

## ALTERNATIVA CENTRO. DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL FIRME.

CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES  
(PROVINCIA DE CASTELLÓN).

Trabajo final de grado

Curso: 2014/15

*Autor: César Moya Blasco*

*Tutor: Ana María Pérez Zuriaga*

*Cotutor: Francisco Javier Camacho Torregrosa*

*Titulación: Grado en Ingeniería Civil*

*Valencia, junio de 2015*



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



**DOCUMENTO N°1**

# **MEMORIA GENERAL TFG MULTIDISCIPLINAR**

**CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN).**



ALUMNOS QUE FORMAN PARTE DEL TRABAJO FINAL DE GRADO MULTIDISCIPLINAR BAJO EL TÍTULO GENÉRICO:  
“CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN).”

Alumno	Subtítulo
Álvarez Mondaca, Nacho	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Concepción estructural y diseño del tablero del puente sobre el barranco del Tossal de la Negra
Camarena Escribano, Marina	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Norte. Diseño y dimensionamiento del puente sobre el barranco al Este de Figueroles
Contreras Moya, Marta	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Análisis del tráfico y de la seguridad vial
Deltell Bernabé, Guillermo	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Norte. Diseño geométrico y del firme
Díaz-Miguel Manzanque, Alberto	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Diseño geométrico y del firme
Fuentes Gómez, Alejandro	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Estudio hidrológico y drenaje transversal
Gamarra Sahuquillo, David	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Norte. Diseño de los nudos
Higón García, Fernando	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Norte. Análisis del tráfico y de la seguridad vial
Mateo Villalba, Salvador	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Estudio hidrológico y drenaje transversal
Mateo Cornejo, Kathya Gabriela	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Estudio de Impacto Ambiental en todos los corredores. Análisis sobre el medio físico.
Mira Abad, Aitor	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Análisis de la situación actual y propuesta de mejoras
Moya Blasco, César	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Diseño geométrico y del firme
Natividad Roig, Francisco	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Norte. Diseño y dimensionamiento del puente sobre el río Lucena
Ortiz Verdú, Carlos	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Análisis del tráfico y de la seguridad vial
Palao Puche, Juan Pedro	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Diseño hidráulico de las obras de ingeniería fluvial para la protección del puente sobre el río Lucena
Pascual Caballero, Ana	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Estudio hidrológico y drenaje transversal
Planells Zamora, Jorge	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Diseño de los nudos
Rambla Cerdà, Nerea	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Diseño hidráulico de las obras de ingeniería fluvial para la protección del puente sobre el río Lucena
Romero Ballesteros, Luis	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Estudio de Impacto Ambiental en todos los corredores. Análisis sobre el medio biótico
Saenz Rada, Asier	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Diseño y dimensionamiento del puente sobre el barranco al Este de Figueroles
Sánchez Laosa, Javier	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Diseño y dimensionamiento del puente sobre el río Lucena
Tatay Calvet, Jennifer	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Estudio geológico-geotécnico
Zamora Alférez, José María	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Diseño de los nudos
Zheng Lu, Jia Wei	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Concepción estructural y diseño de subestructuras y obras de fábrica
Zheng Lu, Jia Yi	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Concepción estructural y diseño de tableros del puente sobre el río Lucena

La autoría del apartado inicial recae en la totalidad de los alumnos incluidos en la presente tabla, definiéndose posteriormente en el resto de documentos del proyecto la autoría de cada uno de ellos.  
El resto de documentos corresponden a una de las alternativas del concurso.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



**DOCUMENTO N°2**

# MEMORIA Y ANEJOS

CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN).  
ALTERNATIVA CENTRO



### ALUMNOS QUE FORMAN PARTE DE LA ALTERNATIVA CENTRO

Alumno	Subtítulo
Moya Blasco, Cesar	Concurso para el proyecto de construcción de la variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (Provincia de Castellón). Alternativa Centro. Diseño geométrico y del firme.
Zamora Alfárez, José María	Concurso para el proyecto de construcción de la variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (Provincia de Castellón). Alternativa Centro. Diseño de los nudos.
Contreras Moya, Marta	Concurso para el proyecto de construcción de la variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (Provincia de Castellón). Alternativa Centro. Análisis del tráfico y de la seguridad vial.
Rambla Cerdà, Nerea	Concurso para el proyecto de construcción de la variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (Provincia de Castellón). Alternativa Centro. Diseño hidráulico de las obras de ingeniería fluvial para la protección del puente sobre el río Lucena.
Pascual Caballero, Ana	Concurso para el proyecto de construcción de la variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (Provincia de Castellón). Alternativa Centro. Estudio hidrológico y drenaje transversal.
Saenz Rada, Asier	Concurso para el proyecto de construcción de la variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (Provincia de Castellón). Alternativa Centro. Diseño y dimensionamiento del puente sobre el barranco al Este de Figueroles
Sánchez Laosa, Javier	Concurso para el proyecto de construcción de la variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (Provincia de Castellón). Alternativa Centro. Diseño y dimensionamiento del puente sobre el río Lucena.

### ALUMNOS QUE REALIZAN ESTUDIOS GENERALES INCLUIDOS EN EL DOCUMENTO

Alumno	Subtítulo
Mateo, Kathya	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Estudio de Impacto Ambiental en todos los corredores. Análisis sobre el medio físico.
Mira Abad, Aitor	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Análisis de la situación actual y propuesta de mejoras
Romero, Luis	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Estudio de Impacto Ambiental en todos los corredores. Análisis sobre el medio biótico
Tatay Calvet, Jennifer	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Estudio geológico-geotécnico



## **MEMORIA GENERAL**

### **ÍNDICE**

1. ANTECEDENTES .....	2
2. OBJETO.....	2
3. SITUACIÓN ACTUAL .....	2
4. EQUIPOS.....	2
5. MÉTODO DE TRABAJO .....	4



## **1. ANTECEDENTES**

La población de Figueroles se sitúa en la comarca de l'Alcalatén, dentro de la zona de influencia del puerto y la ciudad de Castellón, formando parte de un área industrial azulejera de gran importancia económica.

La carretera objeto de estudio tiene una función vertebradora en la zona más hacia el interior de la provincia., además de servir de acceso al gran número de empresas del sector ubicadas en los alrededores del municipio.

Este alto nivel de actividad industrial implica un alto nivel de tráfico de vehículos pesados, lo que supone una limitación de la funcionalidad del tramo de travesía, a su paso por el municipio, y una falta de confort y seguridad vial para los habitantes de Figueroles.

Como consecuencia de esta problemática surge la necesidad de estudiar la construcción de una variante a dicha carretera, de forma que se evite el paso del gran número de vehículos pesados por la travesía del municipio, reduciendo los problemas descritos anteriormente.

Se propuso una solución en el año 2005 donde se iba a proyectar una variante por el lado Norte de Figueroles con una longitud total de 3.801 metros, la cual tenía origen en la glorieta existente de veinticinco metros de radio interior que se ubicaba en el término de Lucena del Cid, en la intersección en T que daba acceso a la fábrica de Mosavit.

El inicio de esta variante transcurriría principalmente por campos cultivados y parcelas turísticas y tendrán que sobreponerse a elementos como el río Lucena a través de un puente conformado con un vano de 35 metros de luz libre y cinco vanos de treinta metros que generarían una longitud total de 190 metros, con una sección de 10 metros de anchura, sustentado en cinco pilas. No sería la única vía de paso, ya que también venían incluidas en el proyecto una estructura de 185 metros de longitud con seis vanos de 30 metros de luz libre que solventaría el barranco del Agua. Además estaba incluido un falso túnel que atravesaría el pasillo forestal.

Ambientalmente, dicha solución disminuiría la contaminación y los problemas de ruido soportados en el caso urbano, y se soluciona la afección a la fauna y la las vías pecuarias, creando pasos de fauna y dando continuidad a las vías pecuarias afectadas.

Respecto a los efectos sobre el tráfico, el diseño de la variante con un ensanchamiento de la calzada y la creación de dos glorietas aumentan la capacidad a excepción del tramo de la travesía y suponen una mejora en la accesibilidad urbana.

El presupuesto previsto ascendía a 9.733.343,23 Euros.

## **2. OBJETO**

El presente trabajo se redacta en calidad de Trabajo Fin de Grado (TFG) por los alumnos especificados en el apartado 4 de esta memoria, pertenecientes a la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (ETSICCP) de la Universitat

Politécnica de València (UPV). La realización de este trabajo tiene como finalidad la obtención del título de GRADUADO EN INGENIERIA CIVIL o GRADUADO EN OBRAS PÚBLICAS, dependiendo de la titulación cursada por cada alumno.

El trabajo final de grado denominado "Concurso para el proyecto de construcción de la variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón)" se ha redactado de manera conjunta entre veinticinco alumnos de diferente especialización. A partir de la problemática actual en la carretera CV-190, comentada en el apartado 1, se ha realizado el estudio de tres variantes de construcción de la carretera en el tramo de travesía de Figueroles, cuyos trazados discurren en las zonas próximas a dicha población.

## **3. SITUACIÓN ACTUAL**

En la actualidad, se puede caracterizar la carretera con la dualidad existente por parte de vehículos pesados como turismos. La variante pretende desviar la circulación de los vehículos pesados que actualmente se ven obligados a atravesar por el interior del municipio con el fin de mejorar la seguridad vial.

El tráfico pesado que circula por ella conforma un 15,60% del tráfico total, lo que nos indica que es de suma importancia el estudio de una solución que pueda evitar el paso de los vehículos pesados que suponen un alto riesgo para la seguridad.

Para el estudio de la existente carretera, se ha compuesto un grupo de personas que se encargarán de la definición de la vía actual con los elementos que puedan ser de estudio. Se partirán de bases de parámetros de la carretera actual, junto con otras características que se detallan como el estudio geológico-geotécnico y los posibles impactos económicos-ecológicos que puedan existir a los alrededores de Figueroles.

Para dar solución a esta problemática, se ha optado por la realización de tres alternativas que desviarían el flujo de los vehículos fuera de la localidad, permitiendo así la liberación del tráfico que atraviesa actualmente el casco urbano de Figueroles. Las alternativas descritas en el presente proyecto, se pueden definir como alternativa sur, alternativa centro y alternativa norte, las cuales han sido redactadas por grupos distintos conformando soluciones con diferentes características físicas debido a la variedad de su trazado.

Cada grupo ha realizado distintos trazados adaptándose al máximo a la orografía y demás factores y elementos puntuales existentes con el fin de dar soluciones óptimas.

## **4. EQUIPOS**

Para la realización de este trabajo multidisciplinar, se ha dividido a los 25 estudiantes en cuatro grupos distintos. Los tres primeros grupos se encargan de estudiar una alternativa por grupo. Para ello, dichos grupos están integrados por alumnos que se centraron en



ALTERNATIVA CENTRO

estudiar los aspectos estructurales, hidrológicos, diseño de la carretera, entre otros.

Por otra parte, el último grupo está conformado por aquellos estudiantes que desarrollaron trabajos comunes a todas las variantes. La organización de cada uno de los grupos de trabajo, así como los nombres de los alumnos que la conforman se resume en la siguiente tabla.

Alumno	Subtítulo
Álvarez Mondaca, Nacho	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Concepción estructural y diseño del tablero del puente sobre el barranco del Tossal de la Negra
Camarena Escribano, Marina	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Norte. Diseño y dimensionamiento del puente sobre el barranco al Este de Figueroles
Contreras Moya, Marta	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Análisis del tráfico y de la seguridad vial
Deltell Bernabé, Guillermo	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Norte. Diseño geométrico y del firme
Díaz-Miguel Manzanque, Alberto	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Diseño geométrico y del firme
Fuentes Gómez, Alejandro	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Estudio hidrológico y drenaje transversal
Gamarra Sahuquillo, David	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Norte. Diseño de los nudos
Higón García, Fernando	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Norte. Análisis del tráfico y de la seguridad vial
Mateo Villalba, Salvador	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Estudio hidrológico y drenaje transversal
Mateo Cornejo, Kathya Gabriela	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Estudio de Impacto Ambiental en todos los corredores. Análisis sobre el medio físico.
Mira Abad, Aitor	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Análisis de la situación actual y propuesta de mejoras
Moya Blasco, César	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Diseño geométrico y del firme
Natividad Roig, Francisco	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Norte. Diseño y dimensionamiento del puente sobre el río Lucena
Ortiz Verdú, Carlos	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Análisis del tráfico y de la seguridad vial
Palao Puche, Juan Pedro	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Diseño hidráulico de las obras de ingeniería fluvial para la protección del puente sobre el río Lucena
Pascual Caballero, Ana	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Estudio hidrológico y drenaje transversal
Planells Zamora, Jorge	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Diseño de los nudos
Rambla Cerdà, Nerea	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Diseño hidráulico de las obras de ingeniería fluvial para la protección del puente sobre el río Lucena
Romero Ballesteros, Luis	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Estudio de Impacto Ambiental en todos los corredores. Análisis sobre el medio biótico
Saenz Rada, Asier	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Diseño y dimensionamiento del puente sobre el barranco al Este de Figueroles
Sánchez Laosa, Javier	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Diseño y dimensionamiento del puente sobre el río Lucena
Tatay Calvet, Jennifer	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Estudio geológico-geotécnico
Zamora Alférez, José María	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Diseño de los nudos
Zheng Lu, Jia Wei	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Concepción estructural y diseño de subestructuras y obras de fábrica
Zheng Lu, Jia Yi	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Concepción estructural y diseño de tableros del puente sobre el río Lucena

La alumna Ana Pascual Caballero ha desarrollado todo su trabajo centrándose en el cálculo de la Alternativa Norte. Por motivos académicos, y puesto que la hidrología es común entre las alternativas Norte y Centro, finalmente va a asociarse su trabajo a la Alternativa Centro, con el fin de que los cálculos hidrológicos sirvan para el análisis de las obras de protección para las obras de esta última alternativa.



## 5. MÉTODO DE TRABAJO

La metodología aplicada para llevar a cabo este Trabajo Fin de Grado multidisciplinar, conformado por veinticinco alumnos, ha sido trabajar con dos tipologías de grupo, por una parte los grupos formados por cada alternativa y por otra parte los grupos formados por especialidad.

En primer lugar, cabe destacar que para la redacción de este proyecto ha sido importante la interrelación entre los alumnos de una misma alternativa, ya que para obtener los datos de partida de cada uno de los trabajos individuales como de otros datos característicos han sido necesario los resultados de los compañeros de otras especialidades como también la interrelación entre los alumnos que conforman la alternativa general. Para facilitar este intercambio de información se realizaron talleres semanales. En ello se tuvo la posibilidad de comentar el avance de los estudios individuales entre los alumnos así como con los tutores que conforman este Trabajo Fin de Grado. También debido a la existencia de estas reuniones semanales se logró la interacción entre todos los participantes a la hora de proponer mejoras sobre el diseño de las alternativas.

El segundo de los grupos de trabajo, el grupo de cada especialidad, se ha centrado en el trabajo directo con el tutor y cotutor correspondiente, además de con los alumnos de la misma especialidad, con el objetivo de conocer el alcance de cada uno de los trabajos. En este caso la organización ha dependido de los tutores encargados de cada especialidad, formando seminarios o reuniones según las necesidades de los grupos, que han servido para el avance en la redacción y dar solución a los problemas que han ido surgiendo.

El número de talleres aproximado por cada especialidad ha sido aproximadamente de diez, cuyo objetivo ha sido el de enseñarlos a los alumnos el uso de software específico para poder aplicar algunos de los conocimientos adquiridos en la carrera a una problemática práctica, que ha sido el presente proyecto.

Finalmente destacar que antes de dar comienzo a la elaboración del proyecto a finales de Enero del 2015 se efectuó una visita de campo para realizar un reconocimiento del terreno sobre el que discurriría el trazado de las distintas variantes, en el cual visitaron detenidamente tanto la actual CV-190 así como las zonas donde probablemente se ubicarían el trazado de cada una de las tres variantes contando además con la explicación de la geología de cada zona. En esta visita además los alumnos participaron en un aforo de tráfico y se realizó un reportaje fotográfico de la visita.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

## Índice de contenidos

CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN).  
ALTERNATIVA CENTRO



Documentos	Alumno
Memoria	Todos
Valoración económica	Todos

Anejo	Alumno
Geología y geotecnia	Tatay Calvet, Jennifer
Hidrología y drenaje	Pascual Caballero, Ana
Situación actual	Mira Abad, Aitor
Análisis del tráfico	Contreras Moya, Marta
Diseño geométrico	Moya Blasco, Cesar
Diseño de los nudos	Zamora Alfárez, José María
Desvíos de tráfico, afecciones y reposiciones de servicios	Zamora Alfárez, José María
Estudio de Seguridad Vial	Contreras Moya, Marta
Señalización, balizamiento y defensas	Moya Blasco, Cesar
Firmes	Moya Blasco, Cesar
Movimiento de tierras	Moya Blasco, Cesar
Cálculos estructurales	Saenz Rada, Asier
	Sánchez Laosa, Javier
Diseño hidráulico de las obras de ingeniería fluvial para la protección del puente sobre el río Lucena	Rambla Cerdà, Nerea



Índice de planos	Alumno	Índice de planos	Alumno
1. Localización	Todos	6. Protecciones hidráulicas de las estructuras	Rambla Cerdà, Nerea
2. Situación actual	Mira Abad, Aitor	6.1. Alzado y planta general	
3. Diseño geométrico del tronco principal	Moya Blasco, Cesar	6.2. Alzado con regularización del cauce	
3.1. Planta general		6.3. Alzado con porteción local y general	
3.2. Planta y perfil		6.4. Alzado y planta de la zona protegida	
3.3. Secciones tipo		6.5. Detalle en planta de las protecciones	
3.4. Secciones transversales		6.6. Perfil longitudinal de la protección	
3.5. Señalización y balizamiento	Zamora Alfárez, José María	7. Impacto ambiental	Mateo, Kathya Romero Ballesteros, Luis
4. Diseño geométrico de los nudos		7.1. Mapa Geológico	
4.1. Planta general		7.2. Mapa de planeamiento urbanístico	
4.2. Planta y perfil		7.3. Mapa de ocupación el suelo	
4.3. Secciones tipo		7.4. Mapa de capacidad de usos del suelo	
4.4. Señalización y balizamiento		7.5. Mapa de riesgo de erosión potencial	
4.5. Ubicación de reportaje fotográfico		7.6. Mapa de peligrosidad sísmica	
4.6. Desvíos de tráfico, afecciones y reposiciones		7.7. Vulnerabilidad de acuíferos	
5. Estructuras		7.8. Mapa de riesgo de inundación. PATRICOVA	
5.1. Estructura sobre el barranco al Este de Figueroles		7.9. Plano de elementos patrimoniales y zonas protegidas	
5.1.1. Planta de ubicación de estructuras	7.10. Plano de las medidas correctoras. Hidrosiembra		
5.1.2. Planta y alzado			
5.1.3. Plano de replanteo			
5.1.4. Planta inferior y planta de cimentación			
5.1.5. Sección tipo			
5.1.6. Secciones transversales en pilas y estribos			
5.1.7. Geometría de la sección			
5.1.8. Geometría y armado de vigas			
5.1.9. Geometría y armado de losa			
5.1.10. Geometría de dinteles			
5.1.11. Geometría y armado de pilas			
5.1.12. Geometría de cimentaciones			
5.1.13. Geometría y armado de estribos			
5.2. Estructura sobre el río Lucena	Sánchez Laosa, Javier Saenz Rada, Asier		
5.2.1. Planta de ubicación de estructuras			
5.2.2. Planta y alzado			
5.2.3. Plano de replanteo			
5.2.4. Planta inferior y planta de cimentación			
5.2.5. Sección tipo			
5.2.6. Secciones transversales en pilas y estribos			
5.2.7. Condicionantes hidráulicos			
5.2.8. Geometría de la sección			
5.2.9. Geometría y armado de vigas			
5.2.10. Geometría y armado de losa			
5.2.11. Geometría de dinteles			
5.2.12. Geometría y armado de pilas			
5.2.13. Geometría de cimentaciones			
5.2.14. Geometría y armado de estribos			



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



# MEMORIA

CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN).  
ALTERNATIVA CENTRO



## **Memoria: ALTERNATIVA CENTRO**

### **ÍNDICE**

1. Antecedentes .....	2
2. Objeto .....	3
3. Localización .....	3
4. Situación actual (resumen de Aitor) .....	4
5. Descripción de la solución adoptada:.....	4
5.1. Geología y geotecnia .....	4
5.2. Hidrología y drenaje .....	5
5.3. Análisis del tráfico .....	6
5.4. Diseño geométrico .....	8
5.5. Diseño de los nudos.....	8
5.6. Desvíos de tráfico, afecciones y reposición de servicios .....	8
5.7. Estudio de Seguridad Vial .....	9
5.8. Señalización, balizamiento y defensas .....	10
5.9. Firmes .....	10
5.10. Movimientos de tierras.....	10
5.11. Cálculo estructural .....	10
5.12. Diseño hidráulico de la obras de ingeniería fluvial para la protección del puente sobre el río Lucena .....	10
6. Valoración de la solución .....	13



## ÍNDICE de figuras

Fig. 1 Localización de la Alternativa Centro .....	3
Fig. 2 Esquema de los flujos de tráfico, años 2020 y 2040, tras la puesta en servicio de la nueva carretera. Fuente: elaboración propia, <i>Anejo X Estudio de seguridad vial</i> . ....	7
Fig. 3 Explanada en Cuaternario.....	10
Fig. 4 Explanada en roca.....	10
Fig. 5 Firme adoptado. ....	10
Fig. 6 Puente de la Alternativa Centro esquematizado.....	12
Fig. 7 Sección aguas arriba del puente para periodo de retorno de 100 años. ....	12
Fig. 8 Socavación.....	12
Fig. 9 Valores de socavación en cada pila. ....	12

## ÍNDICE de tabla

Tabla 1 Mapa topográfico del área de estudio. (Fuente: IGN).....	4
Tabla 2 Alternativas de la CV-190, y el tipo de terreno al que afectan. ....	5
Tabla 3 Hidrogramas de crecida para los diferentes periodos de retorno .....	6
Tabla 4 Características de las obras de drenaje finalmente adoptadas .....	6
Tabla 5 Media y desviación típica asumidas para cada sentido de circulación en la variante. Fuente: elaboración propia, <i>Anejo X Análisis del tráfico</i> .....	7

## 1. ANTECEDENTES

La comarca del Alcaiatén, en el área de influencia del puerto y ciudad de Castellón, forma parte de una zona que destaca por su potente industria azulejera.

La carretera autonómica CV-190 sirve de elemento vertebrador de esta zona, en su vertiente más hacia el interior de la provincia. Así, en el entorno del municipio de Figueroles se ubican diversas empresas del sector.

Dicha actividad industrial lleva implícito un tráfico de vehículos pesados que limita la funcionalidad del tramo de travesía ubicado en el municipio, así como lleva asociadas una falta de confort y seguridad vial para los vecinos de Figueroles. Estas problemáticas en el entorno de la travesía se han podido comprobar y medir las visitas a la zona.

Es por todo ello que viene motivado el presente Estudio Básico de la Alternativa Centro de dicho proyecto de circunvalación.

## 2. OBJETO

El objeto de este Proyecto es el diseño de una circunvalación al municipio de Figueroles (Castellón). Todos los Anejos que acompañan esta Memoria persiguen definir este diseño. Todo ello se engloba en el Estudio Básico de la Alternativa Centro de la variante de la CV-190, a su paso por dicho municipio.

La construcción de esta variante está destinada a recoger todo el tráfico de la carretera CV-190 que actualmente debe atravesar la población Figueroles. Incluyendo el tráfico de pesados que en este caso tiene un gran volumen y es el causante de la problemática en esta zona.

Así mismo, la nueva variante debe integrar todas las medidas protectoras y correctoras del Estudio de Impacto Ambiental.

## 3. LOCALIZACIÓN

La Alternativa Centro se encuentra en la zona próxima a la población de Figueroles, situada al norte de la Comunidad Valenciana, en el interior de la Provincia de Castellón.

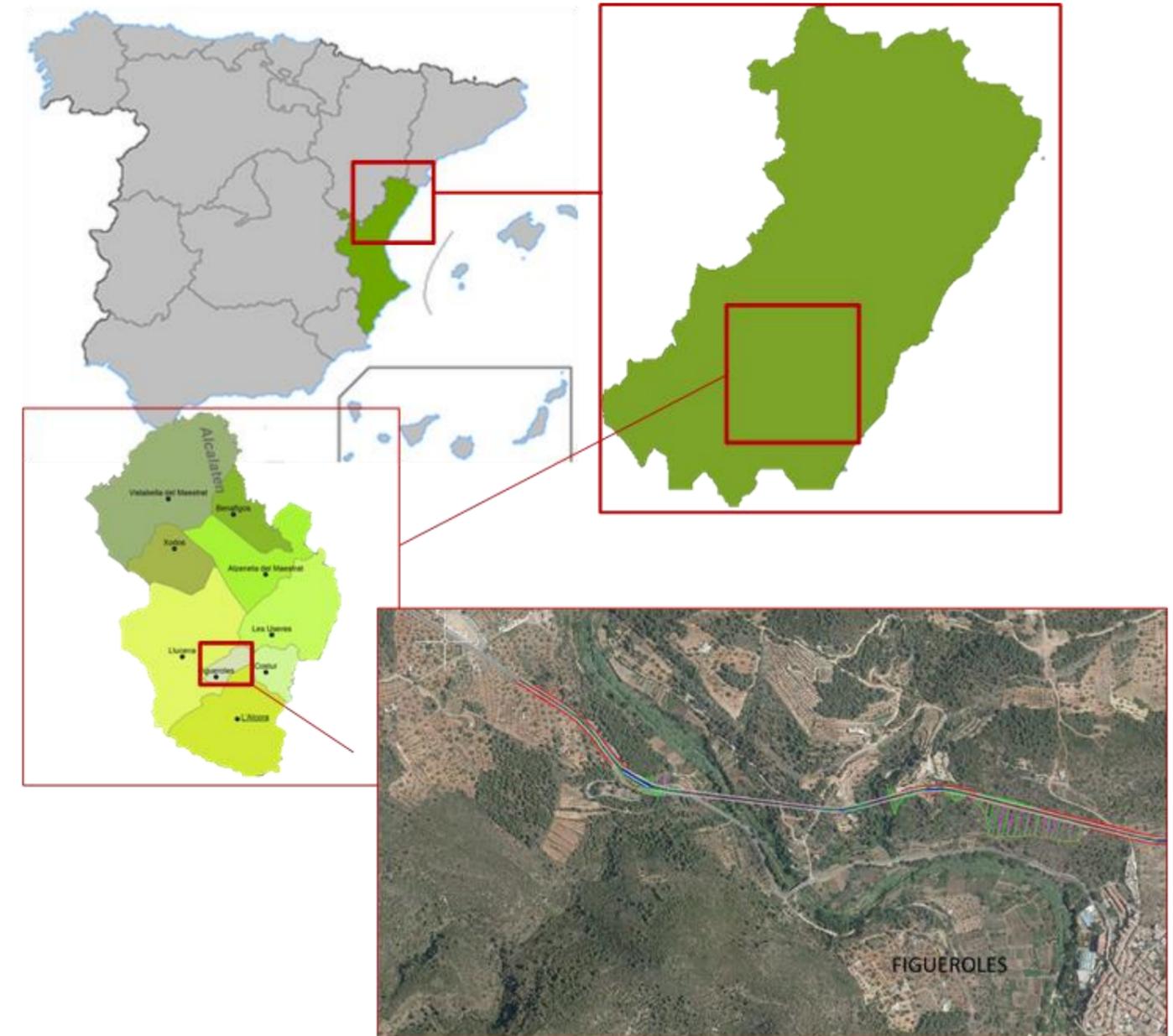


Fig. 1 Localización de la Alternativa Centro

## 4. SITUACIÓN ACTUAL

### 4.1. Análisis de Tráfico

El objetivo fundamental consiste en analizar y caracterizar el tráfico localizado en nuestro ámbito de actuación, que será descrito con detalle en el alcance. Será necesario para ello el análisis de datos de distintas estaciones de aforo, junto con los aforos manuales elaborados expresamente para este proyecto de actuación.

Se determinará la capacidad y nivel de servicio de los distintos tramos de vía.

Es importante analizar no solo analizar el tramo en el que se van a ejecutar las mejoras, sino también los adyacentes, pues son estos los que condicionan el desarrollo del tráfico y resultan indispensables para una correcta interpretación de los datos analizados, evitando así posibles deformaciones locales de la realidad del tráfico.

### 4.2. Estudio Dinámica Poblacional

Las infraestructuras de transporte se conciben como una herramienta al servicio de las personas para desarrollar su actividad. De esta condición se deduce necesariamente la estrecha relación entre los factores socio-económicos y la necesidad de estas infraestructuras.

Analizar la interacción entre el territorio, la infraestructura y su población es vital para la correcta interpretación de la situación y detección de necesidades.

En resumen, estudiar el comportamiento de la población ubicada en el territorio de afección de una determinada infraestructura de transporte será determinante en la toma de decisión de posibles soluciones.

### 4.3. Análisis seguridad vial

La importancia del análisis de la seguridad en la vía radica en el simple hecho de que los usuarios de las infraestructuras de transporte, puedan utilizar las mismas con la mínima exposición al riesgo y evitar así posibles accidentes con consecuencias tanto físicas como psicológicas.

Se analizan los diversos factores concurrentes en la seguridad vial, explicando las características de cada uno de ellos.

Se realizará un listado de deficiencias de seguridad vial detectadas y documentadas tanto en la visita a campo, como en análisis posteriores mediante herramientas informáticas.

## 5. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA:

### 5.1. Geología y geotecnia

Este trabajo Fin de Grado se enmarca en el trabajo multidisciplinar denominado Proyecto de Construcción de la variante CV-190 a su paso por el municipio de Figuerles (Castellón), elaborado en su conjunto por un grupo de más de 20 alumnos de las titulaciones de Grado en Ingeniería de Obras Públicas y Grado en Ingeniería Civil.

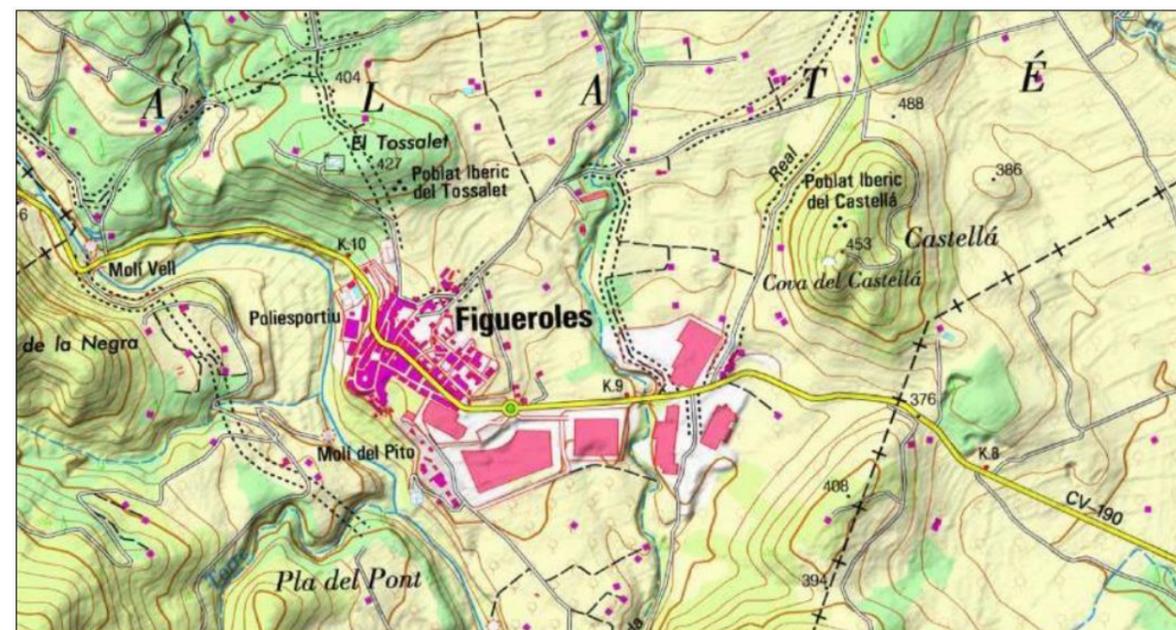


Tabla 1 Mapa topográfico del área de estudio. (Fuente: IGN)

Como el título indica se trata de estudiar las alternativas al trazado de la actual carretera CV-190. Este estudio se justifica en que el trazado existente atraviesa la población de Figuerles. A las molestias que esto supone se añade el peligro de su elevado tráfico de vehículos pesados como consecuencia de la actividad de las industrias azulejeras de la zona.

Para resolver esta situación se ha establecido como objetivo general el estudio de tres alternativas distintas a la variante de la carretera CV-190, denominadas alternativa sur, centro y norte. El objetivo concreto de este documento es estudiar la geología del corredor en su conjunto y, específicamente, de cada una de las tres alternativas planteadas, así como analizar y resolver los problemas geotécnicos que presentan cada una de ellas.

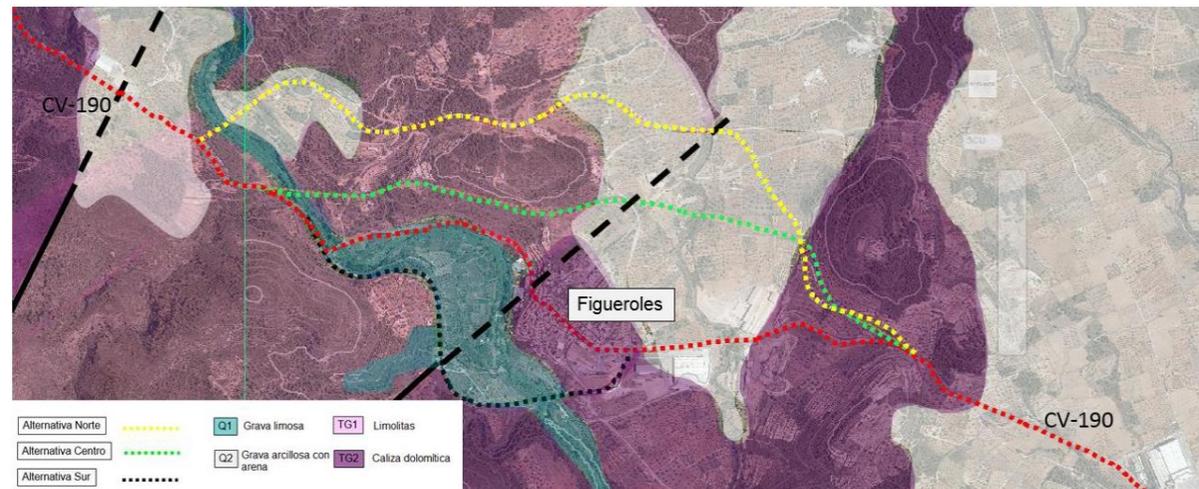


Tabla 2 Alternativas de la CV-190, y el tipo de terreno al que afectan.

La metodología de trabajo empleada ha constado de varias fases. La primera de ellas ha consistido en una recopilación de información exhaustiva sobre la zona de trabajo y sobre los datos básicos del proyecto. La segunda fase ha sido la visita al área en estudio; en total se han realizado tres visitas. La tercera y última fase ha consistido en el análisis de los datos recopilados en las dos fases anteriores y en el establecimiento de las conclusiones y recomendaciones necesarias desde el punto de vista de la ingeniería geotécnica.

Este documento se centra en conocer la litoestratigrafía del entorno y las características geomecánicas de los materiales afectados por las distintas alternativas. Para cada alternativa se ha elaborado un perfil con el inventario de puntos singulares desde el punto de vista geotécnico y se han establecido recomendaciones de actuación en los casos más interesantes.

## 5.2. Hidrología y drenaje

El estudio hidrológico se ha extendido a las cuencas vertientes a la traza de la variante CV-190 a su paso por Figueroles (Castellón), con el objetivo de estimar los caudales de crecidas en los puntos de desagüe a dicha traza. Estos caudales han sido obtenidos tanto para el cauce principal como para sus afluentes a fin de poder dimensionar y estudiar las obras de drenaje transversal y longitudinal, aplicando diferentes niveles de probabilidad.

Como consecuencia de la falta de aforos directos en la zona de interés, el estudio hidrológico se ha realizado mediante métodos hidrometeorológicos a fin de determinar los caudales de avenida y sus hidrogramas asociados, a partir de valores extremos de precipitación, mediante la simulación del proceso precipitación-escorrentía. En el “Anejo estudio hidrológico y estudio del drenaje” se desarrolla la metodología empleada, desarrollando en dicho anejo, la metodología empleada, la justificación de los valores empleados así como los cálculos realizados. A continuación se muestra una síntesis del trabajo realizado en dicho anejo.

- Caracterización de la cuenca.

La caracterización del sistema se ha realizado con el uso de la información descrita en el “Anejo estudio hidrológico y estudio del drenaje”. Con ello se ha identificado el sistema hidrológico y sus características hidromorfométricas, este sistema se ha dividido, por los motivos mencionados en el anejo, en cuatro subcuencas y tres intercuencas, donde la subcuenca del río Lucena se ha dividido a su vez en otras cuatro subcuencas a fin de modelar pseudodistribuido.

