISTOCENO	23, 24, 21, 22, 15, 14, 13, 12	28 Aluvial: limos 27 Areas encharcadas: Limos, arenas conglomeráticas 26 Limos 25 Conos de deyección 24 Arenas con cantos cuarcíticos 23 Conglomerados cuarcíticos de matriz arcillo-arenosa 22 Arenas con cantos cuarcíticos 21 Conglomerados cuarcíticos de matriz arcillo-arenosa 20 Conglomerados subangulosos cuarcíticos. Matriz arcillo-arenosa 19 Arenas con cantos cuarcíticos o calizos 18 Conglomerados cuarcíticos de matriz arcillo-arenosa
TERCIARIO	NEÓGENO	MIOCENO SUP.	17 Gravas cuarcíticas
		MIOCENO INF.	16 Conglomerados subangulosos cuarcíticos. Matriz arcillo-arenosa
	OLIGOCENO	15 Conglomerados cuarcíticos de matriz arcillo-arenosa	
		14 Conglomerados cuarcíticos de matriz arcillo-arenosa	
		13 Conglomerados cuarcíticos de matriz arcillo-arenosa	
PALEÓGENO	12 Conglomerados cuarcíticos de matriz arcillo-arenosa		
	11 Margas, arcillas y limos ocreos		
	10 Limos y arenas ocreos. Brechas ferruginosas		
EÓCENO	9 Conglomerados cuarcíticos rojos, arenas, limos y arcillas		
	8 Limos amarillentos		
	7 Conglomerados y areniscas silíceas		
PALEOCENO	6 Cuarzitas micáceas 5 Filitas negras pilosas 4 Cuarzitas en bancos 3 Alternancia de cuarzitas micáceas y filitas 2 Cuarzitas grises o blancas en bancos 1 Filitas negras		

### DOMINIO DEL "OLLO DE SAPO"

ORDOVÍCICO	MEDIO-SUPERIOR	5
	INFERIOR	3, 2, 1

### SÍMBOLOS CONVENCIONALES

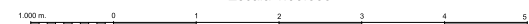
-----	Contacto concordante	-----	Contacto discordante
.....	Contacto difuso	-----	Límite de terraza
-----	Falla conocida	-----	Anticinal
-----	Anticinal tumbado	-----	Sinclinal
-----	Sinclinal tumbado	-----	Estratificación invertida
-----	Estratificación	-----	Primera esquistosidad subvertical
-----	Primera esquistosidad	-----	Fósiles (en general)
-----	Cantera activa	-----	Cantera inactiva



Área de Sistemas de Información Geocientífica

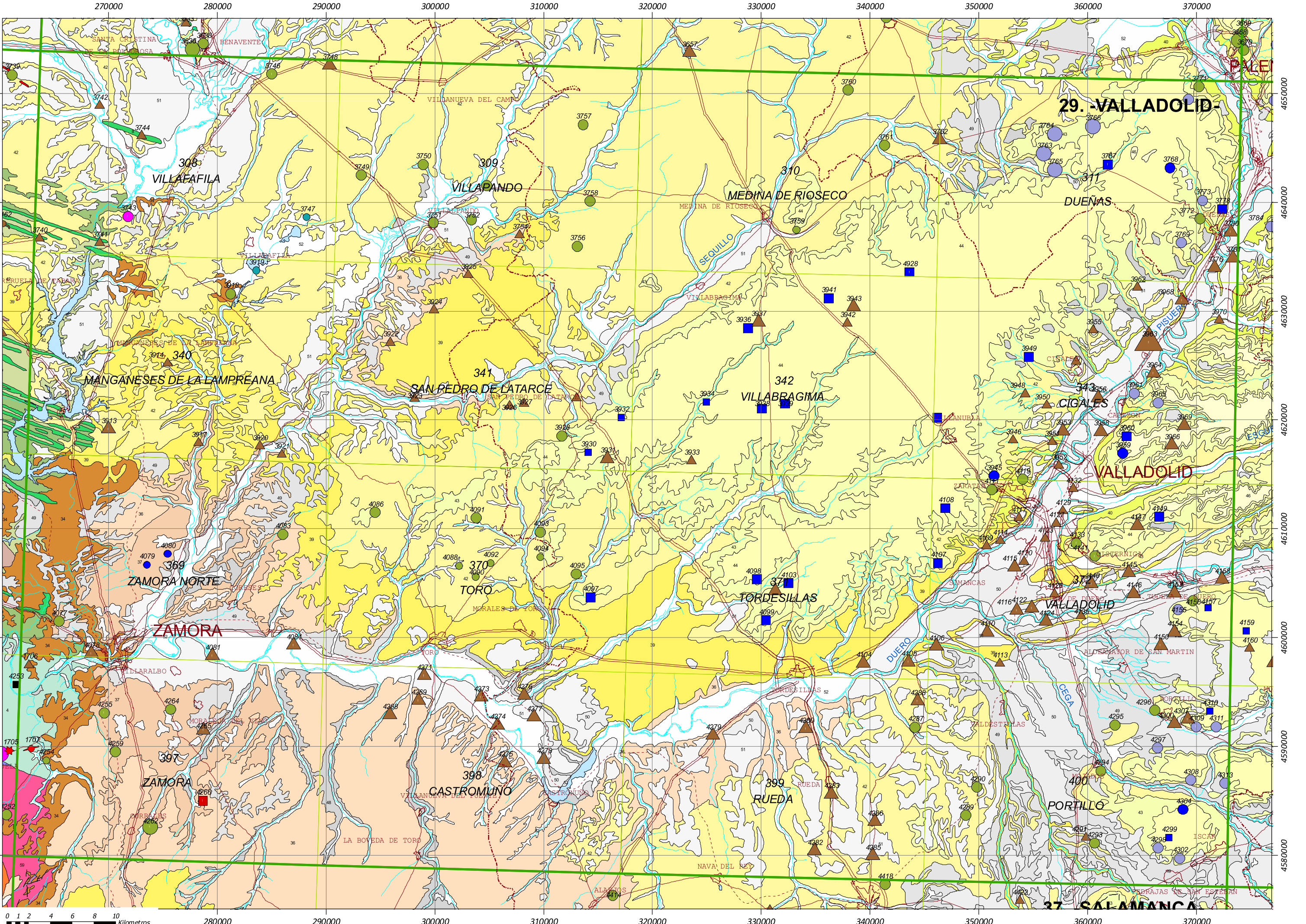
CORESES (369)

Escala 1:50.000



Proyección y Cuadrícula UTM. Elipsoide Internacional. Huso 30

NORMAS, DIRECCIÓN Y SUPERVISIÓN DEL I.G.M.E  
AÑO DE REALIZACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA: 1977  
Autores: A. Martín-Serrano García (IBERGESA)  
A. Barba Martín (IBERGESA)  
Dirección y supervisión: (IGME)



29. VALLADOLID

VILLAFILA

VILLAPANDO

MEDINA DE RIOSECO

DUEÑAS

MANGANESES DE LA LAMPREANA

SAN PEDRO DE LATARCE

VILLABRAGIMA

CIGALES

ZAMORA NORTE

TORO

TORDESILLAS

VALLADOLID

ZAMORA

CASTROMUNO

RUEDA

PORTILLO

37. SALAMANCA

0 1 2 4 6 8 10 Kilometros

**MINERALES METÁLICOS**

- As, Sb, Au
- Au
- Cu
- Fe, Mn
- Hg
- Pb, Zn, Cu
- Sn, W

**RECURSOS ENERGÉTICOS**

- Antracita
- Hulla
- Lignito
- Hidrocarburos
- Sondeo Productivo
- Sondeo con Indicios
- Sondeo Negativo
- Uranio

**MINERALES INDUSTRIALES**

- Arcillas cerámicas rojas
- Atapulgita-Sepiolita
- Barita
- Calizas y Dolomías
- Casilín
- Feldespatos
- Micas
- Sílice
- Sulfato sódico
- Talco
- Turba
- Yeso
- Otros: Alúmina, Azufre, Bauxita, Bentonita, Fluorita, Fosfatos, Grafito, Halita, Minerales de Li, Nitratos, Volframita.

**MINERALES ORNAMENTALES**

- ◆ Aragonito, Berilo, Calcita, Castorita, Cuarzo, Pírita, Yeso y Variscita

**ARIDOS**

- ▲ Arenas, Calizas, Cuarzitas, Ollas y Granitos

**ROCAS ORNAMENTALES**

- Areniscas y Cuarzitas
- Calizas, Dolomías y Mármoles (Travertinos)
- Pizarras
- Granitos y otras Rocas Igneas

El Mapa Geológico y Minero de Castilla y León ha sido realizado por la Sociedad de Investigación y Explotación Minera de Castilla y León, S.A. (SIEMCALSA). Tras los nombres de los colaboradores se indica entre paréntesis su procedencia.

**Elaboración de Mapa:** B Medavilla Manzanal, J.I. García de los Ríos Cobo

**Cartografía Digital y GIS:** D. Gómez Medina, J. Escudero Tejedor, J. Tejedor Albar, R. Roco Castroño y A. Hoyuela Jays (Consultor Independiente)

**Minas e Indicios Mineros:** R. Cabrera, J.L. Crespo Ramón, J.A. Flores Benito

**Coordinación:** J.L. Crespo Ramón, Dirección: S. Jiménez Benayas

MORFOLOGÍA (*)	TAMAÑO			
	INDICIO	PEQUEÑO	MEDIANO	GRANDE
ALUVIONAR	▼	▲	▲	▲
DESCONOCIDA	▲	▲	▲	▲
DISEMINADA	■	■	■	■
ESTRATIFORME	→	→	→	→
FILONIANA	→	→	→	→
IRREGULAR	■	■	■	■
LENTICULAR	■	■	■	■
MASIVA	■	■	■	■
STOCKWORK	■	■	■	■

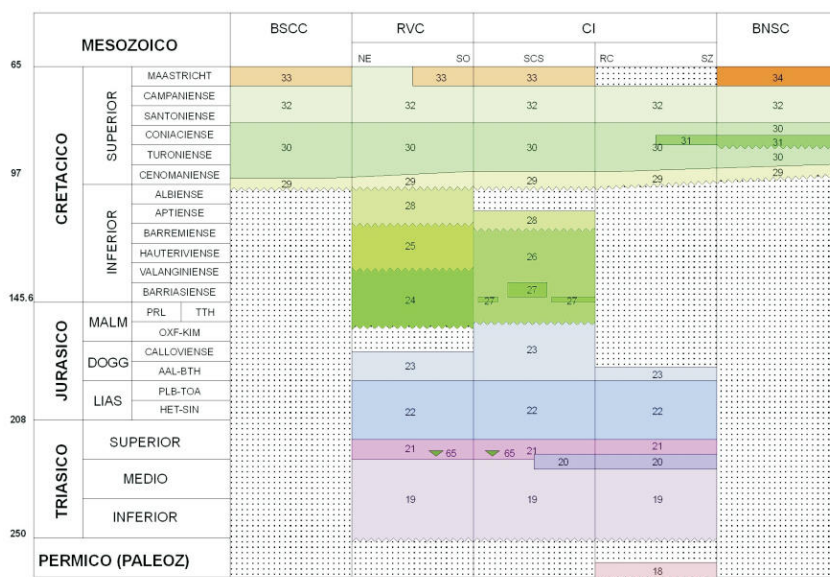
(\*) La Morfología está exclusivamente representada en los Minerales Metálicos y en el Uranio.

- TAMAÑO**
- Indicio
  - Pequeño
  - Mediano
  - Grande
- ACTIVIDAD**
- Mina Activa
  - Proyecto

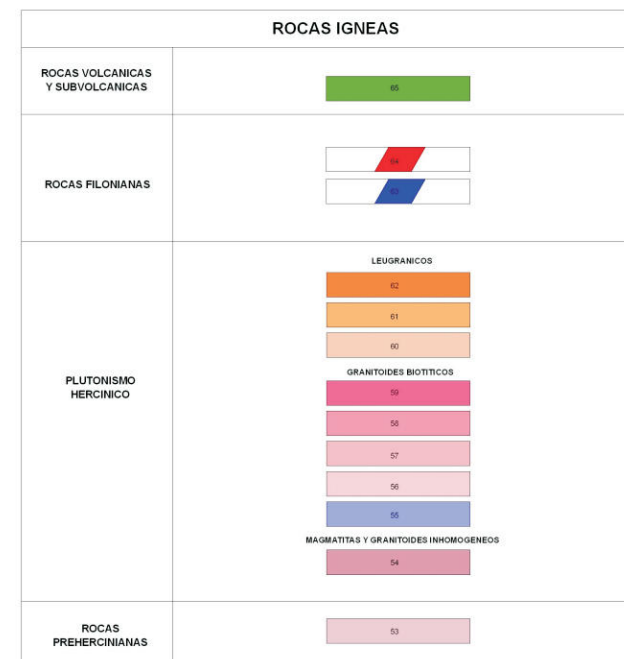
**CLASIFICACIÓN DE LOS YACIMIENTOS POR TAMAÑOS SEGÚN SU VALOR ECONÓMICO (Tonelaje del yacimiento = mineral extraído + reservas (\*))**

Sustancia	Pequeño	Mediano	Grande
<b>MINERALES METÁLICOS</b>			
t As	< 7.000	7.000 - 70.000	> 70.000
t Sb	< 3.000	3.000 - 30.000	> 30.000
kg Au	< 600	600 - 6.000	> 6000
t Ag	< 50	50 - 500	> 500
t Cu	< 4.000	4.000 - 40.000	> 40.000
t Co	< 150	150 - 1.500	> 1.500
t Ni	< 1.000	1.000 - 10.000	> 10.000
t Fe (> 64.5 %)	< 450.000	450.000 - 4.500.000	> 4.500.000
t Mn (48 - 50 %)	< 70.000	70.000 - 700.000	> 700.000
frascos Hg (34.5 Kg)	< 45.000	45.000 - 450.000	> 450.000
t Pb	< 10.000	10.000 - 100.000	> 100.000
t Zn	< 8.000	8.000 - 80.000	> 80.000
t Sn	< 1.300	1.300 - 13.000	> 13.000
t Ta (> 60 %)	< 100	100 - 1.000	> 1.000
t W03 (> 85 %)	< 1.400	1.400 - 14.000	> 14.000
<b>RECURSOS ENERGÉTICOS</b>			
t Antracita	< 170.000	170.000 - 1.700.000	> 1.700.000
t Hulla	< 170.000	170.000 - 1.700.000	> 1.700.000
t Lignito	< 400.000	400.000 - 4.000.000	> 4.000.000
t Petróleo	< 45.000	45.000 - 450.000	> 450.000
t U3O8	< 200	200 - 2.000	> 2.000

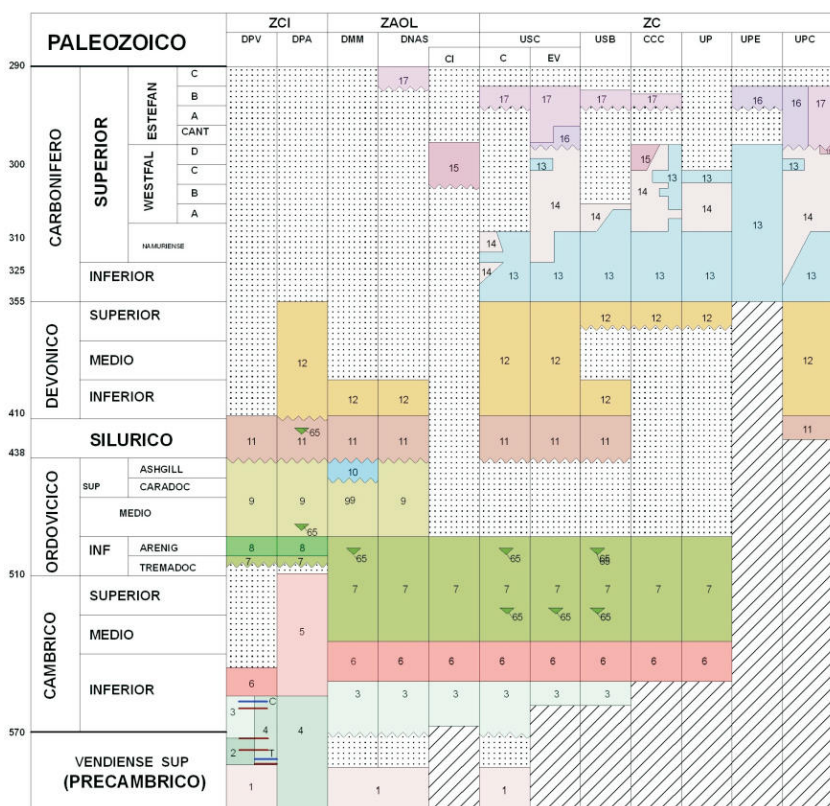
Indicios: <1000 metros cúbicos de material removido (estéril + mineral).  
(\*). Solo se han considerado las reservas bien establecidas en Minerales Metálicos y Recursos Energéticos.



- 32.- Serie carbonatada del Cretácico sup. (tramo superior): calizas, margas, calcarenitas, dolomías y arenas.
- 31.- Fm. Arenas y arcillas de Segovia.
- 30.- Serie carbonatada del Cretácico sup. (tramo inferior): calizas, margas y calcarenitas.
- 29.- Fm. Arenas de Utrillas.
- 28.- Serie marinaurgoniana y equivalentes continentales: areniscas, conglomerados, calizas y lutitas.
- 26 y 27.- Grupos Tera y Oncala: conglomerados, areniscas, lutitas (26) y calizas (27).
- 25.- Facies Weald: areniscas y lutitas.
- 24.- Facies Purbeck: calizas, lutitas, areniscas y conglomerados.
- 23.- Serie carbonatada jurásica (tramo superior): calizas y margas.
- 22.- Serie carbonatada jurásica (tramo inferior): calizas, dolomías, margas y carníolas.
- 21.- Facies Keuper: arcillas rojas con niveles de areniscas y yesos.
- 20.- Facies Muschelkalk: dolomías y margas.
- 19.- Facies Buntsandstein: conglomerados, areniscas y lutitas.
- 18.- Pérmico: lutitas, areniscas y conglomerados.

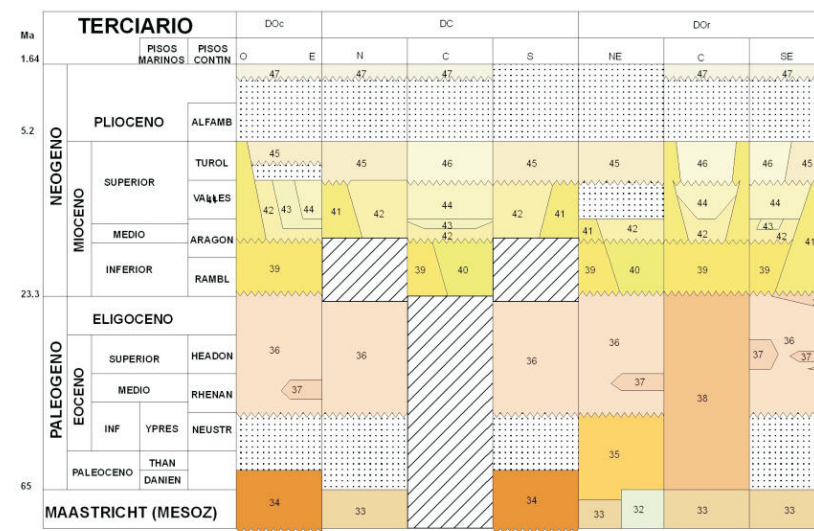


- 65.- Riollas-Basaltos y Ollas.
- 64.- Ácidas (cuarzo, apatita, pegmatitas y pórfiros).
- 63.- Básicas (diabasas, microdioritas, y lampródidos).
- 62.- De grano medio-grueso y de dos micas.
- 61.- De grano fino-medio y de dos micas.
- 60.- Moscovíticos + turmalina y complejos aptopegmatíticos.
- 59.- De grano grueso + cordierita.
- 58.- De grano grueso + anfíbol.
- 57.- De grano medio-grueso + moscovita.
- 56.- De grano fino-medio + moscovita.
- 55.- Rocas básicas e intermedias.
- 54.- Migmaitas y granitoides inhomogéneos.
- 53.- Ortogneises.



- 17.- Cuencas cantabrienses y estefanienses (productivo): lutitas, arenisca conglomerados y capas de carbón.
- 16.- Cuencas cantabrienses y estefanienses (improductivo): lutitas, arenis conglomerados y olistólitos.
- 15.- Westfaliense productivo (Sucesión carbonífera de La Demanda, G Sar y Fm. Vergaño): areniscas, lutitas, conglomerados y capas de carbón.
- 14.- Series terrigenas namurienses westfalienses: lutitas, areniscas, conglomerados y calizas.
- 13.- Series carbonatadas carboníferas.
- 12.- Devónico: Pizarras, calizas y areniscas.
- 11.- Silúrico: pizarras y areniscas.
- 10.- Fm. Calizas de la Aquiana.
- 9.- Fm. Lurca, Agüeria y equivalentes: pizarras y areniscas.
- 8.- Cuarzita Armociana.
- 7.- Serie de los Cabos y equivalentes, Fms. Oville y Barrios: cuarcitas, areniscas y pizarras.
- 6.- Fms. Calizas y Tamames, Vegadeo y Láncara: calizas y dolomías.
- 5.- Gneises tipo Olla de Sapo.
- 4.- Series metasedimentarias indiferenciadas.
- T.- Capas conspicuas: conglomerados, cuarcitas y pizarras negras.
- C.- Capas conspicuas carbonatadas.
- 3.- Fms. Aldeatejada y Areniscas de Tamames, G. Cándana y Fm. Herrería: areniscas, pizarras y conglomerados.
- 2.- Fm. Monterrubio: pizarras y conglomerados.
- 1.- Unidad Inf., Serie de villaiba, Fm. Mora: pizarras y areniscas

CUATERNARIO	48	49	50	51	52
PLIOCENO (TERCIAR)	47				



- 52.- Aluvial y fondos lacustres: cantos, arenas, limos, arcillas y travertinos.
- 51.- Terrazas fluviales: conglomerados, gravas, arenas, limos y arcillas.
- 50.- Arenas eólicas: arcosas.
- 49.- Abanicos aluviales, glaciares y superficies complejas: gravas, arenas, limos y arcillas.
- 48.- Coluviones y depósitos glaciares: gravas, limos y arcillas.
- 47.- Raña: conglomerados silíceos, arenas y lutitas.
- 46.- Serie detrítico-carbonatada del Páramo superior: lutitas, areniscas y calizas a techo.
- 45.- Serie conglomerática silicea finimiocena: conglomerados, arenas silíceas y lutitas.
- 44.- Calizas inferiores del Páramo: calizas, dolomías y margas con niveles arcillosos.
- 43.- Facies de las Cuentas: margas, calizas, dolomías, arcillas y yesos.
- 42.- Facies tierra de Campos: arenas y lutitas con intercalaciones de calcretas y paleosuelos.
- 41.- Serie conglomerática poligénica miocena: conglomerados poligénicos, arenas, lutitas y arcillas.
- 40.- Facies Dueñas: margas y arcillas con niveles carbonatados y yesíferos: localmente glauberita.
- 39.- Series Rojas: lutitas, arenas lutíticas y conglomerados silíceos rojos.
- 38.- Serie paleógena de Santo Domingo de Silos: calizas, lutitas, areniscas y conglomerados.
- 37.- Serie carbonatada eo-oligocena: calizas, margas, lutitas y localmente yesos.
- 36.- Serie detrítica eo-oligocena: conglomerados, areniscas y lutitas.
- 35.- Serie carbonatada marina de Villarcayo: dolomías, margas y calcarenitas.
- 34.- Series Siderolíticas: conglomerados, arenas y lutitas.
- 33.- Serie finicretácica: calizas, areniscas y lutitas.

OCULTO LAGUNA ESTRATIGRAFICA



*Anteproyecto de nuevo  
puente en la N-631  
sobre el Embalse de Ricobayo*

*Ángel Mateos Alonso  
15/16*

ANEJO 5 :

ESTUDIO SÍSMICO



*Anteproyecto de nuevo  
puente en la N-631  
sobre el Embalse de Ricobayo*

ANEJO 5 :  
ESTUDIO SÍSMICO

Ángel Mateos Alonso  
15/16

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. APLICACIÓN DE LA NORMATIVA.....	3
3. CONCLUSIONES.....	3



## 1. INTRODUCCIÓN

A pesar de ser un anteproyecto se deben dar unos datos aproximados de la actividad sísmica de la zona de proyecto, así como de la peligrosidad que ésta entraña. Para ello se recurre a la norma NSCE-02, editada por el Ministerio de Fomento. Ésta norma establece la siguiente clasificación según el uso final de las construcciones:

- De importancia moderada: aquellas con probabilidad despreciable de que su destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio primario o producir daños significativos a terceros.
- De importancia normal: aquellas cuya destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni dar lugar a efectos catastróficos.
- De importancia especial: aquellas cuya destrucción por el terremoto, pueda interrumpir un servicio imprescindible o dar lugar a efectos catastróficos. En este grupo se incluyen, entre otros: estructuras pertenecientes a vías de comunicación clasificadas como de importancia especial, centrales nucleares, hospitales, aeropuertos, etc.

Según lo expuesto anteriormente, interpretamos que nuestra obra se clasifica como una construcción de importancia normal.

## 2. APLICACIÓN DE LA NORMATIVA

La peligrosidad sísmica viene definida por el siguiente mapa extraído del capítulo II de la NSCE-02 del Ministerio de Fomento:

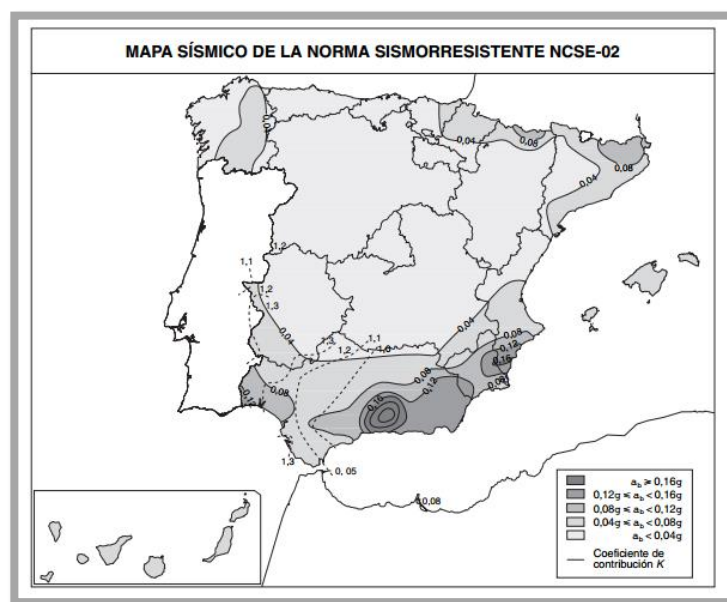


Ilustración 1: Mapa de Peligrosidad Sísmica

Este mapa suministra, expresada en relación del valor de la gravedad,  $g$ , la aceleración sísmica básica  $a_b$ . Debido que el valor de  $a_b$  en nuestra zona de estudio presenta un valor inferior a  $0,04g$ , será ese valor el utilizado para los cálculos oportunos.

A partir de este valor de aceleración sísmica básica y con la ayuda de los coeficientes  $S$  (coeficiente de amplificación del terreno) y  $\rho$  (coeficiente adimensional de riesgo) obtendremos el valor de la aceleración de cálculo.

## 3. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta el mapa sísmico resistente anterior y la clasificación de las obras, llegamos a la conclusión de que el presente anteproyecto, además de encontrarse en una zona con una aceleración básica inferior a  $0.04g$  se clasifica como una obra de importancia moderada; lo cual supone teniendo en cuenta lo establecido en la norma, que en el cálculo de la estructura no será necesario tener en cuenta cargas sísmicas.





*Anteproyecto de nuevo  
puente en la N-631  
sobre el Embalse de Ricobayo*

*Ángel Mateos Alonso  
15/16*

ANEJO 6 :

CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA



## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. CLIMATOLOGÍA .....	3
2.1 TEMPERATURAS.....	3
2.2 RÉGIMEN DE PRECIPITACIONES .....	4
2.3 VIENTO.....	4
3. HIDROLOGÍA.....	5
3.1 DESCRIPCIÓN DEL RÍO ESLA.....	5
3.2 DESCRIPCIÓN DEL EMBALSE DE RICOBAYO.....	6
3.3 AVENIDAS.....	6
APÉNDICE PLANOS .....	7



## 1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se tratará de caracterizar las condiciones climáticas que afectan a la zona del proyecto, haciendo hincapié en aspectos como son la temperatura, el régimen de precipitaciones o el viento. Además, se caracterizará el régimen hidrológico e hidráulico del embalse sobre el cual se ubica el puente y poniendo de manifiesto otros posibles cauces que puedan existir en la zona.

## 2. CLIMATOLOGÍA

En rasgos generales el clima de la zona de proyecto se engloba dentro de un Clima Oceánico con Verano Seco según la clasificación climática de Köppen. Se caracteriza por inviernos fríos y veranos más suaves, aunque muy secos.

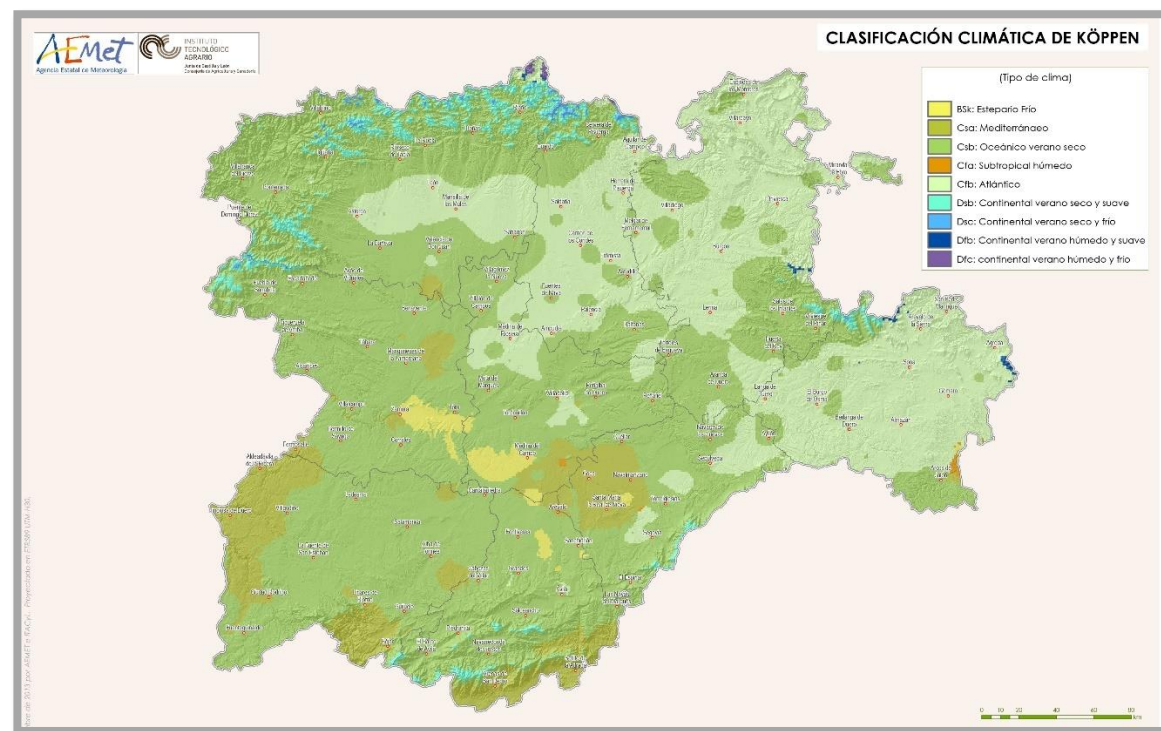


Ilustración 1: Clasificación Climática de Köppen. Fuente: AEMET

No obstante, en la tipificación climática de la zona nos encontramos, al igual que en casi toda la provincia, con la escasez de estaciones meteorológicas en la zona, con lo que la caracterización precisa y definitiva del clima es difícil de realizar.

Se encuentra en una zona que se podría caracterizar por un clima Mediterráneo Templado, siendo los valores medios de sus variables climáticas los siguientes, valores que, junto a los de las temperaturas extremas, definen, según la clasificación de J. Papadakis, unos inviernos tipo Avena, y unos veranos tipo Maíz. Por lo que respecta al régimen de humedad, los índices de humedad, mensuales y anuales, la lluvia de lavado, la distribución estacional de la pluviometría, etc., lo definen como Mediterráneo seco.

## 2.1 TEMPERATURAS

La temperatura media anual es de alrededor de 13°. El régimen de temperaturas de la zona es muy variado. Se tienen unos inviernos en los que la temperatura media en torno a los 4.5° llegando varios días a mínimas de -10°, y unos veranos con temperaturas medias de 35° llegando a máximas que superan los 40°.

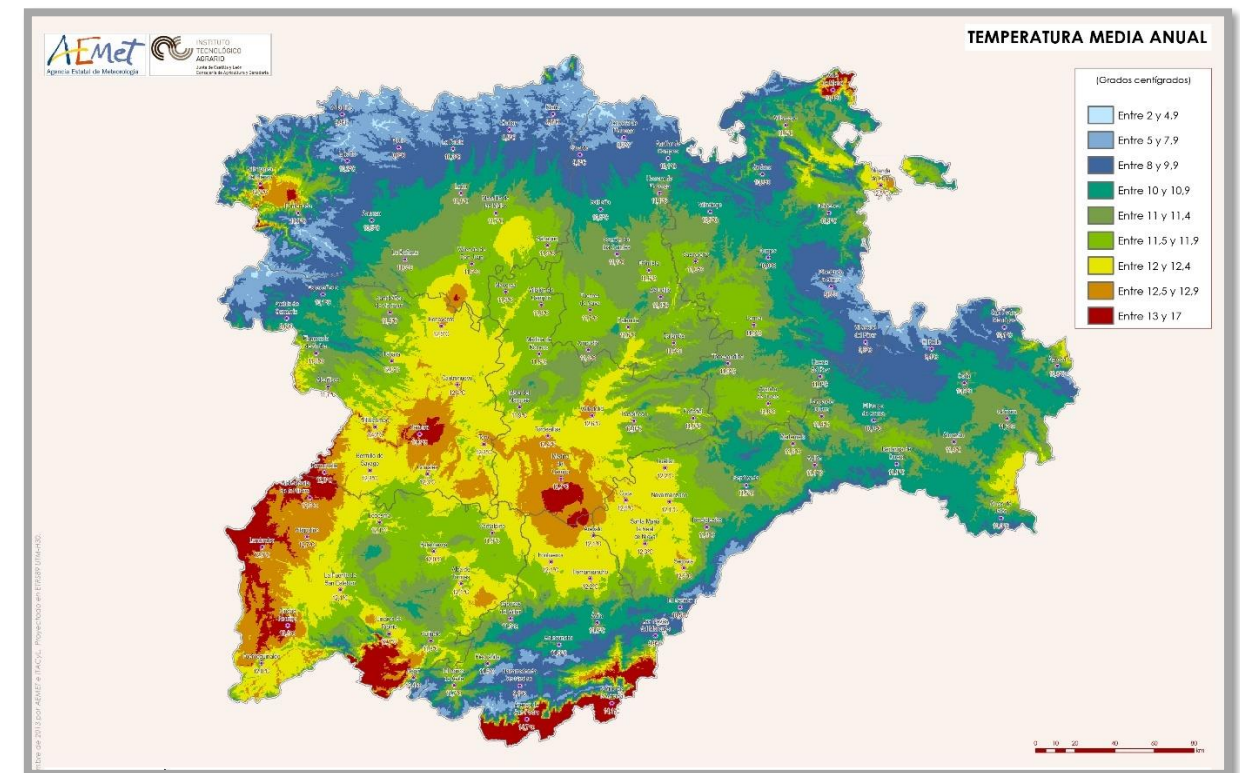


Ilustración 2: Temperatura Media Castilla y León. Fuente: AEMET



## 2.2 RÉGIMEN DE PRECIPITACIONES

En este apartado se tiene un régimen medio de precipitaciones de entre 400 y 600 mm. La mayor cantidad de precipitaciones se recogen entre los meses de octubre y febrero con escasas precipitaciones en los meses estivales.

El mes más lluvioso es octubre con una precipitación media de unos 65 l/m<sup>2</sup>, y el que menos es julio, en él entre 10 y 15 l/m<sup>2</sup>. A pesar de estos datos el mes en el que más días llueve es enero, en él llueve de media 20 días de 31 días. De forma contraria, es agosto en el que menos días llueve en el año, 1 o ninguno dependiendo del año.

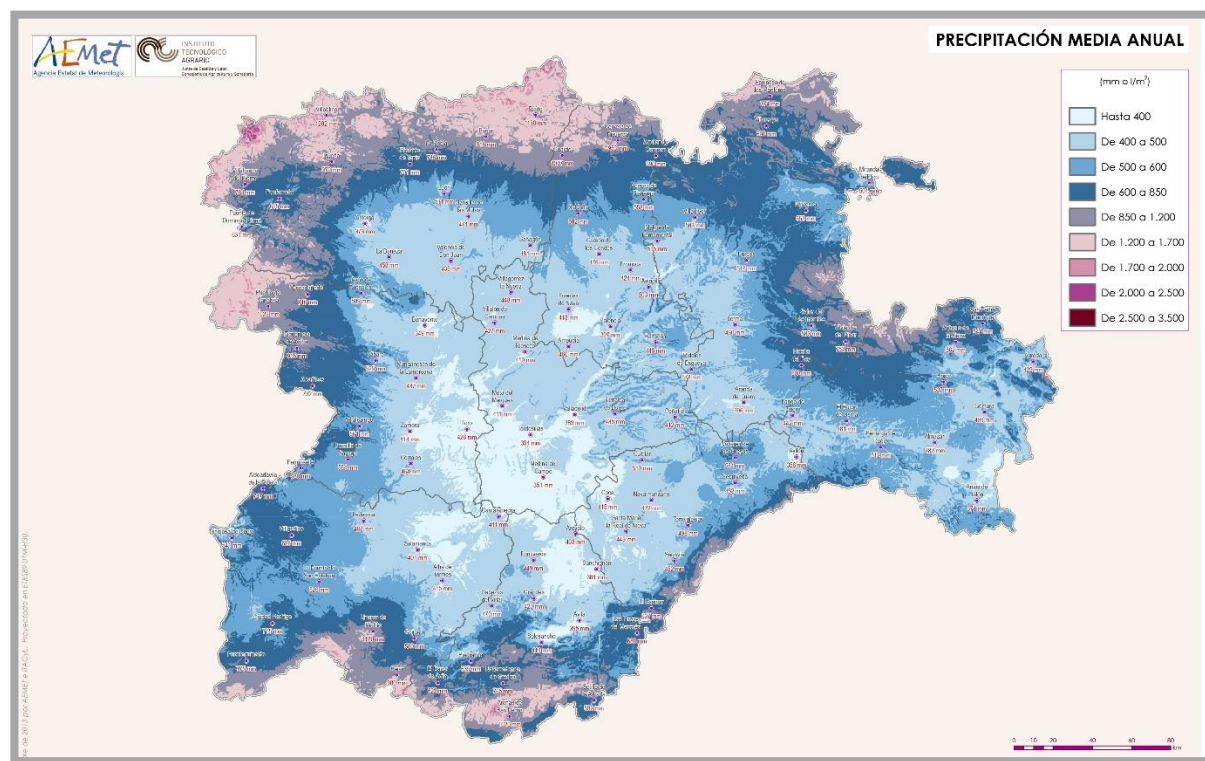


Ilustración 3: Precipitación media anual. Fuente: AEMET

## 2.3 VIENTO

El viento característico de la zona donde se ubica el proyecto es WSW-W, con unas velocidades medias de 6 km/h. Éstos son el 15% de los vientos recogidos en la zona. También de forma significativa, pero no predominante se tienen vientos de componente N-NE que forman el 10% de los totales con velocidades similares a las componentes anteriores.

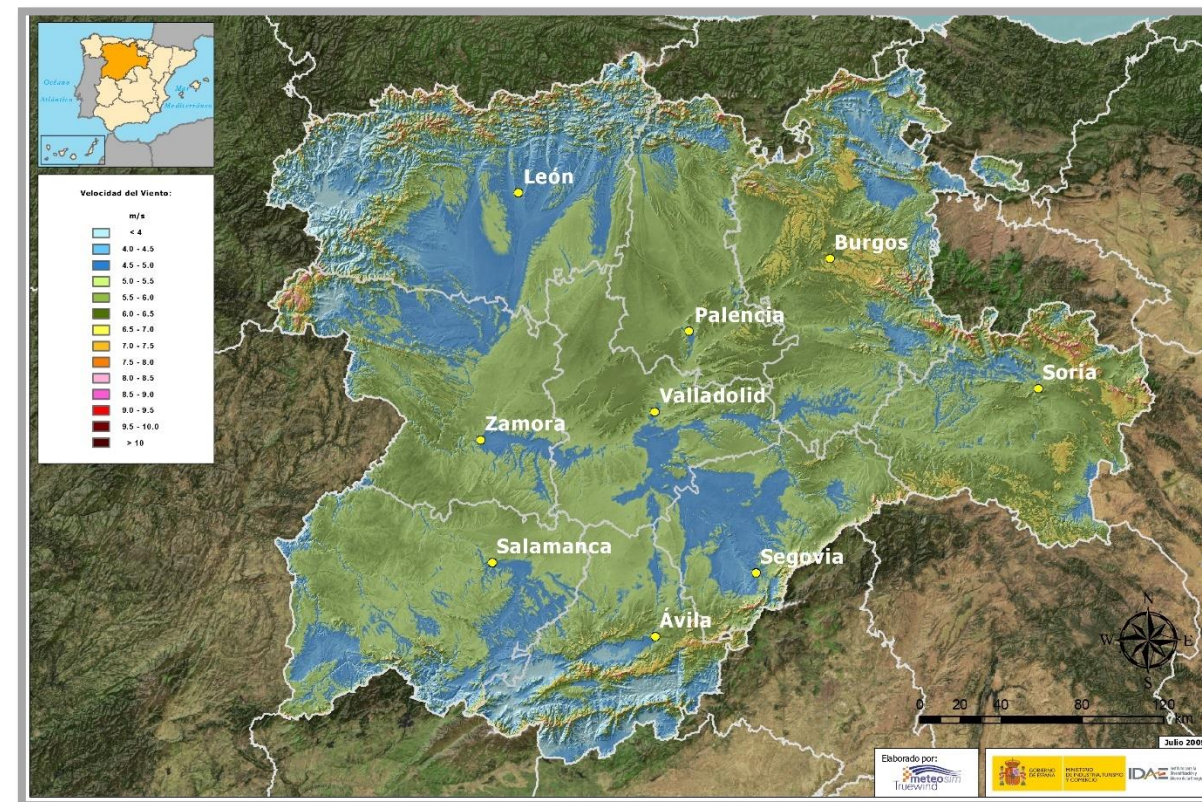


Ilustración 4: Mapa Eólico de Castilla y León. Fuente: IDEA



### 3. HIDROLOGÍA

La totalidad de los términos municipales de San Cebrián de Castro y Perilla de Castro quedan enmarcados dentro de la subcuenca del Esla, perteneciente a la cuenca del Duero. La subcuenca del Esla es la más extensa de las pertenecientes al río Duero, ocupando ésta 5.000 km<sup>2</sup> aproximadamente, siendo prácticamente la mitad de la provincia de Zamora. El río Esla es un río caudaloso, discurre principalmente por terrenos terciarios, formando un valle amplio y con un importante aporte aluvial. A partir de Bretó su curso se encaja en materiales pizarrosos y cuarzosos, se remansa en el embalse del Ricobayo y en él recibe por su margen derecha al río Aliste, que nace en la ladera sur de la sierra de la Culebra. El tramo final del río Esla discurre entre granitos y materiales metamórficos hasta desembocar en el Duero al Sur de Villalcampo, aportando una media aproximada de 4.402 Hm<sup>3</sup> de agua al año.

#### 3.1 DESCRIPCIÓN DEL RÍO ESLA

El río Esla, con 285 km de recorrido, es el más largo de todos los ríos de la Península Ibérica que, siendo tributarios de otros, no llevan su nombre hasta el mar.

Sólo el Ebro en Tortosa y el Miño en Orense superan el caudal del Esla, que en Ricobayo es de 182 m<sup>3</sup>/s. Su subcuenca abarca la mayor parte de la provincia de León, la mitad de la de Zamora y parte de la de Valladolid y Palencia, recogiendo las aguas de 16.163 km<sup>2</sup>.

Las primeras corrientes que lo forman nacen en la provincia de León, en las estribaciones de los Picos de Europa, en el amplio abanico montañoso que abarca desde los picos de Mampodre hasta la Peña Prieta y que comprende de Oeste a Este, los puertos de Tarna, Ventaniella, Arcenorio, el Pontón, Pandetrave y San Glorio.

Afluentes del Esla inicial, cuya fuente más importante es la que nace en el Val de Osín o Valdosín, son el arroyo de Maraña, el Riosol, el Ozca y el río Yuso, que incrementa sus aguas con los arroyos de Naranco y Lechada, entre otros. En el municipio de Crémenes se comienza a construir sobre el Esla el embalse de Riaño en 1965, pero por diversas vicisitudes no fue puesto en servicio hasta 1988; orientado fundamentalmente al regadío y secundariamente a la producción de electricidad; tiene una capacidad de 650 hectómetros cúbicos.

El curso del Esla se orienta generalmente al Sur-Oeste. Sus principales afluentes son el Porma, que lleva las aguas del Curueño; desde 1968 encierra agua el segundo embalse mayor de la provincia después del de Riaño; construido sobre el Porma lleva su nombre o el del ingeniero y escritor que lo proyectó: Juan Benet; tiene una capacidad de 318 hectómetros cuadrados; está enclavado en el municipio de Boñar. El agua embalsada se orienta al abastecimiento, el regadío y la producción de electricidad. El Bernesga, que lleva las del Torío; el Cea; el Órbigo, que lleva las aguas de los ríos Eria, Duerma, Tuerto, Omaña y Luna; el Tera y el Aliste. En el curso bajo del Esla, concretamente en el término municipal de Muelas del Pan, se encuentra el embalse de Ricobayo con una capacidad de 1.200 hectómetros cúbicos. Forma parte del sistema hidroeléctrico conocido como Saltos del Duero. El aprovechamiento, a parte del eléctrico, sigue siendo el abastecimiento, la pesca, la navegación y el baño.

Desemboca en el Duero en la provincia de Zamora, en tierras de Sayago, término de Abelón, a 20 km de la frontera con Portugal.

La Edad Media introduce una primera alteración en el nombre, y Astura deviene en Astula, luego Astola y Estola, más tarde Estla y Ezla y finalmente Esla.

A su paso por Villafer el río mantiene parte de la antigua vegetación espontánea de saucedas, alamedas y chopos oriundos, sustituidos no pocas veces por, choperas de plantación y encauzamientos.

Mantiene el Esla grandes paños de viejo soto, bravo y enmarañado que, junto a humedales y charcales se convierten en refugios inmejorables de numerosas especies de aves, estacionales y propias del soto.



Ilustración 5: Río Esla desde el Castillo de Castrotorafe. Fuente: Autor Proyecto



### 3.2 DESCRIPCIÓN DEL EMBALSE DE RICOBAYO

La presa del Embalse de Ricobayo se encuentra entre los municipios de Ricobayo del Alba y Muelas del Pan en la comarca de la Tierra del Pan en la provincia de Zamora. Se trata de una presa de gravedad, situada en el cauce del río Esla. Tiene una altura de 99.4 m sobre una cota de 592.5 m dando lugar a una cota de coronación de 685 m y un Nivel Máximo Normal (NMN) de 684 m debido a 1 metro de resguardo. Posee una capacidad de 1200 hm<sup>3</sup> y ocupa una superficie de 5855 ha.

Su construcción comenzó en el año 1929 y fue rematada en 1935. A pesar de ello su aliviadero principal no fue terminado hasta 1939. Éste posee una estructura peculiar debido a la regresión de su aliviadero de superficie: en un periodo comprendido entre el año 1933 al 1939, retrocedió hacia aguas arriba 350 m, provocando una cazuela u olla de 100 m de anchura y 100 m de profundidad, excavando aproximadamente 1.136.000 m<sup>3</sup> de rocas. Los problemas de este aliviadero hicieron necesaria la construcción de un Laboratorio de Hidráulica en el Poblado del Salto de Ricobayo, para resolver y estudiar en modelo reducido los problemas derivados de las grandes evacuaciones de agua de los aliviaderos.



Ilustración 6: Presa de Ricobayo. Fuente: [www.clubrural.com](http://www.clubrural.com)



Ilustración 7: Detalle Aliviadero. Fuente: Autor Proyecto

### 3.3 AVENIDAS

Los embalses se construyen con un fin, habitualmente, que reporta beneficios a uno o varios sectores económicos. Bien puede ser la agricultura, con embalses que se utilicen para regadío el sector energético para la producción de energía hidroeléctrica, entre otros. Además de estas funciones, poseen la característica de laminar las avenidas que puedan producirse a lo largo de un año hidrológico. Por ello, al ejercer esta función el embalse, podemos saber en todo momento la cota de la lámina de agua, así como la máxima, de tal forma que esto nos permite no tener que realizar cálculos de avenidas en la zona donde se ubica el proyecto.



*Anteproyecto de nuevo  
puente en la N-631  
sobre el Embalse de Ricobayo*

ANEJO 6 :

CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA

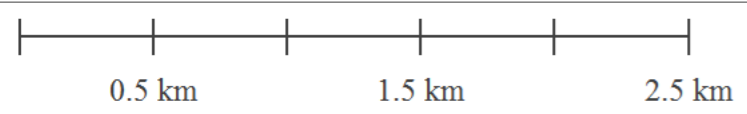
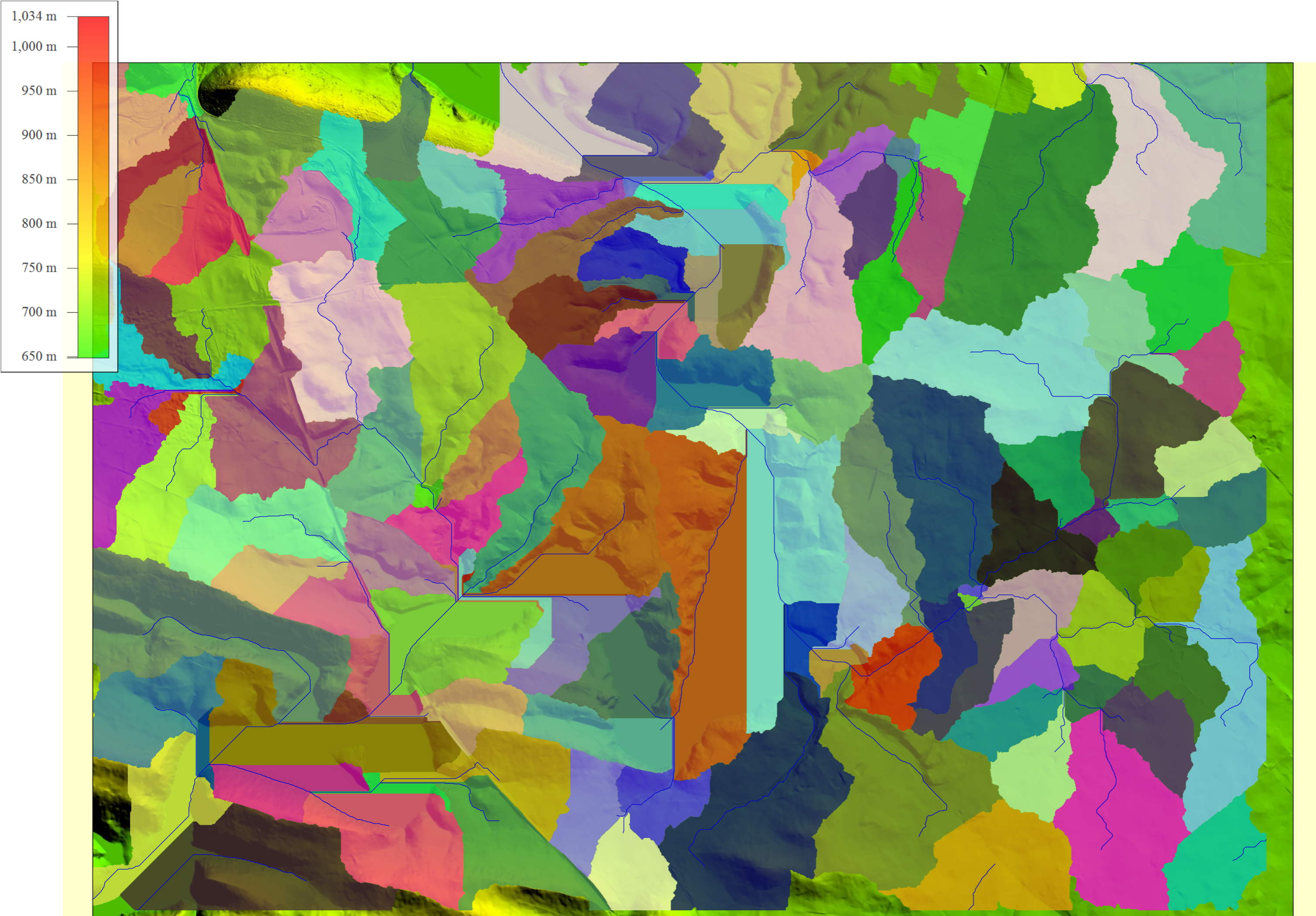
*Ángel Mateos Alonso  
15/16*

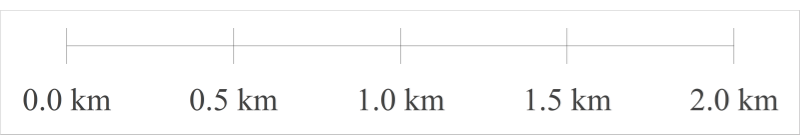
APÉNDICE

PLANOS











*Anteproyecto de nuevo  
puente en la N-631  
sobre el Embalse de Ricobayo*

*Ángel Mateos Alonso  
15/16*

---

ANEJO 7 :

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

DE TRAZADO



## ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	3
2.	PROPUESTAS DE ALTERNATIVAS DE TRAZADO.....	3
2.1.	INTRODUCCIÓN.....	3
2.2.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS ALTERNATIVAS.....	3
2.3.	ALTERNATIVA-1.....	4
2.4.	ALTERNATIVA-2.....	4
2.5.	ALTERNATIVA-3.....	5
3.	CRITERIOS DE EVALUACIÓN.....	5
3.1.	CRITERIO AMBIENTAL.....	5
3.2.	CRITERIO SOCIAL.....	6
3.3.	CRITERIO FUNCIONAL.....	6
3.4.	CRITERIO ECONÓMICO.....	8
4.	EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS.....	8
4.1.	INTRODUCCIÓN.....	8
4.2.	PUNTUACIONES.....	8
4.2.1.	PUNTUACIONES SEGÚN EL CRITERIO AMBIENTAL.....	9
4.2.2.	PUNTUACIONES SEGÚN CRITERIO SOCIAL.....	9
4.2.3.	PUNTUACIONES SEGÚN CRITERIO FUNCIONAL.....	9
4.2.4.	PUNTUACIONES SEGÚN CRITERIO ECONÓMICO.....	9
4.3.	MÉTODOS DE EVALUACIÓN.....	10
4.3.1.	MÉTODO DE LAS MEDIAS PONDERADAS.....	10
4.3.1.1.	MATRIZ DECISIONAL.....	10
4.3.1.2.	MATRIZ HOMOGENEIZADA.....	10
4.3.1.3.	MATRIZ DE VALORES PONDERADOS.....	10
4.3.1.4.	RESULTADOS.....	10
4.3.2.	MÉTODO PRESS.....	10
4.3.2.1.	MATRIZ DE DOMINACIÓN.....	10
4.3.2.2.	RESULTADOS.....	11
4.4.	SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA A PROYECTAR.....	11
	APÉNDICE1: LISTADO DE LAS ALINEACIONES.....	12
	APÉNDICE2: ESTADO DE LAS RASANTES.....	14
	APÉNDICE3: MOVIMIENTOS DE TIERRAS.....	21
	APÉNDICE4: PLANOS.....	22



## 1. INTRODUCCIÓN

En este anejo se realizará un estudio de las posibles alternativas con las que se pueden afrontar el proyecto en redacción. Se comenzará por evaluar las alternativas de trazado que disponemos y luego se procederá a la evaluación de las alternativas estructurales propuestas.

## 2. PROPUESTAS DE ALTERNATIVAS DE TRAZADO

### 2.1. INTRODUCCIÓN

En este apartado se destacarán las principales características que presentan las distintas alternativas justificando las medidas adoptadas para cada una de ellas.

### 2.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS ALTERNATIVAS

Tras analizar las actuales infraestructuras de la zona y el planeamiento urbanístico del municipio de San Cebrián de Castro y el de Perilla de Castro se han propuesto dos puntos para el inicio de los trazados y tres para el final. En ambos casos el punto de inicio se realiza en glorietas, ya ejecutadas, las cuales dan acceso directo a la autovía A-66 como a la N-630.

Para las dos primeras alternativas, se decidió que el punto inicial sea la glorieta que se sitúa en el PK 0+000 de la N-631 ya que es punto de acceso ideal para los vecinos de las urbanizaciones que se sitúan en la zona, así como los vecinos de la localidad de San Cebrián de Castro. Para la Alternativa-3 el punto de inicio se sitúa en el PK 251+900 de la N-630 correspondiendo a una glorieta que da acceso a un enlace con la A-66 y a la localidad de Fontanillas de Castro.

La Alternativa-1 finalizará su trazado en el PK 5+800 del trazado actual de la N-631 y su conexión con éste se resolverá mediante una intersección desviando el tráfico por el nuevo vial, dejando el tramo sustituido como una vía de servicio para los vecinos de La Encomienda. La Alternativa-2 tendrá su punto de finalización en el PK 3+500 de la N-631; al igual que la anterior, se conecta mediante una intersección. Por último, la Alternativa-3 se unirá a la N-631 en el PK 6+500, al igual que las otras dos el enlace se realiza a nivel.



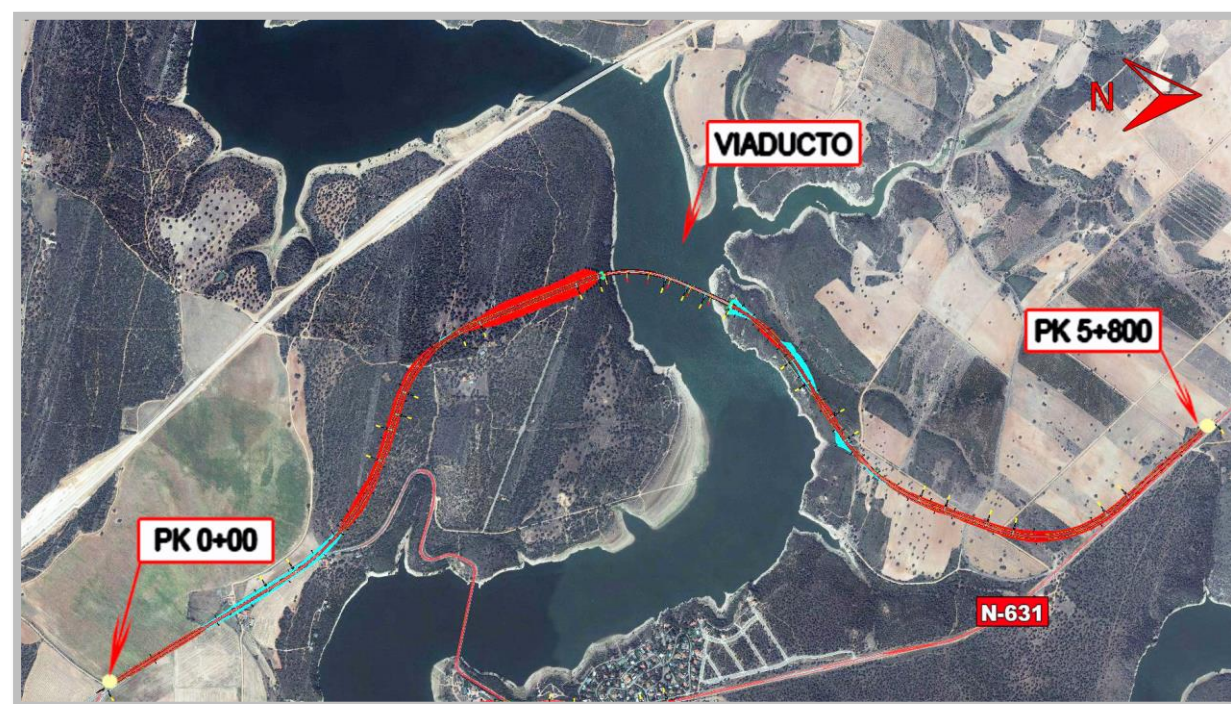
### 2.3. ALTERNATIVA-1

El trazado que muestra esta alternativa es el más largo (5.587 m). Se caracteriza por presentar una pendiente media superior al resto de alternativas (1.96%) pero con una pendiente máxima del 3.73%. El radio de curvatura media del vial es de 625 m siendo el menor de ellos de 450 m. Presenta unos movimientos de tierra elevados:

- Terraplén: 77.193,00 m<sup>3</sup>
- Desmorte: 672.946,60 m<sup>3</sup>

Se inicia en el PK 0+000 de la N-631, en la glorieta que sirve de enlace para acceder a la A-66 así como a la N-630. El trazado aprovecha el trazado actual de la N-630 hasta el PK 1+100, adecuando este tramo a las características del nuevo trazado. El trazado contempla un viaducto de aproximadamente de 560 m de longitud para salvar el Embalse de Ricobayo. La zona por donde discurre presenta una orografía compleja con la necesidad de realizar desmontar cantidades elevadas de tierra.

Discurre aguas abajo del puente actual y aguas arriba del viaducto de la LAV Madrid-Galicia. Produce un impacto paisajístico elevado debido a la magnitud del viaducto y por los movimientos de tierra necesarios; además es la alternativa que afecta a más caminos existentes. También afecta a una segunda carretera como es la ZA-P-2431 que discurre desde la N-631 hasta Perilla de Castro, Santa Eufemia del Barco y Losilla. No ofrece una utilidad mayor que la de proporcionar una vía más segura que la actual y trasladar el tráfico pesado fuera de la actual carretera que atraviesa la urbanización.



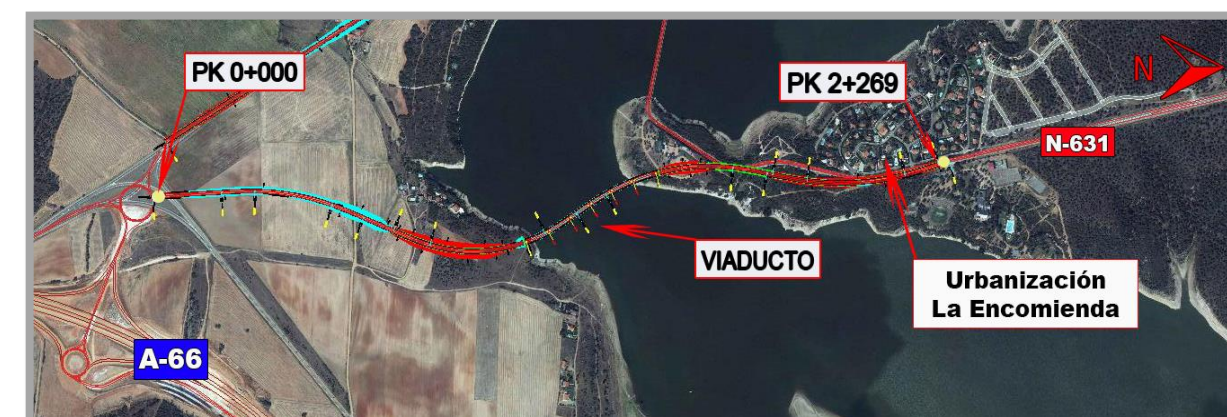
### 2.4. ALTERNATIVA-2

Esta segunda alternativa presenta una longitud de 2.069 m siendo ésta la más corta de las tres. Se caracteriza por tener una pendiente media de 1.33%, la más baja de las tres alternativas, y una pendiente máxima de 3.43%, también la más baja de las tres. El radio medio del trazado es de 650 m, ligeramente más alto que la anterior alternativa con la cual comparte radio mínimo (450 m). Es el trazado que presenta unos movimientos de tierra menores y una mejor compensación de tierras:

- Terraplén: 20.143,34 m<sup>3</sup>
- Desmorte: 81.648,61 m<sup>3</sup>

Comienza, al igual que la Alternativa-1, en el PK 0+000 de la N-631, en la glorieta que da acceso a la A-66 y que ya está ejecutada. Las tres alternativas presentan un viaducto con el objetivo de salvar el Embalse de Ricobayo, en este caso se trata de un viaducto de 405 m de longitud.

Este trazado se sitúa aguas arriba del puente actual. Su impacto paisajístico es bajo ya que su longitud es corta y la orografía de la zona es más suave que la de la alternativa anterior. De la actual N-631 utilizaría una pequeña parte de su trazado en la zona de la urbanización de La Encomienda. Por ello, su utilidad es mayor ya que los vecinos de dicha urbanización se podrán beneficiar de él sin tener que sufrir las retenciones que se producen en el puente debido a su ancho o a los accidentes que se producen en las inmediaciones de la urbanización debido a la sinuosidad del trazado.





## 2.5. ALTERNATIVA-3

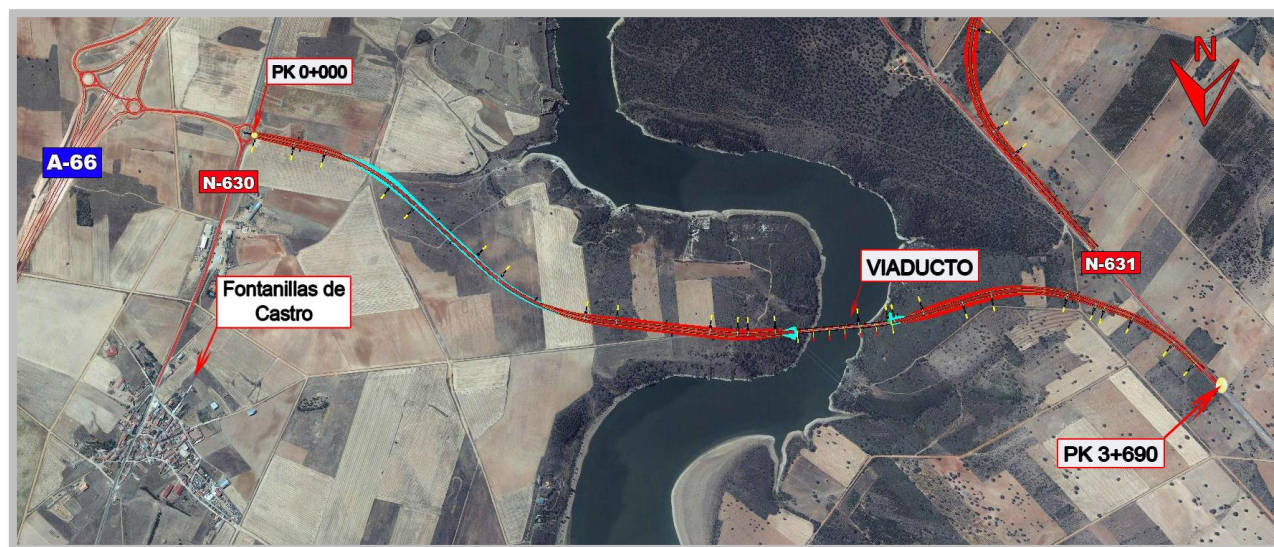
La tercera y última alternativa es la que se sitúa más al Norte de las tres planteadas, muy próxima a la localidad de Fontanillas de Castro. Es la segunda más larga con 3.690 m de longitud. Su trazado en planta es el mejor de los planteados ya que el radio medio de curva es de 650 m con un radio mínimo de 600 m, lo que hace que la conducción sea muy suave. Al igual que las otras dos alternativas la pendiente no es superior en ningún momento al 6%, aun así, la pendiente máxima en ésta es la mayor de las tres, 3.92%, siendo la pendiente media de 1.51%. Los movimientos de tierras que presenta no están muy compensados, de tal forma que el volumen de desmonte es bastante superior al volumen de terraplén:

- Terraplén: 48.344,2 m<sup>3</sup>
- Desmonte: 345.060,0 m<sup>3</sup>

Comienza en el PK 251+900 de la N-630, en una glorieta, ya ejecutada, en la cual podemos acceder a un enlace de la A-66 (Enlace de Fontanillas de Castro), seguir por la N-630 dirección Benavente, o visitar el Castillo de Castrotorafe a través del camino histórico de la Vía de la Plata.

El trazado hasta la zona del valle del río Esla es muy suave con unas diferencias de cota bastante pequeñas. A la hora de salvaguardar el cauce del embalse se proyecta un viaducto de 330 m, lo que lo convierte en el más corto de las tres propuestas. Una vez cruzado el embalse dirección Ourense nos encontramos con una orografía más escarpada y con mayores pendientes, lo que supone que las pendientes de la rasante y el desmonte de tierras sean mayores.

Esta nueva variante finaliza en el PK 6+500 de la actual N-631. Este trazado no utiliza ninguna zona del actual salvo para la ejecución de la intersección. Esta alternativa proporciona a los vecinos de Fontanillas de Castro de viajar hacia la zona de Sanabria reduciendo tiempos, además beneficiaría a los vecinos de La Encomienda al trasladar el tráfico pesado fuera de las inmediaciones de la urbanización.



## 3. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

En este apartado se definen cuáles serán los criterios empleados para evaluar las diferentes alternativas. Se utilizarán cuatro criterios:

- **Criterio ambiental:** contempla los movimientos de tierras, y la posible afección a la fauna, a la flora y al territorio.
- **Criterio social:** pondera el impacto sobre las edificaciones existentes, las expropiaciones y el beneficio social futuro. En él se exponen la longitud, radios medios y otros parámetros que caracterizan a las distintas alternativas.
- **Criterio funcional:** en él se exponen la longitud, radios medios y otros parámetros que caracterizan a las distintas alternativas, así como la afección a carreteras y caminos existentes y la utilidad de la obra en previsión de futuros proyectos complementarios.
- **Criterio económico:** valora en términos económicos los distintos trazados.

### 3.1. CRITERIO AMBIENTAL

La alternativa que obtendrá mejores puntuaciones será aquella que cumpla los siguientes objetivos:

- 1) Minimice los movimientos de tierra.
- 2) Reduzca todo lo posible la masa forestal afectada.
- 3) Preserve de una forma razonable los distintos ecosistemas de fauna y flora que habitan en los cauces fluviales.
- 4) Produzca un menor efecto barrera, es decir, permita en la mayor medida la movilidad de los organismos vivos.

A continuación, se expone una tabla con las mediciones de las distintas alternativas de trazado:



	ALTERNATIVA -1	ALTERNATIVA -2	ALTERNATIVA -3
TERRAPLÉN (m <sup>3</sup> )	77.193,00	20.143,34	48.344,20
DESMONTE (m <sup>3</sup> )	672.946,60	81.648,81	345.060,00
COMPENSACIÓN DE TIERRAS (m <sup>3</sup> )	595.753,60	61.505,47	296.715,80
ÁREA OCUPADA (m <sup>2</sup> )	156.593,13	46.486,96	92.224,38
AFECCIÓN A CAUCES FLUVIALES	Media	Media	Media
AFECCIÓN A ZONAS PROTEGIDAS	Baja	Alta	Media
EFEECTO BARRERA	Alto	Bajo	Medio

### 3.2. CRITERIO SOCIAL

La alternativa que según este criterio obtendrá las mejores puntuaciones será aquella que cumpla en la mayor medida los siguientes objetivos:

- 1) Afecte lo menos posible a edificaciones singulares, tales como iglesias o edificios de interés público, y viviendas en la zona.
- 2) Minimice las expropiaciones.
- 3) Afecte en la menor medida posible a zonas con la calificación de urbanas y a los núcleos rurales calificados como suelo no urbanizable.
- 4) Facilite la movilidad a las personas de las urbanizaciones aledañas tales como La Encomienda o Puente de la Estrella.  
Reduzca el impacto visual siendo agradable desde un punto de vista estético.

A continuación, se presenta la tabla donde se recogen las mediciones relativas a este criterio en cada una de las alternativas:

	ALTERNATIVA -1	ALTERNATIVA -2	ALTERNATIVA -3
EDIFICACIONES SOBRE LA TRAZA	0	2	0
EDIFICACIONES A 25 m DEL PIE DEL TERRAPLÉN	0	11	0
AFECCIÓN A SUELO URBANO	Nulo	Alto	Nulo
AFECCIÓN A SUELO NO URBANIZABLE (NÚCLEOS URBANOS)	Bajo	Medio	Bajo
AFECCIÓN A SUELO FORESTAL NO URBANIZABLE	Alto	Bajo	Alto
MOVILIDAD DE POBLACIÓN	Nula	Baja	Nula
IMPACTO PAISAJÍSTICO	Alto	Medio	Medio
SERVICIO A POBLACIONES CERCANAS	Bajo	Alto	Medio

### 3.3. CRITERIO FUNCIONAL

La alternativa que según este criterio obtendrá las mejores puntuaciones será aquella que cumpla en la mayor medida los siguientes objetivos:

- 1) Una longitud lo más corta posible aprovechando el trazado actual de la N-631.
- 2) Presente unas menores pendientes, mayores radios de curvatura y una mejor visibilidad durante todo el trazado.
- 3) Minimice la afección a carreteras y caminos existentes.
- 4) Minimice los tiempos de recorrido agilizando la circulación por la nueva vía. Para ello se hace una simulación desde dos puntos en común (el primer punto se sitúa en la A-66, **A**, y el segundo en la N-631, **B**) de las alternativas midiendo el tiempo que se tarda de un punto a otro por cada una de ellas.

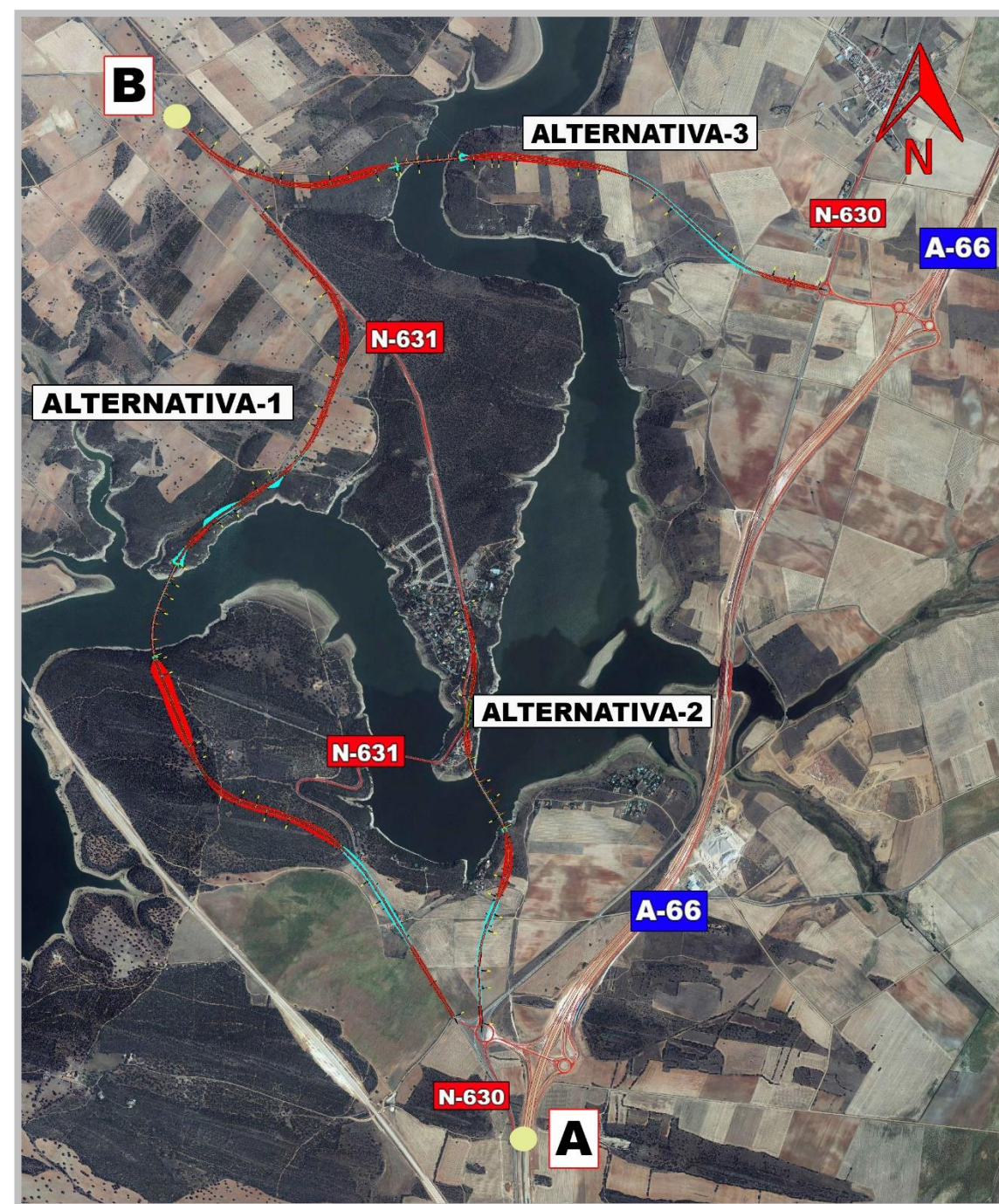
A continuación, se presenta la tabla donde se recogen las mediciones relativas a este criterio en cada una de las alternativas:





	ACTUAL	ALTERNATIVA - 1	ALTERNATIVA -2	ALTERNATIVA -3
LONGITUD (m)	-	5.320	2.269	3.690
PENDIENTE MEDIA (%)	-	1,96%	1,33%	1,05%
PORCENTAJE CON PENDIENTE >6%	-	0,00%	0,00%	0,00%
PENDIENTE MÁXIMA (%)	-	3,73%	3,43%	2,05%
LONGITUD EN RECTA (m)	-	2.020	418	1158
LONGITUD MEDIA EN RECTA (%)	-	38%	18%	31%
RADIO MEDIO EN CURVA (m)	-	608	625	650
RADIO MÍNIMO EN CURVA (m)	-	450	450	600
DISTANCIA (m)	8.300	8.697	7.247	9.894
TIEMPO DE RECORRIDO (min)	7	9	6	8
CARRETERAS AFECTADAS	-	2	1	1
CAMINOS AFECTADOS	-	6	3	5

Para estudiar cuál de los trazados era el que minimizaba tiempos se supuso un recorrido desde un punto **A** hasta otro **B**, ambos comunes a las alternativas propuestas, así como al trazado actual. Para las tres alternativas se supuso una velocidad media de recorrido de 70 km/h debido a que se parte de una glorieta y se pasa un tiempo acelerando hasta alcanzar la velocidad de proyecto.





### 3.4. CRITERIO ECONÓMICO

En este criterio lo que se ha realizado es un análisis económico-financiero de cada alternativa utilizando una plantilla de macro precios para estimar, de forma aproximada, el coste de ejecución.

A continuación, se presenta la tabla donde se recogen las mediciones relativas a este criterio en cada una de las alternativas:

	ALTERNATIVA -1	ALTERNATIVA -2	ALTERNATIVA -3
<b>COSTE CARRETERA (€)</b>	6.732.600,00 €	2.081.200,00 €	4.362.800,00 €
<b>COSTE PUENTE (€)</b>	10.731.000,00 €	7.938.000,00 €	5.611.200,00 €
<b>COSTE PASOS A DISTINTO NIVEL (€)</b>	3.242.400,00 €	394.800,00 €	1.360.800,00 €
<b>PRESUPUESTO DE INVERSIÓN (€)</b>	20.706.000,00 €	10.414.000,00 €	11.334.800,00 €
<b>RATIO €/km</b>	3.706.103,45 €	5.033.349,44 €	3.142.445,25 €

### 4. EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

#### 4.1. INTRODUCCIÓN

En este apartado se explicarán las puntuaciones que se han asignado a cada alternativa, así como el proceso seguido para obtener la alternativa óptima según los diversos criterios de evaluación explicados en el apartado anterior. La alternativa óptima será aquella que de manera objetiva de respuesta a las necesidades que dan origen a este proyecto.

#### 4.2. PUNTUACIONES

Para asignar puntuaciones de la forma más objetiva y metódica posible a cada alternativa se llevará a cabo un proceso de homogeneización a partir de las mediciones del apartado 3.

A la alternativa que presente la medición pésima según uno de los subcriterios se le asignará un 0 y a la que presente la mejor, un 1. Mediante interpolación lineal se obtiene el valor correspondiente para la alternativa que no es ni la mejor ni la peor según dicho subcriterio.

Un ejemplo es, dentro del criterio funcional, existe el subcriterio LONGITUD. En él, llevará la puntuación de 1 aquel que tenga una longitud menor (ALTERNATIVA -1) y un 0 el que tenga una longitud mayor (ALTERNATIVA-2). Para la alternativa que todavía no tiene puntuación se utiliza una interpolación lineal reflejada en esta fórmula:

$$h_i = \frac{v_i - \min(v_1, v_2, v_3)}{\max(v_1, v_2, v_3) - \min(v_1, v_2, v_3)}$$

De tal forma que la alternativa que no tiene la longitud más larga ni más corta (ALTERNATIVA-3) se lleve la puntuación de 0.466.

En algunos criterios no se han dado puntuaciones numéricas, sino valoraciones como Alto, Medio o Bajo. En estos casos lo que se ha utilizado ha sido puntuar con un 1 a la opción óptima, con un 0 a la más desfavorable y con 0.5 a la opción que no es la mejor ni la peor.



#### 4.2.1. PUNTUACIONES SEGÚN EL CRITERIO AMBIENTAL

	ALTERNATIVA -1	ALTERNATIVA -2	ALTERNATIVA -3
TERRAPLÉN (m <sup>3</sup> )	0,569	1,000	0,000
DESMONTE (m <sup>3</sup> )	0,000	1,000	0,197
COMPENSACIÓN DE TIERRAS (m <sup>3</sup> )	0,000	1,000	0,031
ÁREA OCUPADA (m <sup>2</sup> )	0,000	1,000	0,585
AFECCIÓN A CAUCES FLUVIALES	1,000	1,000	1,000
AFECCIÓN A ZONAS PROTEGIDAS	1,000	0,000	0,500
EFECTO BARRERA	0,000	1,000	1,000
<b>MEDIA</b>	<b>0,367</b>	<b>0,857</b>	<b>0,473</b>

#### 4.2.2. PUNTUACIONES SEGÚN CRITERIO SOCIAL

	ALTERNATIVA -1	ALTERNATIVA -2	ALTERNATIVA -3
EDIFICACIONES SOBRE LA TRAZA	1,000	0,000	1,000
EDIFICACIONES A 25 m DEL PIE DEL TERRAPLÉN	1,000	0,000	1,000
AFECCIÓN A SUELO URBANO	1,000	0,000	1,000
AFECCIÓN A SUELO NO URBANIZABLE (NÚCLEOS URBANOS)	1,000	0,000	1,000
AFECCIÓN A SUELO FORESTAL NO URBANIZABLE	0,000	1,000	0,500
MOVILIDAD DE POBLACIÓN	1,000	0,500	1,000
IMPACTO PAISAJÍSTICO	0,000	0,500	1,000
SERVICIO A POBLACIONES CERCANAS	0,000	1,000	1,000
<b>MEDIA</b>	<b>0,625</b>	<b>0,375</b>	<b>0,938</b>

#### 4.2.3. PUNTUACIONES SEGÚN CRITERIO FUNCIONAL

	ALTERNATIVA -1	ALTERNATIVA -2	ALTERNATIVA -3
LONGITUD (m)	0,000	1,000	0,534
PENDIENTE MEDIA (%)	0,000	0,534	1,000
PORCENTAJE CON PENDIENTE >6%	1,000	1,000	1,000
PENDIENTE MÁXIMA (%)	0,000	0,821	1,000
LONGITUD EN RECTA (m)	1,000	0,000	0,538
LONGITUD MEDIA EN RECTA (%)	1,000	0,000	0,663
RADIO MEDIO EN CURVA (m)	0,000	0,405	1,000
RADIO MÍNIMO EN CURVA (m)	0,000	0,000	1,000
DISTANCIA (m)	0,548	1,000	0,000
TIEMPO DE RECORRIDO (min)	0,000	1,000	0,000
CARRETERAS AFECTADAS	1,000	1,000	1,000
CAMINOS AFECTADOS	0,000	1,000	0,667
<b>MEDIA</b>	<b>0,379</b>	<b>0,647</b>	<b>0,700</b>

#### 4.2.4. PUNTUACIONES SEGÚN CRITERIO ECONÓMICO

	ALTERNATIVA -1	ALTERNATIVA -2	ALTERNATIVA -3
COSTE CARRETERA (€)	0,000	1,000	0,509
COSTE PUENTE (€)	0,000	0,454	1,000
COSTE PASOS A DISTINTO NIVEL (€)	0,000	1,000	0,339
PRESUPUESTO DE INVERSIÓN (€)	0,000	1,000	0,911
RATIO €/km	0,298	0,000	1,000
<b>MEDIA</b>	<b>0,060</b>	<b>0,691</b>	<b>0,752</b>



#### 4.3. MÉTODOS DE EVALUACIÓN

Para evaluar las alternativas a partir de las puntuaciones expuestas en el apartado anterior utilizaremos dos métodos: MEDIAS PONDERADAS y MÉTODO PRESS.

##### 4.3.1. MÉTODO DE LAS MEDIAS PONDERADAS

Es el método más sencillo de los dos que consiste en hacer una media ponderada a partir de las puntuaciones anteriores.

##### 4.3.1.1. MATRIZ DECISIONAL

CRITERIO	AMBIENTAL	SOCIAL	FUNCIONAL	ECONÓMICO
<b>PESO</b>	<b>0,25</b>	<b>0,20</b>	<b>0,30</b>	<b>0,25</b>
<b>ALTERNATIVA -1</b>	0,367	0,625	0,379	0,060
<b>ALTERNATIVA -2</b>	0,857	0,375	0,647	0,691
<b>ALTERNATIVA -3</b>	0,473	0,938	0,700	0,752

##### 4.3.1.2. MATRIZ HOMOGENEIZADA

CRITERIO	AMBIENTAL	SOCIAL	FUNCIONAL	ECONÓMICO
<b>ALTERNATIVA -1</b>	0,000	0,444	0,000	0,000
<b>ALTERNATIVA -2</b>	1,000	0,000	0,833	0,912
<b>ALTERNATIVA -3</b>	0,217	1,000	1,000	1,000

##### 4.3.1.3. MATRIZ DE VALORES PONDERADOS

CRITERIO	AMBIENTAL	SOCIAL	FUNCIONAL	ECONÓMICO
<b>ALTERNATIVA -1</b>	0,000	0,111	0,000	0,000
<b>ALTERNATIVA -2</b>	0,250	0,000	0,208	0,228
<b>ALTERNATIVA -3</b>	0,054	0,250	0,250	0,250

#### 4.3.1.4. RESULTADOS

	SUMA
<b>ALTERNATIVA-1</b>	0,111
<b>ALTERNATIVA-2</b>	0,686
<b>ALTERNATIVA-3</b>	0,804

#### 4.3.2. MÉTODO PRESS

Fue desarrollado por el profesor Gómez Senent, de la Universidad Politécnica de Valencia.

Trata de determinar la alternativa más favorable desde el punto de vista del análisis comparado con el resto de alternativas posibles. Esto es, establece las relaciones entre alternativas para todos y cada uno de los criterios establecidos. De este modo, el método busca la elección óptima en aquella alternativa que es mejor que las demás en el mayor número posible de criterios y es la que tiene menores debilidades frente a las restantes.

##### 4.3.2.1. MATRIZ DE DOMINACIÓN

A partir de la matriz de valores ponderados anterior se obtiene la matriz de dominación:

	ALTERNATIVA -1	ALTERNATIVA -2	ALTERNATIVA -3	Di
<b>ALTERNATIVA -1</b>	-	0,111	0,000	<b>0,111</b>
<b>ALTERNATIVA -2</b>	0,686	-	0,196	<b>0,882</b>
<b>ALTERNATIVA -3</b>	0,693	0,314	-	<b>1,007</b>
<b>di</b>	<b>1,379</b>	<b>0,425</b>	<b>0,196</b>	



#### 4.3.2.2. RESULTADOS

A partir de esta matriz se obtienen los valores  $D_i$  (determina la prelación de la alternativa  $i$  respecto del resto) como suma de las filas y  $d_i$  (determina las ventajas del resto de alternativas respecto a la alternativa estudiada) como suma de las columnas. El método concluye que la solución óptima será la que maximice el cociente:  $D_i/d_i$ .

	$D_i/d_i$
ALTERNATIVA -1	0,081
ALTERNATIVA -2	2,077
ALTERNATIVA -3	5,141

#### 4.4. SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA A PROYECTAR

Según las puntuaciones en cada criterio así como los pesos asignados a cada uno de ellos la alternativa elegida es la: Alternativa 3 según el Método de las Medias Ponderadas por un escaso margen con respecto a la Alternativa 2. De la misma forma, según el Método Press la alternativa elegida es la Alternativa 3 por un amplio margen con respecto a la Alternativa 2. Las ponderaciones propuestas fueron:

CRITERIO	AMBIENTAL	SOCIAL	FUNCIONAL	ECONÓMICO
PESO	0,25	0,20	0,30	0,25

Las ponderaciones se han establecido según los objetivos que persigue este proyecto, como son mejorar un trazado y un puente obsoletos, por ello el criterio FUNCIONAL se le ha asignado un mayor peso que al resto. Al criterio SOCIAL se le ha asignado el menor peso debido a que no afecta en gran medida a zonas de viviendas o núcleos urbanos importantes al ser una zona rural.

En el caso de que todos los criterios recibiesen el mismo peso, es decir, 0,25, los resultados variarían, de tal forma que por el Método de las Medias Ponderadas la alternativa elegida sería Alternativa 3 por un pequeño margen con respecto a la Alternativa 2; y por el Método Press seguiría siendo la Alternativa 3 la elegida por un margen aún mayor que con los pesos anteriormente propuestos.

#### MEDIAS PONDERADAS

	SUMA
ALTERNATIVA-1	0,111
ALTERNATIVA-2	0,728
ALTERNATIVA-3	0,763

#### MÉTODO PRESS

	$D_i/d_i$
ALTERNATIVA -1	0,081
ALTERNATIVA -2	2,230
ALTERNATIVA -3	11,694

Por lo tanto, y de acuerdo con las puntuaciones obtenidas, la alternativa escogida es la ALTERNATIVA 3.



**PC** *Anteproyecto de nuevo  
puente en la N-631  
sobre el Embalse de Ricobayo*

ANEJO 6 :  
ESTUDIO DE ALTERNATIVAS  
DE TRAZADO

*Ángel Mateos Alonso*  
15/16

## APÉNDICE 1

# LISTADO DE LAS ALINEACIONES



Anteproyecto de nuevo  
puente en la N-631  
sobre el Embalse de Ricobayo

ANEJO 6 :  
ESTUDIO DE ALTERNATIVAS  
DE TRAZADO

Ángel Mateos Alonso  
15/16

\*\*\*\*\*  
\*\*\* LISTADO DE LAS ALINEACIONES \*\*\*  
\*\*\*\*\*

DATO TIPO	LONGITUD	P.K.	X TANGENCIA	Y TANGENCIA	RADIO	PARAMETRO	AZIMUT	Cos/Xc/Xinf	Sen/Yc/Yinf
1 RECTA	168.051	0.000	7674.73.899	4624.127.403		312.2902	-0.9814230	0.1918564	
CLOT.	112.000	168.051	767308.969	4624.159.645	280.000	312.2902	767308.969	4624.159.645	
2 CIRC.	271.017	280.051	767199.693	4624.184.049	700.000	317.3831	767388.464	4624.858.115	
CLOT.	112.000	551.069	766959.160	4624.305.215	280.000	342.0310	766874.508	4624.378.501	
3 RECTA	270.111	663.069	766874.508	4624.378.501		34.7.1239	-0.7383195	0.6744511	
CLOT.	112.000	933.180	766675.080	4624.560.678	280.000	34.7.1239	766675.080	4624.560.678	
4 CIRC.	332.029	1045.180	766590.427	4624.633.964	-700.000	34.2.0310	766161.123	4624.081.064	
CLOT.	112.000	1377.208	766290.501	4624.769.004	280.000	311.8344	766179.515	4624.783.803	
5 RECTA	327.526	1489.208	766179.515	4624.783.803		306.74.14	-0.9943984	0.1056964	
CLOT.	96.571	1816.734	765853.824	4624.818.422	260.000	306.74.14	765853.824	4624.818.422	
6 CIRC.	37.370	1913.306	765757.604	4624.826.417	-700.000	302.3501	765731.770	4624.126.894	
CLOT.	96.571	1950.675	765720.241	4624.826.799	260.000	298.9515	765623.879	4624.820.772	
7 RECTA	297.252	2047.247	765623.879	4624.820.772		294.5601	-0.9963514	-0.0853462	
CLOT.	104.167	2344.499	765327.711	4624.795.403	250.000	294.5601	765327.711	4624.795.403	
8 CIRC.	9.925	2448.665	765224.260	4624.783.518	-600.000	289.0339	765327.103	4624.192.398	
CLOT.	104.167	2458.590	765214.497	4624.781.736	250.000	287.9808	765113.517	4624.756.310	
9 RECTA	182.453	2562.757	765113.517	4624.756.310		282.4546	-0.9622615	-0.2721266	
CLOT.	1.042	2745.209	764937.950	4624.706.659	25.000	282.4546	764937.950	4624.706.659	
10 CIRC.	316.170	2746.251	764936.947	4624.706.376	600.000	282.5099	764774.173	4625.283.875	
CLOT.	1.042	3062.421	764624.442	4624.702.857	25.000	316.0566	764623.434	4624.703.118	
11 RECTA	123.067	3063.463	764623.434	4624.703.118		316.1118	-0.9681448	0.2503908	
CLOT.	88.167	3186.530	764504.287	4624.733.933	230.000	316.1118	764504.287	4624.733.933	
12 CIRC.	251.683	3274.696	764419.516	4624.758.087	600.000	320.7892	764611.986	4625.326.378	
CLOT.	88.167	3526.379	764204.749	4624.885.744	230.000	347.4936	764143.023	4624.948.669	
13 RECTA	224.636	3614.546	764143.023	4624.948.669		352.1710	-0.6825865	0.7308049	
		3839.182	763989.689	4625.112.834		352.1710			

DATOS DE ENTRADA

Num Eje P.K. inicial N.Palabras Titulo del Eje

3 0.0000 2 ALTERNATIVA 3

Tipo	X (L ant)	Y (dL ant)	R	K1	K2	A	L	D	Az	Etq	Clave
FIJA-2P+R	7674.73.898837	4624.127.402811	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	0
	767061.030820	4624.208.113547									
FLOTANTE	0.000000	0.000000	700.000000	280.000000	280.000000	280.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	8
FIJA-2P+R	767061.030820	4624.208.113547	0.000000	280.000000	280.000000	280.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	0
	766463.917245	4624.753.573699									
FLOTANTE	0.000000	0.000000	-700.000000	280.000000	250.000000	280.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	8
FIJA-2P+R	766463.917245	4624.753.573699	0.000000	280.000000	250.000000	280.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	0
	765738.963983	4624.830.630274									
FLOTANTE	0.000000	0.000000	-700.000000	260.000000	260.000000	260.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	8
FIJA-2P+R	765738.963983	4624.830.630274	0.000000	260.000000	260.000000	260.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	0
	765218.750003	4624.786.069409									
FLOTANTE	0.000000	0.000000	-600.000000	250.000000	250.000000	250.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	8
FIJA-2P+R	765218.750003	4624.786.069409	0.000000	250.000000	250.000000	250.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	0
	764781.171122	4624.662.322535									
FLOTANTE	0.000000	0.000000	600.000000	25.000000	25.000000	25.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	8
FIJA-2P+R	764781.171122	4624.662.322535	0.000000	25.000000	25.000000	25.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	0
	764292.407775	4624.788.731144									
FLOTANTE	0.000000	0.000000	600.000000	230.000000	230.000000	230.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	8
FIJA-2P+R	764292.407775	4624.788.731144	0.000000	230.000000	230.000000	230.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	0
	763989.689229	4625.112.833947									



**PC** *Anteproyecto de nuevo  
puente en la N-631  
sobre el Embalse de Ricobayo*

ANEJO 6 :  
ESTUDIO DE ALTERNATIVAS  
DE TRAZADO

*Ángel Mateos Alonso*  
15/16

## APÉNDICE 2

### ESTADO DE LAS RASANTES





\*\*\* ESTADO DE RASANTES \*\*\*

\*\*\* PUNTOS DEL EJE EN ALZADO \*\*\*

PENDIENTE ACUERDO	LONGITUD BISECT. DIF.PEN	PARAMETRO ( kv )	VÉRTICE PK	Z	ENTRADA AL ACUERDO PK	Z	SALIDA DEL ACUERDO PK	Z	P.K.	TIPO	COTA	PENDIENTE
					0.083	711.946			0.000	Rampa	711.945	1.3356 %
0.983	-2.673	11000.000	866.812	723.522	719.771	721.558	1013.853	721.555	20.000	Rampa	712.212	1.3356 %
0.314	2.240	5000.000	1713.298	712.198	1657.292	712.947	1769.303	712.703	40.000	Rampa	712.479	1.3356 %
0.144	1.150	8700.000	2786.932	721.886	2736.928	721.435	2836.937	722.912	60.000	Rampa	712.746	1.3356 %
0.170	-1.370	7246.000	3277.713	731.957	3228.070	730.938	3327.357	732.295	80.000	Rampa	713.013	1.3356 %
	0.681692						3891.112	736.138	100.000	Rampa	713.281	1.3356 %
									120.000	Rampa	713.548	1.3356 %
									140.000	Rampa	713.815	1.3356 %
									160.000	Rampa	714.082	1.3356 %
									180.000	Rampa	714.349	1.3356 %
									200.000	Rampa	714.616	1.3356 %
									220.000	Rampa	714.883	1.3356 %
									240.000	Rampa	715.150	1.3356 %
									260.000	Rampa	715.418	1.3356 %
									280.000	Rampa	715.685	1.3356 %
									300.000	Rampa	715.952	1.3356 %
									320.000	Rampa	716.219	1.3356 %
									340.000	Rampa	716.486	1.3356 %
									360.000	Rampa	716.753	1.3356 %
									380.000	Rampa	717.020	1.3356 %
									400.000	Rampa	717.287	1.3356 %
									420.000	Rampa	717.555	1.3356 %
									440.000	Rampa	717.822	1.3356 %



460.000	Rampa	718.089	1.3356 %
480.000	Rampa	718.356	1.3356 %
500.000	Rampa	718.623	1.3356 %
520.000	Rampa	718.890	1.3356 %
540.000	Rampa	719.157	1.3356 %
560.000	Rampa	719.424	1.3356 %
580.000	Rampa	719.692	1.3356 %
600.000	Rampa	719.959	1.3356 %
620.000	Rampa	720.226	1.3356 %
640.000	Rampa	720.493	1.3356 %
660.000	Rampa	720.760	1.3356 %
680.000	Rampa	721.027	1.3356 %
700.000	Rampa	721.294	1.3356 %
719.771	tg. entrada	721.558	1.3356 %
720.000	KV -11000	721.561	1.3336 %

=====  
 \* \* \* PUNTOS DEL EJE EN ALZADO \* \* \*  
 =====

P.K.	TIPO	COTA	PENDIENTE
740.000	KV -11000	721.810	1.1517 %
760.000	KV -11000	722.022	0.9699 %
780.000	KV -11000	722.198	0.7881 %
800.000	KV -11000	722.337	0.6063 %
820.000	KV -11000	722.440	0.4245 %
840.000	KV -11000	722.507	0.2426 %
860.000	KV -11000	722.538	0.0608 %
866.691	Punto alto	722.540	0.0000 %
880.000	KV -11000	722.532	-0.1210 %
900.000	KV -11000	722.489	-0.3028 %
920.000	KV -11000	722.410	-0.4846 %
940.000	KV -11000	722.295	-0.6664 %
960.000	KV -11000	722.144	-0.8483 %
980.000	KV -11000	721.956	-1.0301 %
1000.000	KV -11000	721.732	-1.2119 %
1013.853	tg. salida	721.555	-1.3378 %
1020.000	Pendiente	721.473	-1.3378 %
1040.000	Pendiente	721.205	-1.3378 %
1060.000	Pendiente	720.938	-1.3378 %
1080.000	Pendiente	720.670	-1.3378 %
1100.000	Pendiente	720.403	-1.3378 %
1120.000	Pendiente	720.135	-1.3378 %
1140.000	Pendiente	719.868	-1.3378 %



1160.000	Pendiente	719.600	-1.3378 %
1180.000	Pendiente	719.332	-1.3378 %
1200.000	Pendiente	719.065	-1.3378 %
1220.000	Pendiente	718.797	-1.3378 %
1240.000	Pendiente	718.530	-1.3378 %
1260.000	Pendiente	718.262	-1.3378 %
1280.000	Pendiente	717.995	-1.3378 %
1300.000	Pendiente	717.727	-1.3378 %
1320.000	Pendiente	717.459	-1.3378 %
1340.000	Pendiente	717.192	-1.3378 %
1360.000	Pendiente	716.924	-1.3378 %
1380.000	Pendiente	716.657	-1.3378 %
1400.000	Pendiente	716.389	-1.3378 %
1420.000	Pendiente	716.122	-1.3378 %
1440.000	Pendiente	715.854	-1.3378 %

=====  
 \* \* \* PUNTOS DEL EJE EN ALZADO \* \* \*  
 =====

P.K.	TIPO	COTA	PENDIENTE
1460.000	Pendiente	715.586	-1.3378 %
1480.000	Pendiente	715.319	-1.3378 %
1500.000	Pendiente	715.051	-1.3378 %
1520.000	Pendiente	714.784	-1.3378 %
1540.000	Pendiente	714.516	-1.3378 %
1560.000	Pendiente	714.249	-1.3378 %
1580.000	Pendiente	713.981	-1.3378 %
1600.000	Pendiente	713.714	-1.3378 %
1620.000	Pendiente	713.446	-1.3378 %
1640.000	Pendiente	713.178	-1.3378 %
1657.292	tg. entrada	712.947	-1.3378 %
1660.000	KV 5000	712.912	-1.2837 %
1680.000	KV 5000	712.695	-0.8837 %
1700.000	KV 5000	712.558	-0.4837 %
1720.000	KV 5000	712.501	-0.0837 %
1724.184	Punto bajo	712.500	0.0000 %
1740.000	KV 5000	712.525	0.3163 %
1760.000	KV 5000	712.628	0.7163 %
1769.303	tg. salida	712.703	0.9024 %
1780.000	Rampa	712.800	0.9024 %
1800.000	Rampa	712.980	0.9024 %
1820.000	Rampa	713.161	0.9024 %
1840.000	Rampa	713.341	0.9024 %



1860.000	Rampa	713.522	0.9024 %
1880.000	Rampa	713.702	0.9024 %
1900.000	Rampa	713.883	0.9024 %
1920.000	Rampa	714.063	0.9024 %
1940.000	Rampa	714.244	0.9024 %
1960.000	Rampa	714.424	0.9024 %
1980.000	Rampa	714.604	0.9024 %
2000.000	Rampa	714.785	0.9024 %
2020.000	Rampa	714.965	0.9024 %
2040.000	Rampa	715.146	0.9024 %
2060.000	Rampa	715.326	0.9024 %
2080.000	Rampa	715.507	0.9024 %
2100.000	Rampa	715.687	0.9024 %
2120.000	Rampa	715.868	0.9024 %
2140.000	Rampa	716.048	0.9024 %

=====

\* \* \* PUNTOS DEL EJE EN ALZADO \* \* \*

=====

P.K.	TIPO	COTA	PENDIENTE
2160.000	Rampa	716.229	0.9024 %
2180.000	Rampa	716.409	0.9024 %
2200.000	Rampa	716.590	0.9024 %
2220.000	Rampa	716.770	0.9024 %
2240.000	Rampa	716.951	0.9024 %
2260.000	Rampa	717.131	0.9024 %
2280.000	Rampa	717.312	0.9024 %
2300.000	Rampa	717.492	0.9024 %
2320.000	Rampa	717.673	0.9024 %
2340.000	Rampa	717.853	0.9024 %
2360.000	Rampa	718.034	0.9024 %
2380.000	Rampa	718.214	0.9024 %
2400.000	Rampa	718.395	0.9024 %
2420.000	Rampa	718.575	0.9024 %
2440.000	Rampa	718.756	0.9024 %
2460.000	Rampa	718.936	0.9024 %
2480.000	Rampa	719.116	0.9024 %
2500.000	Rampa	719.297	0.9024 %
2520.000	Rampa	719.477	0.9024 %
2540.000	Rampa	719.658	0.9024 %
2560.000	Rampa	719.838	0.9024 %
2580.000	Rampa	720.019	0.9024 %
2600.000	Rampa	720.199	0.9024 %



2620.000	Rampa	720.380	0.9024 %
2640.000	Rampa	720.560	0.9024 %
2660.000	Rampa	720.741	0.9024 %
2680.000	Rampa	720.921	0.9024 %
2700.000	Rampa	721.102	0.9024 %
2720.000	Rampa	721.282	0.9024 %
2736.928	tg. entrada	721.435	0.9024 %
2740.000	KV 8700	721.463	0.9377 %
2760.000	KV 8700	721.674	1.1676 %
2780.000	KV 8700	721.930	1.3975 %
2800.000	KV 8700	722.233	1.6274 %
2820.000	KV 8700	722.581	1.8572 %
2836.937	tg. salida	722.912	2.0519 %
2840.000	Rampa	722.975	2.0519 %
2860.000	Rampa	723.386	2.0519 %

=====  
 \* \* \* PUNTOS DEL EJE EN ALZADO \* \* \*  
 =====

P.K.	TIPO	COTA	PENDIENTE
2880.000	Rampa	723.796	2.0519 %
2900.000	Rampa	724.206	2.0519 %
2920.000	Rampa	724.617	2.0519 %
2940.000	Rampa	725.027	2.0519 %
2960.000	Rampa	725.437	2.0519 %
2980.000	Rampa	725.848	2.0519 %
3000.000	Rampa	726.258	2.0519 %
3020.000	Rampa	726.669	2.0519 %
3040.000	Rampa	727.079	2.0519 %
3060.000	Rampa	727.489	2.0519 %
3080.000	Rampa	727.900	2.0519 %
3100.000	Rampa	728.310	2.0519 %
3120.000	Rampa	728.721	2.0519 %
3140.000	Rampa	729.131	2.0519 %
3160.000	Rampa	729.541	2.0519 %
3180.000	Rampa	729.952	2.0519 %
3200.000	Rampa	730.362	2.0519 %
3220.000	Rampa	730.772	2.0519 %
3228.070	tg. entrada	730.938	2.0519 %
3240.000	KV -7246	731.173	1.8873 %
3260.000	KV -7246	731.523	1.6113 %
3280.000	KV -7246	731.818	1.3353 %
3300.000	KV -7246	732.057	1.0592 %



3320.000	KV -7246	732.241	0.7832 %
3327.357	tg. salida	732.295	0.6817 %
3340.000	Rampa	732.381	0.6817 %
3360.000	Rampa	732.518	0.6817 %
3380.000	Rampa	732.654	0.6817 %
3400.000	Rampa	732.790	0.6817 %
3420.000	Rampa	732.927	0.6817 %
3440.000	Rampa	733.063	0.6817 %
3460.000	Rampa	733.199	0.6817 %
3480.000	Rampa	733.336	0.6817 %
3500.000	Rampa	733.472	0.6817 %
3520.000	Rampa	733.608	0.6817 %
3540.000	Rampa	733.745	0.6817 %
3560.000	Rampa	733.881	0.6817 %
3580.000	Rampa	734.017	0.6817 %

=====  
 \* \* \* PUNTOS DEL EJE EN ALZADO \* \* \*  
 =====

P.K.	TIPO	COTA	PENDIENTE
3600.000	Rampa	734.154	0.6817 %
3620.000	Rampa	734.290	0.6817 %
3640.000	Rampa	734.426	0.6817 %
3660.000	Rampa	734.563	0.6817 %
3680.000	Rampa	734.699	0.6817 %
3700.000	Rampa	734.835	0.6817 %
3720.000	Rampa	734.972	0.6817 %
3740.000	Rampa	735.108	0.6817 %
3760.000	Rampa	735.244	0.6817 %
3780.000	Rampa	735.381	0.6817 %
3800.000	Rampa	735.517	0.6817 %
3820.000	Rampa	735.653	0.6817 %
3839.182	Rampa	735.784	0.6817 %



**PC** *Anteproyecto de nuevo  
puente en la N-631  
sobre el Embalse de Ricobayo*

ANEJO 6 :  
ESTUDIO DE ALTERNATIVAS  
DE TRAZADO

*Ángel Mateos Alonso  
15/16*

## APÉNDICE 3

# MOVIMIENTO DE TIERRAS



Anteproyecto de nuevo  
puente en la N-631  
sobre el Embalse de Ricobayo

ANEJO 6 :

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

DE TRAZADO

Ángel Mateos Alonso  
15/16

PERFIL	MATERIAL	AREA PERFIL	VOL. PARCIAL	VOL. ACUMUL.	MATERIAL	AREA PERFIL	VOL. PARCIAL	VOL. ACUMUL.
=====								
* * * MEDICIONES DE LOS PERFILES TRANSVERSALES * * *								
=====								
94.382	FIRME	4.064	0.00	0.0	D TIERRA	38.585	0.00	0.0
100.000	FIRME	4.064	22.83	22.8	D TIERRA	4.0673	222.64	222.6
120.000	FIRME	4.064	81.28	104.1	D TIERRA	4.4.993	856.66	1079.3
127.832	FIRME	4.064	31.83	135.9	D TIERRA	4.8.077	364.46	1443.8
127.832	FIRME	8.128	0.00	135.9	D TIERRA	98.049	0.00	1443.8
140.000	FIRME	8.128	98.90	234.8	D TIERRA	105.828	1240.38	2684.1
160.000	FIRME	8.100	162.28	397.1	D TIERRA	116.986	2228.13	4912.3
180.000	FIRME	8.071	161.71	558.8	D TIERRA	117.220	2342.06	7254.3
200.000	FIRME	8.049	161.20	720.0	D TIERRA	111.266	2284.86	9539.2
220.000	FIRME	8.049	160.97	881.0	D TIERRA	104.860	2161.26	11700.5
240.000	FIRME	8.047	160.95	1042.0	D TIERRA	97.894	2027.54	13728.0
260.000	FIRME	8.025	160.71	1202.7	D TIERRA	91.309	1892.03	15620.0
280.000	FIRME	8.004	160.29	1363.0	D TIERRA	73.375	1646.84	17266.9
300.000	FIRME	8.004	160.08	1523.0	D TIERRA	54.012	1273.86	18540.7
320.000	FIRME	8.004	160.07	1683.1	D TIERRA	35.042	890.53	19431.3
340.000	FIRME	7.915	159.19	1842.3	D TIERRA	13.212	482.54	19913.8
	TERRAPLEN	0.073	0.73	0.7				
360.000	FIRME	7.271	151.87	1994.2	D TIERRA	1.135	143.47	20057.3
	TERRAPLEN	6.789	68.62	69.3				
380.000	FIRME	7.740	150.11	2144.3	D TIERRA	0.000	11.35	20068.6
	TERRAPLEN	21.548	283.37	352.7				
400.000	FIRME	7.740	154.80	2299.1	TERRAPLEN	39.468	610.15	962.9
420.000	FIRME	7.740	154.79	2453.9	TERRAPLEN	64.514	1039.81	2002.7
440.000	FIRME	7.740	154.80	2608.7	TERRAPLEN	94.149	1586.62	3589.3
460.000	FIRME	7.437	151.77	2760.4	TERRAPLEN	0.000	94.149	4530.8
480.000	FIRME	7.740	151.77	2912.2	TERRAPLEN	162.081	1620.81	6151.6
500.000	FIRME	7.740	154.80	3067.0	TERRAPLEN	195.721	3578.02	9729.6
520.000	FIRME	7.740	154.80	3221.8	TERRAPLEN	197.259	3929.81	13659.4





Anteproyecto de nuevo  
puente en la N-631  
sobre el Embalse de Ricobayo

ANEJO 6 :

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

DE TRAZADO

Ángel Mateos Alonso  
15/16

PERFIL	MATERIAL	AREA PERFIL	VOL. PARCIAL	VOL. ACUMUL.	MATERIAL	AREA PERFIL	VOL. PARCIAL	VOL. ACUMUL.									
									1360.000	FIRME	7.915	156.44	9732.5	D TIERRA	3.880	39.32	20108.4
										TERRAPLEN	5.692	211.46	105188.5				
740.000	FIRME	7.758	155.17	4927.5	TERRAPLEN	86.700	1763.51	42704.6	1380.000	FIRME	7.917	158.32	9890.8	D TIERRA	15.251	191.31	20299.8
760.000	FIRME	7.756	155.14	5082.6	TERRAPLEN	81.635	1683.35	44387.9		TERRAPLEN	0.011	57.03	105245.5				
780.000	FIRME	7.755	155.12	5237.7	TERRAPLEN	91.847	1734.82	46122.8	1400.000	FIRME	8.025	159.41	10050.2	D TIERRA	35.673	509.24	20809.0
800.000	FIRME	7.754	155.09	5392.8	TERRAPLEN	97.107	1889.54	48012.3		TERRAPLEN	0.000	0.11	105245.6				
820.000	FIRME	7.755	155.09	5547.9	TERRAPLEN	106.237	2033.44	50045.7									
840.000	FIRME	7.757	155.12	5703.0	TERRAPLEN	119.753	2259.90	52305.6									
860.000	FIRME	7.758	155.14	5858.2	TERRAPLEN	131.206	2509.60	54815.2									
880.000	FIRME	7.759	155.17	6013.4	TERRAPLEN	141.561	2727.67	57542.9									
900.000	FIRME	7.761	155.20	6168.6	TERRAPLEN	151.302	2928.63	60471.5									
920.000	FIRME	7.763	155.24	6323.8	TERRAPLEN	153.521	3048.22	63519.8									
940.000	FIRME	7.762	155.25	6479.1	TERRAPLEN	131.150	2846.70	66366.5									
960.000	FIRME	7.758	155.20	6634.3	TERRAPLEN	112.345	2434.95	68801.4									
980.000	FIRME	7.753	155.11	6789.4	TERRAPLEN	114.191	2265.36	71066.8									
1000.000	FIRME	7.749	155.03	6944.4	TERRAPLEN	116.555	2307.46	73374.2									
1020.000	FIRME	7.745	154.94	7099.3	TERRAPLEN	117.951	2345.06	75719.3									
1040.000	FIRME	7.741	154.86	7254.2	TERRAPLEN	119.189	2371.40	78090.7									
1060.000	FIRME	7.740	154.81	7409.0	TERRAPLEN	120.561	2397.50	80488.2									
1080.000	FIRME	7.740	154.80	7563.8	TERRAPLEN	122.672	2432.33	82920.5									
1100.000	FIRME	7.740	154.80	7718.6	TERRAPLEN	117.910	2405.82	85326.4									
1120.000	FIRME	7.740	154.79	7873.4	TERRAPLEN	111.900	2298.10	87624.5									
1140.000	FIRME	7.740	154.80	8028.2	TERRAPLEN	107.674	2195.75	89820.2									
1160.000	FIRME	7.740	154.79	8183.0	TERRAPLEN	104.551	2122.26	91942.5									
1180.000	FIRME	7.740	154.79	8337.8	TERRAPLEN	107.781	2123.32	94065.8									
1200.000	FIRME	7.740	154.80	8492.6	TERRAPLEN	107.311	2150.92	96216.7									
1220.000	FIRME	7.740	154.80	8647.4	TERRAPLEN	97.299	2046.10	98262.8									
1240.000	FIRME	7.740	154.80	8802.2	TERRAPLEN	81.391	1786.91	100049.7									
1260.000	FIRME	7.740	154.80	8957.0	TERRAPLEN	67.839	1492.31	101542.0									
1280.000	FIRME	7.740	154.79	9111.7	TERRAPLEN	56.971	1248.11	102790.1									
1300.000	FIRME	7.740	154.80	9266.5	TERRAPLEN	43.642	1006.14	103796.3									
1320.000	FIRME	7.740	154.79	9421.3	TERRAPLEN	29.491	731.33	104527.6									
1340.000	FIRME	7.729	154.69	9576.0	D TIERRA	0.051	0.51	20069.1									
	TERRAPLEN	15.454	449.45	104977.1													



Anteproyecto de nuevo  
puente en la N-631  
sobre el Embalse de Ricobayo

ANEJO 6 :

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

DE TRAZADO

Ángel Mateos Alonso  
15/16

PERFIL	MATERIAL	AREA PERFIL	VOL. PARCIAL	VOL. ACUMUL.	MATERIAL	AREA PERFIL	VOL. PARCIAL	VOL. ACUMUL.		TERRAPLEN							
									2040.000	FIRME	7.755	154.76	15185.6	D TIERRA	0.000	1.78	77607.4
1420.000	FIRME	8.043	160.68	10210.9	D TIERRA	55.315	909.88	21718.9		TERRAPLEN	46.910	638.58	106090.6				
1440.000	FIRME	8.048	160.92	10371.8	D TIERRA	74.033	1293.49	23012.4	2060.000	FIRME	7.755	155.11	15340.8	TERRAPLEN	93.898	1408.08	107498.7
1460.000	FIRME	8.049	160.97	10532.8	D TIERRA	94.578	1686.12	24698.5	2080.000	FIRME	7.756	155.11	15495.9	TERRAPLEN	211.571	3054.70	110553.4
1480.000	FIRME	8.049	160.97	10693.7	D TIERRA	106.847	2014.26	26712.7	2100.000	FIRME	7.755	155.11	15651.0	TERRAPLEN	447.027	6585.98	117139.4
1500.000	FIRME	8.049	160.97	10854.7	D TIERRA	114.319	2211.66	28924.4									
1520.000	FIRME	8.048	160.97	11015.7	D TIERRA	122.543	2368.61	31293.0									
1540.000	FIRME	8.049	160.97	11176.7	D TIERRA	129.656	2521.98	33815.0									
1560.000	FIRME	8.048	160.97	11337.6	D TIERRA	129.798	2594.54	36409.5									
1580.000	FIRME	8.049	160.97	11498.6	D TIERRA	130.974	2607.72	39017.3									
1600.000	FIRME	8.049	160.97	11659.6	D TIERRA	130.824	2617.98	41635.2									
1620.000	FIRME	8.048	160.97	11820.5	D TIERRA	130.168	2609.91	44245.2									
1640.000	FIRME	8.049	160.97	11981.5	D TIERRA	124.115	2542.82	46788.0									
1660.000	FIRME	8.048	160.97	12142.5	D TIERRA	128.820	2529.35	49317.3									
1680.000	FIRME	8.048	160.97	12303.4	D TIERRA	127.384	2562.04	51879.4									
1700.000	FIRME	8.049	160.97	12464.4	D TIERRA	127.161	2545.44	54424.8									
1720.000	FIRME	8.049	160.97	12625.4	D TIERRA	126.852	2540.13	56964.9									
1740.000	FIRME	8.049	160.97	12786.4	D TIERRA	123.675	2505.28	59470.2									
1760.000	FIRME	8.048	160.97	12947.3	D TIERRA	120.085	2437.60	61907.8									
1780.000	FIRME	8.049	160.97	13108.3	D TIERRA	113.845	2339.30	64247.1									
1800.000	FIRME	8.048	160.97	13269.3	D TIERRA	103.649	2174.94	66422.0									
1820.000	FIRME	8.049	160.97	13430.2	D TIERRA	92.720	1963.69	68385.7									
1840.000	FIRME	8.048	160.97	13591.2	D TIERRA	82.031	1747.51	70133.2									
1860.000	FIRME	8.049	160.97	13752.2	D TIERRA	72.252	1542.83	71676.1									
1880.000	FIRME	8.043	160.91	13913.1	D TIERRA	63.205	1354.57	73030.6									
1900.000	FIRME	8.019	160.62	14073.7	D TIERRA	54.427	1176.32	74207.0									
1920.000	FIRME	8.004	160.23	14233.9	D TIERRA	45.789	1002.17	75209.1									
1940.000	FIRME	8.004	160.07	14394.0	D TIERRA	37.548	833.38	76042.5									
1960.000	FIRME	8.015	160.19	14554.2	D TIERRA	29.324	668.72	76711.2									
1980.000	FIRME	8.038	160.53	14714.7	D TIERRA	20.856	501.79	77213.0									
2000.000	FIRME	7.929	159.67	14874.4	D TIERRA	9.114	299.70	77512.7									
	TERRAPLEN	1.844	18.44	105264.1													
2020.000	FIRME	7.720	156.49	15030.9	D TIERRA	0.178	92.92	77605.6									



Anteproyecto de nuevo  
puente en la N-631  
sobre el Embalse de Ricobayo

ANEJO 6 :

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

DE TRAZADO

Ángel Mateos Alonso  
15/16

PERFIL	MATERIAL	AREA PERFIL	VOL. PARCIAL	VOL. ACUMUL.	MATERIAL	AREA PERFIL	VOL. PARCIAL	VOL. ACUMUL.									
									2720.000	FIRME	8.048	160.97	20407.4	D TIERRA	152.743	3021.90	98259.3
									2740.000	FIRME	8.038	160.87	20568.2	D TIERRA	161.042	3137.85	101397.2
2120.000	FIRME	7.452	152.08	15803.1	TERRAPLEN	0.000	4470.27	121609.6	2760.000	FIRME	8.026	160.64	20728.9	D TIERRA	174.569	3356.11	104753.3
2140.000	FIRME	7.452	149.04	15952.1					2780.000	FIRME	8.014	160.40	20889.3	D TIERRA	186.083	3606.52	108359.8
2160.000	FIRME	7.452	149.04	16101.1					2800.000	FIRME	8.004	160.18	21049.5	D TIERRA	193.361	3794.44	112154.3
2180.000	FIRME	7.452	149.04	16250.2					2820.000	FIRME	8.004	160.07	21209.5	D TIERRA	192.602	3859.63	116013.9
2200.000	FIRME	7.452	149.04	16399.2													
2220.000	FIRME	7.452	149.04	16548.3													
2240.000	FIRME	7.452	149.04	16697.3													
2260.000	FIRME	7.452	149.04	16846.3													
2280.000	FIRME	7.452	149.04	16995.4													
2300.000	FIRME	7.452	149.04	17144.4													
2320.000	FIRME	7.452	149.04	17293.5													
2340.000	FIRME	7.452	149.04	17442.5													
2360.000	FIRME	7.452	149.04	17591.5													
2380.000	FIRME	7.452	149.04	17740.6													
2400.000	FIRME	7.452	149.04	17889.6													
2420.000	FIRME	7.444	148.96	18038.6													
2440.000	FIRME	7.437	148.81	18187.4													
2460.000	FIRME	7.740	151.77	18339.2	TERRAPLEN	458.435	4584.35	126194.0									
2480.000	FIRME	7.744	154.83	18494.0	TERRAPLEN	292.549	7509.84	133703.8									
2500.000	FIRME	7.750	154.94	18648.9	TERRAPLEN	180.419	4729.69	138433.5									
2520.000	FIRME	7.757	155.08	18804.0	TERRAPLEN	63.061	2434.81	140868.3									
2540.000	FIRME	7.878	156.35	18960.4	D TIERRA	13.506	135.06	77742.5									
	TERRAPLEN	0.688	637.50	141505.8													
2560.000	FIRME	8.048	159.26	19119.6	D TIERRA	49.576	630.81	78373.3									
	TERRAPLEN	0.000	6.88	141512.7													
2580.000	FIRME	8.048	160.97	19280.6	D TIERRA	89.392	1389.68	79763.0									
2600.000	FIRME	8.048	160.97	19441.6	D TIERRA	111.803	2011.95	81774.9									
2620.000	FIRME	8.049	160.97	19602.5	D TIERRA	125.529	2373.31	84148.2									
2640.000	FIRME	8.048	160.97	19763.5	D TIERRA	132.739	2582.68	86730.9									
2660.000	FIRME	8.048	160.97	19924.5	D TIERRA	139.180	2719.18	89450.1									
2680.000	FIRME	8.049	160.97	20085.4	D TIERRA	145.054	2842.34	92292.4									
2700.000	FIRME	8.049	160.97	20246.4	D TIERRA	149.447	2945.01	95237.4									



Anteproyecto de nuevo  
puente en la N-631  
sobre el Embalse de Ricobayo

ANEJO 6 :  
ESTUDIO DE ALTERNATIVAS  
DE TRAZADO

Ángel Mateos Alonso  
15/16

PERFIL	MATERIAL	AREA PERFIL	VOL. PARCIAL	VOL. ACUMUL.	MATERIAL	AREA PERFIL	VOL. PARCIAL	VOL. ACUMUL.
2840.000	FIRME	8.004	160.07	21369.6	D TIERRA	175.343	3679.45	119693.3
2860.000	FIRME	8.004	160.08	21529.7	D TIERRA	158.427	3337.70	123031.0
2880.000	FIRME	8.004	160.08	21689.8	D TIERRA	133.838	2922.66	125953.7
2900.000	FIRME	8.004	160.07	21849.8	D TIERRA	107.384	2412.23	128365.9
2920.000	FIRME	8.004	160.07	22009.9	D TIERRA	93.494	2008.79	130374.7
2940.000	FIRME	8.004	160.07	22170.0	D TIERRA	85.679	1791.73	132166.4
2960.000	FIRME	8.004	160.07	22330.1	D TIERRA	78.544	1642.23	133808.7
2980.000	FIRME	8.004	160.07	22490.1	D TIERRA	74.905	1534.49	135343.2
3000.000	FIRME	8.004	160.07	22650.2	D TIERRA	75.407	1503.13	136846.3
3020.000	FIRME	8.014	160.18	22810.4	D TIERRA	81.858	1572.66	138418.9
3040.000	FIRME	8.037	160.51	22970.9	D TIERRA	80.877	1627.35	140046.3
3060.000	FIRME	8.049	160.86	23131.8	D TIERRA	78.298	1591.75	141638.0
3080.000	FIRME	8.049	160.97	23292.7	D TIERRA	75.965	1542.63	143180.7
3100.000	FIRME	8.065	161.14	23453.9	D TIERRA	74.516	1504.82	144685.5
3120.000	FIRME	8.096	161.61	23615.5	D TIERRA	73.911	1484.28	146169.8
3140.000	FIRME	8.127	162.23	23777.7	D TIERRA	73.926	1478.38	147648.1
3160.000	FIRME	8.128	162.55	23940.3	D TIERRA	72.567	1464.93	149113.1
3180.000	FIRME	8.128	162.56	24102.8	D TIERRA	69.988	1425.55	150538.6
3200.000	FIRME	8.128	162.56	24265.4	D TIERRA	66.544	1365.32	151904.0
3220.000	FIRME	8.128	162.56	24427.9	D TIERRA	61.952	1284.96	153188.9
3240.000	FIRME	8.128	162.56	24590.5	D TIERRA	56.185	1181.37	154370.3
3260.000	FIRME	8.128	162.56	24753.1	D TIERRA	51.146	1073.31	155443.6
3280.000	FIRME	8.128	162.56	24915.6	D TIERRA	48.425	995.72	156439.3
3300.000	FIRME	8.128	162.56	25078.2	D TIERRA	48.783	972.09	157411.4
3320.000	FIRME	8.128	162.56	25240.8	D TIERRA	51.507	1002.91	158414.3
3340.000	FIRME	8.128	162.56	25403.3	D TIERRA	55.382	1068.89	159483.2
3360.000	FIRME	8.128	162.56	25565.9	D TIERRA	59.326	1147.08	160630.3
3380.000	FIRME	8.128	162.56	25728.4	D TIERRA	61.547	1208.73	161839.0
3400.000	FIRME	8.128	162.56	25891.0	D TIERRA	58.584	1201.31	163040.3
3403.841	FIRME	8.128	31.22	25922.2	D TIERRA	57.971	223.84	163264.2

\*\*\*\*\*  
\*\*\* MEDICIONES DE LOS ACUERDOS EN LOS CRUCES \*\*\*  
\*\*\* Cubicacion segun distancias compensadas \*\*\*  
\*\*\*\*\*

PK	EJE AC	MATERIAL	VOL. PARCIAL	MATERIAL	VOL. PARCIAL
0.000	5 DP	FIRME	62.41	D TIERRA	452.31
		SUELO SEL 1	46.69	Rellenos	62.41
0.000	5 IP	FIRME	63.70	D TIERRA	454.92
		SUELO SEL 1	32.12	Rellenos	63.70

\*\*\*\*\*  
\*\*\* RESUMEN DE VOLUMENES TOTALES \*\*\*  
\*\*\*\*\*

MATERIAL	VOLUMEN
FIRME	26048.3
D TIERRA	164171.4
SUELO SEL 1	78.8
TERRAPLEN	141512.7
Rellenos	126.1



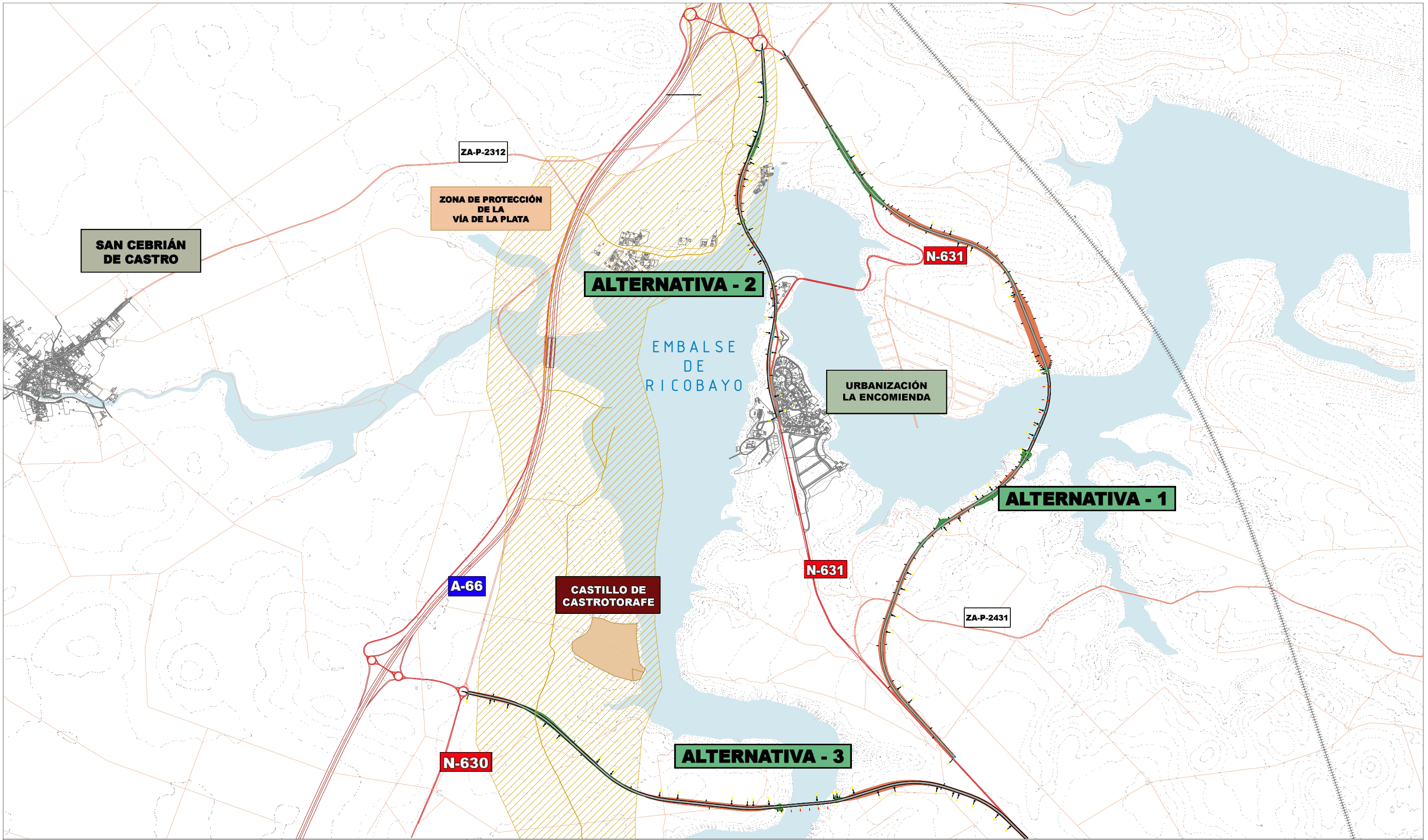
**PC** *Anteproyecto de nuevo  
puente en la N-631  
sobre el Embalse de Ricobayo*