En el sistema hidrológico identificado anteriormente ha sido necesaria la obtención del parámetro de producción de escorrentía, para lo cual ha sido necesario identificar la tipología de suelo según el SCS, identificando la capacidad del uso del suelo y sus características lito-edafológicas. Una vez analizado la tipología de suelo se ha estudiado las cubiertas de suelo existente en la zona. Con estos dos datos se ha obtenido el umbral de escorrentía en cada una de las zonas del sistema hidrológico y mediante una ponderación areal se han alcanzado los valores promedio de cada una de las subcuencas.

- Análisis estadístico.

Este análisis tiene como objetivo obtener los cuantiles de precipitación diaria máxima anual correspondiente a distintos períodos de retorno, para lo cual ha sido necesario el uso de las precipitaciones diarias máximas anuales. A fin de poder realizar este análisis ha sido necesario emplear las series diarias de acumulados de precipitación de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) procedente de 4 estaciones localizadas cada una de ellas al sur, oeste, norte y este del sistema hidrológico por lo que se puede asegurar que se dispone información de todas las vertientes de la cuenca. Siendo las siguientes estaciones las utilizadas: Alcora (sur), Zucaina (oeste), Lucena del Cid (Norte) y Adzaneta (este).

Para la obtención de los cuantiles ha sido necesario realizar ajustes locales a las series de máximos anuales de cada estación con las siguientes funciones de distribución: Gumbel, SQRT-ETmax, GEV, y TCEV, utilizando un ajuste paramétrico de máxima verosimilitud en todas ellas. Como consecuencia del número de estaciones empleadas así como su longitud efectiva, además de que todas las cuencas a excepción de la subcuenca del Lucena están afectadas únicamente por la estación de Alcora, hace innecesario la incorporación del análisis regional.

- Modelo lluvia escorrentía.

En primer lugar y dado las características de la subcuenca del Lucena se ha analizado la modelación más apropiado de transformación lluvia escorrentía, los resultados de dicho análisis son lo suficientemente concluyentes como para proceder a realizar una modelación pseudodistribuida de todo el sistema hidrológico.

Una vez decido el modelo a emplear se deben definir nuevamente los criterios utilizados en la modelación. Estos son por una parte las tormentas de diseño, en este caso teniendo en cuenta que en este caso existen subcuencas con dimensiones



menores a la del Lucena por lo que su discretización temporal también lo debe ser menor. Además se ha incluido el estudio de la humedad antecedente a fin de afinar el umbral de escorrentía obtenido anteriormente. En él se concluye el umbral de escorrentía del sistema debe ser considerando condiciones secas en la zona, según lo estipulado por el SCS. Por último se ha analizado otros criterios como el tiempo de desfase a la punta, su discretización temporal o su parámetro de escorrentía.

Con ello obtenemos los siguientes resultados.

Tabla 3 Hidrogramas de crecida para los diferentes periodos de retorno

• Drenaje.

La construcción de la variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles, produce una interrupción a la propagación de la escorrentía superficial, obligando a estudiar y dimensionar la construcción de obras de drenaje que sean capaces de encauzar la escorrentía superficial producida, además de ser capaces de dar continuidad a los cauces del sistema.. Ambos objetivos deben cumplir su función hidráulica para los periodos de retorno definidos.

Para su dimensionamiento se ha analizado la escorrentía superficial producida sobre la plataforma de la variante así como en el sistema hidrológico. Con estos caudales se ha procedido a dimensionar en régimen estacionario unidimensional todas las obras de drenaje. Complementariamente se ha comprobado el buen funcionamiento de las obras de drenaje transversal para la crecida del río Lucena para periodo de retorno 100 años, cuya confluencia estas aguas abajo de la obra de drenaje.

El dimensionamiento finalmente definido para cada uno de los elementos del drenaje es el siguiente.

Código de elemento	Margen	P.K (Inicio-Fin)	Tipología	Dimensiones	Pendiente	Material
C1MD	Derecha	2+660-3+110	Trapezial	b=0,3 / h=0,4	0,01	Hormigón
C1MI	Izquierda	2+660-3+111	Trapezial	b=0,3 / h=0,4	0,01	Hormigón
C2MD	Derecha	2+280-2+540	Trapezial	b=0,3 / h=0,4	0,02	Hormigón
C2MI	Izquierda	2+280-2+541	Trapezial	b=0,3 / h=0,4	0,02	Hormigón
C3MD	Derecha	2+280-1+529	Trapezial	b=0,2 / h=0,7	0,05	Hormigón
C3MI	Izquierda	2+280-1+530	Trapezial	b=0,2 / h=0,7	0,05	Hormigón
C4MD	Derecha	0+635-1+071	Trapezial	b=0,3 / h=0,4	0,01	Hormigón
C4MI	Izquierda	0+635-1+072	Trapezial	b=0,3 / h=0,4	0,01	Hormigón
C5MD	Derecha	0+635-0+000	Trapezial	b=0,3 / h=0,4	0,05	Hormigón
C5MI	Izquierda	0+635-0+001	Trapezial	b=0,3 / h=0,4	0,05	Hormigón
C6MD	Derecha	1+529-1+071	Trapezial	b=0,3 / h=0,4	0,03	Hormigón
C6MI	Izquierda	1+529-1+072	Trapezial	b=0,3 / h=0,4	0,03	Hormigón
ODT1	Transversal	1+529	Marco	b=2 / h=2	0,002	Hormigón
ODT2	Transversal	1+071	Tubería	D=0,8	0,003	Hormigón

Tabla 4 Características de las obras de drenaje finalmente adoptadas

En el caso de los dos puentes, situados sobre los dos cauces principales, se ha estudiado la capacidad del propio trazado de transportar el caudal producido por la escorrentía superficial de la plataforma, sin la necesidad de construir una cuneta como tal.

5.3. Análisis del tráfico

T10	S.LUCENA	SC1	SC2	IC2-3	SC3	SC4	SC5
Qp (m3)	86.4	0.004	0.5	0.08	3.2	0.07	0.02
V (Hm3)	1.231	0.0000429	0.00366	0.000832	0.0312	0.000778	0.000241
T25	S.LUCENA	SC1	SC2	IC2-3	SC3	SC4	SC5
Qp (m3)	136.2	0.005	0.6	0.09	3.5	0.08	0.03
V (Hm3)	1.847	0.000491	0.00852	0.00371	0.0342	0.000942	0.000287
T100	S.LUCENA	SC1	SC2	IC2-3	SC3	SC4	SC5
Qp (m3)	371.3	0.02	1.4	0.3	7.5	0.3	0.03
V (Hm3)	4.747	0.000117	0.00803	0.00244	0.0650	0.00293	0.000287
T200	S.LUCENA	SC1	SC2	IC2-3	SC3	SC4	SC5
Qp (m3)	577.6	0.03	2.0	0.4	9.9	0.4	0.2
V (Hm3)	7.177	0.000159	0.0104	0.0107	0.0827	0.0153	0.119
T500	S.LUCENA	SC1	SC2	IC2-3	SC3	SC4	SC5
Qp (m3)	876.6	0.04	2.8	0.6	13.5	0.6	0.3
V (Hm3)	10.689	0.000223	0.0137	0.00477	0.108	0.00631	0.00173

En el Anejo 3 Análisis del tráfico se ha llevado a cabo un estudio en detalle de las intensidades de vehículos de la zona tratada y de los flujos de tráfico que se verían afectados en caso de llevarse a término la actuación propuesta en el presente trabajo. Todo ello prestando especial atención al porcentaje de pesados por tratarse de una zona con una industria azulejera notable dispersa en varias zonas industriales en el entorno del municipio de Figueroles. A su vez, se han analizado los volúmenes de tráfico que circularían por la futura variante en los diferentes años clave, año de puesta en servicio (2020) y año horizonte (2040).

CÁLCULO DE LA IMD

Primeramente, para el correcto desarrollo del proyecto ha sido necesaria una visita de campo con su correspondiente aforo manual durante 6 horas de un día laborable. Dicho aforo posee las particularidades de constar con dos puestos de toma de datos diferentes, uno al este y otro al oeste del municipio, y además, el hecho de haberse anotado las matrículas de los vehículos a fin de conocer el porcentaje de estos que únicamente atravesaban el tramo urbano sin detenerse, pues este sería el porcentaje aproximado de los usuarios de la futura variante. Partiendo de esto y de los datos proporcionados por la estación afín determinada, CV-190-020, se ha obtenido tras aplicar una serie de reglas de tres los valores correspondientes a la IMD del tramo de la travesía en la actualidad, 2441



veh/día, destacar que este valor es el promedio entre los datos obtenidos en el aforo este y el oeste y de igual modo se ha procedido en los casos donde se presentará una disparidad de valores a causa del modelo de toma de datos. Así pues, en la misma situación pero para el determinado como año de puesta en servicio, la variante poseería una IMD de 2614 veh/día, mientras que en 2040 alcanzaría los 3479 veh/día de intensidad media diaria, el porcentaje de pesados correspondiente es de un 14,3%. Del total de vehículos, tras analizar los datos recogidos en el día concreto de la visita de campo, se ha estimado que el porcentaje que usarían la variante en caso de llevarse a cabo sería de un 70%, variando ligeramente en función del punto de aforo y sentido tomado.

Consecuentemente, en caso de ejecutarse la variante el tráfico que circularía por la travesía sería de 742 veh/día y 987 veh/día en el año 2020 y 2040, respectivamente, con un porcentaje de pesados que no alcanza el 10%. En cuanto a la nueva carretera, los valores obtenidos son una IMD de 1872 veh/día para su puesta en servicio y de 2491 veh/día en el año horizonte, el porcentaje de pesados en este caso supera el 15%. Toda la información relatada y a un grado de detalle mayor en cuanto a los diferentes flujos de tráfico se muestra en la Fig. 2.

Por último remarcar que para realizar la prognosis del tráfico en los diferentes años analizados se han empleados los coeficientes de incremento de tráfico publicados en el BOE núm.311 de 2010.

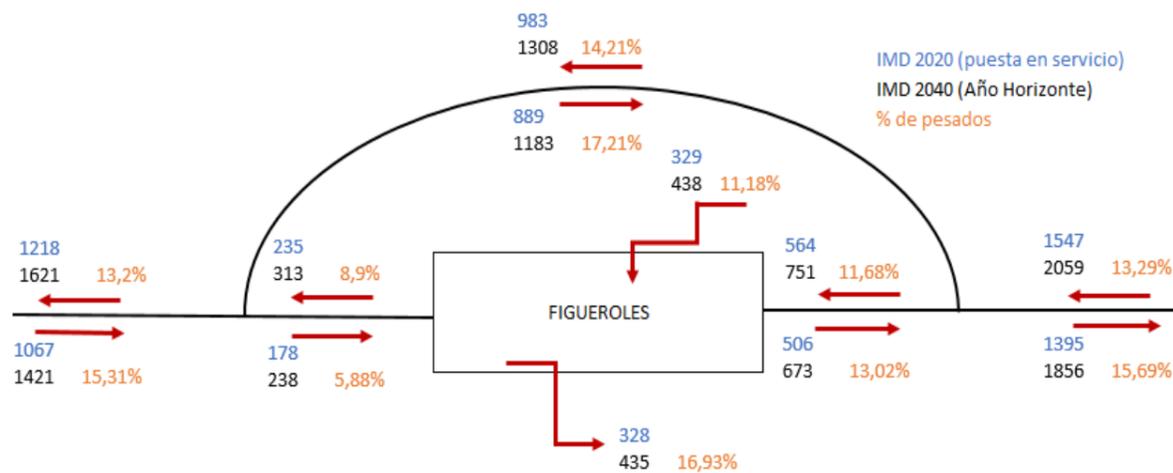


Fig. 2 Esquema de los flujos de tráfico, años 2020 y 2040, tras la puesta en servicio de la nueva carretera. Fuente: elaboración propia, Anejo X Estudio de seguridad vial.

**ESTUDIO DE CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO**

Una vez conocidas las diferentes intensidades de tráfico según la situación valorada, se ha procedido a analizar la capacidad y nivel de servicio de la variante en los diferentes casos considerados para la obtención de la IMD y, a su vez, a comparar éstos con los resultantes en la variante según se lleve a cabo o no la actuación y el periodo de tiempo concreto, estos últimos datos se corresponden con el Anejo X Situación actual. En ambos

casos se ha seguido la metodología expuesta en el Highway Capacity Manual 2010 (HCM 2010).

Así pues, mientras que el nivel de servicio en la variante, clasificada como clase III según el criterio del HCM 2010, en la actualidad es de \_\_\_\_, el obtenido el año horizonte es \_\_\_\_. En ambos casos la capacidad es de \_\_\_\_.

Por otro lado, los cálculos referentes a este tema realizados en el anejo presentado han proporcionado como resultados un nivel de servicio B para la variante desde su puesta en servicio hasta el año horizonte, y una capacidad de 1700 veh/día. Ésta se ha determinado como clase II siguiendo los criterios del HCM 2010.

**ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD**

Por último, para finalizar este anejo se ha llevado a cabo un análisis de sensibilidad, también conocido como análisis de Montecarlo, con el fin de asegurar en la medida de lo posible que los resultados obtenidos son fiables.

Concretamente, se ha centrado el estudio en la consideración de la variable porcentaje de vehículos que serían usuarios de la variante y la incertidumbre inherente al valor que se le atribuya. Se habla de incertidumbre porque todos los resultados obtenidos a lo largo del anejo se basan en un aforo manual realizado un día concreto durante 6 horas, los datos arrojados de dicho aforo muy seguramente habrían sido diferentes de haber realizado la visita de campo cualquier otro día, la clave radica en conocer como de distintos podrían haber sido y como esa variabilidad afecta a los resultados obtenidos.

El análisis realizado mediante una hoja de cálculo programada se ha basado, pues, en la consideración de la variable porcentaje de vehículos que utilizarían la variante por sentido asumiendo para esta una distribución normal, con su correspondiente media y desviación típica determinada a raíz de los datos manejados, Tabla 5. Para ambos sentidos se han realizado 10.000 iteraciones de manera aleatoria que han arrojado los correspondientes porcentajes de tráfico dentro de un intervalo  $[-2\sigma, 2\sigma]$ , es decir, contemplando un 95% de los casos. A partir de éstos se ha calculado el nivel de servicio para cada pareja de valores, uno por sentido siendo los resultados finales niveles en su mayoría A-B o B-B. Una vez observados esos valores se ha podido afirmar que los resultados obtenidos a raíz del aforo manual realizado son coherentes y realistas.

	SENTIDO CRECIENTE	SENTIDO DECRECIENTE
Media	72,13	73,45
$\sigma$	12	12

Tabla 5 Media y desviación típica asumidas para cada sentido de circulación en la variante. Fuente: elaboración propia, Anejo X Análisis del tráfico.



#### 5.4. Diseño geométrico

La carretera que actualmente transcurre por el interior del municipio es angosta y de difícil tránsito para vehículos pesados. La nueva variante que bordeará el municipio de Figueroles tratará de eliminar la gran cantidad de tráfico pesado que atraviesa el municipio, ofreciendo mayor seguridad y comodidad a los usuarios.

Es de vital importancia destacar que el nuevo trazado, que ha sido diseñado conforme a la Instrucción 3.1-IC del Ministerio de Fomento, cumple con todas las exigencias de la normativa.

La vía procura ir lo más paralela posible a las líneas de nivel del terreno para evitar tener que hacer grandes movimientos de tierra. Ésta queda al norte del municipio de Figueroles, entre la montaña de “El Tossalet” y el cementerio municipal.

Durante toda su longitud se ha tenido en cuenta la afección a yacimientos, espacios protegidos, edificios, vías pecuarias, etc., tratando de minimizar el impacto que la construcción del nuevo vial ocasionaría. Asimismo, la carretera tiene que salvar un par de barrancos y el río Lucena, con las estructuras necesarias para ello.

En resumen, la nueva variante a su paso por el municipio de Figueroles tiene una longitud de 3.420,38 metros. Es una carretera convencional de dos carriles, uno para cada sentido de circulación, en la que se ha establecido como velocidad de proyecto 60km/h. En cuanto a sus características de su sección transversal, son las siguientes:

- Carril: 3,5 metros.
- Arcén: 1 metro.
- Berma: pavimentada de 0,75 metros.

Además, en las zonas que sean necesaria, se colocará una cuneta trapezoidal a continuación de la berma.

Finalmente, con su construcción se pretende absorber la gran cantidad de tráfico pesado que soporta la zona como consecuencia de su gran industria azulejera.

#### 5.5. Diseño de los nudos

Para el diseño de los nudos, se trata de hacer un análisis riguroso de la problemática de las uniones entre el nuevo y el antiguo trazado de la CV-190, así como de esta carretera con los caminos aledaños.

Para este propósito, se han considerado una serie de condicionantes. Estos, mayormente han sido orográficos. El relieve en el nudo oeste es mucho menos generoso que en el nudo este. Ello queda de manifiesto en los listados de alineaciones y estados de rasantes. Estas

limitaciones afectarán decisivamente en cuanto a la elección de la solución para cada uno de los emplazamientos.

Esta elección, no obstante, ha sido multicriterio. Se ha realizado una encuesta al alumnado de la ETSICCP de Valencia para definir los pesos para los parámetros de Funcionalidad (se ha estudiado muy en profundidad la funcionalidad del nudo tipo glorieta y tipo intersección.), Seguridad Vial, Economía e Impacto Ambiental. Cada una de las alternativas planteadas para cada nudo ha optado a una valoración diferenciada de las demás, de acuerdo a los pesos obtenidos y los parámetros analizados. A partir de los resultados de este análisis se concluye la conveniencia de disponer intersecciones en T ortogonales en ambos nudos.

Por capacidad no era preciso disponer de carriles de aceleración o deceleración, pero sí se ha creído conveniente proyectar cuñas de velocidad. En este sentido, el carril de espera sí era necesario para el movimiento de giro a izquierdas desde la vía principal a la secundaria. Una disposición geométrica similar se ha tenido en cuenta para el nudo este.

Respecto al cumplimiento de los parámetros de Seguridad Vial, hay grandes diferencias entre ambas alternativas. Mientras en la intersección este no hay problemas en visibilidad de giro a izquierda desde vía secundaria, sí los hay en el oeste (donde el emplazamiento encajado en la montaña ha obligado a disponer medidas paliativas). Además, también hay grandes diferencias en cuanto al cumplimiento parámetros como la inclinación de las rasantes.

También se ha considerado conveniente analizar las posibilidades de giro de un vehículo articulado tipo, como posible factor limitante para el diseño geométrico de elementos de las intersecciones.

Por otra parte, también se han analizado de forma complementaria los desvíos de tráfico, afecciones y reposición de servicios. Entre el nudo oeste y el nudo este se ha tratado de minimizar las interacciones entre la nueva CV-190 y los caminos que cortan su traza, reagrupándolos. Así, se ha considerado la disposición de dos nuevas intersecciones, de caminos de importancia muy menor. Por lo que respecta a los servicios, la afección es mínima, localizándose la nueva carretera en un entorno rural poco poblado.

#### 5.6. Desvíos de tráfico, afecciones y reposición de servicios

El propósito del análisis de los desvíos del tráfico, las afecciones y la reposición de servicios es establecer las mejores condiciones posibles para que las obras de construcción de la nueva carretera y sus intersecciones ocasionen el menor perjuicio a los conductores de la zona.

Téngase en cuenta que el tráfico que circula por la CV-190 y por las tres vías pecuarias no puede interrumpirse. Esto es un factor limitante a la hora de plantear los desvíos de tráfico.



Entre el nudo oeste y el nudo este se ha tratado de minimizar las interacciones entre la nueva CV-190 y los caminos que cortan su traza, reagrupándolos. Así, se ha considerado la disposición de dos nuevas intersecciones, de caminos de importancia muy menor. Por lo que respecta a los servicios, la afección es mínima, localizándose la nueva carretera en un entorno rural poco poblado.

### 5.7. Estudio de Seguridad Vial

La elaboración de este anejo se ha llevado a cabo con el objetivo último de alcanzar en la nueva carretera un grado de seguridad lo más óptimo posible dentro de los límites técnicos, físicos y económicos existentes.

#### LA SEGURIDAD VIAL EN EL DISEÑO GEOMÉTRICO

Durante el diseño del nuevo trazado se ha seguido un proceso iterativo y de retroalimentación entre las partes de trazado y seguridad vial, por lo que respecta al presente anejo, sin olvidar el resto de interacciones con las diferentes disciplinas. Además del cumplimiento de la Instrucción de carreteras española se ha buscado alcanzar un diseño consistente a través de la aplicación de diferentes criterios de consistencia local y global basados en la velocidad de operación, aquella a la que circulan el percentil 85 de los conductores. El proceso iterativo seguido ha consistido a grandes rasgos en los siguientes pasos:

1. Diseño del trazado.
2. Desarrollo del perfil de velocidad de operación.
3. Estudio de la consistencia local y global.
4. Rediseño en caso de ser necesario

#### Perfil de velocidad de operación y consistencia

En cada una de las iteraciones valoradas, cinco en concreto, se ha procedido en primer lugar a elaborar un perfil de velocidad operación de cada sentido de la variante, partiendo de las velocidades de las rectas y curvas obtenidas según las expresiones propuestas por Pérez-Zuriaga et al. (2010), y las tasas de aceleración y deceleración determinadas por Pérez-Zuriaga et al. (2010) y Camacho-Torregrosa (2011), respectivamente. Todas estas formulaciones empíricas han sido calibradas tomando como base la red viaria de la Comunidad Valenciana. Una vez desarrollados los perfiles de operación se ha procedido a analizar en detalle la consistencia local según los criterios I y II de Lamm et al. (1999) y la global a partir del Metodo Camacho-Torregrosa et al. (2013,2014). Finalmente se han conseguido unos niveles de consistencia buena ya que no existe una disparidad notable entre el conjunto de velocidades de operación del tramo ni entre elementos consecutivos. Es necesario remarcar la existencia de consistencia aceptable en los puntos inicial y final

del trazado a raíz de un problema ya existente en la carretera actual y que se ha intentado minorar con la instalación de moderadores de tráfico y la señalización correspondiente.

#### Análisis de visibilidad de parada

Una vez conseguido un diseño consistente en su conjunto, se ha procedido a evaluar la distancia de parada disponible metro a metro a lo largo de la traza de la carretera siguiendo lo estipulado en la Norma 3.1-IC de trazado y mediante el programa AutoCAD Civil3D. La obtenida se ha comparado tanto con la distancia de parada calculada con la formulación propuesta en la normativa citada como con la obtenida empleando la misma fórmula anterior pero sustituyendo la velocidad de proyecto constante en todo el tramo por velocidad de operación en cada punto en lugar. Ésta última aporta unos resultados más reales de la distancia de parada requerida por el conductor ya que varía en función la velocidad que desarrolle en cada punto.

Tras un primer análisis con puntos ciegos, se ha procedido al despeje de ciertos intervalos de desmonte con el fin de conseguir una visibilidad de parada superior a la distancia requerida en todos los puntos del nuevo trazado, consiguiendo por tanto un mayor nivel de seguridad vial.

#### Estimación del número de accidentes

En este caso, se ha partido de los datos reales de accidentes entre los P.K. 8+000 y 11+500 de la actual CV-190 proporcionados por la *Conselleria d'Infraestructures, Territori i Medi Ambient* en el intervalo de tiempo de 10 años comprendidos entre 2001 y 2011, la cifra asciende a 12 accidentes con víctimas. Los cuales se han extrapolado a los intervalos 2020-2030 y 2030-2040 para poder compararlos con los estimados en la variante para su puesta en servicio más diez años y el año horizonte menos diez años. De este modo, los accidentes estimados en la travesía se han obtenido a partir de reglas de tres considerando la IMD media de cada intervalo y los datos reales conocidos, mientras que en la variante al ser tramo completamente interurbano y delimitado por intersecciones se ha podido emplear una Safety Performance Function (SPF) calibrada por Camacho-Torregrosa et al. (2013). Así pues al ejecutarse la variante se estima alcanzar una reducción del número de accidentes en la travesía de en torno a un 75%. Los datos arrojados por la SPF en la variante, estiman un número de accidentes que no alcanza la unidad. Todos estos valores reflejan la amplia mejora en seguridad que aporta la actuación al entorno tratado.

#### Análisis de los márgenes de la carretera

Con el fin de reducir aún más dichos accidentes o en su defecto minorar la gravedad se ha realizado un análisis de los márgenes de carretera que ha concluido a grandes rasgos, con la instalación de barreras de seguridad en tramos concretos por el riesgo que entrañaban y la protección de los pasos salvacunetas existentes.

### Implantación de moderadores del tráfico

En cuanto a los moderadores de tráfico, se ha decidido la instalación de ciertos dispositivos en puntos donde no se ha alcanzado la consistencia deseada por un problema ya existente en el actual trazado o bien donde se requiere alertar a los conductores de la presencia de algún elemento que requiere un mayor grado de atención, como es el caso de las intersecciones.

### **5.8. Señalización, balizamiento y defensas**

Con la señalización de la nueva variante se pretende conseguir el objetivo de aumentar la seguridad, la comodidad y la eficacia de la circulación, así como facilitar la orientación de los conductores. Para conseguirlo, se ha hecho conforme a una serie de principios a la hora de establecer la señalización, como son la claridad, la sencillez, la uniformidad y la continuidad.

### **5.9. Firmes**

En la tarea de determinar el firme que se empleará, se hace un estudio comparativo de soluciones con las distintas posibilidades. Para su elección se ha empleado la Norma 6.1-IC del Ministerio de Fomento.

Según el aforo manual realizado el 27 de enero de 2015, la distribución de tráfico por sentido de circulación es de 47,47% / 52,63%. Por lo tanto, teniendo en cuenta que la IMDP para el año de puesta en servicio del carril de proyecto es de 205 veh. pesados/día, se establece una categoría de tráfico T2.

A la hora de establecer la explanada, se tiene en cuenta los tipos de materiales presentes en la traza. En la Fig. 3 y Fig. 4 se muestran las soluciones adoptadas:



Fig. 3 Explanada en Cuaternario.

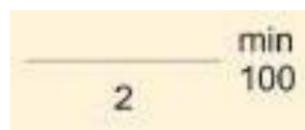


Fig. 4 Explanada en roca.

Para ambos casos el tipo de explanada es E2. En roca también ya que en las zonas en las que se discurría a media ladera, en las zonas de relleno no se podía asegurar la misma estabilidad que ofrecía la roca.

El paquete de firme establecido en los carriles para la totalidad de la variante es el mostrado en la Fig. 5:



Fig. 5 Firme adoptado.

En cuanto al firme en los arcenes, se dispone del mismo espesor de capa de rodadura que en carriles, que es de 5 cm. El resto se rellena con zahorra artificial hasta alcanzar la explanada.

### **5.10. Movimientos de tierras**

El movimiento de tierras supone una gran parte del presupuesto de una obra, por lo que se ha intentado minimizar al máximo. Para ello se ha querido ir lo más paralelo posible al terreno. Resultado de la realización de la obra, los volúmenes resultantes son los siguientes:

- Volumen de desmonte: 57.255,50m<sup>3</sup>
- Volumen de terraplén: 203.175,43m<sup>3</sup>

Es necesario la aportación de materiales, por lo que se ha elegido la planta de Áridos Monfort, situada en el municipio de Mas de Flors.

Asimismo, se ha debido establecer un vertedero autorizado para los materiales sobrantes, que ha sido el de Áridos Mijares, en la localidad de Onda.

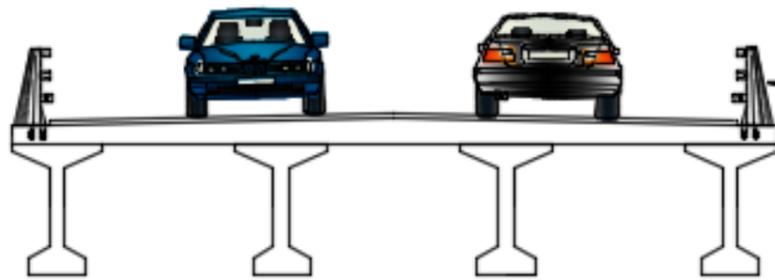
### **5.11. Cálculo estructural**

Como se puede observar en el capítulo de trazado, ha sido necesaria la construcción de dos puentes para salvar el río Lucena (puente 2) y el barranco (puente 1).

Las soluciones propuestas consisten en un puente de 522 metros (puente 2) de longitud, dividido en 4 vanos isostáticos de 28,1 metros y 12 de 34,1 metros, mientras que el puente 1 mide 48 metros (2 vanos de 24), diseñados según IAP-11 que nos permite evaluar las distintas acciones a considerar en proyectos de puentes de carretera. El gálibo del mismo varía debido a la morfología del terreno. El puente 1 abarca desde el P.K 1+325 al P.K 1+373, mientras que el puente 2 abarca desde el P.K 2+472 al P.K 2+994.

Los tableros de los puentes se han planteado como una solución semicontinua, compuesta por vigas prefabricadas en doble T (1.70 metros de canto) con losa de hormigón armado continua ejecutada in situ (0,25 metros).

El canto de la sección es constante en toda la longitud del puente, de espesor 1.95 metros, compuesto por losa de hormigón y las vigas prefabricadas en doble T.



La longitud total del puente 2 se ha dividido en cuatro tramos con esta tipología de tablero, divididos mediante tres juntas de dilatación dispuestas al final de los vanos 4, 8 y 12 en sentido ascendente de P.K.s, definiendo un tramo de 112,4 metros y tres de 136,4 metros.

Los tableros presentan un ancho total de 10 metros según normativa (3.1 IC), a excepción de la zona de la curva, en el puente 2, donde para acomodar ésta se aumenta a 10,5 metros. Dicho tablero se divide en dos carriles (uno por sentido) de 3,5 metros cada uno, para una velocidad de proyecto 60 Km/h, dos arcones de un metro cada uno y un sobre ancho de medio metro por cada lado sin pavimentar, cuya función es albergar los pretilos (PMC2/10d).

Dichos tableros presentan un bombeo del 2% hacia ambos lados, conseguido mediante relleno de hormigón no estructural que se debe considerar como carga muerta a la hora de proyectar el puente, esto es así con la excepción de la zona de la curva, donde el peralte asciende a un 7%.

Las pilas se dividen en dos partes: dintel y fuste.

El dintel en forma de martillo está en contacto directo con el tablero a través de los neoprenos donde apoyan las vigas, por lo que tendrá un ancho igual al del tablero en la parte superior e irá descendiendo linealmente esta anchura hasta coincidir con el ancho del fuste.

El fuste se encarga de conectar el tablero con la cimentación y transmitir las cargas. Se plantea un fuste rectangular (4 x 1,5 metros), están compuestas por un bloque monolítico de hormigón armado, con geometrías hidrodinámicas para darles capacidad hidráulica suficiente al posible paso del agua.

Las alturas de las pilas del puente 2 oscilan entre 2,29 y 26,75 metros y transmiten las cargas recibidas del tablero al terreno mediante cimentaciones superficiales de tipo zapata aislada de 8x8 y 6x6 metros permitiendo cumplir las limitaciones de tensión admisible definidas en el anejo geotécnico.

Del mismo modo, la pila del puente 1 mide 4,9 metros y su zapata es de 6x6.

La entrega de los tableros a las pilas se materializa mediante neopreno zunchado sobre el dintel de las pilas.

El puente se apoya en sus extremos sobre los estribos mediante apoyos de neopreno zunchado.

Los estribos que constituyen los soportes del extremo del puente son de tipo cerrado con aletas ortogonales.

#### **5.12. Diseño hidráulico de las obras de ingeniería fluvial para la protección del puente sobre el río Lucena**

Valor El análisis de la situación natural con la posterior implantación del puente de la Alternativa Centro, aconseja la realización de varias actuaciones para corregir las zonas con mayor peligro desde el punto de vista hidráulico-sedimentológico.

Se ha profundizado en el análisis de la situación actual mediante la modelación del tramo de estudio con la geometría del puente proyectado para la Alternativa Centro. Utilizando el programa de cálculo Hec-Ras se ha estimado la erosión potencial en la zona más desfavorable y susceptible de soportar mayores tensiones tangenciales, las pilas. En la Fig. 6 se muestra la representación esquemática final aguas arriba y aguas abajo del puente.

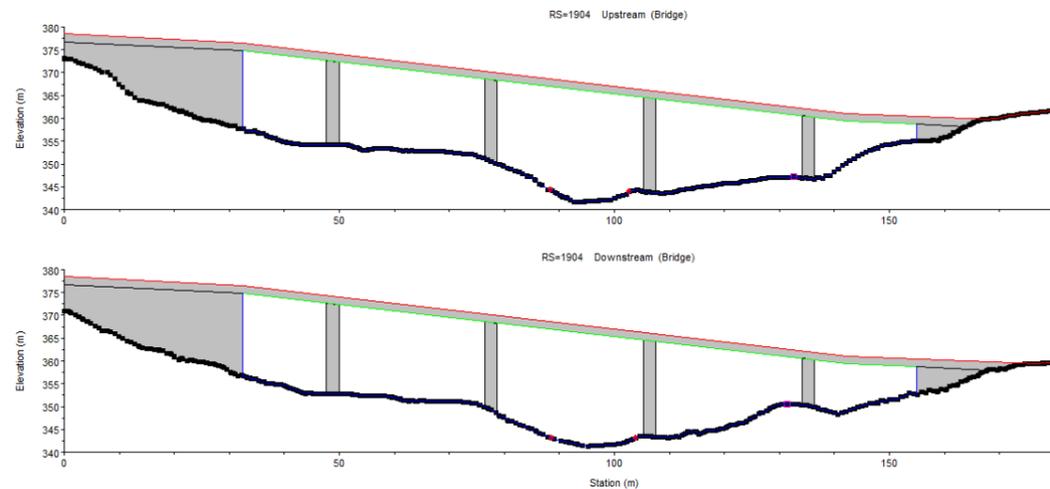


Fig. 6 Puente de la Alternativa Centro esquematizado.

Se ha comprobado que para la avenida de 100 años, Fig. 7, la sección de paso en el cauce del río Lucena bajo la estructura tiene capacidad hidráulica suficiente para que no desborde en ningún tramo de la zona estudiada.

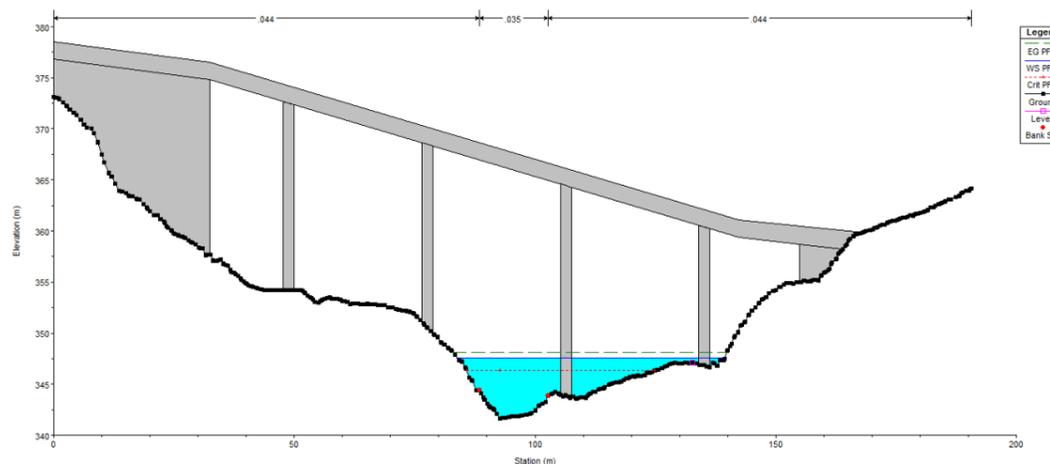


Fig. 7 Sección aguas arriba del puente para periodo de retorno de 100 años.

En cambio para la avenida de 500 años, una vez hecha la comprobación frente a la socavación de las pilas y estribos, como se muestra en la Fig. 8 y Fig. 9, resulta imprescindible estudiar y diseñar medidas de protección para minimizar el impacto producido por el fallo de las cimentaciones de las mismas.

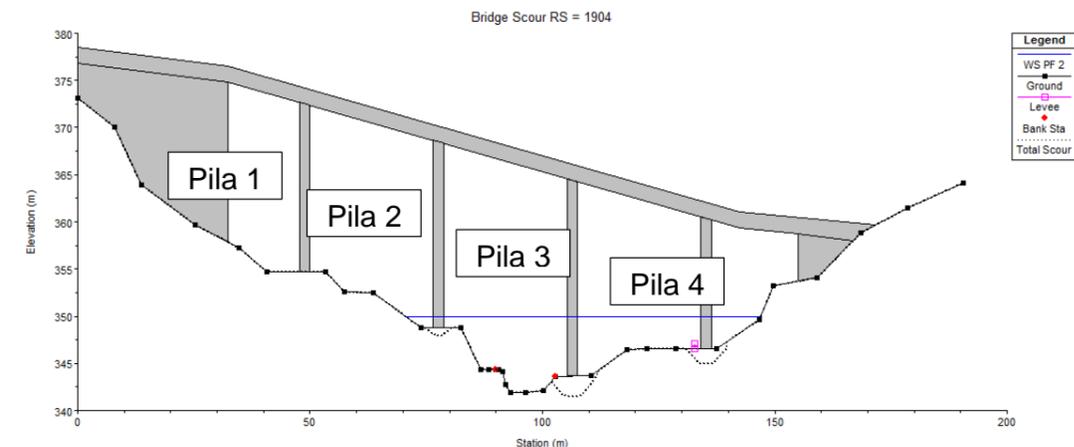


Fig. 8 Socavación.