ANEJO 6 :  
ESTUDIO DE ALTERNATIVAS  
DE TRAZADO

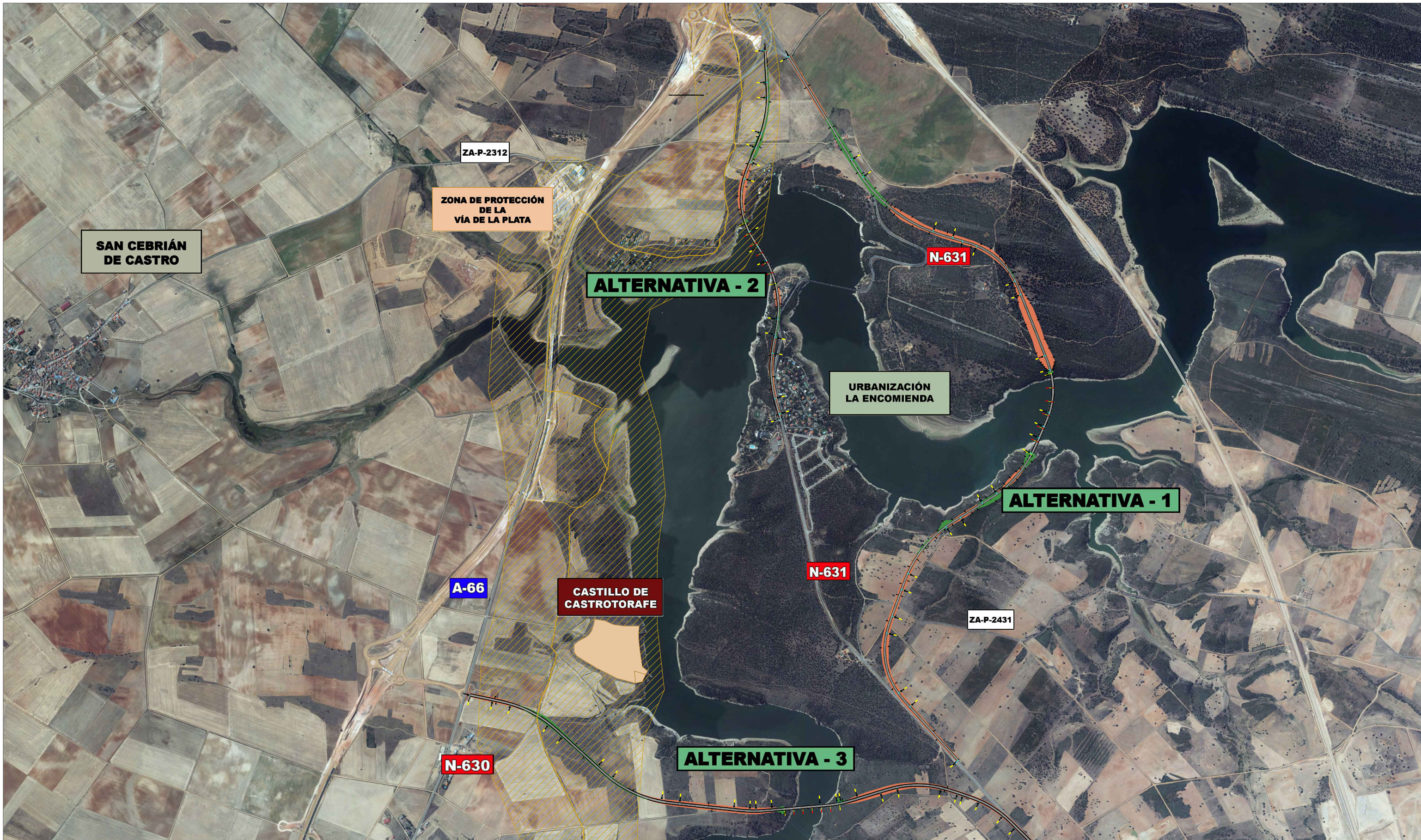
*Ángel Mateos Alonso*  
15/16

# APÉNDICE 4

## PLANOS



	AUTOR DEL PROYECTO 	INGENIERO DE CAMINOS TUTOR DEL PROYECTO	TÍTULO DEL PROYECTO ANTEPROYECTO DE NUEVO PUENTE EN LA N-631 SOBRE EL EMBALSE DE RICOBAYO	FECHA SEPTIEMBRE 2016	ESCALA 1 : 20 . 000 	DESIGNACIÓN DEL PLANO TRAZADO DE LAS ALTERNATIVAS	Nº PLANO -
	ÁNGEL MATEOS ALONSO	ARTURO ANTÓN CASADO		HOJA 1 DE 2			



AUTOR DEL PROYECTO  
  
 ÁNGEL MATEOS ALONSO

INGENIERO DE CAMINOS  
 TUTOR DEL PROYECTO  
 ARTURO ANTÓN CASADO

TÍTULO DEL PROYECTO  
 ANTEPROYECTO DE NUEVO  
 PUENTE EN LA  
 N-631 SOBRE EL  
 EMBALSE DE RICOBAYO

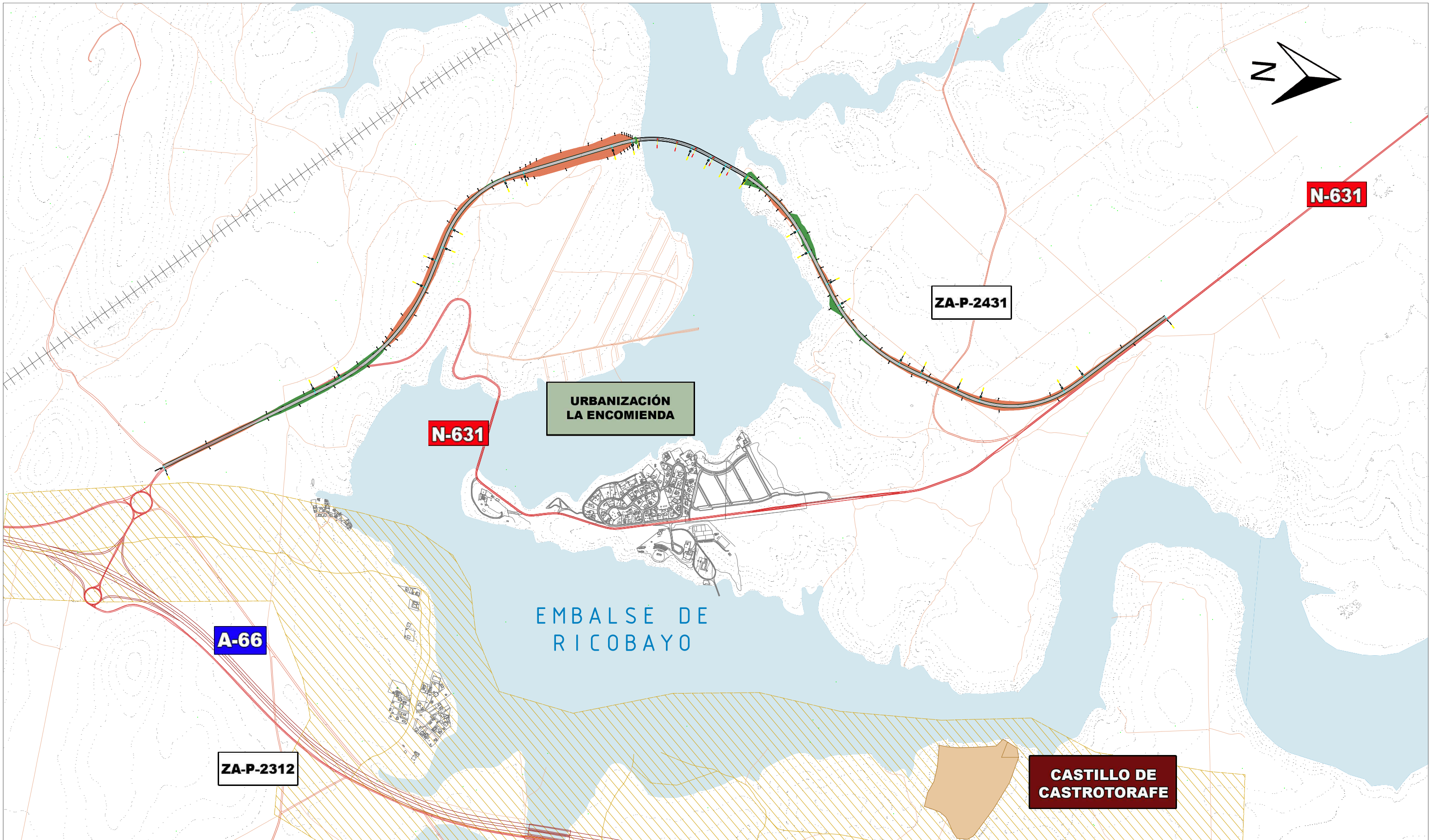


FECHA  
 SEPTIEMBRE  
 2016

ESCALA  
 1 : 20 . 000  

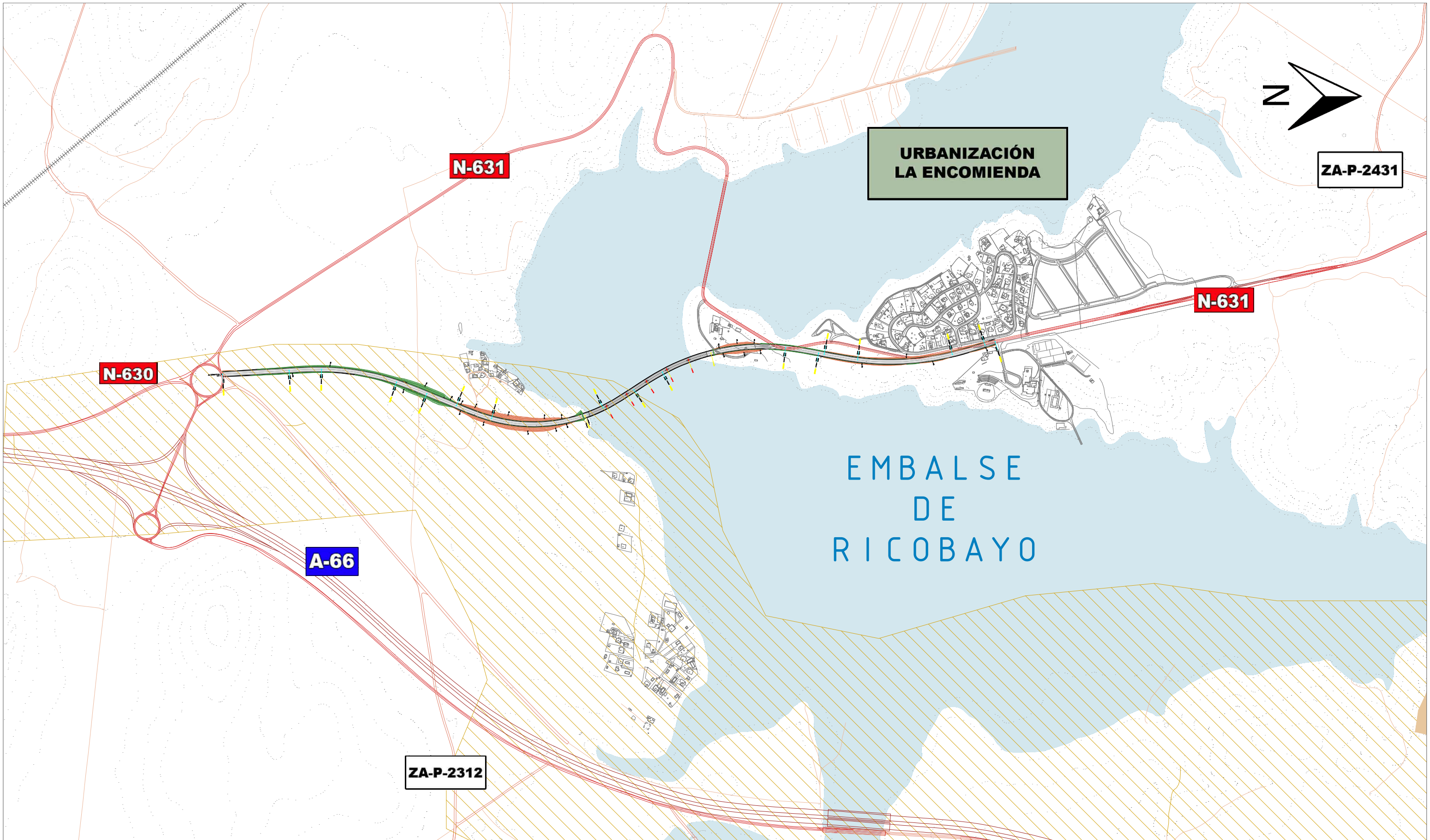

DESIGNACIÓN DEL PLANO  
 TRAZADO DE LAS  
 ALTERNATIVAS

Nº PLANO  
 -  
 HOJA 2 DE 2

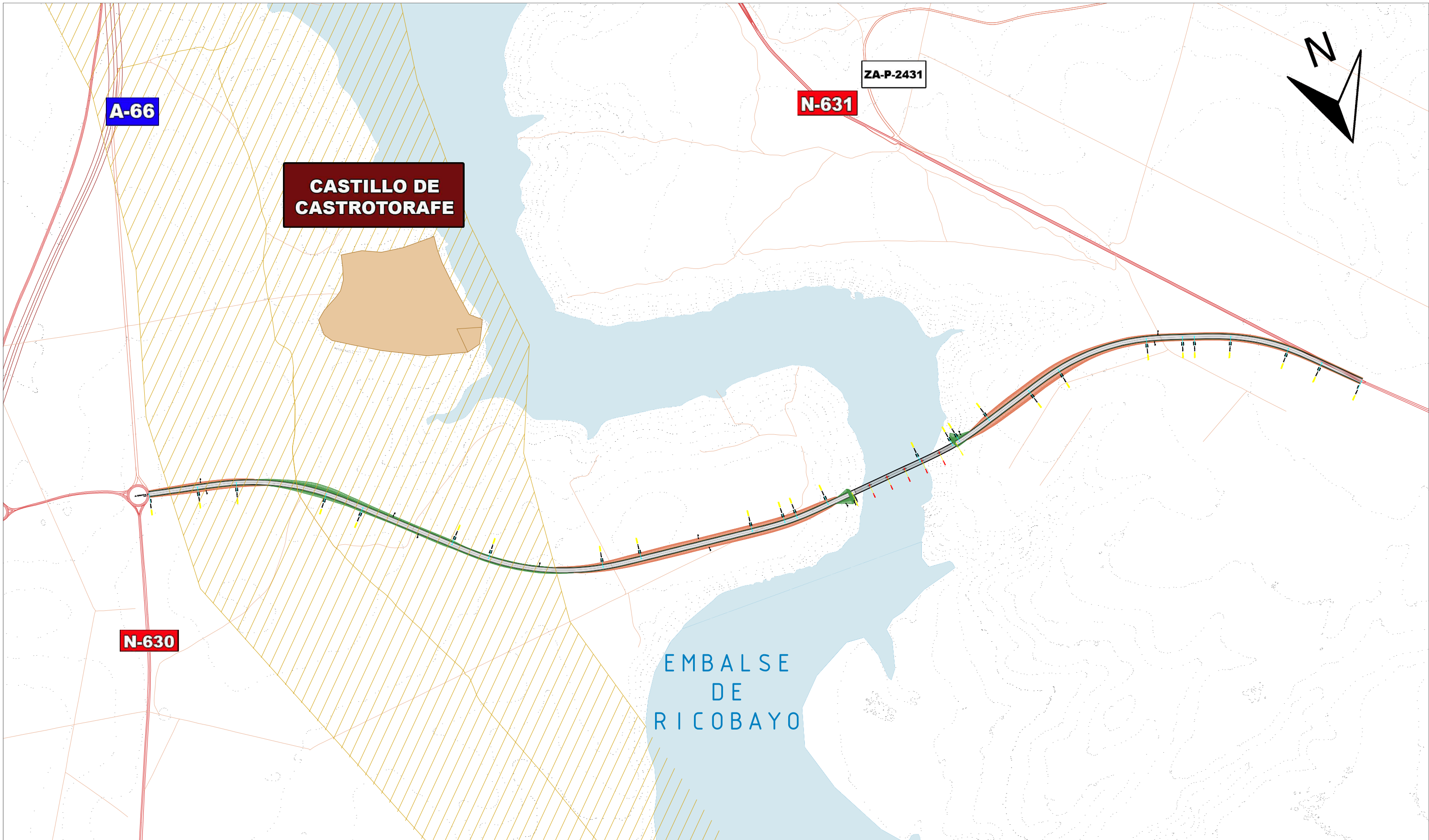


	AUTOR DEL PROYECTO  ÁNGEL MATEOS ALONSO	INGENIERO DE CAMINOS TUTOR DEL PROYECTO  ARTURO ANTÓN CASADO	TÍTULO DEL PROYECTO ANTEPROYECTO DE NUEVO PUEBLO EN LA N-631 SOBRE EL EMBALSE DE RICOBAYO	FECHA SEPTIEMBRE 2016	ESCALA 1 : 15.000 	DESIGNACIÓN DEL PLANO ALTERNATIVA - 1	Nº PLANO -
							HOJA 1 DE 1

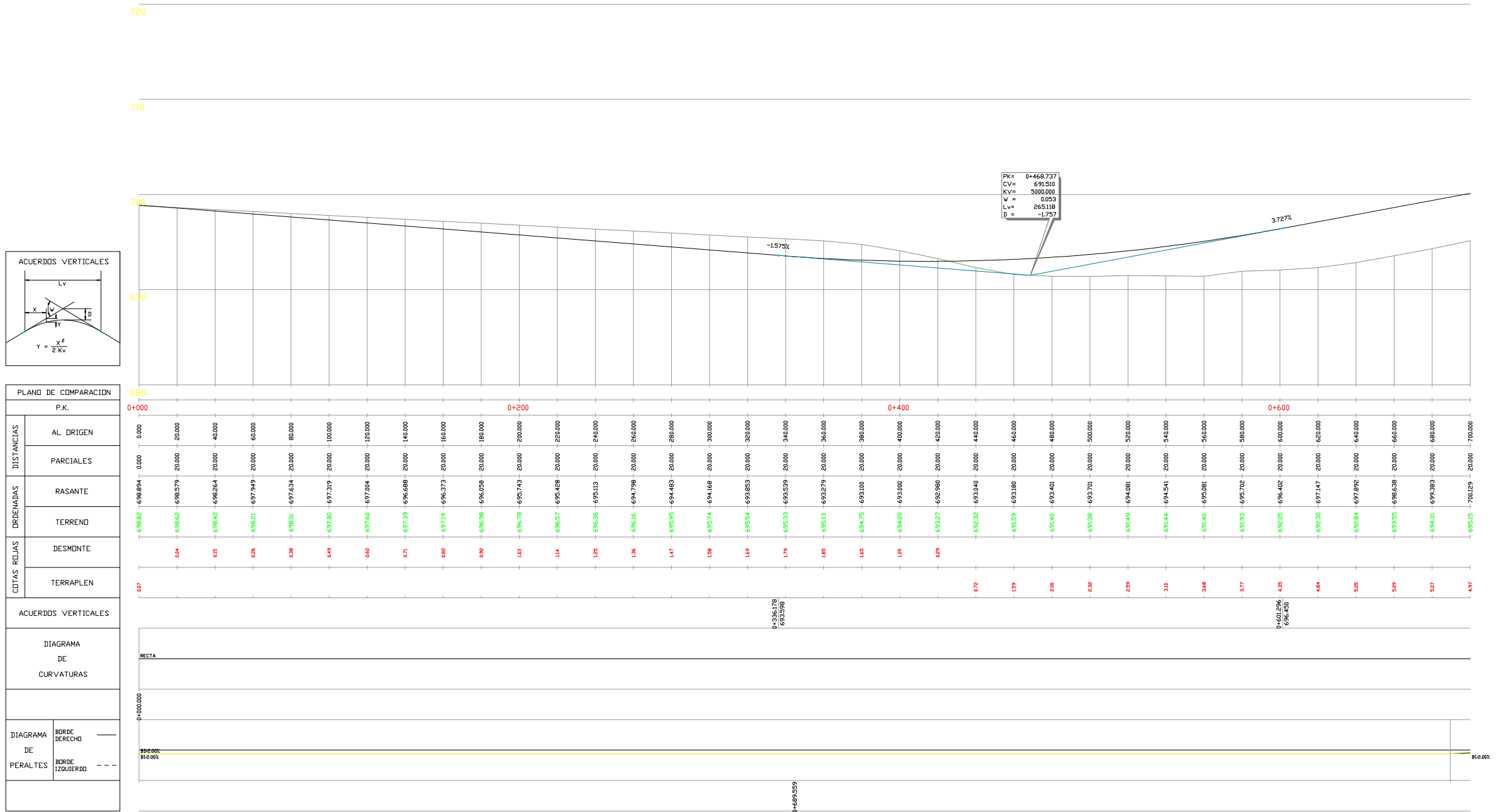


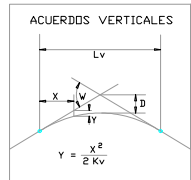
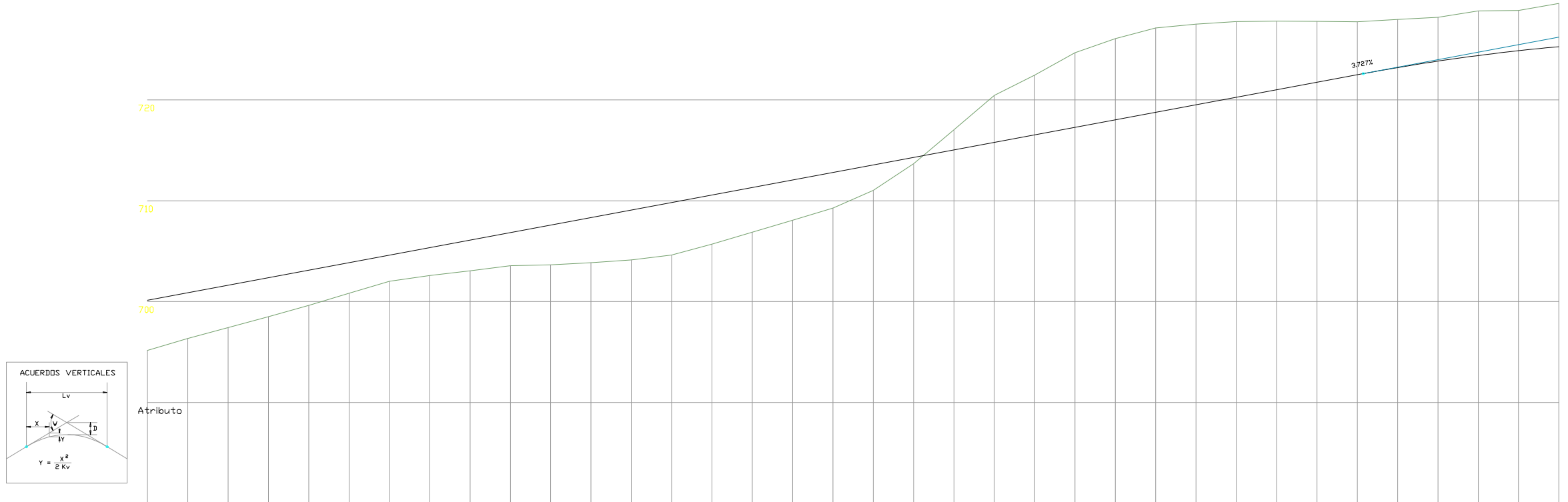


	AUTOR DEL PROYECTO 	INGENIERO DE CAMINOS TUTOR DEL PROYECTO	TÍTULO DEL PROYECTO ANTEPROYECTO DE NUEVO PUENTE EN LA N-631 SOBRE EL EMBALSE DE RICOBAYO	FECHA SEPTIEMBRE 2016	ESCALA 1 : 10 . 000 	DESIGNACIÓN DEL PLANO ALTERNATIVA - 2	Nº PLANO -
	ÁNGEL MATEOS ALONSO	ARTURO ANTÓN CASADO					

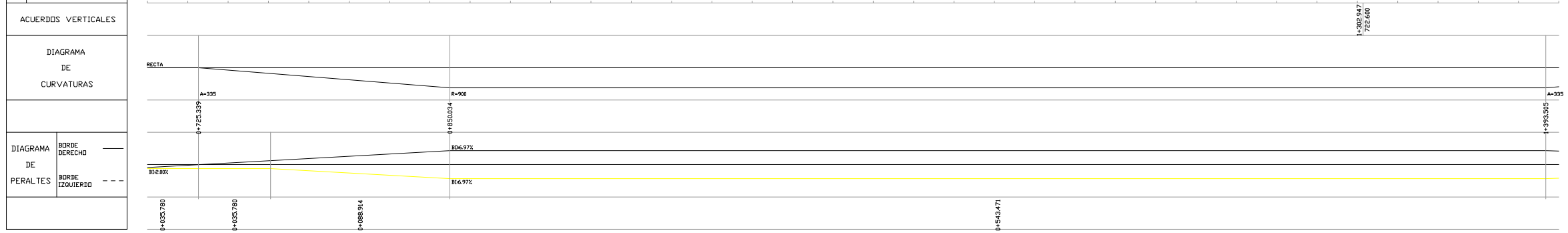


	AUTOR DEL PROYECTO 	INGENIERO DE CAMINOS TUTOR DEL PROYECTO	TÍTULO DEL PROYECTO ANTEPROYECTO DE NUEVO PUENTE EN LA N-631 SOBRE EL EMBALSE DE RICOBAYO	FECHA SEPTIEMBRE 2016	ESCALA 1:10.000 	DESIGNACIÓN DEL PLANO ALTERNATIVA-3	Nº PLANO -
	ÁNGEL MATEOS ALONSO	ARTURO ANTÓN CASADO		HOJA 1 DE 1			





PLANO DE COMPARACION		P.K.
DISTANCIAS	AL ORIGEN	700.000
	PARCIALES	720.000
ORDENADAS	RASANTE	700.000
	TERRENO	700.000
COTAS RELATIVAS	DESMDINTE	700.000
	TERRAPLEN	700.000



AUTOR DEL PROYECTO  
  
 ÁNGEL MATEOS ALONSO

INGENIERO DE CAMINOS  
 TUTOR DEL PROYECTO  
 ARTURO ANTÓN CASADO

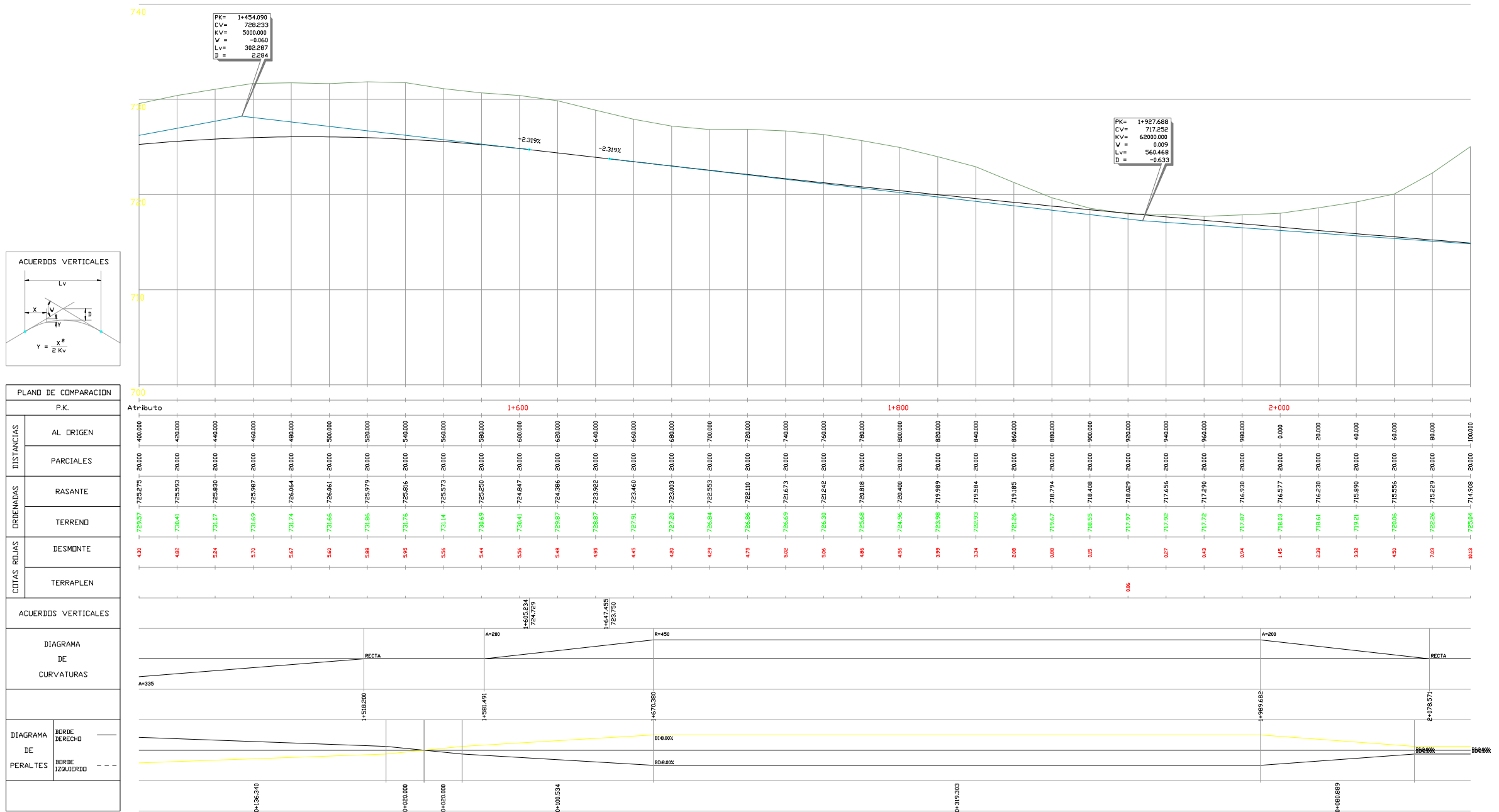
TÍTULO DEL PROYECTO  
 ANTEPROYECTO DE NUEVO  
 PUENTE EN LA  
 N-631 SOBRE EL  
 EMBALSE DE RICOBAYO

FECHA  
 SEPTIEMBRE  
 2016

ESCALA

DESIGNACIÓN DEL PLANO  
 PERFIL LONGITUDINAL  
 ALTERNATIVA-1

Nº PLANO  
 -  
 HOJA 2 DE 8



AUTOR DEL PROYECTO  
  
 ÁNGEL MATEOS ALONSO

INGENIERO DE CAMINOS  
 TUTOR DEL PROYECTO  
 ARTURO ANTÓN CASADO

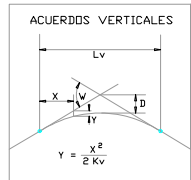
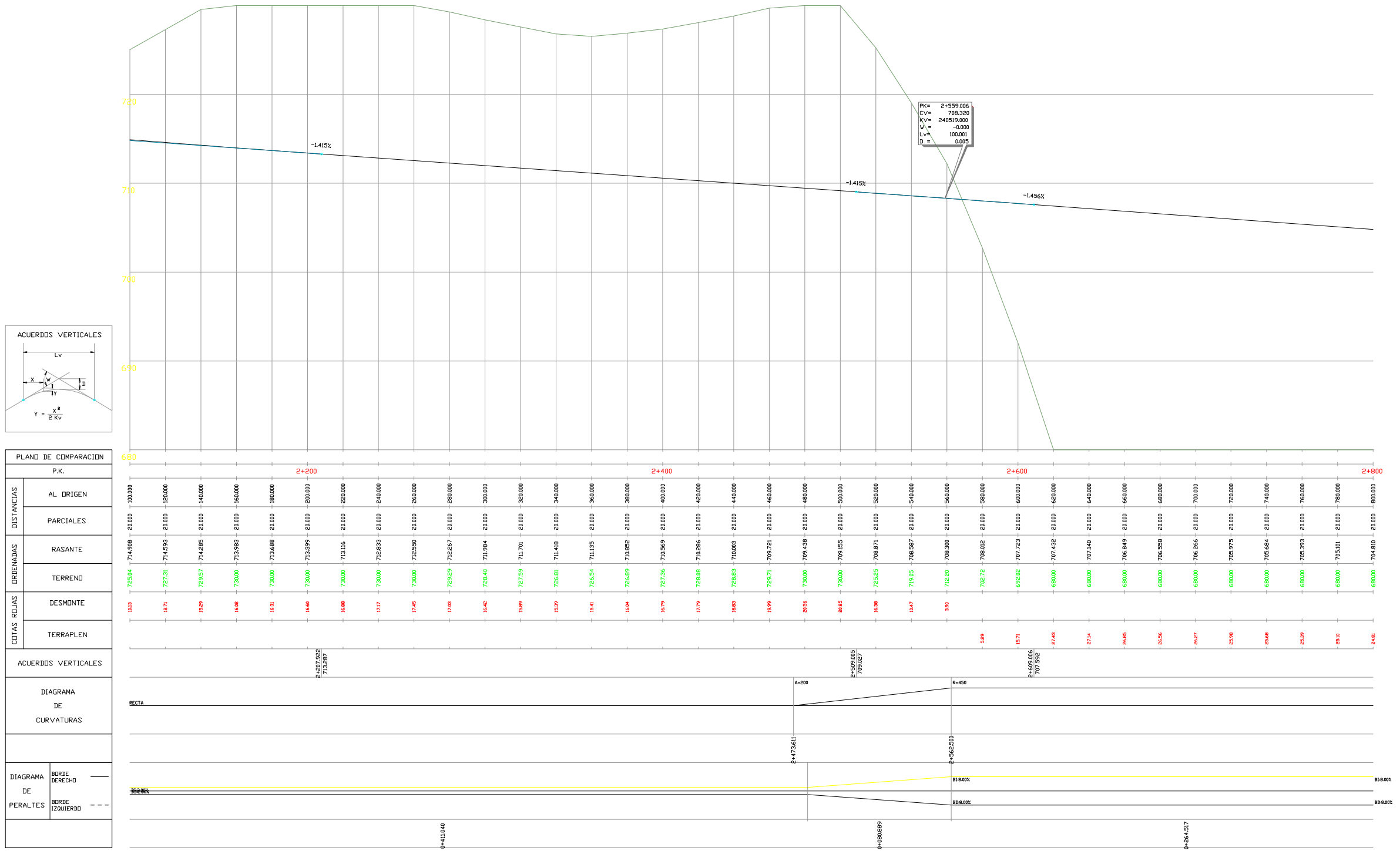
TÍTULO DEL PROYECTO  
 ANTEPROYECTO DE NUEVO  
 PUENTE EN LA  
 N-631 SOBRE EL  
 EMBALSE DE RICOBAYO

FECHA  
 SEPTIEMBRE  
 2016

ESCALA  
 E.H. = 1:2.500  
 E.V. = 1:500

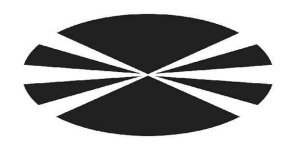
DESIGNACIÓN DEL PLANO  
 PERFIL LONGITUDINAL  
 ALTERNATIVA-1

Nº PLANO  
 -  
 HOJA 3 DE 8



PLANO DE COMPARACION		P.K.
DISTANCIAS	AL ORIGEN	
	PARCIALES	
DRENAJAS	RASANTE	
	TERRENO	
COTAS RELAJAS	DESMDNTE	
	TERRAPLEN	
ACUERDOS VERTICALES		
DIAGRAMA DE CURVATURAS		
DIAGRAMA DE PERALTES	BORDE DERECHO	
	BORDE IZQUIERDO	

P.K.	AL ORIGEN	PARCIALES	RASANTE	TERRENO	DESMDNTE	TERRAPLEN
2+000	0.000		714.908	725.04	15.13	
2+100	100.000		714.593	727.31	15.71	
2+200	200.000		714.285	729.57	16.29	
2+300	300.000		713.983	731.83	16.88	
2+400	400.000		713.688	734.09	17.46	
2+500	500.000		713.399	736.35	18.05	
2+600	600.000		713.116	738.61	18.63	
2+700	700.000		712.833	740.87	19.22	
2+800	800.000		712.550	743.13	19.80	
2+900	900.000		712.267	745.39	20.39	
3+000	1000.000		711.984	747.65	20.97	
3+100	1100.000		711.701	749.91	21.56	
3+200	1200.000		711.418	752.17	22.14	
3+300	1300.000		711.135	754.43	22.73	
3+400	1400.000		710.852	756.69	23.31	
3+500	1500.000		710.569	758.95	23.90	
3+600	1600.000		710.286	761.21	24.48	
3+700	1700.000		710.003	763.47	25.07	
3+800	1800.000		709.721	765.73	25.65	
3+900	1900.000		709.438	767.99	26.24	
4+000	2000.000		709.155	770.25	26.82	
4+100	2100.000		708.871	772.51	27.41	
4+200	2200.000		708.587	774.77	27.99	
4+300	2300.000		708.304	777.03	28.58	
4+400	2400.000		708.021	779.29	29.16	
4+500	2500.000		707.738	781.55	29.75	
4+600	2600.000		707.455	783.81	30.33	
4+700	2700.000		707.172	786.07	30.92	
4+800	2800.000		706.889	788.33	31.50	
4+900	2900.000		706.606	790.59	32.09	
5+000	3000.000		706.323	792.85	32.67	
5+100	3100.000		706.040	795.11	33.26	
5+200	3200.000		705.757	797.37	33.84	
5+300	3300.000		705.474	799.63	34.43	
5+400	3400.000		705.191	801.89	35.01	
5+500	3500.000		704.908	804.15	35.60	
5+600	3600.000		704.625	806.41	36.18	
5+700	3700.000		704.342	808.67	36.77	
5+800	3800.000		704.059	810.93	37.35	
5+900	3900.000		703.776	813.19	37.94	
6+000	4000.000		703.493	815.45	38.52	
6+100	4100.000		703.210	817.71	39.11	
6+200	4200.000		702.927	820.00	39.69	
6+300	4300.000		702.644	822.26	40.28	
6+400	4400.000		702.361	824.52	40.86	
6+500	4500.000		702.078	826.78	41.45	
6+600	4600.000		701.795	829.04	42.03	
6+700	4700.000		701.512	831.30	42.62	
6+800	4800.000		701.229	833.56	43.20	
6+900	4900.000		700.946	835.82	43.79	
7+000	5000.000		700.663	838.08	44.37	



AUTOR DEL PROYECTO  
  
 ÁNGEL MATEOS ALONSO

INGENIERO DE CAMINOS  
 TUTOR DEL PROYECTO  
 ARTURO ANTÓN CASADO

TÍTULO DEL PROYECTO  
 ANTEPROYECTO DE NUEVO  
 PUENTE EN LA  
 N-631 SOBRE EL  
 EMBALSE DE RICOBAYO

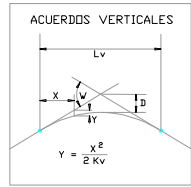
FECHA  
 SEPTIEMBRE  
 2016

ESCALA  
 E.H. = 1:2.500  
 E.V. = 1:500

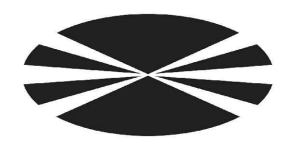
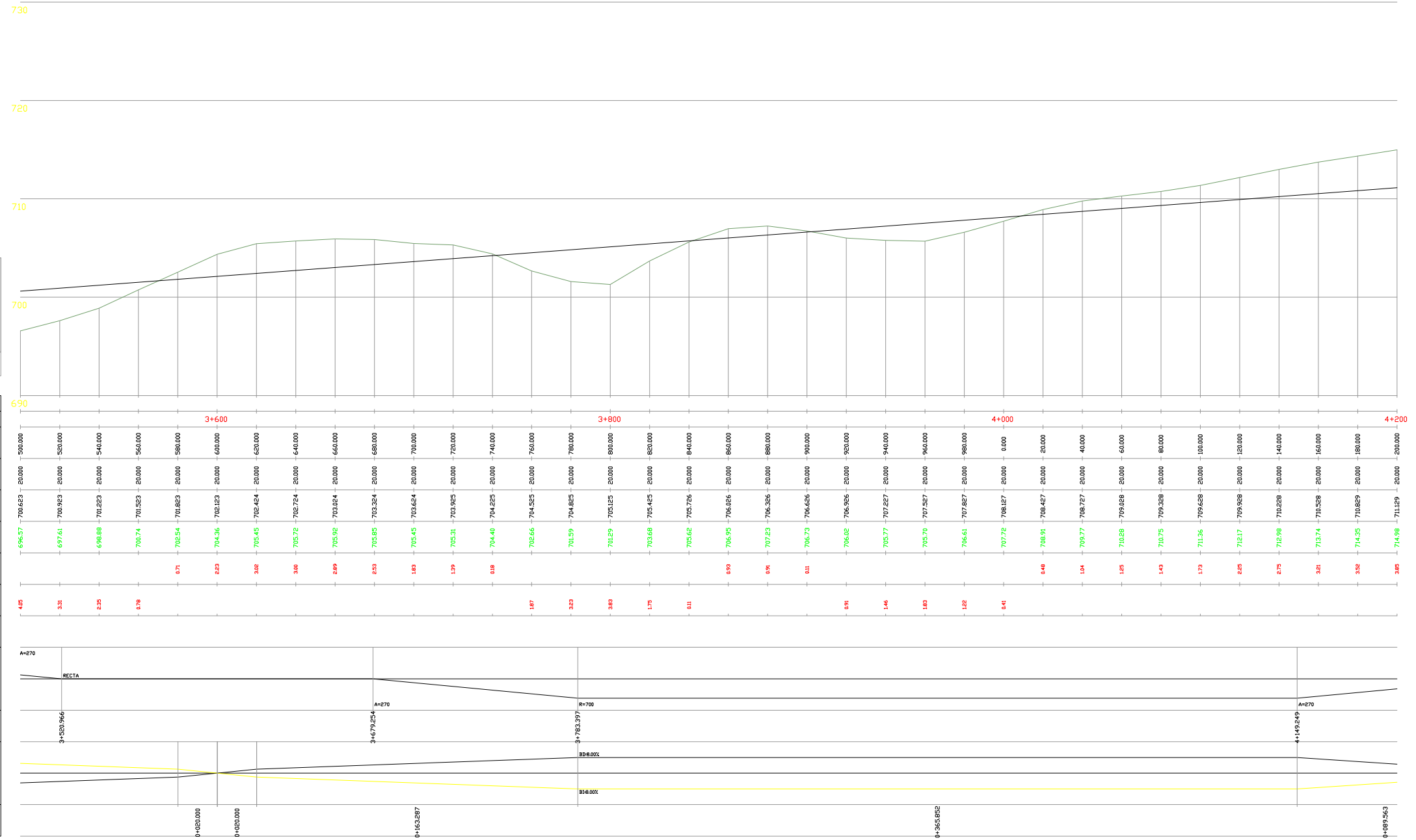
DESIGNACIÓN DEL PLANO  
 PERFIL LONGITUDINAL  
 ALTERNATIVA-1

Nº PLANO  
 -  
 HOJA 4 DE 8





PLANO DE COMPARACION	
P.K.	
DISTANCIAS	AL ORIGEN
	PARCIALES
ORDENADAS	RASANTE
	TERRAPLEN
COTAS RELIAS	DESMONTE
	TERRAPLEN
ACUERDOS VERTICALES	
DIAGRAMA DE CURVATURAS	
DIAGRAMA DE PERALTES	BORDE DERECHO
	BORDE IZQUIERDO



AUTOR DEL PROYECTO  
  
 ÁNGEL MATEOS ALONSO

INGENIERO DE CAMINOS  
 TUTOR DEL PROYECTO  
 ARTURO ANTÓN CASADO

TÍTULO DEL PROYECTO  
 ANTEPROYECTO DE NUEVO  
 PUENTE EN LA  
 N-631 SOBRE EL  
 EMBALSE DE RICOBAYO

FECHA  
 SEPTIEMBRE  
 2016

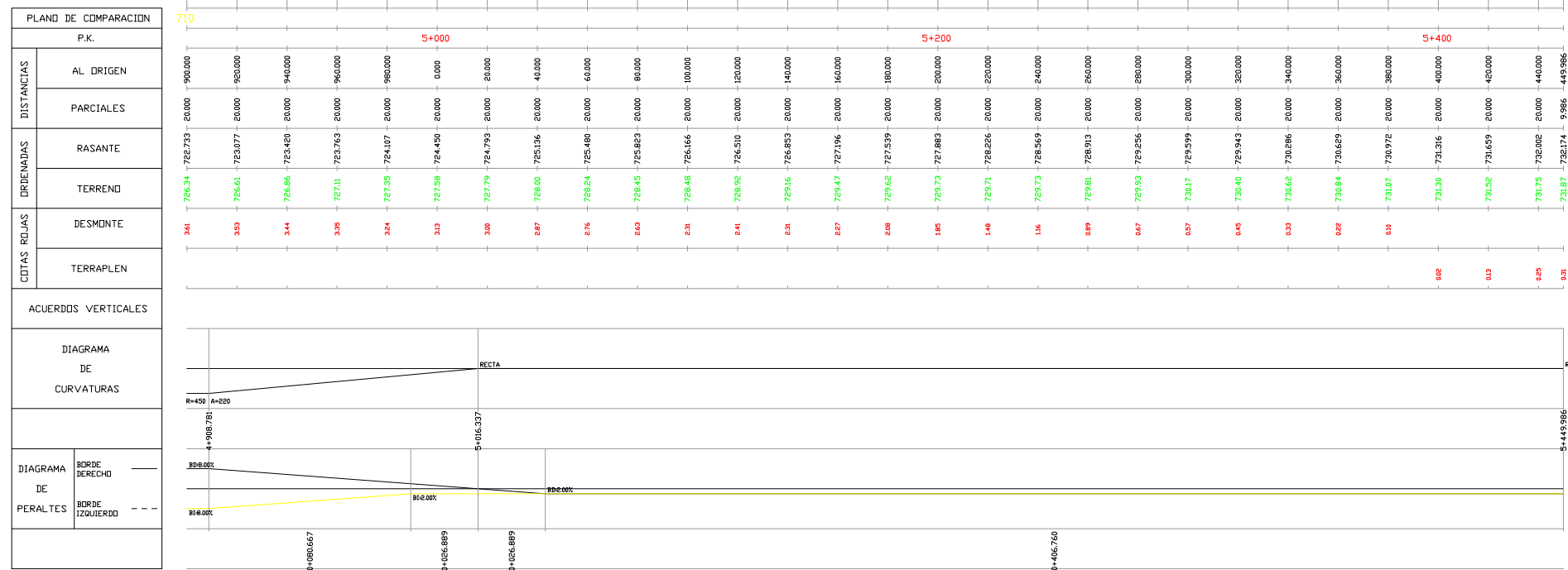
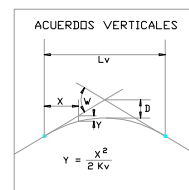
ESCALA  
 E.H. = 1:2.500  
 E.V. = 1:500

DESIGNACIÓN DEL PLANO  
 PERFIL LONGITUDINAL  
 ALTERNATIVA-1

Nº PLANO  
 -  
 HOJA 6 DE 8







AUTOR DEL PROYECTO  
  
 ÁNGEL MATEOS ALONSO

INGENIERO DE CAMINOS  
 TUTOR DEL PROYECTO  
 ARTURO ANTÓN CASADO

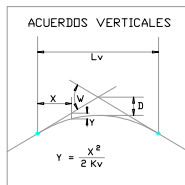
TÍTULO DEL PROYECTO  
 ANTEPROYECTO DE NUEVO  
 PUENTE EN LA  
 N-631 SOBRE EL  
 EMBALSE DE RICOBAYO

FECHA  
 SEPTIEMBRE  
 2016

ESCALA  
 E.H. = 1:2.500  
 E.V. = 1:500

DESIGNACIÓN DEL PLANO  
 PERFIL LONGITUDINAL  
 ALTERNATIVA-1

Nº PLANO  
 -  
 HOJA 8 DE 8



PLANO DE COMPARACION		P.K.
DISTANCIAS	AL ORIGEN	0+000
	PARCIALES	0+200
ORDENADAS	RASANTE	699.27
	TERRENO	698.97
CITAS RELIAS	DESMONTE	6.01
	TERRAPLEN	6.02
ACUERDOS VERTICALES		
DIAGRAMA DE CURVATURAS		
DIAGRAMA DE PERALTES	BORDE DERECHO	
	BORDE IZQUIERDO	



AUTOR DEL PROYECTO  
  
 ÁNGEL MATEOS ALONSO

INGENIERO DE CAMINOS  
 TUTOR DEL PROYECTO  
 ARTURO ANTÓN CASADO

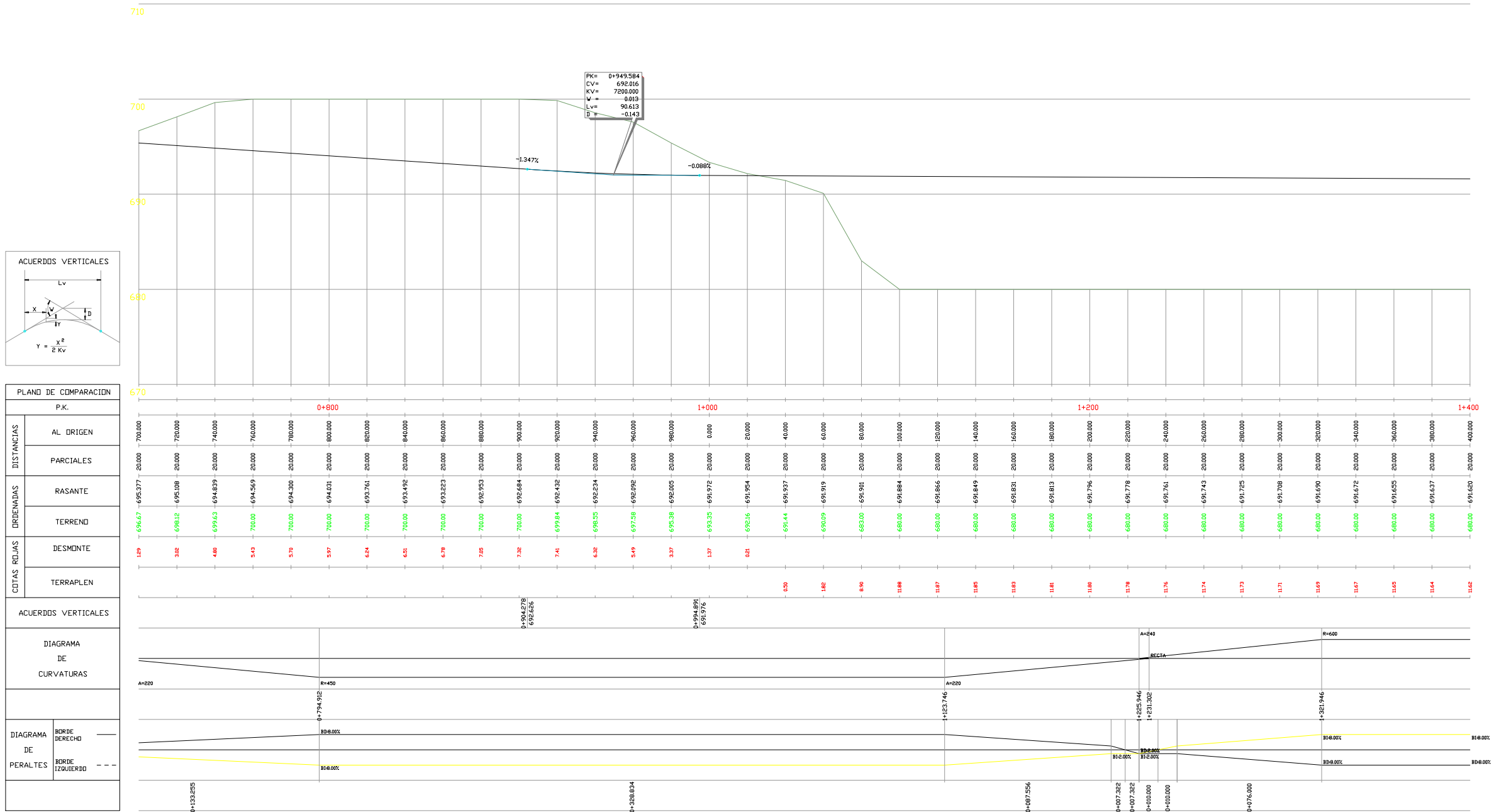
TÍTULO DEL PROYECTO  
 ANTEPROYECTO DE NUEVO  
 PUENTE EN LA  
 N-631 SOBRE EL  
 EMBALSE DE RICOBAYO

FECHA  
 SEPTIEMBRE  
 2016

ESCALA  
 E.H. = 1:2.500  
 E.V. = 1:500

DESIGNACIÓN DEL PLANO  
 PERFIL LONGITUDINAL  
 ALTERNATIVA-2

Nº PLANO  
 -  
 HOJA 1 DE 4



AUTOR DEL PROYECTO  
  
 ÁNGEL MATEOS ALONSO

INGENIERO DE CAMINOS  
 TUTOR DEL PROYECTO  
 ARTURO ANTÓN CASADO

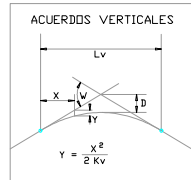
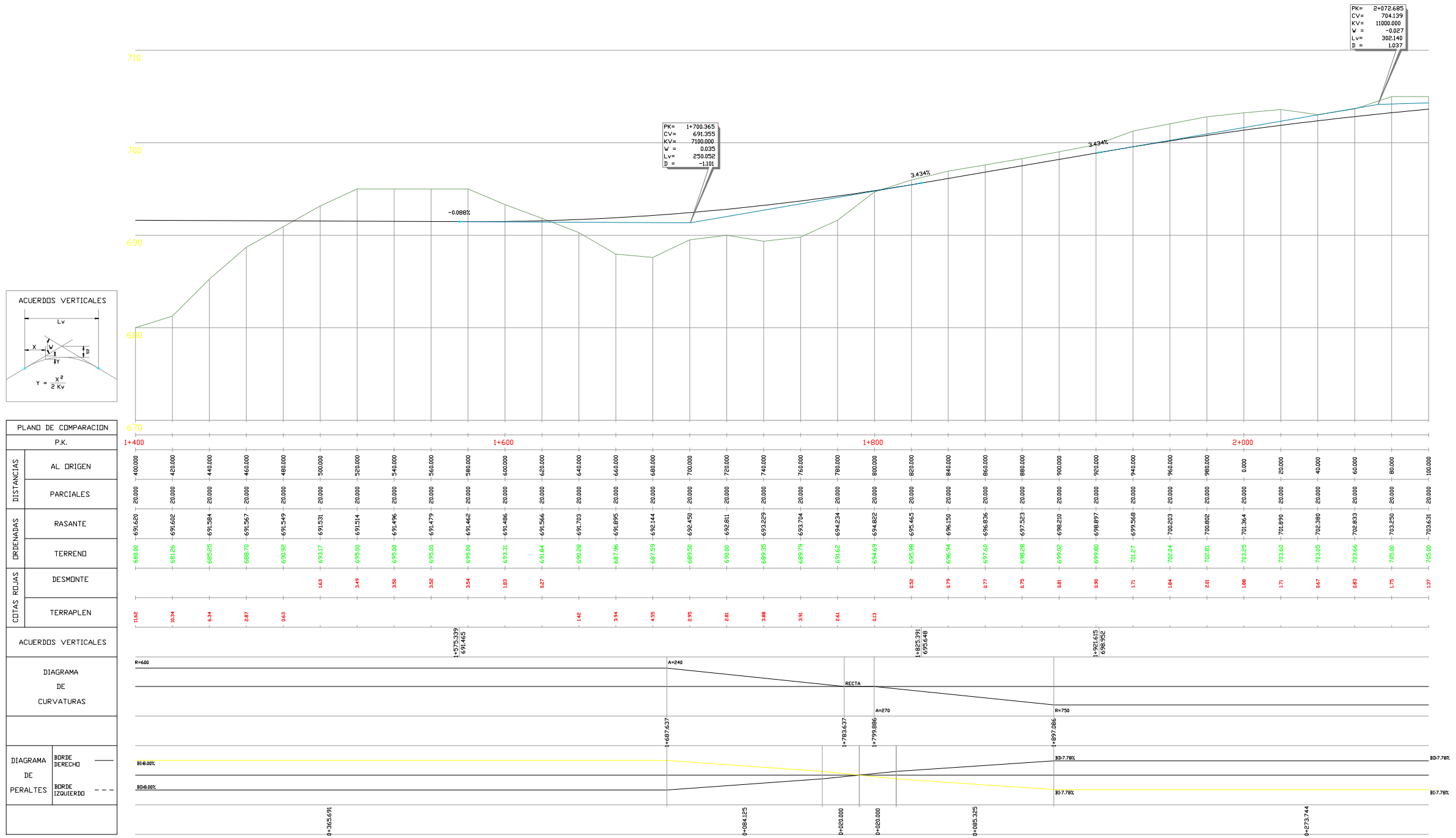
TÍTULO DEL PROYECTO  
 ANTEPROYECTO DE NUEVO  
 PUEBLO EN LA  
 N-631 SOBRE EL  
 EMBALSE DE RICOBAYO

FECHA  
 SEPTIEMBRE  
 2016

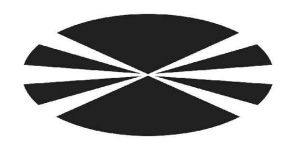
ESCALA  
 E.H. = 1:2.500  
 E.V. = 1:500

DESIGNACIÓN DEL PLANO  
 PERFIL LONGITUDINAL  
 ALTERNATIVA-2

Nº PLANO  
 -  
 HOJA 2 DE 4



PLANO DE COMPARACION		P.K.	1+400	1+500	1+600	1+700	1+800	1+900	2+000
DISTANCIAS	AL ORIGEN		400.000	500.000	600.000	700.000	800.000	900.000	1000.000
	PARCIALES		20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
ORDENADAS	RASANTE		691.620	691.602	691.584	691.567	691.549	691.531	691.514
	TERRENO		688.00	681.26	685.25	689.70	690.92	693.17	695.00
CITAS RELIAS	DESMONTE				1.43	3.49	3.59	3.58	3.54
	TERRAPLEN		11.42	10.34	6.34	2.87	0.63		
ACUERDOS VERTICALES									
DIAGRAMA DE CURVATURAS			R=600			A=240			
DIAGRAMA DE PERALTES		BORDE DERECHO	0.00%						0.77%
		BORDE IZQUIERDO	0.00%						0.77%



AUTOR DEL PROYECTO  
  
 ÁNGEL MATEOS ALONSO

INGENIERO DE CAMINOS  
 TUTOR DEL PROYECTO  
 ARTURO ANTÓN CASADO

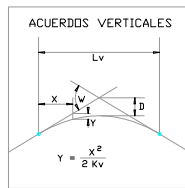
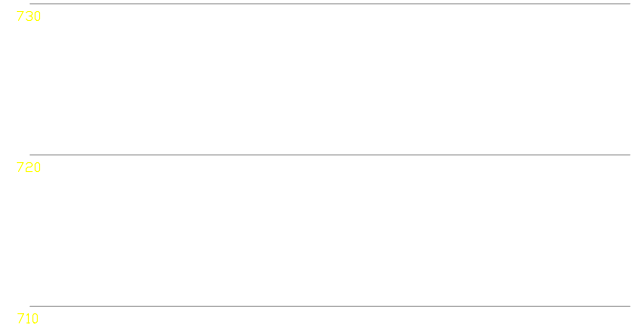
TÍTULO DEL PROYECTO  
 ANTEPROYECTO DE NUEVO  
 PUEBLO EN LA  
 N-631 SOBRE EL  
 EMBALSE DE RICOBAYO

FECHA  
 SEPTIEMBRE  
 2016

ESCALA  
 E.H. = 1:2.500  
 E.V. = 1:500

DESIGNACIÓN DEL PLANO  
 PERFIL LONGITUDINAL  
 ALTERNATIVA-2

Nº PLANO  
 -  
 HOJA 3 DE 4



PLANO DE COMPARACION		P.K.
DISTANCIAS	AL ORIGEN	180.000
	PARCIALES	80.000 180.000 140.000 160.000 200.000 240.000 260.000 280.000 296.400
ORDENADAS	RASANTE	703.631 703.975 704.263 704.555 704.799 704.988 705.131 705.289 705.456 705.564 705.79
	TERRENO	705.00 705.00 705.00 705.00 705.00 705.00 705.10 705.42 705.74 705.66 705.79
COTAS RELIAS	DESMONTE	1.37 1.42 1.52 1.45 1.23 1.01 0.85 0.93 1.36 1.30 1.00
	TERRAPLEN	
ACUERDOS VERTICALES		2+200
DIAGRAMA DE CURVATURAS		
DIAGRAMA DE PERALTES	BORDE DERECHO	
	BORDE IZQUIERDO	



AUTOR DEL PROYECTO  
  
 ÁNGEL MATEOS ALONSO

INGENIERO DE CAMINOS  
 TUTOR DEL PROYECTO  
 ARTURO ANTÓN CASADO

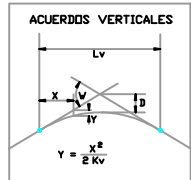
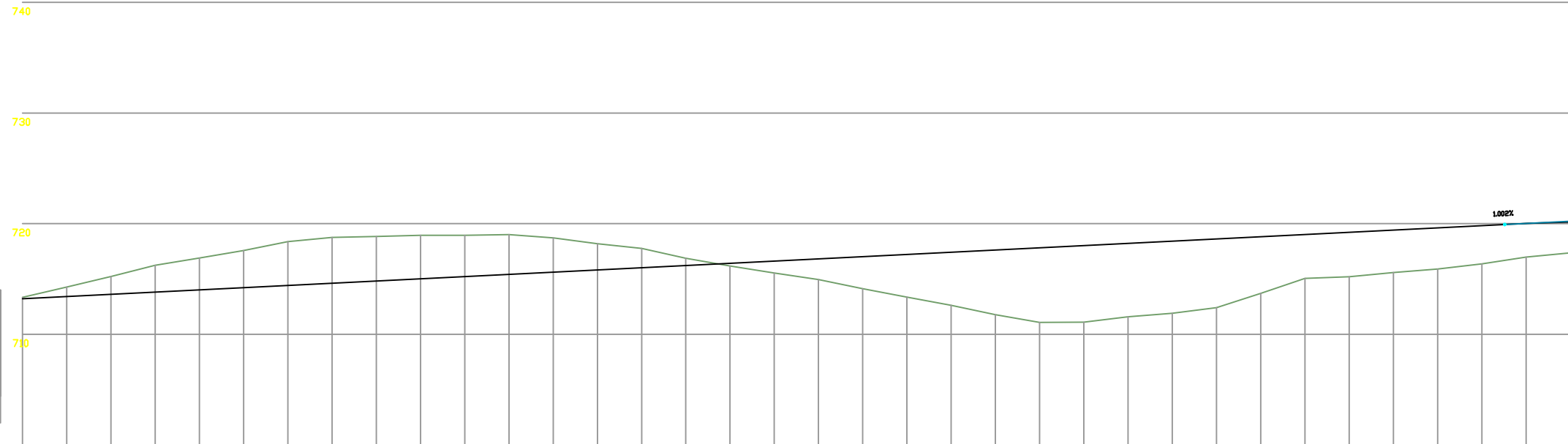
TÍTULO DEL PROYECTO  
 ANTEPROYECTO DE NUEVO  
 PUENTE EN LA  
 N-631 SOBRE EL  
 EMBALSE DE RICOBAYO

FECHA  
 SEPTIEMBRE  
 2016

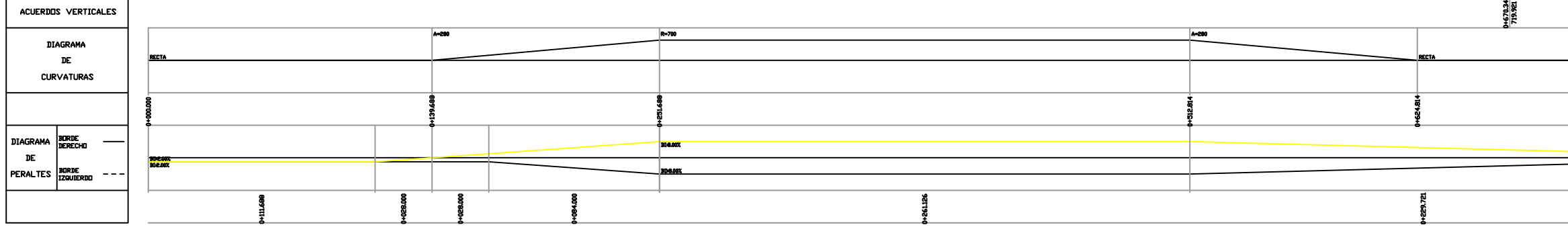
ESCALA  
 E.H. = 1:2.500  
 E.V. = 1:500

DESIGNACIÓN DEL PLANO  
 PERFIL LONGITUDINAL  
 ALTERNATIVA-2

Nº PLANO  
 -  
 HOJA 4 DE 4



PLANO DE COMPARACION		P.K.	
DISTANCIAS	AL ORIGEN	0+000	7+000
	PARCIALES	0+000	7+000
DIRECCIONES	RASANTE	713.825	728.133
	TERRENO	713.825	728.133
COTAS RELATIVAS	DESMONTE	0.14	0.77
	TERRAPLEN	0.14	0.77



AUTOR DEL PROYECTO  
  
 ÁNGEL MATEOS ALONSO

INGENIERO DE CAMINOS  
 TUTOR DEL PROYECTO  
 ARTURO ANTÓN CASADO

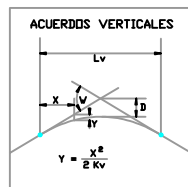
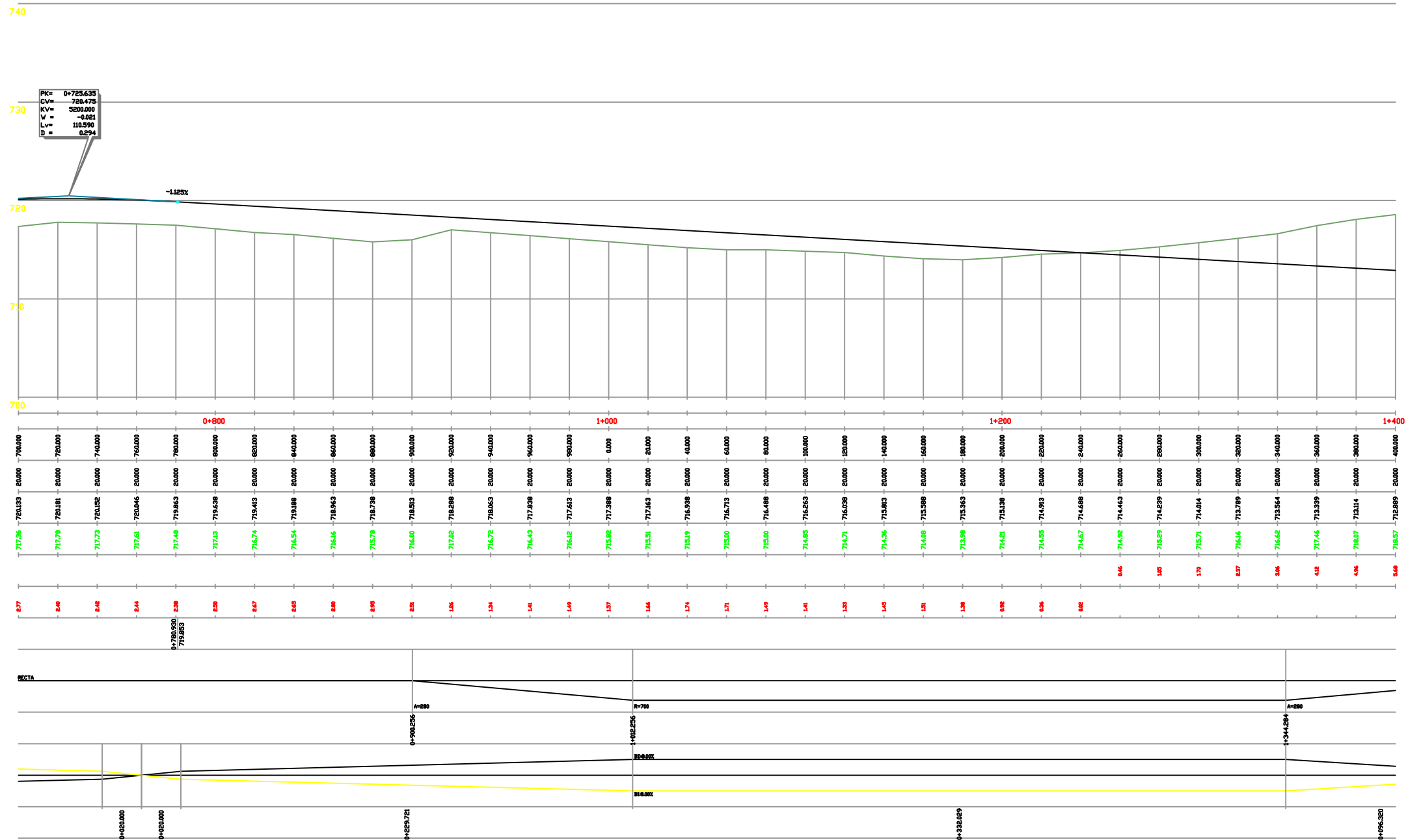
TÍTULO DEL PROYECTO  
 ANTEPROYECTO DE NUEVO  
 PUENTE EN LA  
 N-631 SOBRE EL  
 EMBALSE DE RICOBAYO

FECHA  
 SEPTIEMBRE  
 2016

ESCALA  
 E.H. = 1:2.500  
 E.V. = 1:500

DESIGNACIÓN DEL PLANO  
 PERFIL LONGITUDINAL  
 DEL TRAZADO

Nº PLANO  
 5  
 HOJA 1 DE 6



PLANO DE COMPARACION	
P.K.	
DISTANCIAS	AL ORIGEN
	PARCIALES
ORDENADAS	RASANTE
	TERRENO
CITAS RELAJAS	DESMDINTE
	TERRAPLEN
ACUERDOS VERTICALES	
DIAGRAMA DE CURVATURAS	
DIAGRAMA DE PERALTES	BORDE DERECHO
	BORDE IZQUIERDO



AUTOR DEL PROYECTO  
  
 ÁNGEL MATEOS ALONSO

INGENIERO DE CAMINOS  
 TUTOR DEL PROYECTO  
 ARTURO ANTÓN CASADO

TÍTULO DEL PROYECTO  
 ANTEPROYECTO DE NUEVO  
 PUENTE EN LA  
 N-631 SOBRE EL  
 EMBALSE DE RICOBAYO

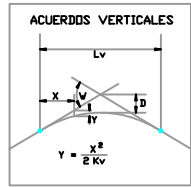
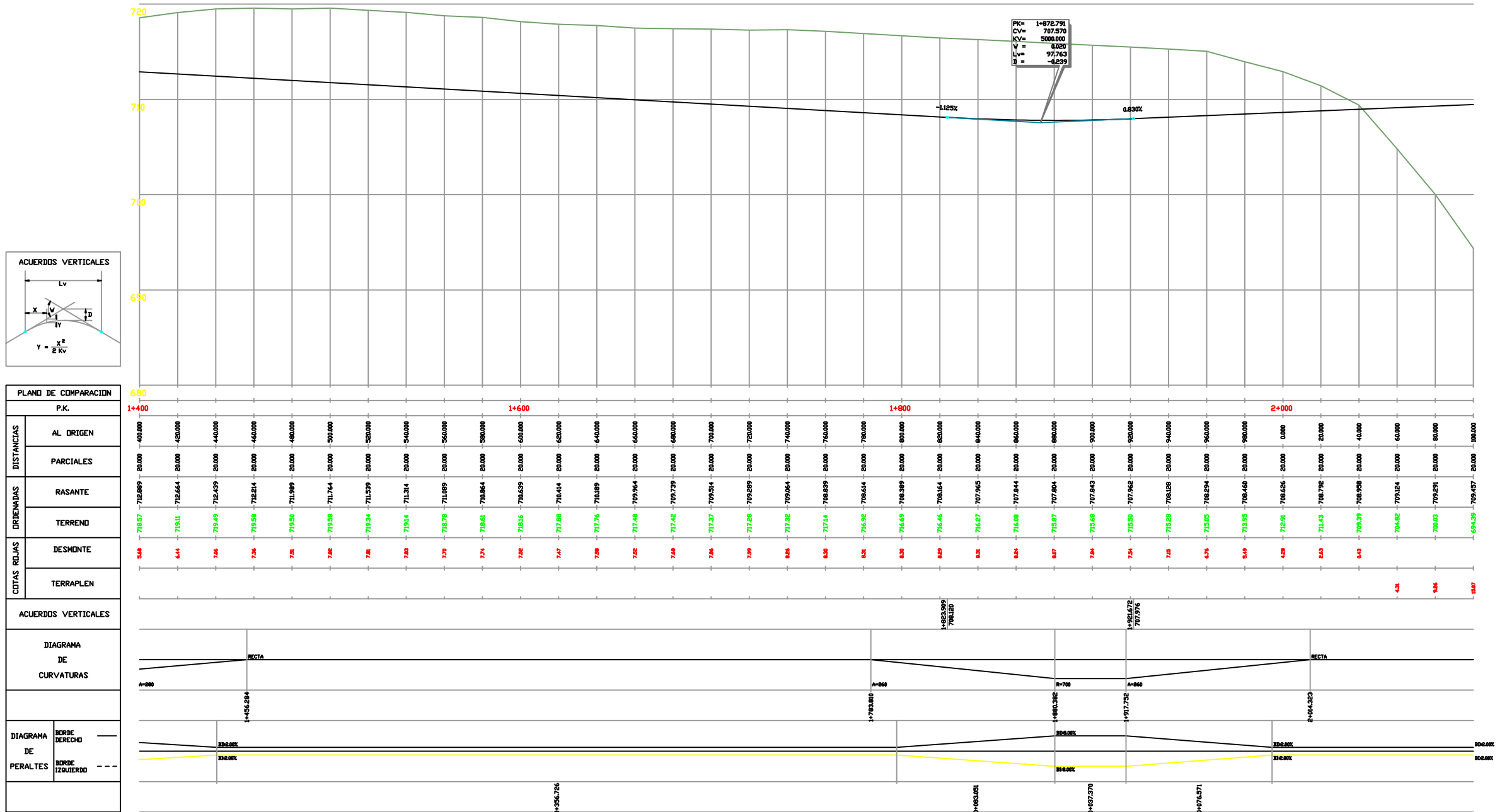
FECHA  
 SEPTIEMBRE  
 2016

ESCALA  
 E.H. = 1:2.500  
 E.V. = 1:500

DESIGNACIÓN DEL PLANO  
 PERFIL LONGITUDINAL  
 DEL TRAZADO

Nº PLANO  
 5  
 HOJA 2 DE 6





PLANO DE COMPARACION	
P.K.	
DISTANCIAS	AL ORIGEN
	PARCIALES
DIRECCIONES	RASANTE
	TERRENO
CITAS RELAJAS	DESMONTE
	TERRAPLEN
ACUERDOS VERTICALES	
DIAGRAMA DE CURVATURAS	
DIAGRAMA DE PERALTES	BORDE DERECHO
	BORDE IZQUIERDO

P.K.	1+400	1+500	1+600	1+700	1+800	1+900	2+000
AL ORIGEN	400.000	450.000	500.000	550.000	600.000	650.000	700.000
PARCIALES	20.000	40.000	60.000	80.000	100.000	120.000	140.000
RASANTE	712.899	712.654	712.409	712.164	711.919	711.674	711.429
TERRENO	715.57	715.11	714.65	714.19	713.73	713.27	712.81
DESMONTE	5.68	6.44	7.20	7.96	8.72	9.48	10.24
TERRAPLEN							
ACUERDOS VERTICALES							
DIAGRAMA DE CURVATURAS							
DIAGRAMA DE PERALTES							



AUTOR DEL PROYECTO  
  
 ÁNGEL MATEOS ALONSO

INGENIERO DE CAMINOS  
 TUTOR DEL PROYECTO  
 ARTURO ANTÓN CASADO

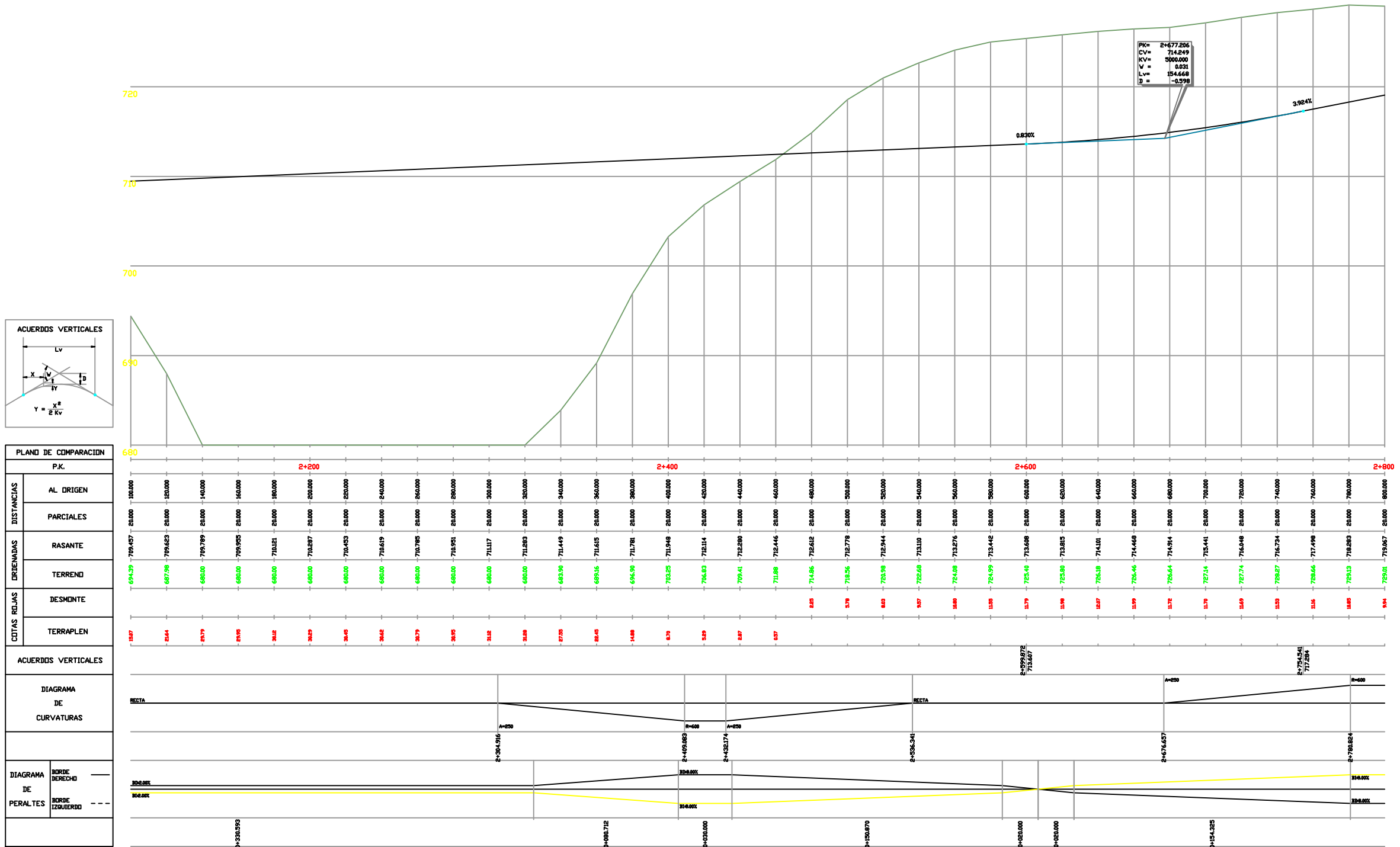
TÍTULO DEL PROYECTO  
 ANTEPROYECTO DE NUEVO  
 PUENTE EN LA  
 N-631 SOBRE EL  
 EMBALSE DE RICOBAYO

FECHA  
 SEPTIEMBRE  
 2016

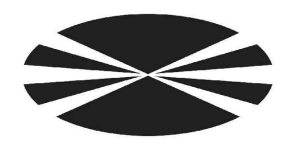
ESCALA  
 E.H. = 1:2.500  
 E.V. = 1:500

DESIGNACIÓN DEL PLANO  
 PERFIL LONGITUDINAL  
 DEL TRAZADO

Nº PLANO  
 5  
 HOJA 3 DE 6



PK= 2+477.256  
 CV= 714.249  
 Kv= 3963.000  
 V= 0.031  
 Lv= 154.668  
 D= -0.398



AUTOR DEL PROYECTO  
 ANGELO MATEOS ALONSO

INGENIERO DE CAMINOS  
 TUTOR DEL PROYECTO  
 ARTURO ANTON CASADO

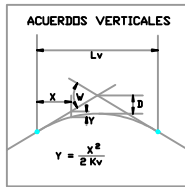
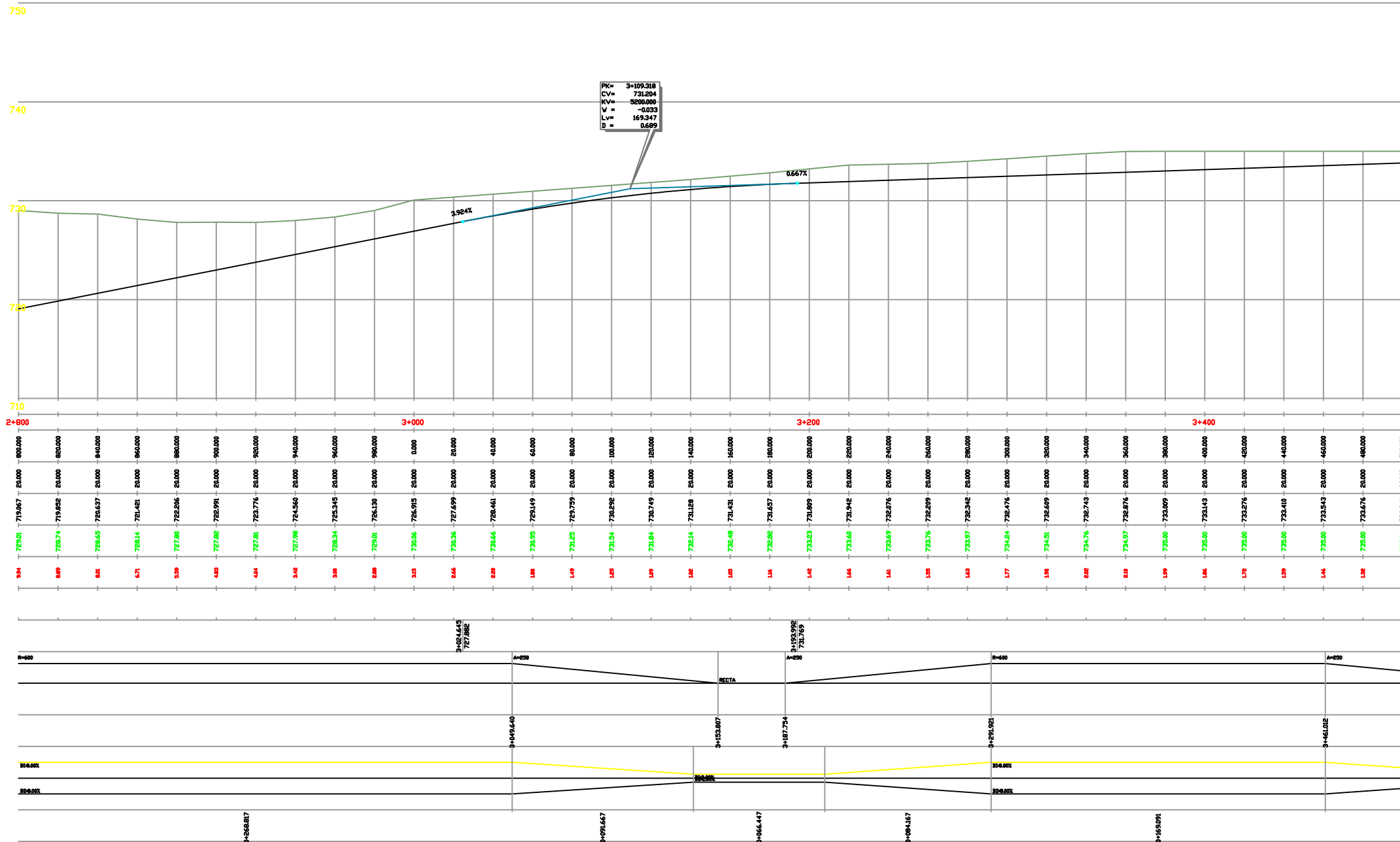
TITULO DEL PROYECTO  
 ANTEPROYECTO DE NUEVO  
 PUENTE EN LA  
 N-631 SOBRE EL  
 EMBALSE DE RICOBAYO

FECHA  
 SEPTIEMBRE  
 2016

ESCALA  
 E.H. = 1:2.500  
 E.V. = 1:500

DESIGNACIÓN DEL PLANO  
 PERFIL LONGITUDINAL  
 DEL TRAZADO

Nº PLANO  
 5  
 HOJA 4 DE 6



PLANO DE COMPARACION	
P.K.	
DISTANCIAS	AL ORIGEN
	PARCIALES
DIRECCIONES	RASANTE
	TERRENO
CITAS RELIAS	DESMONTE
	TERRAPLEN
ACUERDOS VERTICALES	
DIAGRAMA DE CURVATURAS	
DIAGRAMA DE PERALTES	BORDE DERECHO
	BORDE IZQUIERDO



AUTOR DEL PROYECTO  
  
 ÁNGEL MATEOS ALONSO

INGENIERO DE CAMINOS  
 TUTOR DEL PROYECTO  
 ARTURO ANTÓN CASADO

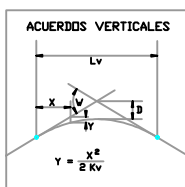
TÍTULO DEL PROYECTO  
 ANTEPROYECTO DE NUEVO  
 PUEBLO EN LA  
 N-631 SOBRE EL  
 EMBALSE DE RICOBAYO

FECHA  
 SEPTIEMBRE  
 2016

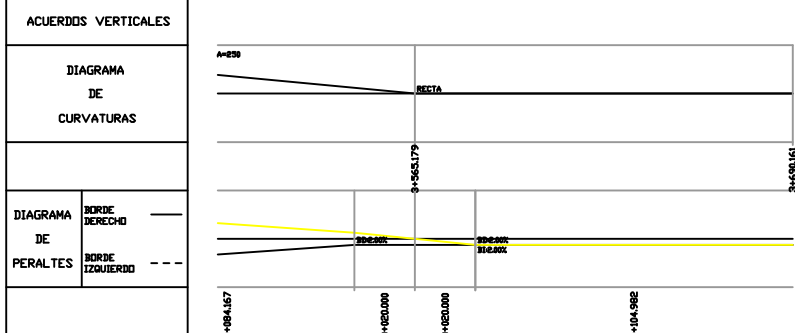
ESCALA  
 E.H. = 1:2.500  
 E.V. = 1:500

DESIGNACIÓN DEL PLANO  
 PERFIL LONGITUDINAL  
 DEL TRAZADO

Nº PLANO  
 5  
 HOJA 5 DE 6



PLANO DE COMPARACION		P.K.												
DISTANCIAS	P.K.													
	AL ORIGEN	500.00	1000.00	1500.00	2000.00	2500.00	3000.00	3500.00	4000.00	4500.00	5000.00	5500.00	6000.00	
DIRECCIONES	RASANTE	723.880	733.943	744.077	754.280	764.543	774.877	785.280	795.743	806.267	816.850	827.493	838.197	848.960
	TERRAPLEN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
COTAS RELJAS	DESMONTE	0.19	0.14	0.08	0.01	0.06	0.21	0.36	0.51	0.66	0.81	0.96	1.11	1.26
	TERRAPLEN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



AUTOR DEL PROYECTO  
  
 ÁNGEL MATEOS ALONSO

INGENIERO DE CAMINOS  
 TUTOR DEL PROYECTO  
 ARTURO ANTÓN CASADO

TÍTULO DEL PROYECTO  
 ANTEPROYECTO DE NUEVO  
 PUENTE EN LA  
 N-631 SOBRE EL  
 EMBALSE DE RICOBAYO

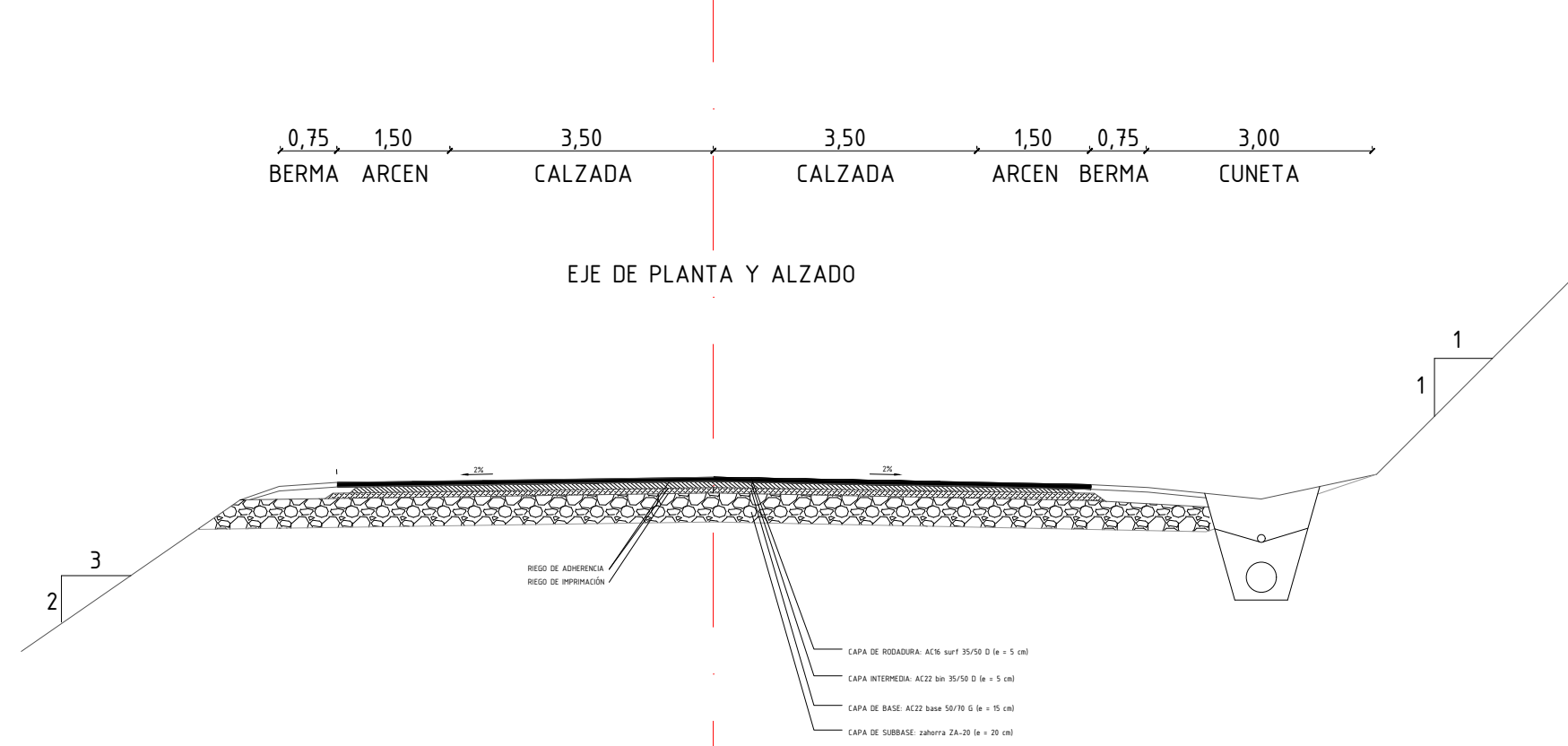
FECHA  
 SEPTIEMBRE  
 2016

ESCALA  
 E.H. = 1:2.500  
 E.V. = 1:500

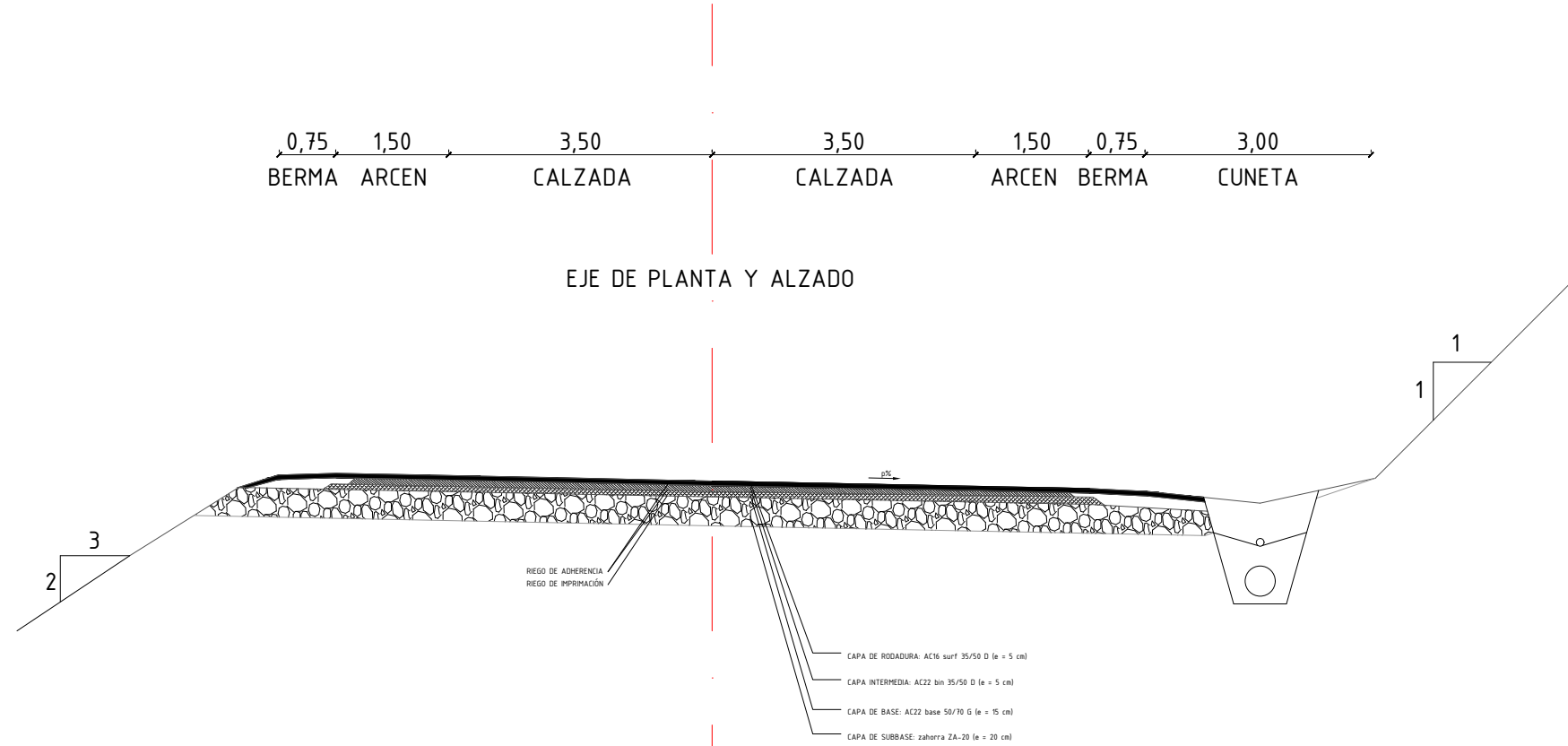
DESIGNACIÓN DEL PLANO  
 PERFIL LONGITUDINAL  
 DEL TRAZADO

Nº PLANO  
 5  
 HOJA 6 DE 6

## SECCIÓN DEL TRONCO DE LA CARRETERA EN RECTA



## SECCIÓN DEL TRONCO DE LA CARRETERA EN CURVA




AUTOR DEL PROYECTO  
  
 ÁNGEL MATEOS ALONSO

INGENIERO DE CAMINOS  
 TUTOR DEL PROYECTO  
 ARTURO ANTÓN CASADO

TÍTULO DEL PROYECTO  
 ANTEPROYECTO DE NUEVO  
 PUEBLO EN LA  
 N-631 SOBRE EL  
 EMBALSE DE RICOBAYO

FECHA  
 SEPTIEMBRE  
 2016

ESCALA  
 1 : 100  


DESIGNACIÓN DEL PLANO  
 SECCIONES TIPO

Nº PLANO  
 7  
 HOJA 1 DE 1



*Anteproyecto de nuevo  
puente en la N-631  
sobre el Embalse de Ricobayo*

*Ángel Mateos Alonso  
15/16*

---

ANEJO 8 :  
ESTUDIO DE ALTERNATIVAS  
ESTRUCTURALES



## ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	3
2.	PROPUESTAS DE ALTERNATIVAS ESTRUCTURALES.....	3
2.1	INTRODUCCIÓN.....	3
2.2	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS ALTERNATIVAS.....	3
2.3	ALTERNATIVA-1.....	4
2.4	ALTERNATIVA-2.....	5
2.5	ALTERNATIVA-3.....	6
2.6	ALTERNATIVA-4.....	7
3.	CRITERIOS DE EVALUACIÓN.....	8
3.1	CRITERIO TÉCNICO.....	8
3.2	CRITERIO ESTÉTICO.....	8
3.3	CRITERIO AMBIENTAL.....	9
3.4	CRITERIO ECONÓMICO.....	9
4.	EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS.....	10
4.1	INTRODUCCIÓN.....	10
4.2	PUNTUACIONES.....	10
4.2.1	PUNTUACIONES SEGÚN CRITERIO TÉCNICO.....	10
4.2.2	PUNTUACIONES SEGÚN CRITERIO ESTÉTICO.....	10
4.2.3	PUNTUACIONES SEGÚN CRITERIO AMBIENTAL.....	11
4.2.4	PUNTUACIONES SEGÚN CRITERIO ECONÓMICO.....	11
4.3	MÉTODOS DE EVALUACIÓN.....	11
4.3.1	MÉTODO DE LAS MEDIAS PONDERADAS.....	11
4.1.1.1	MATRIZ DECISIONAL.....	11
4.1.1.2	MATRIZ HOMOGENEIZADA.....	11
4.1.1.3	MATRIZ DE VALORES PONDERADOS.....	11
4.1.1.4	RESULTADOS.....	11
4.3.2	MÉTODO PRESS.....	12
4.3.2.1	MATRIZ DE DOMINACIÓN.....	12
4.3.2.2	RESULTADOS.....	12
4.4	SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA A PROYECTAR.....	12
	APÉNDICE: PLANOS.....	13



## 1. INTRODUCCIÓN

En este anejo se realizará un estudio de las posibles alternativas con las que se pueden afrontar el proyecto en redacción. Se evaluarán las distintas alternativas estructurales propuestas.

## 2. PROPUESTAS DE ALTERNATIVAS ESTRUCTURALES

### 2.1 INTRODUCCIÓN

En este apartado se destacarán las principales características que presentan las distintas alternativas justificando las medidas adoptadas para cada una de ellas.

### 2.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS ALTERNATIVAS

Una vez elegido el trazado de la Alternativa-3 como el idóneo para el nuevo vial se procede a analizar las distintas tipologías estructurales que encajan en la zona donde se ubicará el nuevo viaducto.

La nueva estructura tiene como objetivo salvar una luz de unos 334 metros de los cuáles aproximadamente 212 metros se encuentran sobre la superficie del embalse con el Nivel Máximo Normal, cota de 684 m. El Nivel Medio del embalse es una cota de aproximadamente 671 m lo que implica que la luz sobre la superficie del mismo con esta cota sea de aproximadamente 134 m.

Para salvar estas luces se han propuesto tres alternativas. La primera consiste en un puente hiperestático formado por dos pilas y tres vanos; el vano principal posee una luz de 140 m, mientras que los vanos aladaños son de 97 m.

La segunda alternativa estructural consiste en un puente atirantado. Presenta un vano principal con una luz de 260 m. Los otros dos vanos son de 37 m.

La última alternativa se trata de un puente tipo arco. Se compone de un arco de 183 m de luz sobre el que se encuentran 11 vanos (10x15.2 5+ 30.5 m). El resto del puente se compone por dos vanos de 14.5 m en la zona de los estribos y 4 vanos de 30.5 m, dos a cada lado del arco.





### 2.3 ALTERNATIVA-1

La Alternativa-1 se trata de un puente de hormigón de 334 m dividido en tres vanos que muestra la siguiente distribución: 97 + 140 + 97; de tal forma que presenta una relación entre el vano principal y los aledaños de aproximadamente 1/70, intentando uniformizar la ley de esfuerzos flectores en todos los vanos.

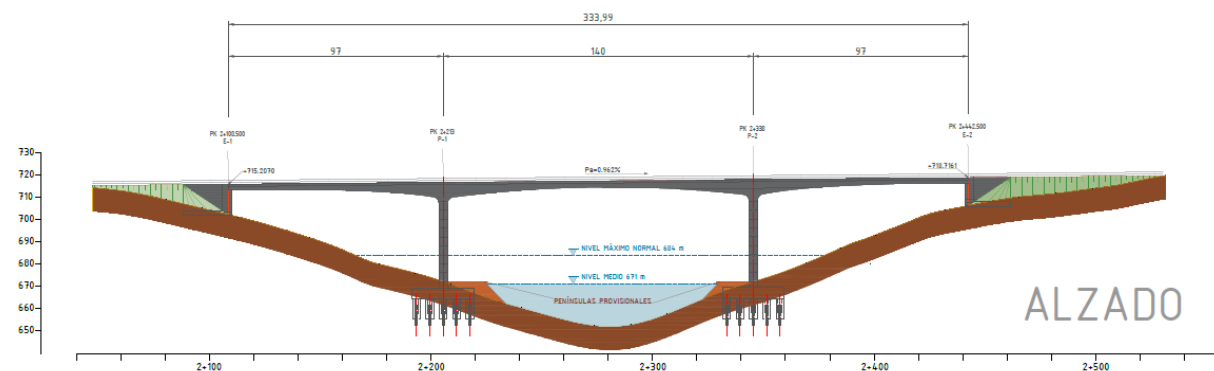
Se propone un tablero continuo empotrado en las pilas del vano principal. El canto del mismo varía parabólicamente, presentando un canto de 6.25 m ( $L/20$ ) en los apoyos con las pilas y un canto de 2.5 m ( $L/50$ ) en los estribos y en el centro del vano principal.

Las pilas son de sección rectangular hueca con un canto de 4 m para momentos longitudinales y uno para momentos transversales de 5.25 m. Se encuentran cimentadas sobre zapatas que portan a su vez pilotes hasta encontrar roca sana al que anclarse.

Los estribos del puente presentan una altura de aproximadamente 14 m en el lado Oeste y de 13.50 m en el lado Este, muy próximos al límite establecido por la Norma.

Las construcciones de las pilas se realizan en el vaso del embalse, de tal forma que se ha propuesto realizar unas penínsulas provisionales que permitan el trabajo de cimentación de las mismas durante un período de tiempo acotado. A través de otros proyectos realizado sobre el mismo embalse, se ha podido comprobar que la cota de la lámina de agua puede descender a una cota de 663 m, tras llegar a un acuerdo con la empresa que explota el embalse. lo que permitiría trabajar en el vaso del embalse aproximadamente 6 o 7 meses en un año hidrológico normal, entre los meses de abril o mayo hasta septiembre u Octubre; no obstante, se ha planteado un escenario algo más conservador, proyectando el puente sobre una cota de la lámina de agua de 671 m, nivel medio del embalse en un año hidrológico normal.

Se propone un tablero de sección cajón de hormigón pretensado que sea construido mediante voladizos sucesivos una vez las pilas estén ejecutadas. En el encuentro con éstas se deberá de disponer de rigidizadores para facilitar la transmisión del esfuerzo cortante.



A continuación, se muestran diferentes puentes de tipología similar:



Puente LAV Madrid-Galicia sobre el Embalse de Ricobayo (368 m). Fuente: Panoramio



Puente Manzanal del Barco sobre el Embalse de Ricobayo (479.25 m). Fuente: FHECOR



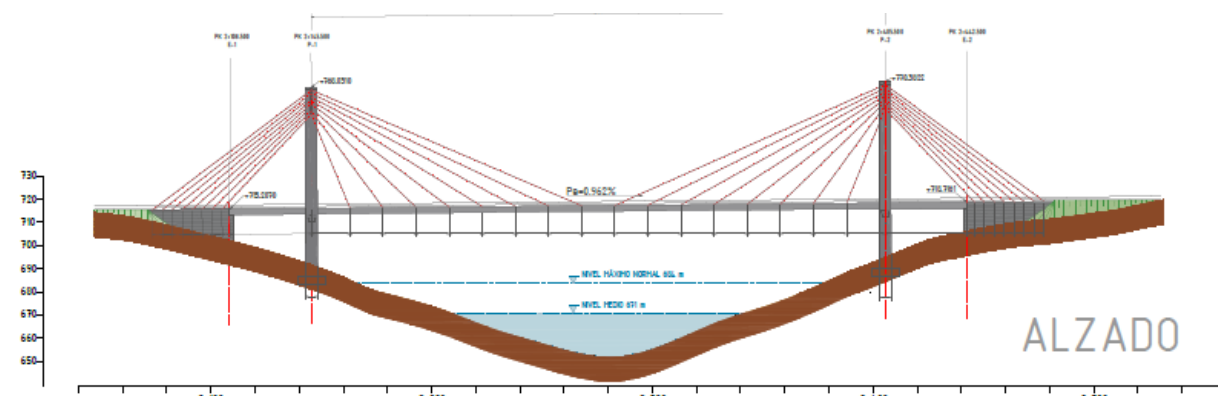
#### 2.4 ALTERNATIVA-2

La Alternativa-2 se trata de un puente atirantado de 334 m dividido en tres vanos que muestra la siguiente distribución: 37 + 260 + 37 m; se ha dispuesto de esta forma para evitar la afección al vaso del embalse, así como intentar que los esfuerzos en el vano principal sean contrarrestados por los vanos aledaños y los estribos.

Se dispondrán de dos torres, de aproximadamente 76 m de altura desde el terreno, a partir de las cuáles se dispondrán los distintos pares de tirantes. La forma de las torres es de diamante, cerrándose bajo el tablero reduciendo así el ancho de la base que bajo el tablero se une en una única pila que se inca en el terreno. Éstas tienen su cimentación fuera de los límites del vaso del embalse, lo que supone una ventaja ya que sus procesos de construcción no estarían sujetas a los distintos niveles del embalse pudiendo trabajar en ellas durante todo el año. Los tirantes se disponen en planos inclinados que van desde la cabeza de cada una de las torres a los laterales del tablero y de los estribos, en una disposición de semiabanico.

El tablero se realiza con un canto continuo de 2.5 m, respetando una relación luz/canto de L/104. Su morfología transversal se compone de dos vigas laterales de sección cajón que se prolongan a lo largo del puente, unidas entre sí por vigas riostras. Sobre ellas se disponen vigas longitudinales sobre las que descansará una losa de hormigón "in situ" donde se apoyará el pavimento de la carretera. Este tablero se sostiene mediante 16 pares de tirantes, disponiendo 8 pares por torre, que se unen a los laterales de éste, por un lado, y al de los estribos por el otro. Al igual que en el puente hiperestático tenemos unos estribos de altura 14 m en el lado oeste y de 13.5 m en el lado Este; la diferencia que se puede observar es que la longitud de éstos es mayor, de alrededor de unos 37 m, para que funcionen como contrapeso.

El proceso de construcción comenzaría con la construcción de las torres, a continuación, se realizaría el hormigonado de los vanos aledaños a los estribos pudiéndose disponer de una cimbra apoyada sobre el terreno. Para el vano principal el proceso se complica de forma sustancial, ya que al no poder apoyar una cimbra sobre el vaso del embalse es necesario realizar el hormigonado de las dovelas por voladizos sucesivos, de manera que, al hormigonar una dovela se disponen de los cables que la sostienen y se tensan.



A continuación, se muestran diferentes puentes de tipología similar:



Puente del V Centenario en Sevilla (265 m vano principal). Fuente: [www.sevillaguia.com](http://www.sevillaguia.com)



Puente Ingeniero Carlos Fernández Casado sobre el Embalse de Barrios de Luna (440 m). Fuente: CFCSL



## 2.5 ALTERNATIVA-3

La Alternativa-3 se trata de un puente de tipología arco de 334 m. El arco que presenta el puente es de 183 m de luz; ésta se encuentra dividida en 10 vanos de 15.25 m y otro central de 30.5 m donde el arco se une con el tablero. La distribución de luces en el puente es la siguiente: 14.5 + 30.5 + 30.5 + 5 x 15.25 + 30.5 + 5 x 15.25 + 30.5 + 30.5 + 14.5 m.

El tablero presenta una sección cajón con 1.7 m de canto, guardando una relación canto/luz de aproximadamente 1/107. Es de canto constante y continuo. Éste se encuentra apoyado tanto en las pilas como en los montantes del arco uniéndose a éste en la clave del mismo.

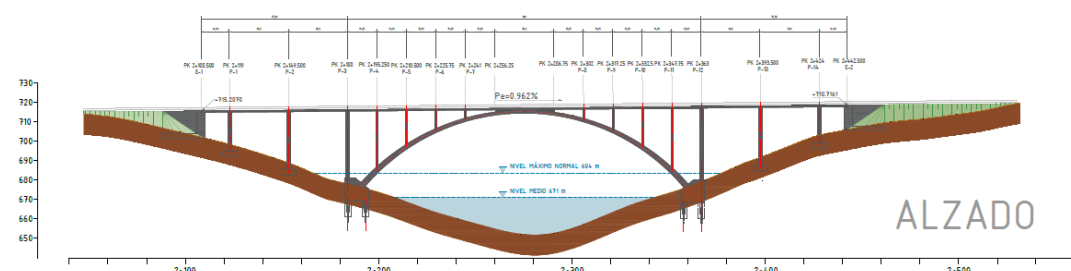
Las pilas son rectangulares de sección hueca, con un canto para momentos longitudinales de 1.80 m y otro de 5 m para momentos transversales. Para los montantes del arco se ha empleado también una sección rectangular hueca de canto para momentos longitudinales de 0.90 m y de 5 m para momentos transversales.

El arco muestra un canto variable para momentos longitudinales, de 3 m en el arranque y de 2 m en la clave del mismo, y un canto constante de 5 m para momentos transversales.

Los estribos del puente tienen una altura similar a la de las dos alternativas anteriores, 14 m en el lado Oeste y de 13.50 m en el lado Este.

El proceso constructivo a seguir comenzará con la cimentación de las pilas que se encuentran fuera del vaso del embalse. Una vez realizadas las pilas se comenzará a la construcción del arco. El arranque del arco se realizará mediante una cimbra apoyada en el terreno, a partir de entonces se montarán unos carros de avance que completarán el arco desde ambas márgenes; a su vez se montarán unas torres para el provisionales del que se dispondrán de una serie de pares de tirantes que sostienen de forma provisional el arco. El tablero se realizará mediante una técnica de empuje desde el estribo Oeste.

Para llevar a cabo las obras en el vaso del embalse será necesario que la cota de la lámina de agua se mantenga por debajo de los 675 m, algo que a priori, se cumplirá en por lo menos la mitad de los meses en un año hidrológico normal.



A continuación, se muestran diferentes puentes de tipología similar:



Puente sobre el río Tajo en el Embalse de Alcántara. Cáceres (324 m luz principal). Fuente: CFCSL



Puente LAV Madrid-Levante sobre el embalse de Contreras (261 m luz principal). Fuente: CFCSL



## 2.6 ALTERNATIVA-4

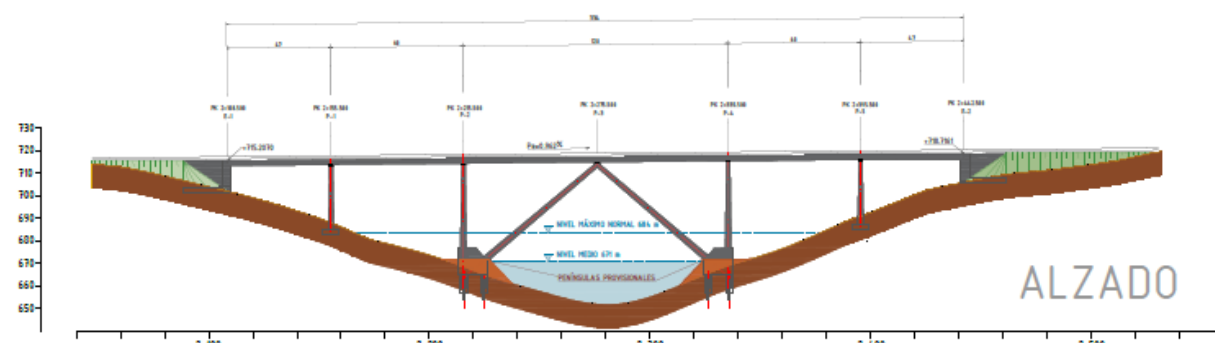
La Alternativa-3 se trata de un puente de 334 m que salva el embalse mediante un arco triangular de 120 m. La distribución de vanos que presenta el puente es la siguiente: 47 + 60 + 120 + 60 + 47 m.

El tablero del puente se trata de una sección cajón. Es de canto constante y continuo de 2.40 m cuya relación canto/luz es de aproximadamente 1/25. Éste se encuentra apoyado en las pilas que se disponen, así como en la clave del arco triangular.

Las pilas dispuestas son de sección rectangular hueca con un canto constante de 5 m para momentos transversales mientras que para los momentos longitudinales muestra un canto variable, que comienza en 2.80 m finalizando en 1.90 m. De las pilas 3 y 4 parte el arco triangular, con una morfología transversal similar a la de las pilas.

Los estribos del puente tienen una altura similar a la de las alternativas anteriores, 14 m en el lado Oeste y de 13.50 m en el lado Este.

El proceso constructivo del puente se realiza en diferentes fases. Se comienza mediante la cimentación de las pilas que se encuentran fuera de los límites del embalse. A continuación, se realiza la construcción auxiliar de unas penínsulas provisionales, las cuáles nos permitirán construir en el vaso del embalse, siempre y cuando la cota del embalse no supere el nivel medio establecido en 671 m. Seguidamente se lleva a cabo el hormigonado de las pilas hasta la cota fijada. Al tener luces entre vanos de 47 m entre los estribos y la primera y la última pila, respectivamente y 60 m entre la pila 2, la clave del arco y la pila 3 se ha decidido la utilización de una cimbra autolanzable que se irá apoyando en las pilas ya construidas hormigonando el tablero.



A continuación, se muestran diferentes puentes de tipología similar:



Viaducto de FFCC de alta velocidad sobre el río TERA. Zamora (150 m sobre embalse). Fuente: CFCSL



Viaducto de O Eixo (CORREDOR NORTE-NOROESTE DE ALTA VELOCIDAD) (88 m luz de arco).  
Fuente: Pondio Ingenieros



### 3. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

En este apartado se definen cuáles serán los criterios empleados para evaluar las diferentes alternativas. Se utilizarán cuatro criterios:

- **Criterio técnico:** valora la dificultad a la hora de realizar las diferentes tareas a llevar a cabo en las campañas de construcción del puente, recibiendo una puntuación mejor aquella alternativa que presente menos inconvenientes.
- **Criterio estético:** pondera el impacto visual de la nueva construcción en la zona, valorando positivamente aquellos diseños que presentan una estética más atractiva o adecuada.
- **Criterio ambiental:** en él se valora como el proceso constructivo afecta a la cuenca del embalse, así como las medidas auxiliares que se deban tomar a lo largo del mismo.
- **Criterio económico:** valora en términos económicos los distintos diseños.

#### 3.1 CRITERIO TÉCNICO

La alternativa que obtendrá mejores puntuaciones será aquella que cumpla los siguientes objetivos:

- 1) No necesite de construcciones auxiliares en el vaso del embalse, de tal forma, que no condicione la operatividad de éste.
- 2) El transporte de los materiales necesarios se pueda realizar de la forma más sencilla y segura posible.
- 3) Una duración de las obras lo más breves posibles, sin que esté sujeta a agentes externos.
- 4) Una probabilidad de riesgo de problemas durante el transcurso de las obras lo menor posible.

A continuación, se expone una tabla con las mediciones relativas a este criterio de los distintos diseños:

	ALTERNATIVA -1	ALTERNATIVA -2	ALTERNATIVA -3	ALTERNATIVA -4
FACILIDAD PARA EL TRANSPORTE DE MATERIALES NECESARIOS	Media	Alta	Media	Alta
RIESGO DE PROBLEMAS	Medio	Alto	Alto	Medio
DURACIÓN DE LAS OBRAS	Medio	Muy Alta	Muy Alta	Medio
COMPLEJIDAD CONSTRUCTIVA	Media	Muy Alta	Alta	Media-Alta

#### 3.2 CRITERIO ESTÉTICO

La alternativa que obtendrá mejores puntuaciones será aquella que cumpla los siguientes objetivos:

- 1) El diseño que presente un canto de tablero más reducido, de tal forma que cuanto más esbelto mejor puntuación.
- 2) Aquel diseño que presente una longitud del vano principal mayor, obtendrá una mejor puntuación debido a que el número de pilas se reduce dando un mejor aspecto.
- 3) Una relación canto/luz lo más pequeña posible, dentro de unos límites, de tal forma que la estructura sea esbelta.
- 4) Una relación altura/luz lo más proporcional posible, dando lugar a una estructura que está compensada en la altura de las pilas con la luz existente entre ellas.
- 5) Un diseño que estéticamente sea acorde con el entorno y pueda despertar el interés público por visitarlo.

A continuación, se expone una tabla con las mediciones relativas a este criterio de los distintos diseños:

	ALTERNATIVA -1	ALTERNATIVA -2	ALTERNATIVA -3	ALTERNATIVA -4
CANTO MEDIO (m)	4,75	2,50	1,70	2,20
LUZ VANO PRINCIPAL (m)	140,00	260,00	30,50	120,00
RELACIÓN CANTO/LUZ	0,0339	0,0096	0,0557	0,0183
ALTURA MEDIA TABLERO	35,75	35,75	35,75	35,75
RELACIÓN ALTURA/LUZ	0,26	0,14	1,17	0,30
ESTÉTICA	Media	Muy Alta	Alta	Alta



### 3.3 CRITERIO AMBIENTAL

La alternativa que obtendrá mejores puntuaciones será aquella que cumpla los siguientes objetivos:

- 1) La menor afección posible al vaso del embalse, intentando evitar las construcciones auxiliares sobre éste.
- 2) El menor número posible de construcciones auxiliares.

A continuación, se expone una tabla con las mediciones relativas a este criterio de los distintos diseños:

	ALTERNATIVA -1	ALTERNATIVA -2	ALTERNATIVA -3	ALTERNATIVA -4
<b>AFECCIÓN AL EMBALSE</b>	Alta	Nula	Nula	Alta
<b>NECESIDAD DE CONSTRUCCIONES AUXILIARES</b>	Alta	Nula	Media	Media-Alta

### 3.4 CRITERIO ECONÓMICO

En este criterio lo que se ha realizado es un análisis económico-financiero de cada alternativa utilizando precios unitarios obtenidos de proyectos reales similares actualizándolos al presente año teniendo en cuenta un factor de ajuste por inflación y tipología.

A continuación, se presenta la tabla donde se recogen las mediciones relativas a este criterio en cada una de las alternativas:

	ALTERNATIVA -1	ALTERNATIVA -2	ALTERNATIVA -3	ALTERNATIVA -4
<b>LONGITUD</b>	334	334	334	334
<b>ANCHO (m)</b>	14	14	14	14
<b>ÁREA (m<sup>2</sup>)</b>	4.676	4.676	4.676	4.676
<b>AÑO DE REFERENCIA</b>	2005	1992	2010	2004
<b>PRECIO UNITARIO DE REFERENCIA (€/m<sup>2</sup>)</b>	2.902,00 €	3.127,00 €	4.000,00 €	3.200,00 €
<b>AJUSTE POR INFLACIÓN Y TIPOLOGÍA (%)</b>	17,50%	60,00%	0,70%	5,00%
<b>PRECIO UNITARIO (€/m<sup>2</sup>)</b>	3.409,85 €	5.003,20 €	4.028,00 €	3.360,00 €
<b>PRECIO (€)</b>	15.944.458,60 €	23.394.963,20 €	18.834.928,00 €	15.711.360,00 €



#### 4. EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

##### 4.1 INTRODUCCIÓN

En este apartado se explicarán las puntuaciones que se han asignado a cada alternativa, así como el proceso seguido para obtener la alternativa óptima según los diversos criterios de evaluación explicados en el apartado anterior. La alternativa óptima será aquella que de manera objetiva de respuesta a las necesidades que dan origen a este proyecto.

##### 4.2 PUNTUACIONES

Para asignar puntuaciones de la forma más objetiva y metódica posible a cada alternativa se llevará a cabo un proceso de homogeneización a partir de las mediciones del apartado 3.

A la alternativa que presente la medición pésima según uno de los subcriterios se le asignará un 0 y a la que presente la mejor, un 1. Mediante interpolación lineal se obtiene el valor correspondiente para la alternativa que no es ni la mejor ni la peor según dicho subcriterio.

Un ejemplo es, dentro del criterio ESTÉTICO, existe el subcriterio CANTO MEDIO. En él, llevará la puntuación de 1 aquel que tenga un canto menor (ALTERNATIVA -3) y un 0 el que tenga una longitud mayor (ALTERNATIVA -1). Para las alternativas que todavía no tiene puntuación se utiliza una interpolación lineal reflejada en esta fórmula:

$$h_i = \frac{v_i - \min(v_1, v_2, v_3)}{\max(v_1, v_2, v_3) - \min(v_1, v_2, v_3)}$$

De tal forma que las alternativas que no tienen el canto mayor ni menor (ALTERNATIVA-2 y ALTERNATIVA -4) se lleven las puntuaciones de 0.74 y 0.84, respectivamente.

En algunos criterios no se han dado puntuaciones numéricas, sino valoraciones como Alto, Medio-Alto, Medio, Medio-Bajo o Bajo. En estos casos lo que se ha utilizado ha sido puntuar con un 1 a la opción óptima, con un 0 a la más desfavorable y con valores como 0.125, 0.25, 0.5 o 0.75 a las opciones que no son la mejor ni la peor.

##### 4.2.1 PUNTUACIONES SEGÚN CRITERIO TÉCNICO

	ALTERNATIVA -1	ALTERNATIVA -2	ALTERNATIVA -3	ALTERNATIVA -4
FACILIDAD PARA EL TRANSPORTE DE MATERIALES NECESARIOS	0,50	1,00	0,50	1,00
RIESGO DE PROBLEMAS	1,00	0,00	0,00	0,50
DURACIÓN DE LAS OBRAS	1,00	0,00	0,00	1,00
COMPLEJIDAD CONSTRUCTIVA	1,00	0,00	0,13	0,25
<b>MEDIA</b>	<b>0,88</b>	<b>0,25</b>	<b>0,16</b>	<b>0,69</b>

##### 4.2.2 PUNTUACIONES SEGÚN CRITERIO ESTÉTICO

	ALTERNATIVA -1	ALTERNATIVA -2	ALTERNATIVA -3	ALTERNATIVA -4
CANTO MEDIO (m)	0,00	0,74	1,00	0,84
LUZ VANO PRINCIPAL (m)	0,48	1,00	0,00	0,39
RELACIÓN CANTO/LUZ	0,53	1,00	0,00	0,81
RELACIÓN ALTURA/LUZ	0,89	0,00	0,00	1,00
ESTÉTICA	0,00	1,00	0,50	0,50
<b>MEDIA</b>	<b>0,38</b>	<b>0,75</b>	<b>0,30</b>	<b>0,71</b>



#### 4.2.3 PUNTUACIONES SEGÚN CRITERIO AMBIENTAL

	ALTERNATIVA -1	ALTERNATIVA -2	ALTERNATIVA -3	ALTERNATIVA -4
AFECCIÓN AL EMBALSE	0,00	1,00	1,00	0,00
NECESIDAD DE CONSTRUCCIONES AUXILIARES	0,00	1,00	0,50	0,25
<b>MEDIA</b>	<b>0,00</b>	<b>1,00</b>	<b>0,75</b>	<b>0,13</b>

#### 4.2.4 PUNTUACIONES SEGÚN CRITERIO ECONÓMICO

	ALTERNATIVA -1	ALTERNATIVA -2	ALTERNATIVA -3	ALTERNATIVA -4
PRECIO (€)	0,97	0,00	0,59	1,00

### 4.3 MÉTODOS DE EVALUACIÓN

Para evaluar las alternativas a partir de las puntuaciones expuestas en el apartado anterior utilizaremos dos métodos: MEDIAS PONDERADAS y MÉTODO PRESS.

#### 4.3.1 MÉTODO DE LAS MEDIAS PONDERADAS

Es el método más sencillo de los dos que consiste en hacer una media ponderada a partir de las puntuaciones anteriores.

##### 4.1.1.1 MATRIZ DECISIONAL

CRITERIO	TÉCNICA	ESTÉTICA	AMBIENTAL	ECONÓMICA
<b>PESO</b>	<b>0,25</b>	<b>0,25</b>	<b>0,20</b>	<b>0,30</b>
ALTERNATIVA -1	0,875	0,378	0,000	0,970
ALTERNATIVA -2	0,250	0,748	1,000	0,000
ALTERNATIVA -3	0,156	0,300	0,750	0,593
ALTERNATIVA -4	0,688	0,707	0,125	1,000

##### 4.1.1.2 MATRIZ HOMOGENEIZADA

CRITERIO	TÉCNICA	ESTÉTICA	AMBIENTAL	ECONÓMICA
ALTERNATIVA -1	1,000	0,174	0,000	1,000
ALTERNATIVA -2	0,130	1,000	1,000	0,000
ALTERNATIVA -3	0,000	0,000	0,750	0,593
ALTERNATIVA -4	0,739	0,910	0,125	1,000

##### 4.1.1.3 MATRIZ DE VALORES PONDERADOS

CRITERIO	TÉCNICA	ESTÉTICA	AMBIENTAL	ECONÓMICA
ALTERNATIVA -1	0,250	0,044	0,000	0,300
ALTERNATIVA -2	0,033	0,250	0,200	0,000
ALTERNATIVA -3	0,000	0,000	0,150	0,178
ALTERNATIVA -4	0,185	0,228	0,025	0,300

##### 4.1.1.4 RESULTADOS

	SUMA
ALTERNATIVA-1	0,594
ALTERNATIVA-2	0,483
ALTERNATIVA-3	0,328
ALTERNATIVA-4	0,737





#### 4.3.2 MÉTODO PRESS

##### 4.3.2.1 MATRIZ DE DOMINACIÓN

	ALTERNATIVA -1	ALTERNATIVA -2	ALTERNATIVA -3	ALTERNATIVA -4	Di
ALTERNATIVA -1		0,517	0,416	0,065	<b>0,998</b>
ALTERNATIVA -2	0,406		0,333	0,197	<b>0,936</b>
ALTERNATIVA -3	0,150	0,178		0,003	<b>0,331</b>
ALTERNATIVA -4	0,209	0,452	0,412		<b>1,074</b>
di	<b>0,765</b>	<b>1,148</b>	<b>1,161</b>	<b>0,266</b>	

##### 4.3.2.2 RESULTADOS

A partir de esta matriz se obtienen los valores Di (determina la prelación de la alternativa i respecto del resto) como suma de las filas y di (determina las ventajas del resto de alternativas respecto a la alternativa estudiada) como suma de las columnas. El método concluye que la solución óptima será la que maximice el cociente: Di/di.

	Di/di
ALTERNATIVA -1	1,304
ALTERNATIVA -2	0,816
ALTERNATIVA -3	0,285
ALTERNATIVA -4	4,041

#### 4.4 SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA A PROYECTAR

Una vez obtenidos los resultados por ambos métodos podemos decidir que diseño estructural se debe proyectar. Los pesos propuestos para los distintos criterios fueron los siguientes:

CRITERIO	TÉCNICA	ESTÉTICA	AMBIENTAL	ECONÓMICA
PESO	0,25	0,25	0,20	0,30

Siguiendo esta distribución en ambos métodos, la propuesta que obtuvo una mejor calificación fue la **ALTERNATIVA -4**. Según el método de las medias ponderadas esta propuesta es la mejor puntuada, pero no obtiene una diferencia demasiado grande con respecto a la **ALTERNATIVA -1** (en

torno a un 20%). Sin embargo, según el método Press la diferencia entre ellas es mucho mayor (en torno a un 67 %), por ello se decide que sea la alternativa a llevar a cabo.

En el caso de que todos los criterios recibiesen una ponderación similar, es decir, 0,25, en ambos criterios seguiría ganando la **ALTERNATIVA -4** pero reduciendo sus diferencias con respecto a la **ALTERNATIVA -1** y la **ALTERNATIVA -2**, pero manteniendo un margen considerable.