Contraction Scour

Pier Scour

Pier	CL (m)	Ys (m)
#1	48.8	0.87
#2	77.6	2.17
#3	106.4	1.63
#4	135.2	-

Not computed

Fig. 9 Valores de socavación en cada pila.

Por lo tanto será necesario el diseño de actuaciones de protección tanto para las pilas como para el lecho del río. Se decide la realizar tres tipos de actuación de ingeniería fluvial:

- Actuación de Regulación del Cauce.

En esta actuación se regularizará tanto el lecho de la sección transversal como la pendiente longitudinal ( $I=0.01$ ) del mismo creando las adecuadas zonas de transición y condiciones de flujo desde las secciones naturales al tramo que se desea proteger y desde éste nuevamente al cauce natural.

- Actuación bajo el Puente de la Alternativa Centro.

En esta actuación se protegerá tanto el lecho como las pilas frente a la erosión generalizada y la local por la socavación en pilas. La actuación consiste en la colocación de protección local de  $D_{50}=1.30$  m alrededor de las pilas del puente y protección general del cauce, de diámetro  $D_{50}=0.2$  m, entorno a la estructura.

- Actuación en el entorno de influencia inmediata, en la zona de aguas arriba y aguas abajo, envolventes de la actuación anterior.

En esta actuación se establecerá una zona con una estabilidad y rugosidad suficientes para que se resistan las tensiones tangenciales generadas por el paso del flujo, para ello se



protegerá tanto aguas arriba como aguas abajo, en una extensión total de 50 metros, el cauce con escollera de diámetro  $D_{50}=0.2$  m.

Con el conjunto de actividades propuestas se garantiza la capacidad hidráulica de la sección y erosión al paso por la estructura, con una solución técnica y económicamente viable. El presupuesto estimado de dichas actuaciones es de 231620.35 €.

## 6. VALORACIÓN DE LA SOLUCIÓN

La valoración de la construcción de la variante centro de la carretera CV-190, viene resumida en la siguiente tabla.

Capítulo	Resumen	Euros	%
1	Movimiento de tierras y demoliciones	1,308,377.61	23.4
2	Firmes y pavimentos	1,103,708.99	19.74
3	Obras hidráulicas	164,269.49	2.94
4	Estructuras	2,890,336.23	51.68
5	Señalización y balizamiento	65.656.94	1.17
6	Varios	60,000	1.07

<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>	5,592,349.26
--	--------------

13% Gastos generales	727,005.40
6% Beneficio industrial	335,540.96
<b>SUMA GG y BI</b>	<b>1,062,546.36</b>

21% I.V.A	1,397,528.08
-----------	--------------

<b>PRESUPUESTO DE LIQUIDACIÓN</b>	<b>8,052,423.70</b>
-----------------------------------	---------------------

Tabla 6 Valoración de la solución.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



## ANEJOS

CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN).  
ALTERNATIVA CENTRO



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



**ANEJO Nº5**

# **DISEÑO GEOMÉTRICO**

**CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN).  
ALTERNATIVA CENTRO**



## **ANEJO 5: DISEÑO GEOMÉTRICO**

### **ÍNDICE**

1. INTRODUCCIÓN .....	3
2. DATOS DE PARTIDA .....	3
3. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA.....	3
4. OBJETIVOS.....	3
5. CONDICIONANTES.....	4
5.1. Condicionantes internos.....	4
5.1.1. Velocidad de proyecto.....	4
5.1.2. Visibilidad de maniobra .....	4
5.1.3. Estabilidad en curvas .....	4
5.1.4. Consistencia.....	4
5.2. Condicionantes externos.....	5
6. RESUMEN DEL TRAZADO .....	6
7. ANÁLISIS DEL TRAZADO .....	7
7.1. Generalidades .....	7
7.2. Definición del trazado en planta .....	7
7.2.1. Alineaciones rectas .....	8
7.2.2. Alineaciones circulares .....	9
7.2.2.1. Radios y peraltes .....	9
7.2.2.2. Desarrollo mínimo.....	10
7.2.3. Curvas de transición .....	11
7.2.4. Coordinación entre elementos de trazado .....	12
7.2.5. Transición del peralte.....	12
7.3. Definición del trazado en alzado .....	13
7.3.1. Inclinación de las rasantes.....	13
7.3.2. Acuerdos verticales.....	14
7.4. Coordinación de los trazados en planta y alzado .....	14
7.5. Definición de la sección transversal .....	15



**APÉNDICE I – LISTADO DE P.K. CON PUNTOS SINGULARES EN PLANTA**

**APÉNDICE II – LISTADO DE P.K. CON PUNTOS SINGULARES EN ALZADO**



## 1. INTRODUCCIÓN

El objeto del presente anejo es el estudio del diseño geométrico de la variante de la carretera CV-190 a su paso por la localidad de Figueroles, en la provincia de Castellón. Dentro de las tres alternativas planteadas, se abordará el corredor central que discurre entre la montaña de “El Tossalet” y el municipio en cuestión.

Durante el documento se justificará y detallará el trazado en planta, alzado y las secciones transversales conforme a la normativa vigente. Asimismo, se comentarán los pasos e inconvenientes que han surgido durante la concepción del trazado para poder llegar a comprender la solución definitiva.

## 2. DATOS DE PARTIDA

El programa empleado para trabajar ha sido AutoCAD Civil 3D, con el que se ha creado la obra lineal que ha sido objeto de estudio. Como punto de partida, se ha tenido que recurrir a una serie de información, que es la siguiente:

- Una ortofoto de la zona obtenida del Instituto Geográfico Nacional, concretamente del Plan Nacional de Ortografía Aérea (PNOA). Se ha utilizado la última versión correspondiente al año 2012, la cual fue tomada con una resolución de 50 centímetros. Esta herramienta consiste en una imagen de la superficie terrestre en la que los elementos presentan una escala homogénea, lo cual hace que se minimicen los errores. Ello permite visualizar con facilidad por dónde discurre el trazado, teniendo en cuenta en todo momento la situación de edificios u otros elementos que pudieran ser afectados por el nuevo vial.
- Un Modelo Digital de Terreno (MDT), con precisión de 5m, con proyección cartográfica UTM y que fue generado en el año 2009. Es un archivo con una matriz (cifra-elevación con puntos separados 5 metros). Concretamente se ha utilizado la hoja 615, en la que está localizado Figueroles.

Partiendo de todo lo anterior, para el diseño de la variante se han tenido en cuenta las exigencias reflejadas en la *Instrucción de Carreteras Norma 3.1-IC* del Ministerio de Fomento.

## 3. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA.

La nueva variante se sitúa en la provincia de Castellón, en la comarca del Alcaiatén y concretamente en el término municipal de Figueroles.

La zona está caracterizada por tener una orografía muy abrupta, donde se encuentra el río Lucena, que es el más importante de la comarca y nace en el término de Chodos.

El valle de dicho río constituye el eje geográfico de la comarca y su centro tanto económico como demográfico, donde las localidades de L'Alcora, Figueroles, y Lucena del Cid,

desarrollan una industria cerámica que, prácticamente, monopoliza la economía de la comarca.

Como datos de interés, destacamos que Figueroles tiene una población de 549 habitantes (según los datos del INE del año 2009) y se encuentra a 27 km de Castellón y a 99 km de Valencia.

En la figura 1 se muestran unos mapas para localizar con más precisión a la localidad:

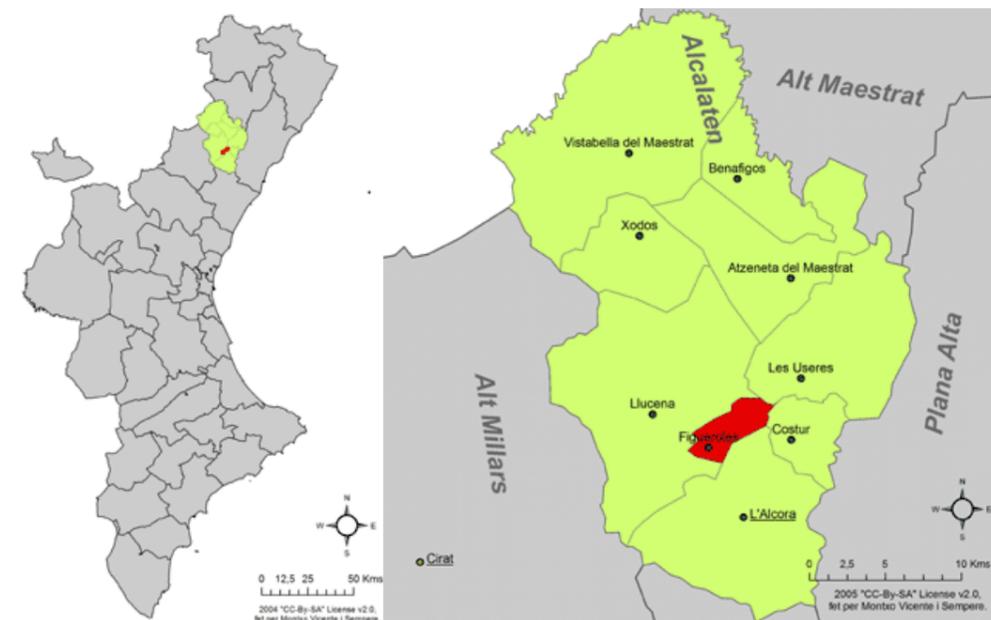


Fig. 1 Situación de Figueroles. Fuente: Wikipedia.

## 4. OBJETIVOS

La carretera que en la actualidad transcurre por el interior del municipio es angosta y de difícil tránsito para vehículos pesados. La nueva variante que bordeará el municipio de Figueroles tratará de eliminar la gran cantidad de tráfico pesado que atraviesa el municipio, ya que según el Anejo Análisis del Tráfico es del 15,63% del tráfico total existente.

Con la construcción de la nueva variante se pretenden subsanar varios problemas como:

- Evitar el paso obligado de vehículos, tanto de ligeros como de pesados, por el centro urbano. De este modo se conseguiría reducir la congestión en horas punta, ya que dificulta a la realización de la actividad cotidiana del municipio.
- Reducir el tiempo de recorrido, aprovechando las buenas características geométricas del nuevo trazado. Además, no existe la limitación de velocidad propia de circulación por núcleo urbano.



- Disminuir la contaminación acústica y ambiental, porque al sacar el tránsito de vehículos del municipio se reducen las molestias a sus habitantes, mayormente a los que viven colindantes a la actual traza de la carretera.
- Mejorar la seguridad reduciendo el riesgo de accidentes, debido a que se evita en gran parte la confluencia del tráfico rodado con la población del municipio de Figueroles. Asimismo, el trazado ofrece mayor visibilidad, entre otras mejoras, que hacen del trazado un vial seguro.
- Crear una nueva vía que ofrezca mayor comodidad para los usuarios respecto de la anterior, con radios más grandes y un trazado homogéneo en toda su longitud.
- Dotar a la zona de buenas infraestructuras para un buen desarrollo de la industria cerámica, que tan importante es para la economía de la comarca.

## 5. CONDICIONANTES

### 5.1. Condicionantes internos

#### 5.1.1. Velocidad de proyecto

Según la Instrucción de Carreteras 3.1 IC, se define Velocidad de proyecto ( $V_p$ ) como aquella que permite definir las características geométricas mínimas de los elementos de trazado, en condiciones de comodidad y seguridad.

Se identifica con la mínima velocidad específica de la totalidad de elementos de una carretera.

Para entender lo anterior es necesario saber qué es la velocidad específica ( $V_e$ ), que es la máxima velocidad que puede mantenerse a lo largo de un elemento de trazado considerado aisladamente, en condiciones de seguridad y comodidad, cuando encontrándose el pavimento húmedo y los neumáticos en buen estado, las condiciones meteorológicas, del tráfico y legales son tales que no imponen limitaciones a la velocidad.

Para escoger la velocidad de proyecto adecuada a la nueva variante se deben tener en cuenta estos factores:

- Las condiciones topográficas y del entorno.
- Las consideraciones ambientales.
- La consideración de la función de la vía dentro del sistema de transporte.
- La homogeneidad del itinerario o trayecto.
- Las condiciones económicas.
- Las distancias entre accesos y el tipo de los mismos.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, se establece una velocidad de proyecto de 60 km/h, correspondiente a una carretera C-60 y al Grupo 2 según la clasificación de la citada norma.

#### 5.1.2. Visibilidad de maniobra

En cualquier punto de la carretera el usuario tiene una visibilidad que depende, sin considerar las capacidades psicofísicas de los conductores, su experiencia u otros factores relacionados con la atención durante la conducción, por un lado, de la forma, dimensiones y disposición de los elementos de trazado, y por otro de la velocidad del vehículo. Además, para cada tipo de maniobra que realice el conductor se necesita una visibilidad mínima. Por tanto, para determinar la visibilidad mínima exigible de un tramo de carretera se ha de considerar qué maniobras se van a realizar y cuál es la velocidad de los vehículos en ese tramo.

Para garantizar la visibilidad en todos los puntos, se ha procedido a desfazar el talud unos metros en los tramos conflictivos para así conseguir la visibilidad mínima exigible.

#### 5.1.3. Estabilidad en curvas

El comportamiento de un vehículo es distinto dependiendo de si circula por una curva o por una recta. La principal diferencia entre ambas situaciones es la aparición, en el primer caso, de la fuerza centrífuga. La fuerza centrífuga es la fuerza aparente que tiende a desplazar el coche hacia la parte externa en un recorrido corto. Para contrarrestar dicho efecto, se dota a la curva de un peralte o inclinación transversal. Nótese que esta fuerza será más pequeña cuanto más se aumente el radio de la trayectoria.

Por ello, se ha dotado a las curvas circulares del peralte correspondiente conforme al tipo de carretera y al radio de éstas. Para una transición suave del peralte, éste se ha llevado a cabo durante la clotoide en una longitud acorde a lo especificado en la normativa.

#### 5.1.4. Consistencia

La consistencia es un concepto a tener en cuenta en el diseño geométrico y que está relacionado con el objetivo de lograr la máxima conformidad entre las características geométricas de la carretera y las operacionales resultantes, y las expectativas del conductor conforme la recorre.

El estudio de la consistencia se ha llevado a cabo en el Anejo Estudio de Seguridad Vial utilizando los criterios Lamm I y Lamm II para consistencia local y el Método de Camacho et al. para la consistencia global.

## 5.2. Condicionantes externos

La nueva carretera queda al sur de la montaña El Tossalet y al norte del municipio de Figueroles, concretamente entre el depósito municipal y el cementerio. En la figura 2 se puede ver el emplazamiento de dicha montaña respecto al municipio de Figueroles.



Fig. 2 Situación de la montaña El Tossalet. Fuente: Terrasit.

Pero a la hora de realizar el estudio, hay que tener en cuenta una serie de condicionantes que influyen sustancialmente en el diseño final del trazado, como son la orografía, la geología y la geotecnia, valores ambientales, urbanismo, climatología, hidrología, socioeconomía, etc.

Nos encontramos ante una orografía muy accidentada, propia de una zona montañosa. Para evitar grandes movimientos de tierra se ha intentado ir paralelo a las líneas de nivel, sobre todo en zonas situadas junta a laderas de formaciones montañosas.

Hay que destacar que la mayor parte del terreno de la zona está compuesto por roca, lo cual es un aspecto a favor para la construcción de la carretera debido a la óptima categoría de explanada que se podrá obtener. El resto de materiales son gravas pertenecientes al periodo del Cuaternario.

También hay varios barrancos que serán salvados mediante las necesarias obras de fábrica, así como el río Lucena, localizado en la zona oeste del trazado.

De este modo, a partir de la información facilitada por el Anejo Estudio de Impacto Ambiental, se han tenido en estima varios aspectos:

- Yacimientos: el trazado no afecta a ninguno de los yacimientos existentes y éste pasa a una distancia suficiente para su buena preservación (ver figura 3).



Fig. 3 Croquis de los yacimientos próximos al trazado. Fuente: Anejo de Estudio de Impacto Ambiental.

- Vías pecuarias: encontramos 3 vías pecuarias durante el trazado (ver figura 4).

Por la primera de las tres, el trazado pasa a cota superior a la de la vía, y se solucionará según lo expuesto en el Anejo Desvíos de Tráfico, afecciones y reposición de servicios. La solución para el segundo también se encuentra recogida en dicho anejo.

Y en cuanto a la tercera, no está afectada por nuestra variante porque en ese tramo está localizado el segundo puente. Se tendrá en consideración la posición de las pilas para que no causen afecciones negativas sobre ésta.



Fig. 4 Croquis de las vías pecuarias intersectadas por el trazado. Fuente: Anejo de Impacto Ambiental.

- ZEPA de Penyagolosa: es un hito geográfico de primer orden y referente cultural muy arraigado en la tradición valenciana. Cuenta con 1095.45 ha. y en él se encuentra el pico más alto de la Comunidad Valenciana (ver figura 5).



Fig. 5 Situación del ZEPA. Fuente: Terrasit.

Como se puede observar, la variante solo afecta al extremo de dicho espacio protegido. Tras consultar el documento Anejo Estudio de Impacto Ambiental, se confirma que no hay ningún problema debido a la mínima afección que la construcción de la carretera ocasiona.

Los puntos de entronque han sido elegidos de forma que la consistencia resultante sea aceptable y de acuerdo con la Instrucción de Trazado. Para ello se midieron los radios de las curvas anteriores para que hubiera coordinación con los elementos adyacentes.

En las zonas próximas a los entronques se ha intentado ajustarse al trazado actual lo máximo posible, para así minimizar las afecciones a otros elementos. Cabe destacar la compleja tarea de colocar el entronque en la zona oeste, ya que es una zona con grandes desniveles, condicionada por el paso del río Lucena y por el emplazamiento del nuevo puente sobre este. Asimismo, se tenía que dejar suficiente espacio para la nueva intersección con la carretera actual.

En cuanto a las carreteras y/o caminos que enlacen a nivel con la variante mediante intersecciones, se harán de manera que minimicen la ocupación y afección a las propiedades colindantes.

Por último, se han tenido en cuenta las viviendas, fábricas y todo tipo de construcciones que se encuentran a lo largo del trazado, conservándolas y dotándolas de acceso.

## 6. RESUMEN DEL TRAZADO

Conforme a todo lo expuesto anteriormente, en la figura 6 se muestra un croquis del trazado final. Como se puede observar, está compuesto por 8 alineaciones rectas y 10 curvas circulares con sendas curvas de transición simétricas. Para más detalle, ver Planos 3.1.

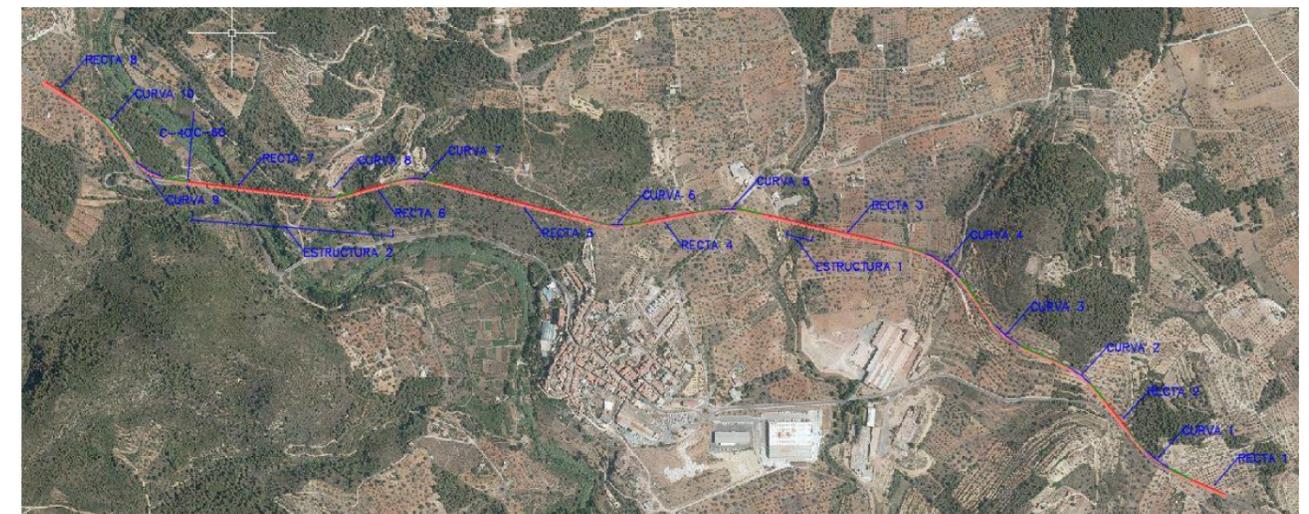


Fig. 6 Croquis del trazado. Fuente: Elaboración propia.



La nueva carretera es de tipo convencional, con un carril por sentido de circulación. Cuenta con una longitud de 3420.38 metros, con carriles de 3.5 metros y arcenes de 1 metro. Así mismo, contará con berma pavimentada de 0.75 metros.

La variante conectará al este y al oeste con la carretera actual con dos intersecciones en T, quedando establecida como vía principal la nueva variante.

Según el Anejo Cálculo estructural, el trazado cuenta con dos estructuras que son:

- Un puente de del P.K. 1+325 al P.K. 1+373, es decir, de 48 metros. Consta de 2 vanos de 24 metros cada uno.
- Un puente del P.K. 2+472 al P.K. 2+993, es decir, de 522 metros de longitud y que pretende salvar una vaguada y el río Lucena. Cuenta con 16 vanos: los 4 primeros de 28.1 metros y el resto de 34.1 metros.

En cuanto a los datos de tráfico, los datos de IMD por sentido de la travesía una vez que se ponga en servicio la nueva variante serán:

	ESTE		OESTE	
	IMD	%pesados	IMD	%pesados
Actualidad (2015)	1002	7,2%	386	12,33%
Año puesta en servicio (2020)	1070		413	
Año Horizonte (2040)	1424		550	

Tabla 1. Intensidades de vehículos que continuarán circulando por la travesía. Fuente: Anejo de Análisis del tráfico.

Mientras que la nueva variante quedaría de esta manera:

	IMD	IMDp	%pesados
Año de puesta en servicio (2020)	1872	293	15,63%

Tabla 2. Estimación de la IMD e IMDp de la nueva variante en el año de puesta en servicio. Fuente: Anejo de Análisis del tráfico.

Con todos estos datos y las nuevas características geométricas, se puede afirmar que se han mejorado las condiciones respecto a la carretera actual, dando mayor seguridad y comodidad al usuario.

## 7. ANÁLISIS DEL TRAZADO

### 7.1. Generalidades

La definición del trazado en planta se realiza a través de su eje, que corresponde con el eje de la carretera.

Como se ha comentado, la velocidad de proyecto adoptada para la realización del diseño geométrico es de 60 km/h.

En los siguientes apartados se indicarán los elementos del trazado, así como el cumplimiento de la Instrucción de Trazado Norma 3.1-IC.

### 7.2. Definición del trazado en planta

El trazado en planta de un tramo se compondrá de la adecuada combinación de los siguientes elementos: recta, curva circular y curva de transición.

La definición del trazado en planta se referirá a un eje, que como ya se ha dicho, es el centro de la calzada.

Cabe destacar que el sentido creciente de los P.K. es de este a oeste de la alineación.

A continuación se muestra el listado de puntos singulares de la alineación:

Estación	Longitud	Coord. X	Coord. Y	Radio	Parámetro	X Centro	Y Centro
0+092.68	92.683	736975.7228	4444131.043				
0+160.85	68.163	736914.6739	4444161.275		143		
0+235.76	74.914	736855.6642	4444207.11	300		737067.7663	4444419.272
0+303.92	68.163	736811.2689	4444258.782		143		
0+397.93	94.003	736752.752	4444332.35				
0+458.99	61.062	736712.9248	4444378.586		126		
0+531.81	72.818	736654.769	4444422.013	-260		736529.8069	4444194.012
0+592.87	61.062	736599.1253	4444447.067		126		
0+593.90	1.029	736598.1713	4444447.453				
0+666.81	72.909	736531.9484	4444477.807		139		
0+751.89	85.082	736466.1831	4444531.211	265		736663.9674	4444707.58
0+824.80	72.909	736422.8828	4444589.793		139		
0+825.09	0.291	736422.7209	4444590.035				
0+905.75	80.656	736374.324	4444654.44		142		
1+013.80	108.054	736286.0001	4444715.219	-250		736191.7384	4444483.67
1+094.46	80.656	736208.5537	4444737.409		142		
1+448.89	354.435	735863.0753	4444816.587				
1+517.67	68.774	735795.4888	4444829.029		135		
1+557.52	39.853	735755.6821	4444829.839	-265		735770.2113	4444565.237
1+626.29	68.774	735687.6455	4444820.156		135		



1+757.95	131.661	735558.2215	4444795.987				
1+813.08	55.125	735503.6718	4444788.373	105			
1+844.16	31.086	735472.6322	4444789.332	200	735494.3145	4444988.154	
1+899.29	55.125	735418.6572	4444800.302	105			
2+291.81	392.522	735037.9943	4444896.058				
2+344.44	52.632	734986.4587	4444906.52	100			
2+389.93	45.491	734941.0796	4444905.985	-190	734965.9913	4444717.625	
2+442.56	52.632	734889.8048	4444894.312	100			
2+526.77	84.209	734808.6462	4444871.851				
2+578.75	51.976	734757.9644	4444860.568	94			
2+593.12	14.371	734743.6379	4444859.494	170	734738.0987	4445029.404	
2+645.10	51.976	734691.8402	4444863.091	94			
2+960.23	315.132	734378.9847	4444900.905				
3+026.24	66.006	734314.1589	4444912.794	109			
3+106.89	80.658	734245.054	4444953.069	180	734367.9767	4445084.56	
3+172.90	66.006	734202.7562	4445003.612	109			
3+173.49	0.595	734202.4028	4445004.091				
3+245.49	72	734156.3228	4445059.279	120			
3+246.66	1.17	734155.4684	4445060.078	-200	734019.2535	4444913.635	
3+318.66	72	734097.3408	4445102.39	120			
3+420.38	101.715	734011.6649	4445157.212				

**7.2.1. Alineaciones rectas**

Según el punto 4.2 de la Instrucción de Trazado, para evitar problemas relacionados con el cansancio, deslumbramientos, excesos de velocidad, etc., es deseable limitar las longitudes máximas de las alineaciones rectas y para que se produzca una acomodación y adaptación a la conducción es deseable establecer unas longitudes mínimas de las alineaciones rectas.

Según la tabla 3 procedente de la Instrucción, estos son los distintos valores de longitudes máximas y mínimas según la velocidad de proyecto.

V <sub>p</sub> (km/h)	L <sub>min,s</sub> (m)	L <sub>min,o</sub> (m)	L <sub>max</sub> (m)
40	56	111	668
50	69	139	835
60	83	167	1002
70	97	194	1169
80	111	222	1336
90	125	250	1503
100	139	278	1670
110	153	306	1837
120	167	333	2004

Tabla 3. Longitudes mínimas y máximas de alineaciones rectas. Fuente: Norma 3.1-IC.

Donde:

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

L<sub>min,s</sub>= longitud mínima (m) para trazados en "S".

L<sub>min,o</sub>= longitud mínima (m) para el resto de casos.

L<sub>max</sub>= longitud máxima (m).

Con base a ello, la tabla 4 recoge las longitudes de las rectas que hay en el trazado:

P.K. Inicial	P.K. Final	V <sub>p</sub> (km/h)	Tipo	Longitud min. exigida (m)	Longitud (m)
0+000.00	0+092.68	60	L <sub>min,s</sub>	83	92.683*
0+303.92	0+397.93	60	L <sub>min,s</sub>	83	94.003
1+094.46	1+448.89	60	L <sub>min,o</sub>	167	354.435
1+626.29	1+757.95	60	L <sub>min,s</sub>	83	131.661
1+899.29	2+291.81	60	L <sub>min,s</sub>	83	392.522
2+442.56	2+526.77	60	L <sub>min,s</sub>	83	84.209
2+465.10	2+960.23	60	L <sub>min,o</sub>	167	315.132
3+318.66	3+420.38	60	L <sub>min,o</sub>	167	101.715*

Tabla 4. Alineaciones rectas y longitudes. Fuente: Elaboración propia.

\*Para realizar el archivo en AutoCAD Civil 3D se eligieron unos puntos de entronque determinados para empezar a trazar la nueva variante. Estos puntos están situados en rectas de la actual carretera, y una vez pasados estos puntos se continúa con el trazado existente de la carretera, por lo que las rectas de los extremos tienen más longitud de la indicada en la tabla 4.

Como se puede observar, todas las alineaciones rectas cumplen las restricciones de longitud.

Entre varias alineaciones curvas, hay rectas de menos de 1 metro por falta de precisión en el programa AutoCAD Civil 3D. Por lo tanto, no se llegan a considerar como rectas y se admiten como intersección de dos clotoides consecutivas formando curvas en S en todos los casos.



**7.2.2. Alineaciones circulares**

Una vez establecida la velocidad de proyecto, el radio mínimo de las curvas circulares se obtendrá en función de:

- El peralte y el rozamiento transversal movilizado.
- La visibilidad de parada en toda su longitud.
- La coordinación de trazado en planta y alzado.

**7.2.2.1. Radios y peraltes**

Se deben tener en cuenta unos radios mínimos según la velocidad de proyecto, que para la velocidad de proyecto de 60 km/h el radio mínimo es 130 metros. Se cumple con la Norma ya que el radio mínimo de todo el trazado es 170 metros.

De acuerdo a la Instrucción de Trazado, el peralte (p) se establecerá de acuerdo con los siguientes criterios, centrándonos en el Grupo 2 de carreteras que es el que interesa en este proyecto.

$$50 \leq R \leq 350 \rightarrow p = 7$$

$$350 \leq R \leq 2500 \rightarrow p = 7 - 6,08 \cdot (1 - 350/R)^{1,3}$$

$$2500 \leq R \leq 3500 \rightarrow p = 2$$

$$3500 \leq R \rightarrow \text{Bombeo}$$

Siendo R el radio de la curva circular en metros y p el peralte en %.

A continuación, en la tabla 5 están recogidas la longitud, el radio, el peralte y la velocidad específica de las distintas curvas circulares empleadas.

P.K. Inicial	P.K. Final	Longitud (m)	Radios (m)	Per. Inicial Izquierda (%)	Per. Final Izquierda (%)	Per. Inicial Derecha (%)	Per. Final Derecha (%)	Per. 3.1-IC (%)	f <sub>t</sub>	Vel. Específica (km/h)
0+160.85	0+235.76	74.914	300	7.00	7.00	-7.00	-7.00	7	0.1176	84.55
0+458.99	0+531.81	72.818	260	-7.00	-7.00	7.00	7.00	7	0.1226	79.76
0+666.81	0+751.89	85.082	265	7.00	7.00	-7.00	-7.00	7	0.122	80.39
0+905.75	1+013.80	108.054	250	-7.00	-7.00	7.00	7.00	7	0.1238	71.6
1+517.67	1+557.52	39.853	265	-7.00	-7.00	7.00	7.00	7	0.122	80.39
1+813.08	1+844.16	31.086	200	7.00	7.00	-7.00	-7.00	7	0.1312	71.51
2+344.44	2+389.93	45.491	190	-7.00	-7.00	7.00	7.00	7	0.133	69.99
2+578.75	2+593.12	14.371	170	7.00	7.00	-7.00	-7.00	7	0.1398	67.32
3+026.24	3+106.89	80.658	180	7.00	7.00	-7.00	-7.00	7	0.1364	68.7
3+245.49	3+246.66	1.170	200	-7.00	-7.00	7.00	7.00	7	0.1312	71,51

Tabla 5. Longitudes, radios, peralte y velocidad específica de las curvas. Fuente: Elaboración Propia.



Las velocidades específicas se han calculado siguiente la formula (1) de la norma:

$$V_*^2 = 127 \cdot R \cdot (f_t + P/100) \quad (1)$$

Donde:

$V_*$ = velocidad (km/h)

$R$ = radio de la circunferencia (en metros)

$f_t$ = coeficiente de rozamiento transversal movilizado

$P$ = peralte (%)

Para toda curva circular en el tronco de la calzada, con el peralte que le corresponde, se cumplirá que, recorrida la curva circular a velocidad igual a la específica, no se sobrepasarán los valores de  $f_t$  de la tabla 6.

V. (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
$f_t$	0,180	0,166	0,151	0,137	0,122	0,113	0,104	0,096	0,087	0,078	0,069	0,060

Tabla 6. Máximos valores de  $f_t$ . Fuente: Norma 3.1-IC.

#### 7.2.2.2. Desarrollo mínimo

El desarrollo mínimo de la curva se corresponderá con una variación de acimut entre los extremos mayor o igual a 20 gonios, pudiéndose aceptar valores entre 20 y 9 gonios y sólo excepcionalmente valores inferiores a 9.

En la variante, todos los desarrollos que hay son mayores a 20 gonios, como se puede observar en la tabla 7:

P.K. Inicial	P.K. Final	Desarrollo (gon)
0+160.85	0+235.76	30.36
0+458.99	0+531.81	32.78
0+666.81	0+751.89	37.96
0+905.75	1+013.80	48.06
1+517.67	1+557.52	26.10
1+813.08	1+844.16	27.44
2+344.44	2+389.93	32.88
2+578.75	2+593.12	23.89
3+026.24	3+106.89	51.87
3+245.49	3+246.66	23.29

Tabla 7. Desarrollos de las alineaciones circulares

Queda comprobado que en todas las alineaciones circulares se supera el desarrollo mínimo de 20 gonios exigidos por la norma.



**7.2.3. Curvas de transición**

Las curvas de transición cumplen el objetivo de evitar discontinuidades en la curvatura de la traza, por lo que deberán ofrecer las mismas condiciones de seguridad, comodidad y estética que el resto de los elementos de trazado.

La curva de transición empleada es la clotoide, cuya ecuación es la siguiente:

$$R \cdot L = A^2 \tag{2}$$

Donde:

R = radio de curvatura en un punto cualquiera (metros)

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

A = parámetro de la clotoide, característico de la misma (metros)

Además, éstas tienen una longitud mínima atendiendo a unas limitaciones que son:

- Limitación de la variación de la aceleración centrífuga en el plano horizontal. (I)
- Limitación de la variación de la pendiente transversal. (II)
- Condiciones de percepción visual.
  - La variación del acimut entre los extremos de la clotoide sea mayor o igual que 1/18 radianes. (III.1)
  - El retranqueo de la curva circular sea mayor o igual que cincuenta cm. (III.2)

Cabe destacar que la siguiente condición no es obligatoria, sino recomendable.

- La variación de acimut entre los extremos de la clotoide sea mayor o igual que la quinta parte del ángulo total de giro entre las alineaciones rectas consecutivas en que se inserta la clotoide. (III.3)

A continuación, se incluye la tabla 8 donde se resumen los valores de cada condición para cada alineación circular. Nótese que a cada alineación curva le corresponden dos clotoides simétricas.

Alineación curva	I (m)	II (m)	III.1 (m)	III.2 (m)	III.3 (m)	Longitud mínima (m)	Longitud máxima (m)	A mínimo (m)	A máximo (m)	Longitud adoptada (m)	A adoptado (m)
1	142.719	111.083	100.000	134.164	131.032	67.896	101.843	142.719	174.794	68.163	143
2	117.526	100.372	86.667	120.511	117.998	55.587	83.785	120.511	147.595	61.062	126
3	132.780	101.722	88.333	122.245	129.411	66.530	99.796	132.780	162.622	72.209	139
4	115.183	97.681	83.333	117.017	137.372	75.484	82.158	137.372	143.316	80.656	142
5	132.780	101.722	88.333	122.245	107.305	66.530	99.796	132.780	162.622	68.774	135
6	102.330	83.626	66.667	98.985	83.047	52.357	78.535	102.330	125.328	55.125	105
7	99.500	80.678	63.333	95.249	86.356	52.107	78.160	99.500	121.862	52.632	100
8	93.537	74.621	56.667	87.626	65.871	51.546	77.198	93.537	114.559	51.976	94
9	96.571	77.677	60.000	91.464	102.761	58.665	77.717	102.761	118.275	60.006	109
10	102.330	83.626	66.667	98.985	76.509	52.357	78.535	102.330	125.328	72	120

Tabla 8. Valores de restricciones y longitudes y parámetros adoptados



Como se observa, los valores de longitud y parámetro empleados se encuentran en los rangos permitidos por la Instrucción de Trazado 3.1-IC.

**7.2.4. Coordinación entre elementos de trazado**

Para carreteras del Grupo 2 como la del estudio, cuando se enlazan curvas circulares consecutivas con una recta intermedia de longitud superior a 400 metros, el radio de la curva circular de salida será igual o mayor a 300 metros.