##### MEDIAS PONDERADAS

	SUMA
ALTERNATIVA -1	0,544
ALTERNATIVA -2	0,533
ALTERNATIVA -3	0,336
ALTERNATIVA -4	0,694

##### MÉTODO PRESS

	Di/di
ALTERNATIVA -1	1,080
ALTERNATIVA -2	1,024
ALTERNATIVA -3	0,339
ALTERNATIVA -4	2,852



*Nuevo puente en la N-631  
sobre el Embalse de  
Ricobayo*

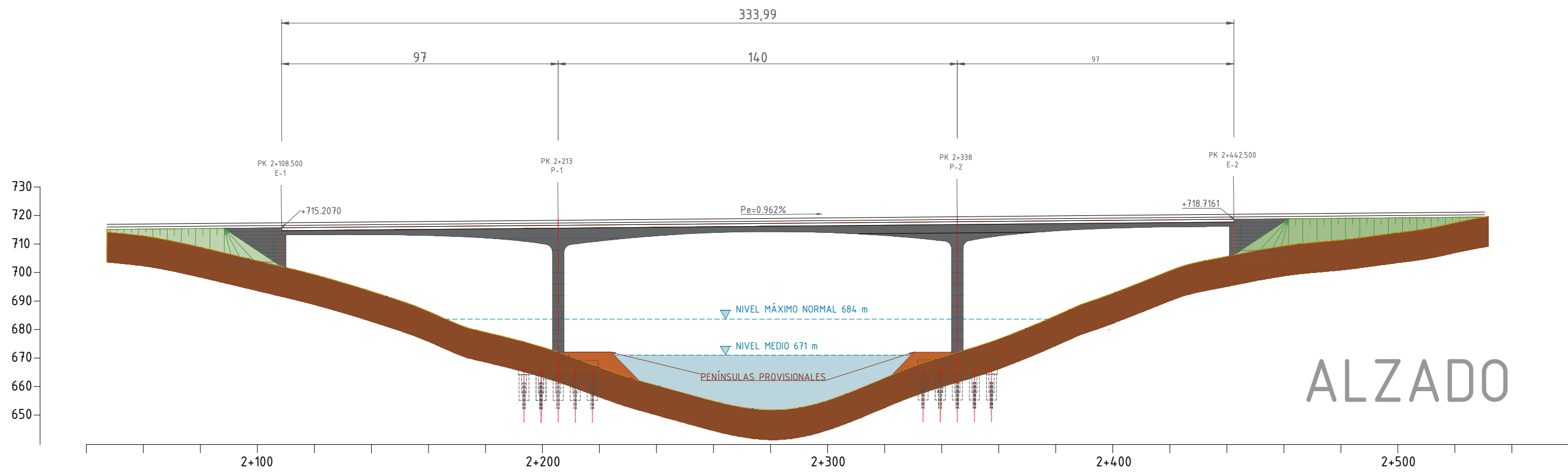
ANEJO 7 :

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS  
ESTRUCTURALES

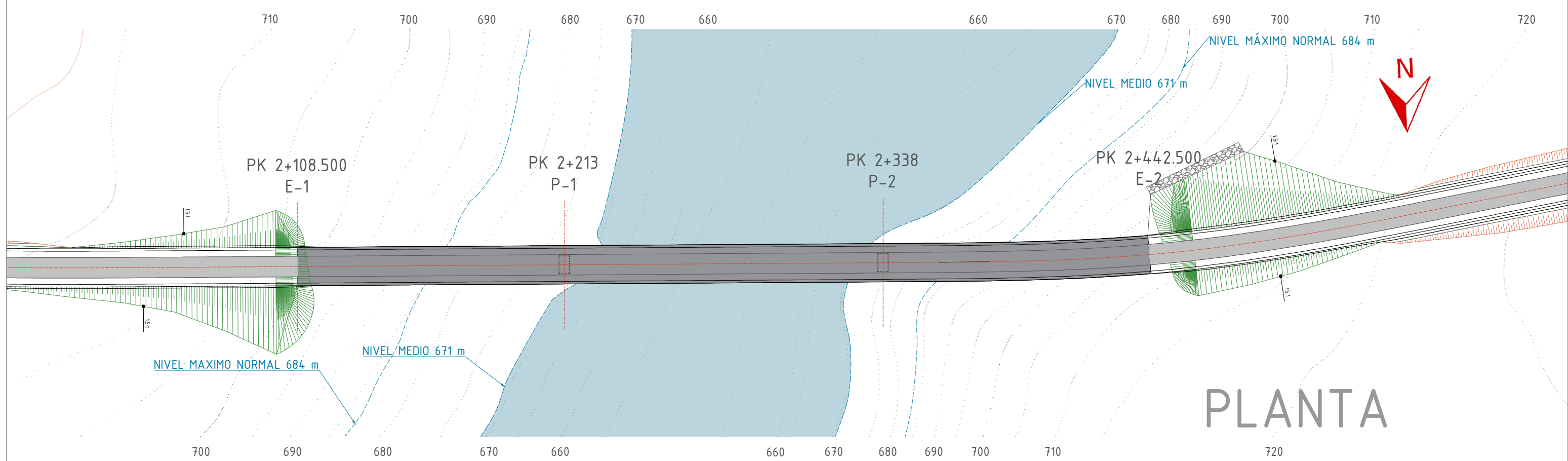
*Ángel Mateos Alonso  
15/16*

APÉNDICE

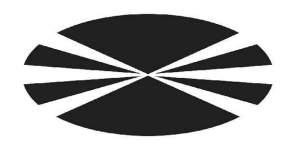
P PLANOS



ALZADO



PLANTA



AUTOR DEL PROYECTO  
  
 ÁNGEL MATEOS ALONSO

INGENIERO DE CAMINOS  
 TUTOR DEL PROYECTO  
 ARTURO ANTÓN CASADO

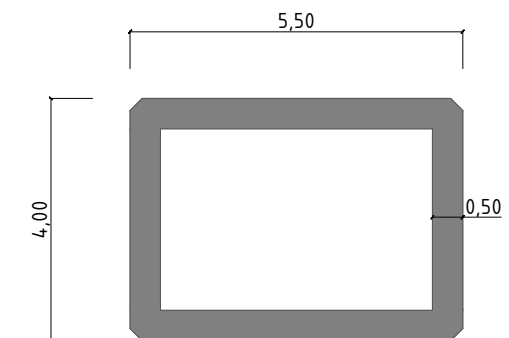
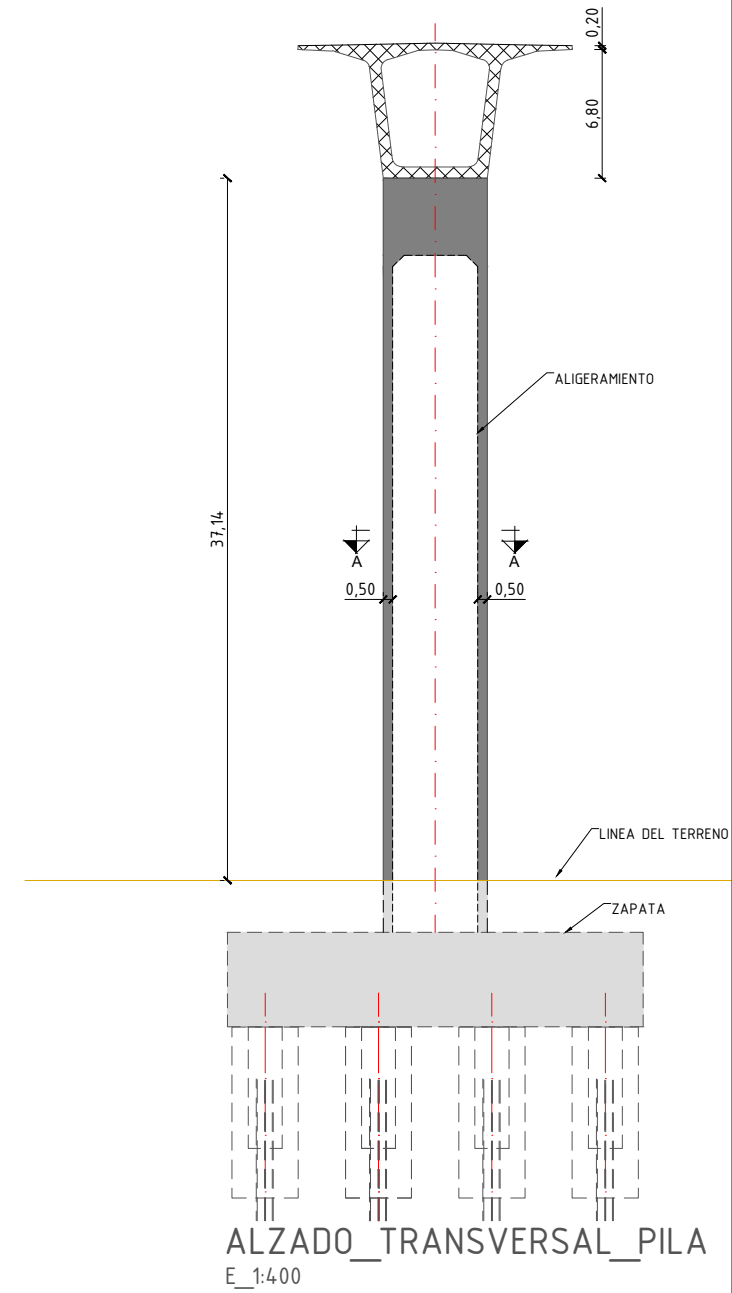
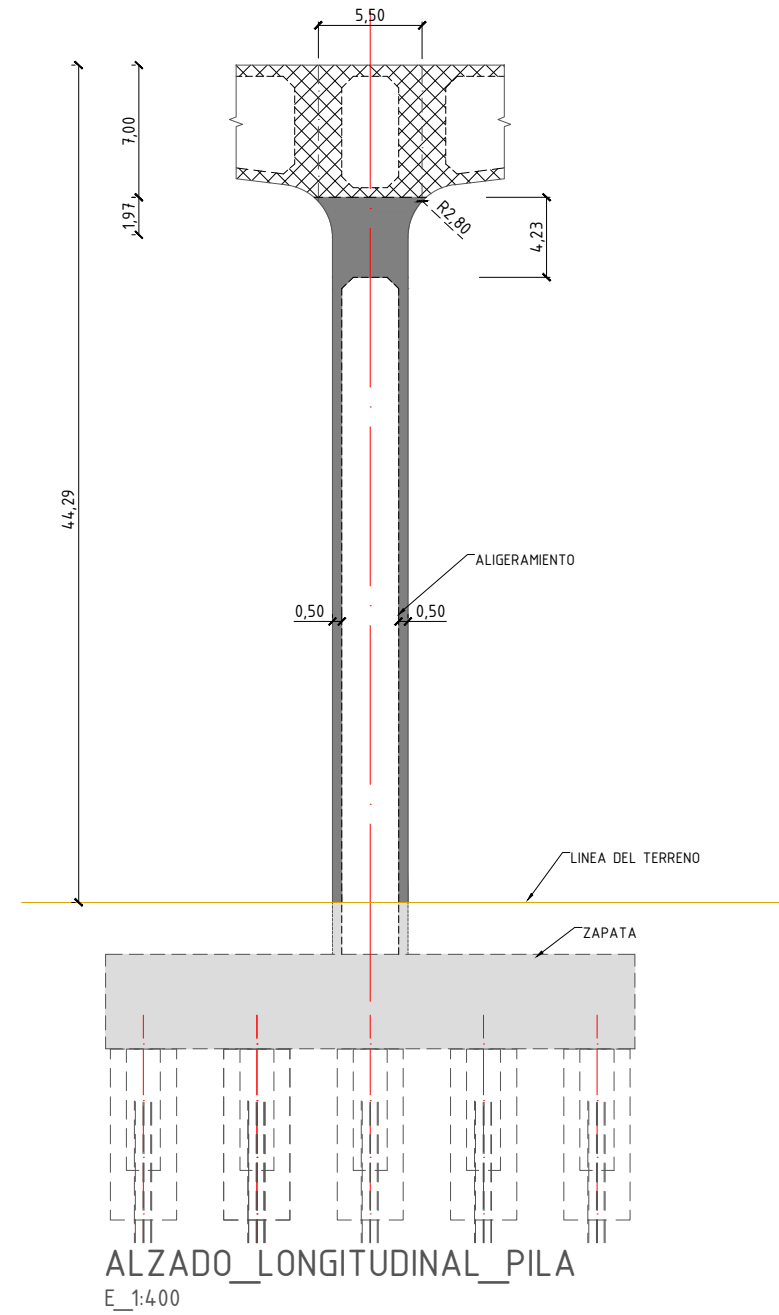
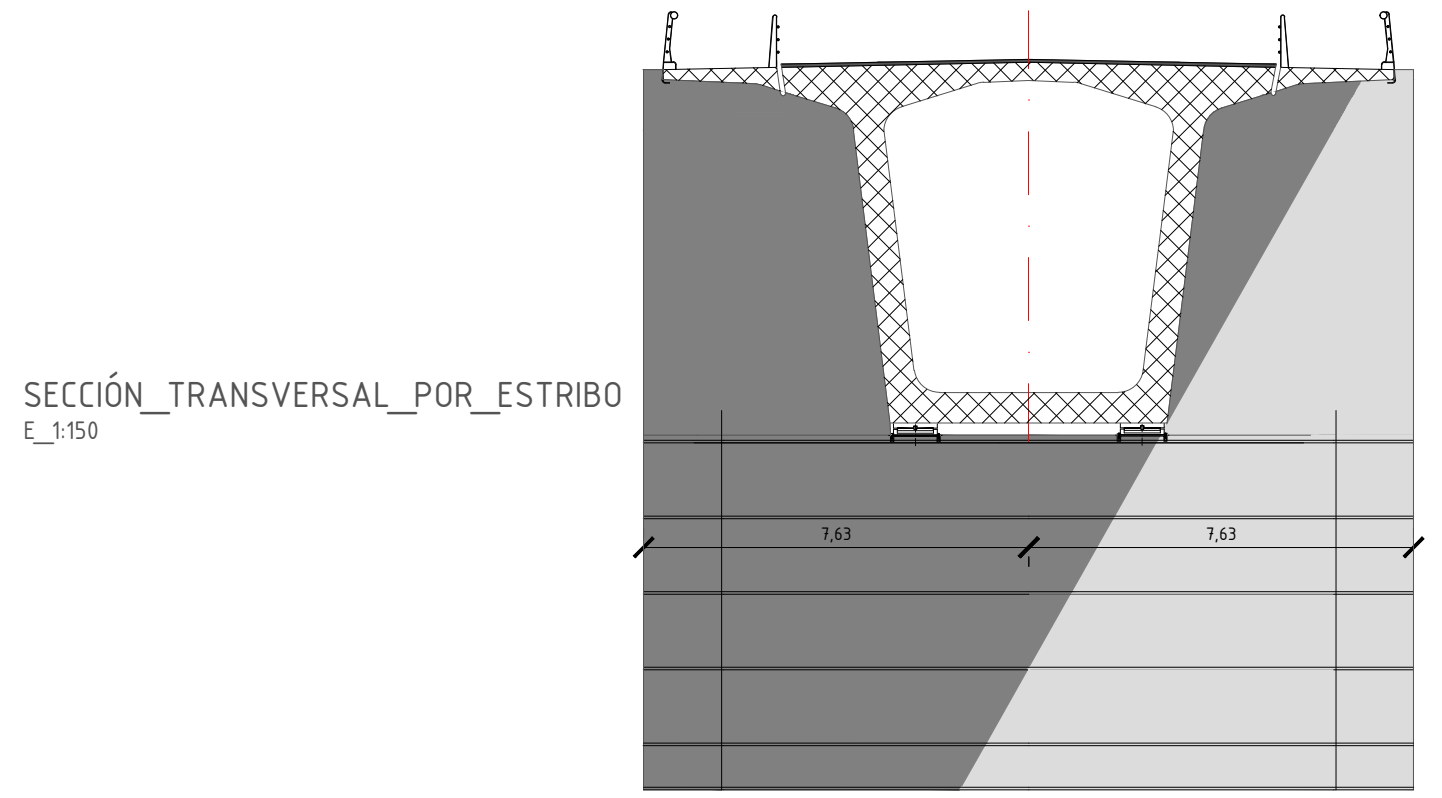
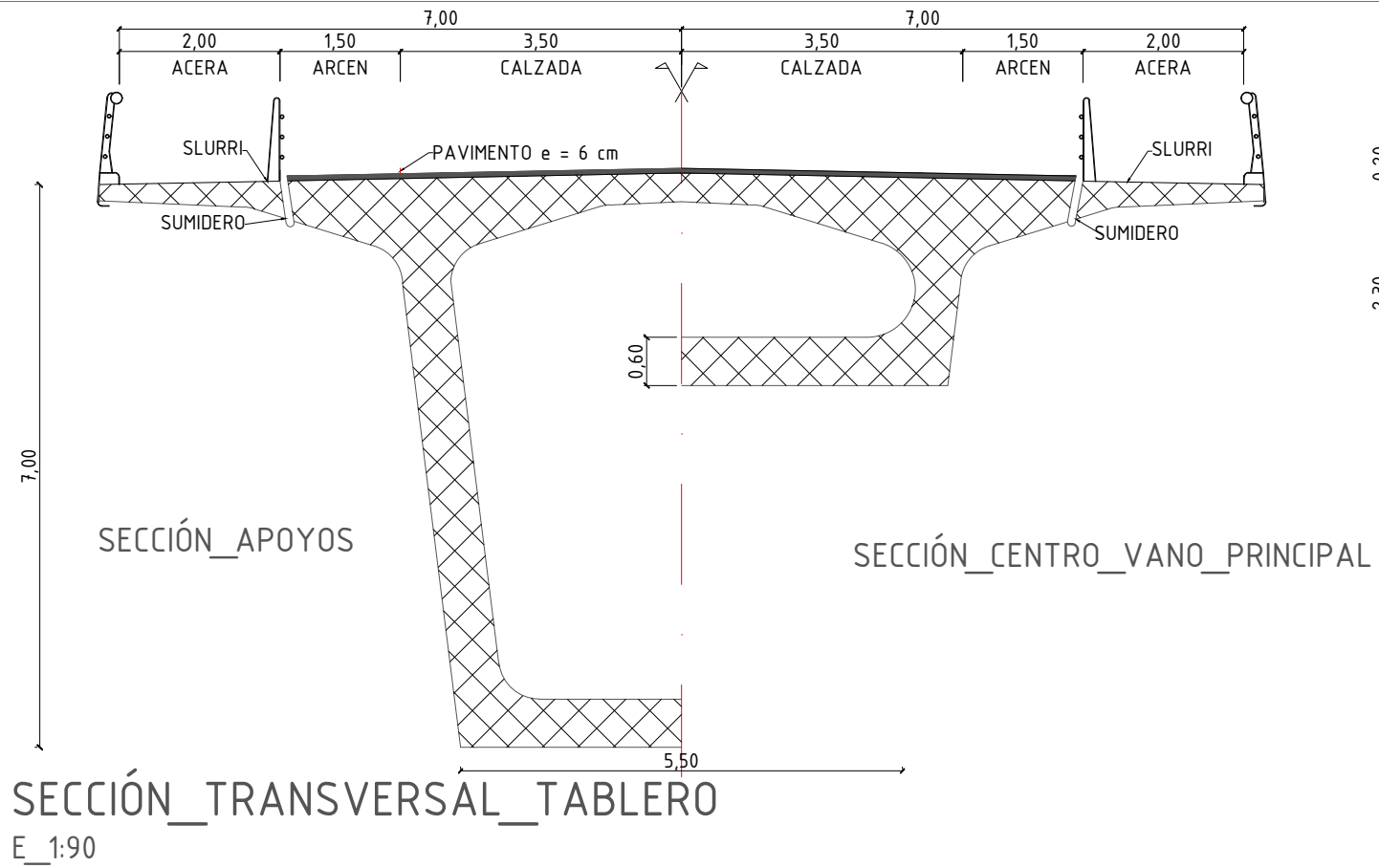
TÍTULO DEL PROYECTO  
 ANTEPROYECTO DE NUEVO  
 PUENTE EN LA  
 N-631 SOBRE EL  
 EMBALSE DE RICOBAYO

FECHA  
 SEPTIEMBRE  
 2016

ESCALA  
 1 : 1.500  


DESIGNACIÓN DEL PLANO  
 PLANTA Y ALZADO  
 DE LA ALTERNATIVA-1

Nº PLANO  
 -  
 HOJA 1 DE 1



AUTOR DEL PROYECTO  
*Ángel Mateos Alonso*  
ÁNGEL MATEOS ALONSO

INGENIERO DE CAMINOS  
TUTOR DEL PROYECTO  
ARTURO ANTÓN CASADO

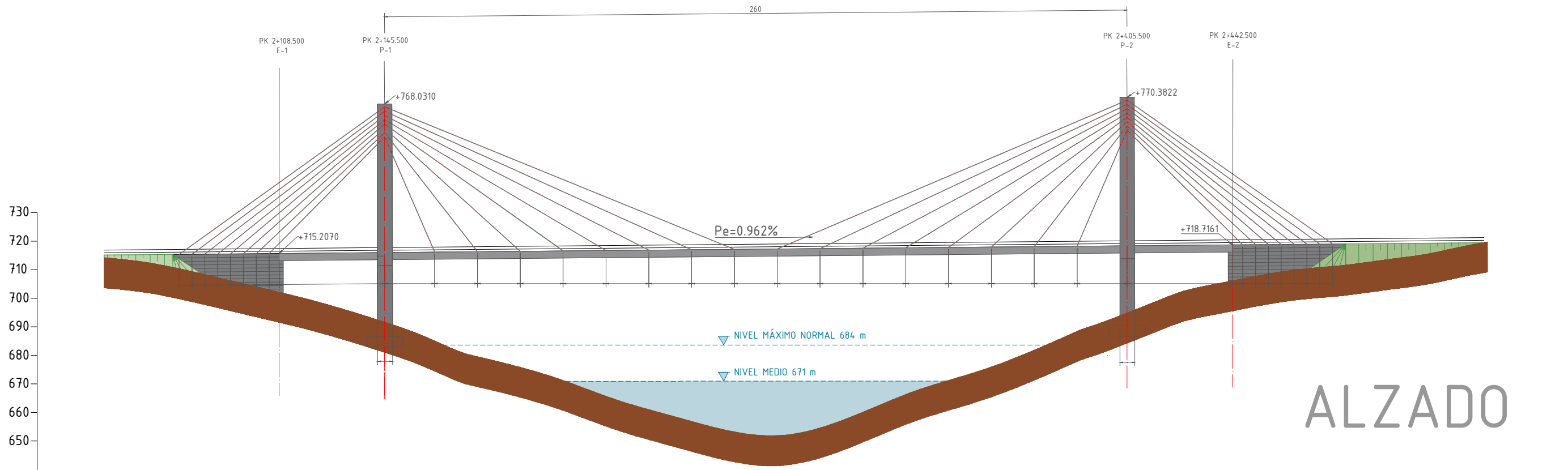
TÍTULO DEL PROYECTO  
ANTEPROYECTO DE NUEVO  
PUENTE EN LA  
N-631 SOBRE EL  
EMBALSE DE RICOBAYO

FECHA  
SEPTIEMBRE  
2016

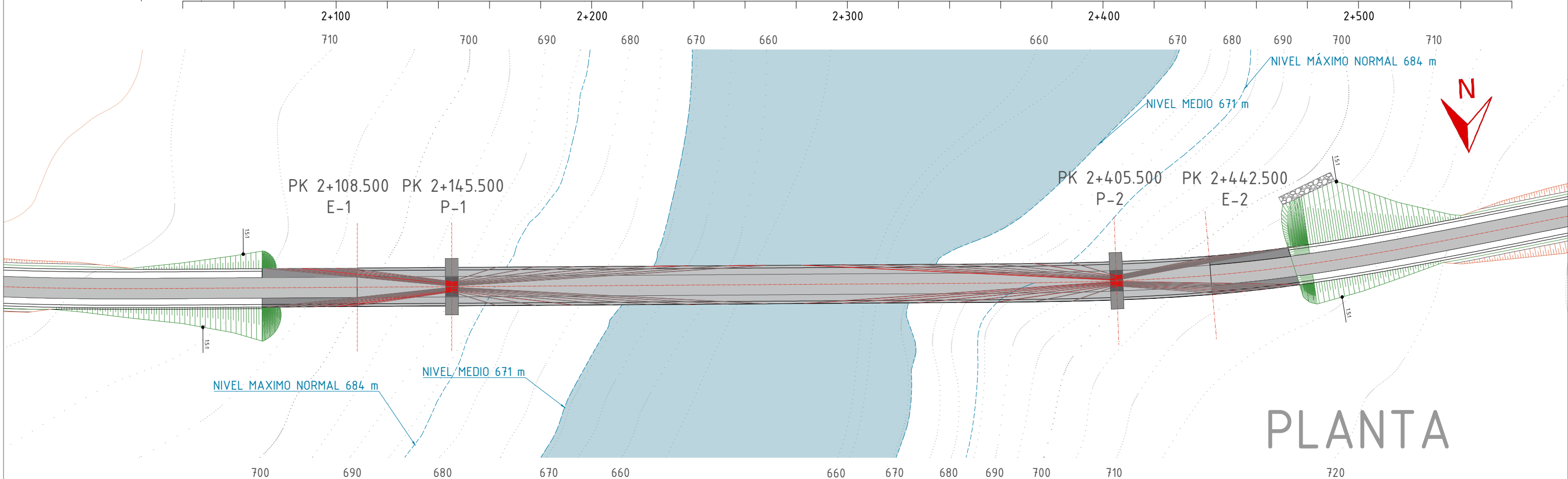
ESCALA  
VARIAS

DESIGNACIÓN DEL PLANO  
SECCIONES TIPO  
ALTERNATIVA - 1

Nº PLANO  
-  
HOJA 1 DE 1



# ALZADO



# PLANTA




AUTOR DEL PROYECTO  
  
 ÁNGEL MATEOS ALONSO

INGENIERO DE CAMINOS  
 TUTOR DEL PROYECTO  
 ARTURO ANTÓN CASADO

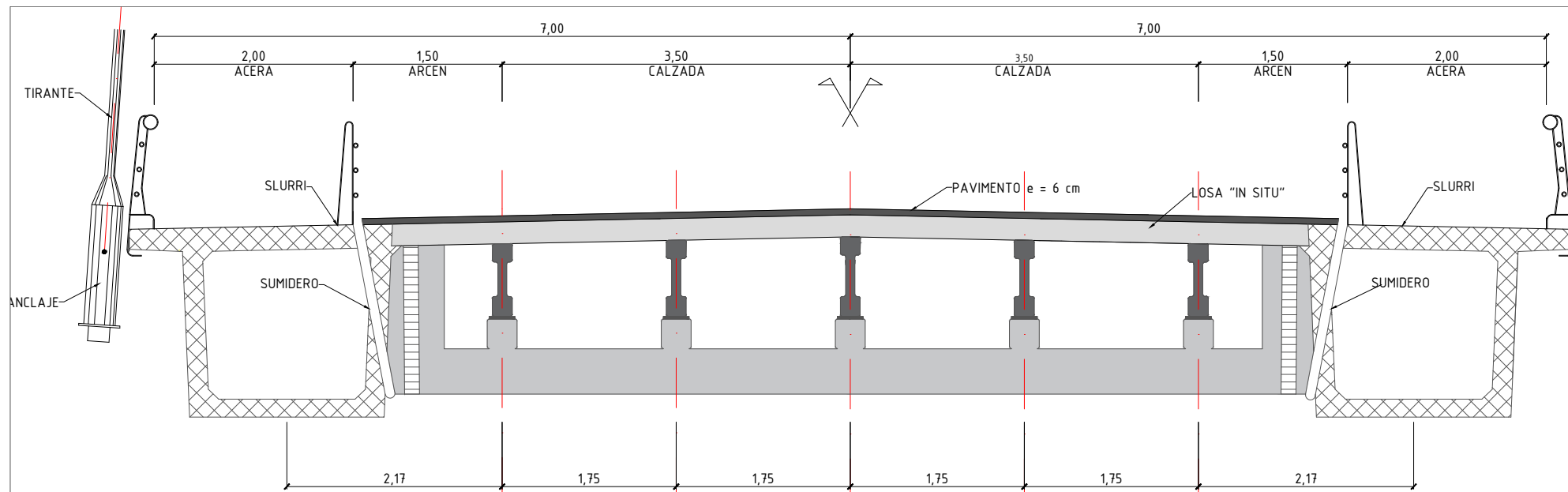
TÍTULO DEL PROYECTO  
 ANTEPROYECTO DE NUEVO  
 PUENTE EN LA  
 N-631 SOBRE EL  
 EMBALSE DE RICOBAYO

FECHA  
 SEPTIEMBRE  
 2016

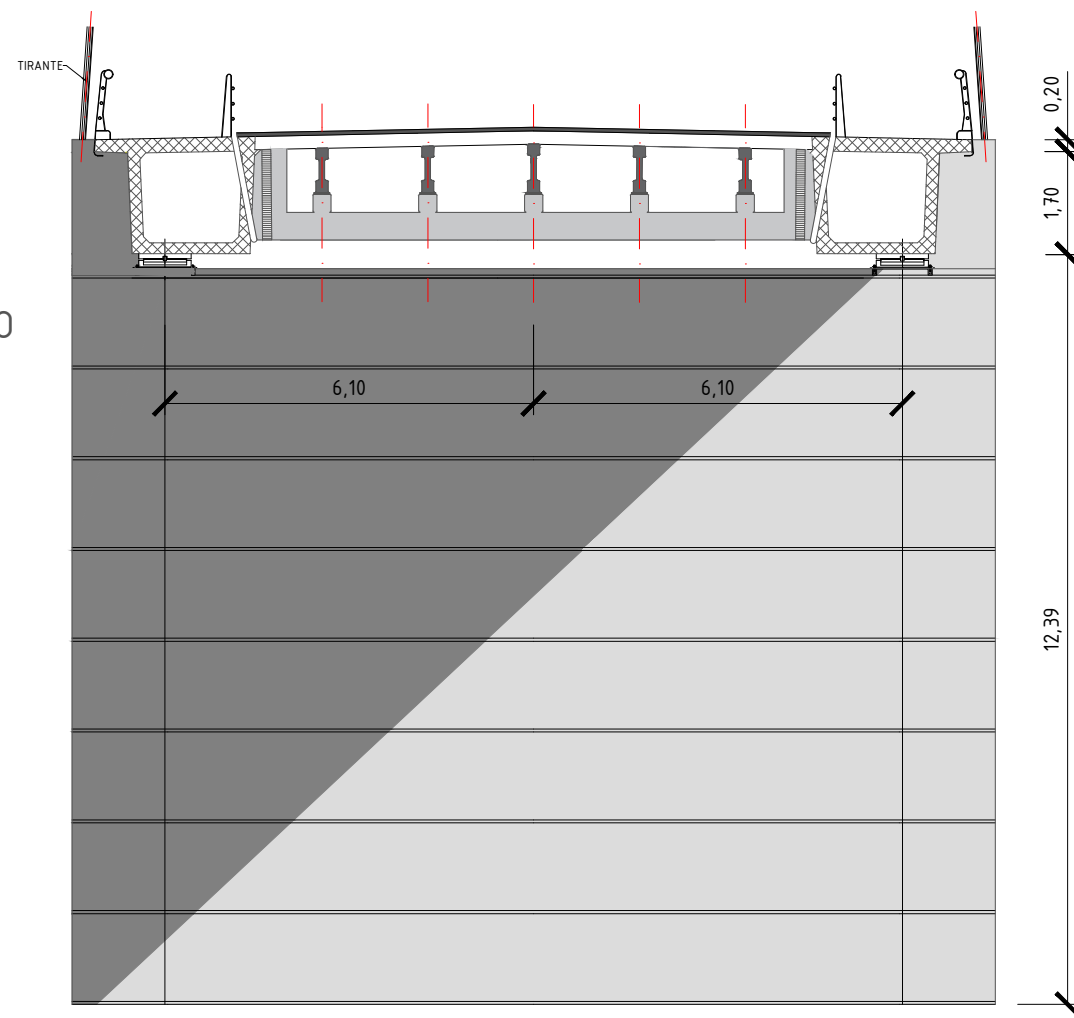
ESCALA  
 1 : 1.500  


DESIGNACIÓN DEL PLANO  
 PLANTA Y ALZADO  
 DE LA ALTERNATIVA-2

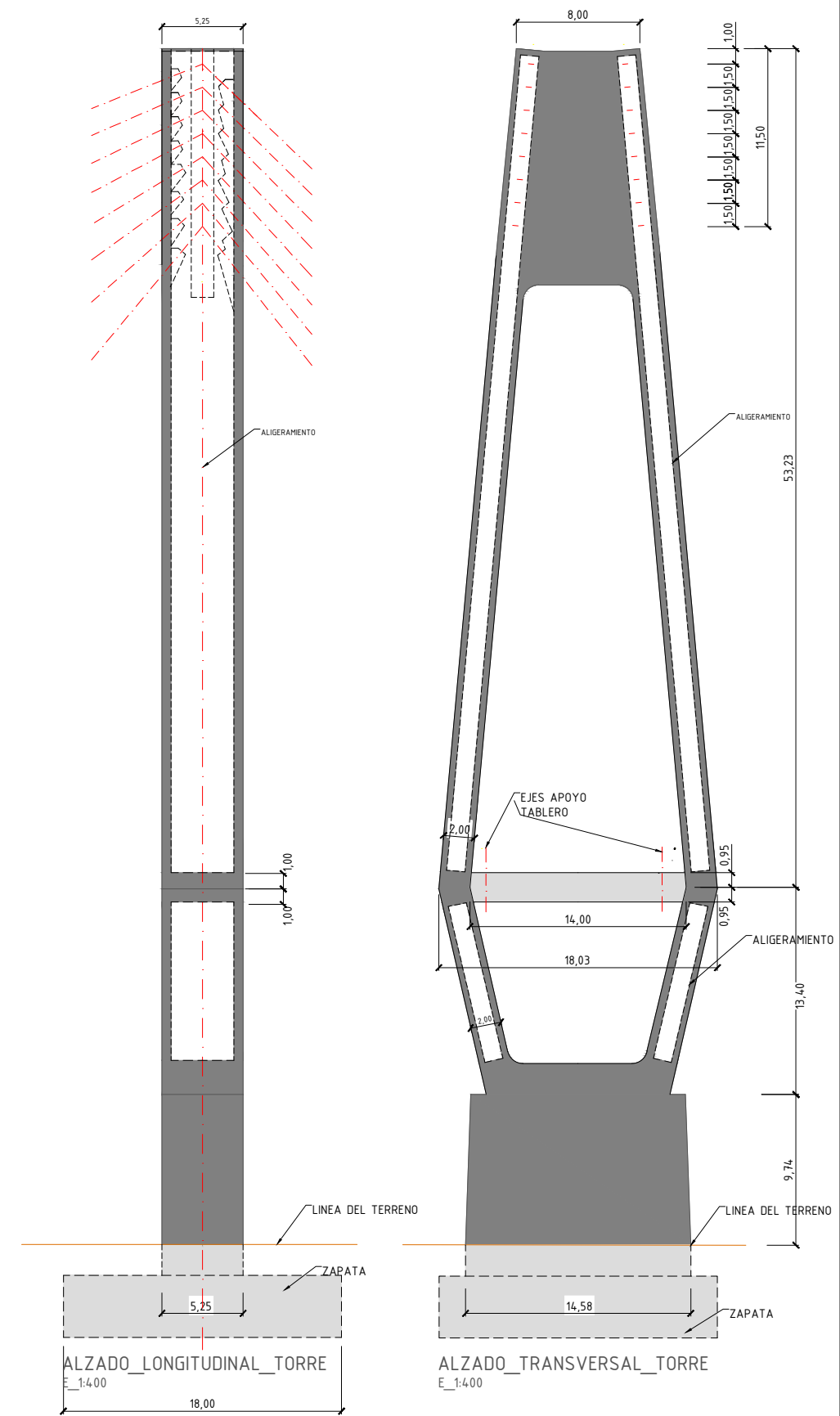
Nº PLANO  
 -  
 HOJA 1 DE 1



SECCIÓN TRANSVERSAL TABLERO  
E\_1:60



SECCIÓN TRANSVERSAL POR ESTRIBO  
E\_1:125



ALZADO LONGITUDINAL TORRE  
E\_1:400

ALZADO TRANSVERSAL TORRE  
E\_1:400



AUTOR DEL PROYECTO  
*Ángel Mateos Alonso*  
ÁNGEL MATEOS ALONSO

INGENIERO DE CAMINOS  
TUTOR DEL PROYECTO  
ARTURO ANTÓN CASADO

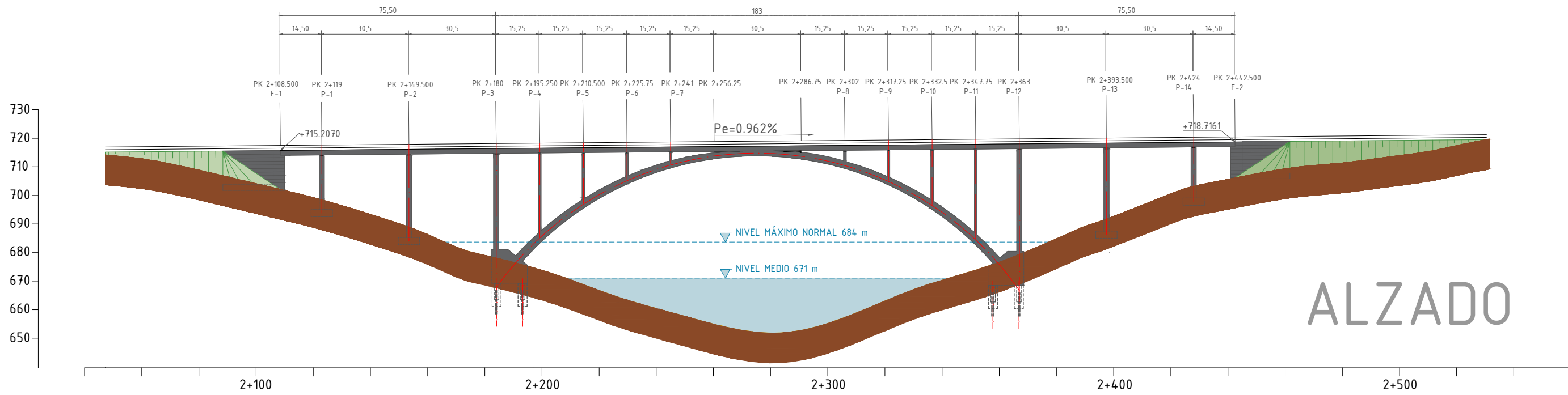
TÍTULO DEL PROYECTO  
ANTEPROYECTO DE NUEVO  
PUENTE EN LA  
N-631 SOBRE EL  
EMBALSE DE RICOBAYO

FECHA  
SEPTIEMBRE  
2016

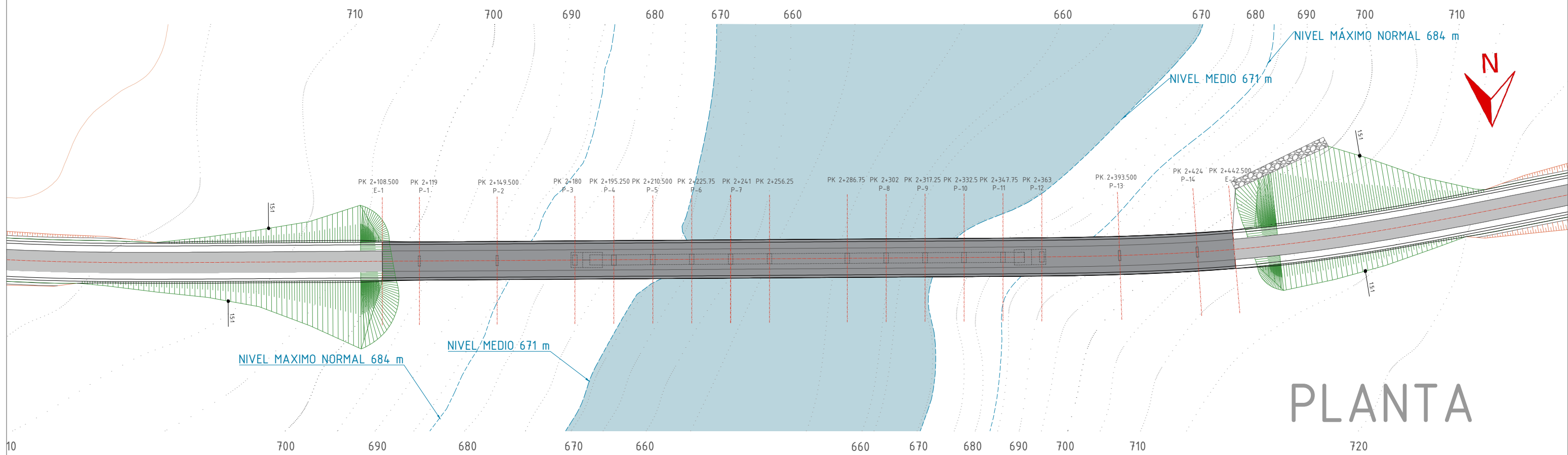
ESCALA  
VARIAS

DESIGNACIÓN DEL PLANO  
SECCIONES TIPO  
ALTERNATIVA - 2

Nº PLANO  
-  
HOJA 1 DE 1



# ALZADO



# PLANTA




AUTOR DEL PROYECTO  
  
 ÁNGEL MATEOS ALONSO

INGENIERO DE CAMINOS  
 TUTOR DEL PROYECTO  
 ARTURO ANTÓN CASADO

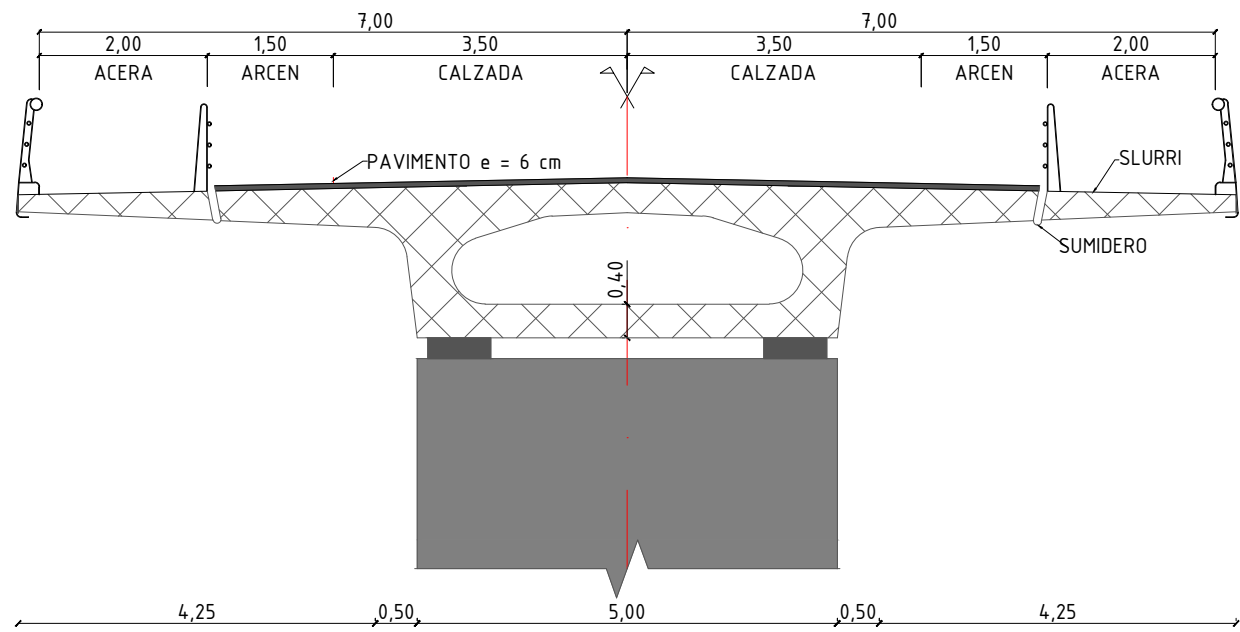
TÍTULO DEL PROYECTO  
 ANTEPROYECTO DE NUEVO  
 PUENTE EN LA  
 N-631 SOBRE EL  
 EMBALSE DE RICOBAYO

FECHA  
 SEPTIEMBRE  
 2016

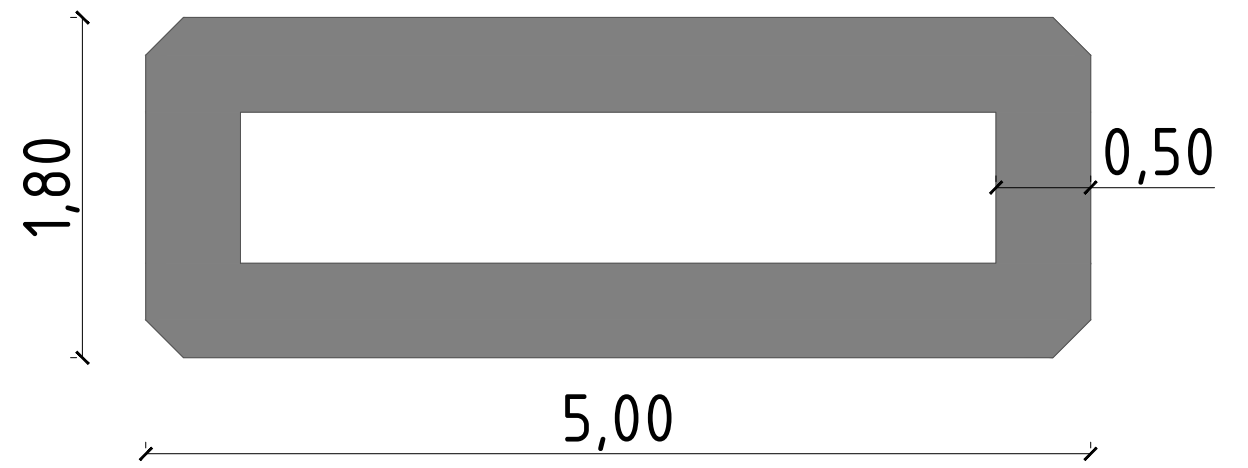
ESCALA  
 1:1.500  


DESIGNACIÓN DEL PLANO  
 PLANTA Y ALZADO  
 DE LA ALTERNATIVA-3

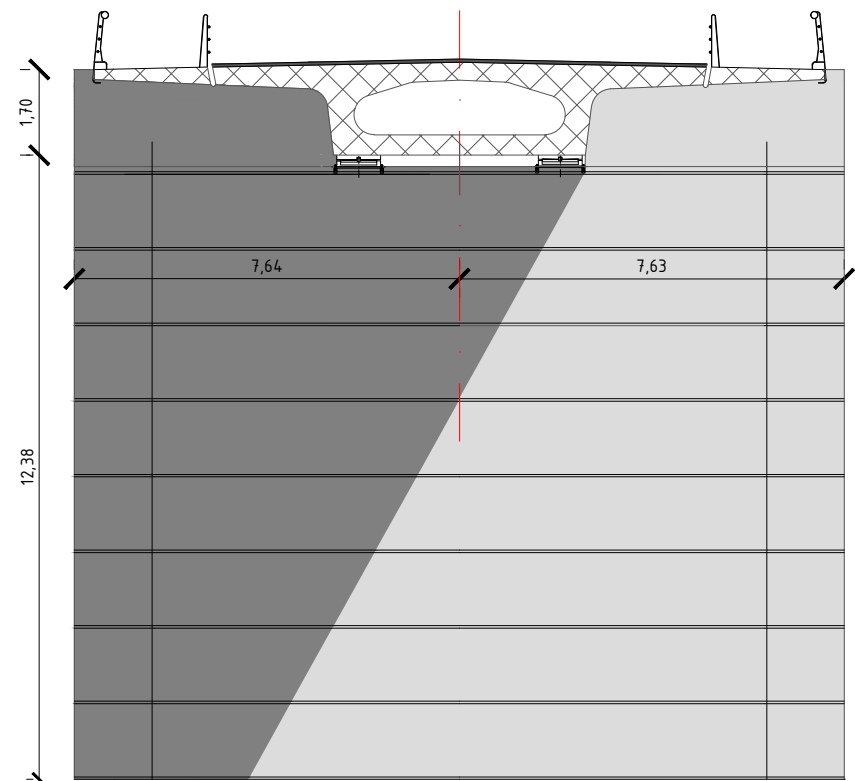
Nº PLANO  
 -  
 HOJA 1 DE 1



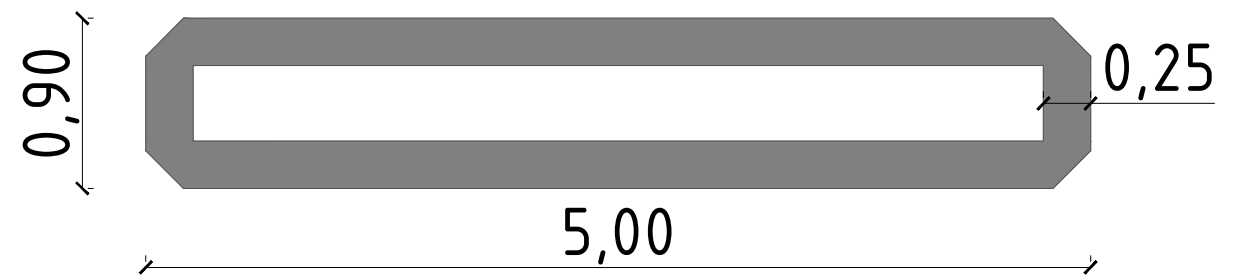
SECCIÓN\_TRANSVERSAL\_TABLERO\_POR\_PILA  
E\_1:90



SECCIÓN\_A\_A\_PILA  
E\_1:40



SECCIÓN\_TRANSVERSAL\_POR ESTRIBO  
E\_1:150



SECCIÓN\_B\_B\_MONTANTE  
E\_1:40



AUTOR DEL PROYECTO  
*Ángel Mateos Alonso*  
ÁNGEL MATEOS ALONSO

INGENIERO DE CAMINOS  
TUTOR DEL PROYECTO  
ARTURO ANTÓN CASADO

TÍTULO DEL PROYECTO  
ANTEPROYECTO DE NUEVO  
PUENTE EN LA  
N-631 SOBRE EL  
EMBALSE DE RICOBAYO

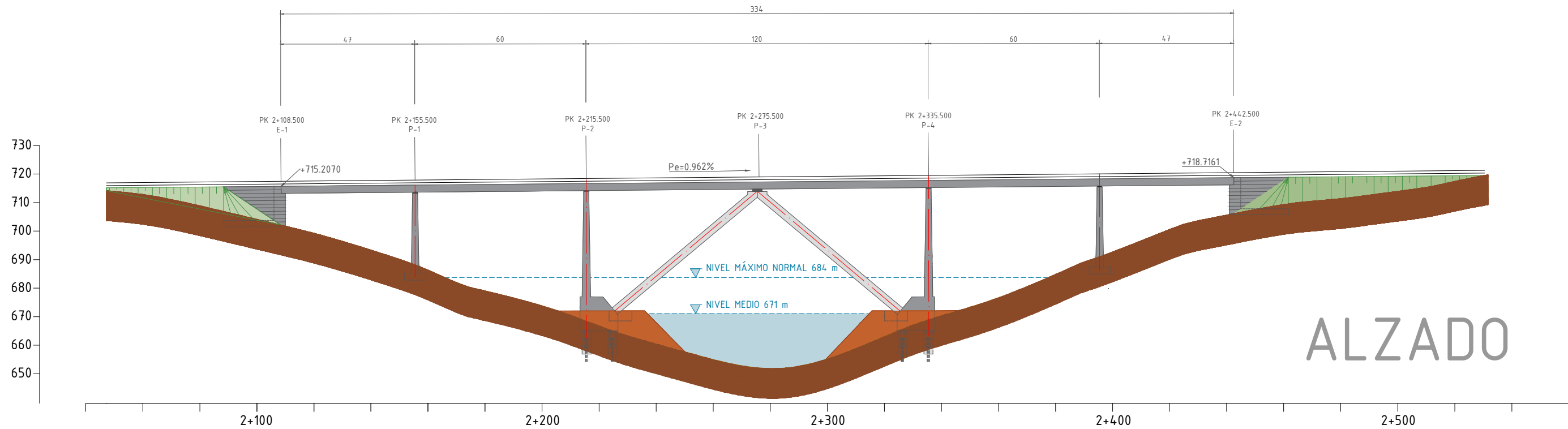
FECHA  
SEPTIEMBRE  
2016

ESCALA  
VARIAS

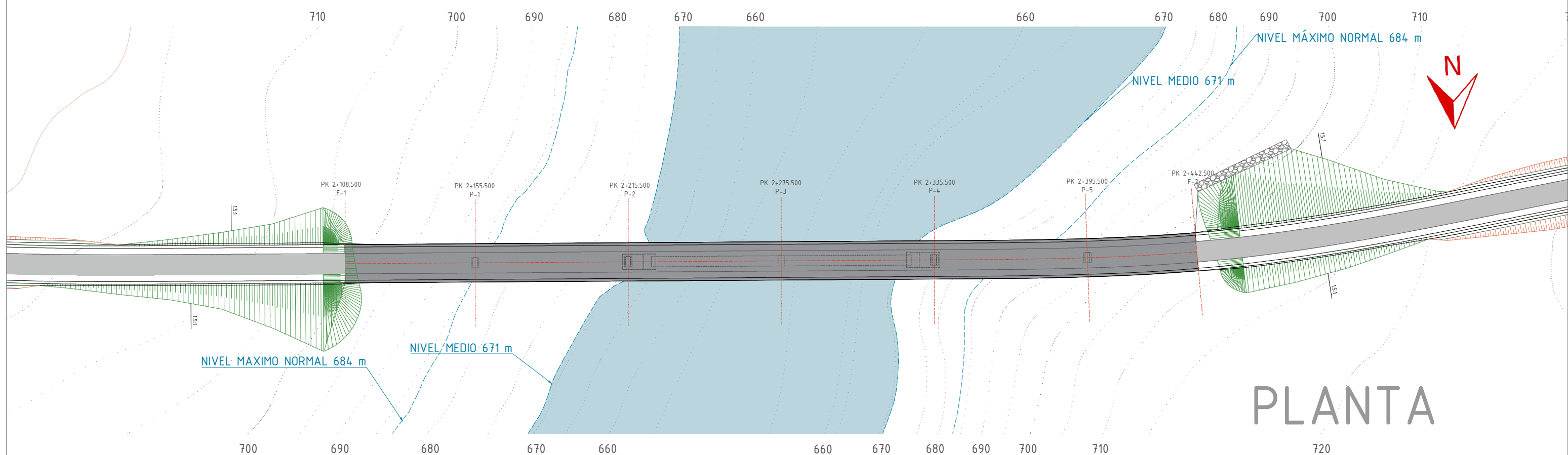
DESIGNACIÓN DEL PLANO  
SECCIONES TIPO  
ALTERNATIVA -3

Nº PLANO  
-  
HOJA 1 DE 1

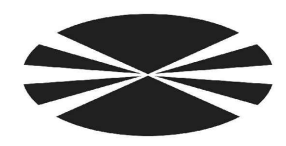




# ALZADO



# PLANTA




AUTOR DEL PROYECTO  
  
 ÁNGEL MATEOS ALONSO

INGENIERO DE CAMINOS  
 TUTOR DEL PROYECTO  
 ARTURO ANTÓN CASADO

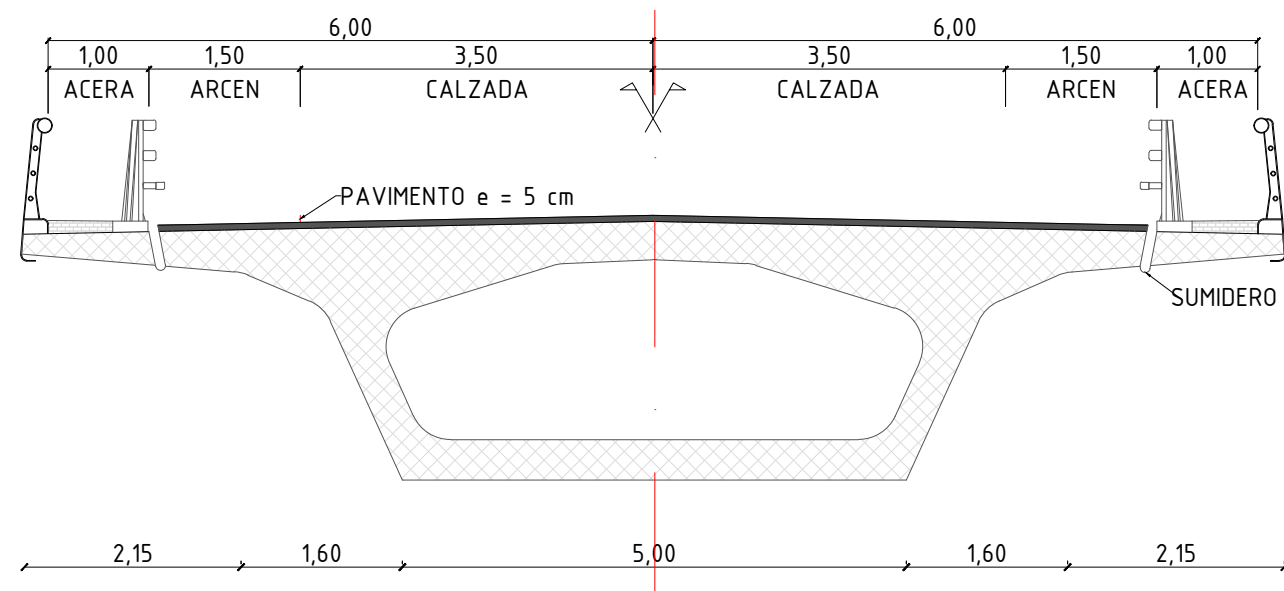
TÍTULO DEL PROYECTO  
 ANTEPROYECTO DE NUEVO  
 PUENTE EN LA  
 N-631 SOBRE EL  
 EMBALSE DE RICOBAYO

FECHA  
 SEPTIEMBRE  
 2016

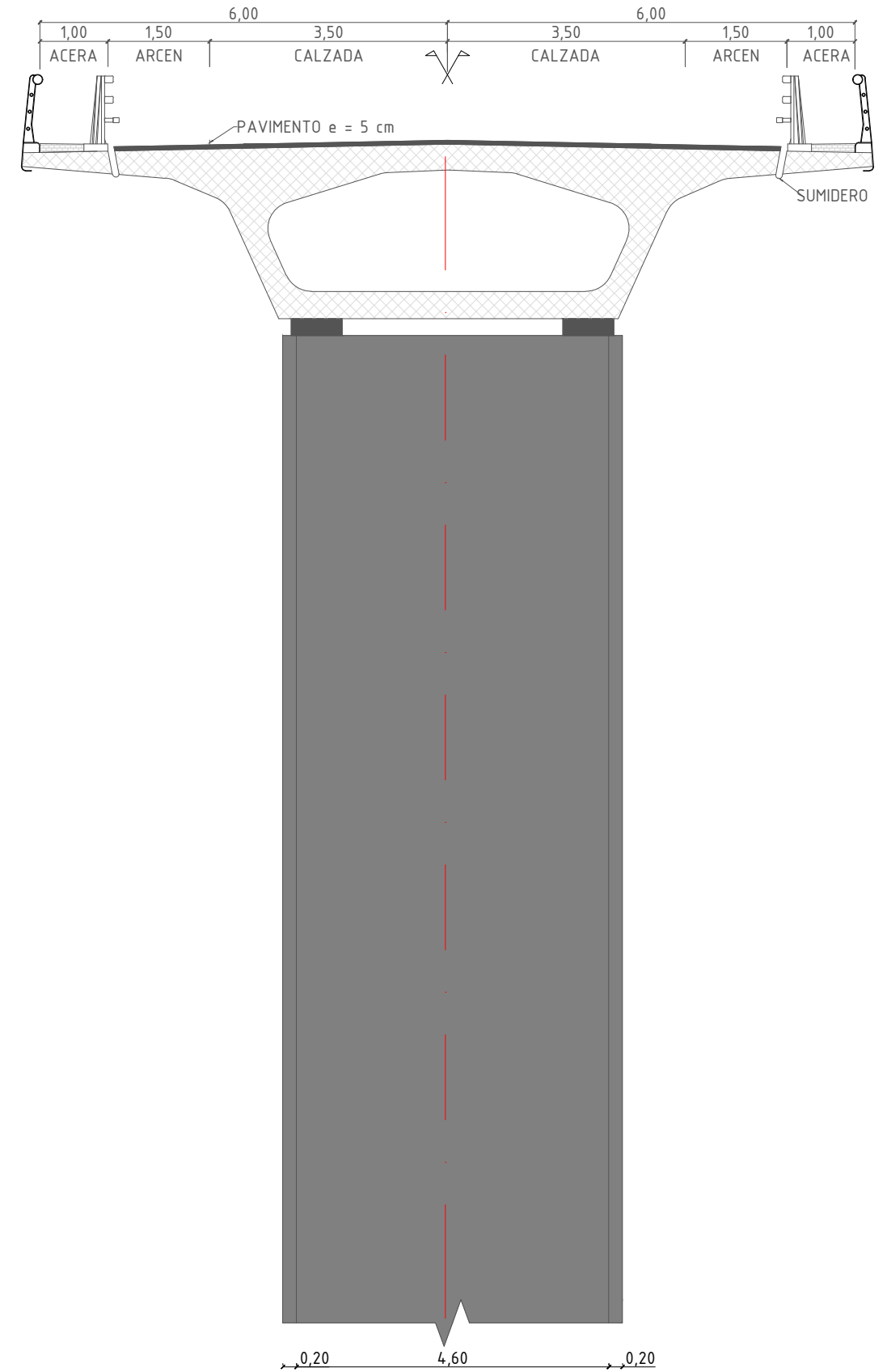
ESCALA  
 1:1.500  


DESIGNACIÓN DEL PLANO  
 PLANTA Y ALZADO  
 DE LA ALTERNATIVA -4

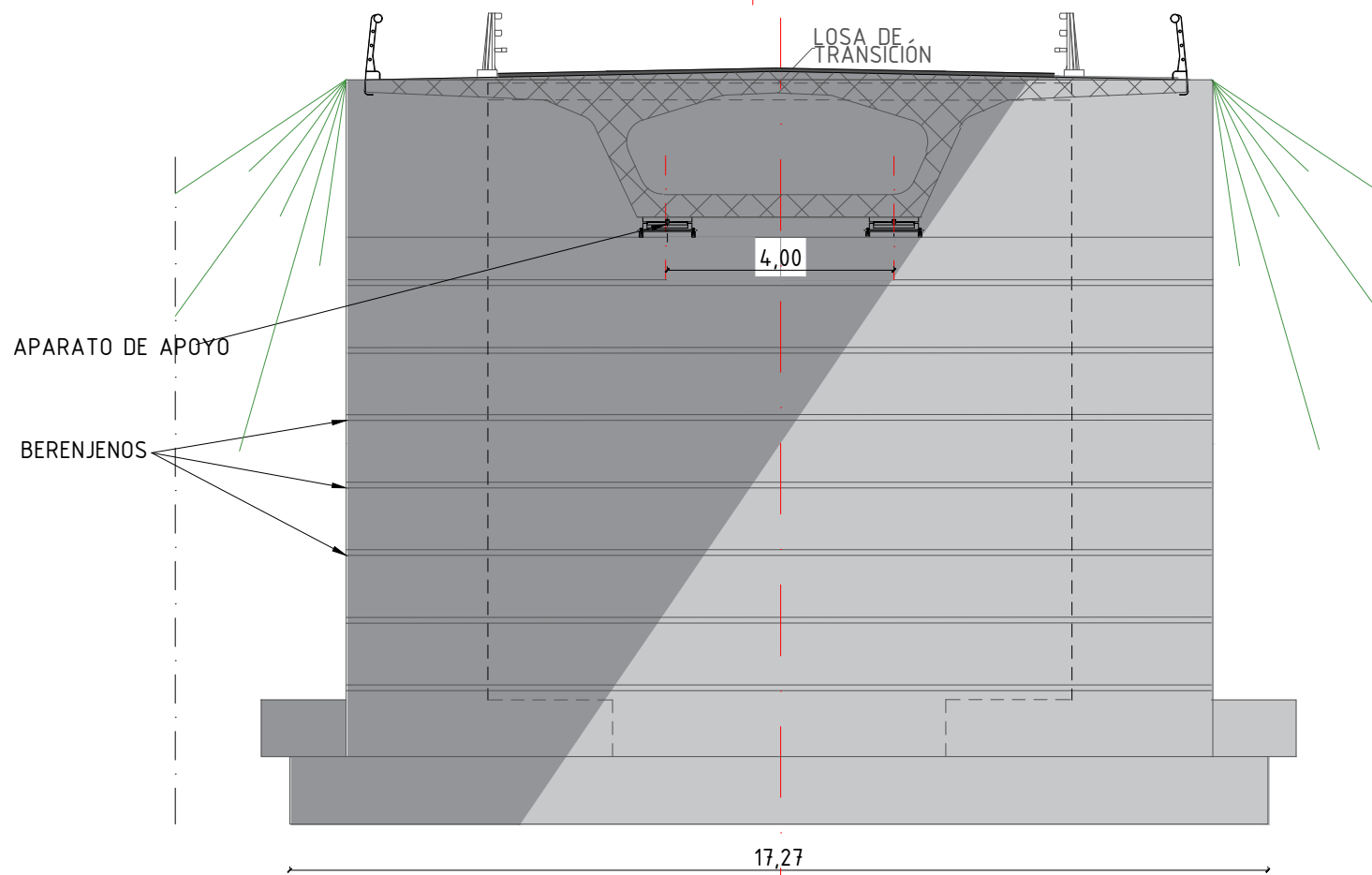
Nº PLANO  
 -  
 HOJA 1 DE 1



SECCIÓN TRANSVERSAL TABLERO  
E\_1:90



SECCIÓN TRANSVERSAL TABLERO POR PILA  
E\_1:90



SECCIÓN TRANSVERSAL POR ESTRIBO  
E\_1:125



AUTOR DEL PROYECTO  
*Ángel Mateos Alonso*  
ÁNGEL MATEOS ALONSO

INGENIERO DE CAMINOS  
TUTOR DEL PROYECTO  
ARTURO ANTÓN CASADO

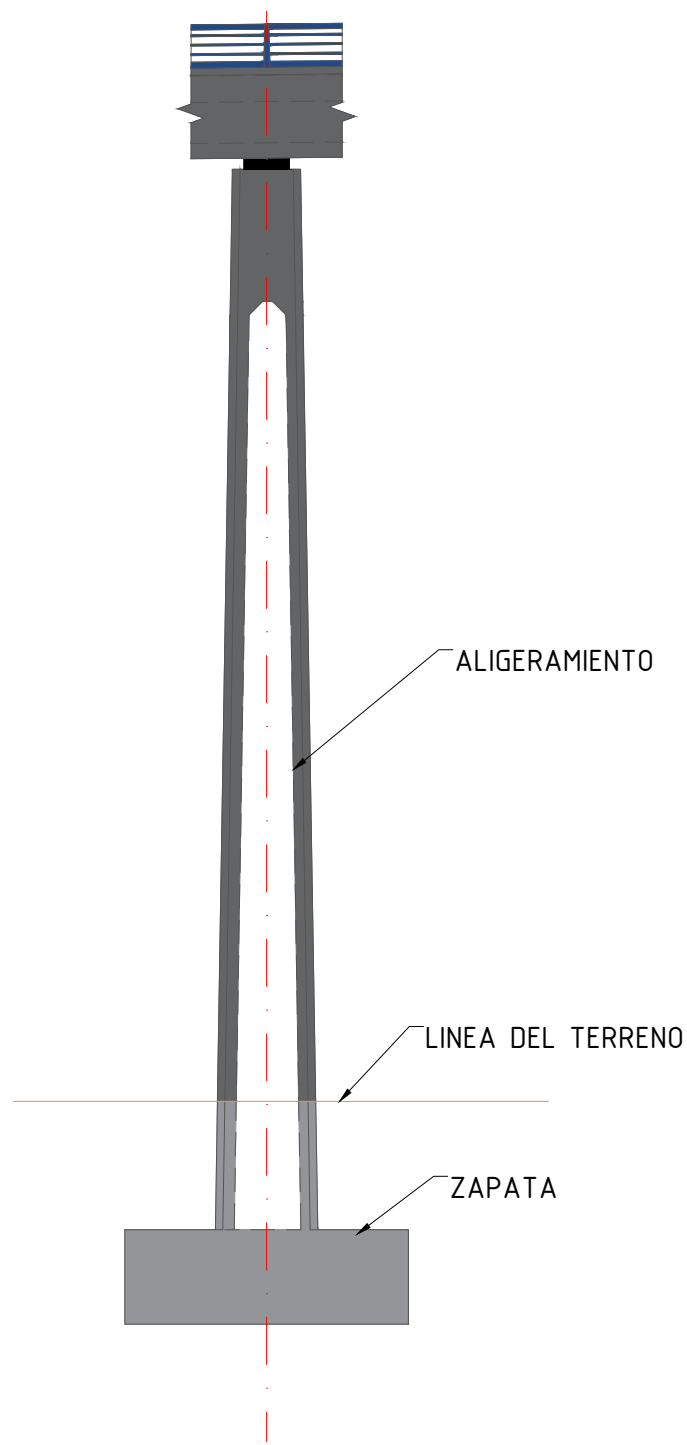
TÍTULO DEL PROYECTO  
ANTEPROYECTO DE NUEVO  
PUENTE EN LA  
N-631 SOBRE EL  
EMBALSE DE RICOBAYO