Esta situación solo ocurre en la primera curva circular, ya que la recta de entronque tiene una longitud superior a 400 metros. Para solucionarlo, la curva de salida tiene un radio de 300 metros, por lo que se cumpliría la norma.

Ahora bien, cuando se unan curvas circulares consecutivas sin recta intermedia, o con recta de longitud menor o igual a 400 metros, la relación de radios de las curvas circulares no sobrepasará a los valores obtenidos con la fórmula 3:

$$1,5 \cdot R + 1,05 \cdot 10^{-8} \cdot (R - 250)^3 \cdot R \quad (3)$$

$$50 \leq R \leq 300$$

En las tablas 9 y 10 se demuestra el cumplimiento de lo mencionado anteriormente:

Radio de entrada	R. Salida máximo	R. Salida mínimo	R. Salida Adoptado
150	232	100	300*
300	670	186	260
260	503	165	265
265	521.5	168	250
250	469	160	265
265	521.5	168	200
200	332	131	190
190	309	125	170
170	269	112	180
180	289	119	200
200	332	131	140

Tabla 9. Coordinación entre elementos de trazado en sentido creciente de P.K.  
Fuente: Elaboración propia.

Radio de entrada	R. Salida máximo	R. Salida mínimo	R. Salida Adoptado
140	215	93	200
200	332	131	180
180	289	119	170
170	269	112	190
190	309	125	200
200	332	131	265
265	521.5	168	250
250	469	160	265
265	521.5	168	260
260	503	165	300
300	670	186	150**

Tabla 10. Coordinación entre elementos de trazado en sentido decreciente de P.K.  
Fuente: Elaboración propia.

\* La curva de 300 metros no está en el rango. Se ha adoptado ese radio porque la recta donde entronca tiene una longitud superior a los 400 metros.

\*\* El radio de entrada tiene 300 metros porque la recta que le sigue tiene más de 400 metros. En cuanto a la curva de salida de 150 metros, no está en el rango, pero al ser de la carretera actual no se ha modificado.

**7.2.5. Transición del peralte**

La transición del peralte ha sido llevada a cabo según los siguientes condicionantes, ya que son exigidos por la Instrucción:

- Características dinámicas aceptables para el vehículo.
- Rápida evacuación de las aguas de la calzada.
- Sensación estética agradable.

El valor máximo de la inclinación que cualquier borde de la calzada tenga con relación a la del eje del giro del peralte, viene determinado por la ecuación:

$$ip_{m\acute{a}x} = 1,8 - 0,01 \cdot V_p \quad (4)$$

Siendo:

$ip_{m\acute{a}x}$  = máxima inclinación de cualquier borde de la calzada respecto al eje de la misma (%)  
 $V_p$  = velocidad de proyecto (km/h)

La longitud del tramo de transición de peralte tendrá por tanto una longitud mínima definida por la ecuación:

$$l_{min} = \frac{p_f - p_i}{ip_{m\acute{a}x}} \cdot B \quad (5)$$

$p_i$  = peralte inicial con su signo (%)

$p_f$  = peralte final con su signo (%)

$B$  = distancia del borde la calzada al eje de giro del peralte (m)

En la Tabla 8 se han presentado las longitudes de transición utilizadas.

Para la operación de las anteriores fórmulas se ha tomado  $V_p = 60$  km/h y valores de  $B$  igual a 3.5 metros.

Todos los tramos de transición del peralte tienen una longitud superior a la longitud mínima que establece la Instrucción.

Cabe destacar que hay 3 casos de curvas en "S" en la que la transición del peralte se hace con rectas menores a 150 metros, por lo que la transición del peralte del -2% al 2% y viceversa se ha llevado a cabo en una longitud no superior a 40 metros, como muestra la figura 7.

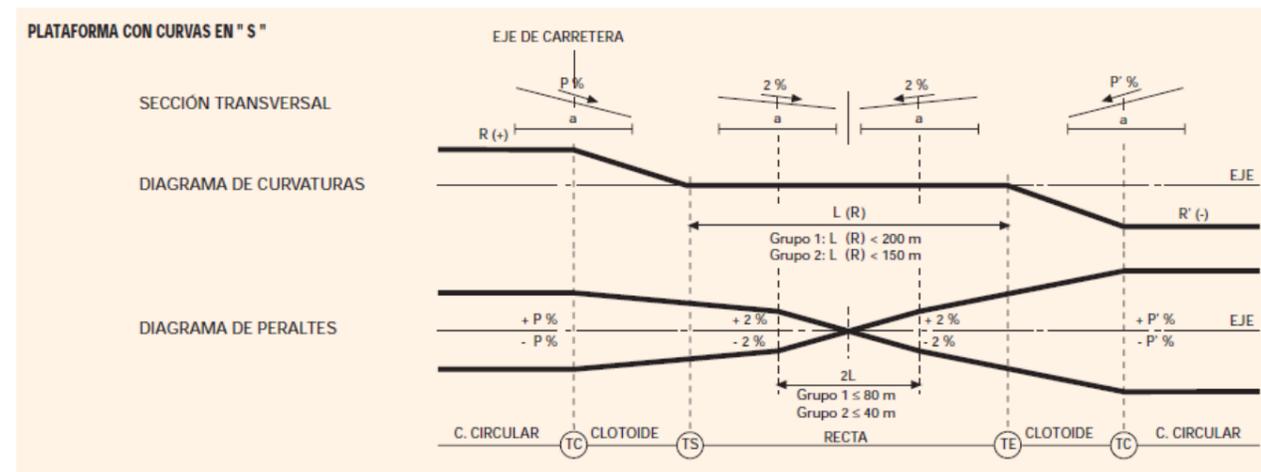


Fig. 7 Desvanecimiento del bombeo y transición del peralte en curvas en "S". Fuente: Norma 3.1-IC.

En el resto de casos, el desvanecimiento del bombeo se ha realizado conforme a lo estipulado en la norma.

### 7.3. Definición del trazado en alzado

La definición del alzado se ha realizado mediante la proyección de una rasante en el eje de la calzada.

El estado de rasantes con los puntos singulares se muestra a continuación:

Nº	Tipo	P.K.	Cota (m)	Pdte. Rasante	Tipo de acuerdo	Kv (m)	Longitud de acuerdo (m)
1		0+000.00	356	4.03%			
2	TE	0+602.62	380.289	4.03%			
3	V	0+715.26	384.829	0.59%	Convexo	3050	225.268
4	TS	0+827.89	381.05	-3.23%			
5	TE	1+134.23	370.771	-3.36%			
6	V	1+264.99	366.384	-0.23%	Cóncavo	4101.18	261.508
7	TS	1+395.74	370.334	2.83%			
8	TE	1+947.39	387	3.02%			
9	V	2+019.52	389.179	0.98%	Convexo	3050	144.274
10	TS	2+091.66	387.946	-1.52%			
11	TE	2+920.33	373.783	-1.71%			
12	V	3+035.08	371.822	2.32%	Cóncavo	2657.6	229.496
13	TS	3+149.82	379.77	6.74%			
14		3+420.38	398.509	6.93%			

#### 7.3.1. Inclinación de las rasantes

Siguiendo la Instrucción de Trazado Norma 3.1-IC, los valores máximos de inclinación de la rasante en rampas y pendientes, en función de la velocidad de proyecto, y para carreteras convencionales como en este caso son:

$V_p$ (km/h)	INCLINACIÓN MÁXIMA (%)	INCLINACIÓN EXCEPCIONAL (%)
60	6	8
40	7	10

Tabla 11. Valores máximos de inclinación de la rasante. Fuente: Norma 3.1-IC.

Además, el valor mínimo de la inclinación de la rasante no podrá ser inferior al 0,5%.

En ninguno de los casos de incumple la norma, estando las pendientes dentro de los rangos establecidos.

Destaca el valor de la última pendiente, de 6.93%, después del segundo puente. La inclinación es algo elevada debido a la difícil orografía de esa zona, a los espacios protegidos existentes y al criterio de intentar construir la variante, en esta zona, lo más ajustada posible a la actual carretera para no hacer grandes movimientos de tierras. Todo ello conlleva a tener esa inclinación, contemplada prácticamente como única solución para el trazado. De todos modos, no supera la inclinación del 8% permitida para casos excepcionales, como es este caso.

### 7.3.2. Acuerdos verticales

La curva de acuerdo vertical empleada, según la norma, es la parábola.

En la tabla 12 se resumen los parámetros mínimos y deseables de acuerdos verticales según la Instrucción:

$V_p$ (km/h)	MÍNIMO		DESEABLE	
	$K_v$ CONVEXO (m)	$K_v$ CÓNCAVO (m)	$K_v$ CONVEXO (m)	$K_v$ CÓNCAVO (m)
60	1085	1374	3050	2636
40	303	568	1085	1374

Tabla 12. Parámetros mínimos y deseables de acuerdos verticales. Fuente: Norma 3.1-IC.

Para los acuerdos, se ha tomado como requisito que el parámetro de diseño sea como mínimo el recomendable, dotando al trazado de mayor visibilidad, y en consecuencia, mayor seguridad.

Por consideraciones estéticas, la longitud de la curva del acuerdo deberá cumplir la siguiente condición:

$$L \geq Vp \quad (6)$$

Siendo L la longitud de la curva de acuerdo (m) y velocidad de proyecto (km/h).

Por lo tanto, como la velocidad de proyecto es 60 km/h, la longitud mínima del acuerdo es de 60 metros. Como se puede ver en la tabla 13, esta condición se cumple para todos los acuerdos. Así mismo, se muestran los valores de  $K_v$  adoptados.

Acuerdo vertical	$K_v$ deseable (metros)	$K_v$ adoptado (metros)	Longitud mínima (m)	Longitud adoptada (m)
1	3050	3050	60	225.27
2	2636	4101	60	261.51
3	3050	3050	60	14427
4	2636	2658	60	229.50

Tabla 13. Longitudes de acuerdos verticales. Fuente: Elaboración propia.

### 7.4. Coordinación de los trazados en planta y alzado

Éstos deberán estar coordinados de forma que se eviten situaciones incómodas e inseguras para el usuario. Para ello, se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

- Los puntos de tangencia de los acuerdos verticales que coinciden con una curva circular, se situarán dentro de la clotoide en planta y lo más alejados posibles del punto de radio infinito.
- En carreteras con velocidad de proyecto igual o menos a 60 km/h como es el caso, se deberá cumplir cuando sea posible la condición  $K_v = \frac{100 \cdot R}{p}$ . Si no fuese así, el cociente  $\frac{K_v}{R}$  será como mínimo 6, siendo  $K_v$  el parámetro del acuerdo vertical en metros, R el radio de la curva circular en planta y en metros y p el peralte de la curva circular en %.
- Ninguna alineación recta o curva en planta contiene un acuerdo vertical corto (menor a 60 metros), evitando así las siguientes situaciones:



Figura 8. Condición de acuerdos verticales cortos. Fuente: Norma 3.1-IC.

- Ningún acuerdo convexo coincide con un punto de inflexión en planta, eliminando los siguientes efectos:



Figura 9. Condición de acuerdo convexo coincidente con punto de inflexión. Fuente: Norma 3.1-IC.

- Ninguna alineación recta en planta contiene a dos acuerdos convexo y cóncavo seguidos, evitando la siguiente situación:

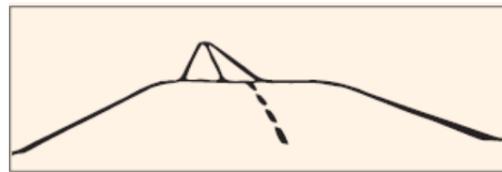


Figura 10. Condición de dos acuerdos cóncavo y convexo en una alineación recta. Fuente: Norma 3.1-IC.

- Ninguna alineación recta seguida de una curva en planta en correspondencia con acuerdos cóncavo y convexo, eliminando la siguiente situación:

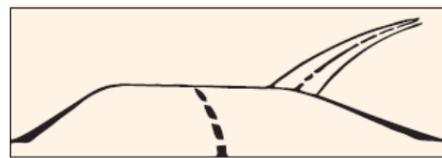


Figura 11. Condición de alineación recta seguida de curva en planta coincidente con un acuerdo. Fuente: Norma 3.1-IC.

- Ninguna alineación curva, de desarrollo corto, debe contener un acuerdo vertical cóncavo corto, evitando la siguiente situación:

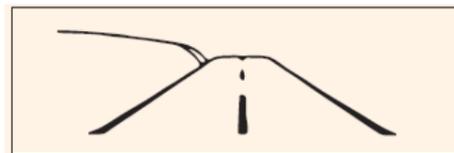


Figura 12. Condición de curva corta con un acuerdo cóncavo corto. Fuente: Norma 3.1-IC.

- Ningún conjunto de alineaciones en planta se pueden percibir dos acuerdos verticales cóncavos o dos acuerdos verticales convexos simultáneamente, eliminando la siguiente situación:

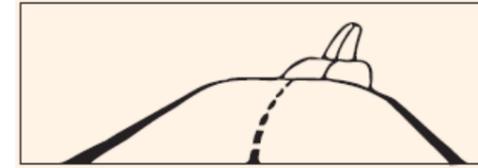


Figura 13. Condición de visibilidad de dos acuerdos del mismo tipo simultáneamente. Fuente: Norma 3.1-IC.

Con todo lo anterior y analizando el trazado con detenimiento, incluso simulando la conducción con herramientas de AutoCAD Civil 3D, se puede afirmar que se cumplen dichas condiciones. Por lo tanto, no se producirán pérdidas de trazado, que sucede cuando el conductor puede ver, en un determinado instante, dos tramos de carretera, pero no puede ver otro situado entre los dos anteriores.

### 7.5. Definición de la sección transversal

Reiterando lo ya dicho, la vía es una carretera convencional de calzada única con doble sentido de circulación. En cuanto a las características de la sección tipo, encontramos:

- Ancho de carril: 3.5 metros
- Ancho de arcén: 1 metro
- Ancho de berma: 0.75 metros

Según la norma, y como se puede comprobar en la tabla 14, la sección transversal cumple las especificaciones requeridas.

CLASE DE CARRETERA	VELOCIDAD DE PROYECTO (km/h)	CARRILES (m)	ARCÉN (m)		BERMAS (m)		NIVEL DE SERVICIO EN LA HORA DE PROYECTO DEL AÑO HORIZONTE
			EXTERIOR	INTERIOR	MÍNIMO	MÁXIMO ****	
De calzada única Carreteras convencionales	100	3,5	1,5 - 2,5		0,75	1,5	D
	80	3,5	1,5 ***		0,75 **	1,5 **	D
	60	3,5	1,0 - 1,5 ***		0,75 **	1,5 **	E
	40 IMD ≥ 2000	3,5	0,5		-	-	E
	40 IMD < 2000	3,0	0,5		-	-	E

Tabla 14. Dimensiones de los elementos de la sección transversal



En curvas circulares y de transición, la pendiente transversal de la calzada y arcenes coincidirá con el peralte, mientras que las bermas contarán con una pendiente del 4% hacia el exterior de la plataforma. Cuando dicho peralte supere el 4%, la berma del lado interior de la curva tendrá una pendiente transversal igual al peralte, manteniéndose el 4% hacia el exterior de la plataforma en el lado exterior de la curva.

Respecto a las bermas, tienen la finalidad de proveer soporte de borde a la calzada del pavimento, asistencia a los vehículos en problemas, incrementar la seguridad y prevenir la erosión de las capas inferiores. Además, es la zona dónde se colocará la señalización vertical.

En esta alternativa no se ha hecho estudio hidráulico, pero tomando el realizado en la alternativa norte por ser la misma zona y tener prácticamente las mismas características, la cuneta que se prevé es de tipo trapecial.

En cuanto al bombeo en recta, para carreteras de calzada única, la calzada y los arcenes se dispondrán con la misma inclinación transversal mínima del 2% hacia cada lado a partir del eje de la calzada.

Respecto a los taludes de desmonte y terraplén, son distintos en función del tipo de terreno que hay en la zona. Durante el trazado de la vía, encontramos 3 terrenos, que nos permiten los siguientes taludes:

- Bundsandstein (TG1): situado del P.K. 1+700 al P.K. 3+320.
  - Talud de desmonte: 0.50:1\*
  - Talud de terraplén: 2.:1
- \* Se adopta este talud para los 3 primeros metros. A partir de ese nivel hay Muschelkalk, adoptando un talud 0,2:1.
- Muschelkalk (TG2): situado del P.K. 0+000 al P.K. 0+954.
  - Talud de desmonte: 0.20:1
  - Talud de terraplén: 2:1
- Cuaternario (Q): situado del P.K. 0+954 al P.K. 1+700 y también del P.K. 3+320 al P.K. 3+420.
  - Talud de desmonte: 2:1
  - Talud de terraplén: 2:1

Además, se ha tenido que añadir un sobreebanco a las curvas circulares de radio inferior a 250 metros. La ecuación utilizada para calcularlos según la norma es la siguiente:

$$3,5 + \frac{l^2}{2 \cdot R_h} \quad (7)$$

Siendo:

$l$  = longitud del vehículo, medida entre su extremo delantero y el eje de las ruedas traseras (m). Se considerará un valor de  $l = 9$  metros.

$R_h$  = radio del eje de la curva horizontal (m).

La tabla 15 recoge las curvas afectadas y el sobreebanco adoptado:

Alineación curva	Radio (m)	Ancho total según Instrucción (m)
4	250	3.662
6	200	3.702
7	190	3.713
8	170	3.738
9	180	3.72
10	200	3.702

Tabla 15. Sobreebanco adoptados

En todos los casos el sobreebanco se ha obtenido linealmente durante una longitud no inferior a 30 metros desarrollada a lo largo de la clotoide, aumentando progresivamente los anchos de los carriles hasta alcanzar el sobreebanco total al inicio de la curva circular y manteniéndose a lo largo de ésta.



## APÉNDICE I – LISTADO DE P.K. CON PUNTOS SINGULARES EN PLANTA



ALTERNATIVA CENTRO

	<u>Estación</u>	<u>Coord. X</u>	<u>Coord. Y</u>	<u>Radio (m)</u>	<u>Parámetro(m)</u>		<u>Estación</u>	<u>Coord. X</u>	<u>Coord. Y</u>	<u>Radio (m)</u>	<u>Parámetro(m)</u>
	0+000.00	737,060.28	4,444,093.09			PS	0+666.81	736,531.94	4,444,477.80		139
	0+020.00	737,042.03	4,444,101.28				0+680.00	736,520.68	4,444,484.66		
	0+040.00	737,023.79	4,444,109.47				0+700.00	736,504.28	4,444,496.10		
	0+060.00	737,005.54	4,444,117.66				0+720.00	736,488.79	4,444,508.74		
	0+080.00	736,987.29	4,444,125.85				0+740.00	736,474.29	4,444,522.52		
PS	0+092.68	736,975.72	4,444,131.04			PS	0+751.89	736,466.18	4,444,531.21	265	
	0+100.00	736,969.05	4,444,134.04				0+760.00	736,460.88	4,444,537.34		
	0+120.00	736,950.87	4,444,142.38				0+780.00	736,448.47	4,444,553.03		
	0+140.00	736,932.92	4,444,151.20				0+800.00	736,436.80	4,444,569.27		
	0+160.00	736,915.40	4,444,160.84				0+820.00	736,425.56	4,444,585.81		
PS	0+160.85	736,914.67	4,444,161.27		143	PS	0+824.80	736,422.88	4,444,589.79		139
	0+180.00	736,898.53	4,444,171.57			PS	0+825.09	736,422.72	4,444,590.03		
	0+200.00	736,882.40	4,444,183.39				0+840.00	736,414.39	4,444,602.40		
	0+220.00	736,867.10	4,444,196.26				0+860.00	736,402.99	4,444,618.83		
PS	0+235.76	736,855.66	4,444,207.11	300			0+880.00	736,391.02	4,444,634.85		
	0+240.00	736,852.69	4,444,210.13				0+900.00	736,378.20	4,444,650.20		
	0+260.00	736,839.15	4,444,224.84			PS	0+905.75	736,374.32	4,444,654.44		142
	0+280.00	736,826.25	4,444,240.13				0+920.00	736,364.30	4,444,664.57		
	0+300.00	736,813.71	4,444,255.71				0+940.00	736,349.29	4,444,677.78		
PS	0+303.92	736,811.26	4,444,258.78		143		0+960.00	736,333.27	4,444,689.75		
	0+320.00	736,801.26	4,444,271.36				0+980.00	736,316.35	4,444,700.40		
	0+340.00	736,788.81	4,444,287.02				1+000.00	736,298.63	4,444,709.67		
	0+360.00	736,776.36	4,444,302.67			PS	1+013.80	736,286.00	4,444,715.21	-250	
	0+380.00	736,763.91	4,444,318.32				1+020.00	736,280.23	4,444,717.49		
PS	0+397.93	736,752.75	4,444,332.35				1+040.00	736,261.31	4,444,723.95		
	0+400.00	736,751.46	4,444,333.97				1+060.00	736,242.06	4,444,729.38		
	0+420.00	736,738.92	4,444,349.55				1+080.00	736,222.64	4,444,734.16		
	0+440.00	736,725.96	4,444,364.78			PS	1+094.46	736,208.55	4,444,737.40		142
PS	0+458.99	736,712.92	4,444,378.58		126		1+100.00	736,203.15	4,444,738.65		
	0+460.00	736,712.21	4,444,379.30				1+120.00	736,183.66	4,444,743.12		
	0+480.00	736,697.43	4,444,392.77				1+140.00	736,164.16	4,444,747.58		
	0+500.00	736,681.66	4,444,405.06				1+160.00	736,144.67	4,444,752.05		
	0+520.00	736,664.99	4,444,416.10				1+180.00	736,125.17	4,444,756.52		
PS	0+531.81	736,654.76	4,444,422.01	-260			1+200.00	736,105.68	4,444,760.99		
	0+540.00	736,647.53	4,444,425.84				1+220.00	736,086.18	4,444,765.45		
	0+560.00	736,629.46	4,444,434.41				1+240.00	736,066.69	4,444,769.92		
	0+580.00	736,611.05	4,444,442.23				1+260.00	736,047.19	4,444,774.39		
PS	0+592.87	736,599.12	4,444,447.07		126		1+280.00	736,027.70	4,444,778.86		
PS	0+593.90	736,598.17	4,444,447.45				1+300.00	736,008.20	4,444,783.33		
	0+600.00	736,592.51	4,444,449.74				1+320.00	735,988.71	4,444,787.79		
	0+620.00	736,574.03	4,444,457.37				1+340.00	735,969.22	4,444,792.26		
	0+640.00	736,555.76	4,444,465.50				1+360.00	735,949.72	4,444,796.73		



ALTERNATIVA CENTRO

	<u>Estación</u>	<u>Coord. X</u>	<u>Coord. Y</u>	<u>Radio(m)</u>	<u>Parámetro(m)</u>		<u>Estación</u>	<u>Coord. X</u>	<u>Coord. Y</u>	<u>Radio(m)</u>	<u>Parámetro(m)</u>
	1+400.00	735,910.73	4,444,805.67				2+100.00	735,224.01	4,444,849.27		
	1+420.00	735,891.24	4,444,810.13				2+120.00	735,204.61	4,444,854.14		
	1+440.00	735,871.74	4,444,814.60				2+140.00	735,185.22	4,444,859.02		
PS	1+448.89	735,863.08	4,444,816.58				2+160.00	735,165.82	4,444,863.90		
	1+460.00	735,852.25	4,444,819.06				2+180.00	735,146.43	4,444,868.78		
	1+480.00	735,832.69	4,444,823.27				2+200.00	735,127.03	4,444,873.66		
	1+500.00	735,813.01	4,444,826.81				2+220.00	735,107.64	4,444,878.54		
PS	1+517.67	735,795.48	4,444,829.02		135		2+240.00	735,088.24	4,444,883.42		
	1+520.00	735,793.16	4,444,829.24				2+260.00	735,068.84	4,444,888.30		
	1+540.00	735,773.19	4,444,830.22				2+280.00	735,049.45	4,444,893.18		
PS	1+557.52	735,755.68	4,444,829.83	-265		PS	2+291.81	735,037.99	4,444,896.05		
	1+560.00	735,753.20	4,444,829.69				2+300.00	735,030.05	4,444,898.05		
	1+580.00	735,733.30	4,444,827.76				2+320.00	735,010.57	4,444,902.57		
	1+600.00	735,713.52	4,444,824.82				2+340.00	734,990.87	4,444,905.99		
	1+620.00	735,693.83	4,444,821.31			PS	2+344.44	734,986.45	4,444,906.51		100
PS	1+626.29	735,687.64	4,444,820.15		135		2+360.00	734,970.94	4,444,907.56		
	1+640.00	735,674.17	4,444,817.64				2+380.00	734,950.96	4,444,907.03		
	1+660.00	735,654.51	4,444,813.97			PS	2+389.93	734,941.07	4,444,905.98	-190	
	1+680.00	735,634.85	4,444,810.30				2+400.00	734,931.14	4,444,904.42		
	1+700.00	735,615.19	4,444,806.63				2+420.00	734,911.60	4,444,900.15		
	1+720.00	735,595.53	4,444,802.95				2+440.00	734,892.28	4,444,895.00		
	1+740.00	735,575.87	4,444,799.28			PS	2+442.56	734,889.80	4,444,894.31		100
PS	1+757.95	735,558.22	4,444,795.98				2+460.00	734,873.00	4,444,889.66		
	1+760.00	735,556.21	4,444,795.61				2+480.00	734,853.73	4,444,884.33		
	1+780.00	735,536.52	4,444,792.10				2+500.00	734,834.45	4,444,878.99		
	1+800.00	735,516.71	4,444,789.38				2+520.00	734,815.17	4,444,873.66		
PS	1+813.08	735,503.67	4,444,788.37		105	PS	2+526.77	734,808.64	4,444,871.85		
	1+820.00	735,496.75	4,444,788.17				2+540.00	734,795.89	4,444,868.37		
	1+840.00	735,476.78	4,444,788.92				2+560.00	734,776.45	4,444,863.66		
PS	1+844.16	735,472.63	4,444,789.33	200		PS	2+578.75	734,757.96	4,444,860.56		94
	1+860.00	735,456.96	4,444,791.61				2+580.00	734,756.72	4,444,860.43		
	1+880.00	735,437.39	4,444,795.70			PS	2+593.12	734,743.63	4,444,859.49	170	
PS	1+899.29	735,418.65	4,444,800.30		105		2+600.00	734,736.76	4,444,859.40		
	1+900.00	735,417.97	4,444,800.48				2+620.00	734,716.79	4,444,860.38		
	1+920.00	735,398.57	4,444,805.35				2+640.00	734,696.90	4,444,862.48		
	1+940.00	735,379.18	4,444,810.23			PS	2+645.10	734,691.84	4,444,863.09		94
	1+960.00	735,359.78	4,444,815.11				2+660.00	734,677.05	4,444,864.88		
	1+980.00	735,340.38	4,444,819.99				2+680.00	734,657.19	4,444,867.28		
	2+000.00	735,320.99	4,444,824.87				2+700.00	734,637.33	4,444,869.68		
	2+020.00	735,301.59	4,444,829.75				2+720.00	734,617.48	4,444,872.08		
	2+040.00	735,282.20	4,444,834.63				2+740.00	734,597.62	4,444,874.48		
	2+060.00	735,262.80	4,444,839.51				2+760.00	734,577.77	4,444,876.88		



ALTERNATIVA CENTRO

	<u>Estación</u>	<u>Coord. X</u>	<u>Coord. Y</u>	<u>Radio(m)</u>	<u>Parámetro(m)</u>
	2+800.00	734,538.06	4,444,881.68		
	2+820.00	734,518.20	4,444,884.08		
	2+840.00	734,498.35	4,444,886.48		
	2+860.00	734,478.49	4,444,888.88		
	2+880.00	734,458.64	4,444,891.28		
	2+900.00	734,438.78	4,444,893.68		
	2+920.00	734,418.92	4,444,896.08		
	2+940.00	734,399.07	4,444,898.48		
	2+960.00	734,379.21	4,444,900.88		
PS	2+960.23	734,378.98	4,444,900.90		
	2+980.00	734,359.37	4,444,903.38		
	3+000.00	734,339.63	4,444,906.55		
	3+020.00	734,320.14	4,444,911.03		
PS	3+026.24	734,314.15	4,444,912.79		109
	3+040.00	734,301.19	4,444,917.41		
	3+060.00	734,283.07	4,444,925.84		
	3+080.00	734,266.00	4,444,936.24		
	3+100.00	734,250.18	4,444,948.46		
PS	3+106.89	734,245.05	4,444,953.06	180	
	3+120.00	734,235.79	4,444,962.34		
	3+140.00	734,222.69	4,444,977.44		
	3+160.00	734,210.44	4,444,993.25		
PS	3+172.90	734,202.75	4,445,003.61		109
PS	3+173.49	734,202.40	4,445,004.09		
	3+180.00	734,198.54	4,445,009.32		
	3+200.00	734,186.49	4,445,025.29		
	3+220.00	734,173.87	4,445,040.80		
	3+240.00	734,160.27	4,445,055.46		
PS	3+245.49	734,156.32	4,445,059.27		120
PS	3+246.66	734,155.46	4,445,060.07	-200	
	3+260.00	734,145.43	4,445,068.85		
	3+280.00	734,129.54	4,445,080.99		
	3+300.00	734,113.02	4,445,092.27		
PS	3+318.66	734,097.34	4,445,102.38		120
	3+320.00	734,096.22	4,445,103.11		
	3+340.00	734,079.37	4,445,113.89		
	3+360.00	734,062.52	4,445,124.67		
	3+380.00	734,045.68	4,445,135.45		
	3+400.00	734,028.83	4,445,146.23		
	3+420.00	734,011.98	4,445,157.01		
PS	3+420.38	734,011.66	4,445,157.21		



## APÉNDICE II - LISTADO DE P.K. CON PUNTOS SINGULARES EN PLANTA



ALTERNATIVA CENTRO

<u>Estación</u>	<u>Cota(m)</u>	<u>Pdte. Rasante</u>	<u>Cota vértice(m)</u>	<u>Longitud(m)</u>	<u>Kv(m)</u>	<u>Estación</u>	<u>Cota(m)</u>	<u>Pdte. Rasante</u>	<u>Cota vértice(m)</u>	<u>Longitud(m)</u>	<u>Kv(m)</u>
0+000.00	356					0+800.00	381.858	-2.11%			
0+020.00	356.806	4.03%				0+820.00	381.304	-2.77%			
0+040.00	357.612	4.03%				TS 0+827.89	381.05	-3.23%			
0+060.00	358.418	4.03%				0+840.00	380.643	-3.36%			
0+080.00	359.224	4.03%				0+860.00	379.972	-3.36%			
0+100.00	360.031	4.03%				0+880.00	379.301	-3.36%			
0+120.00	360.837	4.03%				0+900.00	378.63	-3.36%			
0+140.00	361.643	4.03%				0+920.00	377.959	-3.36%			
0+160.00	362.449	4.03%				0+940.00	377.288	-3.36%			
0+180.00	363.255	4.03%				0+960.00	376.617	-3.36%			
0+200.00	364.061	4.03%				0+980.00	375.946	-3.36%			
0+220.00	364.867	4.03%				1+000.00	375.275	-3.36%			
0+240.00	365.673	4.03%				1+020.00	374.604	-3.36%			
0+260.00	366.479	4.03%				1+040.00	373.933	-3.36%			
0+280.00	367.286	4.03%				1+060.00	373.262	-3.36%			
0+300.00	368.092	4.03%				1+080.00	372.591	-3.36%			
0+320.00	368.898	4.03%				1+100.00	371.92	-3.36%			
0+340.00	369.704	4.03%				1+120.00	371.248	-3.36%			
0+360.00	370.51	4.03%				TE 1+134.23	370.771	-3.36%			
0+380.00	371.316	4.03%				1+140.00	370.581	-3.28%			
0+400.00	372.122	4.03%				1+160.00	369.987	-2.97%			
0+420.00	372.928	4.03%				1+180.00	369.491	-2.48%			
0+440.00	373.734	4.03%				1+200.00	369.092	-2.00%			
0+460.00	374.541	4.03%				1+220.00	368.79	-1.51%			
0+480.00	375.347	4.03%				1+240.00	368.586	-1.02%			
0+500.00	376.153	4.03%				1+260.00	368.479	-0.53%			
0+520.00	376.959	4.03%				V 1+264.99	368.468	-0.23%	366.384	261.508	4101.18
0+540.00	377.765	4.03%				1+280.00	368.47	0.02%			
0+560.00	378.571	4.03%				1+300.00	368.559	0.44%			
0+580.00	379.377	4.03%				1+320.00	368.745	0.93%			
0+600.00	380.183	4.03%				1+340.00	369.029	1.42%			
TE 0+602.62	380.289	4.03%				1+360.00	369.41	1.91%			
0+620.00	380.94	3.75%				1+380.00	369.889	2.39%			
0+640.00	381.567	3.13%				TS 1+395.74	370.334	2.83%			
0+660.00	382.062	2.48%				1+400.00	370.463	3.02%			
0+680.00	382.426	1.82%				1+420.00	371.067	3.02%			
0+700.00	382.659	1.17%				1+440.00	371.671	3.02%			
V 0+715.26	382.749	0.59%	384.829	225.268	3050	1+460.00	372.275	3.02%			
0+720.00	382.761	0.26%				1+480.00	372.88	3.02%			
0+740.00	382.732	-0.15%				1+500.00	373.484	3.02%			
0+760.00	382.572	-0.80%				1+520.00	374.088	3.02%			



ALTERNATIVA CENTRO

	<u>Estación</u>	<u>Cota(m)</u>	<u>Pdte. Rasante</u>	<u>Cota vértice(m)</u>	<u>Longitud(m)</u>	<u>Kv(m)</u>		<u>Estación</u>	<u>Cota(m)</u>	<u>Pdte. Rasante</u>	<u>Cota vértice(m)</u>	<u>Longitud(m)</u>	<u>Kv(m)</u>
	1+560.00	375.296	3.02%					2+340.00	383.702	-1.71%			
	1+580.00	375.901	3.02%					2+360.00	383.36	-1.71%			
	1+600.00	376.505	3.02%					2+380.00	383.018	-1.71%			
	1+620.00	377.109	3.02%					2+400.00	382.676	-1.71%			
	1+640.00	377.713	3.02%					2+420.00	382.335	-1.71%			
	1+660.00	378.318	3.02%					2+440.00	381.993	-1.71%			
	1+680.00	378.922	3.02%					2+460.00	381.651	-1.71%			
	1+700.00	379.526	3.02%					2+480.00	381.309	-1.71%			
	1+720.00	380.13	3.02%					2+500.00	380.967	-1.71%			
	1+740.00	380.735	3.02%					2+520.00	380.625	-1.71%			
	1+760.00	381.339	3.02%					2+540.00	380.284	-1.71%			
	1+780.00	381.943	3.02%					2+560.00	379.942	-1.71%			
	1+800.00	382.547	3.02%					2+580.00	379.6	-1.71%			
	1+820.00	383.151	3.02%					2+600.00	379.258	-1.71%			
	1+840.00	383.756	3.02%					2+620.00	378.916	-1.71%			
	1+860.00	384.36	3.02%					2+640.00	378.574	-1.71%			
	1+880.00	384.964	3.02%					2+660.00	378.233	-1.71%			
	1+900.00	385.568	3.02%					2+680.00	377.891	-1.71%			
	1+920.00	386.173	3.02%					2+700.00	377.549	-1.71%			
	1+940.00	386.777	3.02%					2+720.00	377.207	-1.71%			
TE	1+947.39	387	3.02%					2+740.00	376.865	-1.71%			
	1+960.00	387.355	2.81%					2+760.00	376.524	-1.71%			
	1+980.00	387.811	2.28%					2+780.00	376.182	-1.71%			
	2+000.00	388.136	1.62%					2+800.00	375.84	-1.71%			
V	2+019.52	388.326	0.98%	389.179	144.274	3050		2+820.00	375.498	-1.71%			
	2+020.00	388.329	0.65%					2+840.00	375.156	-1.71%			
	2+040.00	388.392	0.31%					2+860.00	374.814	-1.71%			
	2+060.00	388.323	-0.34%					2+880.00	374.473	-1.71%			
	2+080.00	388.123	-1.00%					2+900.00	374.131	-1.71%			
TS	2+091.66	387.946	-1.52%					2+920.00	373.789	-1.71%			
	2+100.00	387.804	-1.71%					TE 2+920.33	373.783	-1.71%			
	2+120.00	387.462	-1.71%					2+940.00	373.52	-1.34%			
	2+140.00	387.12	-1.71%					2+960.00	373.401	-0.59%			
	2+160.00	386.778	-1.71%					2+980.00	373.433	0.16%			
	2+180.00	386.437	-1.71%					3+000.00	373.616	0.91%			
	2+200.00	386.095	-1.71%					3+020.00	373.949	1.67%			
	2+220.00	385.753	-1.71%					V 3+035.08	374.299	2.32%	371.822	229.496	2657.6
	2+240.00	385.411	-1.71%					3+040.00	374.432	2.70%			
	2+260.00	385.069	-1.71%					3+060.00	375.066	3.17%			
	2+280.00	384.727	-1.71%					3+080.00	375.851	3.92%			
	2+300.00	384.386	-1.71%					3+100.00	376.786	4.68%			



ALTERNATIVA CENTRO

	<u>Estación</u>	<u>Cota(m)</u>	<u>Pdte. Rasante</u>	<u>Cota vértice(m)</u>	<u>Longitud(m)</u>	<u>Kv(m)</u>
TS	3+140.00	379.108	6.18%			
	3+149.82	379.77	6.74%			
	3+160.00	380.475	6.93%			
	3+180.00	381.86	6.93%			
	3+200.00	383.245	6.93%			
	3+220.00	384.63	6.93%			
	3+240.00	386.016	6.93%			
	3+260.00	387.401	6.93%			
	3+280.00	388.786	6.93%			
	3+300.00	390.171	6.93%			
	3+320.00	391.557	6.93%			
	3+340.00	392.942	6.93%			
	3+360.00	394.327	6.93%			
	3+380.00	395.713	6.93%			
	3+400.00	397.098	6.93%			
	3+420.00	398.483	6.93%			
	3+420.38	398.509	6.93%			



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



**ANEJO N°9**

# **SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS**

**CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN).  
ALTERNATIVA CENTRO**



## **ANEJO 9: SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS**

### **ÍNDICE**

1. INTRODUCCIÓN .....	2
2. SEÑALIZACIÓN VERTICAL .....	2
2.1. Definición .....	2
2.2. Criterios de diseño .....	2
2.2.1. Materiales .....	2
2.2.2. Dimensiones .....	2
2.2.3. Retrorreflectancia .....	2
2.2.4. Situación .....	2
2.3. Tabla resumen .....	3
3. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL .....	4
3.1. Definición .....	4
3.2. Criterios de diseño .....	4
3.3. Tipos de marca .....	4
3.3.1. Marcas longitudinales discontinuas .....	4
3.3.2. Marcas longitudinales continuas .....	5
3.3.3. Marcas longitudinales continuas adosadas a discontinuas .....	5
3.3.4. Flechas .....	5
3.4. Tabla resumen .....	6
4. BALIZAMIENTO Y DEFENSAS .....	6
4.1. Hitos de vértice .....	6
4.2. Paneles direccionales .....	6
4.3. Defensas .....	7

## 1. INTRODUCCIÓN

El objeto del presente anejo es definir los elementos que componen la señalización, el balizamiento y las defensas de la variante CV-190 a su paso por la localidad de Figueroles, exceptuando la señalización relativa a las intersecciones. Todo ello se ha hecho siguiendo la siguiente normativa:

- Instrucción de Carreteras Norma 3.1-IC Trazado. Ministerio de Fomento. Año 2001.
- Instrucción de Carreteras Norma 8.1-IC Señalización Vertical. Ministerio de Fomento. Año 2014.
- Norma de Carreteras 8.2-IC Marcas Viales. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. Marzo 1987.
- Señales Verticales de Circulación. Tomo I. Características de las señales. Ministerio de Obras Públicas y Transporte. Marzo 1992.
- Señales Verticales de Circulación. Tomo II. Catálogo y significado de las señales. Ministerio de Obras Públicas y Transporte. Junio 1992.