FECHA  
SEPTIEMBRE  
2016

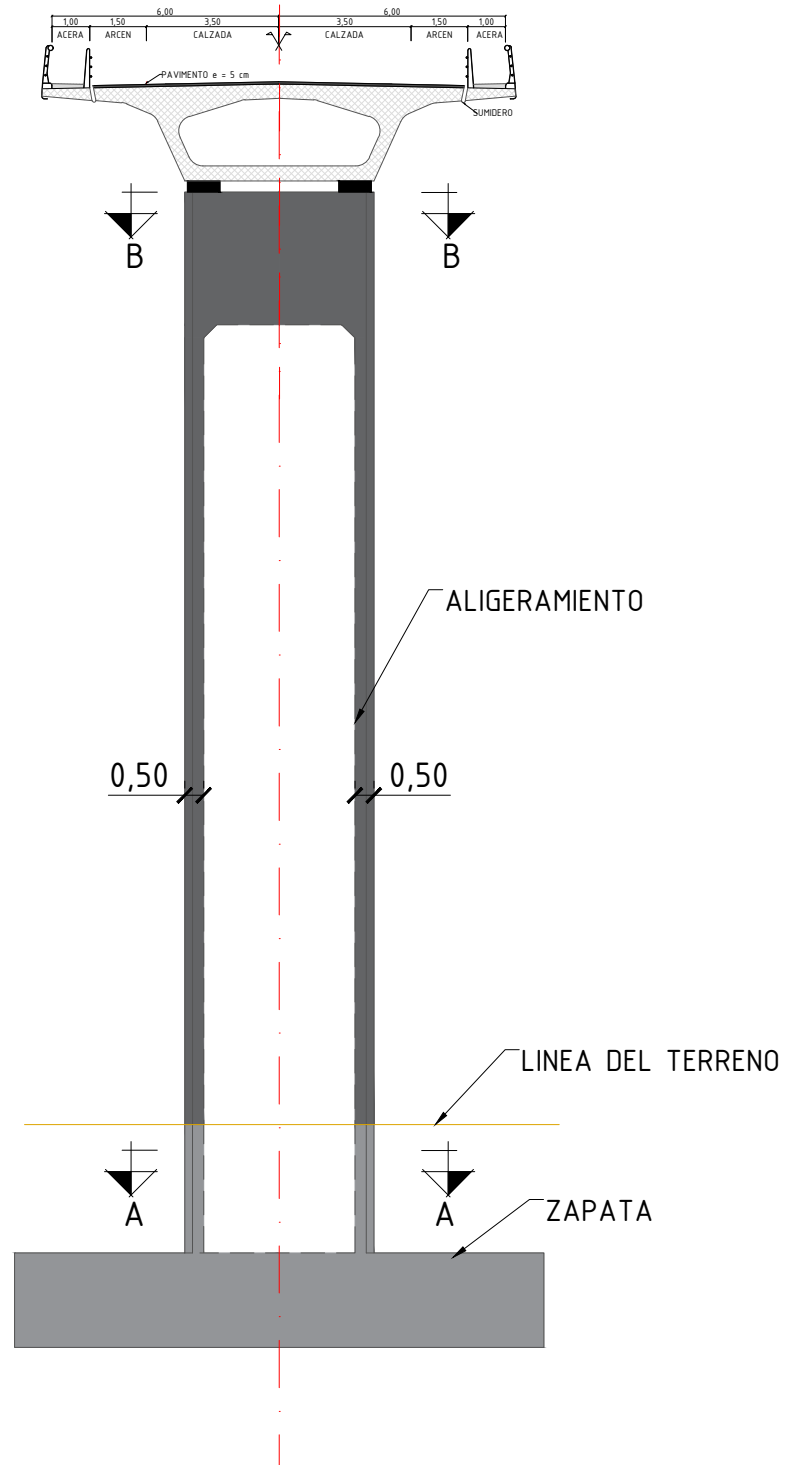
ESCALA  
VARIAS

DESIGNACIÓN DEL PLANO  
TABLERO

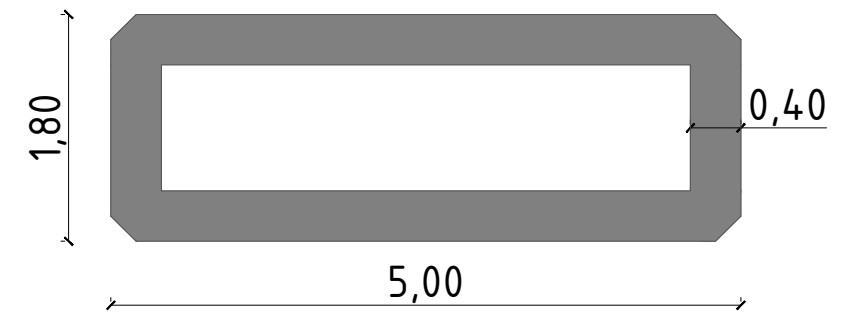
Nº PLANO  
8.2  
HOJA 1 DE 1



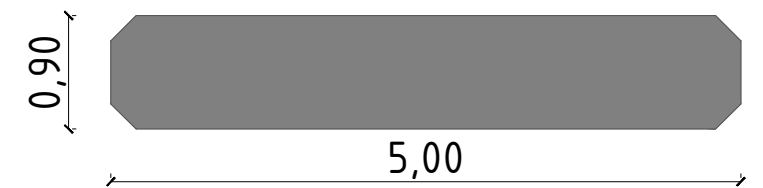
ALZADO\_LONGITUDINAL\_PILA  
E\_1:200



ALZADO\_TRANSVERSAL\_PILA  
E\_1:200



SECCIÓN\_A\_A\_PILA  
E\_1:60



SECCIÓN\_B\_B\_PILA  
E\_1:60



AUTOR DEL PROYECTO  
*Ángel Mateos Alonso*  
ÁNGEL MATEOS ALONSO

INGENIERO DE CAMINOS  
TUTOR DEL PROYECTO  
ARTURO ANTÓN CASADO

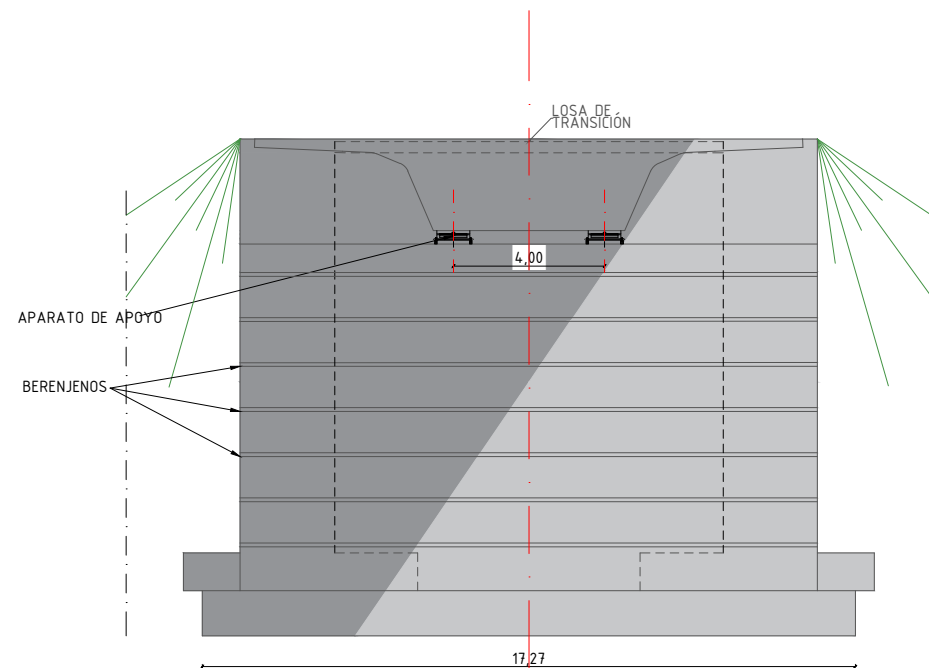
TÍTULO DEL PROYECTO  
ANTEPROYECTO DE NUEVO  
PUENTE EN LA  
N-631 SOBRE EL  
EMBALSE DE RICOBAYO

FECHA  
SEPTIEMBRE  
2016

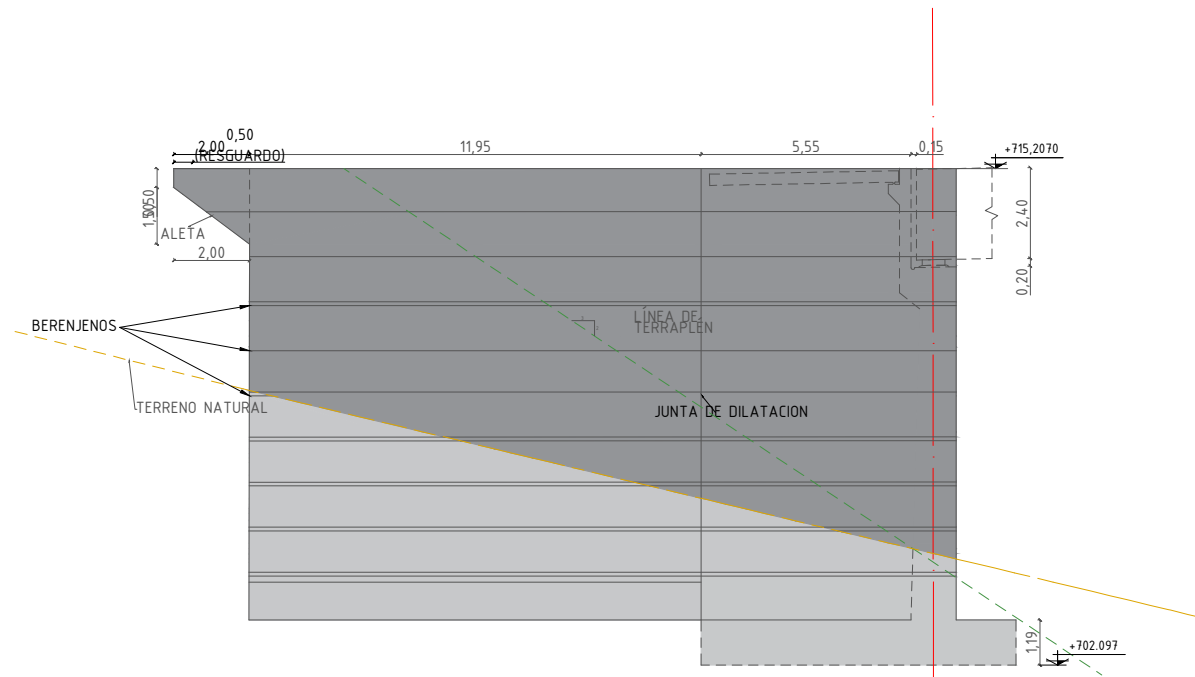
ESCALA  
VARIAS

DESIGNACIÓN DEL PLANO  
PILAS 1, 2, 4 Y 5

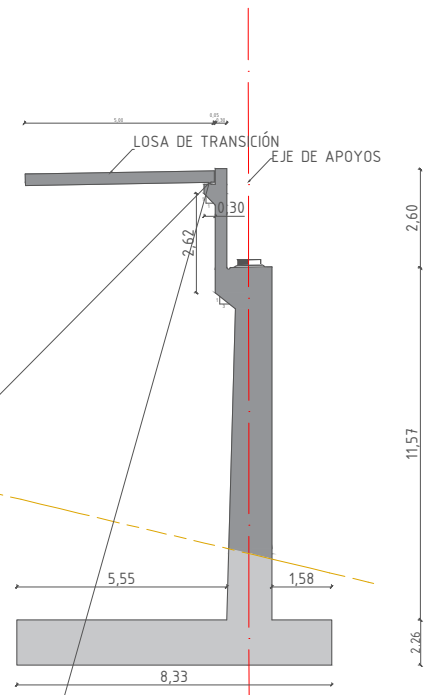
Nº PLANO  
8.3  
HOJA 1 DE 1



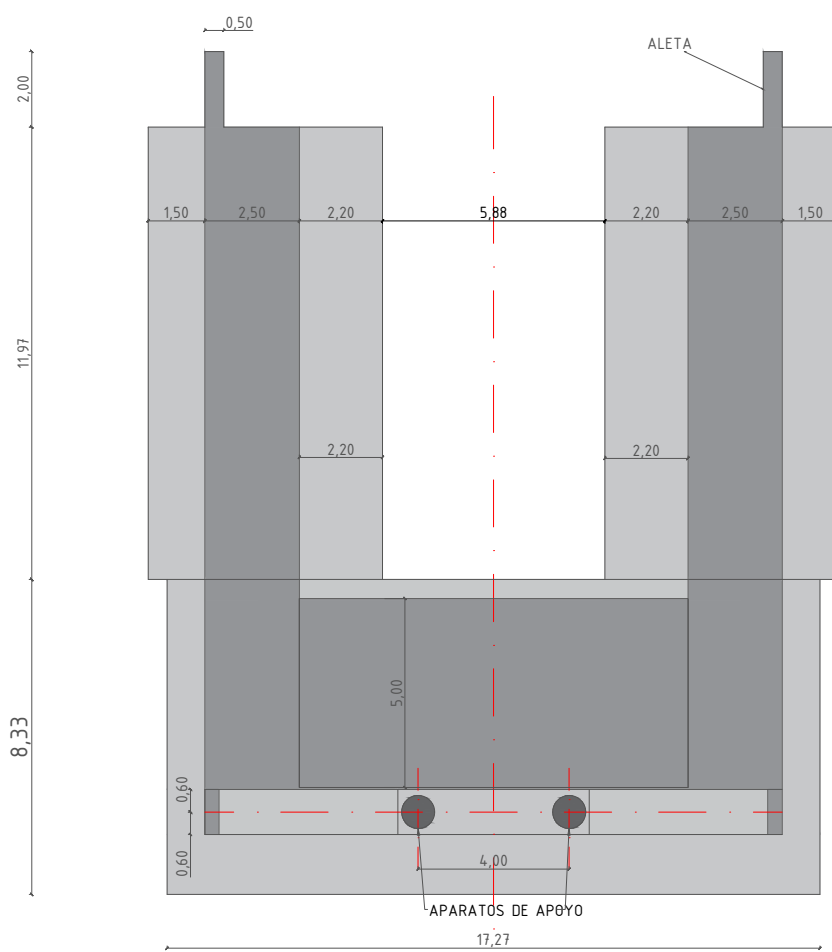
ALZADO\_FRONTAL ESTRIBO  
E\_1:200



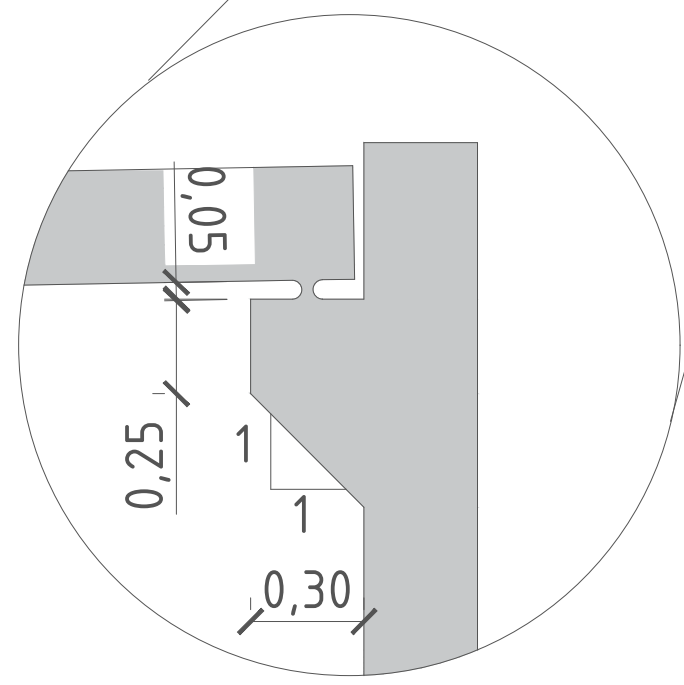
ALZADO\_LATERAL  
E\_1:150



SECCIÓN LONGITUDINAL A-A  
E\_1:150



IBO



DETALLE UNIÓN CABEZA ESTRIBO  
E\_1:150



AUTOR DEL PROYECTO  
*Ángel Mateos Alonso*  
ÁNGEL MATEOS ALONSO

INGENIERO DE CAMINOS  
TUTOR DEL PROYECTO  
ARTURO ANTÓN CASADO

TÍTULO DEL PROYECTO  
ANTEPROYECTO DE NUEVO  
PUENTE EN LA  
N-631 SOBRE EL  
EMBALSE DE RICOBAYO

FECHA  
SEPTIEMBRE  
2016

ESCALA  
VARIAS

DESIGNACIÓN DEL PLANO  
ESTRIBO - 1

Nº PLANO  
8.4  
HOJA 1 DE 1



*Anteproyecto de nuevo  
puente en la N-631  
sobre el Embalse de Ricobayo*

*Ángel Mateos Alonso  
15/16*

---

ANEJO 8 :  
ESTUDIO AMBIENTAL Y  
PROTECCIÓN DE PATRIMONIO



## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	3
2. LEGISLACIÓN EN VIGOR .....	3
3. ESTUDIO DE LA ZONA AFECTADA .....	4
3.1 RECURSOS NATURALES.....	4
3.1.1 VEGETACIÓN .....	4
3.1.2 FAUNA .....	4
3.1.3 RECURSOS FORESTALES.....	5
3.1.4 RECURSOS AGRÍCOLAS Y GANADEROS.....	5
3.1.5 RECURSOS PAISAJÍSTICOS .....	6
3.2 RECURSOS ARQUITECTÓNICOS E HISTÓRICOS.....	7
3.2.1 CAMINO HISTÓRICO DE LA VÍA DE LA PLATA.....	7
3.2.2 DESPOBLADO DE CASTROTORAFE .....	7
3.2.3 CASTILLO DE CASTROTORAFE.....	7
3.2.4 OTRAS CONSTRUCCIONES .....	8
4. VALORACIÓN DE POSIBLES IMPACTOS .....	9
5. MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS .....	10
6. PLAN DE CONSERVACIÓN.....	10
7. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL .....	11
APÉNDICE1: ELEMENTOS PROTEGIDOS .....	12
APÉNDICE2: USOS DEL SUELO.....	13



## 1. INTRODUCCIÓN

En este anejo se persigue el objetivo, de forma pormenorizada, exponer como afecta el proyecto a la zona donde se ubica.

Se buscará predecir, evaluar y buscar una solución flexible e idónea a los posibles impactos que se produzcan. En algunos casos será realmente difícil evitar o no alterar el área donde se desarrolla el proyecto, por ello se deberán explorar y mostrar las diferentes formas de solucionarlos de una forma razonable desde los puntos de vista medioambiental y económicos, los cuáles garanticen la viabilidad de las soluciones propuestas.

Para ello se llevará a cabo una evaluación de los distintos impactos de los procesos de construcción. Así se podrá constatar si se han producido pérdidas en los recursos existentes o se ha incrementado la vulnerabilidad del medio, haciendo que éste sea más frágil ante agentes externos.

## 2. LEGISLACIÓN EN VIGOR

A continuación, se expone una relación de leyes de distintos ámbitos, que debemos tener en cuenta a la hora de realizar el estudio de impacto ambiental:

- **Legislación de la Unión Europea:**
  - Directiva 97/11/CE, de 3 de marzo, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.
  - Directiva 2001/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de junio de 2001, relativa a la evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente.
  - Convenio Europeo para la protección del patrimonio arqueológico, hecho en La Valeta el 16 de enero de 1992.
- **Legislación del Estado Español:**
  - Real Decreto 1131/1988, de 30 de septiembre, por el que se aprueba el reglamento para la ejecución del Real Decreto Legislativo 1302/86, de 28 de junio, de evaluación de impacto ambiental.
  - Ley 6/2010, de 24 de marzo, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2008 de 11 de enero.
  - Ley 21/2013 de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental.
- **Legislación de la C.A. de Castilla y León:**
  - Decreto 24/2013, de 27 de junio, por el que se regulan las funciones, composición y funcionamiento de las Comisiones Territoriales de Medio Ambiente y Urbanismo y del Consejo de Medio Ambiente, Urbanismo y Ordenación del Territorio de Castilla y León.
  - Decreto 32/2014, de 24 de julio, por el que se modifica el Decreto 24/2013, de 27 de junio, por el que se regulan las funciones, composición y funcionamiento de las Comisiones Territoriales de Medio Ambiente y Urbanismo y del Consejo de Medio Ambiente, Urbanismo y Ordenación del Territorio de Castilla y León.
  - Decreto Legislativo 1/2015, de 12 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Prevención Ambiental de Castilla y León.
  - Ley 12/2002, de 11 de julio, de Patrimonio Cultural de Castilla y León.

Atendiendo a lo expuesto en la Ley 21/2013 de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental, estamos ante un proyecto clasificado en el Grupo 7 de *proyectos de infraestructuras*, en el apartado i) *Construcción de variantes de población y carreteras convencionales no incluidas en el anexo I*.

Aquellos proyectos que pertenecen al Anexo II deben ser sometidos a una evaluación ambiental simplificada. Dado que ésta, es la redacción de un anteproyecto, dicha evaluación debe ser pormenorizada centrándose en aspectos básicos sin la necesidad de entrar en detalle, únicamente determinar las posibles afecciones de este anteproyecto.



### 3. ESTUDIO DE LA ZONA AFECTADA

El anteproyecto consiste en una variante de la carretera de titularidad estatal N-631 y un viaducto sobre el embalse de Ricobayo.

El recorrido del trazado se asienta sobre los términos municipales de San Cebrián de Castro y Perilla de Castro. El límite municipal de ambos ayuntamientos lo marca el río Esla, por lo que el viaducto se situará sobre éste.

La zona de proyecto muestra un terreno principalmente llano, con ciertas ondulaciones, en una cota que se sitúa entre los 650 m y los 700m, siendo la cuenca del río Esla una zona con pendientes pronunciadas donde la cota del terreno, en ella se llega a producir un descenso de 70 m.

Además del ya mencionado río Esla y el embalse que se encuentra sobre él, se debe destacar el Arroyo de Valdeladío que desemboca en el anterior y atraviesa la localidad de San Cebrián de Castro.

#### 3.1 RECURSOS NATURALES

##### 3.1.1 VEGETACIÓN

La vegetación que cubre un área determinada viene condicionada por tres factores fundamentales, como son, la climatología, la edafología, como marco físico y la corología, como elemento de distribución espacio - temporal de las diferentes especies vegetales.

Desde el punto de vista fisionómico podemos considerar tres grandes grupos de formaciones vegetales: vegetación arbórea, vegetación de matorral y vegetación herbácea.

**Vegetación Arbórea.** La vegetación arbórea en la zona, como el resto de la Península, sufre una fuerte presión de desgaste debido a la acción del hombre, lo que ha originado un retroceso hasta unos límites que podemos considerar alarmantes.

A consecuencia de ello no podemos hablar de la existencia de bosques sino de superficies más o menos densas de especies arbóreas.

La vegetación arbórea que encontramos en San Cebrián corresponde a especies frondosas, concretamente a encinas. Presentan un escaso aprovechamiento de su bellota, siendo su utilidad maderera marginal.

**Vegetación De Matorral.** Se considera matorral sin arbolado, el terreno poblado predominantemente (más del 60% de la superficie) por especies espontáneas, arbustivas o sufruticasas, o con especies arbóreas que no ocupen más del 5% de la superficie; asociado a arbolado a aquel en que la cubierta cubierta se encuentra comprendida entre el 5 y el 20%; y asociado a pastizal siempre que la superficie que cubra el matorral esté comprendida entre el 20 y el 60%.

Las especies de matorral existentes en la zona son, casi exclusivamente, jara (*Cistus ladaniferus*), retama (*Cytisus s.p.*) y tomillo (*Thymus s.p.*).

**Vegetación Herbácea.** En este apartado sólo se considera la vegetación herbácea natural, dominando los pastizales y los prados de siega.

Los pastizales se definen como comunidades vegetales en que domina la vegetación herbácea de especies anuales. Se encuentran dispersos por toda la provincia, aunque en áreas no demasiado extensas. Generalmente ocupan terrenos marginales y antiguas tierras de cultivo, en la actualidad abandonadas.

Aunque en algunas zonas los pastos se aprovechan durante todo el año, el aprovechamiento principal se realiza en los meses de otoño y primavera en régimen de pastoreo extensivo, siendo la carga ganadera media anual de 0,2 cabezas de ganado menor por Ha.

El aprovechamiento ganadero de los pastos asociados a matorral se realiza también mediante pastoreo extensivo, pero en este caso, al ser de baja calidad, la carga ganadera desciende por término medio a 0,1 unidades de ganado menor por Ha.

##### 3.1.2 FAUNA

La concreción de áreas de distribución de las diferentes especies animales plantea una complejidad muy elevada, debido a la movilidad que presentan (sobre todo al grupo de las aves).

Otra dificultad añadida, es que algunas especies son divagantes, es decir, recorren zonas más o menos extensas, y otras, por el contrario, sólo están presentes en unas determinadas épocas del año.

En otras ocasiones, para que una especie esté presente en un área determinada, hace falta la concurrencia de algunas características de tipo ecológico, como puede ser la presencia de masas arbóreas de cierta entidad, conjugadas con tierras de cultivo próximas. Esto hace que su presencia esté repartida por casi toda la provincia, en enclaves más o menos extensos que cumplan estos requisitos, por lo que la enumeración y la situación de todas estas áreas sería una tarea casi imposible de realizar.

También hay que considerar la presencia del hombre como factor determinante a la hora de definir la fauna de un territorio, condicionando la llegada de unas especies u otras o incluso llegando a la extinción de algunas especies que anteriormente podían considerarse como abundantes.

En el área considerada se observan tres comunidades faunísticas asentadas asociadas a:

- **Campos de cultivo.** La avifauna asentada en los campos de cultivo comprende especies que realizan total o parcialmente su ciclo vital en estas extensiones (palomas, avutardas, siones, codornices, tórtolas, etc.), o aquellas que extienden sus áreas de caza desde hábitats lejanos (águilas, milano, currucas, etc.).

En esta zona encontramos las mayores concentraciones mundiales de avutarda (*Otistarda*) estimándose que alberga el 10% de la población total mundial. La avutarda comparte el hábitat con una rapaz, el cernícalo primillo (*Falca naumannii*) que posee en la zona la colonia nidificante más numerosa de Castilla y León. El hábitat estepario





acoge otra larga lista de especies, que incluye aves tan significativas de este medio como las siguientes: sisón (*Tetrax tetrax*), ortega (*Pterocles orientalis*), aguilucho cenizo (*Circus pygargus*), aguilucho pardo (*Orcus cyaneus*) y alcavarán (*Burhinus oedipnemos*).

La comunidad asentada en los campos de cultivo se caracteriza por la abundancia de micromamíferos excavadores y la ausencia de mamíferos de gran tamaño. Destaca la presencia de topos, erizos, topillos, ratones de campo, etc.

La especie de grandes mamíferos más destacada es el lobo (*Canis lupus*). Su hábitat natural se localiza fundamentalmente en las lomas que delimitan la subcuenca del Esla por el Noroeste. Sin embargo, en sus desplazamientos habituales cruza el río y se adentra en la comunidad de campos de cultivo en busca de alimento.

Destaca la presencia de gran cantidad de lagartijas (*Psammodramus hispanicus*, *Lacerta lepida*, *Podarcis muralis*, *P. Hispanica*, etc.).

- **Áreas de encinares junto al embalse de Ricobayo.** Los mamíferos asociados a los encinares son: erizos, musaraña campesina, ratón de campo, conejos, tejones, etc.

La avifauna posee numerosas relaciones con la descrita para los campos de cultivo, dada la movilidad intrínseca de las aves y la utilización de ambos espacios en el transcurso de las actividades diarias o estacionales de estas especies.

- **Los cursos fluviales.** Entre las especies nidificantes ligadas en mayor o menor medida al medio acuático señalaremos las siguientes: cigüeñuela (*Himantopus himantopus*), avaceta (*Recurvirostra avastetta*), aguilucho lagunero (*Orcus aeruginosus*), avefría (*Vanellus vanellus*), azulón (*Anas platyrhynchos*), zampullín chico (*Tachybaptus ruficollis*), cigüeña blanca (*Orcania orcania*), pato cuchara (*Anas clypeata*), ánade friso (*Anas strepera*), chorlitejo chico (*Charadrius dublius*), etc.

En cuanto a los taxones, invernantes o de paso, se debe destacar la presencia del ánsar común (*Anser anser*) y la grulla (*Grus grus*).

No existe ninguna zona destinada a la repoblación o reintroducción de especies faunísticas protegidas. Únicamente se realizan repoblaciones de especies cinegéticas (fundamentalmente de perdiz) en cotos de caza autorizados.

### 3.1.3 RECURSOS FORESTALES

Consideraremos como superficie arbolada forestal todas las superficies de terrenos ocupadas por especies arbóreas, tanto en grupos monoespecíficos, como en pluriespecíficos, cuya cobertura supere el 20%.

En la comarca agraria de Campos-Pan, a la que pertenece la zona de estudio, se da la siguiente composición en % respecto al total de la provincia:

Frondosas.....	2,59%
Coníferas.....	5,46%
Coníferas-frondosas.....	-

En la explotación del pino negral, frecuentemente se realiza una primera entresaca, y cuando ha finalizado el periodo de resinación son susceptibles de aprovechamiento maderero. El turno de corta oscila en estos casos entre 80 y 90 años.

En el caso de la encina, el aprovechamiento de la bellota es escaso, y su utilidad maderera marginal.

En cuanto a los chopos, su turno de corta es de unos 25 años.

### 3.1.4 RECURSOS AGRÍCOLAS Y GANADEROS

Según se desprende del Censo Agrario de 1989, el término de San Cebrián de Castro tiene un total de 3.595 Ha. de superficie agrícola utilizada, que comprende las tierras labradas y las tierras para pastos permanentes, lo que representa el 54,31% de la extensión territorial del mismo.

De la superficie agrícola labrada, que se eleva hasta las 3.473 Ha, 3452 son herbáceos, incluyendo barbechos y huertos familiares. Encontramos 21 Ha. de viñedo de transformación, solo o asociado con herbáceos.

La mayoría de la superficie de regadío se dedica al cultivo de especies de las denominadas "de gran cultivo", es decir, no hortícolas. Los cultivos predominantes son trigo, cebada, remolacha, alfalfa, no siguiéndose alternativas rígidas, ocupando los cultivos mayor o menor superficie según la evolución del mercado.



Las variedades y producciones medias se detallan a continuación:

CULTIVO	PRODUCCIONES (Kg/Ha)	Variedades
Remolacha	30.000	Kawe Poly Maribó Poly NZ Maribó Magna E
Alfalfa	30.000	Aragón Tierra de Campos Ranger
Cebada	3.000	Hassan Pallas
Trigo	2.500	Pane Candela Champlaine

Dentro del epígrafe labor intensiva se incluyen los terrenos dedicados a cultivos herbáceos de secano, con barbechos semillados, barbechos blancos y labor al tercio. Normalmente se alternan cereales (de ciclo largo) con leguminosas (de ciclo corto), generalmente garbanzos y lentejas, pero no faltan los casos los que se cultiva alfalfa de secano (ecotipo Tierra de Campos), permaneciendo sobre el terreno 10 o más años.

No obstante, con el paso de los años, y con la influencia de ayudas europeas y estatales a ciertos cultivos éstos han cambiado. Hoy en día podemos observar cultivos de girasoles o colza en la zona donde se asentará este proyecto.



Ilustración 1: Cultivo de girasoles



Ilustración 2: Parcelas después de la cosecha

### 3.1.5 RECURSOS PAISAJÍSTICOS

El área se caracteriza por su suave orografía, dominada por escasos desniveles y amplios horizontes.

El terreno aparece predominantemente dedicado al cultivo de cereal de secano (trigo y cebada principalmente), que se intercala con pequeñas praderas y viñedos, conformando un hábitat que ha sido denominado por algunos autores "pseudostepa cerealista, caracterizada por sus horizontes amplios y monótonamente uniformes. La alternancia de cultivos y barbechos ofrece un cambio estacional de paisaje muy notorio, donde los verdes primaverales van cediendo paso a los amarillos y ocres del estío y del otoño.



### 3.2 RECURSOS ARQUITECTÓNICOS E HISTÓRICOS

#### 3.2.1 CAMINO HISTÓRICO DE LA VÍA DE LA PLATA

El trazado de la nueva variante se desarrolla por una zona donde se encuentra la Vía de la Plata, antigua calzada romana que unía *Augusta Emerita* (Mérida) con *Asturica Augusta* (Astorga). El trazado de ésta ha servido como base a la hora de proyectar la autovía que une Sevilla con Gijón y que se encuentra en las proximidades de la zona de proyecto. A su vez constituye la ruta xacobeá de la Vía de la Plata, que conduce a los peregrinos desde la ciudad de Sevilla hasta Astorga donde éstos siguen por el Camino Francés. La Vía de la Plata goza actualmente de protección integral ya que está incoado como Bien de Interés Cultural en la categoría de Conjunto Histórico al considerarla vía histórica. Ésta protección integral se extiende 25 metros a cada lado a partir del eje de la vía.

A lo largo de esta ruta se disponen de construcciones como castillos o fortalezas. En la zona en cuestión, debemos destacar el Recinto y el Castillo de Castrotorafe.

#### 3.2.2 DESPOBLADO DE CASTROTORAFE

Declarado Bien de Interés Cultural el 3 de junio de 1931, en la categoría de Zona Arqueológica.

Esta ciudad surgió a los pies del río Esla a principios del siglo XI, ocupando una extensión de 4.709 m<sup>2</sup>. Posiblemente se asienta sobre un antiguo castro de la Edad de Hierro, e incluso es fácil suponer que este emplazamiento coincidiera con la mansión romana Vico Aquario.

De su importancia durante la Edad Media, equiparable a las otras ciudades de la provincia como Zamora y Toro, habla el hecho de que fue llamada "Zamora la Vieja".

Fue un importante enclave defensivo, que constaba de un puente que cruzaba el río Esla, murallas, castillo, e iglesia. Ésta última subsistió hasta el s. XIX como ermita. Los restos de su retablo mayor y una virgen (La Virgen del Realengo) se encuentran en la Iglesia Parroquial de San Cebrián.

El valor estratégico del lugar obedecía al paso del río Esla sobre un puente que en ese lugar lo atravesaba, y que era camino obligado entre Galicia y Castilla. La destrucción de dicho puente, cuyos restos son aun visibles cuando desciende el nivel de las aguas, acarreó la ruina económica de Castrotorafe y su posterior abandono.

La primera noticia documental cierta corresponde al año 1129, fecha en que se le concedió el Fuero de Zamora - más tarde se le otorgarían otros dos - llegando a ser capital de la Orden de Santiago en el reino de León a partir de 1176. Su agitada vida está jalonada por numerosos pleitos y hechos de armas. Incluso se dice que la ciudad fue asolada y sembrada de sal por haberse rebelado contra Enrique III, hasta que finalmente en el siglo XVIII sobrevino su decadencia.

Se conservan parte de los muros, de irregular y extenso perímetro adaptado a los accidentes del terreno. Su aparejo es sillarejo menudo, sin labrar y algunos de sus ángulos estaban reforzados con cubos.

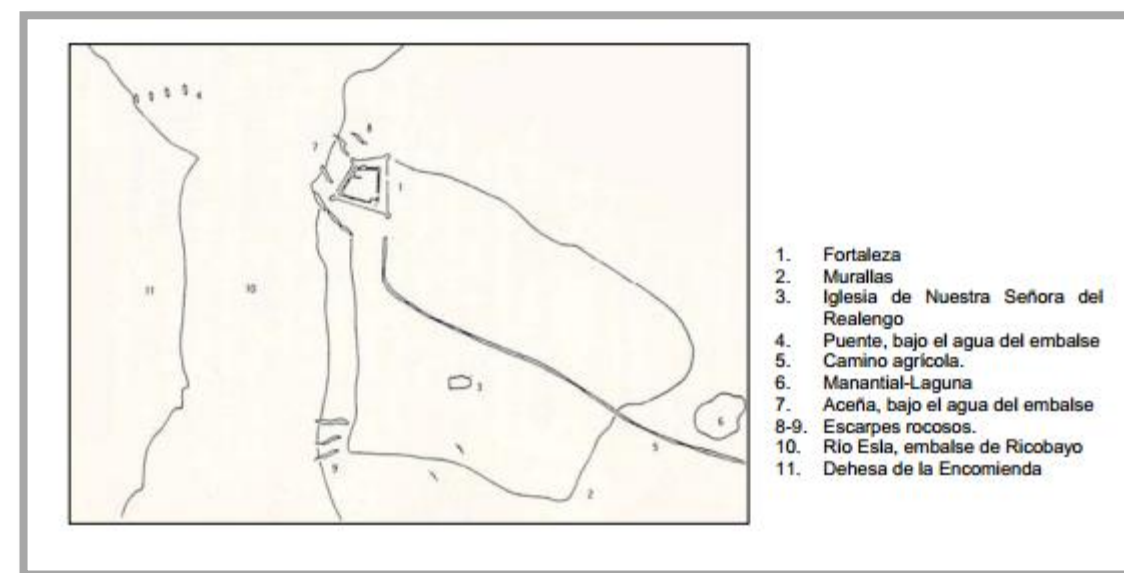


Ilustración 3: Esquema del Despoblado de Castrotorafe

#### 3.2.3 CASTILLO DE CASTROTORAFE

Declarado Bien de Interés Cultural el 22 de abril de 1949 en la categoría de Castillo, y publicado en el BOE el 5 de mayo del mismo año.

La planta del castillo emplazado al N.O. del conjunto, que debió construirse a finales del siglo XIV o principios del XV, es de forma trapezoidal con dos órdenes de defensa.

El exterior es obra de mampuesto con cubos en los ángulos, en dos de los cuales se observan reformas para adaptarlos a la artillería. Dos puertas se abrían en sus muros, para dar acceso desde la villa y desde el puente respectivamente.

En el interior se observan tipos diferentes de materiales de construcción que hacen pensar en reparaciones y obras de mantenimiento, más que en reformas de envergadura. Su planta es similar a la del exterior, con el refuerzo de dos torres en el muro sur, obra de sillarejo, más cuidada que los muros restantes. El interior del recinto se halla totalmente arruinado, pudiendo observarse los mechinales de los diferentes pisos en que se hallaba dividido.

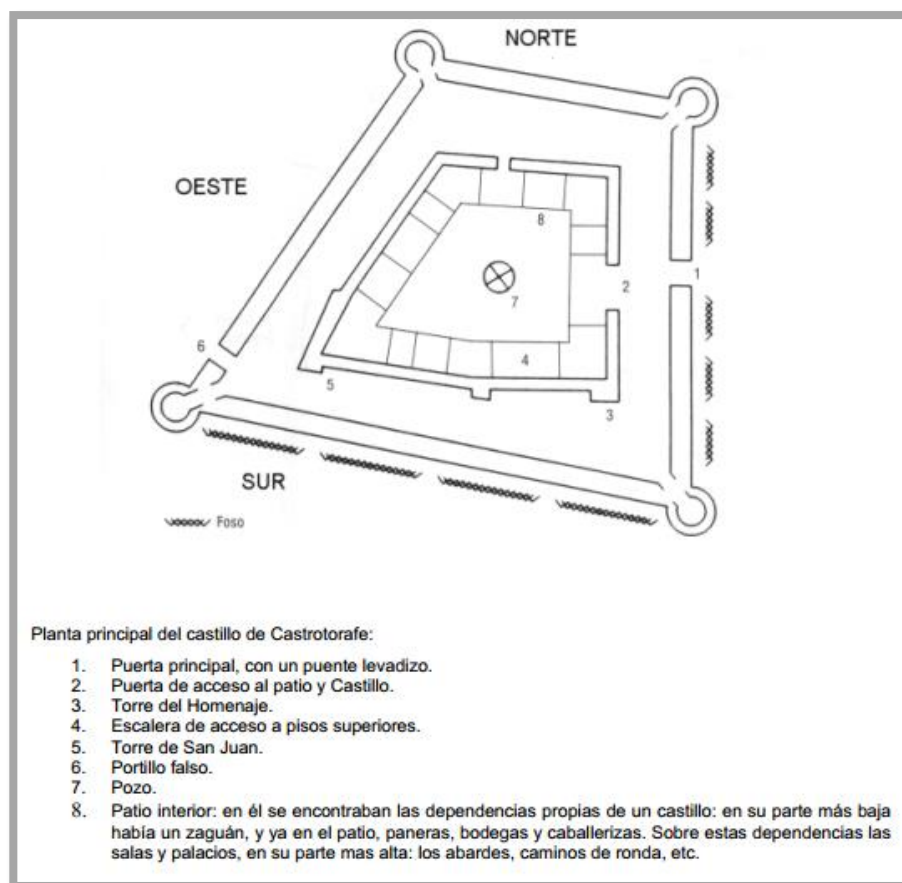


Ilustración 4: Esquema del Castillo de Castrotorafe



Ilustración 5: Ruinas del Castillo de Castrotorafe

### 3.2.4 OTRAS CONSTRUCCIONES

Cabe destacar, aunque solo sea por curiosidad, que también goza de protección ambiental el antiguo Puente de La Estrella, actualmente sumergido bajo las aguas del Embalse de Ricobayo situado aguas abajo del actual.



#### 4. VALORACIÓN DE POSIBLES IMPACTOS

En este apartado se realizará una valoración de las distintas afecciones que la vía tendrá sobre el medio donde se asienta durante la fase de construcción como de explotación de la misma.

- Fase de Construcción:

- Durante esta fase deberá llevar a cabo una serie de expropiaciones en la zona donde se desarrolla. Las expropiaciones son de terrenos de clase rústica y de uso agrario. La mayor parte de las parcelas afectadas poseen una clase de cultivo de Labor o labradío de Secano. En ellas los principales usos del suelo son el cultivo de trigo y de pastos para la cría de ganado. No obstante destacar que con el paso de los años y el abandono del rural parte de las parcelas destinadas a estos cultivos han sido sustituidas por masas de árboles como encinas o robles y masas de matorrales.
- La acción de desbroce provoca efectos en el medio de la edafología y la erosión. Los desbroces para la ejecución de las obras conllevan la destrucción de la capa edáfica del terreno. Estas actuaciones serán negativas durante las obras, si bien han de adoptarse medidas correctoras consistentes en la preservación de la tierra vegetal existente que se retire en el desbroce, para su posterior utilización en la revegetación de taludes y zonas a explanar, con el fin de minimizar este tipo de impactos.
- La acción de desbroce afecta a la capacidad agrícola y forestal. El impacto de la construcción de este nuevo trazado puede considerarse bajo, debido a que no ocupa un gran número de terrenos de aprovechamiento forestal. Ocupa un mayor número de parcelas empleadas para el aprovechamiento agrícola, pero que actualmente está en un claro retroceso donde las parcelas abandonan su uso agrícola. Esta acción también modifica el estado de la vegetación. No se contempla la afección elevada a masas arbóreas, y tampoco se detecta afección a especímenes singulares. El número de árboles afectados es bajo debido a que la mayor parte de la vía discurre por terrenos destinados al uso agrícola. De la misma forma afectará a los caminos agrícolas que dan servicio a dichas parcelas.
- En el caso del movimiento de tierras, hay varios campos afectados por este proceso. El primero es los efectos sobre el aire. Los impactos relacionados con el factor aire debidos a las partículas de polvo en suspensión como consecuencia de los movimientos de tierra son de difícil cualificación, al no existir mediciones específicas realizadas en obras similares que nos permitan extraer conclusiones aplicables a la infraestructura que nos ocupa. El impacto será puntual y minimizado si se contemplan medidas consistentes en riesgos sistemáticos durante la época estival. En el caso de sus efectos sobre la geología debemos mencionar los efectos derivados de la alteración de las formas del relieve natural producida por la construcción de desmontes, terraplenes y estructuras singulares. Otro campo afectado es el de la hidrología y drenaje. Los impactos potenciales por este tipo de acciones, se generan principalmente por desvío de los cursos de agua y por invasión de los mismos por tierras y materiales de desecho. No se prevé la necesidad de desvíos de ningún cauce. Una de las grandes

afecciones será en el vaso del embalse, debido a que será necesario la construcción de unas penínsulas auxiliares para poder cimentar parte de la estructura del puente. Los riesgos de invasión del cauce otros materiales, son evitables mediante una correcta vigilancia ambiental que ponga en práctica las medidas correctoras que en este sentido han de establecerse. En el caso de la calidad de las aguas, los efectos han de medirse teniendo en cuenta las afecciones que sobre el medio natural podrían producirse como consecuencia de la degradación de su hábitat, por el aumento de la turbidez de las aguas.

- Como ya se expuso en el apartado anterior, el trazado afectará a un elemento patrimonial, la Vía de la Plata, con protección integral. Durante la construcción del trazado la afección que tendrá sobre la vía será la construcción del paso superior sobre ella.

- Fase de explotación:

- Una vez construido el trazado, éste tendrá una serie de impactos sobre el entorno. Principalmente tendrá un impacto en el paisaje medio. Se valora de esta manera debido a que se trata de una zona bastante llana donde los últimos años se han llevado a cabo la construcción de nuevas infraestructuras como el tramo Zamora-Benavente de la Autovía A-66 o el tramo Zamora-Lubián de la Línea de Alta Velocidad Madrid-Galicia.
- Sobre la Vía de la Plata supondrá un impacto visual importante. A pesar de ello las infraestructuras mencionadas en el punto anterior, ya entraron en conflicto con la protección integral de la que gozaba la vía, modificando su trazado o entrando en su zona de protección.
- En el caso de la fauna, los impactos derivados de la presencia de la infraestructura están relacionados con los atropellos y la comunicación transversal de la fauna. Dadas las características de la fauna existente, formada principalmente por anfibios, reptiles y pequeños mamíferos, la comunicación transversal de las especies queda en parte garantizada a través de los pasos inferiores, superiores y obras de drenaje que se proyectan. Los efectos sobre la hidrología se prevén nulos ya que las obras de drenaje y puente diseñado permite que el embalse alcance su cota máxima sin problema.



## 5. MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS

### • Medidas Protectoras:

- Protección de la calidad del aire: El transporte de material provoca la formación de polvo los vehículos pesados utilizados trituran el material formando finos. Como medidas protectoras se recomiendan riegos periódicos con estabilizantes químicos o agua.
- Protección de la red de drenaje: Con el fin de mantener el esquema de drenaje que diseñan las oportunas obras de fábrica dimensionadas para periódicos de retorno de 100 años, como se puede comprobar en el anejo de drenaje. Con el fin de proteger la calidad de las aguas durante los procesos constructivos se prohibirán los vertidos a la red de drenaje natural. Una vez finalizadas las obras se llevará a cabo un plan de restauración con la implantación de las especies vegetales existentes.
- Protección de la flora y la fauna: Se evitará en la fase de despeje y desbroce la tala de más ejemplares arbóreos de los necesarios. Además, como medida de protección de la fauna se intentará evitar alterar a aquellas especies importantes en sus ciclos de reproducción.
- Protección del sistema socioeconómico: A pesar de ser pocas las vías de importancia afectadas con el fin de mantener la permeabilidad territorial, se repone la comunicación de los caminos agrícolas mediante la ejecución de pasos superiores y pasos inferiores.

### • Medidas Correctoras:

Las medidas correctoras tienen como principal finalidad la implantación de una cubierta vegetal en todas las superficies que queden desprovistas de ella como consecuencia de las diferentes actividades de la construcción de la carretera. Los fines de esta revegetación son, por otra parte, lograr una mejora estética y paisajística de la obra y por otra parte para eliminar los riesgos de erosión. De este modo se consigue un elemento de enlace entre la carretera y el entorno que atraviesa, se reduce el impacto visual de las obras y se suavizan aspectos paisajísticos no gratos para el usuario.

- Cubierta vegetal: Se aprovecha la tierra vegetal extraída del propio terreno para formar una cubierta vegetal en taludes.
- Hidrosiembra: De este modo el entramado de raíces y tallos sujeta la superficie, creando una tierra fértil y propiciando la colonización natural de los taludes por especies autóctonas.
- Plantaciones: Especies arbustivas y arbóreas de mayor o menor tamaño, que reduzcan la erosión y el impacto paisajístico.

## 6. PLAN DE CONSERVACIÓN

Para la conservación de los trabajos de revegetación se prevén una serie de acciones encaminadas a mantener las plantas en perfecto estado.

Una vez ejecutadas las obras, comienza el plazo de garantía de un año de duración lo que se asegura el mantenimiento y conservación de las plantaciones durante este periodo. Finalizado el plazo de garantía y una vez recibida la obra definitiva será necesaria la conservación de las plantaciones y de las hidrosiembras durante tres o cuatro años para lograr un buen arraigo y mantener las plantas en buen estado. Una vez pasado este periodo de tiempo las plantas ya poseerán un desarrollo suficiente para garantizar su propio mantenimiento.

- Con motivo de lo expuesto anteriormente, se proponen las siguientes tareas de mantenimiento:
- Desbroces y siegas: Eliminación de la maleza y escarificación del terreno que rodea a árboles y arbustos.
- Abonado: Se realizará un abonado anual a base de abono de naturaleza húmica.
- Riegos: Los riegos se efectuarán en los meses de verano sobre las plantaciones realizadas tanto de árboles como de arbustos e hidrosiembra.
- Podas: Se efectuará una poda anual durante el invierno sobre las especies que lo requieran, ya sea para facilitar su normal desarrollo o para evitar que invadan la calzada y las cunetas.



---

#### 7. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

El programa de vigilancia ambiental tiene como objetivo la asunción por parte de los promotores del proyecto, de un conjunto de medidas que, sin alterar los planteamientos iniciales del proyecto, sean beneficiosas para el medio ambiente. Se establece con él un sistema que trata de garantizar el cumplimiento de las indicaciones y medidas protectoras y correctoras. Mediante el seguimiento y control propuestos se podrán comprobar los efectos de ciertos impactos de difícil predicción. Esto permitirá tomar medidas que corrijan el impacto que se genere en el transcurso del tiempo como el resultado del proceso de puesta en funcionamiento de la vía. El plan se divide en diversas actividades según el factor que deba ser controlado. No es objeto de este anteproyecto el detalle de las actividades específicas de cada parte del programa de vigilancia ambiental.



*Anteproyecto de nuevo  
puente en la N-631  
sobre el Embalse de Ricobayo*

ANEJO 8 :

ESTUDIO AMBIENTAL Y

PROTECCIÓN DE PATRIMONIO

*Ángel Mateos Alonso  
15/16*

APÉNDICE 1 :

ELEMENTOS PROTEGIDOS



CATÁLOGO DE ELEMENTOS PROTEGIDOS DEL MUNICIPIO DE:			FICHA Nº <b>1</b>
<b>SAN CEBRIÁN DE CASTRO</b>			
ELEMENTO	NÚCLEO	UBICACIÓN	REF. CATASTRAL
Recinto y Castillo de Castrotrafe	Término municipal	Junto al embalse de Ricobayo, al oeste del término municipal	Pol. 3, parcelas 25 y de 28 a 50.

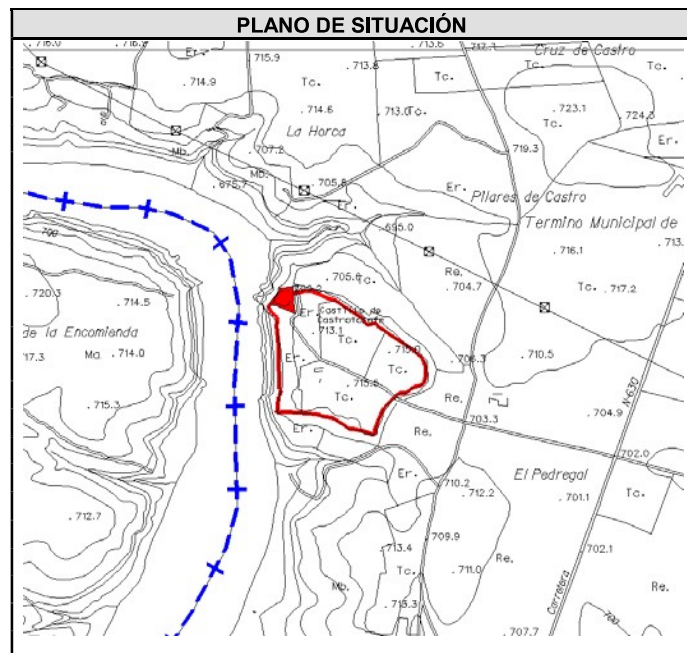
CARACTERÍSTICAS GENERALES		
ANTIGÜEDAD	Finales del s. XIV o principios del XV	OBSERVACIONES  Declarado <b>BIC</b> el 22/4/1949, BOE 5/5/1949. Planta trapezoidal con dos órdenes de defensa: el exterior, de mampostería con cubos en los ángulos, dos de ellos con reformas para adaptarlos a la artillería. Contaba con dos puertas, dando acceso desde la villa y desde el puente. En el interior se observan diferentes materiales que hacen pensar en reparaciones y obras de mantenimiento, más que en reformas de envergadura. Su planta es similar a la del exterior, con el refuerzo de dos torres en el muro sur, obra de sillarejo. El interior del recinto se halla totalmente arruinado, pudiendo observarse los mechinales de los diferentes pisos en que se hallaba dividido.
Nº PLANTAS		
SUP. PLANTA (m <sup>2</sup> )		
TIPOLOGÍA	Castillo	
USO		
MATERIAL FACHADA	Piedra	
MATERIAL CUBIERTA		
Nº FALDONES		

ESTADO DE LOS ELEMENTOS PRINCIPALES DE LA EDIFICACIÓN	
MUROS	Ruina
ESTRUCTURA	
CUBIERTA	
CARPINTERÍA	

PROTECCIÓN DE ELEMENTOS	
GRADO DE PROTECCIÓN DEL ELEMENTO	<b>INTEGRAL</b>
CARACTERÍSTICAS Y ELEMENTOS A PROTEGER	
ESTRUCTURA	X
VOLUMETRÍA	X
FÁBRICAS	X
CUBIERTA	
CHIMENEAS	
ALEROS, CORNISAS	
BALCONES	
GALERÍAS	
MIRADORES	
REMETIDOS	
ESCALERAS	
BLASÓN, ESCUDOS, INSCRIPCIONES	
DINTELES, JAMBAS, ALFEIZARES	
CARPINTERÍAS	
REJERIAS	

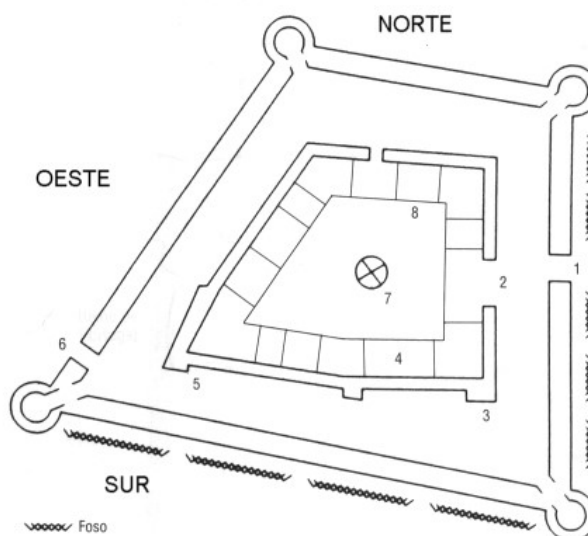
TIPOS DE OBRAS PERMITIDAS (art. 2.2.8)	
RESTAURACIÓN	SI
CONSERVACIÓN	SI
ACONDICIONAMIENTO	SI
REESTRUCTURACIÓN	NO
AMPLIACIÓN	NO
DEMOLICIÓN	NO

IMPACTOS NEGATIVOS A ELIMINAR	
EN EDIFICIO	
ELEMENTOS ADOSADOS	



CATÁLOGO DE ELEMENTOS PROTEGIDOS DEL MUNICIPIO DE:				FICHA Nº
<b>SAN CEBRIÁN DE CASTRO</b>				
ELEMENTO	NÚCLEO	DIRECCIÓN	REF. CATASTRAL	<b>1</b>
Recinto y Castillo de Castrotafe	Término municipal	Junto al embalse de Ricobayo, al oeste del término municipal	Pol. 3, parcelas 25 y de 28 a 50.	

## DESCRIPCIÓN FOTOGRÁFICA



PLANTA PRINCIPAL: 1. Puerta principal, con un puente levadizo. 2. Puerta de acceso al patio y Castillo. 3. Torre del Homenaje. 4. Escalera de acceso a pisos superiores. 5. Torre de San Juan. 6. Portillo falso. 7. Pozo. 8. Patio interior: en él se encontraban las dependencias propias de un castillo: en su parte más baja había un zaguán, y ya en el patio, paneras, bodegas y caballerizas. Sobre estas dependencias las salas y palacios, en su parte mas alta: los abardes, caminos de ronda, etc.



CATÁLOGO DE ELEMENTOS PROTEGIDOS DEL MUNICIPIO DE: <b>SAN CEBRIÁN DE CASTRO</b>				FICHA Nº <b>1</b>
ELEMENTO	NÚCLEO	DIRECCIÓN	REF. CATASTRAL	
Recinto y Castillo de Castrotafe	Término municipal	Junto al embalse de Ricobayo, al oeste del término municipal	Pol. 3, parcelas 25 y de 28 a 50.	

**DESCRIPCIÓN FOTOGRÁFICA**

CATÁLOGO DE ELEMENTOS PROTEGIDOS DEL MUNICIPIO DE: <b>SAN CEBRIÁN DE CASTRO</b>				FICHA Nº <b>1</b>
ELEMENTO	NÚCLEO	DIRECCIÓN	REF. CATASTRAL	
Recinto y Castillo de Castrotafe	Término municipal	Junto al embalse de Ricobayo, al oeste del término municipal	Pol. 3, parcelas 25 y de 28 a 50.	

**DESCRIPCIÓN FOTOGRÁFICA**

CATÁLOGO DE ELEMENTOS PROTEGIDOS DEL MUNICIPIO DE:			FICHA Nº <b>4</b>
<b>SAN CEBRIÁN DE CASTRO</b>			
ELEMENTO	NÚCLEO	DIRECCIÓN	REF. CATASTRAL
Puente	San Cebrián de Castro	Sobre el río Esla	

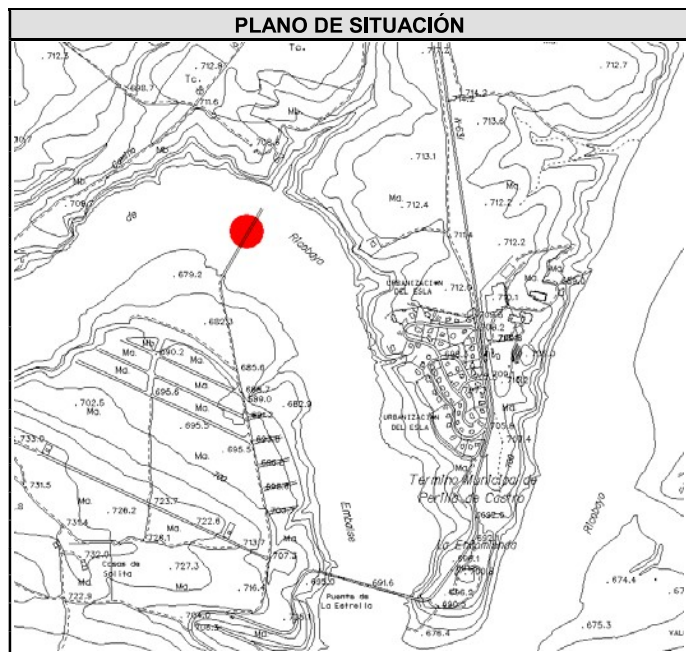
CARACTERÍSTICAS GENERALES		OBSERVACIONES
ANTIGÜEDAD		
Nº PLANTAS		El elemento se encuentra generalmente cubierto por las aguas del embalse del Ricobayo y excepto en periodos de sequía o de desembalsado de las aguas por otras causas, es imposible su visualización
SUP. PLANTA (m <sup>2</sup> )		
TIPOLOGÍA	Obra civil	
USO	Infraestructura	
MATERIAL	Piedra	
FACHADA		
MATERIAL CUBIERTA		
Nº FALDONES		

ESTADO DE LOS ELEMENTOS PRINCIPALES DE LA EDIFICACIÓN	
MUROS	Aceptable
ESTRUCTURA	Aceptable
CUBIERTA	
CARPINTERÍA	

PROTECCIÓN DE ELEMENTOS	
GRADO DE PROTECCIÓN DEL ELEMENTO	<b>INTEGRAL</b>
CARACTERÍSTICAS Y ELEMENTOS A PROTEGER	
ESTRUCTURA	X
VOLUMETRÍA	X
FÁBRICAS	X
CUBIERTA	
CHIMENEAS	
ALEROS, CORNISAS	
BALCONES	
GALERÍAS	
MIRADORES	
REMETIDOS	
ESCALERAS	
BLASÓN, ESCUDOS, INSCRIPCIONES	
DINTELES, JAMBAS, ALFEIZARES	
CARPINTERÍAS	
REJERÍAS	

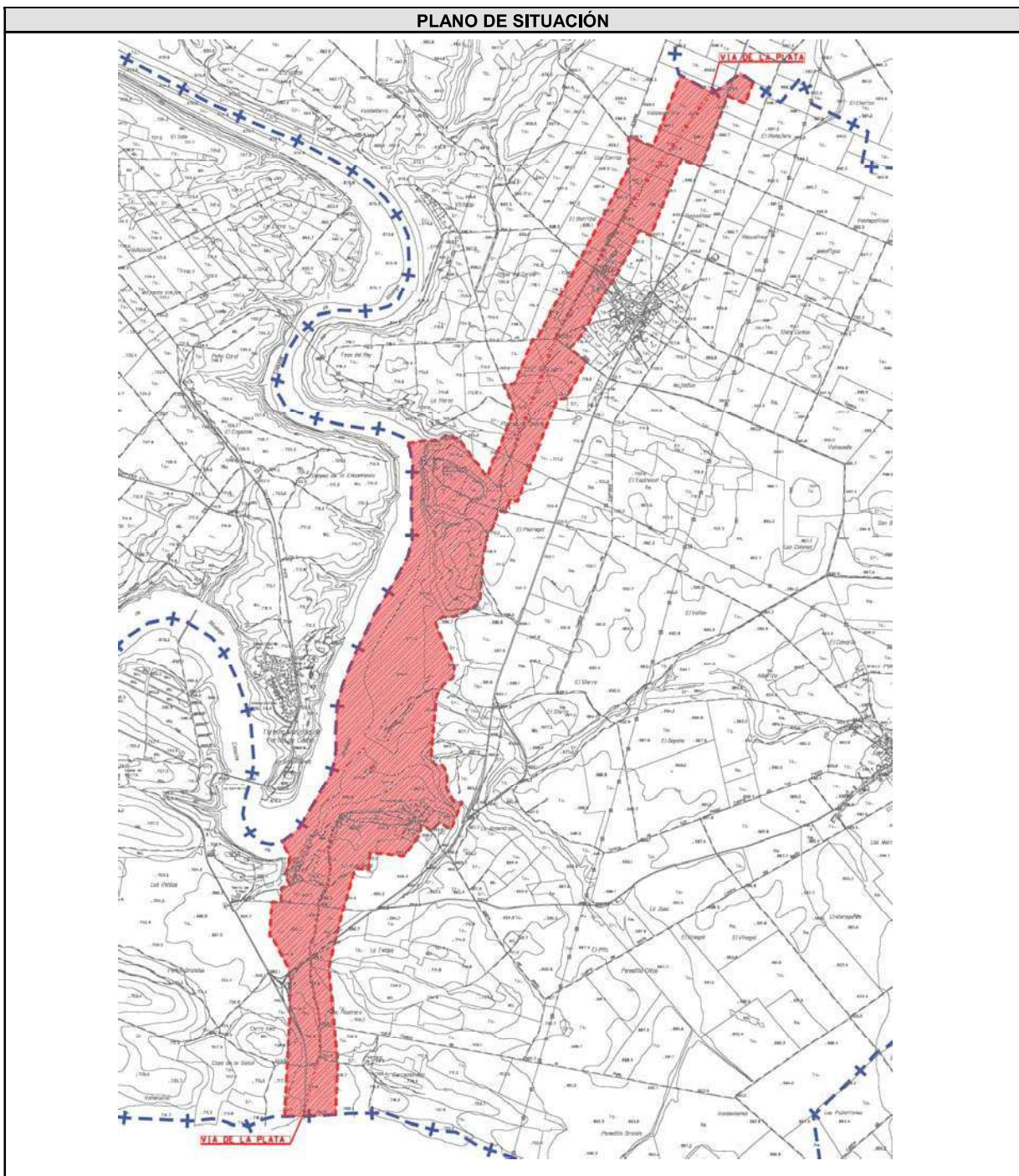
TIPOS DE OBRAS PERMITIDAS (art. 2.2.8)	
RESTAURACIÓN	SI
CONSERVACIÓN	SI
ACONDICIONAMIENTO	NO
REESTRUCTURACIÓN	NO
AMPLIACIÓN	NO
DEMOLICIÓN	NO

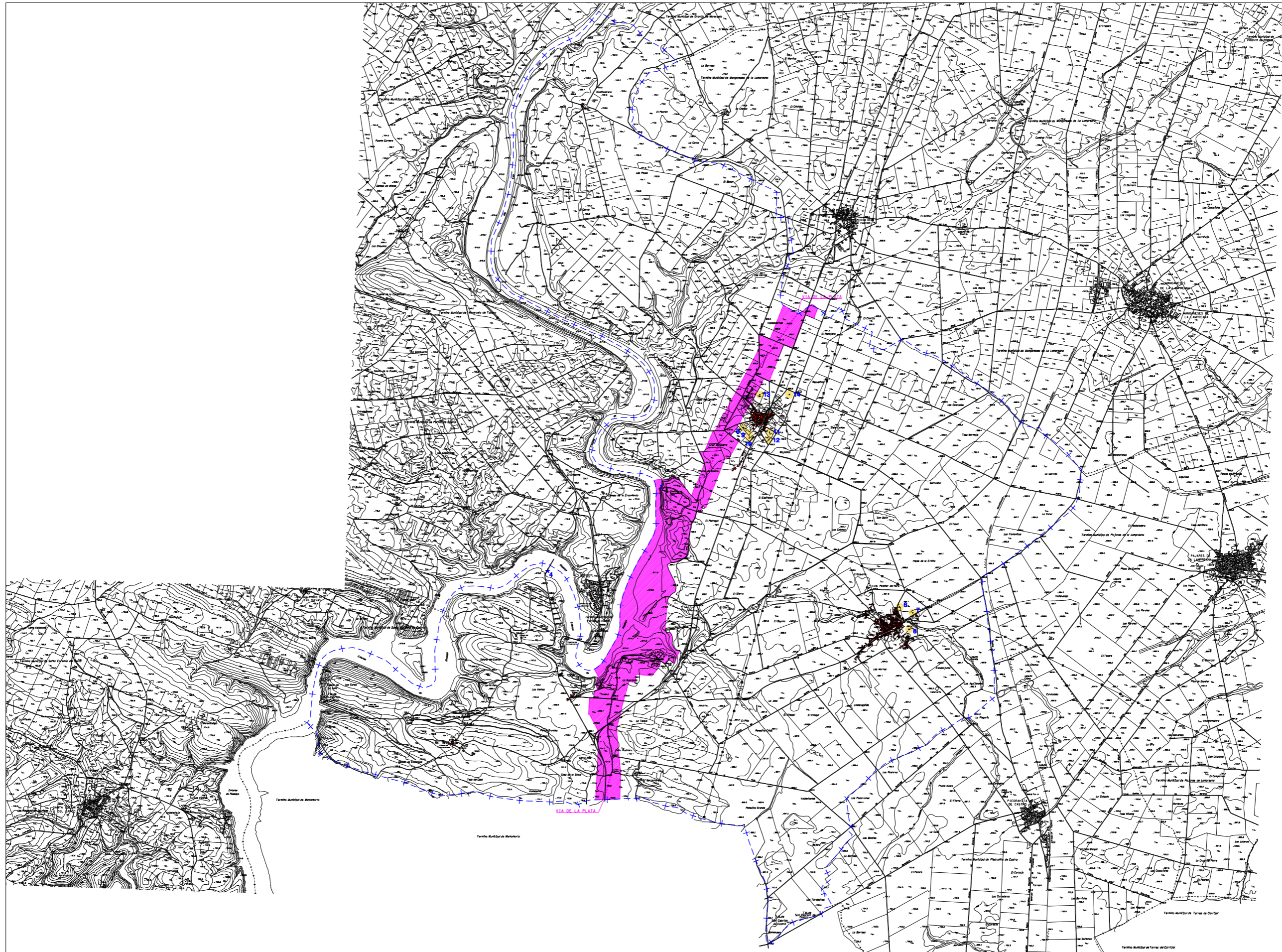
IMPACTOS NEGATIVOS A ELIMINAR	
EN EDIFICIO	
ELEMENTOS ADOSADOS	



CATÁLOGO DE ELEMENTOS PROTEGIDOS DEL MUNICIPIO DE:			FICHA Nº
<b>SAN CEBRIÁN DE CASTRO</b>			
ELEMENTO	NÚCLEO	UBICACIÓN	<b>89</b>
Vía de la Plata	Término municipal	Atraviesa de norte a sur el término municipal.	