El objetivo es aumentar la seguridad, la comodidad y la eficacia de la circulación, así como facilitar la orientación de los conductores. Para conseguirlo, se deben seguir una serie de principios a la hora de establecer la señalización, como son la claridad, la sencillez, la uniformidad y la continuidad.

Hay que señalar que el sentido creciente de los P.K. es de este a oeste, es decir, en sentido Castellón de la Plana - Lucena del Cid.

## 2. SEÑALIZACIÓN VERTICAL

### 2.1. Definición

La señalización vertical tiene como finalidad transmitir información sobre las normas de circulación, las características de la vía, situaciones de peligro y orientación. Por ello, es de vital importancia disponer de una señalización normalizada bajo los criterios de sencillez y claridad, que permitan a los usuarios de la vía entenderla sin ningún tipo de problema.

### 2.2. Criterios de diseño

#### 2.2.1. Materiales

Las señales verticales serán de acero dulce de primera fusión, de chapa blanca, y deberán mantener sus características funcionales frente a la acción de los agentes atmosféricos.

Éstas serán reflectantes y el color de su reverso será neutro. El poster será de acero galvanizado

#### 2.2.2. Dimensiones

Para carreteras convencionales con arcén, las dimensiones de las señales son las siguientes:

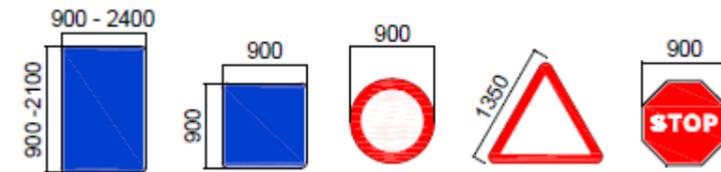


Fig.1 Dimensiones de la señalización vertical. Fuente: Norma 8.1-IC.

#### 2.2.3. Retrorreflectancia

Para que las señales sean visibles en todo momento, todos sus elementos constituyentes deberán ser retrorreflectantes: fondo, caracteres, orlas, flechas, símbolos y pictogramas en color, excepto los de color negro y azul o gris oscuro.

En la actualidad existen tres clases de retrorreflexión, independientemente de la naturaleza microesférica o microprismática de los materiales: Clase RA1, Clase RA2 y Clase RA3.

Por lo tanto, al tratarse de una carretera convencional, el tipo de retrorreflectancia a utilizar será RA2.

#### 2.2.4. Situación

Las señales se colocarán en el margen derecho de la plataforma, e incluso en el margen izquierdo, si el tráfico pudiera obstruir la visibilidad de las situadas a la derecha.

De este modo, la distancia entre el borde de la calzada y el borde de la señal más próximo a la calzada será superior a un metro (1 m). No obstante, la Norma establece que, cuando haya limitaciones de espacio (por ejemplo, junto a una barrera rígida), el borde más próximo de la señal o cartel se podrá colocar a un mínimo de 0.5 m del borde de la restricción más próxima a la calzada, siempre que con ello no se disminuya la visibilidad disponible.

La altura de las señales, entre el borde inferior de la placa y el nivel de borde de calzada, será de un metro cincuenta centímetros (1.50 m).

**2.3. Tabla resumen**

En la tabla 1 se hace una síntesis de la señalización vertical necesario, con su localización y características más relevantes.

Señal	Nomenclatura	Dimensiones	Unidades	P.K.	Sentido P.K.	Información adicional
	P-1	L=1350	4	0+872	+	
				1+485	+	
				0+972	-	
				1+585	-	
	P-24	L=1350	2	1+860	+	En 1,5 km
				3+360	-	
	R-305	Ø=900	5	0+020	+	
				1+473	+	
				3+410	-	
				1+168	-	
				2+713	-	
	R-502	Ø=900	3	0+741	+	
				1+881	-	
				3+115	-	

	S-7	L=900	2	1+710	+	
				3+330	-	
	S-7	L=900	2	0+340	+	
				1+680	-	
	S-530	600x1700	2	2+440	+	Río Lucena
				3+010	-	
	S-572	600x400	4	0+000	+/-	P.K. 8
				1+000	+/-	P.K. 9
				2+000	+/-	P.K. 10
				3+000	+/-	P.K. 11
	S-600	600x1700	2	1+160	+	Lucena del Cid 5
		1000x1700		2+440	-	L'Alcora 10 Castellón 30

Tabla 1. Resumen de señalización vertical adoptada. Fuente: Elaboración propia.

Para determinar las zonas de adelantamiento permitido, se ha de conocer la distancia de adelantamiento necesaria según la Norma (véase tabla 2). Ésta establece una distancia mínima de 400 metros para la velocidad de proyecto de 60 km/h.

V <sub>p</sub> (km/h)	40	50	60	70	80	90	100
D <sub>a</sub> (m)	200	300	400	450	500	550	600

Siendo: V<sub>p</sub> = velocidad de proyecto.  
D<sub>a</sub> = distancia de adelantamiento.

Tabla 2. Distancias de adelantamiento mínimas. Fuente: Norma 3.1-IC.

### 3. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

#### 3.1. Definición

La señalización horizontal de las vías públicas, por medio de marcas viales, constituye junto con la señalización vertical una importante ayuda para los usuarios de éstas, contribuyendo a reglamentar la circulación y balizar la vía, mejorando su comprensibilidad por parte del usuario.

Las marcas viales son líneas o figuras, aplicadas sobre el pavimento, que tienen por misión satisfacer funciones como:

- Delimitar carriles de circulación.
- Separar sentidos de circulación.
- Indicar el borde la calzada.
- Delimitar zonas excluidas a la circulación regular de vehículos.
- Reglamentar la circulación, especialmente el adelantamiento, la parada y el estacionamiento.
- Completar o precisar el significado de las señales verticales y semáforos.
- Repetir o recordar una señal vertical.
- Permitir los movimientos indicados.
- Anunciar, guiar y orientar a los usuarios.

#### 3.2. Criterios de diseño

Para la definición de las marcas viales se han utilizado los criterios recogidos en la Instrucción de Carreteras 8.2-IC "Marcas Viales". Las dimensiones de éstas estarán en función de la velocidad máxima y que en este caso será de 90 km/h.

No se variará el tipo de marca en un tramo corto, en que por cualquier circunstancia la velocidad máxima sea diferente a la del resto de la vía.

Según la Orden Circular 325/97 T sobre señalización, balizamiento y defensas de las carreteras, de 30 de diciembre de 1997, se clasificarán las marcas viales en función de:

- Su utilización, como: de empleo permanente (color blanco) o de empleo temporal (color amarillo).
- Sus características más relevantes, como: tipo 1 (marcas viales convencionales) o tipo 2 (marcas viales, con resaltes o no, diseñadas específicamente para mantener sus propiedades en condiciones de lluvia o humedad).

El tipo 1 corresponde a zonas donde el número de días de lluvia es menor de 100, y el tipo 2 a donde es mayor. Dado que el número de días de lluvia en la zona es menor que 100, se emplearán marcas viales tipo 1.

#### 3.3. Tipos de marca

##### 3.3.1. Marcas longitudinales discontinuas

- Para separación de carriles normales:

Al ser una carretera con calzada de dos carriles con doble sentido de circulación, cuando sea posible el adelantamiento se utilizará la marca vial M-1.2, que se corresponde a vías con velocidad máxima comprendida entre 60 y 100 km/h.

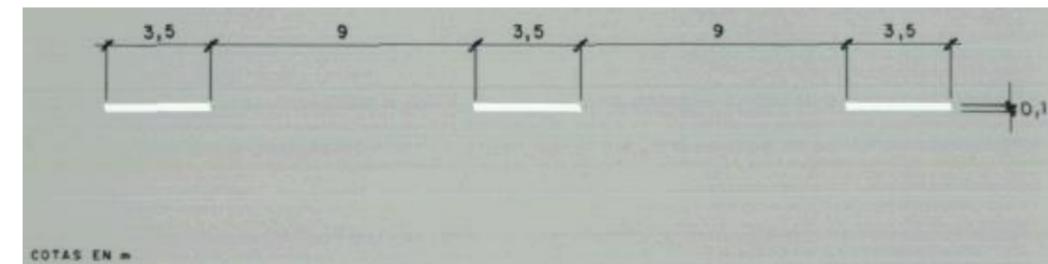


Fig. 2 Marca vial M-1.2. Fuente: Norma 8.2-IC.

- Para preaviso de marca continua o de peligro:

Se utilizarán flechas como se especificará en el apartado correspondiente.

- Para borde de calzada:

Se utilizará en los casos en los que la línea continua existente se pueda sobrepasar para utilizar un acceso. Se utilizará la marca M-1.12.

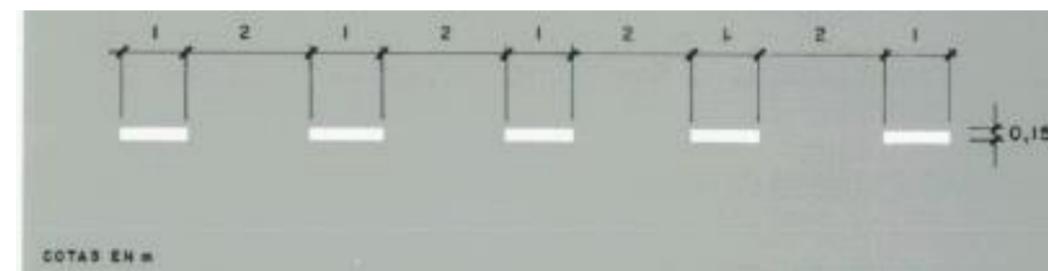


Fig.3 Marca vial M-1.12. Fuente: Norma 8.2-IC.

### 3.3.2. Marcas longitudinales continuas

- Para separación de carriles de distinto sentido:

Por estar prohibido el adelantamiento al no disponer de la visibilidad necesaria para completarlo, una vez iniciado, o para desistir de él. También se utilizará en todos aquellos casos en que por razones de seguridad o de ordenación de la circulación esté justificado. La marca a utilizar es la M-2.2.



Fig. 4 Marca vial M-2.2. Fuente: Norma 8.2-IC.

- Para borde de calzada:

Para delimitar el borde la calzada. Hay que tener en consideración que la anchura de la marca vial no contabiliza en la anchura de la calzada. Se utilizará la marca vial M-2.6:

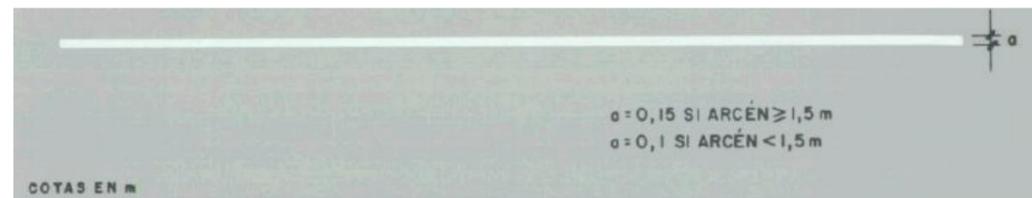


Fig. 5 Marca vial M-2.6. Fuente: Norma 8.2-IC.

Concretar que el valor de a es igual a 0,1 m. ya que el arcén de la variante es de 1 m.

### 3.3.3. Marcas longitudinales continuas adosadas a discontinuas

Son marcas continuas que van paralelamente adosadas a marcas discontinuas, pero el conductor solo deberá atender a la marca que esté en el lado de su sentido de circulación.

- Para regulación de adelantamiento:

Para separar los sentidos de circulación y prohibir el adelantamiento a los vehículos situados en el carril contiguo a la marca continua. Se utilizará la marca M-3.2:

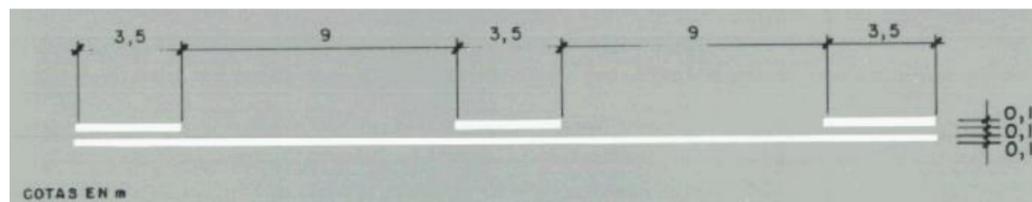


Fig. 6 Marca vial M-3.2. Fuente: Norma 8.2-IC.

### 3.3.4. Flechas

Las flechas pintadas en la calzada indican que todo conductor debe seguir con su vehículo el sentido representado en el carril por el que circula.

- Flecha de retorno:

Se colocará una flecha situada aproximadamente en el eje de la calzada y apuntando hacia la derecha, anunciando la proximidad de una línea continua que indica la prohibición de circular por el carril izquierdo y la obligatoriedad de circular por el carril indicado, que será el de la derecha.

La longitud de la zona de preaviso está en función de la velocidad máxima, y ésta tendrá una longitud mínima de 190 metros, acorde con la velocidad máxima de 90 km/h.

La flecha de retorno más próxima al principio de la marca continua se colocará en el centro del segundo vano, correspondiente a la marca discontinua, anterior a la continua. La segunda flecha se situará dejando un vano libre. Las demás se dispondrán hasta agotar la longitud de preaviso y dejando cada vez más vanos libres

Se utilizará la marca vial M-5.5:

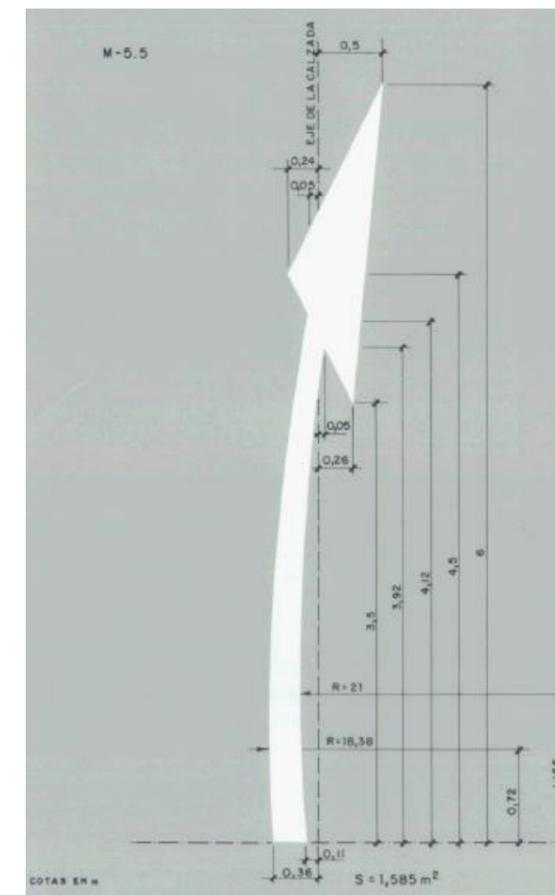


Fig. 7 Marca vial M-5.5. Fuente: Norma 8.2-IC.



**3.4. Tabla resumen**

A continuación, en la tabla 3 se muestra un resumen con las marcas viales y su localización:

Nomenclatura	Sentido P.K.	P.K. Inicio	P.K. Final	Comentarios	
1	M-1.2	+/-	1+169	1+473	
2	M-1.12	+/-	0+917	0+927	
		+/-	1+530	1+540	
3	M-2.2	+/-	0+000	0+741	
		+/-	1+882	2+714	
		+/-	3+115	3+420	
4	M-2.6	+/-	0+000	0+917	
		+/-	0+927	1+530	
		+/-	1+540	3+420	
5	M-3-2	+/-	0+741	1+169	L. continua→ - L. discontinua→ +
		+/-	1+473	1+882	L. continua→ + L. discontinua→ -
		+/-	2+714	3+115	L. continua→ + L. discontinua→ -
6	M-5.5	+	1+283	1+473	Disposición: ver ap. 3.3.4.
		-	2+904	2+714	Disposición: ver ap. 3.3.4.
		-	1+359	1+169	Disposición: ver ap. 3.3.4.

Tabla 3. Localización de las marcas viales. Fuente: Elaboración propia.

**4. BALIZAMIENTO Y DEFENSAS**

**4.1. Hitos de vértice**

Los hitos de vértice son elementos utilizados en las intersecciones. Éstos no serán utilizados según el Anejo Diseño de los nudos.

**4.2. Paneles direccionales**

Los paneles de balizamiento de curvas se utilizan para ayudar al conductor a identificar el trazado de la curva. Para ver si es necesario dicho balizamiento, hay que conocer la velocidad con la que se recorre la curva y la velocidad de aproximación del vehículo a ella. La colocación o no de estos paneles viene estipulado por la tabla 4, mostrada a continuación:

Va-V <sub>2</sub>	Panel		Señales
Entre 15 km/h y 30 km/h	Simple		P-13 o P-14
Entre 30 km/h y 45 km/h	Doble		P-13 o P-14 + S-7
Más de 45 km/h	Triple		P-13 o P-14 + 2 S-7

Tabla 4. Condiciones para la puesta de paneles direccionales. Fuente: Norma 8.1-IC.

Con los datos de velocidades del Anejo Análisis del tráfico, se ha llegado a la conclusión de que no es necesario la colocación de éstos.



### 4.3. Defensas

Las defensas son objeto de estudio del Anejo Estudio de Seguridad Vial. Según éste y siguiendo la Orden Circular 28/2009 “Criterios de aplicación de barreras de seguridad metálicas”, se han colocado barreras de seguridad por los siguientes motivos:

- Terraplén en altura superior a 3 metros.
- Acceso a puentes con el fin de dar continuidad a los pretilos.
- Proximidad de los elementos estructurales a la calzada.

La longitud y situación de las defensas están especificadas en el Anejo mencionado anteriormente.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



## ANEJO Nº10

**FIRMES**

CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN).  
ALTERNATIVA CENTRO



## **ANEJO 10: FIRMES**

### **ÍNDICE**

1. INTRODUCCIÓN .....	2
2. METODOLOGÍA .....	2
3. TRÁFICO .....	2
3.1. Aforo manual.....	2
3.2. Información existente .....	2
3.3. Evolución y estimación del tráfico .....	2
3.4. Categoría de tráfico.....	3
4. EXPLANADA.....	3
4.1. Explanada en Cuaternario .....	4
4.2. Explanada en roca .....	5
4.3. Resumen de categorías de explanada.....	7
5. FIRME.....	7
5.1. Firme en carriles .....	8
5.2. Firme en arcenes .....	11

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo trata el estudio, definición, análisis y comparativa entre las diferentes alternativas que se consideran idóneas técnicamente para el firme de la variante CV-190 a su paso por la localidad de Figueroles. Para ello se realizará un estudio comparativo entre las posibles soluciones para el dimensionamiento del firme.

Se ha empleado la Instrucción de Carreteras Norma 6.1-IC del Ministerio de Fomento y el PG-3.

Como se verá en puntos posteriores, los datos de tráfico se obtendrán una base de datos, complementando éstas con un aforo manual realizado en el mes de enero de 2015.

## 2. METODOLOGÍA

El dimensionamiento del firme de una carretera está en función de las características de los terrenos sobre los que se van a apoyar y del tráfico que se prevé durante el período de proyecto.

El principal condicionante a la hora de dimensionar el firme de una carretera es el tráfico previsto en el año de puesta en servicio, fundamentalmente del tráfico pesado. Éste debe ser capaz de absorber las acciones que el tráfico ocasiona durante toda su vida útil. Para llegar a la solución final se deben seguir una serie de pasos, brevemente descritos a continuación:

Partiendo de los datos del Anejo Análisis del tráfico, se extrae el valor de la IMD de pesados con la que se establece la categoría de tráfico.

Del Anejo Geología y geotecnia se obtiene la clasificación de los suelos presentes en la traza, así como sus características fundamentales, con lo que se puede obtener el tipo de explanada. Como parámetro fundamental se emplea la capacidad de soporte o resistencia a la deformación por esfuerzo cortante bajo las cargas de tráfico.

Una vez establecida la categoría de tráfico y la explanada, se procede a escoger la sección de firme más adecuada. Entonces es momento de elegir los materiales que compondrán dicha sección, de acuerdo a factores como la zona térmica, la zona pluviométrica, la categoría de tráfico, etc.

## 3. TRÁFICO

En este apartado se mostrará un breve extracto de lo realizado en el Anejo de Análisis del tráfico con el fin de comprender mejor el proceso seguido para la obtención de resultados.

### 3.1. Aforo manual

El día 27 de enero de 2015 se llevó a cabo un aforo de cobertura manual de 6 horas, comprendido entre las 8:30 y las 14:30. Se establecieron dos estaciones de aforo, una en la entrada este del municipio y otra en la oeste, registrando para cada sentido de circulación las matrículas de los usuarios de la vía y distinguiendo entre tráfico ligero y pesado.

El objetivo de anotar las matrículas era estimar qué porcentaje del tráfico entraba y salía del municipio en un tiempo razonable, fijado en 15 minutos, que *a posteriori* sería quien previsiblemente utilizaría la nueva variante.

### 3.2. Información existente

Con objeto de complementar los datos tomados en el aforo manual realizado, se obtuvo información de una estación afín cercana, y por lo tanto, de comportamiento similar. La estación escogida fue la CV-190-020, como se muestra en la figura 1:

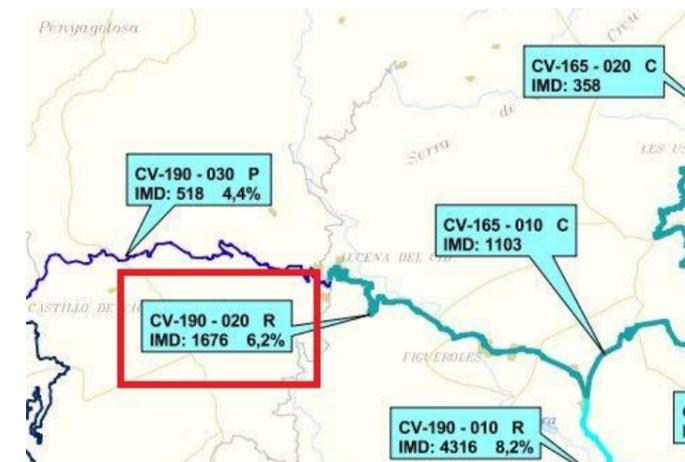


Fig. 1 Localización de la estación afín CV-190-020. Datos de aforos del año 2014. Fuente: CITMA.

Ésta se encuentra en la misma carretera, la CV-190, entre los municipios de Figueroles y Lucena del Cid. Además, como se puede comprobar en el Anejo Análisis del Tráfico, se corrobora que el comportamiento es parecido.

### 3.3. Evolución y estimación del tráfico

Partiendo de los datos de los aforos proporcionados por el Anejo Análisis del tráfico, se ha estimado la IMD para el año de puesta en servicio, que es el 2020. Con esa información y tomando como incrementos de tráfico los mencionados en la Tabla 1, se ha obtenido la IMD de pesados necesaria para el dimensionamiento de la nueva variante.





Según el Anejo Geología y geotecnia, en la traza de la futura variante se encuentran tres tipos de suelo: Bundsandstein (TG1), Muschelkalk (TG2) y Cuaternario (Q). En los apartados 4.1 y 4.2 se hará un análisis de las posibles soluciones para la formación de la explanada.

**4.1. Explanada en Cuaternario**

El Cuaternario que hay a lo largo de la traza está clasificado como suelo Tolerable según el Anejo Geología y geotecnia. *A priori* no se puede establecer una categoría de explanada para este suelo, por lo que habrá que conocer sus características para determinar una de ellas. Los datos de utilidad de este suelo recogen en la tabla 5:

% pasa 5 mm	55.2 < % < 90.5
% pasa 2 mm	43 < % < 80
% finos (pasa 0,08 mm)	16.3 < % < 40.4
Límite líquido	22 < WL < 30
Índice de Plasticidad	6,2 < IP < NP
Materia orgánica (% en masa)	0,02
Sulfatos solubles (% en masa)	0,00064
CBR	22

Tabla 5. Características del Cuaternario. Fuente: Anejo de Geología y Geotecnia.

Según la Norma, se recomienda al proyectista la consideración preferente para la capa superior de suelos estabilizados in situ, con cal o con cemento, frente a una aportación directa de suelos sin tratar. Por ello, y teniendo en cuenta las características reflejadas en la tabla 5, se procede a verificar si el suelo es susceptible de ser estabilizado conforme a lo estipulado en el art. 512 del PG-3, y así ser utilizado en explanada.

Se establecen tres tipos de suelos estabilizados in situ, denominados respectivamente S-EST1, S-EST2 y S-EST3. Los dos primeros se podrán conseguir con cal o con cemento, mientras que el tercer tipo se tendrá que obtener con cemento.

La estabilización con cal se descarta porque no cumple la siguiente condición:

TIPO DE SUELO ESTABILIZADO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP) (normas UNE 103103 y UNE 103104)
S-EST1	IP > 12
S-EST2	12 ≤ IP ≤ 40

Tabla 6. Plasticidad del suelo en las estabilizaciones con cal. Fuente: Art. 512 PG-3.

El IP tiene que ser mayor de 12 en ambos casos, pero como el suelo tiene un IP máximo de 6,2, se descarta la opción de estabilizar con cal.

A continuación se procede a verificar, paso por paso, si es posible estabilizar con cemento:

TIPO DE SUELO ESTABILIZADO	CERNIDO ACUMULADO (% en masa)		
	ABERTURA DE LOS TAMICES UNE-EN 933-2 (mm)		
	80	2	0,063
S-EST1 y S-EST2	100	>20	<50
S-EST3			<35

Tabla 7. Granulometría del suelo en las estabilizaciones con cemento. Fuente: Art. 512 PG-3.

Se cumple la condición de granulometría especificada. Por lo tanto, de momento se pueden hacer los tres tipos de estabilizaciones.

CARACTERÍSTICA	NORMA	UNIDAD	TIPO DE SUELO ESTABILIZADO		
			S-EST1	S-EST2	S-EST3
Materia orgánica (MO)	UNE 103204	% en masa	<2	<1	
Sulfatos solubles (SO <sub>2</sub> )	UNE 103201 (*)	% en masa	<0,7 (**)		

Tabla 8. Composición química del suelo. Fuente: Art. 512 PG-3.

La materia orgánica es del 0,02%<1% y la materia orgánica es del 0,00064%< 0,7%, por lo cual se siguen pudiendo hacer los 3 tipos de estabilizaciones.

CARACTERÍSTICA	NORMA	TIPO DE SUELO ESTABILIZADO		
		S-EST1	S-EST2	S-EST3
Límite líquido (LL)	UNE 103103		≤ 40	
Índice de plasticidad (IP)	UNE 103103 UNE 103104	≤ 15		

Tabla 9. Plasticidad del suelo en las estabilizaciones con cemento. Fuente: Art. 512 PG-3.

El límite líquido está comprendido entre 22 y 30, por lo que es menor o igual que 40. El Índice de Plasticidad máximo es de 6,2 e incluso llega hasta el caso de no presentar plasticidad, por lo que cumple el requisito de ser menor que 15. De nuevo, se siguen pudiendo realizar los tres tipos de estabilizaciones.

CARACTERÍSTICA	UNIDAD	NORMA	TIPO DE SUELO ESTABILIZADO		
			S-EST1	S-EST2	S-EST3
Contenido de conglomerante	% en masa del suelo seco		≥ 2	≥ 3	
Índice CBR, a 7 días <sup>(1)</sup>		UNE 103502	≥ 6	≥ 12	
Resistencia a compresión simple, a 7 días <sup>(1)</sup>	MPa	UNE-EN 13286-41			≥ 1,5 <sup>(2)</sup>
Densidad (Proctor modificado)	% de la densidad máxima	UNE 103501	≥ 95 <sup>(2)</sup>	≥ 97	≥ 98 <sup>(3)</sup>

Tabla 10. Especificaciones del suelo estabilizado *in situ*. Fuente: Art. 512 PG-3.

Según el tipo de suelo estabilizado que se pretenda realizar, se tendrá que cumplir con lo especificado en la tabla 10. Cabe destacar que el índice CBR es 22, por lo que se podría realizar cualquier tipo.

Con todo esto, se llega a la conclusión de que el suelo del Cuaternario se puede estabilizar con cemento en sus tres modalidades.

Por recomendación del Anejo Geología y geotecnia, se decide construir una explanada E2. Las diferentes posibilidades con suelo tolerable y explanada E2 se recogen en la figura 2:

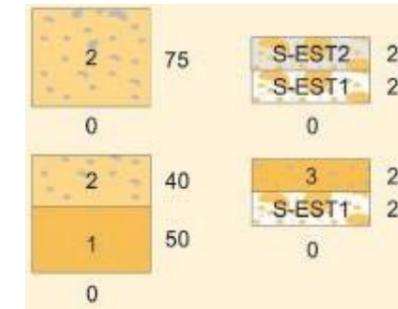


Fig. 2. Posibles explanadas E2 para el Cuaternario. Fuente: Norma 6.1-IC.

Como se pueden realizar suelos estabilizados y es lo que recomienda la Instrucción, se descartan las opciones que necesitarían la aportación de material comprado en cantera. De este modo, se adoptará la única solución posible, que es la mostrada en la figura 3:

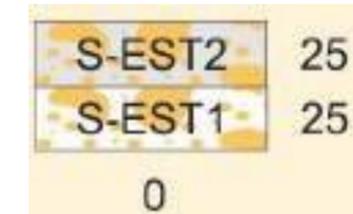


Fig. 3 Explanada E2 adoptada en Cuaternario. Fuente: Norma 6.1-IC.

#### 4.2. Explanada en roca

El Bundsandstein (TG1) y el Muschelkalk (TG2) son roca, por lo que es un terreno muy competente. En principio esto acotaría mucho la solución y según la Norma, habría que adoptar la solución mostrada en la figura 4:

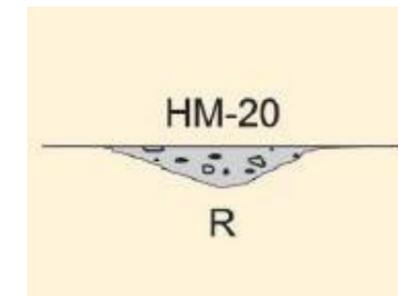


Fig. 4 Explanada E3 recomendada por la Norma. Fuente: Norma 6.1-IC.

No obstante, cuando la traza discurre por el terreno en media ladera como se puede ver en la figura 5, surge un problema.



Fig. 5 Terreno en media ladera en roca. Fuente: Elaboración propia en AutoCAD Civil 3D.

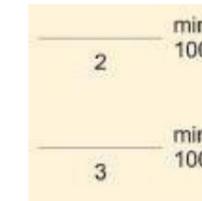


Fig. 6 Posibles explanadas E2 en roca. Fuente: Norma 6.1-IC.

Barajando las dos opciones posibles, se opta por rellenar con un metro de suelo seleccionado 2, que es más barato que el suelo seleccionado 3.

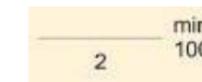


Fig. 7 Explanada E2 adoptada en roca. Fuente: Norma 6.1-IC.

En la parte que hay que rellenar, con los materiales aportados no se puede garantizar la misma estabilidad que tiene la roca, por lo que se tomará la siguiente solución: también se adoptará una explanada E2 en roca.

Como se ha mencionado, la roca es un material de muy buena calidad. Entonces, para formar la explanada con una categoría E2, se tomará la explanada inmediatamente superior a la roca, como se muestra en la figura 6:

Para realizar este tipo de explanada se necesita añadir una capa de 100 cm de árido seleccionado (2), pero al no disponer de éste en nuestra obra, se traerá de la cantera más cercana, que es Áridos Monfort, cuya planta de áridos está en Mas de Flors, a una distancia media menor a 15 km de la traza de la nueva variante. En las figuras 8 y 9 se muestra la situación de la planta y su distancia media al municipio de Figueroles, respectivamente.

CATEGORÍA DE EXPLANADA	TIPOS DE SUELOS DE LA EXPLANACIÓN (DESMONTES) O DE LA OBRA DE TIERRA SUBYACENTE (TERRAPLENES, PEDRAPLENES O RELLENOS TODO-UNO)				
	SUELOS INADECUADOS Y MARGINALES (IN)	SUELOS TOLERABLES (0)	SUELOS ADECUADOS (1)	SUELOS SELECCIONADOS (2) y (3)	ROCA (R)
E1 E <sub>10</sub> ≥ 8MPa	1: 100, 2: 35, 3: 50, 4: 50, 5: 70	1: 60, 2: 45, 3: 0	1: 100	min 100	
E2 E <sub>10</sub> ≥ 12MPa	2: 100, 3: 40, 4: 60, 5: 70	2: 75, 3: 25, 4: 25, 5: 25	2: 55, 3: 35, 4: 1	min 100, min 100	
E3 E <sub>10</sub> ≥ 30MPa	S-EST3: 30, S-EST1: 50, S-EST1: IN	S-EST3: 30, S-EST3: 30, S-EST3: 30	S-EST3: 30, S-EST3: 30, S-EST3: 1	S-EST3: 30, S-EST3: 2, S-EST3: 3	HM-20, R

IN Suelo inadecuado o marginal (Art. 330 del PG-3)    0 Suelo tolerable (Art. 330 del PG-3)    1 Suelo adecuado (Art. 330 del PG-3)    2 Suelo seleccionado (Art. 330 del PG-3)    3 Suelo seleccionado (Art. 330 del PG-3)

S-EST 1 Suelo estabilizado in situ (Art. 512 del PG-3)    S-EST 2 Suelo estabilizado in situ (Art. 512 del PG-3)    S-EST 3 Suelo estabilizado in situ (Art. 512 del PG-3)    HM-20 Homogén (Art. 510 del PG-3)

tipo de material    espesor mínimo en cm    suelo de explanación o de la obra de tierra subyacente



Fig. 8 Situación de la planta de áridos Monfort. Fuente: <http://www.aridosmonfort.es/>

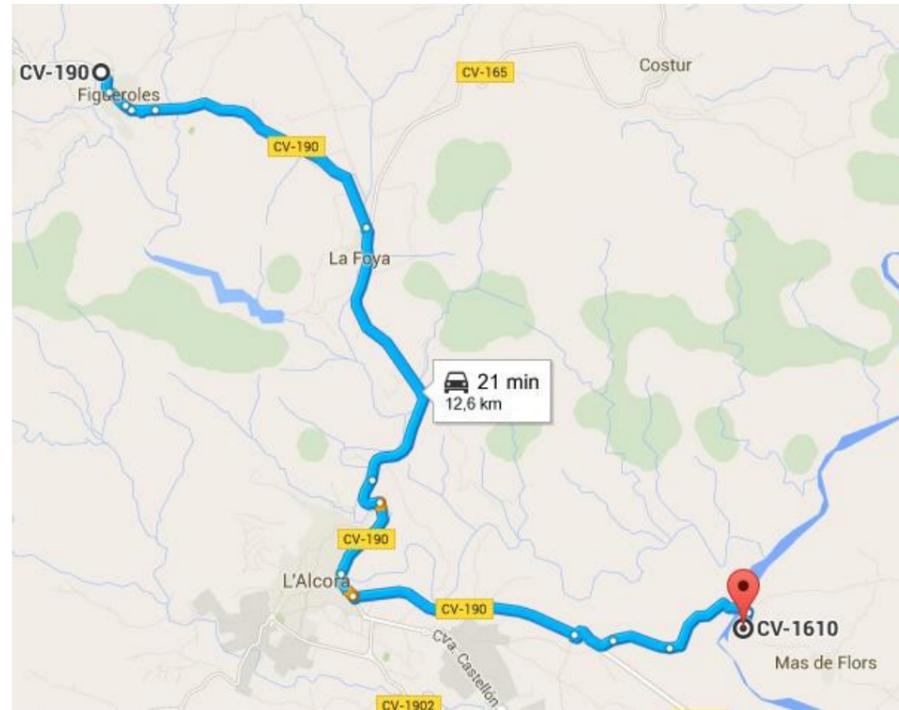


Fig. 9 Recorrido y distancia de la planta de áridos al municipio de Figueroles. Fuente: Google Maps.

### 4.3. Resumen de categorías de explanada

En la tabla 11 se muestra la diferente distribución de suelos con sus correspondientes explanadas a lo largo de la longitud de la carretera:

Tramo	Tipo de suelo	Tipo de explanada	P.K. Inicial	P.K. Final
1	TG2	E2 en roca	0+000	0+954
2	Q	E2 en Cuaternario	0+954	1+700
3	TG1	E2 en roca	1+700	3+320
4	Q	E2 en Cuaternario	3+320	3+420

Tabla 11. Categoría de explanada según el terreno. Fuente: Elaboración propia.

## 5. FIRME

Los firmes de carreteras están constituidos por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales y de varios centímetros de espesor, de diferentes materiales, adecuadamente compactados. Estas estructuras estratificadas se apoyan en la explanada obtenida por el movimiento de tierras y han de cumplir con las siguientes funciones:

- Proporcionar una superficie de rodadura segura, cómoda y de características permanentes bajo las cargas repetidas del tráfico a lo largo de un periodo suficientemente largo de tiempo (periodo de proyecto) durante el cual sólo deben ser necesarias algunas actuaciones esporádicas de conservación, locales o de menor cuantía.
- Resistir las sollicitaciones del tráfico previsto durante el periodo de proyecto y repartir las presiones verticales ejercidas por las cargas, de forma que a la explanada solo llegue una pequeña fracción de aquellas, compatible con su capacidad de soporte.
- Proteger la explanada de la intemperie y, en particular, de las precipitaciones, con sus efectos en la humedad y en la resistencia al esfuerzo cortante de los suelos.

A continuación, en la tabla 12 se muestran las diferentes posibilidades de explanada según la Norma en función de la categoría de explanada y de tráfico pesado:

		CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO			
		T00	T0	T1	T2
CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1				211 
	E2			121 	221 
	E3	0031 	031 	131 	231 

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

(1) Para las categorías de tráfico pesado T00 y T0 se emplearán únicamente pavimentos continuos de hormigón armado con los espesores indicados.  
 (2) Capas tratadas con cemento que deberán preforsarse con espaciadores de 3 a 4 m, de acuerdo con el artículo 513 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales (PG-3).  
 (3) Para poder proyectar esta solución será preceptivo que la capa superior de la explanada E2 esté estabilizada con cemento.

Tabla 12. Catálogo de secciones de firme para las categorías de tráfico T00 a T2, en función de la categoría de explanada. Fuente: Norma 6.1-IC.

### 5.1. Firme en carriles

El paquete de firme será el mismo en toda la variante, indistintamente del tipo de terreno, ya que la categoría de explanada y de tráfico pesado es común en todo el vial.

Por lo tanto, entrando en la tabla 12 con una categoría de explanada E2 y una categoría de tráfico pesado T2, las secciones de firme posibles son las que se recogen en la figura 10:

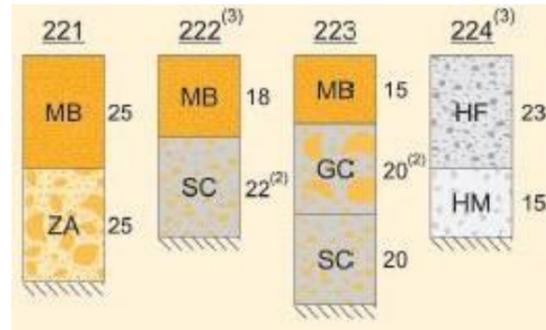


Fig. 10 Posibles secciones de firme a adoptar. Fuente: Norma 6.1-IC.

Para elegir una de las cuatro posibilidades, se llevará a cabo un estudio comparativo:

La sección 223 y 224 quedan descartadas por motivos económicos, ya que su construcción ocasionaría un coste muy elevado. Además, la sección de gravacemento está muy sobredimensionada.

La sección 222 queda descartada porque la norma indica que para poder proyectar esta solución será preceptivo que la capa superior de la explanada E2 esté estabilizada con cemento. Esto se cumple en la explanada en Cuaternario pero no en roca, por lo que se desecha esta solución. Además, no es económicamente viable para esta carretera, pues la longitud de la traza es pequeña para justificar los costes fijos de la maquinaria necesaria para tratar y prefisurar la capa de suelocemento.

Por lo tanto, la solución a adoptar es la sección 221, mostrada en la figura 11:

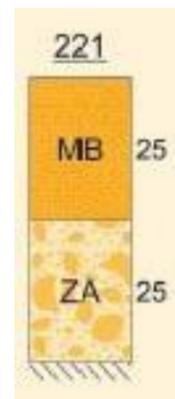


Fig. 11 Sección de firme adoptado. Fuente: Norma 6.1-IC.

Las zahorras que faltan se traerán de la cantera Áridos Monfort. Se trata de una zahorra artificial mejorada con las características mostradas en la figura 12:

ARIDOS MONFORT, S.A.	- Descripción del árido -
	<b>Denominación Comercial:</b> Zahorra artificial mejorada
	<b>Denominación Técnica:</b> 0/25
<b>Observaciones:</b> Se trata de una mezcla de diferentes áridos arenas y gravillas mejoradas. Aptas como base y subbases de capas de rodadura.	

Fig. 12 Denominación de la zahorra artificial empleada. Fuente: Áridos Monfort.

A continuación se definirán los espesores y materiales de las diferentes capas de la mezcla bituminosa en caliente, así como los riegos necesarios entre éstas.

Los espesores de mezcla bituminosa en caliente de cada capa vienen recogidos en la tabla 13:

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

Tabla 13. Espesor de capas de mezcla bituminosa en caliente. Fuente: Norma 6.1-IC.

Al tener un espesor de mezcla bituminosa en caliente de 25 cm, se dispondrá de capa de rodadura, capa intermedia y capa base.

Para elegir el tipo de mezcla bituminosa es requisito conocer en qué zona pluviométrica se encuentra el municipio de Figueroles. En la figura 13 se muestra un mapa zonificado:

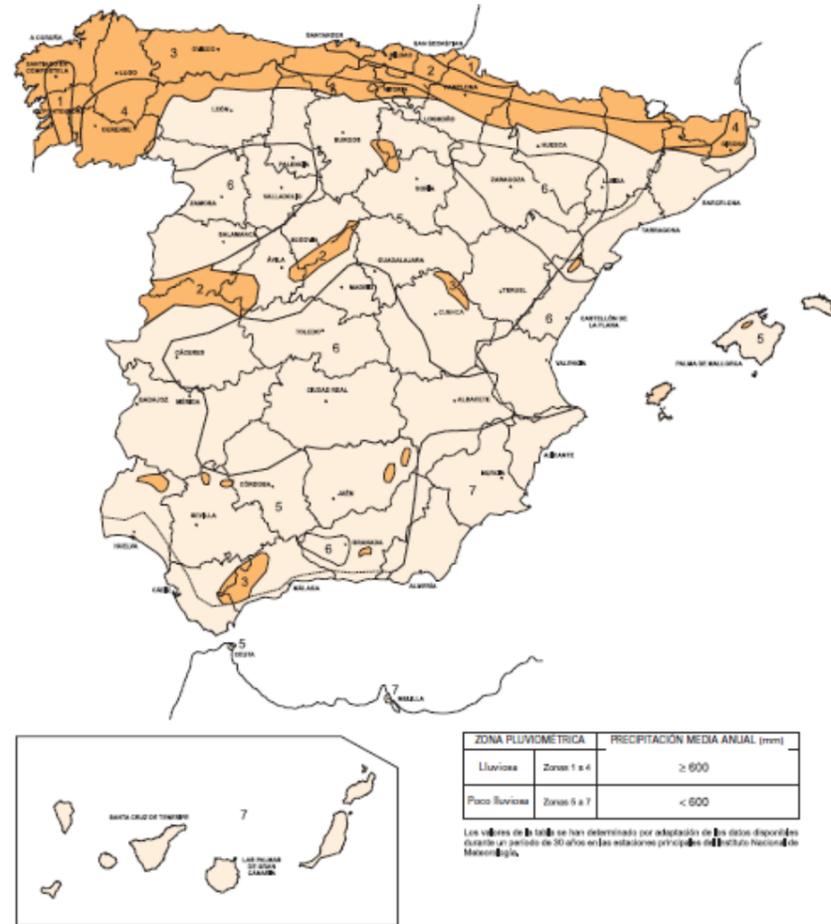


Fig. 13 Zonas pluviométricas. Fuente: Norma 6.1-IC.

Observando la figura 13, se determina que el municipio objeto de estudio se encuentra en zona poco lluviosa, con una precipitación media anual inferior a 600 mm. Debido a ello, se descarta utilizar pavimento drenante.

No se está obligado a utilizar una mezcla discontinua ya que la categoría de la variante no está comprendida entre la T00 y la T1.

Por lo tanto, se concluye que el tipo de mezcla a utilizar es del tipo D, S o G. El tipo de material se ha hecho de acuerdo a la tabla 14 procedente del Art. 542 del PG-3:

TIPO DE CAPA	TIPO DE MEZCLA	ESPESOR (cm)
	DENOMINACIÓN NORMA UNE-EN 13108-1 (*)	
Rodadura	AC16 surf D AC16 surf S	4 - 5
	AC22 surf D AC22 surf S	>5
Intermedia	AC22 bin D AC22 bin S AC32 bin S AC22 bin S MAM (**)	5 - 10
Base	AC32 base S AC22 base G AC32 base G AC22 base S MAM (***)	7 - 15
Arcenes (****)	AC16 surf D	4 - 6

- (\*) Se ha omitido en la denominación de la mezcla la indicación del tipo de ligante por no ser relevante a efectos de esta tabla.
- (\*\*) Espesor mínimo seis centímetros (6 cm).
- (\*\*\*) Espesor máximo trece centímetros (13 cm).
- (\*\*\*\*) En el caso de que no se emplee el mismo tipo de mezcla que en la capa de rodadura de la calzada.

Tabla 14. Tipo de mezcla en función del tipo y espesor de la capa. Fuente: Art. 542 PG-3.

Para los riegos necesarios entre capa y capa, se ha atendido a lo expuesto en la tabla 15:

DENOMINACIÓN UNE-EN 13808	APLICACIÓN
C60B3 ADH C60B2 ADH	Riegos de adherencia
C60B3 TER C60B2 TER	Riegos de adherencia (termoadherente)
C60BF4 IMP C50BF4 IMP	Riegos de imprimación
C60B3 CUR C60B2 CUR	Riegos de curado
C60B4 MIC C60B5 MIC	Microaglomerados en frío
C60B5 REC	Reciclados en frío

Tabla 15. Emulsiones catiónicas. Fuente: Art. 214 PG-3.

De esta forma, la sección de firme quedaría según lo indicado en la tabla 16:

Capa	Material	Espesor (cm.)
MBC Rodadura	AC22 surf S	5
Riego de adherencia C60B3 ADH		
MBC Intermedia	AC32 bin S	8
Riego de adherencia C60B3 ADH		
MBC Base	AC32 base G	12
Riego de imprimación C60BF4 IMP		
Base	Zahorra artificial	25
Riego de curado C60B3 CUR (sobre S-EST) o Riego de imprimación C60BF4 IMP (sobre suelo seleccionado)		

Tabla 16. Tipo de mezcla y espesor según capa. Fuente: Elaboración propia.

Ahora, para elegir el tipo de betún se debe tener en cuenta la zona térmica estival en la que se encuentra Figueroles. Para ello, obsérvese la figura 14:

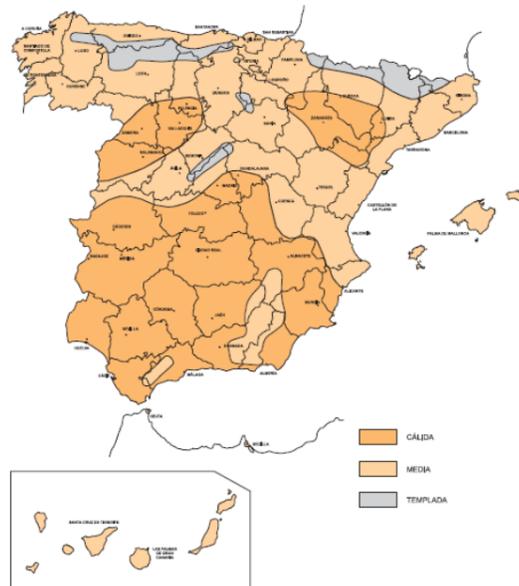


Fig. 14 Zonas térmicas estivales. Fuente: Norma 6.1-IC.

Se determina que el municipio se encuentra en zona media.

Es turno de elegir el ligante bituminoso, que está en función de la capa en la que se vaya a disponer, de la zona térmica estival y de la categoría de tráfico pesado.

Para capa de rodadura y siguiente, véase la tabla 17:

ZONA TÉRMICA ESTIVAL	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO					
	T00	T0	T1	T2 y T31	T32 y ARGENES	T4
Cálida	35/50 BC35/50 PMB 25/55-65 PMB 45/80-65		35/50 BC35/50 PMB 25/55-65 PMB 45/80-60 PMB 45/80-65	35/50 50/70 BC35/50 BC50/70 PMB 45/80-60	50/70 BC50/70	
Media	35/50 BC35/50 PMB 45/80-60 PMB 45/80-65		35/50 50/70 BC35/50 BC50/70 PMB 45/80-60	50/70 BC50/70 PMB 45/80-60	50/70 70/100 BC50/70	50/70 70/100 BC50/70
Templada	50/70 BC50/70 PMB 45/80-60 PMB 45/80-65		50/70 70/100 BC50/70 PMB 45/80-60		50/70 70/100 BC50/70	

Tabla 17. Tipo de ligante hidrocarbonado a emplear en capa de rodadura y siguiente.

Fuente: Art. 542 PG-3.

Por lo que el ligante hidrocarbonado a emplear en capa de rodadura e intermedia será 50/70.

Para capa base, bajo otras dos, véase la tabla 18:

ZONA TÉRMICA ESTIVAL	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO			
	T00	T0	T1	T2 y T3
Cálida	35/50 BC35/50		35/50 50/70 BC35/50 BC50/70	50/70 BC50/70
Media	PMB 25/55-65		BC35/50 BC50/70	50/70 70/100 BC50/70
Templada	50/70 70/100 BC50/70			70/100

Tabla 18. Tipo de ligante hidrocarbonado a emplear en capa de base, bajo otras dos.  
Fuente: Art. 542 PG-3.

En capa base también se opta por utilizar el ligante 50/70.

A continuación, en la tabla 19 se muestran las distintas denominaciones y dotaciones de ligante sobre el total de la mezcla bituminosa, acorde a los criterios de la tabla 542.10 del PG-3:

Capa	Mezcla	Betún	Dotación (% en masa)
Rodadura	AC22 surf S	50/70	4,50
Intermedia	AC32 bin S	50/70	4,00
Base	AC32 base G	50/70	4,00

Tabla 19. Denominación y dotación de ligante. Fuente: Elaboración propia.

En resumen, en la figura 15 se muestra un croquis de cómo quedaría la sección de firme:

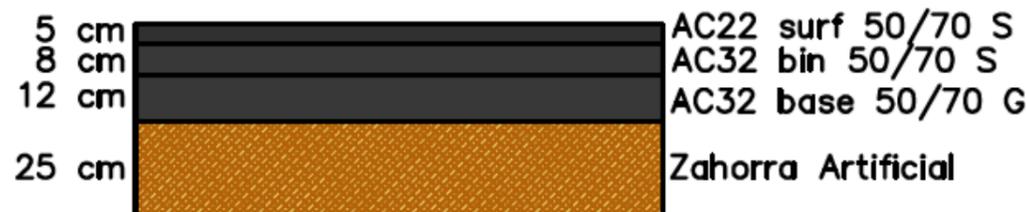


Fig. 15 Sección de firme en carriles. Fuente: Elaboración propia.

## 5.2. Firme en arcenes

El pavimento del arcén tendrá una capa de mezcla bituminosa con el mismo espesor que la capa de rodadura. Debajo de éste, se dispondrá zahorra artificial hasta alcanzar la explanada, en tongadas cuyo espesor se encuentre entre 15 y 30 centímetros.

De esta forma, la sección de firme en arcén quedaría según lo indicado en la tabla 20:

Capa	Material	Espesor (cm.)
MBC Rodadura	AC22 surf S	5
Riego de imprimación C60BF4 IMP		
Base	Zahorra artificial	45

Tabla 20. Tipo de mezcla y espesor según capa. Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 21, se muestra la denominación y dotación de ligante sobre el total de la mezcla bituminosa

Capa	Mezcla	Betún	Dotación (% en masa)
Rodadura	AC22 surf S	50/70	4,50

Tabla 21. Denominación y dotación de ligante. Fuente: Elaboración propia.

En resumen, en la figura 16 se muestra un croquis de cómo quedaría la sección de firme en los arcenes



Fig. 16 Sección de firme en arcenes. Fuente: Elaboración propia.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



**ANEJO Nº11**

# MOVIMIENTO DE TIERRAS

CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN).  
ALTERNATIVA CENTRO



## **ANEJO 11: MOVIMIENTO DE TIERRAS**

### **ÍNDICE**

1. INTRODUCCIÓN .....	2
2. CONSIDERACIONES PREVIAS.....	2
3. OBTENCIÓN DE LA EXPLANADA PREVISTA .....	2
4. TIERRA VEGETAL .....	2
5. MEDICIONES .....	3
5.1. Resumen.....	3
5.2. Diagrama de masas .....	3
6. PRÉSTAMOS Y VERTEDEROS.....	3
6.1. Préstamos.....	3
6.2. Vertederos.....	3

### **APÉNDICE I – VOLÚMENES DE DESMONTE Y TERRAPLÉN**

### **APÉNDICE II- DIAGRAMA DE MASAS**

## 1. INTRODUCCIÓN

El objeto del presente anejo es describir los movimientos de tierras que se producen en la construcción de variante de la carretera CV-190 a su paso por la localidad de Figueroles, en la provincia de Castellón. Dichos movimientos tienen como objetivo aprovechar los materiales excavados para que puedan ser utilizados en los rellenos requeridos, optimizando así el material de préstamo necesario, y el material destinado a vertedero de tierras.

Por otro lado, se lleva a cabo un análisis de las tierras necesarias para las actuaciones definidas en el presente proyecto y determinar los posibles préstamos y vertederos necesarios, en función de las mediciones obtenidas y de los datos procedentes del Anejo Geología y geotecnia.

## 2. CONSIDERACIONES PREVIAS

Partiendo de los datos del Anejo Geología y geotecnia, se llega a la conclusión de que existen tres tipos de materiales en la traza del nuevo vial:

- Bundsandstein (TG1): es una roca blanda compuesta por una alternancia de areniscas (conglomerado) y limolitas (que es un material menos resistente que las areniscas).
- Muschelkalk (TG2): es un tipo de roca que se puede clasificar como muy competente.
- Cuaternario (Q): son gravas, dentro de las cuales tenemos de dos tipos: el Cuaternario que se encuentra en el cauce del río Lucena son gravas limosas que están bastante limpias y con pocos finos, mientras que el resto del Cuaternario son gravas arcillosas con arena.

En cuanto a los diferentes taludes permitidos por cada terreno, se han adoptado los recogidos en la siguiente tabla:

Tipo de terreno	Talud en desmonte	Talud en terraplén
<b>Bundsandstein</b>	0.50:1*	2:1
<b>Muschelkalk</b>	0.20:1	2:1
<b>Cuaternario</b>	2:1	2:1

Tabla 1. Taludes adoptados.

\*Se adopta este talud para los 3 primeros metros. A partir de ese nivel hay Muschelkalk, adoptando un talud 0.2:1.

## 3. OBTENCIÓN DE LA EXPLANADA PREVISTA

Como se ha especificado en apartados anteriores, hay tres tipos de materiales. Los tipos de explanada propuestos por el Anejo Firmes según el tipo de terreno son los que aparecen en las figuras 1 y 2.

- Bundsandstein y Muschelkalk (roca):

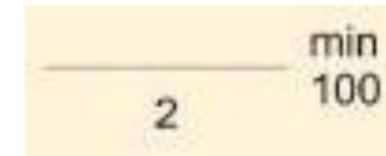


Fig. 1 Explanada prevista en roca. Fuente: Anejo Firmes.

Para conseguir esta explanada habrá que retirar la roca de la superficie que sea necesaria para colocar el metro de suelo seleccionado requerido.

- Cuaternario:

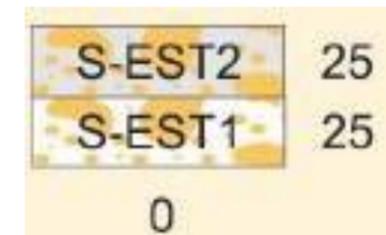


Fig.2 Explanada prevista en Cuaternario: Fuente: Anejo Firmes.

Para conseguir esta explanada se procede a estabilizar con cemento las gravas del Cuaternario.

A excepción de los materiales de relleno y la tierra vegetal, los materiales obtenidos tras la fase de excavación, al ser tolerables, son aptos para su uso como base y núcleo del terraplén.

## 4. TIERRA VEGETAL

La fase de retirada de la capa vegetal existente en el terreno donde se ubicará la variante será retirada con anterioridad a la fase de excavación con objetivo de formar la explanada. En la variante que es objeto de estudio se prevé un espesor de capa vegetal de aproximadamente 30 cm.

## 5. MEDICIONES

### 5.1. Resumen

Los resultados de las mediciones obtenidas a partir del programa AutoCAD Civil 3D sobre los volúmenes de desmonte y terraplén acumulados son los siguientes:

- Volumen de desmonte: 52310.91 m<sup>3</sup>
- Volumen de terraplén: 124307.28 m<sup>3</sup>

Para ver el desglose de volúmenes por P.K., véase el Apéndice I.

### 5.2. Diagrama de masas

Es la representación gráfica de los volúmenes de tierra que resultan en exceso o en defecto, en un proyecto de carreteras como es este caso, después de efectuarse la compensación transversal. Es un procedimiento sistemático que permite determinar la mejor forma de distribuir los cortes y rellenos. Con él podemos saber la cantidad de material que se va a desplazar y hacia dónde.

En nuestro caso, es de gran utilidad ya que el material del Cuaternario se va a reutilizar para hacer el suelo estabilizado de un tipo de explanada, según el Anejo Firmes.

El diagrama de masas se encuentra en el Apéndice II del presente anejo.

## 6. PRÉSTAMOS Y VERTEDEROS

### 6.1. Préstamos

Para suplir la falta de material seleccionado, el cual es necesario para completar la explanada E2 en roca, se recurrirá a material de préstamo. Se intentará que esté lo más próximo posible a la traza de la nueva carretera. Para obtener esta información se recurre al Anejo de Impacto Ambiental donde están recogidas las canteras más próximas.

La planta de áridos más cercana es Áridos Monfort, situada en el municipio de Mas de Flors, en la provincia de Castellón. Ésta se encuentra a una distancia de 15,5 km de Figueroles.

En la figura 3 se puede ver su emplazamiento:



Fig. 3 Situación de la planta de áridos Monfort. Fuente: <http://www.aridosmonfort.es/>

### 6.2. Vertederos

Todo el material excedente que se genere en la obra y no se vaya a reutilizar, deberá ser trasladado a un vertedero autorizado. Tras consultar el Anejo Estudio de Impacto Ambiental, se establece como vertedero más cercano el de la empresa Áridos Mijares S.L., situado en el municipio de Onda, en la provincia de Castellón. La distancia al municipio de Figueroles es de 23,5 km.

A continuación, en la figura 4 se muestra su localización:

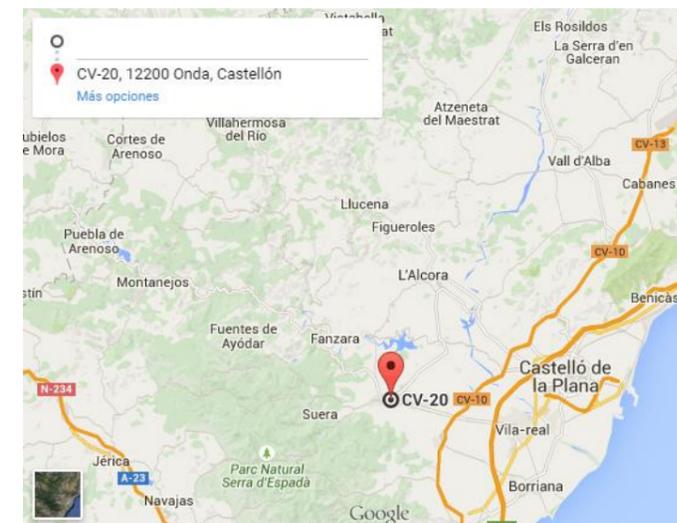


Fig.4 Situación del vertedero autorizado de Áridos Mijares. Fuente: <http://www.aridosmijares.com/>



## APÉNDICE I – VOLÚMENES DE DESMONTE Y TERRAPLÉN



A continuación se muestra detalladamente el análisis del movimiento de tierras de la nueva variante. Los resultados se muestran en intervalos de 20 metros.

<u>P.K.</u>	<u>Área de desmonte (metros cuadrados)</u>	<u>Volumen de desmonte (metros cúbicos)</u>	<u>Volumen reutilizable (metros cúbicos)</u>	<u>Área de terraplén (metros cuadrados)</u>	<u>Volumen de terraplén (metros cúbicos)</u>	<u>Vol. desmonte acumul. (metros cúbicos)</u>	<u>Vol. reutilizable acumul. (metros cúbicos)</u>	<u>Vol. terraplén acumul. (metros cúbicos)</u>	<u>Vol. neto acumul. (metros cúbicos)</u>
0+020.000	0.00	0.00	0.00	28.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+040.000	0.00	0.00	0.00	25.12	540.51	0.00	0.00	540.51	-540.51
0+060.000	0.00	0.00	0.00	24.88	500.02	0.00	0.00	1040.53	-1040.53
0+080.000	0.00	0.00	0.00	15.24	401.24	0.00	0.00	1441.77	-1441.77
0+100.000	0.00	0.00	0.00	12.86	281.04	0.00	0.00	1722.81	-1722.81
0+120.000	0.00	0.00	0.00	13.03	258.93	0.00	0.00	1981.75	-1981.75
0+140.000	0.00	0.00	0.00	14.85	278.85	0.00	0.00	2260.60	-2260.60
0+160.000	2.77	27.69	27.69	5.93	207.80	27.69	27.69	2468.39	-2440.71
0+180.000	3.38	61.45	61.45	5.42	113.47	89.14	89.14	2581.86	-2492.72
0+200.000	22.55	259.30	259.30	0.26	56.83	348.44	348.44	2638.69	-2290.25
0+220.000	26.38	489.38	489.38	0.31	5.75	837.82	837.82	2644.44	-1806.62
0+240.000	18.76	451.42	451.42	0.45	7.63	1289.24	1289.24	2652.07	-1362.83
0+260.000	9.70	284.61	284.61	0.00	4.50	1573.85	1573.85	2656.57	-1082.72
0+280.000	17.68	273.81	273.81	0.00	0.00	1847.66	1847.66	2656.57	-808.91
0+300.000	29.15	468.28	468.28	0.00	0.00	2315.94	2315.94	2656.57	-340.63
0+320.000	43.70	728.55	728.55	0.00	0.00	3044.48	3044.48	2656.57	387.91
0+340.000	60.87	1045.69	1045.69	0.00	0.00	4090.18	4090.18	2656.57	1433.61
0+360.000	70.66	1315.25	1315.25	0.00	0.00	5405.42	5405.42	2656.57	2748.85
0+380.000	50.78	1214.37	1214.37	0.00	0.00	6619.80	6619.80	2656.57	3963.23
0+400.000	25.19	759.71	759.71	0.00	0.00	7379.51	7379.51	2656.57	4722.94
0+420.000	11.36	365.56	365.56	0.00	0.00	7745.07	7745.07	2656.57	5088.50
0+440.000	8.40	197.59	197.59	0.00	0.00	7942.65	7942.65	2656.57	5286.08
0+460.000	35.14	435.38	435.38	0.00	0.00	8378.04	8378.04	2656.57	5721.46
0+480.000	44.93	800.73	800.73	0.00	0.00	9178.76	9178.76	2656.57	6522.19
0+500.000	45.03	899.60	899.60	0.00	0.00	10078.37	10078.37	2656.57	7421.79
0+520.000	39.34	843.67	843.67	0.00	0.00	10922.03	10922.03	2656.57	8265.46
0+540.000	28.22	675.54	675.54	0.00	0.00	11597.58	11597.58	2656.57	8941.01
0+560.000	23.97	521.85	521.85	0.00	0.00	12119.42	12119.42	2656.57	9462.85
0+580.000	26.10	500.68	500.68	0.00	0.00	12620.10	12620.10	2656.57	9963.53
0+600.000	18.52	446.17	446.17	0.00	0.00	13066.27	13066.27	2656.57	10409.70
0+620.000	23.00	415.14	415.14	0.00	0.00	13481.41	13481.41	2656.57	10824.84
0+640.000	22.36	453.54	453.54	0.00	0.00	13934.95	13934.95	2656.57	11278.38
0+660.000	17.02	393.73	393.73	1.69	16.89	14328.67	14328.67	2673.46	11655.22
0+680.000	14.54	315.59	315.59	2.79	44.80	14644.26	14644.26	2718.26	11926.01
0+700.000	30.48	450.23	450.23	0.00	27.91	15094.49	15094.49	2746.17	12348.32
0+720.000	50.21	806.87	806.87	0.00	0.00	15901.36	15901.36	2746.17	13155.19
0+740.000	57.20	1074.06	1074.06	0.00	0.00	16975.42	16975.42	2746.17	14229.26



## ALTERNATIVA CENTRO

<u>P.K.</u>	<u>Área de desmante (metros cuadrados)</u>	<u>Volumen de desmante (metros cúbicos)</u>	<u>Volumen reutilizable (metros cúbicos)</u>	<u>Área de terraplén (metros cuadrados)</u>	<u>Volumen de terraplén (metros cúbicos)</u>	<u>Vol. desmante acumul. (metros cúbicos)</u>	<u>Vol. reutilizable acumul. (metros cúbicos)</u>	<u>Vol. terraplén acumul. (metros cúbicos)</u>	<u>Vol. neto acumul. (metros cúbicos)</u>
0+760.000	57.93	1151.32	1151.32	0.00	0.00	18126.75	18126.75	2746.17	15380.58
0+780.000	39.94	978.69	978.69	0.00	0.00	19105.43	19105.43	2746.17	16359.27
0+800.000	27.78	677.13	677.13	0.24	2.44	19782.57	19782.57	2748.61	17033.96
0+820.000	26.18	539.55	539.55	1.65	18.99	20322.11	20322.11	2767.60	17554.52
0+840.000	30.46	566.33	566.33	0.00	16.55	20888.44	20888.44	2784.14	18104.30
0+860.000	23.16	536.13	536.13	1.41	14.07	21424.57	21424.57	2798.21	18626.35
0+880.000	9.15	323.09	323.09	0.93	23.36	21747.66	21747.66	2821.57	18926.08
0+900.000	0.45	96.06	96.06	24.51	254.41	21843.72	21843.72	3075.98	18767.74
0+920.000	0.00	4.54	4.54	67.26	917.74	21848.25	21848.25	3993.72	17854.54
0+940.000	0.00	0.00	0.00	172.77	2400.28	21848.25	21848.25	6394.00	15454.25
0+960.000	0.00	0.00	0.00	297.15	4699.20	21848.25	21848.25	11093.20	10755.06
0+980.000	0.00	0.00	0.00	397.92	6950.72	21848.25	21848.25	18043.92	3804.33
1+000.000	0.00	0.00	0.00	413.23	8111.51	21848.25	21848.25	26155.43	-4307.18
1+020.000	0.00	0.00	0.00	291.38	7046.08	21848.25	21848.25	33201.51	-11353.26
1+040.000	0.00	0.00	0.00	197.57	4889.43	21848.25	21848.25	38090.94	-16242.69
1+060.000	0.00	0.00	0.00	171.63	3691.99	21848.25	21848.25	41782.93	-19934.68
1+080.000	0.00	0.00	0.00	154.52	3261.52	21848.25	21848.25	45044.45	-23196.20
1+100.000	0.00	0.00	0.00	118.86	2733.77	21848.25	21848.25	47778.23	-25929.97
1+120.000	0.00	0.00	0.00	95.85	2147.08	21848.25	21848.25	49925.31	-28077.06
1+140.000	0.00	0.00	0.00	84.74	1805.90	21848.25	21848.25	51731.21	-29882.96
1+160.000	0.00	0.00	0.00	66.19	1509.27	21848.25	21848.25	53240.48	-31392.23
1+180.000	0.00	0.00	0.00	43.73	1099.23	21848.25	21848.25	54339.72	-32491.46
1+200.000	0.00	0.00	0.00	27.92	716.56	21848.25	21848.25	55056.28	-33208.03
1+220.000	0.00	0.00	0.00	7.95	358.68	21848.25	21848.25	55414.96	-33566.71
1+240.000	22.00	219.96	219.96	0.00	79.46	22068.22	22068.22	55494.42	-33426.21
1+260.000	42.43	644.27	644.27	0.00	0.00	22712.49	22712.49	55494.42	-32781.93
1+280.000	50.20	926.33	926.33	0.00	0.00	23638.82	23638.82	55494.42	-31855.60
1+300.000	44.68	948.82	948.82	0.00	0.00	24587.64	24587.64	55494.42	-30906.79
1+320.000	14.11	587.90	587.90	0.54	5.37	25175.53	25175.53	55499.79	-30324.26
1+324.963	0.00	35.02	35.02	15.46	39.70	25210.55	25210.55	55539.49	-30328.94
1+340.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25210.55	25210.55	55539.49	-30328.94
1+360.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25210.55	25210.55	55539.49	-30328.94
1+373.153	0.00	0.00	0.00	33.98	0.00	25210.55	25210.55	55539.49	-30328.94
1+380.000	0.00	0.00	0.00	24.40	199.86	25210.55	25210.55	55739.35	-30528.81
1+400.000	0.03	0.33	0.33	7.25	316.50	25210.88	25210.88	56055.86	-30844.98
1+420.000	1.73	17.60	17.60	0.33	75.84	25228.48	25228.48	56131.69	-30903.22
1+440.000	1.22	29.44	29.44	1.51	18.48	25257.92	25257.92	56150.17	-30892.26
1+460.000	0.24	14.56	14.56	4.04	55.54	25272.48	25272.48	56205.71	-30933.24
1+480.000	0.49	7.25	7.25	0.59	46.33	25279.73	25279.73	56252.05	-30972.32
1+500.000	10.22	107.05	107.05	0.00	5.94	25386.78	25386.78	56257.98	-30871.21