CARACTERÍSTICAS GENERALES	
TIPOLOGÍA	Vía histórica
OBSERVACIONES	Incoado como Bien de Interés Cultural en la categoría de Conjunto Histórico el 20/11/2001, BOCyL 19/12/2001
GRADO DE PROTECCIÓN DEL ELEMENTO	<b>INTEGRAL</b>





TERMINO MUNICIPAL COMPLETO	MUNICIPIO: AYUNTAMIENTO DE SAN CEBRIÁN DE CASTRO	 JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN <small>GOBIERNO DE ESPAÑA</small>	FECHA APROBACION CIU 18 SEPTIEMBRE 2008 EBDALA: 1/20.000	ORDENACION
	NORMAS URBANÍSTICAS MUNICIPALES DE <b>SAN CEBRIÁN DE CASTRO</b>		ARQUITECTO REDACTOR:  J.L. GARCÍA RAMOS	
	EJEMPLAR APROBADO DEFINITIVAMENTE		PLANO N.º: <b>C.1</b>	
	PLANO DE: CATALOGO DE ELEMENTOS PROTEGIDOS LOCALIZACION DE ELEMENTOS PROTEGIDOS			



*Anteproyecto de nuevo  
puente en la N-631  
sobre el Embalse de Ricobayo*

ANEJO 8 :

ESTUDIO AMBIENTAL Y

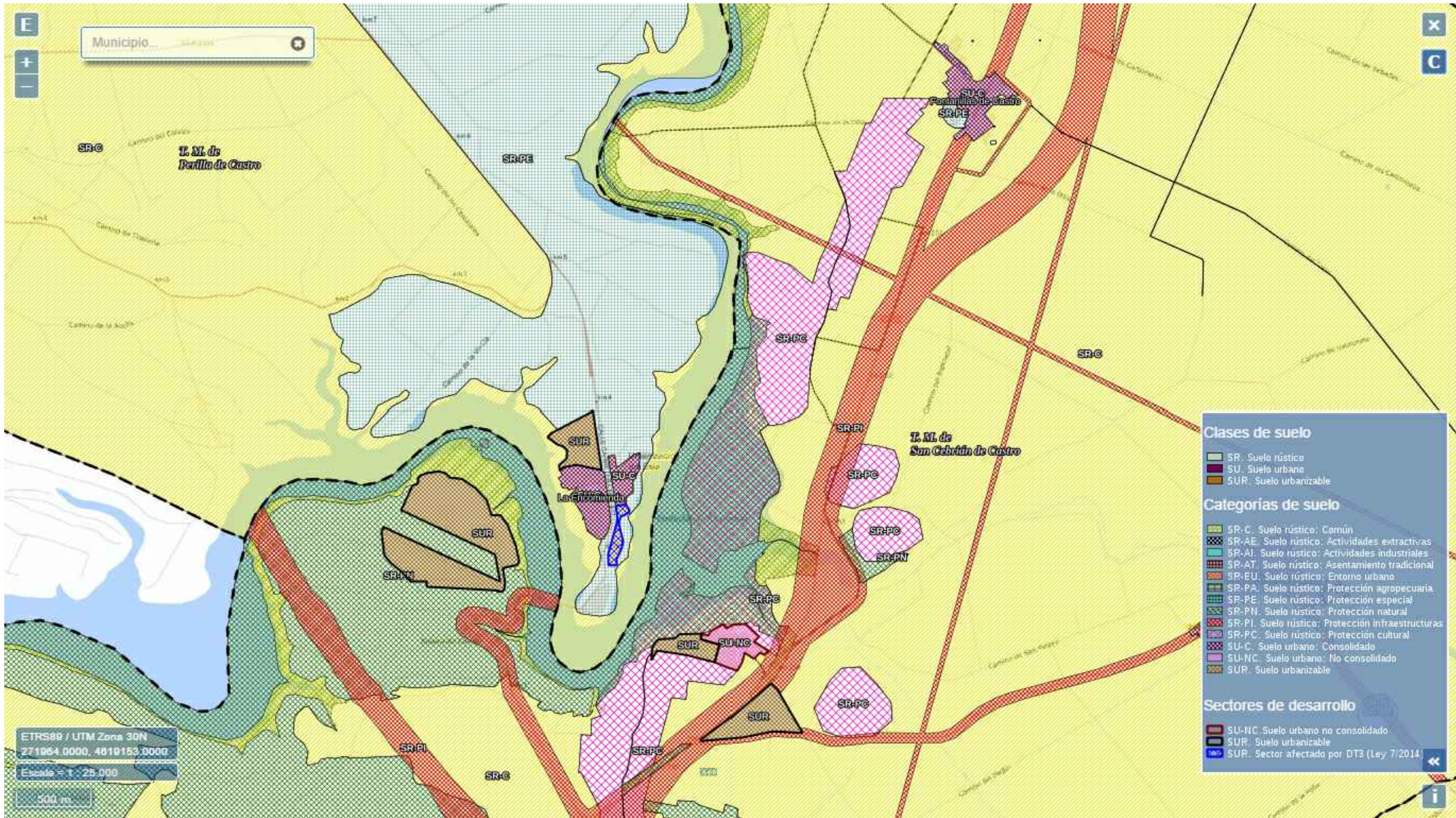
PROTECCIÓN DE PATRIMONIO

*Ángel Mateos Alonso  
15/16*

APÉNDICE 2 :

USOS DEL SUELO





AUTOR DEL PROYECTO  
  
 ÁNGEL MATEOS ALONSO

INGENIERO DE CAMINOS  
 TUTOR DEL PROYECTO  
 ARTURO ANTÓN CASADO

TÍTULO DEL PROYECTO  
 ANTEPROYECTO DE NUEVO  
 PUEBLO EN LA  
 N-631 SOBRE EL  
 EMBALSE DE RICOBAYO

FECHA  
 SEPTIEMBRE  
 2016

ESCALA

DESIGNACIÓN DEL PLANO

USOS DEL SUELO

Nº PLANO

HOJA DE



*Anteproyecto de nuevo  
puente en la N-631  
sobre el Embalse de Ricobayo*

*Ángel Mateos Alonso  
15/16*

ANEJO 10 :

ESTUDIO DEL TRÁFICO



## ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	3
2.	AFOROS .....	3
3.	NIVEL DE SERVICIO.....	4
3.1	CÁLCULO DE LA VELOCIDAD MEDIA (VM).....	4
3.1.1	CÁLCULO DE LA VELOCIDAD LIBRE (VL).....	4
3.1.2	CÁLCULO DE LA INTENSIDAD EQUIVALENTE DEL CARRIL CONSIDERADO.....	4
3.1.3	CÁLCULO DE LA INTENSIDAD EQUIVALENTE DEL CARRIL OPUESTO.....	5
3.1.4	CÁLCULO DEL FACTOR DE CORRECCIÓN POR EFECTO DE LAS PROHIBICIONES DE ADELANTAR....	5
3.2	CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE TIEMPO SIGUIENDO A OTRO VEHÍCULO (PTS).....	5
3.2.1	CÁLCULO DE LA INTENSIDAD EQUIVALENTE EN EL CARRIL CONSIDERADO.....	5
3.2.2	CÁLCULO DE LA INTENSIDAD EQUIVALENTE DEL CARRIL OPUESTO .....	5
3.2.3	CÁLCULO DEL FACTOR DE CORRECCIÓN POR EFECTO DE LAS PROHIBICIONES DE ADELANTAR ....	5
3.2.4	DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE TIEMPO SIGUIENDO BASE.....	5
3.3	COMPROBACIÓN DE QUE NO SE ALCANZA EL NIVEL DE SERVICIO F.....	5
3.4	CÁLCULO DEL NIVEL DE SERVICIO .....	5
3.5	AÑO HORIZONTE.....	6
4.	CARRIL ADICIONAL.....	6
5.	ESTACIONALIDAD.....	6



## 1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se estudiará el tráfico que soporta la N-631 principalmente en las inmediaciones del actual Puente de la Estrella, comenzando en el PK 0+00 hasta el PK 14+400 a la altura de Pozuelo de Tábara. Además, se hará un pequeño estudio de la evolución en los años futuros.

## 2. AFOROS

Dado que la N-631 es una vía de titularidad del Ministerio de Fomento se han utilizado los datos facilitados por el mismo. Para conocer una estimación fidedigna de la intensidad que circula por la vía se recurre al Mapa de Tráfico del año 2014 además del XIII estudio Euro RAP en España: programa europeo de valoración de carreteras.

El tramo de estudio, comprendido entre el comienzo de la N-631, en el cruce con la N-630, y la localidad de Pozuelo de Tábara, posee una longitud aproximada de 14,4 km, y en él se registra una Intensidad Media Diaria (IMD) de aproximadamente 3200 vehículos al día con un porcentaje de 9.5% de vehículos pesados según los datos del estudio elaborado por la Real Automóvil Club de Cataluña de evaluación de carreteras Euro RAP en España del año 2015 y los datos recogidos por la estación ZA-122-1 situada al comienzo de la N-631, en el año 2014. Además, se han tenido en cuenta los datos proporcionados por otras estaciones de aforo que se encuentran a lo largo de la vía como son la ZA-243-3 o la ZA-221-3.

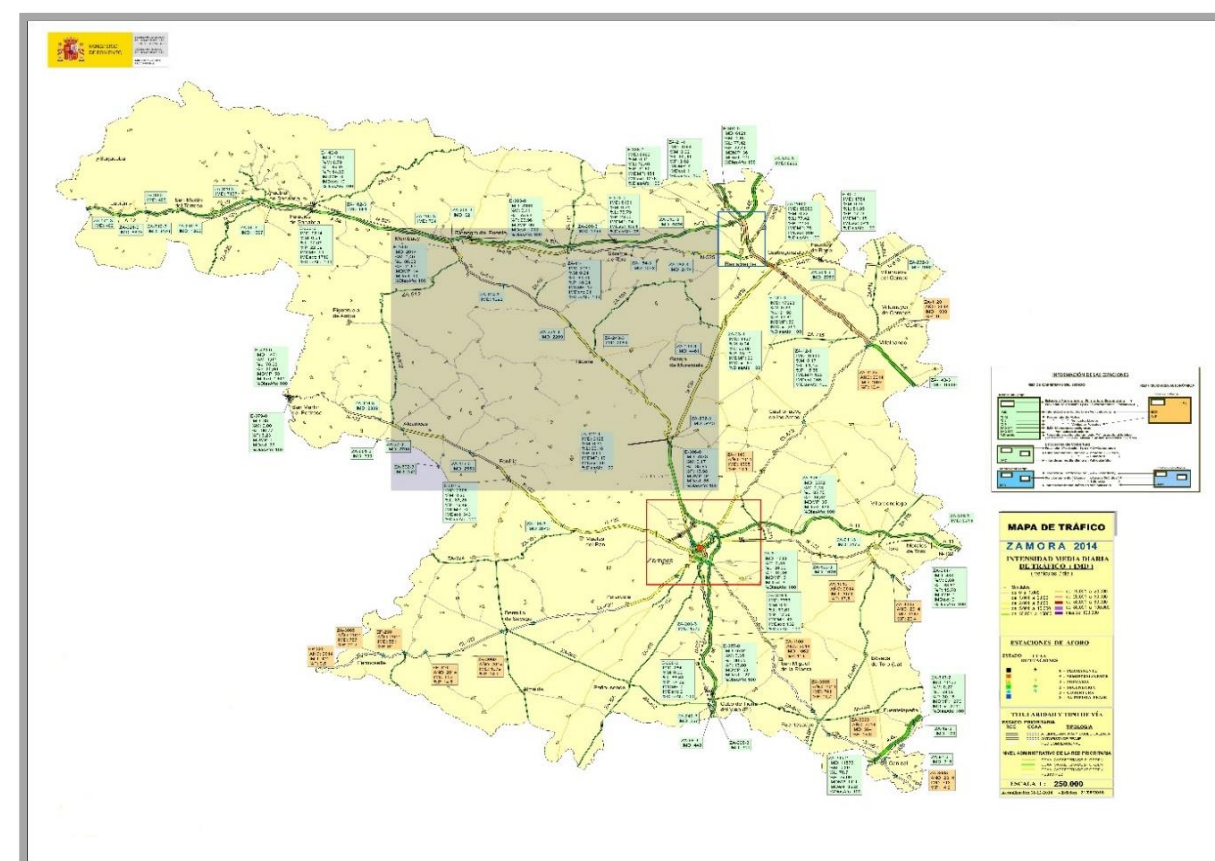


Figura 4. Mapa de Tráfico de la provincia de Zamora. Fuente: Ministerio de Fomento

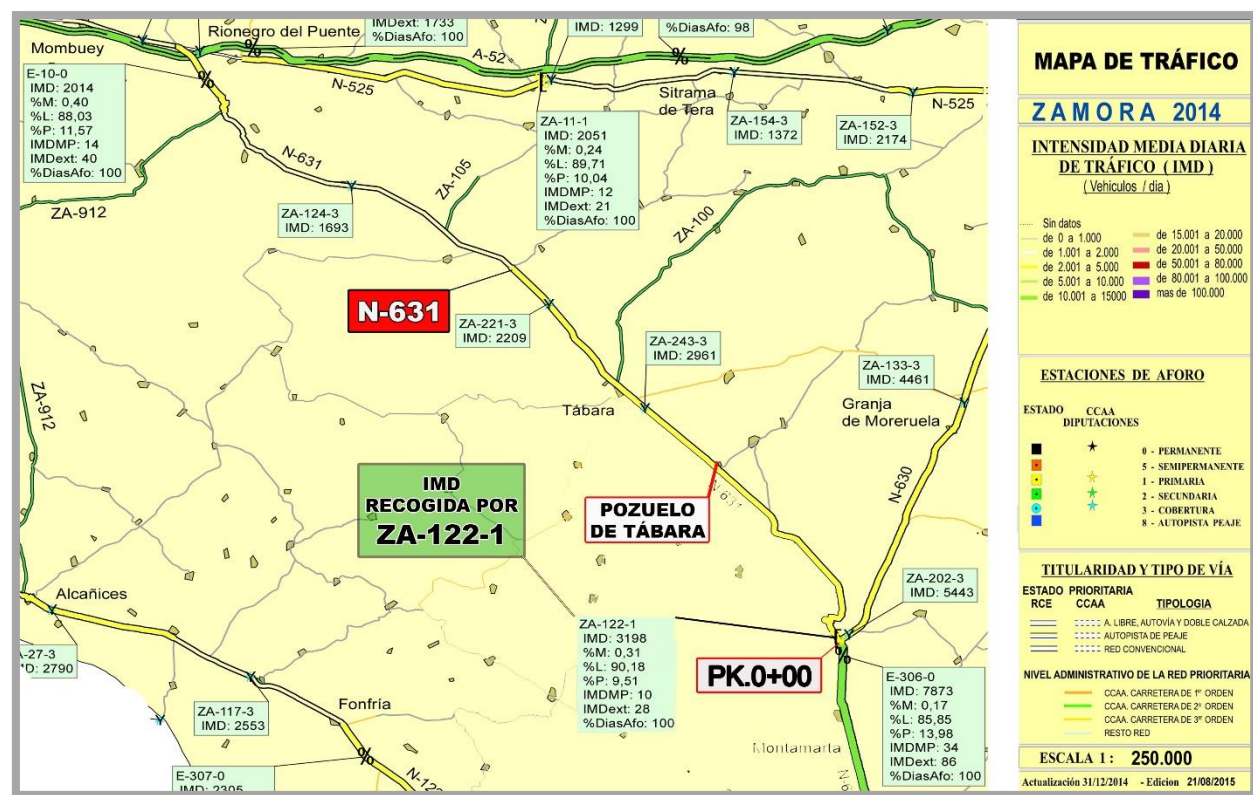


Figura 5. Mapa de Tráfico de la N-631. Fuente: Ministerio de Fomento

### 3. NIVEL DE SERVICIO

La N-631 es una carretera convencional C-100, de calzada única con un carril en cada sentido. Se distinguen dos subtipos:

- Clase I: función principal de movilidad.
- Clase II: función principal de accesibilidad.

Esta variante se incluye dentro del primer grupo (Clase I), por lo que para estimar el nivel de servicio será necesario calcular la velocidad media de recorrido y el porcentaje de tiempo siguiendo a otro vehículo (PTS).

Ante la imposibilidad de obtener más datos se han supuesto algunos de los parámetros necesarios para obtener el nivel de servicio de la vía. Las hipótesis que se han tomado se basan en el análisis de tramos no ideales y son las siguientes:

- Reparto del tráfico: 60/40
- Accesos: 13 accesos/km
- % sin adelantamiento: 40% (terreno ondulado)
- Factor Hora Punta (FHP): 0.88
- Vehículos pesados:  $P_t=0.1$ ;  $P_r=0.05$

#### 3.1 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD MEDIA (VM)

La Velocidad Media se calcula con la siguiente fórmula:

$$VMd = VLd - 0,00776(Ieqd_{VM} + Ieqo_{VM}) - fpa_{VM} = 62.95 \text{ millas/h}$$

##### 3.1.1 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD LIBRE (VL)

La Velocidad Libre se calcula con la siguiente fórmula:

$$VL = VLb - f_{aca_{VM}} - f_{a_{VM}} = 67.11 \text{ millas/h}$$

- VLb: Velocidad Libre Básica (100 km/h)
- $f_{aca_{VM}}$ : factor corrector por anchura de carril (3 millas/h)
- $f_{a_{VM}}$ : factor corrector por anchura del arcén (2 millas/h)

##### 3.1.2 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD EQUIVALENTE DEL CARRIL CONSIDERADO

La Intensidad Equivalente se calcula con la siguiente fórmula:

$$Ieqd_{VM} = \frac{I_d}{FHP \times f_{vpd_{VM}} \times f_{vpd_{VM}}} = 396 \text{ coches/h}$$

- $I_d$ : Intensidad en vehículos reales (288 coches/h)
- FHP: factor de hora punta (0.88)
- $f_{vpd_{VM}}$ : factor por efecto del trazado y del terreno (0.94)
- $f_{vpd_{VM}}$ : factor por vehículos pesados y de recreo (0.88)



### 3.1.3 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD EQUIVALENTE DEL CARRIL OPUESTO

La Intensidad Equivalente se calcula con la siguiente fórmula:

$$I_{eqoVM} = \frac{I_o}{FHP \times f_{ioVM} \times f_{vpoVM}} = 288 \text{ coches/h}$$

- $I_o$ : Intensidad en vehículos reales (192 coches/h)
- FHP: factor de hora punta (0.88)
- $f_{ioVM}$ : factor por efecto del trazado y del terreno (0.81)
- $f_{vpoVM}$ : factor por vehículos pesados y de recreo (0.84)

### 3.1.4 CÁLCULO DEL FACTOR DE CORRECCIÓN POR EFECTO DE LAS PROHIBICIONES DE ADELANTAR

Dado que en el trazado tenemos un porcentaje del 40% en el cual no está permitido adelantar, por estar en un terreno ondulado; y con una intensidad equivalente de vehículos ( $I_{eqv} = I_{eqdVM} + I_{eqoVM}$ ) de 718 veh/h, se obtiene un  $fpa_{VM} = 3.61$  millas/h.

### 3.2 CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE TIEMPO SIGUIENDO A OTRO VEHÍCULO (PTS)

$$PTSd = \left( \frac{I_{eqdPTS}}{I_{eqdPTS} + I_{eqoPTS}} \right) \cdot fpa_{VM} + PTSBd = 59.75\%$$

#### 3.2.1 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD EQUIVALENTE EN EL CARRIL CONSIDERADO

La Intensidad Equivalente se calcula con la siguiente fórmula:

$$I_{eqdPTS} = \frac{I_d}{FHP \times f_{idPTS} \times f_{vpdPTS}} = 334 \text{ coches/h}$$

- $I_d$ : Intensidad en vehículos reales (288 veh/h)
- FHP: factor de hora punta (0.88)
- $f_{idPTS}$ : factor por efecto del trazado y del terreno (0.98)
- $f_{vpdPTS}$ : factor por vehículos pesados y de recreo (1)

#### 3.2.2 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD EQUIVALENTE DEL CARRIL OPUESTO

La Intensidad Equivalente se calcula con la siguiente fórmula:

$$I_{eqoPTS} = \frac{I_o}{FHP \times f_{ioPTS} \times f_{vpoPTS}} = 192 \text{ coches/h}$$

- $I_o$ : Intensidad en vehículos reales (192 veh/h)
- FHP: factor de hora punta (0.88)
- $f_{ioPTS}$ : factor por efecto del trazado y del terreno (0.93)
- $f_{vpoPTS}$ : factor por vehículos pesados y de recreo (0.94)

### 3.2.3 CÁLCULO DEL FACTOR DE CORRECCIÓN POR EFECTO DE LAS PROHIBICIONES DE ADELANTAR

Dado que en el trazado tenemos un porcentaje del 40% en el cual no está permitido adelantar, por estar en un terreno ondulado, un reparto del tráfico 60/40 y con una intensidad equivalente de vehículos ( $I_{eqPTS} = I_{eqdPTS} + I_{eqoPTS}$ ) de 586 veh/h, se obtiene un  $fpa_{VM} = 50.45\%$ .

### 3.2.4 DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE TIEMPO SIGUIENDO BASE

$$PTSB_d = 100 \cdot \left[ 1 - e^{-a \cdot I_{eqdPTS} \cdot b} \right] = 30.83\%$$

- $PTSB_d$ : porcentaje de tiempo siguiendo base en el sentido considerado (%)
- $I_{eqdPTS}$ : intensidad equivalente a efectos de cálculo del PTS en el sentido considerado (coches/h)
- $a$  y  $b$ : Coeficientes tabulados (-0.0014 y 0.963)

### 3.3 COMPROBACIÓN DE QUE NO SE ALCANZA EL NIVEL DE SERVICIO F

- **Comprobación en ambos sentidos:** Dado que  $I_{eqVM} = 718$  coches/h y  $I_{eqPTS} = 586$  coches/h, se cumple que no se alcanza el **NIVEL DE SERVICIO F**, ya que la capacidad de  $C = 3200$  coches/h no es superada en ninguno de los casos.
- **Comprobación en el sentido más cargado:** Dado que  $I_{eqdVM} = 396$  coches/h y  $I_{eqPTS} = 334$  coches/h, se cumple que no se alcanza el **NIVEL DE SERVICIO F**, ya que la capacidad de  $C = 1700$  coches/h no es superada en ninguno de los casos.

### 3.4 CÁLCULO DEL NIVEL DE SERVICIO

Para calcular el Nivel de Servicio se acude al Manual de Capacidad, concretamente a la tabla 8.19. Con los datos obtenidos anteriormente:

- CLASE I
- VM = 62.95 millas/h
- PTSd = 59.75 %

NS	VM (millas/h)	PTS (%)	PTS (%)	PVL (%)
	<b>Class I Highways</b>		<b>Class II Highways</b>	<b>Class III Highways</b>
LOS	ATS (mi/h)	PTSF (%)	PTSF (%)	PFFS (%)
A	>55	≤35	≤40	>91.7
B	>50-55	>35-50	>40-55	>83.3-91.7
C	>45-50	>50-65	>55-70	>75.0-83.3
D	>40-45	>65-80	>70-85	>66.7-75.0
E	≤40	>80	>85	≤66.7
	CLASE I		CLASE II	CLASE III



Tal como se puede apreciar en la tabla anterior, y dado que entre los valores proporcionados debemos escoger el más desfavorable, tenemos un **NIVEL DE SERVICIO C**.

### 3.5 AÑO HORIZONTE

Consideramos el año de la puesta en servicio del nuevo trazado en 2020 y como año horizonte el 2040 (2 años después de la puesta en servicio).

$$IMD^{2040} = IMD^{2020} \times (1 + r)^n$$

Teniendo en cuenta los datos obtenidos de las distintas estaciones de aforo, y como han variado los datos de éstas, podemos suponer una tasa de crecimiento del tráfico de entorno al 2%, obteniéndose una IMD de 5352 vehículos/día en el año horizonte.

Al rehacer los cálculos hechos anteriormente, comprobaremos el Nivel de Servicio que presentará la carretera en el año horizonte. A continuación, se exponen los resultados obtenidos, ya que el procedimiento es totalmente análogo al anterior:

- VM= 63.07 millas/h
- PTS= 75.72%

De esta forma obtenemos un **NIVEL DE SERVICIO D**.

### 4. CARRIL ADICIONAL

La norma 3.1-IC de Trazado establece que "en carreteras de calzada única se ampliará la plataforma si la velocidad del vehículo pesado tipo en la rampa o pendiente disminuye por debajo de cuarenta kilómetros por hora (40 km/h) (calculada de acuerdo con las curvas de la figura 7.1) en coincidencia con una disminución del nivel de servicio, en dicha rampa o pendiente, en dos (2) niveles respecto al existente en los tramos adyacentes".

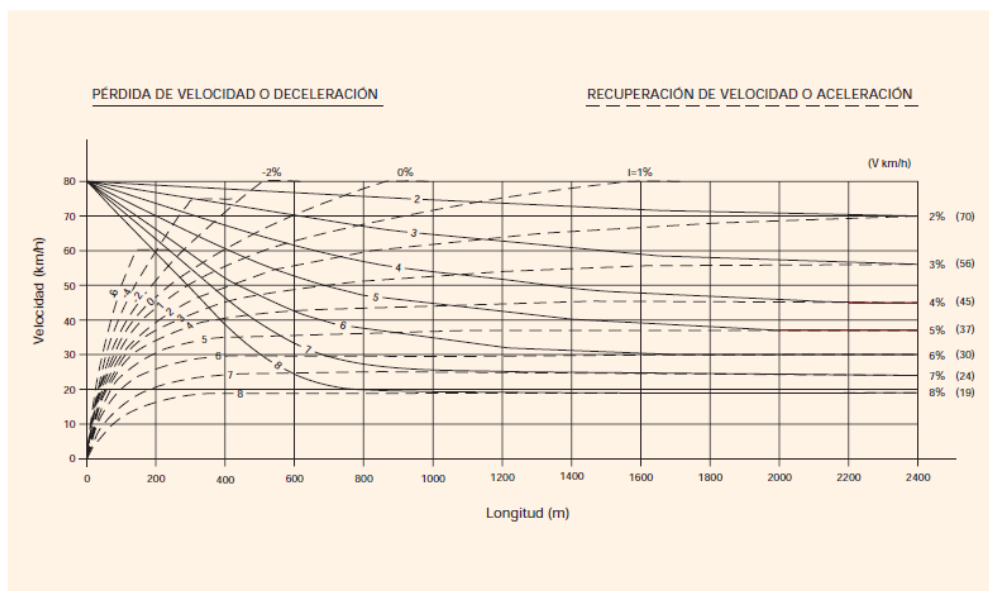


FIGURA 7.1. VARIACIÓN DE LA VELOCIDAD DEL VEHÍCULO PESADO

Atendiendo a la tabla anterior, no será necesario disponer de un carril adicional. La zona más conflictiva es donde nos encontramos una pendiente de 3.92% en el PK 2+700 pero la longitud de este tramo es de alrededor de 400 m.

### 5. ESTACIONALIDAD

Al observar los datos mensuales proporcionados por el Ministerio de Fomento relativo a las estaciones Primarias, podemos observar ciertos fenómenos en la estación que se encuentra más próxima a nuestra zona de proyecto.

**ESTACIONES PRIMARIAS (RED SIN PEAJE)** (ordenado alfabeticamente por provincia y número de estación)

Estación	Prov	Vía	PK	T	Crec. % (3)												IMD	Obs
					ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC		
ZA-122-1	ZA	N-631	0,36	L	2.252	2.084	2.524	2.821	2.776	2.958	3.470	5.052	3.249	2.782	2.534	2.109	2.884	1.3
				P	222	245	278	304	310	381	375	320	329	306	275	306	304	-13.6
				T	2.482	2.337	2.810	3.134	3.094	3.349	3.856	5.389	3.589	3.097	2.816	2.422	3.198	-0.3

Lo más resaltante, es que en los meses estivales, especialmente el mes de Agosto, se produce un gran incremento en la IMD, casi doblando los datos de los meses de invierno. Esto es entendible, ya que la principal zona de veraneo de la población zamorana es el lago de Sanabria, así como a la época de romerías y fiestas patronales de las localidades de la provincia.

El porcentaje de vehículos pesados se mantiene más o menos constante, incrementándose en los meses de verano, pero no de una forma muy notable.

Por lo tanto, el trazado debe diseñarse para la época estival, la cuál es la más desfavorable, ya que la IMD es mayor.



*Anteproyecto de nuevo  
puente en la N-631  
sobre el Embalse de Ricobayo*

*Ángel Mateos Alonso  
15/16*

ANEJO 11 :

FIRMES





## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	3
2. CARACTERÍSTICAS DEL TRÁFICO PESADO.....	3
3. EXPLANADA.....	4
3.1 FORMACIÓN DE LA EXPLANADA.....	4
3.2 MATERIALES PARA LA FORMACIÓN DE LA EXPLANADA.....	4
4. SECCIONES DE FIRMES .....	5
4.1 SELECCIÓN DE LAS SECCIONES DE FIRMES .....	5
4.2 MATERIALES PARA LAS SECCIONES DE FIRME .....	6
4.2.1 MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE .....	6
5. SECCIONES TIPO .....	7
5.1 SECCIÓN TIPO EN TERRENO.....	7
5.2 SECCIÓN TIPO EN ESTRUCTURA .....	7



## 1. INTRODUCCIÓN

En el presente Anejo se recoge la justificación de la elección del paquete de firmes de carretera a disponer, así como la definición de las capas que lo conforman. Para ello se ha tenido en cuenta fundamentalmente la información contenida en la Norma 6.1-IC "Secciones de firme", publicada por el Ministerio de Fomento. Se ha consultado también el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes PG-3.

## 2. CARACTERÍSTICAS DEL TRÁFICO PESADO

La estructura del firme, deberá adecuarse, entre otros factores, a la acción prevista del tráfico, fundamentalmente del más pesado, durante la vida útil del firme. Por ello, la sección estructural del firme dependerá en primer lugar de la intensidad media diaria de vehículos pesados que se prevea en el carril de proyecto en el año de puesta en servicio. Dicha intensidad se utilizará para establecer la categoría de tráfico pesado.

Para evaluarla se partirá de los aforos, de la proporción de vehículos pesados y de otros datos disponibles. Se tendrá en cuenta especialmente el tráfico inducido y el generado en los meses siguientes a la puesta en servicio, ya que la experiencia pone de manifiesto que puede llegar a modificar la categoría de tráfico pesado inicialmente considerada.

A los efectos de aplicación de la Norma 6.1-IC, se definen ocho categorías de tráfico pesado, según la IMDp que se prevea para el carril de proyecto en el año de puesta en servicio:

TABLA 1.A. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T00 A T2				
CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T00	T0	T1	T2
IMDp (vehículos pesados/día)	≥ 4 000	< 4 000 ≥ 2 000	< 2 000 ≥ 800	< 800 ≥ 200

TABLA 1.B. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T3 Y T4				
CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T31	T32	T41	T42
IMDp (vehículos pesados/día)	< 200 ≥ 100	< 100 ≥ 50	< 50 ≥ 25	< 25

Fuente: Norma 6.1 IC: SECCIONES DE FIRMES

A partir de los datos de las estaciones de aforo que ya aparecen reflejadas en el Anejo N°9: Tráfico, se puede calcular la IMDp, así como estimar una tasa de crecimiento de la misma. En la estación más próxima, la estación ZA-122-1 en el PK. 0+360, en el año 2014 tenemos una IMDp de 304 vehículos pesados/día, con una tasa de crecimiento anual de 1.7%. De esta forma en el año horizonte marcado en el Anejo N°9: Estudio del Tráfico tendremos:

$$\text{IMDp } 2020, \text{ año de puesta en servicio } \quad \text{IMD}_p^{2020} = \text{IMD}_p^{2014} \times (1 + 0,015)^6 = 328$$

$$\text{IMDp } 2040, \text{ año horizonte } \quad \text{IMD}_p^{2040} = \text{IMD}_p^{2020} \times (1 + 0,015)^{20} = 425$$

A la vista de las IMDp obtenidas para el año de puesta en servicio y el año horizonte del trazado y, atendiendo a la tabla anterior, nos encontramos con una **Categoría de Tráfico Pesado T2**.



### 3. EXPLANADA

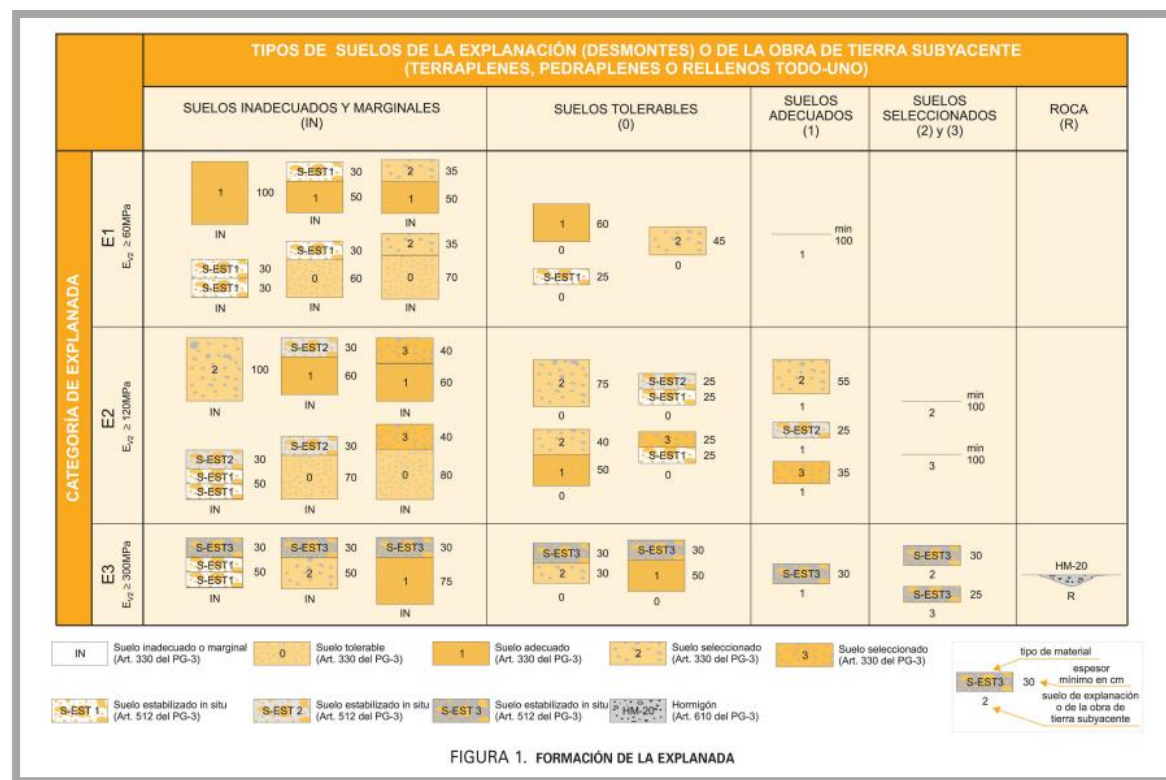
#### 3.1 FORMACIÓN DE LA EXPLANADA

A los efectos de definir la estructura del firme en cada caso, se establecen tres categorías de explanada, denominadas respectivamente E1, E2 y E3. Estas categorías se determinan según el módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga (Ev2), obtenido de acuerdo con la NLT-357 "Ensayo de carga con placa".

CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1	E2	E3
$E_{v2}$ (MPa)	$\geq 60$	$\geq 120$	$\geq 300$

Fuente: Norma 6.1 IC: SECCIONES DE FIRMES

La formación de las explanadas de las distintas categorías se recoge en la figura 1 de la Norma 6.1-IC, dependiendo del tipo de suelo de la explanación o de la obra de tierra subyacente, y de las características y espesores de los materiales disponibles.



Fuente: Norma 6.1 IC: SECCIONES DE FIRMES

Según los materiales que hay en la zona de proyecto podemos determinar que la categoría de la explanada es E2.

#### 3.2 MATERIALES PARA LA FORMACIÓN DE LA EXPLANADA

Los materiales indicados para la formación de la explanada son los siguientes:

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

(\*) El CBR se determinará de acuerdo con las condiciones especificadas de puesta en obra, y su valor se empleará exclusivamente para la aceptación o rechazo de los materiales utilizables en las diferentes capas, de acuerdo con la figura 1.  
(\*\*) En la capa superior de las empleadas para la formación de la explanada, el suelo adecuado definido como tipo 1 deberá tener, en las condiciones de puesta en obra, un CBR  $\geq 6$  y el suelo seleccionado definido como tipo 2 un CBR  $\geq 12$ . Asimismo, se exigirán esos valores mínimos de CBR cuando, respectivamente, se forme una explanada de categoría E1 sobre suelos tipo 1, o una explanada de categoría E2 sobre suelos tipo 2.

Fuente: Norma 6.1 IC: SECCIONES DE FIRMES

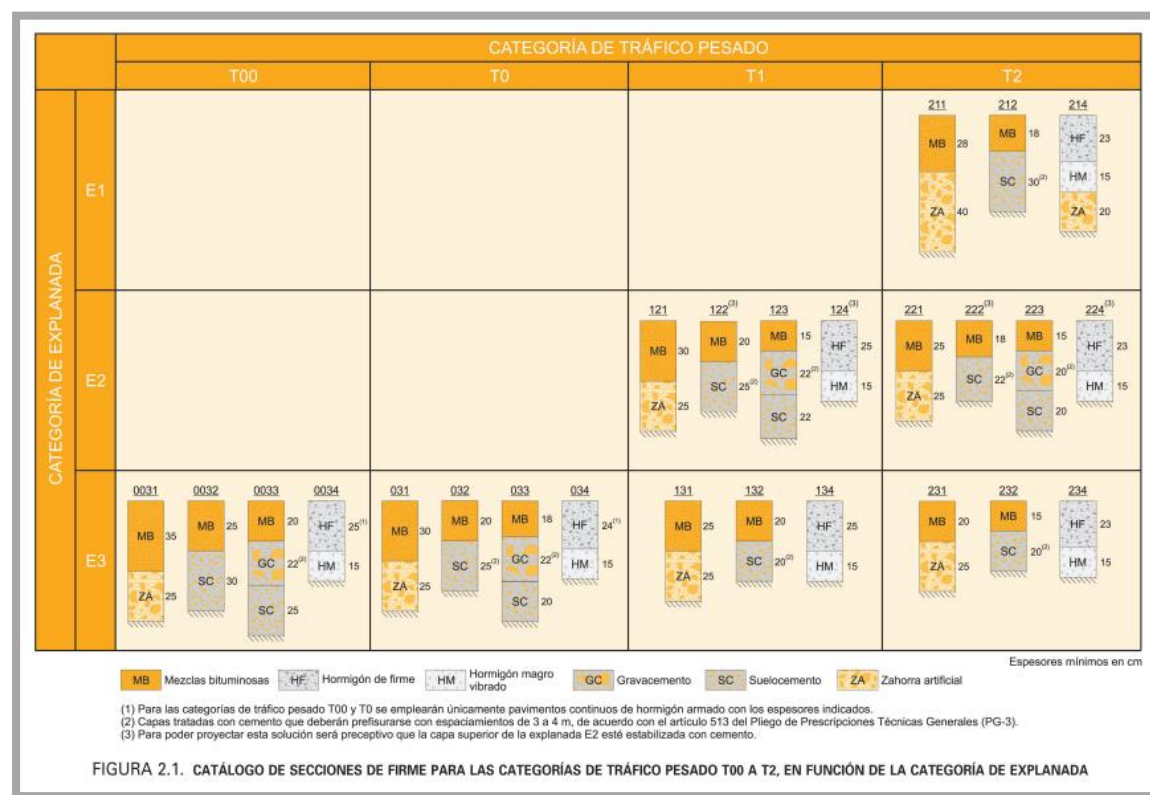


4. SECCIONES DE FIRMES

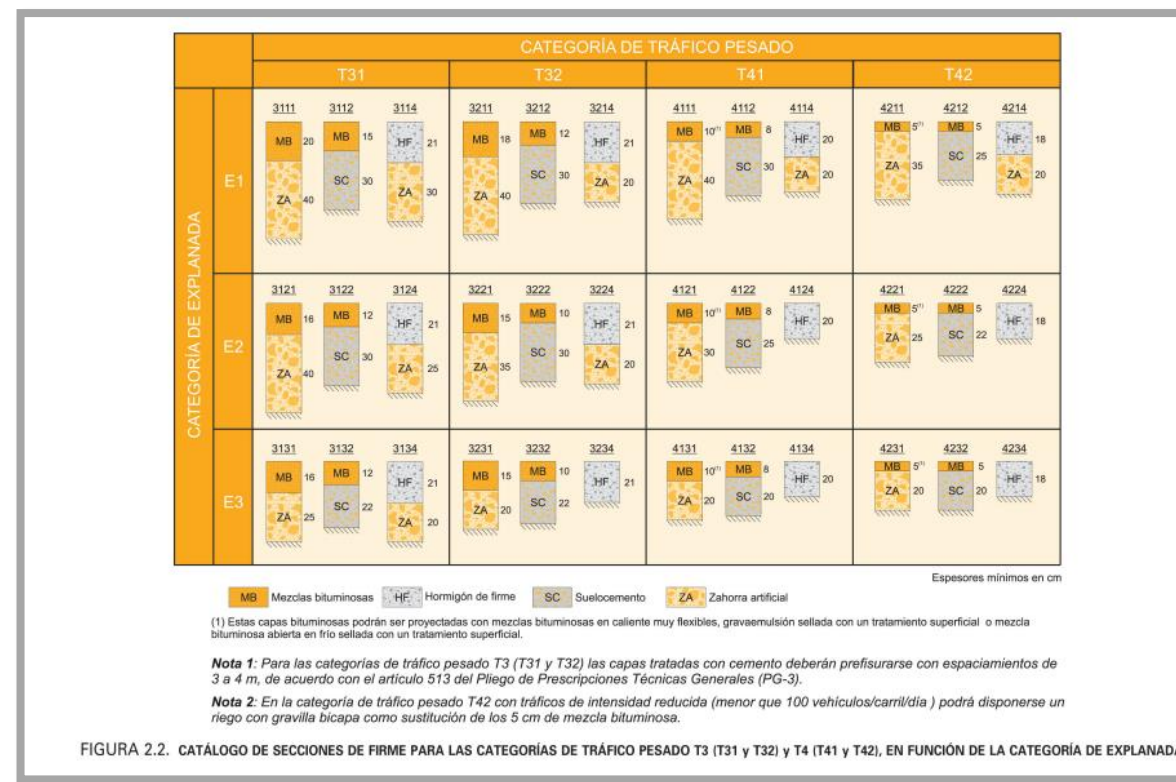
4.1 SELECCIÓN DE LAS SECCIONES DE FIRMES

En la Norma 6.1-IC se ha optado, para el dimensionamiento de las secciones de firme, por el procedimiento más generalizado entre las Administraciones de Carreteras. Se basa, fundamentalmente, en las relaciones, en cada tipo de sección estructural, entre las intensidades de tráfico pesado y los niveles de deterioro admisibles al final de la vida útil.

A continuación, se recogen las secciones de firme propuestas en dicha norma según la categoría de tráfico pesado y la categoría de explanada. Entre las posibles soluciones se seleccionará en cada caso concreto la más adecuada técnica y económicamente. Todos los espesores de capa señalados se considerarán mínimos en cualquier punto de la sección transversal del carril de proyecto.



Fuente: Norma 6.1 IC: SECCIONES DE FIRMES



Fuente: Norma 6.1 IC: SECCIONES DE FIRME

Por tratarse principalmente de una explanada E2 y considerando categoría de tráfico pesado T2, se podrían utilizar las secciones de firme 221, 222, 223 y 224. Para mantener la continuidad de materiales de rodadura con las vías circundantes, se ha descartado el uso de un pavimento de hormigón. Asimismo, aunque los suelocementos ofrecen ventajas como la colocación in situ, se ha optado por utilizar la sección de zahorra y mezcla bituminosa, que ofrecen una fácil puesta en obra y un menor coste económico. Por tanto, la sección empleada será la 221 que consta de 25 centímetros de mezcla bituminosa sobre 25 centímetros de zahorra.

Para las secciones situadas sobre el puente y los pasos inferiores proyectados, hay que tener en cuenta el artículo 3.1.2 de la IAP-11, "Cargas Muertas", en el que se indica que el espesor máximo del pavimento bituminoso proyectado y construido sobre tableros de puentes, incluida la perceptiva capa de impermeabilización y la eventual capa de regularización, no será en ningún caso superior a 10 cm.



4.2 MATERIALES PARA LAS SECCIONES DE FIRME

A continuación, se relacionan los posibles materiales a utilizar en las secciones de firme:

**TABLA 5. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES DE FIRME**

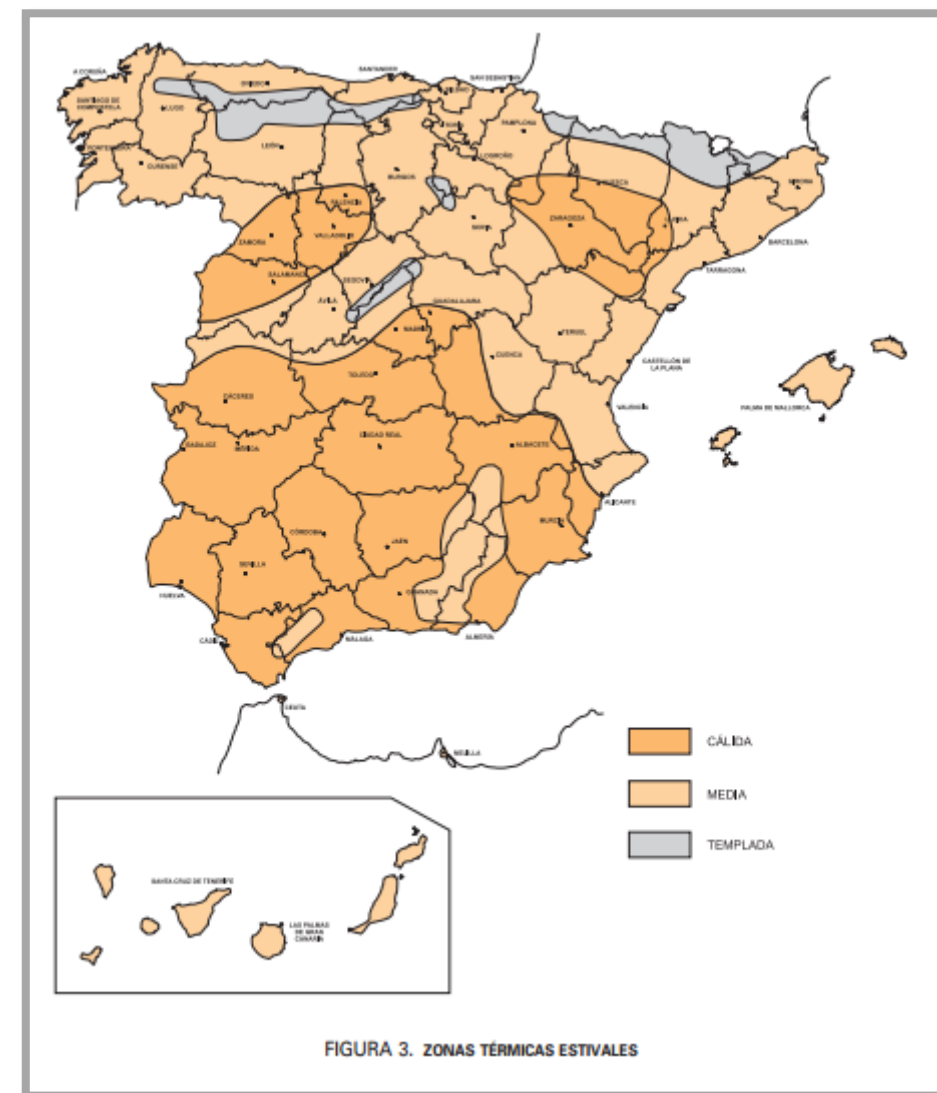
MATERIAL	COEFICIENTE DE EQUIVALENCIA	LEY DE FATIGA	PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS
Mezclas bituminosas en caliente (D, S y G)	1	$\epsilon_r = 6,925 \cdot 10^{-3} \cdot N^{-0,27243}$	— Ver apartados 6.2.1.1 y 6.2.1.2.
Mezclas bituminosas discontinuas en caliente (M y F)	1	—	— Ver apartados 6.2.1.1 y 6.2.1.2.
Mezclas bituminosas drenantes (PA)	1	—	— Ver apartados 6.2.1.1 y 6.2.1.2.
Mezclas bituminosas abiertas en frío (AF)	1 (*)	—	— Sólo se podrán emplear para T4 (T41 y T42). En capa de rodadura se recomienda sellar con un tratamiento superficial.
Mezclas bituminosas de alto módulo (MAM)	1,25	$\epsilon_r = 6,617 \cdot 10^{-3} \cdot N^{-0,27243}$	— Ver apartados 6.2.1.1 y 6.2.1.3.
Pavimento de hormigón	—	—	— Ver apartado 6.2.3.
Materiales tratados con cemento	—	Gravacemento $\frac{\sigma_r}{R_f} = 1 - 0,065 \cdot \log N$	— Espesor mínimo: 20 cm. — Espesor máximo: • 25 cm para gravacemento. • 30 cm para suelocemento. — Ver apartado 6.2.2.
		Suelocemento $\frac{\sigma_r}{R_f} = 1 - 0,080 \cdot \log N$	
Gravaemulsión	0,75	Ley específica	— Espesor de capa: • Para T00 a T1: No admisible. • Para T2 a T4: 6 a 12 cm.
Gravaescoria	Material equivalente a la gravacemento, a la que podrá sustituir en algún tipo de soluciones.		— Espesor mínimo: 15 cm. — Espesor máximo: 30 cm.
Zahorra artificial	0,25	$\epsilon_z = 2,16 \cdot 10^{-2} \cdot N^{0,28}$	— Espesor mínimo: 20 cm (15 cm en arcenes y en secciones 3221 y 4211). — Espesor máximo: 30 cm.
Macadam	Material equivalente a la zahorra artificial, que se aplicará en algún tipo de soluciones.		— Espesor mínimo: 20 cm (15 cm en arcenes). — Espesor máximo: 30 cm.

*N*: número de ejes equivalentes de 128 kN (13 t).  
*z*: deformación unitaria ( $\epsilon_r$  = radial de tracción, y  $\epsilon_z$  = vertical de compresión).  
 $\sigma_r$ : tensión de tracción en MPa.  
*R<sub>f</sub>*: resistencia a flexotracción del material en MPa.  
 (\*) Coeficiente aplicable exclusivamente en la categoría de tráfico pesado T42.

Fuente: Norma 6.1 IC: SECCIONES DE FIRME

4.2.1 MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE

Para la elección del tipo de ligante bituminoso se tendrá en cuenta la zona térmica estival definida en la figura siguiente, que para el lugar de las actuaciones resulta ser zona media.



Fuente: Norma 6.1 IC: SECCIONES DE FIRME

Los espesores de cada capa vendrán determinados por los valores dados en la tabla siguiente. Salvo justificación en contrario las secciones de firme se proyectarán con el menor número de capas posible compatible con los valores de dicha tabla, al objeto de proporcionar una mayor continuidad estructural del firme.



**TABLA 6. ESPESOR DE CAPAS DE MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE**

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

(\*) Ver definiciones en tabla 5 o artículos 542 y 543 del PG-3.  
(\*\*) Salvo en arcenes, para los que se seguirá lo indicado en el apartado 7.

Fuente: Norma 6.1 IC: SECCIONES DE FIRME 1

En las secciones en las que haya más de una capa de mezcla bituminosa el espesor de la capa inferior será mayor o igual al espesor de las superiores.

## 5. SECCIONES TIPO

De acuerdo con el artículo 542 del PG-3, se decide emplear, para una zona con temperatura estival cálida y categoría de tráfico pesado T2, un ligante bituminoso 35/50 para la calzada y 50/70 para arcenes.

### 5.1 SECCIÓN TIPO EN TERRENO

Conforme a lo expuesto se procede a definir la sección tipo a disponer:

- **Capa de Rodadura:** 5 cm de mezcla bituminosa en caliente AC16 surf 35/50 D
- **Riego de adherencia**
- **Capa Intermedia:** 5 cm de mezcla bituminosa en caliente AC22 bin 35/50 D
- **Riego de adherencia**
- **Capa base:** 15 cm de mezcla bituminosa en caliente AC 22 base 50/70 G
- **Riego de Imprimación**
- **Base granular:** 20 cm de zahorra ZA-20

### 5.2 SECCIÓN TIPO EN ESTRUCTURA

Conforme a lo expuesto se procede a definir la sección tipo a disponer:

- **Capa de Rodadura:** 5 cm de mezcla bituminosa en caliente AC16 surf 35/50 D
- **Riego de adherencia**
- **Capa Intermedia:** 5 cm de mezcla bituminosa en caliente AC22 bin 35/50 D



*Anteproyecto de nuevo  
puente en la N-631  
sobre el Embalse de Ricobayo*

*Ángel Mateos Alonso  
15/16*

ANEJO 12

ESTRUCTURAS



## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. ESTRUCTURA PUENTE.....	3
2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL.....	3
2.1.1 TABLERO.....	4
2.1.2 PILAS.....	4
2.1.3 PILA INCLINADA.....	4
2.1.4 ESTRIBOS.....	4
2.2 DIMENSIONAMIENTO.....	5
2.2.1 LUCES DE LOS VANOS.....	5
2.2.2 CANTO DE LA SECCIÓN.....	5
2.2.3 SECCIÓN.....	6
2.2.4 PILAS.....	6
2.2.5 ESTRIBOS.....	7
3. PASOS SUPERIORES.....	7
4. PASOS INFERIORES.....	8





## 1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo sirve para describir la tipología estructural adoptada para diseñar el nuevo puente sobre el Embalse de Ricobayo, el proceso constructivo adoptado, así como describir los pasos superiores e inferiores que se encuentran a lo largo del trazado de la carretera.

## 2. ESTRUCTURA PUENTE

### 2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

La estructura del puente se compone de 6 vanos con una longitud total de 334 m; los vanos que se encuentran en la zona de los estribos son de 47 metros de longitud, mientras que los otros 4 son de 60 metros. Estos constituyen un tablero continuo de sección cajón con canto continuo de 2.4 metros.

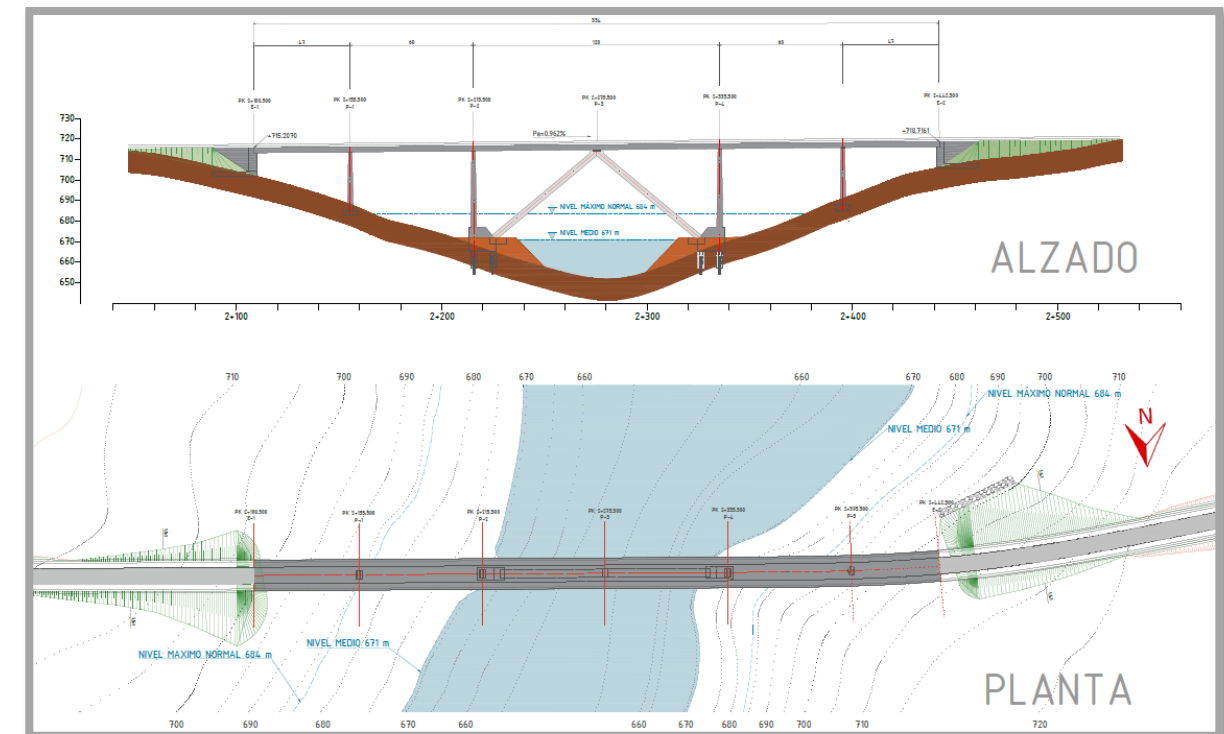


Ilustración 1: Alzado y planta de la estructura

El trazado en planta del puente discurre principalmente en recta, aproximadamente unos 280 m. A partir de entonces discurre por una clotoide de 49 m con un parámetro  $A=250$  y 5 m por una curva de  $R=600$  m.

La pendiente de la rasante en el puente es constante, 0.962%.

En la zona recta la calzada presenta un plano de bombeo de 2% a partir del eje de la carretera. En la clotoide el peralte alcanza un 3.47%, y ya en el estribo 2, situado en la curva, el peralte llega al 8%.

Las transiciones de peralte se ejecutan conforme a lo expuesto en la vigente normativa 3.1-IC.

La plataforma del puente consta de 2 carriles de 3.50 m de ancho, dos arcenes de 1.50 m y dos aceras de 1 m. Este conjunto forma una plataforma de 12 m de ancho, incluyendo todas las barreras de protección necesarias.



### 2.1.1 TABLERO

El tablero del puente es una sección cajón con voladizos a ambos lados. Posee un canto de 2.40 m. Se encuentra totalmente apoyado sobre las pilas que componen el puente. La base inferior es de 5 m de ancho, las alas de 2.15 m y las zonas de transición entre ambas de 1.60 m.

Sobre el tablero se dispondrán de una capa de rodadura de 5 cm de espesor, un riego de adherencia y una capa intermedia. Las aceras están a una mayor altura y con una pendiente negativa hacia el eje de la calzada del 2%, de tal forma que los sumideros se sitúan en los extremos de la calzada, recogiendo el agua de ésta y de las aceras.

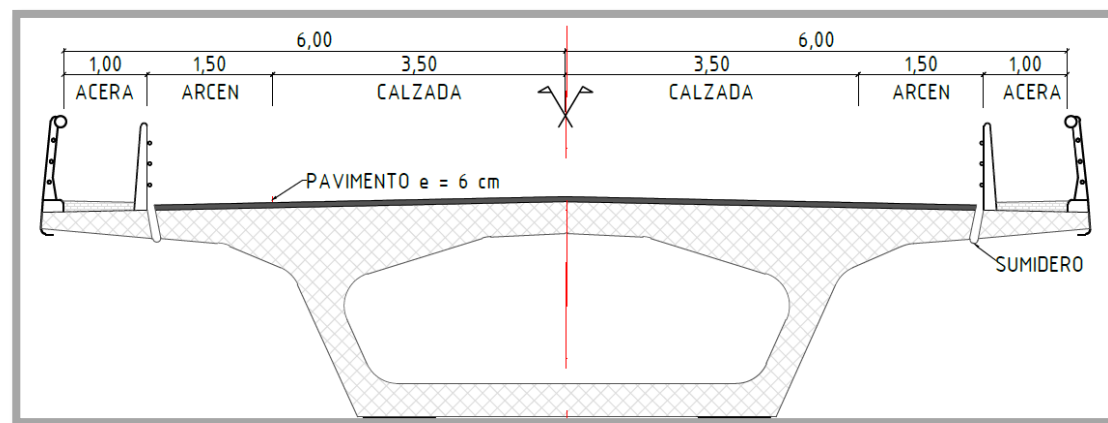


Ilustración 2: Tablero del puente

### 2.1.2 PILAS

Las pilas son de sección rectangular hueca. El canto para soportar momentos longitudinales es variable, comenzando en la base con 1.80 m de canto y rematando en la coronación con una sección maciza de 0.90 m de canto. Presenta un canto constante de 5 m para soportar momentos longitudinales.

Las pilas 1 y 5 se asientan sobre zapatas, mientras que las pilas 2 y 4 se asientan sobre encepados, ya que de ellos también nacen las dos pilas inclinadas que constituyen el apoyo N°3.

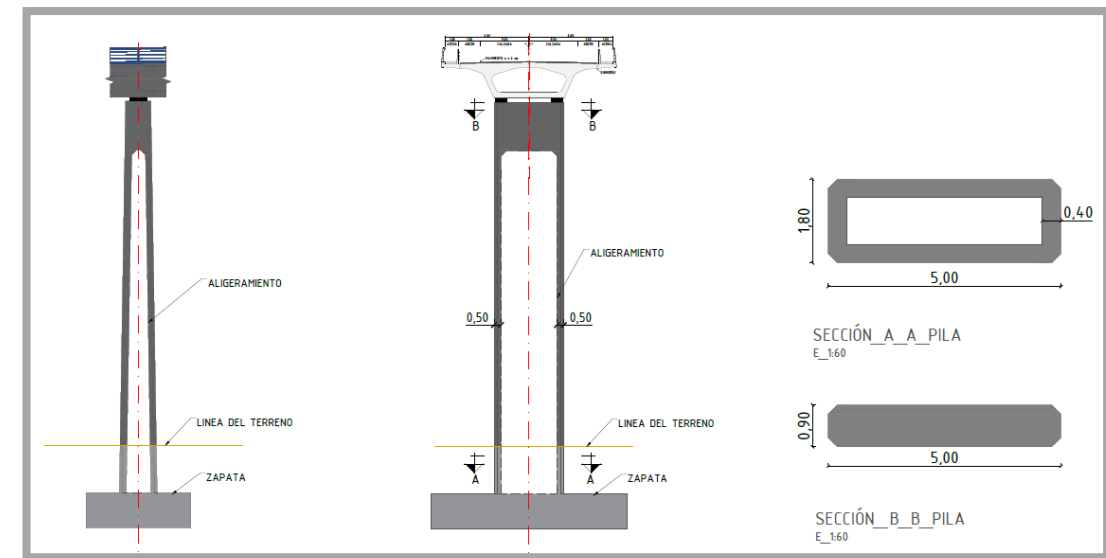


Ilustración 3: Pilas del puente

### 2.1.3 PILA INCLINADA

La pila inclinada, o también llamada arco triangular, constituye el tercer apoyo sobre el que se apoya el tablero. Esta pila está formada por dos segmentos, de sección rectangular hueca, con canto constante de 1.80 m para momentos longitudinales y de 5 m para momentos transversales. Éstas están asentadas sobre encepados de donde también arrancan las pilas 2 y 4.

### 2.1.4 ESTRIBOS

Los estribos en los que se asienta el puente son de tipo cerrado. El Estribo 1, situado al Este del puente presenta una altura de 14.17 m de altura, mientras que el Estribo 2, situado al Oeste del puente presenta una altura de 11.92 m.

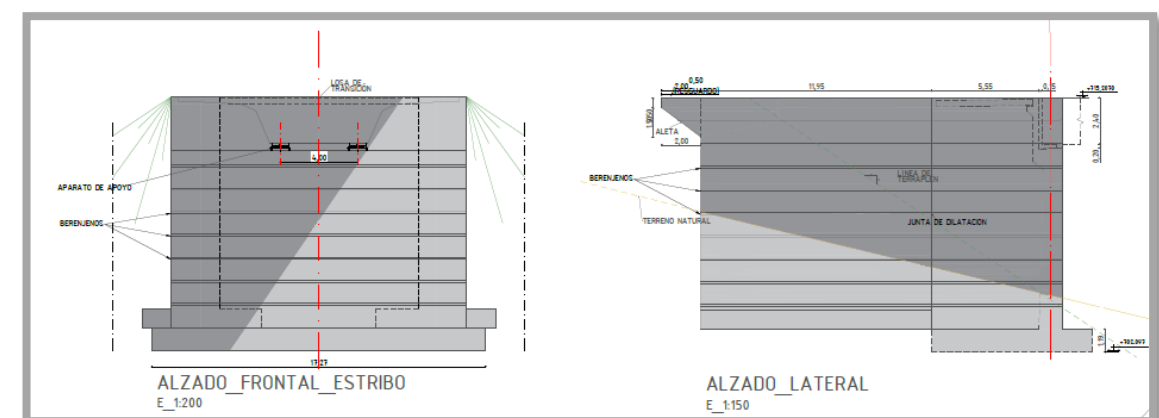


Ilustración 4: Estribos del puente



## 2.2 DIMENSIONAMIENTO

### 2.2.1 LUCES DE LOS VANOS

Para el diseño del puente se han seguido las recomendaciones de las instrucciones de construcción del Ministerio de Fomento, "Obras de paso de nueva construcción. Conceptos generales". En ellas se establecen una serie de instrucciones generales para el diseño y la ejecución de obras de paso como el puente que se está predimensionando.

El mayor inconveniente existente en el diseño es la luz libre sobre el embalse, que con su nivel máximo normal (685 m) alcanza los 211 m y los 134 m con su nivel medio (671 m). Por ello se decidió elegir una tipología que salvase una luz considerable. Con la escogida el vano formado por el arco triangular alcanza los 120 m, de tal forma que salva en gran medida la luz existente con el nivel medio del embalse.

Tras valorar distintos procesos constructivos, se vio que uno podría tener un buen funcionamiento sería la utilización de una autocimbra o cimbra autolanzable; por ello se decidió que las luces de los vanos fuesen superiores a los 40 m. Los vanos laterales son de 47 m, menores que los centrales para una mejor distribución de los esfuerzos en el tablero.

A pesar de que el arco triangular se asienta sobre el vaso del embalse, invadiendo parte de éste, sigue siendo una opción que proporciona una gran luz del puente sobre el embalse.

### 2.2.2 CANTO DE LA SECCIÓN

Siguiendo las recomendaciones de las instrucciones anteriores se predimensiona el canto del tablero.

Para el rango de luces que tenemos, las instrucciones nos proporcionan una serie de soluciones dependiendo de estas:

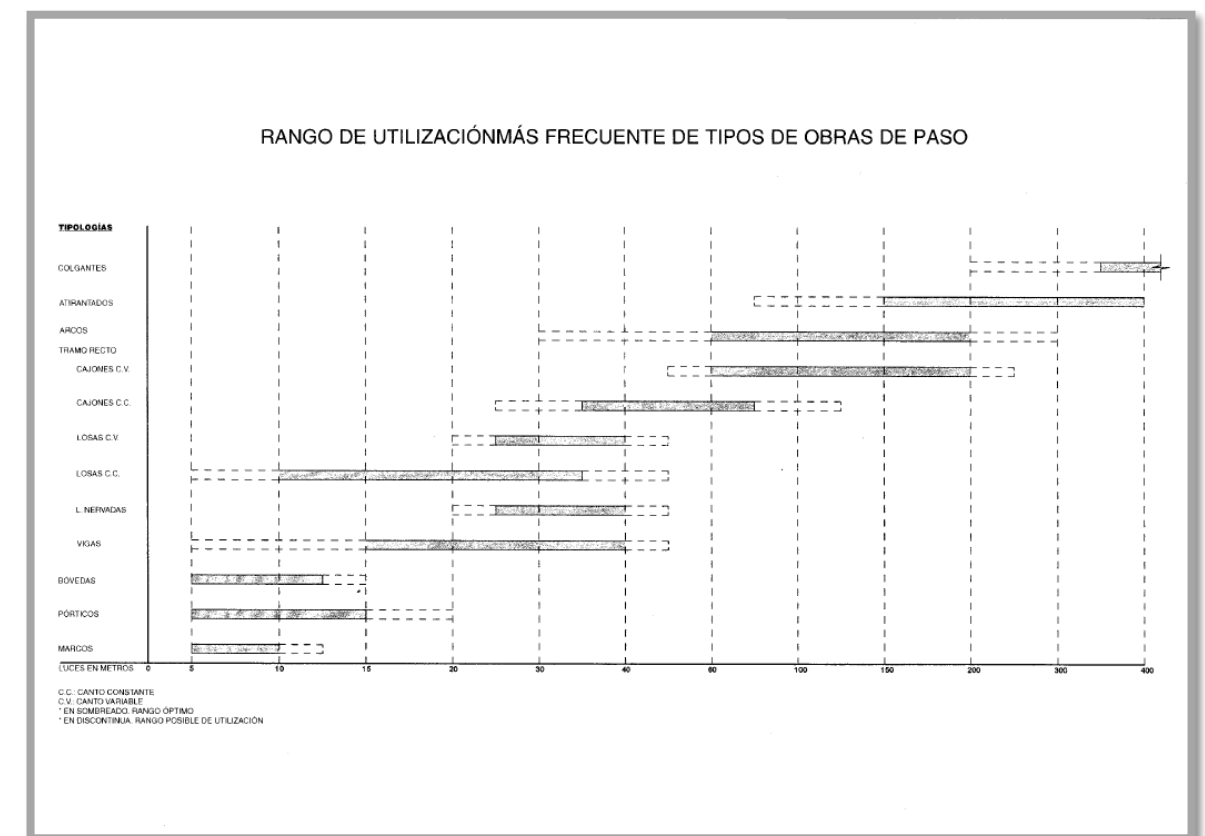


Ilustración 5: Tabla de tipos de sección de tablero

A la vista de la tabla anterior, se escoge una sección de canto constante y continuo. Tenemos una luz máxima entre pilas de 60 m, y se dispone de un tablero de canto continuo, por ello una relación entre ambas que garantice que el tablero soporte los esfuerzos a los que se ve sometido es 1/25. De esta forma tenemos un tablero de canto constante de 2.40 m.

### 2.2.3 SECCIÓN

Para dimensionar la sección cajón del tablero se seguirán las indicaciones proporcionadas por "Obras de paso de nueva construcción. Conceptos Generales". Éstas son las siguientes:

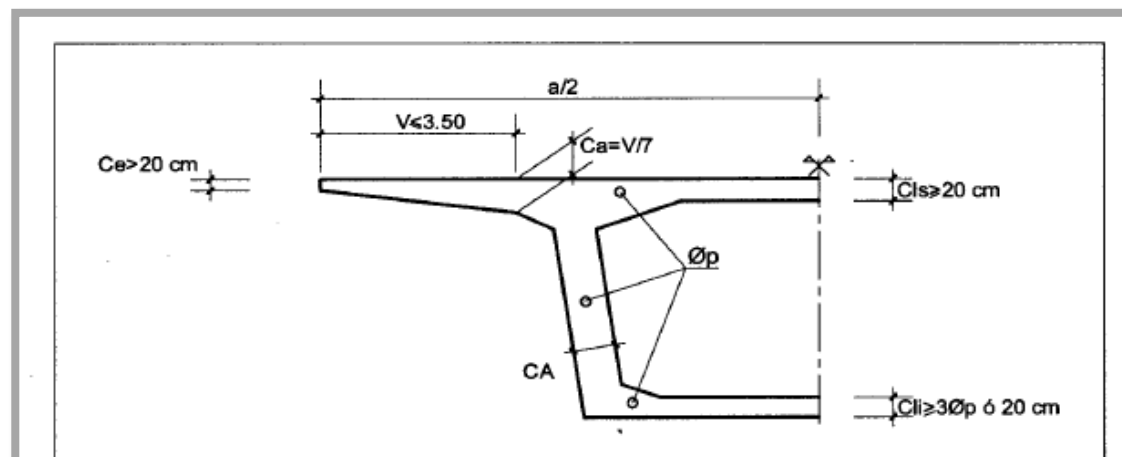


Figura 32

- El espesor de alma "CA" debe fijarse en función de los siguientes criterios:
  - Por cortante y torsión:  $\Sigma CA \geq 6 \text{ cm/m ancho tablero.}$
  - Por facilidad de hormigonado:  $CA \geq 30 \text{ cm.}$
  - Por disposición del pretensado: se indica en la figura 33.

Ilustración 6: Características geométricas sección cajón

Una vez dimensionada la sección del puente, presenta las siguientes características:

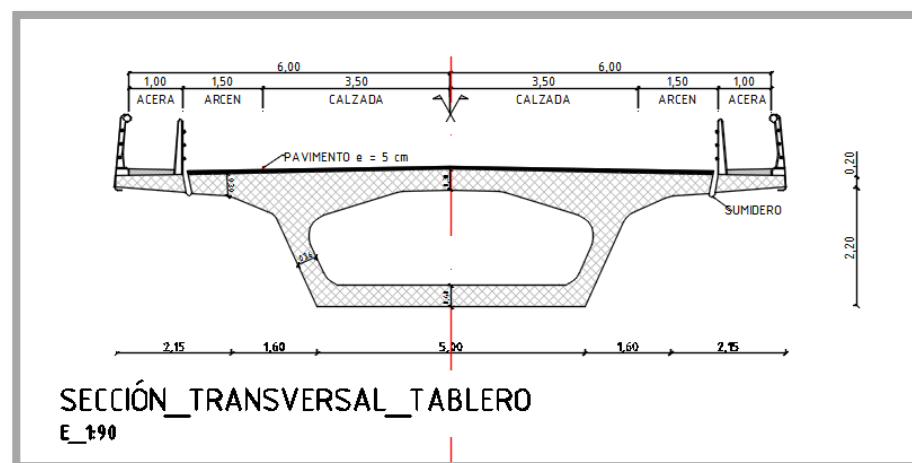


Ilustración 7: Sección cajón del tablero

En la sección dimensionada tenemos las siguientes características según las indicaciones seguidas:

- Longitud del ala  $V = 2.15 \text{ m.}$
- Canto del ala  $Ce = 0.20 \text{ m.}$
- Espesor en la unión del alma y el ala  $Ca = V/7 \approx 0.30 \text{ m.}$
- Espesor del alma  $CA = 0.36 \text{ m.}$
- Espesor superior  $Cls = 0.30 \text{ m.}$
- Espesor inferior  $ClI = 0.40 \text{ m.}$

### 2.2.4 PILAS

Según las indicaciones de "Obras de paso de nueva construcción. Conceptos generales" se hace una distinción en el dimensionamiento de las pilas dependiendo del tamaño de las mismas. En este caso tenemos pilas consideradas de gran altura, por ello la sección escogida es rectangular hueca. Las indicaciones aconsejan un espesor de las paredes de entre 0.25-0.50 m, en este caso se ha optado por 0.40 m.

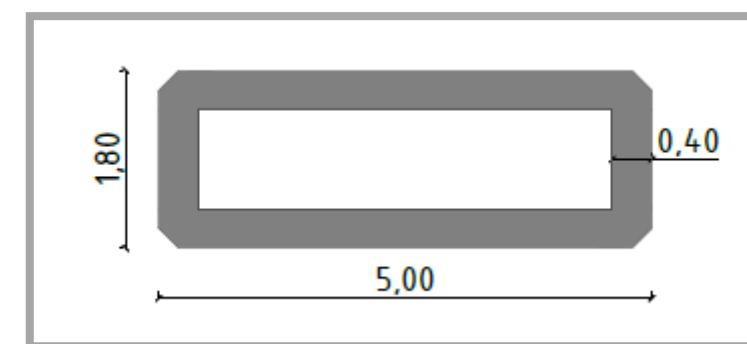


Ilustración 8: Sección de la pila en el arranque



### 2.2.5 ESTRIBOS

Al igual que para el resto de los elementos del puente, se han seguido las instrucciones de "Obras de paso de nueva construcción. Conceptos generales". La tipología escogida es cerrada, y el esquema seguido para su diseño es el siguiente:

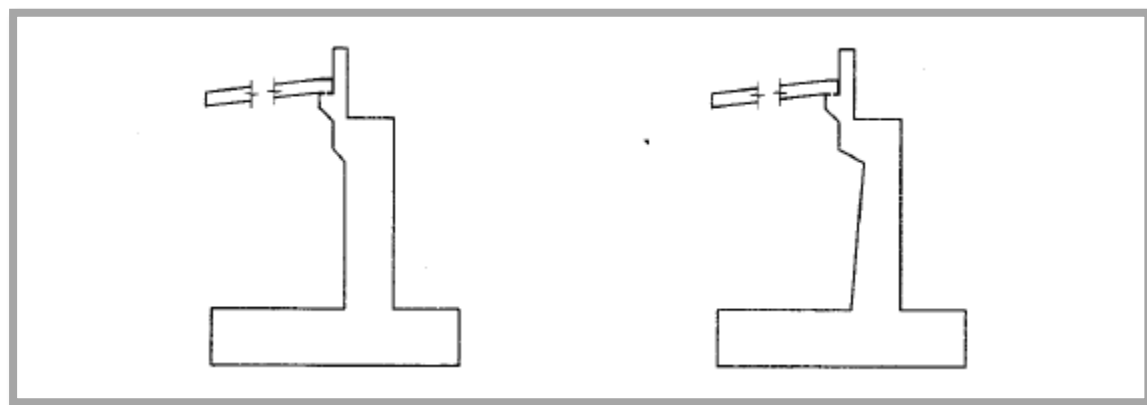


Ilustración 9: Sección transversal tipo. Estribo Cerrado

### 3. PASOS SUPERIORES

Siguiendo las indicaciones de "Obras de paso de nueva construcción. Conceptos generales" se ha diseñado un paso superior tipo para aquellos caminos y vías que queden afectados por el nuevo trazado.

En este proyecto, los pasos superiores que se han previsto se sitúan en zonas donde el trazado se encuentra en zona de desmonte, o también llamado "trinchera".

El paso superior consta de un tablero formado por una losa aligerada de 0.95 m de canto. Sobre ella se disponen una calzada de 6 m de ancho y una acera de aproximadamente 1 m. El tablero se apoya sobre dos pilas de sección circular maciza y en dos estribos de tipología abierta.

La configuración de las luces es 7.25 + 12.5 + 7.25 m, de tal forma que se cumple la relación entre luces propuesta por las instrucciones.

Presenta un gálibo mínimo de 5.35 m en el eje de la calzada, el cual se incrementa conforme se aproxima al arcén.

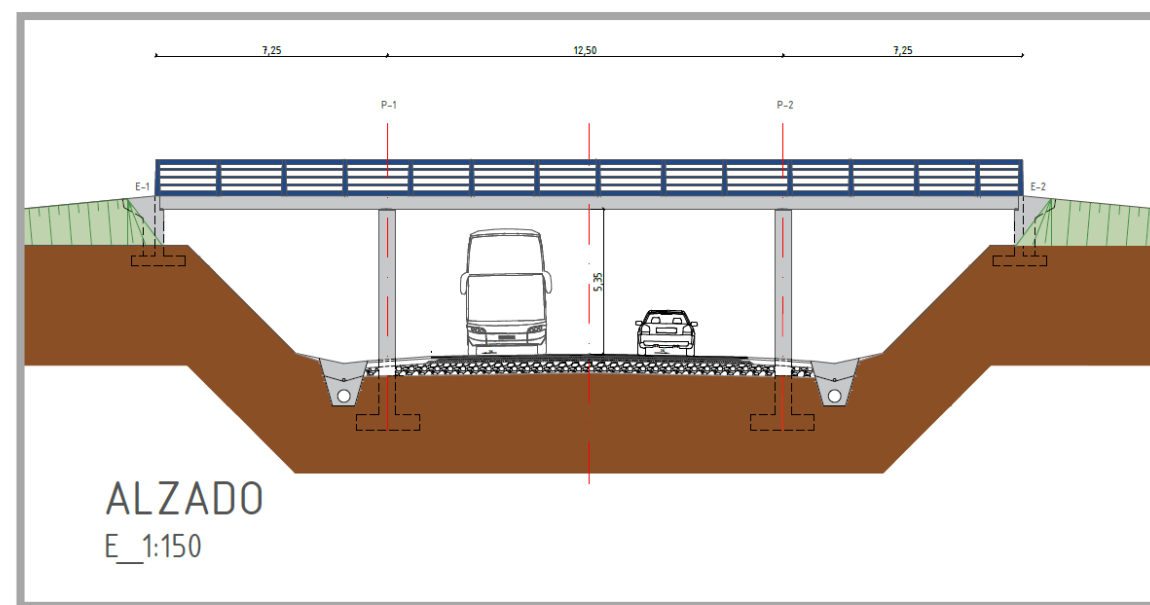


Ilustración 10: Alzado Paso Superior



#### 4. PASOS INFERIORES

De la misma forma que para los pasos superiores, para el diseño de los pasos inferiores se han seguido las indicaciones de "Obras de paso de nueva construcción. Conceptos generales".

En este proyecto es necesario el dimensionamiento de dos pasos inferiores, uno de ellos reviste de gran importancia debido a que se sitúa en la Vía de la Plata, la cual posee una protección integral. Por ello se dimensiona un paso inferior tipo para ambas, a pesar de que en tengan alguna diferencia.

Se trata de una sección cajón con unos espesores de las paredes de 0.70 m las laterales, 0.50 m la superior y 0.90 la inferior. Sobre ella se dispone una calzada de 6 m de ancho con un espesor de 0.50 m, con un único plano de bombeo hacia la cuneta que se ha dispuesto, de 1 m de ancho. El gálibo es de 5.30 en el eje de la calzada, tal y como marca la normativa. No se ha dispuesto de acera en esta sección debido a que los trazados afectados son caminos de uso agrícolas, los cuales no tienen una gran afluencia de personas por ellos.

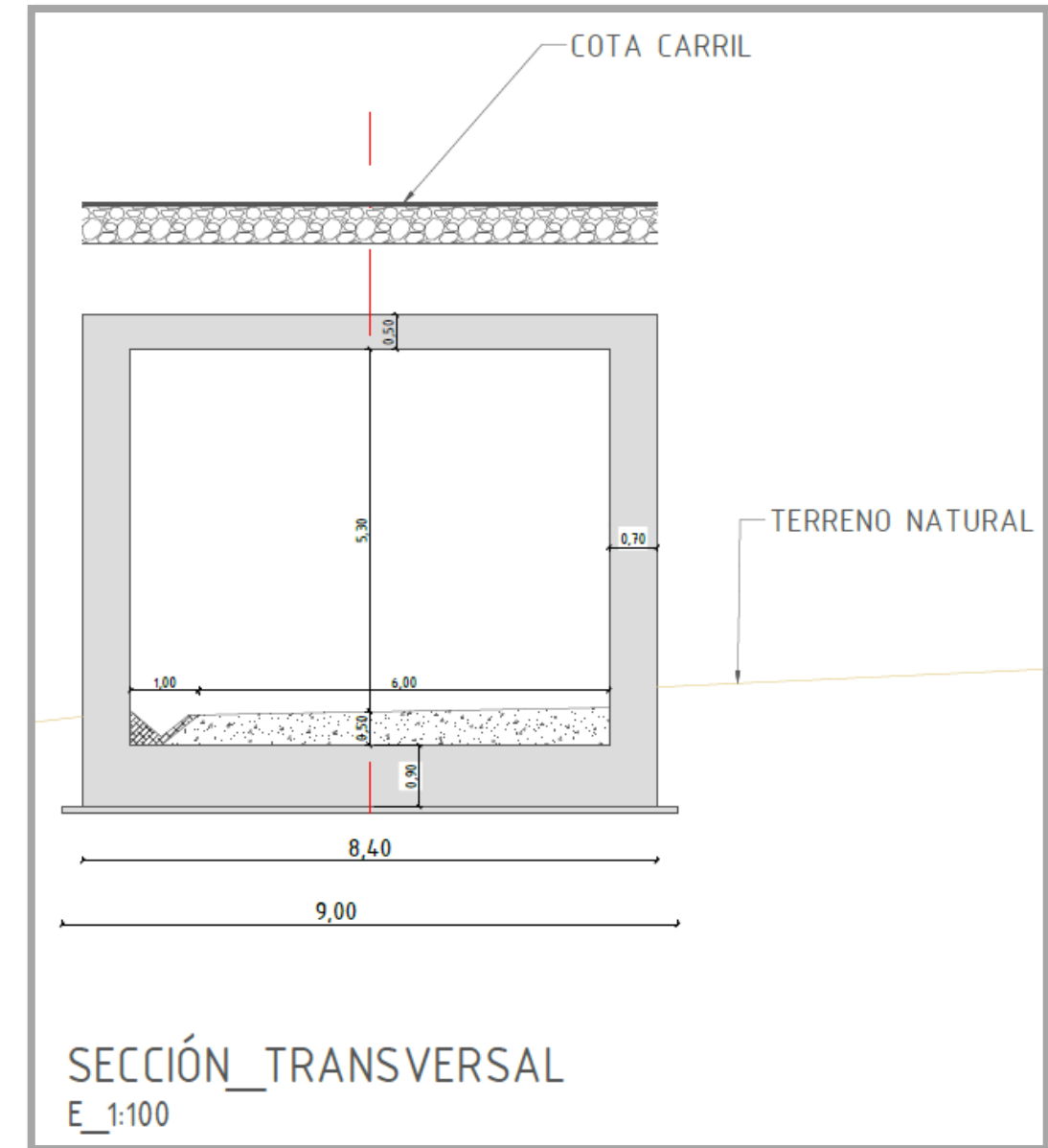


Ilustración 11: Sección tipo Paso Inferior



*Anteproyecto de nuevo  
puente en la N-631  
sobre el Embalse de Ricobayo*

*Ángel Mateos Alonso  
15/16*

ANEJO 13

EXPROPIACIONES Y

SERVICIOS AFECTADOS



## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	3
2. EXPROPIACIONES .....	3
2.1 VALORES POR PRECIOS MEDIOS POR MUNICIPIO/LOCALIDAD Y TIPO DE CULTIVO .....	4
2.2 SUPERFICIE OCUPADA DIFERENCIADA POR TIPO DE CULTIVO EN PERILLA DE CASTRO .....	4
2.3 SUPERFICIE OCUPADA DIFERENCIADA POR TIPO DE CULTIVO EN SAN CEBRIÁN DE CASTRO .....	4
2.4 PRESUPUESTO PARA EXPROPIACIONES .....	5
2.5 RESUMEN PRESUPUESTO DE EXPROPIACIONES .....	6
3. AFECCIÓN A SERVICIOS PÚBLICOS O DE INTERÉS GENERAL .....	7
3.1 CARRETERAS AFECTADAS .....	7
3.2 CAMINOS AFECTADOS .....	7
3.3 AFECCIÓN A REDES ELÉCTRICAS .....	8
APÉNDICE: PLANOS EXPROPIACIONES .....	9





## 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este anejo es mostrar cómo afecta el proyecto a los distintos servicios de la zona, así como las parcelas afectadas.

Se muestran en él las parcelas afectadas, su clase y su uso. También se incluye los precios dependiendo de los términos municipales y su clase de cultivo.

Además, también se muestran los servicios públicos afectados como pueden ser redes eléctricas de alta tensión o caminos pecuarios.

## 2. EXPROPIACIONES

Al ser este anteproyecto la construcción de un nuevo trazado de carretera, se han tenido que ocupar terrenos que hasta ahora estaban destinados a otros fines. El trazado de la nueva carretera ocupa únicamente de clase RÚSTICA, es decir, no ocupa terrenos de clase urbanizable o zonas que ya están edificadas.

Los términos municipales afectados son San Cebrián de Castro y Perilla de Castro. La mayor parte del trazado discurre por el municipio de San Cebrián de Castro, en un porcentaje aproximado de 57%. En él la mayor parte de los terrenos se usan para el cultivo de Labor o Labradío seco y en menor medida, en la zona más próxima al embalse, se usan para pastos. Los parajes afectados en este municipio son El Pedragal, Prado Castro, La Horca, La Dilla y Embalse del Río Esla.

En el término municipal de Perilla de Castro discurre aproximadamente el 43% del nuevo trazado. La gran parte de los terrenos ocupados son de clase de cultivo Monte Bajo y de Labor o Labradío seco. Los parajes afectados son Peñacorral y Muladares.



### 2.1 VALORES POR PRECIOS MEDIOS POR MUNICIPIO/LOCALIDAD Y TIPO DE CULTIVO

A continuación, se muestran los valores por precios medios por municipio o localidad y tipo de cultivo obtenidos de la aplicación de la Consejería de Economía y Hacienda de la Junta de Castilla y León de Valores de Bienes Rústicos:

Precios Medios obtenidos para la Clase / Intensidad Productiva MEDIA y por Hectárea

Tipo de Cultivo	Perilla de Castro (169)	San Cebrián de Castro (206)
ALMENDROS SECANO	1.500,00 €	1.500,00 €
LABOR SECANO	1.700,00 €	3.000,00 €
LABOR ENCINAS SECANO	-	2.400,00 €
ERIAL A PASTOS	4.000,00 €	7.000,00 €
ERA	600,00 €	-
CASTAÑOS	-	-
ENCINAR	900,00 €	900,00 €
HUERTA	30.000,00 €	20.000,00 €
MONTE BAJO	800,00 €	800,00 €
PINAR MADERABLE	1.500,00 €	1.500,00 €
PINAR PIÑONERO	1.500,00 €	1.500,00 €
PINAR RESINABLE	1.500,00 €	1.500,00 €
OLIVO SECANO	2.400,00 €	2.400,00 €
PRADO SECANO	2.000,00 €	3.000,00 €
ÁRBOLES DE RIBERA	9.000,00 €	9.000,00 €
VIÑA SECANO	-	-

### 2.2 SUPERFICIE OCUPADA DIFERENCIADA POR TIPO DE CULTIVO EN PERILLA DE CASTRO

En la siguiente tabla se resumen los metros cuadrados que afectan a cada paraje dentro del término municipal de Perilla de Castro diferenciando por el tipo de cultivo:

Paraje	Tipo de Cultivo (m <sup>2</sup> )	
	Labor o Labradío seco	Monte Bajo
Peñacorrall	4653,24	14872,22
Muladares	12068,46	-
Majadas Viejas	-	-

### 2.3 SUPERFICIE OCUPADA DIFERENCIADA POR TIPO DE CULTIVO EN SAN CEBRIÁN DE CASTRO

En la siguiente tabla se resumen los metros cuadrados que afectan a cada paraje dentro del término municipal de San Cebrián de Castro diferenciando por el tipo de cultivo:

Paraje	Tipo de Cultivo (m <sup>2</sup> )	
	Labor o Labradío seco	Pastos
El Pedragal	10037,76	-
Prado Castro	10411,80	-
La Horca	16852,04	-
La Dilla	13146,24	-
Embalse del Río Esla	-	5590,12



2.4 PRESUPUESTO PARA EXPROPIACIONES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>TÉRMINO MUNICIPAL 01 PERILLA DE CASTRO</b>				
<b>PARAJE E01 PEÑACORRAL</b>				
MB	m <sup>2</sup> Monte Bajo			
E	m <sup>2</sup> Labor o Labradío seco	14.872,22	0,08	1.189,78
C	m <sup>2</sup> Pastos	4.653,24	0,17	791,05
		0,00	0,70	0,00
TOTAL PARAJE E01.....				<b>1.980,83</b>
<b>PARAJE E02 MULADARES</b>				
MB	m <sup>2</sup> Monte Bajo			
E	m <sup>2</sup> Labor o Labradío seco	120,31	0,08	9,62
C	m <sup>2</sup> Pastos	12.068,46	0,17	2.051,64
		0,00	0,70	0,00
TOTAL PARAJE E02.....				<b>2.061,26</b>
<b>PARAJE E03 MAJADAS VIEJAS</b>				
MB	m <sup>2</sup> Monte Bajo			
E	m <sup>2</sup> Labor o Labradío seco	0,00	0,08	0,00
C	m <sup>2</sup> Pastos	0,00	0,17	0,00
		0,00	0,70	0,00
TOTAL PARAJE E03.....				<b>0,00</b>
TOTAL TÉRMINO MUNICIPAL 01.....				<b>4.042,09</b>

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>TÉRMINO MUNICIPAL 02 SAN CEBRIÁN DE CASTRO</b>				
<b>PARAJE E04 EL PEDRAGAL</b>				
MB	m <sup>2</sup> Monte Bajo			
E	m <sup>2</sup> Labor o Labradío seco	0,00	0,08	0,00
C	m <sup>2</sup> Pastos	10.037,76	0,30	3.011,33
		0,00	0,70	0,00
TOTAL PARAJE E04.....				<b>3.011,33</b>
<b>PARAJE E05 PRADO CASTRO</b>				
MB	m <sup>2</sup> Monte Bajo			
E	m <sup>2</sup> Labor o Labradío seco	0,00	0,08	0,00
C	m <sup>2</sup> Pastos	10.411,82	0,30	3.123,55
		0,00	0,70	0,00
TOTAL PARAJE E05.....				<b>3.123,55</b>
<b>PARAJE E06 LA HORCA</b>				
MB	m <sup>2</sup> Monte Bajo			
E	m <sup>2</sup> Labor o Labradío seco	0,00	0,08	0,00
C	m <sup>2</sup> Pastos	16.852,04	0,30	5.055,61
		0,00	0,70	0,00
TOTAL PARAJE E06.....				<b>5.055,61</b>
<b>PARAJE E07 LA DILLA</b>				
MB	m <sup>2</sup> Monte Bajo			
E	m <sup>2</sup> Labor o Labradío seco	0,00	0,08	0,00
C	m <sup>2</sup> Pastos	13.146,24	0,30	3.943,87
		0,00	0,70	0,00
TOTAL PARAJE E07.....				<b>3.943,87</b>



CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	<b>PARAJE E08 EMBALSE DEL RÍO ESLA</b>			
MB	m <sup>2</sup> Monte Bajo	0,00	0,08	0,00
E	m <sup>2</sup> Labor o Labradío seco	0,00	0,30	0,00
C	m <sup>2</sup> Pastos	5.590,12	0,70	3.913,08
	<b>TOTAL PARAJE E08.....</b>			<b>3.913,08</b>
	<b>TOTAL TÉRMINO MUNICIPAL 02.....</b>			<b>19.047,44</b>
	<b>TOTAL.....</b>			<b>23.089,53</b>

2.5 RESUMEN PRESUPUESTO DE EXPROPIACIONES

01	PERILLA DE CASTRO.....	4.042,09	24,60
02	SAN CEBRIÁN DE CASTRO.....	19.047,44	75,40
	<b>TOTAL EXPROPIACIONES</b>		<b>23.089,53</b>
	5,00% Premio de Afección.....	1.154,48	
	<b>PREMIO DE AFECCIÓN</b>		<b>1.154,48</b>
	<b>TOTAL PRESUPUESTO EXPROPIACIONES</b>		<b>24.242,01</b>

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de VEINTICUATRO MIL DOSCIENTOS CUARENTA Y DOS EUROS con UN CÉNTIMO.



### 3. AFECCIÓN A SERVICIOS PÚBLICOS O DE INTERÉS GENERAL

El nuevo trazado para la N-631 tiene afecta directamente a los trazados de la N-630 y, como es de suponer, a la N-631. También tiene una influye de forma considerable sobre distintas vías pecuarias así cómo, aparece en el ANEJO Nº10, a la Vía de la Plata.

#### 3.1 CARRETERAS AFECTADAS

La afección a la N-630 es mínima, ya que parte de una rotonda situada en un acceso a la autovía A-66, en el kilómetro 251 y lo único que se debería construir es una salida de ésta rotonda. Ésta glorieta se llevó a cabo con la construcción del acceso a la A-66, ya que ésta modificó el trazado de la N-630, de tal forma que parte del trazado antiguo quedó como vías de servicio a los distintos caminos que hay en la zona.

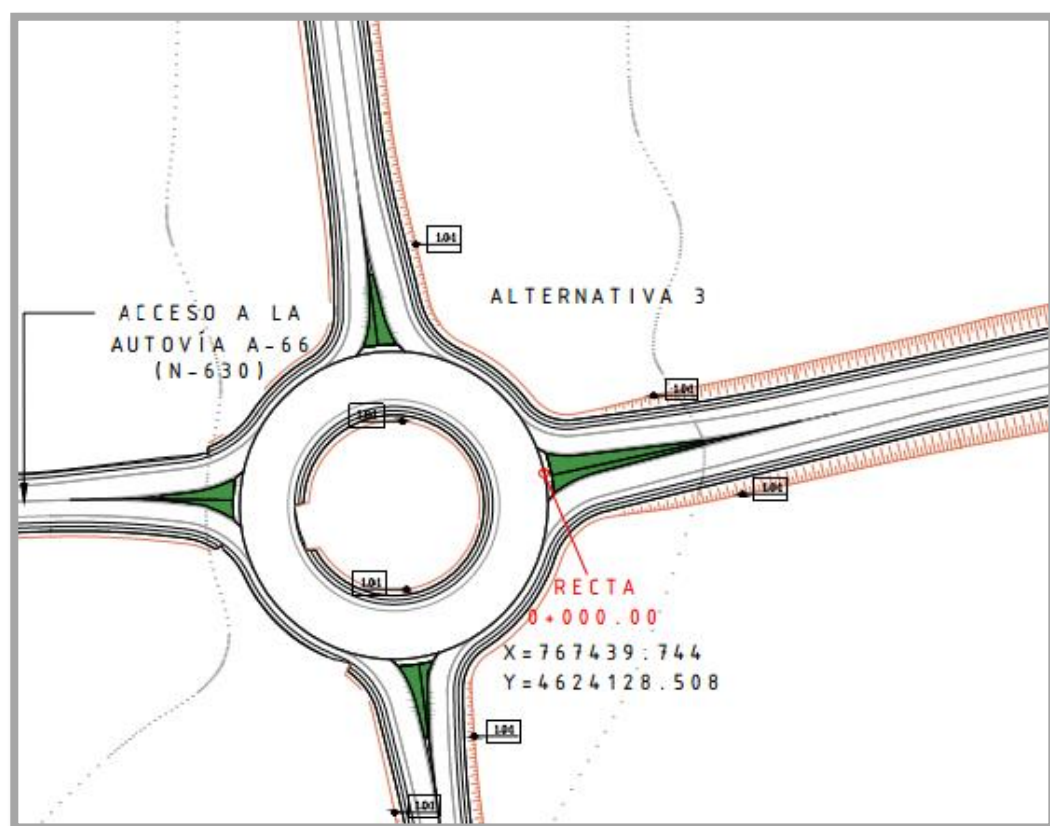


Ilustración 1: Rotonda que da acceso a la A-66 y donde comienza el nuevo trazado

Sobre la N-631, el impacto es mayor, ya que parte del trazado actual quedaría únicamente como vía de acceso a la Urbanización de la Encomienda, debido a que la nueva variante sería la vía principal de la N-631.

La unión entre ambas, se realizará mediante una intersección en al mismo nivel. Éste estará dotado de carriles de aceleración y deceleración, así como, de isletas y zonas de parada para girar.

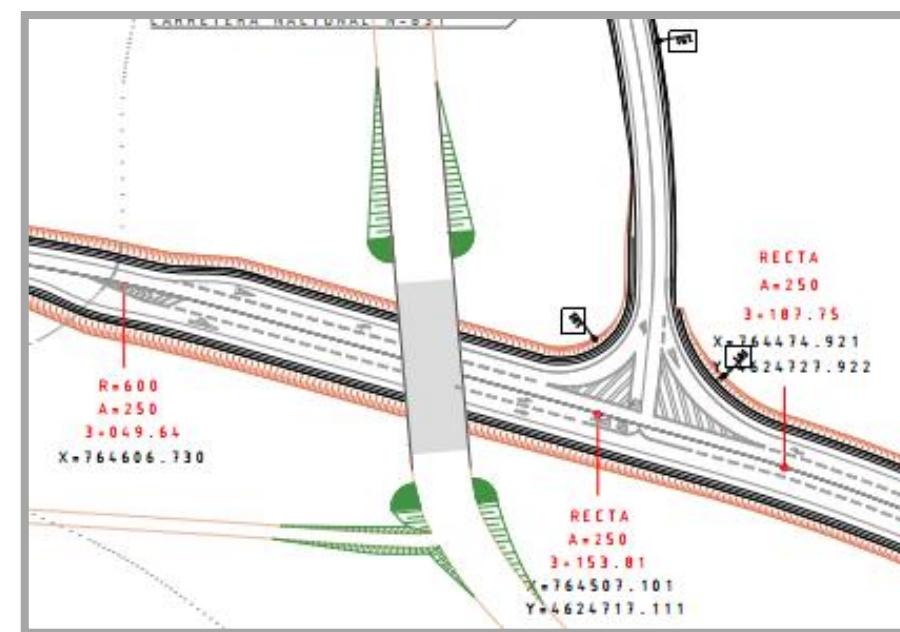


Ilustración 2: Intersección entre el trazado actual de la N-631 y el nuevo trazado

Con ésta solución una pequeña parte del trazado actual de la N-631 quedará inutilizado de ya que la intersección se ha propuesto sobre el nuevo trazado y no sobre el anterior para dotarla de un mayor grado de seguridad para los usuarios.

#### 3.2 CAMINOS AFECTADOS

La zona por donde discurre la nueva carretera se caracteriza por parcelas de gran superficie debido a que en los años 80 se llevó a cabo una concentración parcelaria. Ésta trajo consigo la realización de caminos para dar servicio a las nuevas parcelas.

Parte de éstas vías pecuarias se ven afectadas por el nuevo trazado. En el municipio de San Cebrián de Castro los caminos afectados son: Vía de la Plata, Camino de la Dilla y otros caminos los cuales no tienen nombre. En el municipio de Perilla de Castro los caminos afectados son: Camino de Peñacorral, Camino de Venialbo y el Camino Meninas.

La solución adoptada para estos caminos fue el diseño de pasos a distinto nivel para los éstos. De tal forma que el paso de éstos sobre la carretera se realizara o sobre un paso superior o un paso inferior según correspondiera, siguiendo los pasos tipo que aparecen en el DOCUMENTO 2: PLANOS.



### 3.3 AFECCIÓN A REDES ELÉCTRICAS

El nuevo trazado afecta directamente a dos líneas de red de eléctrica, una de 440 kV y otra de 220 kV.



Ilustración 4: Líneas de Alta Tensión

La zona donde puede existir conflicto entre ambas infraestructuras puede ser en el arranque del puente, ya que donde éste comienza, se encuentra una torre que soporta los conductores de dichas redes de alta tensión. La solución sería cambiar la ubicación de la torre. No obstante, a pesar de que los conductores se encuentran a una altura mínima de 25 m. habría que tomar ciertas precauciones para trabajar en la zona.

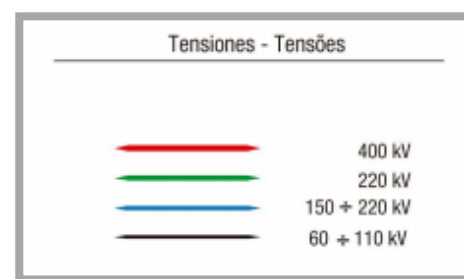


Ilustración 3: Leyenda



*Anteproyecto de nuevo  
puente en la N-631  
sobre el Embalse de Ricobayo*

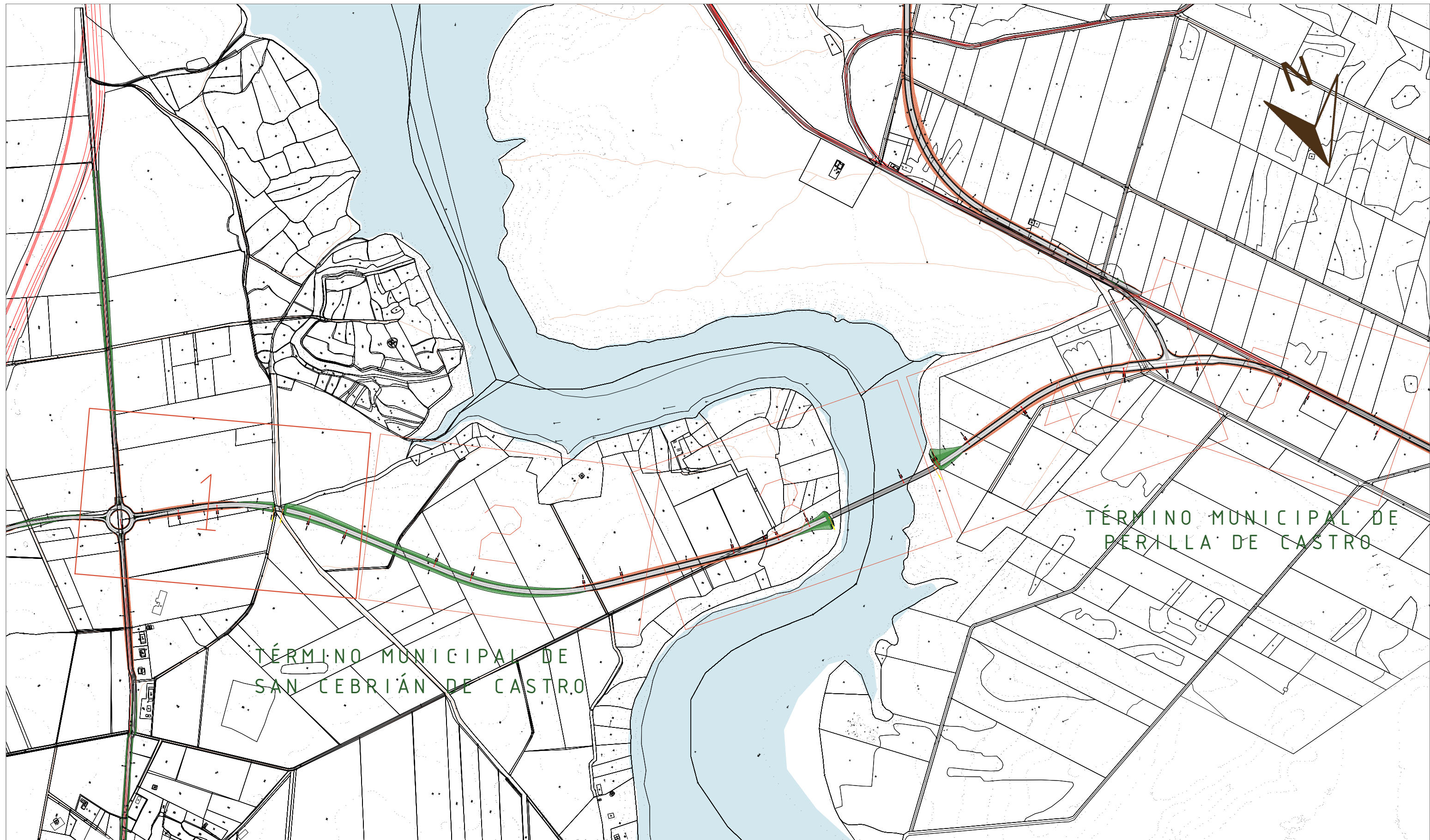
ANEJO 13

EXPROPIACIONES Y SERVICIOS  
AFECTADOS

*Ángel Mateos Alonso  
15/16*

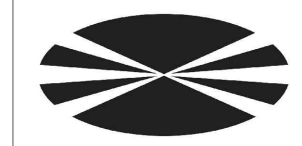
APÉNDICE :

PLANOS EXPROPIACIONES



TÉRMINO MUNICIPAL DE  
SAN CEBRIÁN DE CASTRO

TÉRMINO MUNICIPAL DE  
PERILLA DE CASTRO



AUTOR DEL PROYECTO  
*Ángel Mateos Alonso*  
ÁNGEL MATEOS ALONSO

INGENIERO DE CAMINOS  
TUTOR DEL PROYECTO  
ARTURO ANTÓN CASADO

TÍTULO DEL PROYECTO  
ANTEPROYECTO DE NUEVO  
PUENTE EN LA  
N-631 SOBRE EL  
EMBALSE DE RICOBAYO

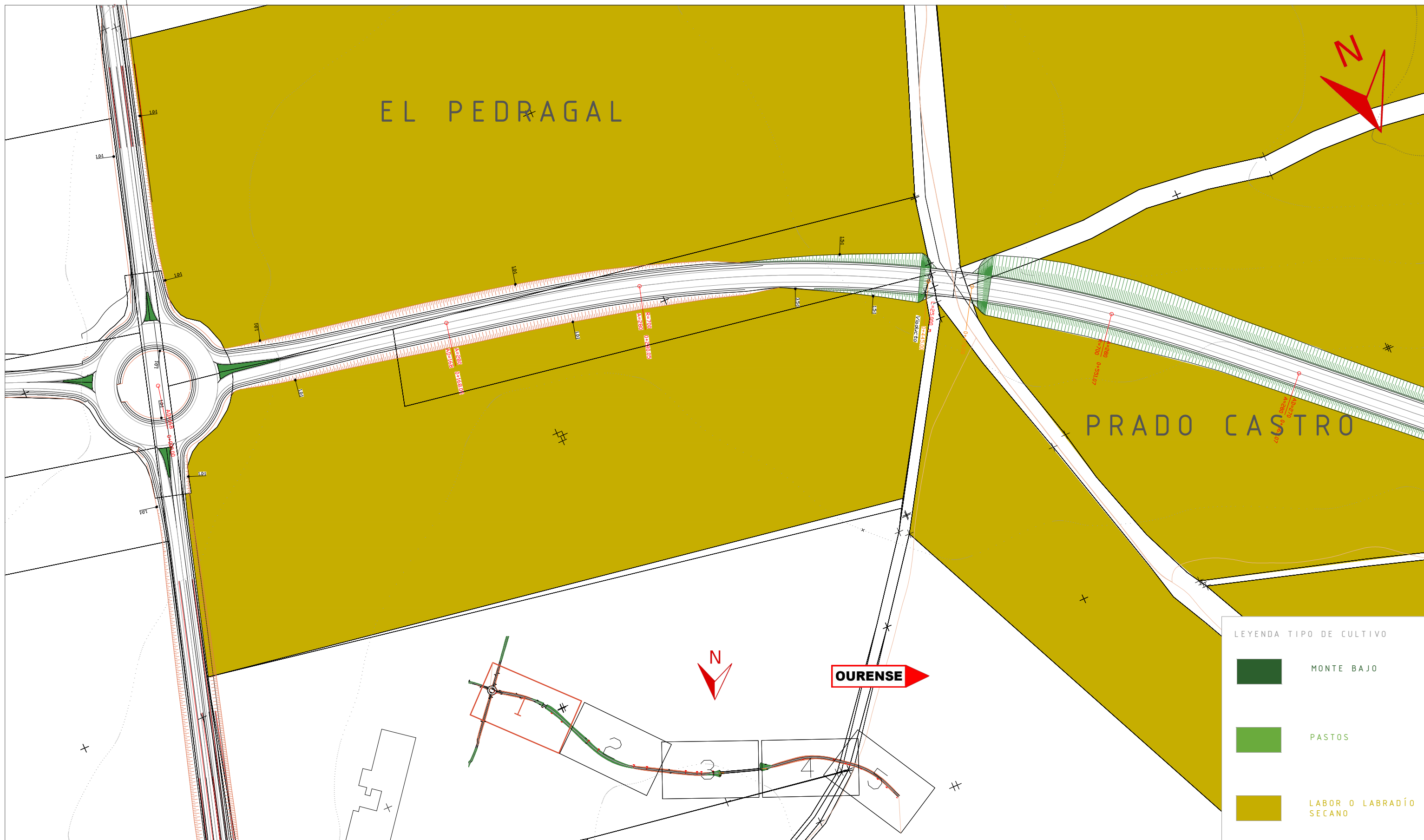
FECHA  
SEPTIEMBRE  
2016

ESCALA  
1:10.000  
0 5 10 25

DESIGNACIÓN DEL PLANO  
PLANTA DEL TRAZADO  
SOBRE LAS PARCELAS  
AFECTADAS

Nº PLANO  
-  
HOJA 1 DE 6





AUTOR DEL PROYECTO  
  
 ÁNGEL MATEOS ALONSO

INGENIERO DE CAMINOS  
 TUTOR DEL PROYECTO  
 ARTURO ANTÓN CASADO

TÍTULO DEL PROYECTO  
 ANTEPROYECTO DE NUEVO  
 PUEBLO EN LA  
 N-631 SOBRE EL  
 EMBALSE DE RICOBAYO

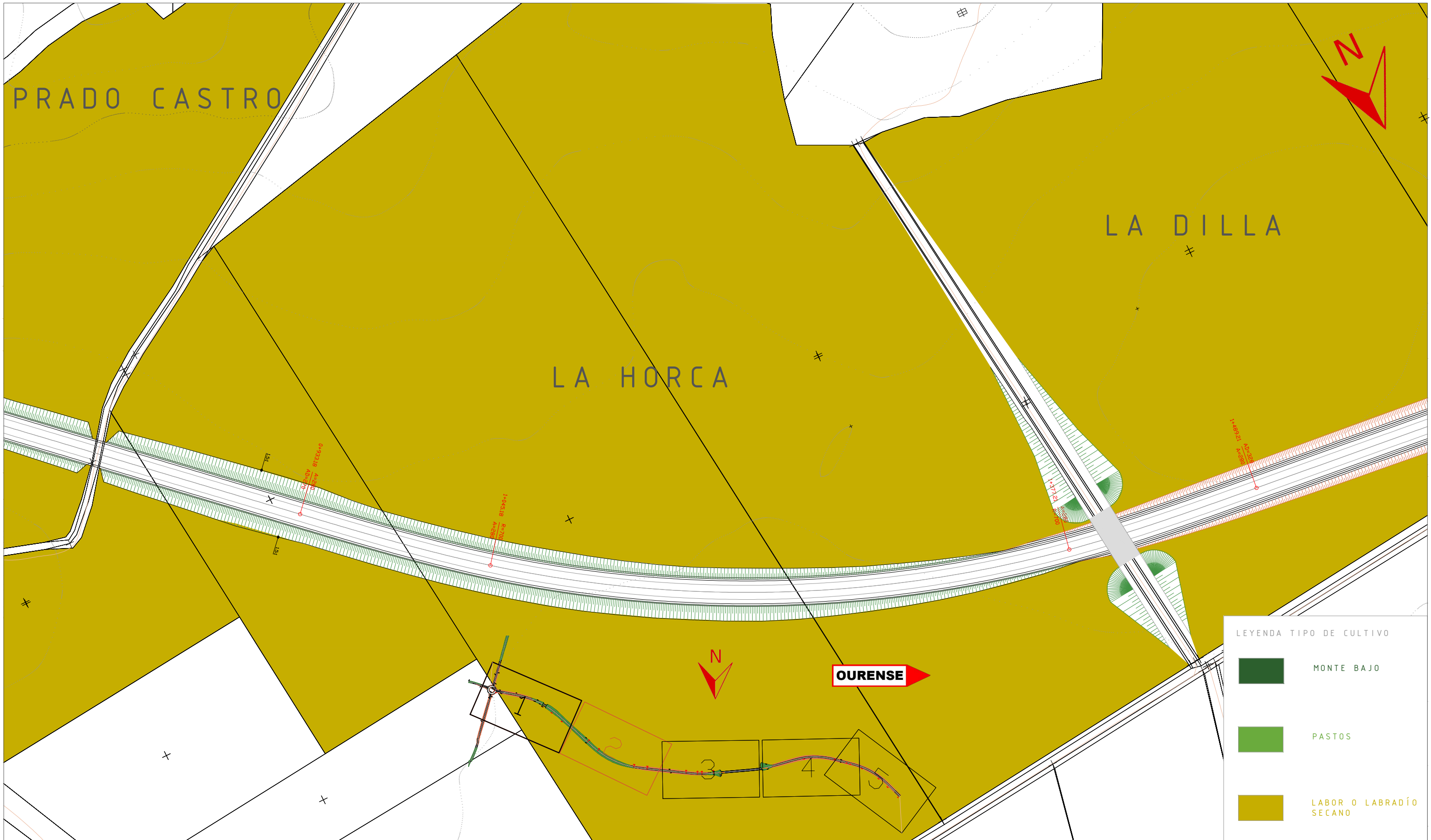
FECHA  
 SEPTIEMBRE  
 2016

ESCALA  
 1:1.000  
 0 5 10 25



DESIGNACIÓN DEL PLANO  
 PLANTA DEL TRAZADO  
 SOBRE LAS PARCELAS  
 AFECTADAS

Nº PLANO  
 -  
 HOJA 2 DE 6



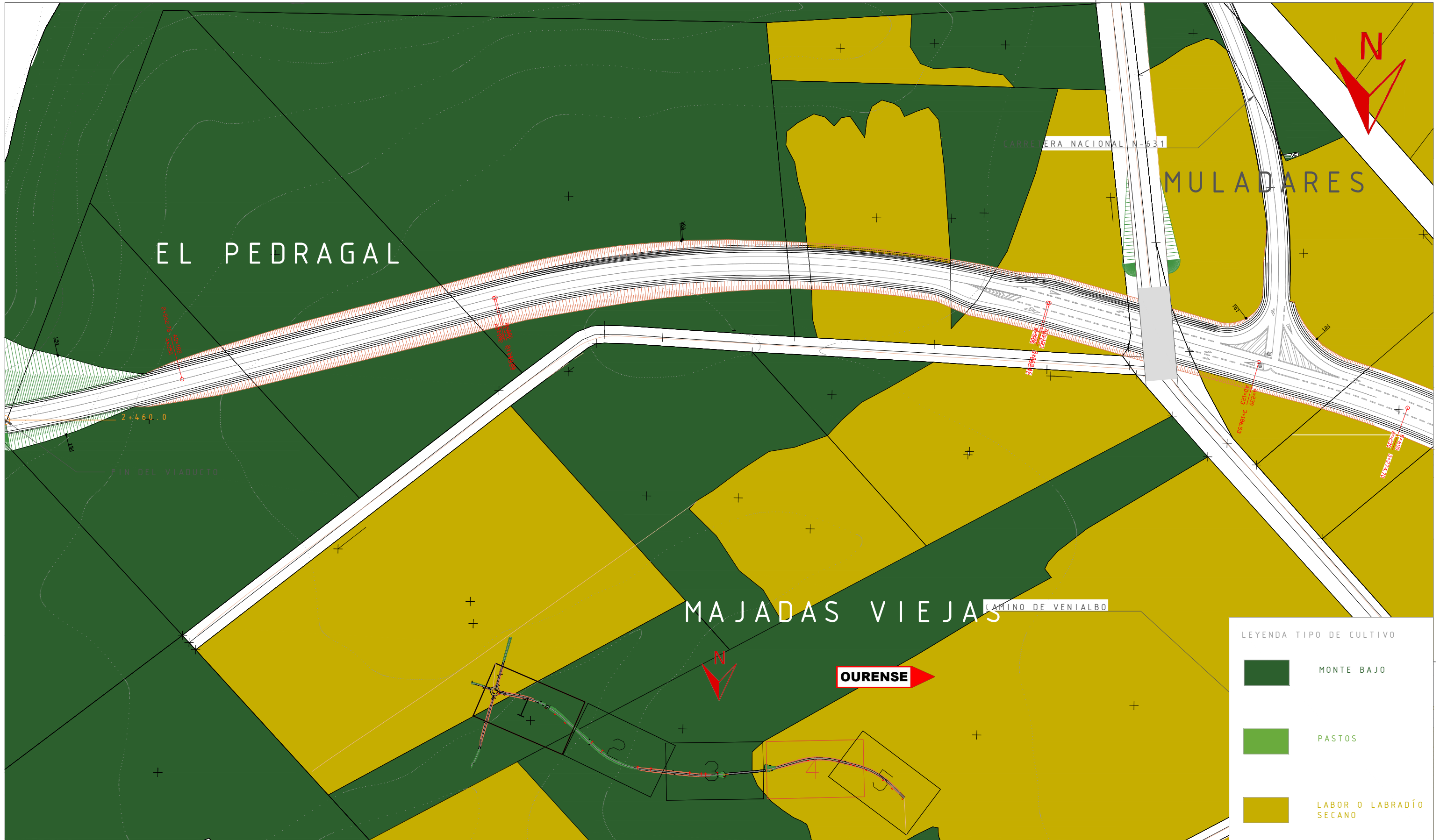
LEYENDA TIPO DE CULTIVO

	MONTE BAJO
	PASTOS
	LABOR O LABRADÍO SECANO



LEYENDA TIPO DE CULTIVO

	MONTE BAJO
	PASTOS
	LABOR O LABRADÍO SECANO






LEYENDA TIPO DE CULTIVO

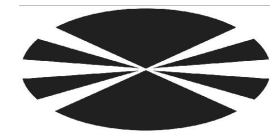
	MONTE BAJO
	PASTOS
	LABOR O LABRADIÓ SECANO

	AUTOR DEL PROYECTO  ÁNGEL MATEOS ALONSO	INGENIERO DE CAMINOS TUTOR DEL PROYECTO ARTURO ANTÓN CASADO	TÍTULO DEL PROYECTO ANTEPROYECTO DE NUEVO PUENTE EN LA N-631 SOBRE EL EMBALSE DE RICOBAYO	FECHA SEPTIEMBRE 2016	ESCALA 1:1.000 	DESIGNACIÓN DEL PLANO PLANTA DEL TRAZADO SOBRE LAS PARCELAS AFECTADAS	Nº PLANO - HOJA 5 DE 6
--	--	---	---	-----------------------------	--	--	------------------------------



LEYENDA TIPO DE CULTIVO

	MONTE BAJO
	PASTOS
	LABOR O LABRADIO SECANO



AUTOR DEL PROYECTO  
  
 ÁNGEL MATEOS ALONSO

INGENIERO DE CAMINOS  
 TUTOR DEL PROYECTO  
 ARTURO ANTÓN CASADO

TÍTULO DEL PROYECTO  
 ANTEPROYECTO DE NUEVO  
 PUENTE EN LA  
 N-631 SOBRE EL  
 EMBALSE DE RICOBAYO

FECHA  
 SEPTIEMBRE  
 2016

ESCALA  
 1:1.000  


DESIGNACIÓN DEL PLANO  
 PLANTA DEL TRAZADO  
 SOBRE LAS PARCELAS  
 AFECTADAS

Nº PLANO  
 -  
 HOJA 6 DE 6



*Anteproyecto de nuevo  
puente en la N-631  
sobre el Embalse de Ricobayo*

*Ángel Mateos Alonso  
15/16*

ANEJO 14

REPORTAJE

FOTOGRAFICO



## ÍNDICE

Fotografía 1: Rotonda PK 0+000 de la N-631 que da acceso a la A-66. Punto de inicio de la Alternativa -1 y la Alternativa -2.....	3
Fotografía 2: PK 5+800 de la N-631, lugar donde el trazado de la Alternativa-1 se uniría al actual .....	3
Fotografía 3: Situación general del viaducto de la Alternativa-1 con el viaducto de la LAV al fondo .....	3
Fotografía 4: Zona de comienzo del viaducto de la Alternativa-2. Paraje de Valclemente .....	3
Fotografía 5: Zona donde finaliza el viaducto de la Alternativa-2. Urbanización de La Encomienda. .	4
Fotografía 6: Zona por donde la Alternativa -2 se superpone al actual trazado de la N-631. Urbanización de la Encomienda.....	4
Fotografía 7: Zona donde finaliza el trazado de la Alternativa-2. Club Deportivo Esla. Urbanización de La Encomienda.....	4
Fotografía 8: Mojón que señala el Camino Histórico de la Vía de la Plata. Inmediaciones del Despoblado de Castrotorafe.....	4
Fotografía 9: Ruinas del Castillo de Castrotorafe datado entre los siglos XII-XV. Declarado Monumento Nacional en 1931 y figura como Bien de Interés Cultural (BIC) en la categoría de Zona Arqueológica. .	5
Fotografía 10: Glorieta situada en la N-630 que da acceso a la A-66 desde Fontanillas de Castro y sirve para dar comienzo al trazado de la Alternativa-3.....	5
Fotografía 11: Zona donde se sitúa el comienzo del viaducto de la Alternativa-3.....	5
Fotografía 12: Zona donde finaliza el trazado de la Alternativa-3. PK 6+500 de la N-631.....	5
Fotografía 13: Parcelas donde se han llevado a cabo la cosecha del cereal y sobre las que se asienta la Alternativa-3.....	6
Fotografía 14: Tierras de cultivo por donde discurre la Alternativa-3.....	6
Fotografía 15: Cultivo de girasoles en la zona donde comienza la Alternativa-3 .....	6
Fotografía 16: Antiguo Puente de La Estrella que se encuentra sumergido bajo las aguas del embalse, aguas abajo del mismo. Datado en el siglo XIX.....	6
Fotografía 17: Actual Puente de La Estrella datado en los años 30, época de construcción de la Presa de Ricobayo.....	7
Fotografía 18: Imagen realizada desde la margen izquierda del embalse donde se aprecia que el ancho del puente no permite que dos vehículos se crucen en él.....	7



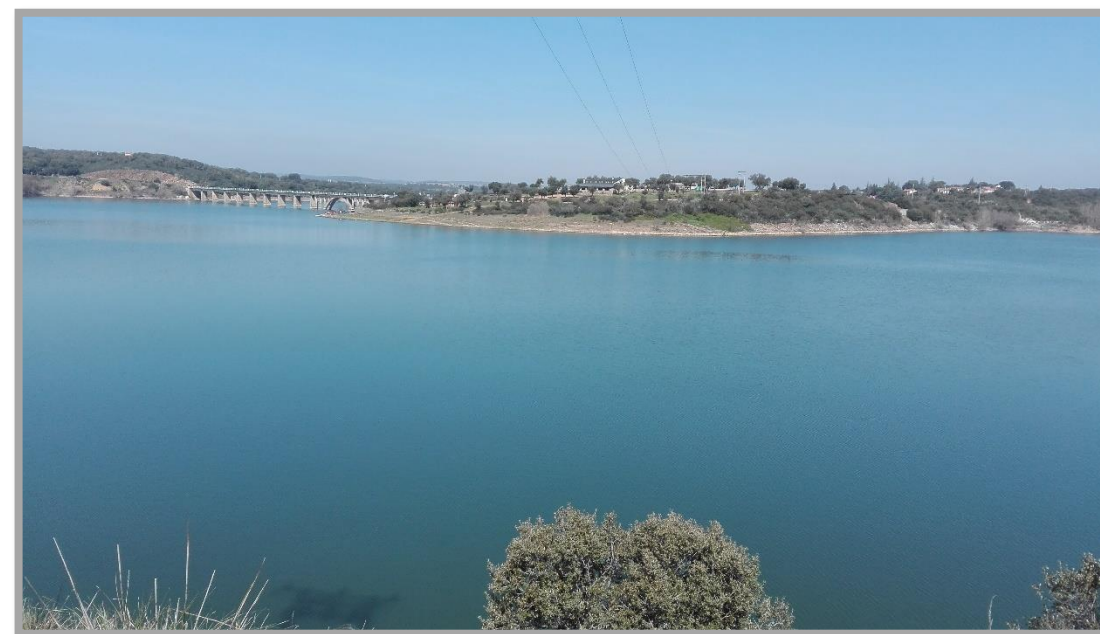
**Fotografía 1:** Rotonda PK 0+000 de la N-631 que da acceso a la A-66. Punto de inicio de la Alternativa -1 y la Alternativa -2



**Fotografía 3:** Situación general del viaducto de la Alternativa-1 con el viaducto de la LAV al fondo



**Fotografía 2:** PK 5+800 de la N-631, lugar donde el trazado de la Alternativa-1 se uniría al actual



**Fotografía 4:** Zona de comienzo del viaducto de la Alternativa-2. Paraje de Valclemente





**Fotografía 5:** Zona donde finaliza el viaducto de la Alternativa-2. Urbanización de La Encomienda.



**Fotografía 7:** Zona donde finaliza el trazado de la Alternativa-2. Club Deportivo Esla. Urbanización de La Encomienda.



**Fotografía 6:** Zona por donde la Alternativa -2 se superpone al actual trazado de la N-631. Urbanización de la Encomienda.



**Fotografía 8:** Mojón que señala el Camino Histórico de la Vía de la Plata. Inmediaciones del Despoblado de Castrotorafe.



**Fotografía 9:** Ruinas del Castillo de Castrotorafe datado entre los siglos XII-XV. Declarado Monumento Nacional en 1931 y figura como Bien de Interés Cultural (BIC) en la categoría de Zona Arqueológica.



**Fotografía 11:** Zona donde se sitúa el comienzo del viaducto de la Alternativa-3.



**Fotografía 10:** Glorieta situada en la N-630 que da acceso a la A-66 desde Fontanillas de Castro y sirve para dar comienzo al trazado de la Alternativa-3.



**Fotografía 12:** Zona donde finaliza el trazado de la Alternativa-3. PK 6+500 de la N-631



**Fotografía 13:** Parcelas donde se han llevado a cabo la cosecha del cereal y sobre las que se asienta la Alternativa-3



**Fotografía 15:** Cultivo de girasoles en la zona donde comienza la Alternativa-3



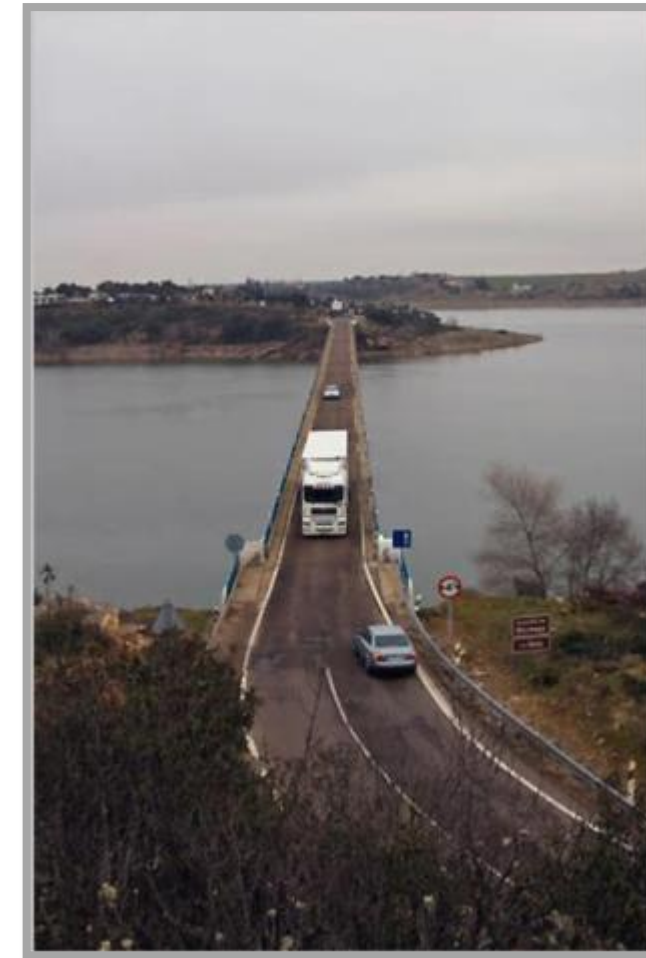
**Fotografía 14:** Tierras de cultivo por donde discurre la Alternativa-3



**Fotografía 16:** Antiguo Puente de La Estrella que se encuentra sumergido bajo las aguas del embalse, aguas abajo del mismo. Datado en el siglo XIX



**Fotografía 17:** Actual Puente de La Estrella datado en los años 30, época de construcción de la Presa de Ricobayo.



**Fotografía 18:** Imagen realizada desde la margen izquierda del embalse donde se aprecia que el ancho del puente no permite que dos vehículos se crucen en él