## ALTERNATIVA CENTRO

<u>P.K.</u>	<u>Área de desmante (metros cuadrados)</u>	<u>Volumen de desmante (metros cúbicos)</u>	<u>Volumen reutilizable (metros cúbicos)</u>	<u>Área de terraplén (metros cuadrados)</u>	<u>Volumen de terraplén (metros cúbicos)</u>	<u>Vol. desmante acumul. (metros cúbicos)</u>	<u>Vol. reutilizable acumul. (metros cúbicos)</u>	<u>Vol. terraplén acumul. (metros cúbicos)</u>	<u>Vol. neto acumul. (metros cúbicos)</u>
1+520.000	6.74	169.59	169.59	0.21	2.10	25556.37	25556.37	56260.08	-30703.71
1+540.000	0.00	67.41	67.41	19.64	198.48	25623.78	25623.78	56458.56	-30834.78
1+560.000	0.00	0.00	0.00	42.02	616.62	25623.78	25623.78	57075.18	-31451.40
1+580.000	0.00	0.00	0.00	61.00	1030.29	25623.78	25623.78	58105.47	-32481.69
1+600.000	0.00	0.00	0.00	23.30	843.02	25623.78	25623.78	58948.48	-33324.70
1+620.000	0.00	0.00	0.00	12.29	355.85	25623.78	25623.78	59304.34	-33680.56
1+640.000	0.00	0.00	0.00	25.85	381.35	25623.78	25623.78	59685.69	-34061.91
1+660.000	0.00	0.00	0.00	66.27	921.13	25623.78	25623.78	60606.81	-34983.04
1+680.000	0.00	0.00	0.00	71.01	1372.79	25623.78	25623.78	61979.61	-36355.83
1+700.000	0.00	0.00	0.00	81.49	1525.03	25623.78	25623.78	63504.63	-37880.85
1+720.000	0.00	0.00	0.00	85.38	1668.72	25623.78	25623.78	65173.35	-39549.57
1+740.000	0.00	0.00	0.00	70.80	1561.79	25623.78	25623.78	66735.14	-41111.36
1+760.000	0.00	0.00	0.00	53.62	1244.15	25623.78	25623.78	67979.30	-42355.52
1+780.000	0.00	0.00	0.00	39.74	933.63	25623.78	25623.78	68912.93	-43289.15
1+800.000	0.00	0.00	0.00	26.11	658.55	25623.78	25623.78	69571.48	-43947.70
1+820.000	2.98	29.83	29.83	1.67	277.86	25653.61	25653.61	69849.33	-44195.73
1+840.000	31.36	343.47	343.47	0.00	16.75	25997.08	25997.08	69866.08	-43869.00
1+860.000	57.47	888.33	888.33	0.00	0.00	26885.41	26885.41	69866.08	-42980.68
1+880.000	63.90	1213.68	1213.68	0.00	0.00	28099.09	28099.09	69866.08	-41767.00
1+900.000	68.56	1324.63	1324.63	0.00	0.00	29423.71	29423.71	69866.08	-40442.37
1+920.000	79.39	1479.49	1479.49	0.00	0.00	30903.20	30903.20	69866.08	-38962.88
1+940.000	72.54	1519.28	1519.28	0.00	0.00	32422.48	32422.48	69866.08	-37443.60
1+960.000	74.25	1467.95	1467.95	0.00	0.00	33890.43	33890.43	69866.08	-35975.65
1+980.000	56.40	1306.50	1306.50	0.00	0.00	35196.93	35196.93	69866.08	-34669.16
2+000.000	77.65	1340.48	1340.48	0.00	0.00	36537.41	36537.41	69866.08	-33328.67
2+020.000	6.13	837.80	837.80	74.19	741.91	37375.21	37375.21	70607.99	-33232.78
2+040.000	1.21	73.38	73.38	140.45	2146.41	37448.59	37448.59	72754.40	-35305.81
2+060.000	6.87	80.83	80.83	112.31	2527.56	37529.43	37529.43	75281.97	-37752.54
2+080.000	28.19	350.67	350.67	79.71	1920.12	37880.09	37880.09	77202.09	-39321.99
2+100.000	5.68	338.77	338.77	85.59	1652.95	38218.87	38218.87	78855.04	-40636.17
2+120.000	0.67	63.55	63.55	142.71	2283.04	38282.42	38282.42	81138.08	-42855.66
2+140.000	0.00	6.71	6.71	197.04	3397.57	38289.13	38289.13	84535.65	-46246.52
2+160.000	0.00	0.00	0.00	257.14	4541.80	38289.13	38289.13	89077.45	-50788.33
2+180.000	0.00	0.00	0.00	308.89	5660.23	38289.13	38289.13	94737.68	-56448.55
2+200.000	0.00	0.00	0.00	287.84	5967.29	38289.13	38289.13	100704.97	-62415.85
2+220.000	0.00	0.00	0.00	140.82	4286.66	38289.13	38289.13	104991.64	-66702.51
2+240.000	0.00	0.00	0.00	67.59	2084.12	38289.13	38289.13	107075.76	-68786.63
2+260.000	0.00	0.00	0.00	44.58	1121.69	38289.13	38289.13	108197.45	-69908.32
2+280.000	31.47	314.66	314.66	0.00	445.79	38603.79	38603.79	108643.25	-70039.46
2+300.000	37.93	693.92	693.92	4.38	43.80	39297.71	39297.71	108687.04	-69389.33



ALTERNATIVA CENTRO

<u>P.K.</u>	<u>Área de desmonte (metros cuadrados)</u>	<u>Volumen de desmonte (metros cúbicos)</u>	<u>Volumen reutilizable (metros cúbicos)</u>	<u>Área de terraplén (metros cuadrados)</u>	<u>Volumen de terraplén (metros cúbicos)</u>	<u>Vol. desmonte acumul. (metros cúbicos)</u>	<u>Vol. reutilizable acumul. (metros cúbicos)</u>	<u>Vol. terraplén acumul. (metros cúbicos)</u>	<u>Vol. neto acumul. (metros cúbicos)</u>
2+320.000	21.72	596.47	596.47	12.20	165.75	39894.18	39894.18	108852.79	-68958.62
2+340.000	27.91	496.30	496.30	0.00	121.96	40390.48	40390.48	108974.75	-68584.27
2+360.000	46.24	741.48	741.48	0.00	0.00	41131.96	41131.96	108974.75	-67842.80
2+380.000	8.76	549.97	549.97	0.00	0.00	41681.92	41681.92	108974.75	-67292.83
2+400.000	6.09	148.50	148.50	0.00	0.00	41830.43	41830.43	108974.75	-67144.33
2+420.000	0.60	66.91	66.91	0.74	7.42	41897.33	41897.33	108982.18	-67084.84
2+440.000	7.88	84.81	84.81	0.48	12.25	41982.14	41982.14	108994.43	-67012.29
2+460.000	0.00	78.82	78.82	82.82	833.04	42060.96	42060.96	109827.46	-67766.50
2+471.325	0.00	0.00	0.00	270.49	2000.63	42060.96	42060.96	111828.10	-69767.13
2+480.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	42060.96	42060.96	111828.10	-69767.13
2+500.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	42060.96	42060.96	111828.10	-69767.13
2+520.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	42060.96	42060.96	111828.10	-69767.13
2+540.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	42060.96	42060.96	111828.10	-69767.13
2+560.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	42060.96	42060.96	111828.10	-69767.13
2+580.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	42060.96	42060.96	111828.10	-69767.13
2+600.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	42060.96	42060.96	111828.10	-69767.13
2+620.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	42060.96	42060.96	111828.10	-69767.13
2+640.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	42060.96	42060.96	111828.10	-69767.13
2+660.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	42060.96	42060.96	111828.10	-69767.13
2+680.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	42060.96	42060.96	111828.10	-69767.13
2+700.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	42060.96	42060.96	111828.10	-69767.13
2+720.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	42060.96	42060.96	111828.10	-69767.13
2+740.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	42060.96	42060.96	111828.10	-69767.13
2+760.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	42060.96	42060.96	111828.10	-69767.13
2+780.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	42060.96	42060.96	111828.10	-69767.13
2+800.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	42060.96	42060.96	111828.10	-69767.13
2+820.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	42060.96	42060.96	111828.10	-69767.13
2+840.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	42060.96	42060.96	111828.10	-69767.13
2+860.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	42060.96	42060.96	111828.10	-69767.13
2+880.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	42060.96	42060.96	111828.10	-69767.13
2+900.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	42060.96	42060.96	111828.10	-69767.13
2+920.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	42060.96	42060.96	111828.10	-69767.13
2+940.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	42060.96	42060.96	111828.10	-69767.13
2+960.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	42060.96	42060.96	111828.10	-69767.13
2+980.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	42060.96	42060.96	111828.10	-69767.13
2+993.285	0.00	0.00	0.00	299.73	0.00	42060.96	42060.96	111828.10	-69767.13
3+000.000	0.00	0.00	0.00	294.23	1994.33	42060.96	42060.96	113822.43	-71761.47
3+020.000	0.00	0.00	0.00	173.52	4677.48	42060.96	42060.96	118499.91	-76438.95
3+040.000	0.00	0.00	0.00	107.05	2805.69	42060.96	42060.96	121305.60	-79244.64
3+060.000	0.00	0.00	0.00	57.63	1646.76	42060.96	42060.96	122952.36	-80891.40



## ALTERNATIVA CENTRO

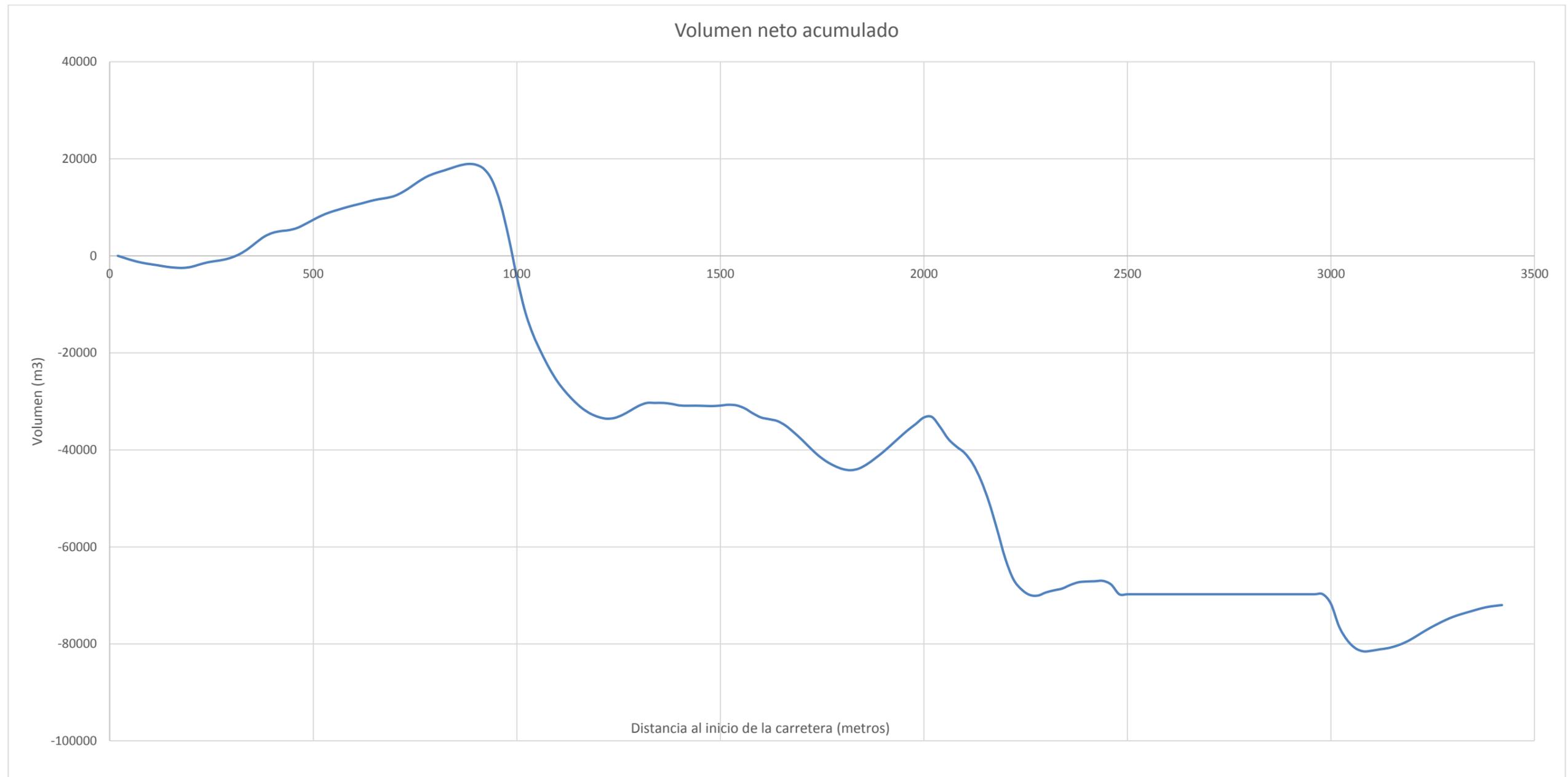
<b>P.K.</b>	<b><u>Área de desmante (metros cuadrados)</u></b>	<b><u>Volumen de desmante (metros cúbicos)</u></b>	<b><u>Volumen reutilizable (metros cúbicos)</u></b>	<b><u>Área de terraplén (metros cuadrados)</u></b>	<b><u>Volumen de terraplén (metros cúbicos)</u></b>	<b><u>Vol. desmante acumul. (metros cúbicos)</u></b>	<b><u>Vol. reutilizable acumul. (metros cúbicos)</u></b>	<b><u>Vol. terraplén acumul. (metros cúbicos)</u></b>	<b><u>Vol. neto acumul. (metros cúbicos)</u></b>
3+080.000	7.10	71.05	71.05	14.29	719.13	42132.01	42132.01	123671.49	-81539.48
3+100.000	35.35	424.57	424.57	14.59	288.81	42556.58	42556.58	123960.30	-81403.72
3+120.000	15.17	505.20	505.20	7.86	224.51	43061.78	43061.78	124184.81	-81123.03
3+140.000	19.63	347.94	347.94	2.17	100.25	43409.73	43409.73	124285.06	-80875.34
3+160.000	27.73	473.62	473.62	0.00	21.69	43883.34	43883.34	124306.75	-80423.41
3+180.000	37.00	647.38	647.38	0.00	0.00	44530.73	44530.73	124306.75	-79776.02
3+200.000	50.52	875.25	875.25	0.00	0.00	45405.98	45405.98	124306.75	-78900.77
3+220.000	52.42	1029.36	1029.36	0.00	0.00	46435.34	46435.34	124306.75	-77871.41
3+240.000	47.20	996.16	996.16	0.00	0.00	47431.50	47431.50	124306.75	-76875.25
3+260.000	43.04	902.36	902.36	0.00	0.00	48333.86	48333.86	124306.75	-75972.89
3+280.000	40.21	832.42	832.42	0.00	0.00	49166.28	49166.28	124306.75	-75140.47
3+300.000	31.04	712.48	712.48	0.00	0.00	49878.76	49878.76	124306.75	-74427.99
3+320.000	25.24	562.78	562.78	0.00	0.00	50441.54	50441.54	124306.75	-73865.21
3+340.000	23.51	487.49	487.49	0.00	0.00	50929.03	50929.03	124306.75	-73377.72
3+360.000	25.34	488.48	488.48	0.00	0.00	51417.50	51417.50	124306.75	-72889.24
3+380.000	17.28	426.14	426.14	0.00	0.00	51843.64	51843.64	124306.75	-72463.11
3+400.000	9.93	272.03	272.03	0.03	0.27	52115.67	52115.67	124307.01	-72191.34
3+420.000	9.60	195.24	195.24	0.00	0.27	52310.91	52310.91	124307.28	-71996.37



## APÉNDICE II: DIAGRAMA DE MASAS



ALTERNATIVA CENTRO





UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



## DOCUMENTO N°3

# PLANOS

CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN).  
ALTERNATIVA CENTRO

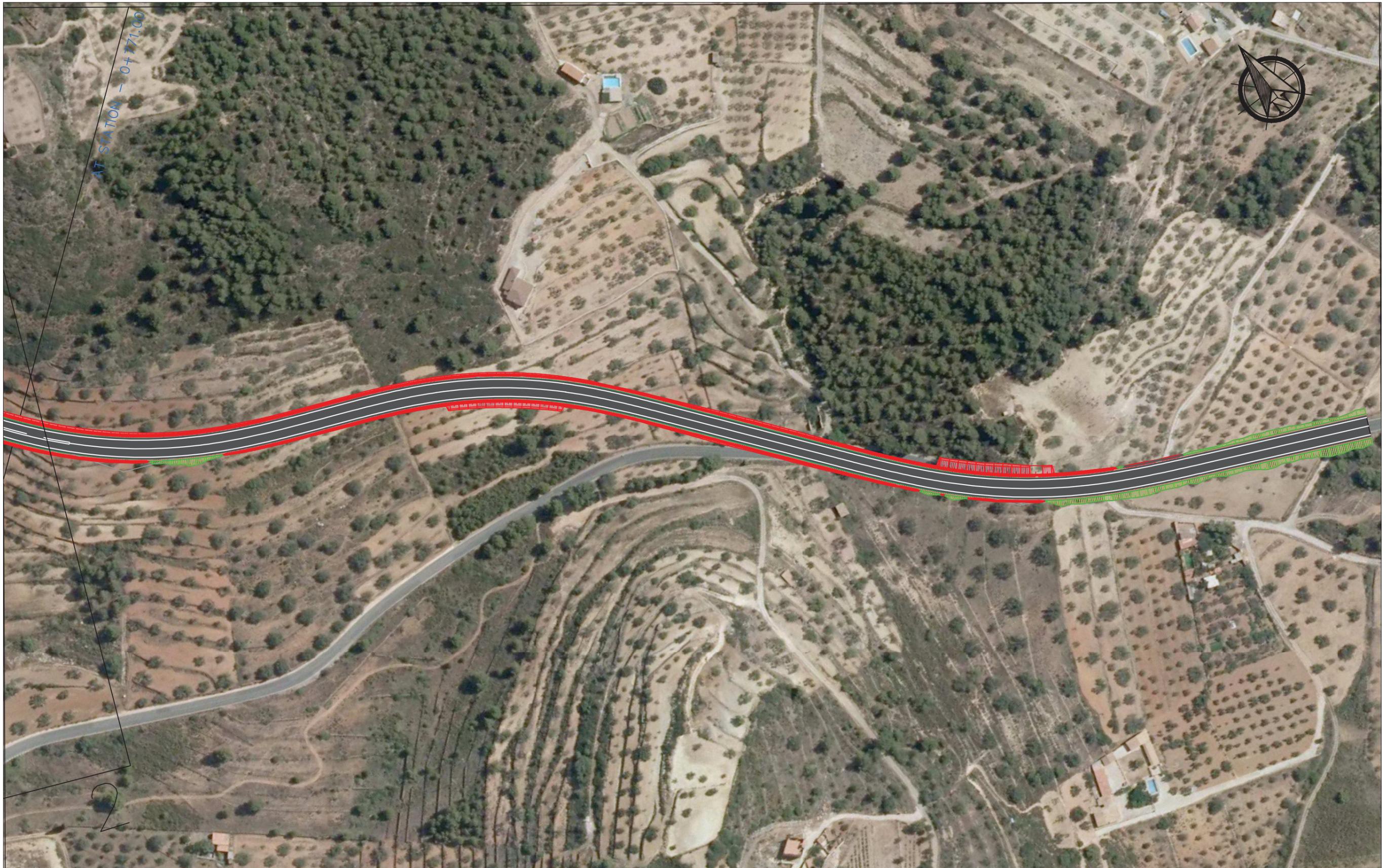


# ÍNDICE DE PLANOS

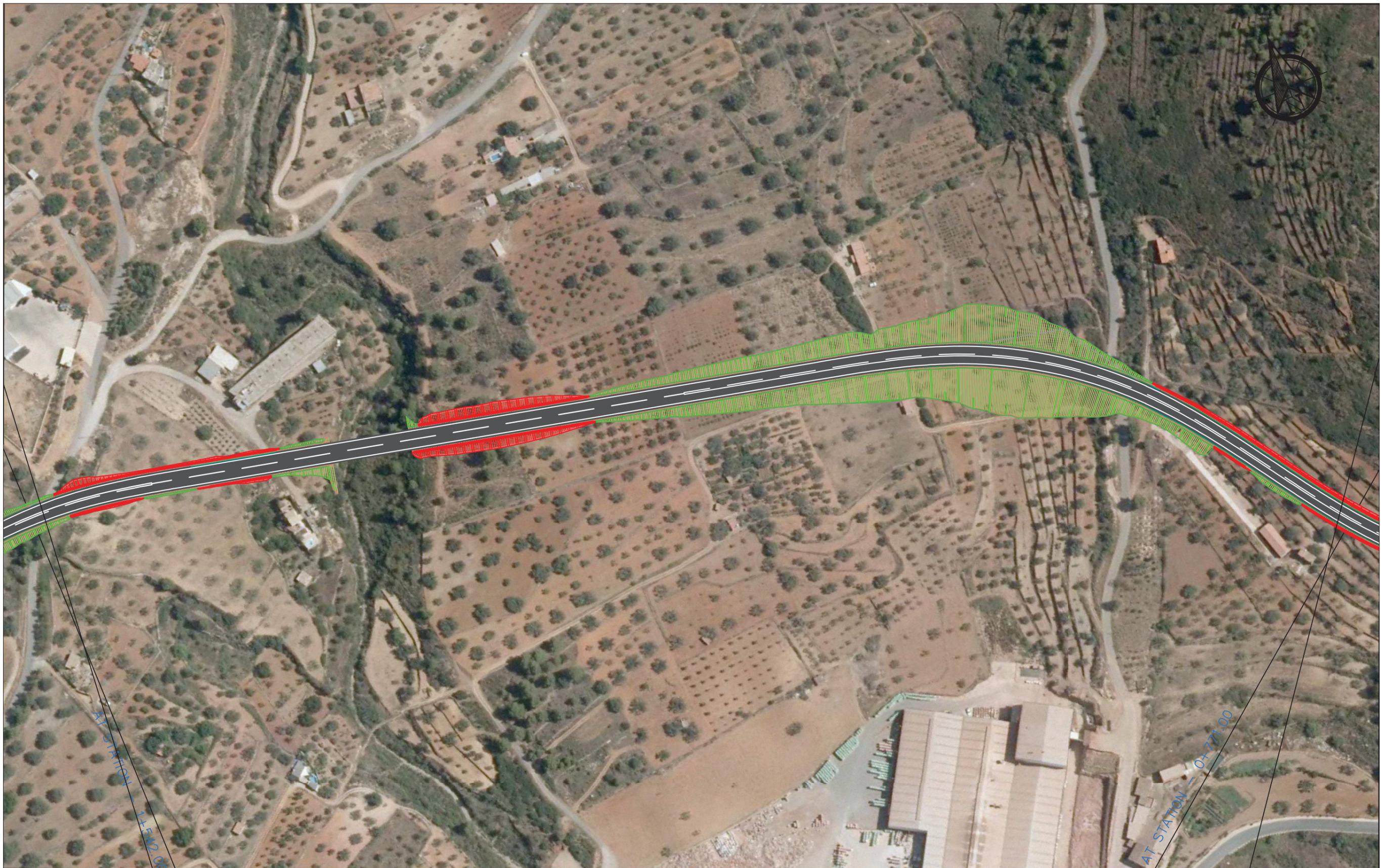
1. Localización.
2. Situación actual.
3. Diseño geométrico del tronco principal.
  - 3.1. Planta general.
  - 3.2. Planta y perfil.
  - 3.3. Secciones tipo.
  - 3.4. Secciones transversales.
  - 3.5. Señalización y balizamiento.
4. Diseño geométrico de los nudos.
  - 4.1. Planta general.
  - 4.2. Planta y perfil.
  - 4.3. Secciones tipo.
  - 4.4. Señalización y balizamiento.
  - 4.5. Ubicación de reportaje fotográfico.
  - 4.6. Desvíos de tráfico, afecciones y reposiciones de servicios.
5. Estructuras.
  - 5.1. Puente sobre el barranco al Este de Figueroles
    - 5.1.1. Planta de ubicación de estructuras
    - 5.1.2. Planta y alzado
    - 5.1.3. Plano de replanteo
    - 5.1.4. Planta inferior y planta de cimentación
    - 5.1.5. Sección tipo
    - 5.1.6. Secciones transversales en pilas y estribos
    - 5.1.7. Geometría de la sección
    - 5.1.8. Geometría y armado de vigas
    - 5.1.9. Geometría y armado de losa
    - 5.1.10. Geometría de dinteles
    - 5.1.11. Geometría y armado de pilas
    - 5.1.12. Geometría de cimentaciones
    - 5.1.13. Geometría y armado de estribos
  - 5.2. Puente sobre el río Lucena
    - 5.2.1. Planta de ubicación de estructuras
    - 5.2.2. Planta y alzado
    - 5.2.3. Plano de replanteo
    - 5.2.4. Planta inferior y planta de cimentación
    - 5.2.5. Secciones tipo
    - 5.2.6. Secciones transversales en pilas y estribos
    - 5.2.7. Condicionantes hidráulicos
    - 5.2.8. Geometría de la sección
    - 5.2.9. Geometría y armado de vigas
    - 5.2.10. Geometría y armado de losa
    - 5.2.11. Geometría de dinteles
    - 5.2.12. Geometría y armado de pilas
    - 5.2.13. Geometría de cimentaciones
    - 5.2.14. Geometría y armado de estribos.
6. Hidráulica
  - 6.1. Tramo sobre el barranco
  - 6.2. Tramo sobre el río Lucena
7. Impacto Ambiental
  - 7.1. Mapa Geológico
  - 7.2. Mapa de planeamiento urbanístico
  - 7.3. Mapa de ocupación el suelo
  - 7.4. Mapa de capacidad de usos del suelo
  - 7.5. Mapa de riesgo de erosión potencial
  - 7.6. Mapa de peligrosidad sísmica
  - 7.7. Vulnerabilidad de acuíferos
  - 7.8. Mapa de riesgo de inundación. PATRICOVA
  - 7.9. Plano de elementos patrimoniales y zonas protegidas
  - 7.10. Plano de las medidas correctoras. Hidrosiembra



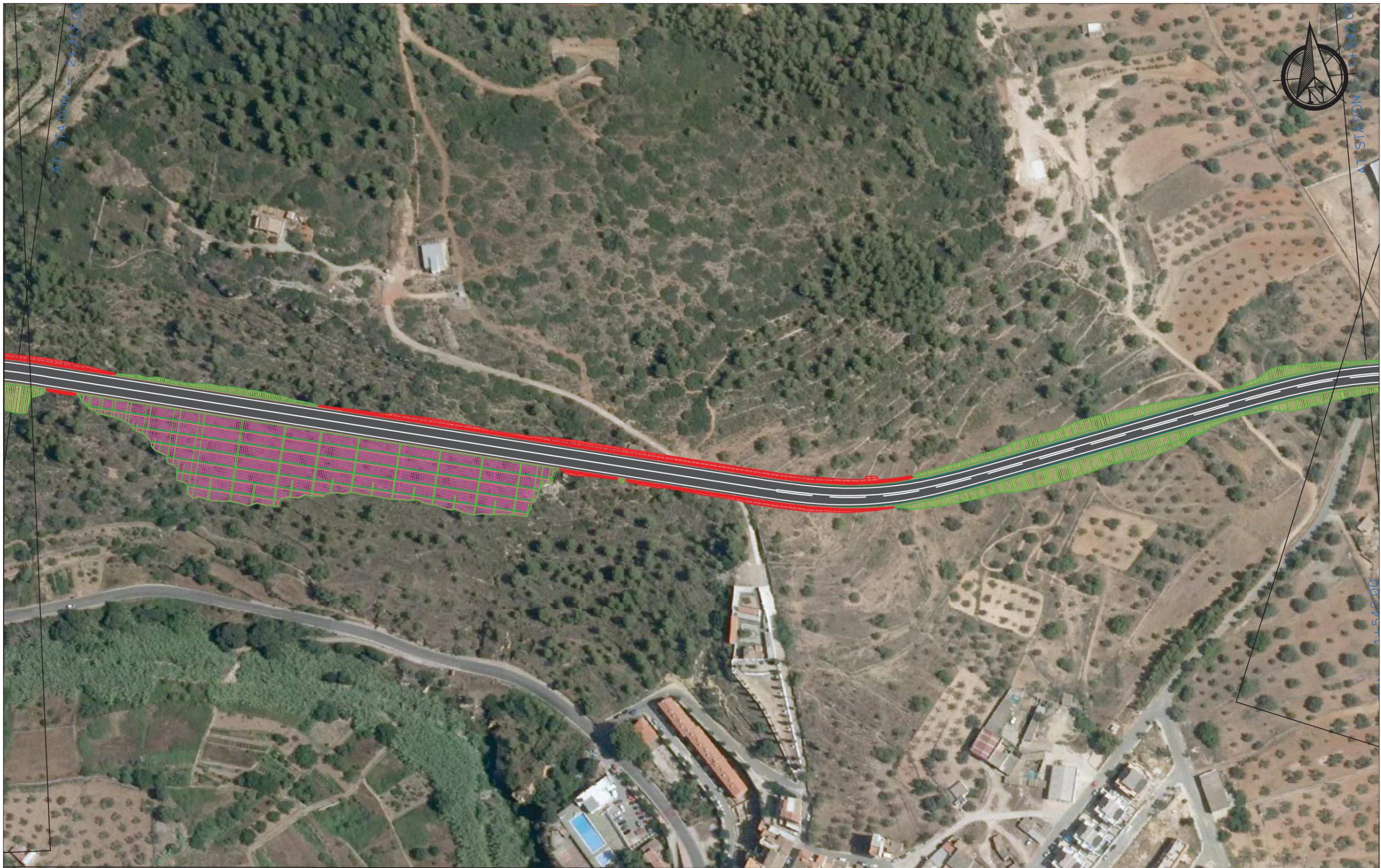
	<p>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA          ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS          DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS</p>		<p>AUTOR DEL PROYECTO          CÉSAR MOYA BLASCO</p>	<p>FECHA          JUNIO 2015</p>	<p>TÍTULO DEL PROYECTO          CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE          CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE          CASTELLÓN). ALTERNATIVA CENTRO</p>	<p>ESCALA:          1:10000</p>	<p>TÍTULO DEL PLANO          PLANTA GENERAL          DISTRIBUCIÓN DE HOJAS</p>	<p>Nº DE PLANO          3.1          HOJA 1 DE 6</p>
--	---	--	--	--------------------------------------	---	-------------------------------------	--	--



	UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS		AUTOR DEL PROYECTO  CÉSAR MOYA BLASCO	FECHA  JUNIO 2015	TÍTULO DEL PROYECTO CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN). ALTERNATIVA CENTRO	ESCALA:  1:2000	TÍTULO DEL PLANO  PLANTA GENERAL MINUTA 1	Nº DE PLANO 3.1 HOJA 2 DE 6
--	--	--	---	-------------------------	--	-----------------------	--	-----------------------------------



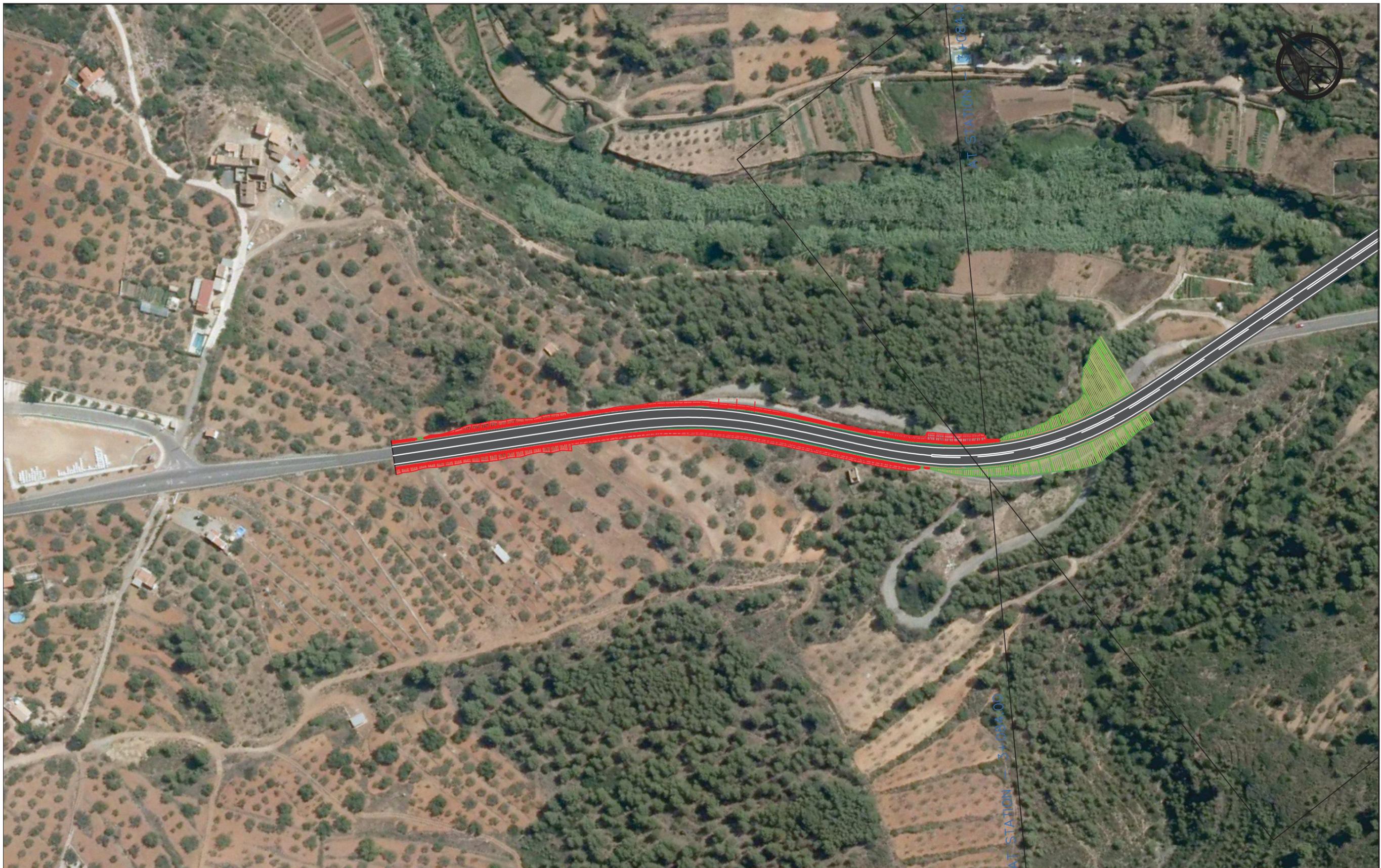
	<p>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA          ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS          DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS</p>		<p>AUTOR DEL PROYECTO          CÉSAR MOYA BLASCO</p>	<p>FECHA          JUNIO 2015</p>	<p>TÍTULO DEL PROYECTO          CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE          CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE          CASTELLÓN). ALTERNATIVA CENTRO</p>	<p>ESCALA:          1:2000</p>	<p>TÍTULO DEL PLANO          PLANTA GENERAL          MINUTA 2</p>	<p>Nº DE PLANO          3.1          HOJA 3 DE 6</p>
--	---	--	--	--------------------------------------	---	------------------------------------	---	--



 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	 AUTOR DEL PROYECTO CÉSAR MOYA BLASCO	FECHA JUNIO 2015	TÍTULO DEL PROYECTO CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN). ALTERNATIVA CENTRO	ESCALA: 1:2000	TÍTULO DEL PLANO PLANTA GENERAL MINUTA 3	Nº DE PLANO 3.1
						HOJA 4 DE 6



	<p>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA          ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS          DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS</p>		<p>AUTOR DEL PROYECTO          CÉSAR MOYA BLASCO</p>	<p>FECHA          JUNIO 2015</p>	<p>TÍTULO DEL PROYECTO          CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE          CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE          CASTELLÓN). ALTERNATIVA CENTRO</p>	<p>ESCALA:          1:2000</p>	<p>TÍTULO DEL PLANO          PLANTA GENERAL          MINUTA 4</p>	<p>Nº DE PLANO          3.1          HOJA 5 DE 6</p>
--	---	--	--	--------------------------------------	---	------------------------------------	---	--



 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	 AUTOR DEL PROYECTO CÉSAR MOYA BLASCO	FECHA JUNIO 2015	TÍTULO DEL PROYECTO CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN). ALTERNATIVA CENTRO	ESCALA: 1:2000	TÍTULO DEL PLANO PLANTA GENERAL MINUTA 5	Nº DE PLANO 3.1
						HOJA 6 DE 6



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS  
 DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



AUTOR DEL PROYECTO

CÉSAR MOYA BLASCO

FECHA

JUNIO 2015

TÍTULO DEL PROYECTO

CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE  
 CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE  
 CASTELLÓN). ALTERNATIVA CENTRO

ESCALA:

1:10000

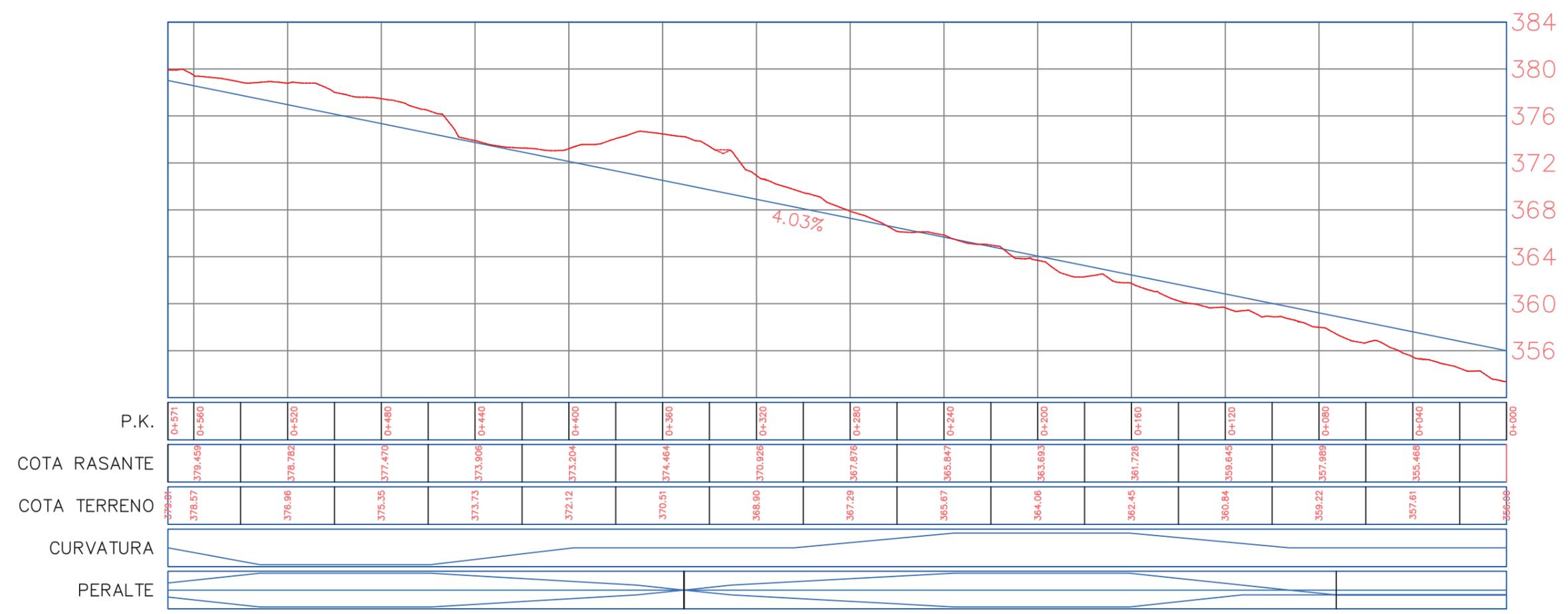
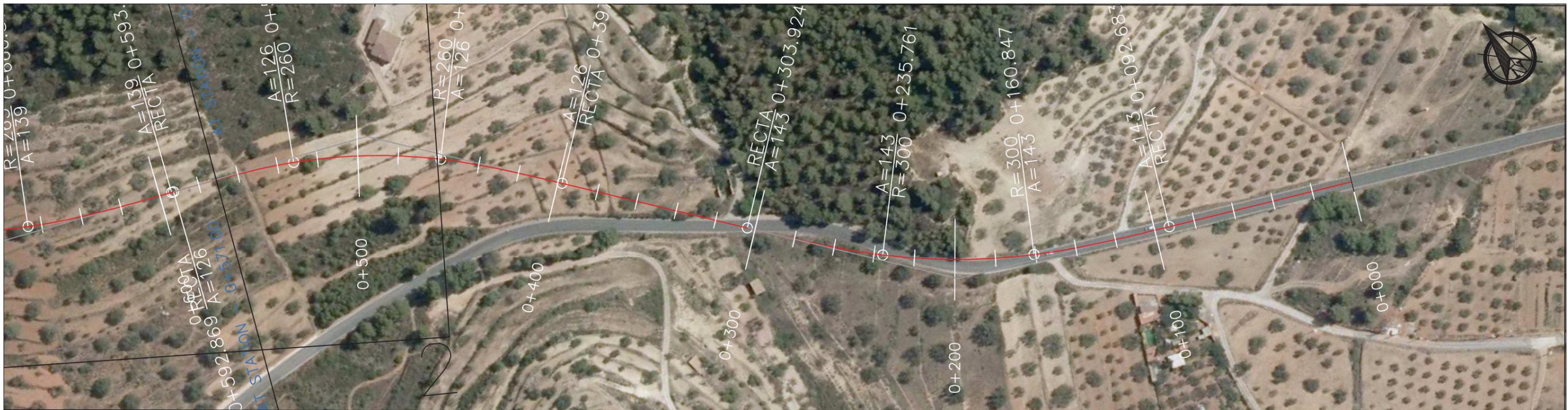
TÍTULO DEL PLANO

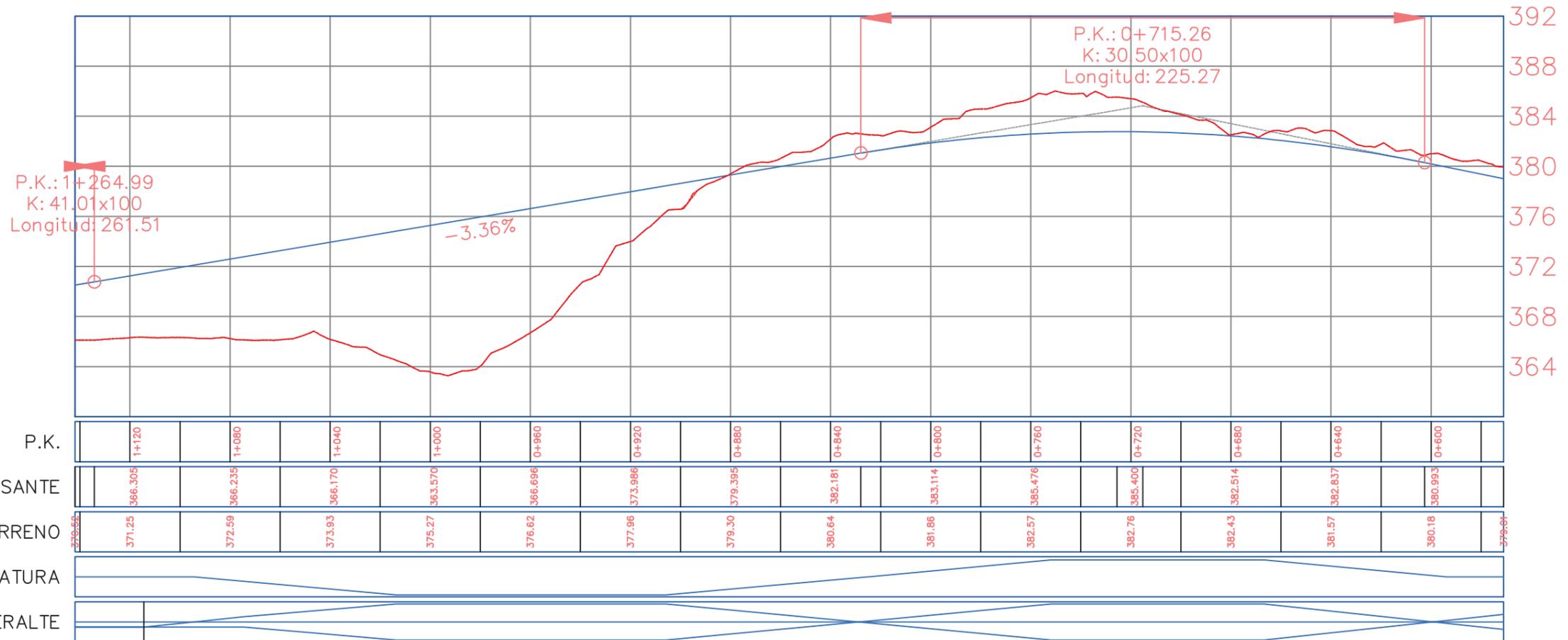
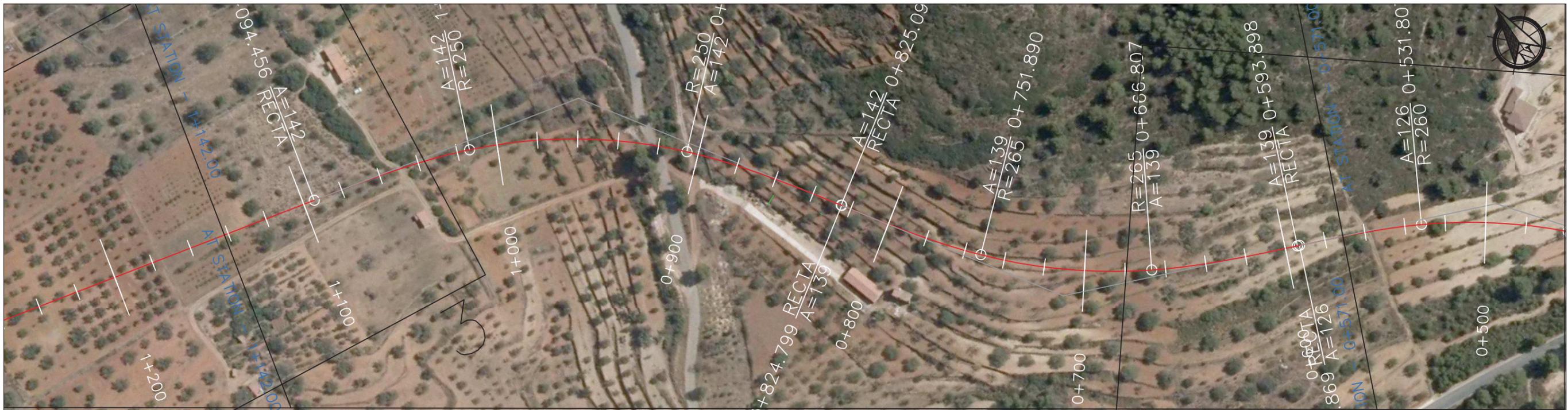
PLANTA Y PERFIL  
 DISTRIBUCIÓN DE HOJAS

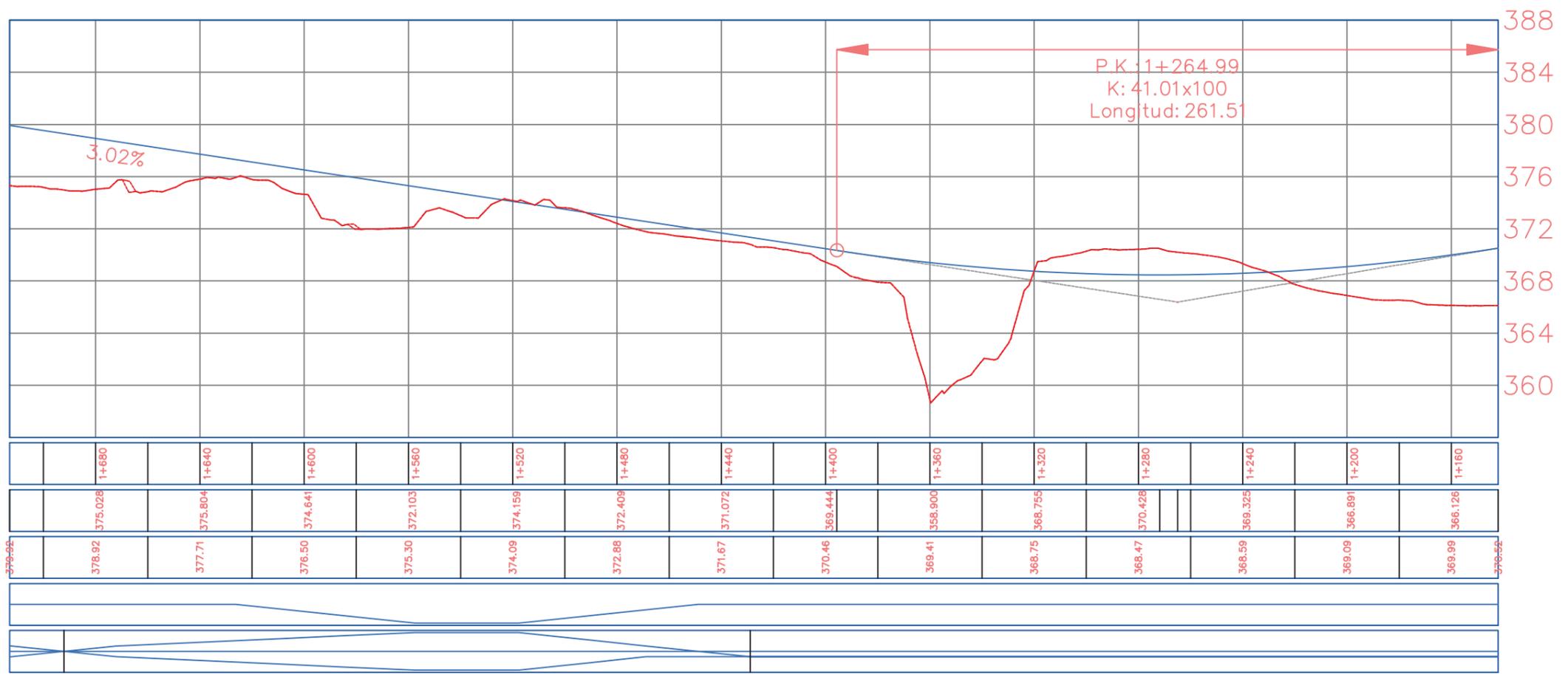
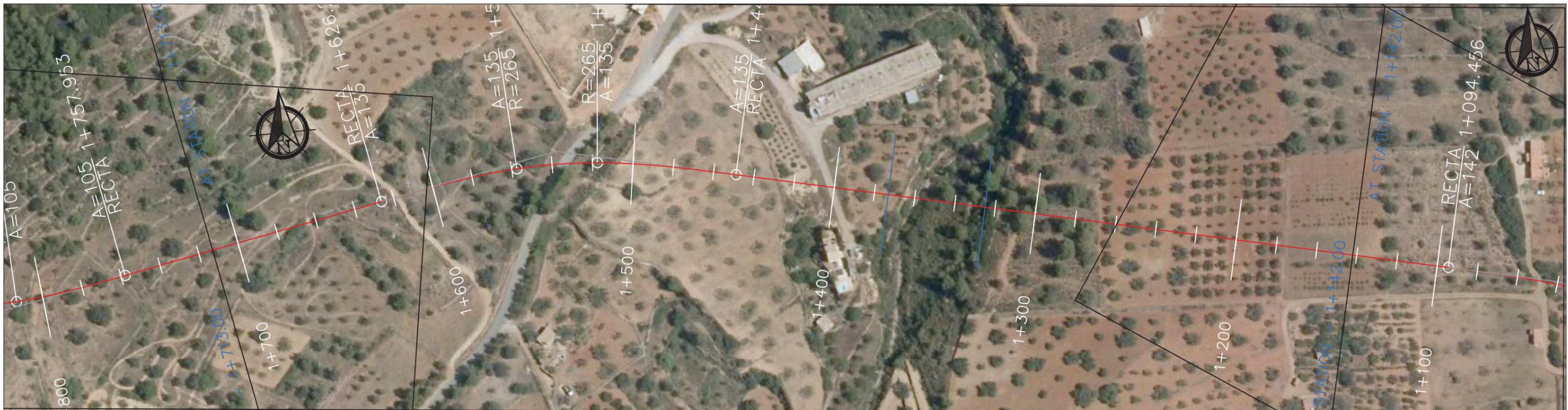
Nº DE PLANO

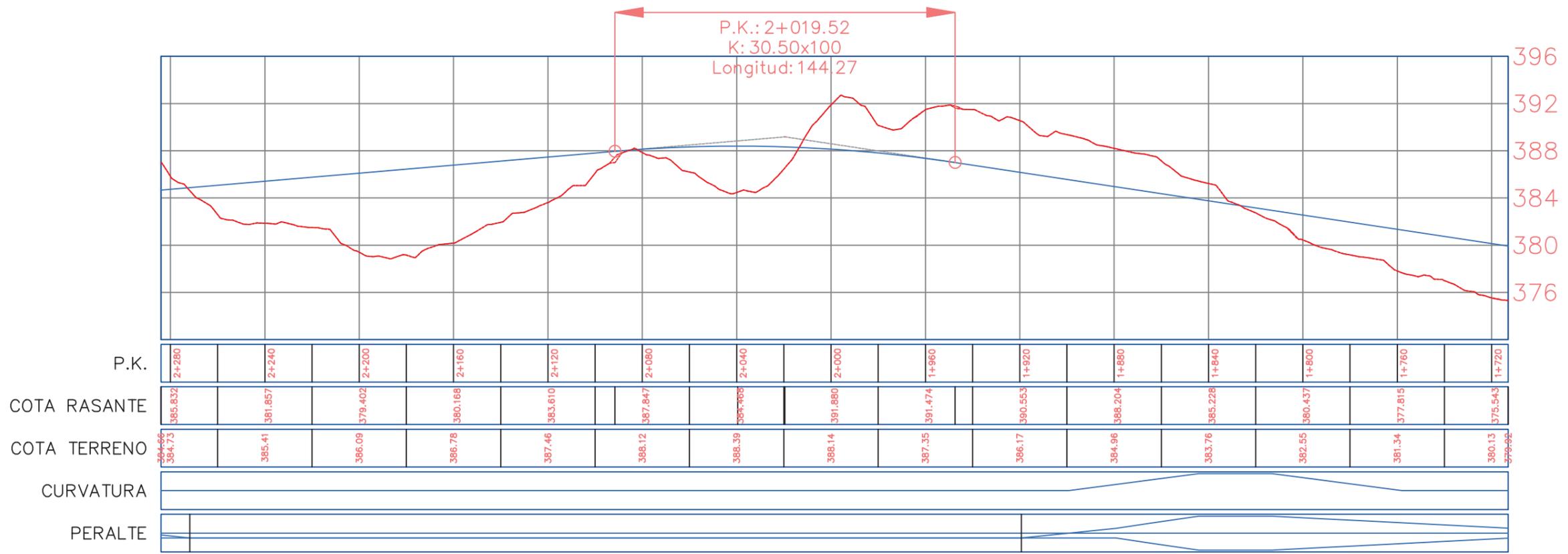
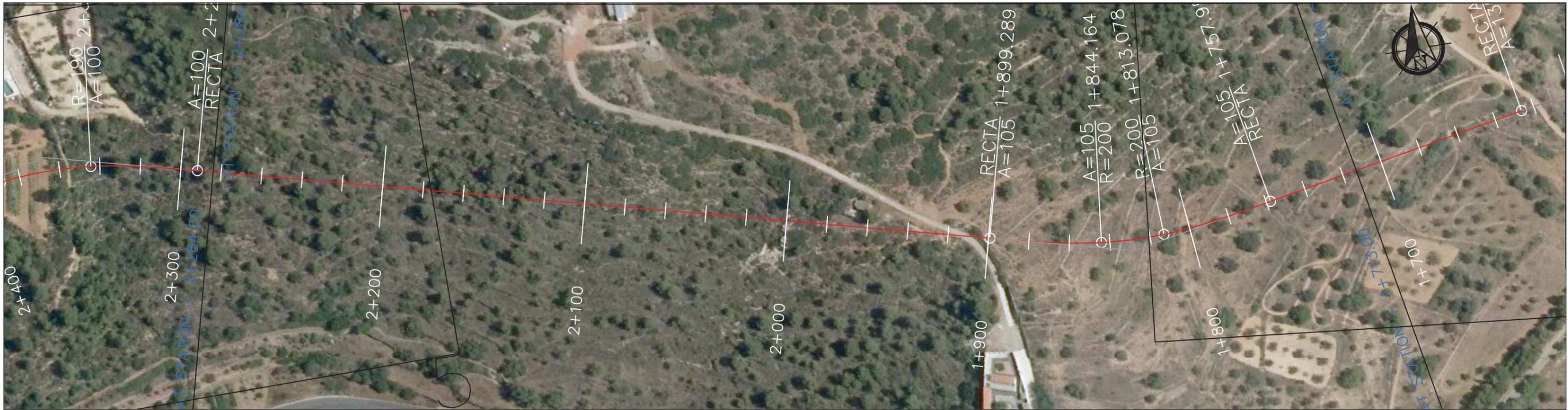
3.2

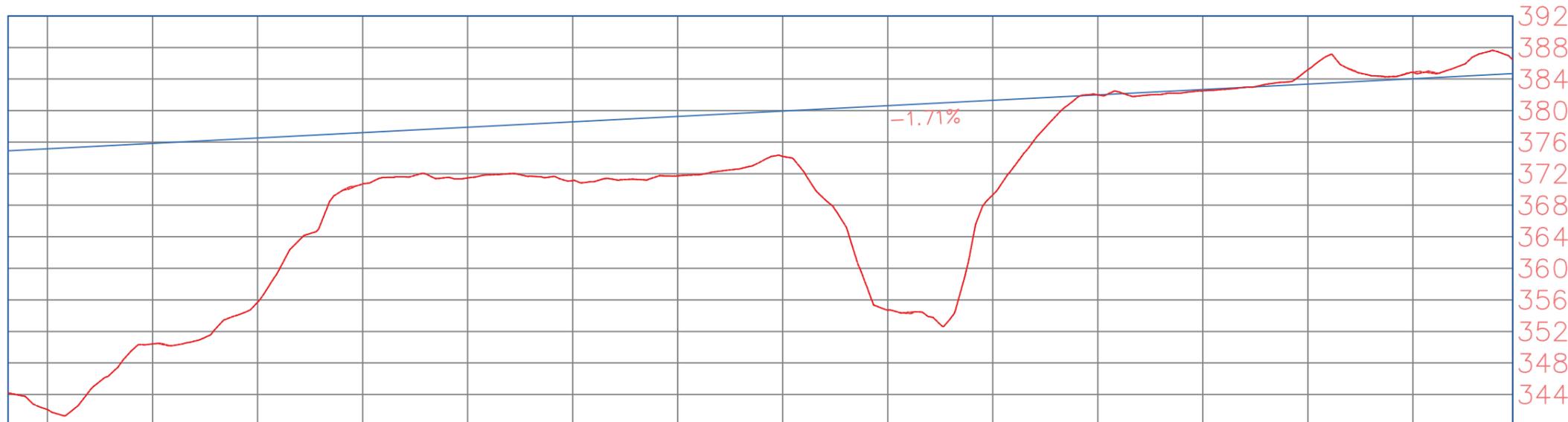
HOJA 1 DE 7



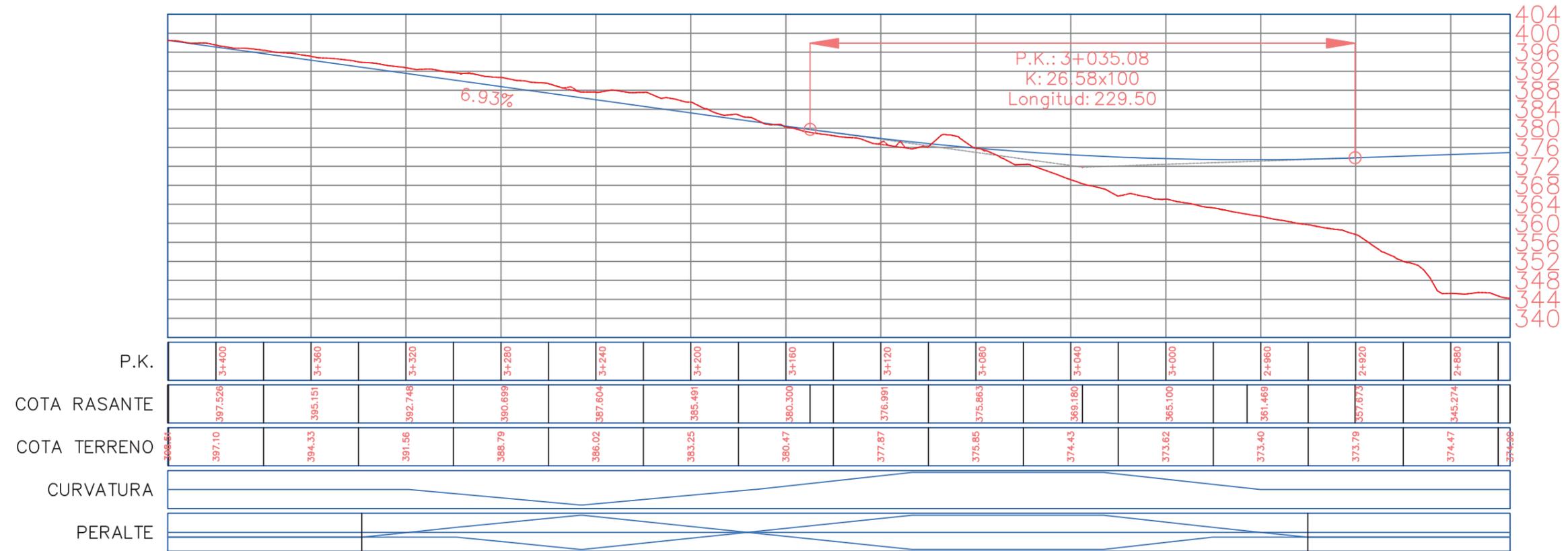


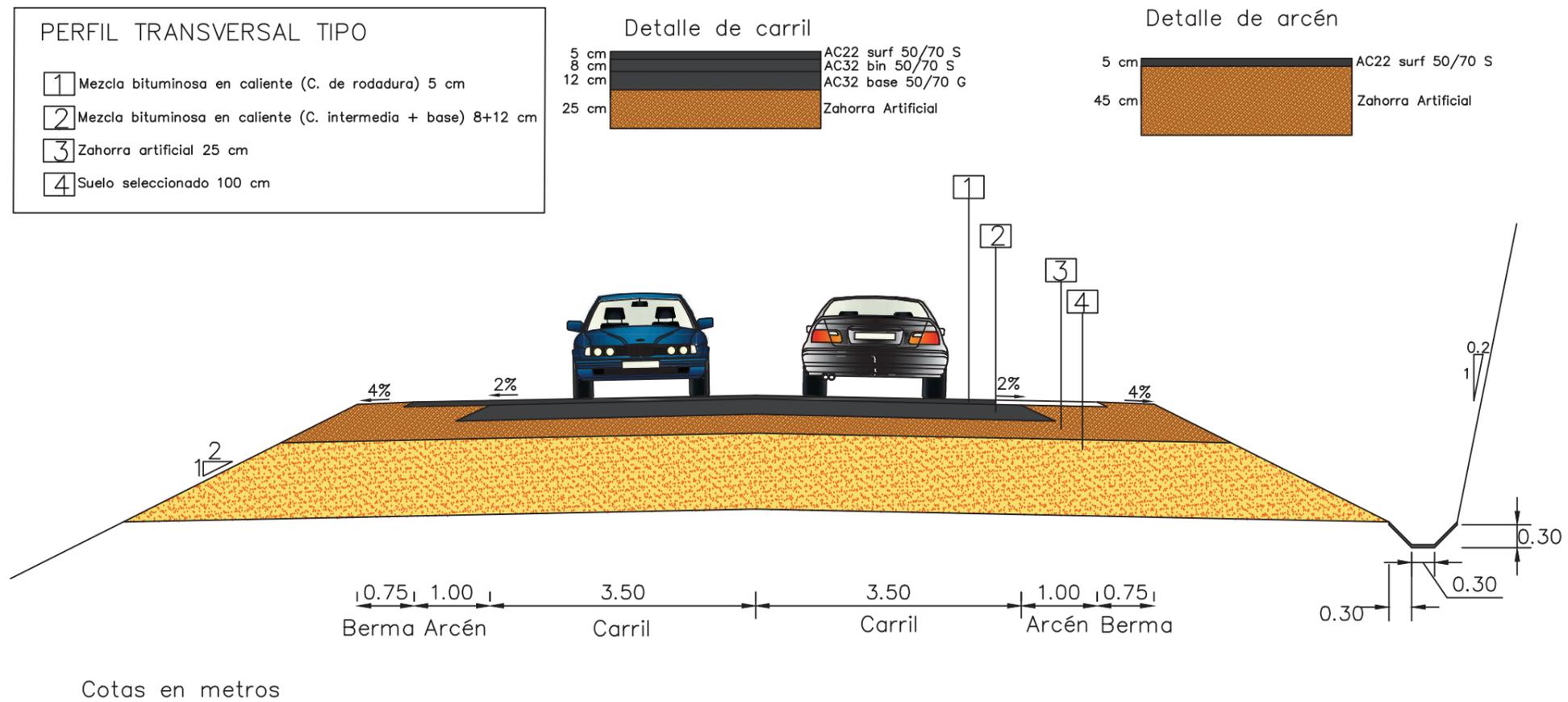


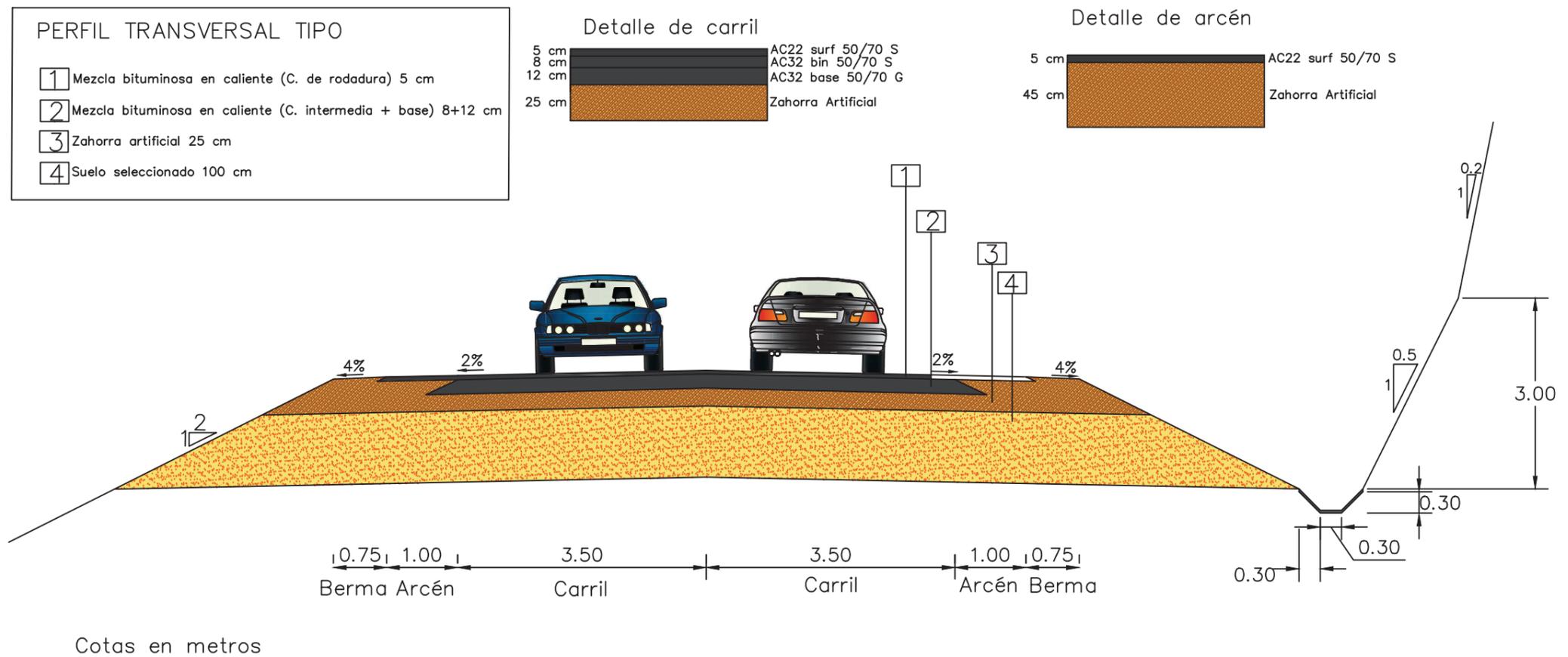




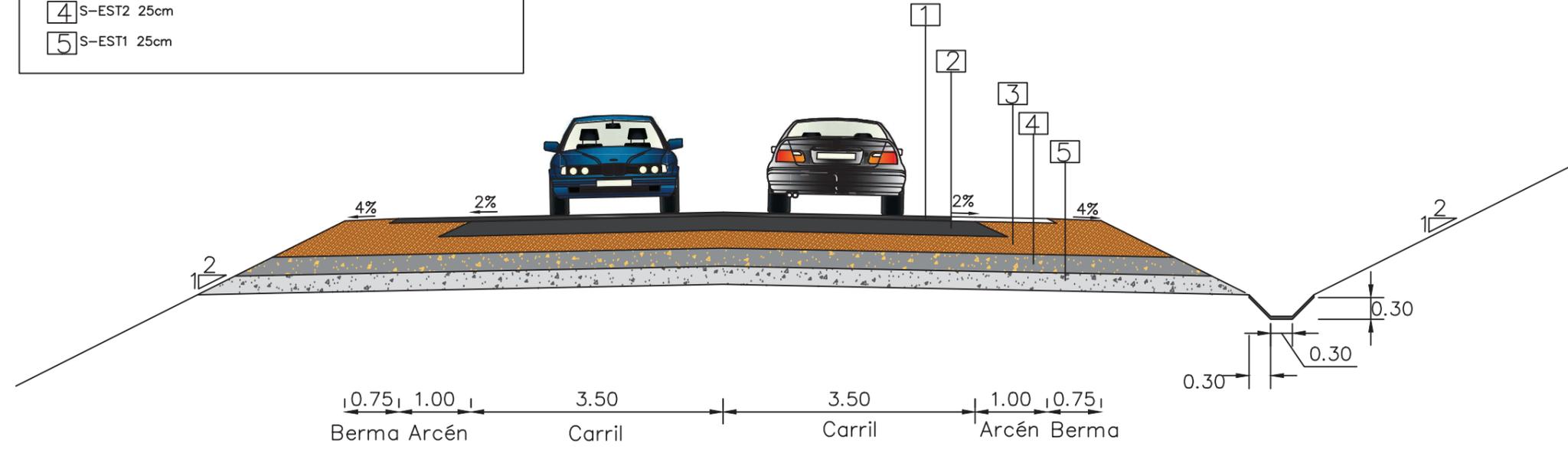
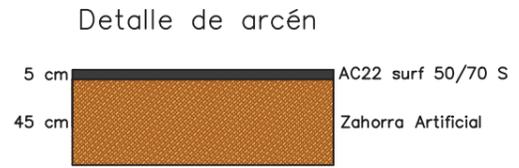
P.K.	2+840	2+800	2+760	2+720	2+680	2+640	2+600	2+560	2+520	2+480	2+440	2+400	2+360	2+320
COTA RASANTE	342.086	350.414	355.691	370.688	371.461	371.125	371.740	374.181	354.699	369.319	381.991	382.505	385.173	384.803
COTA TERRENO	375.16	375.84	376.52	377.21	377.89	378.57	379.26	379.94	380.63	381.31	381.99	382.68	383.36	384.04
CURVATURA	[Graph showing curvature values across the alignment]													
PERALTE	[Graph showing superelevation values across the alignment]													

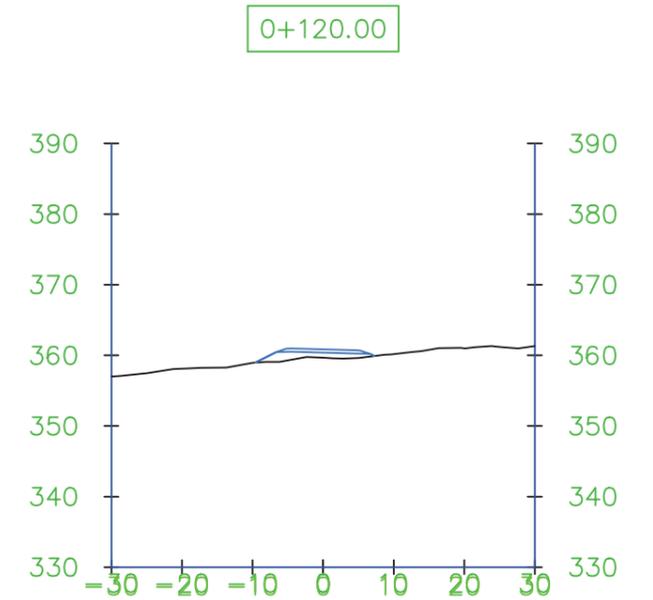
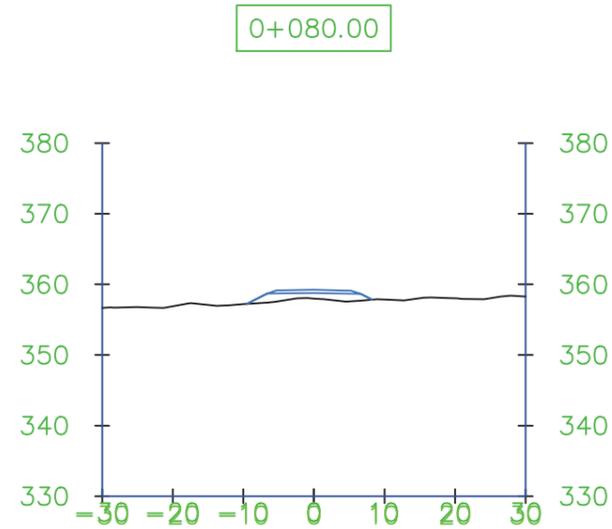
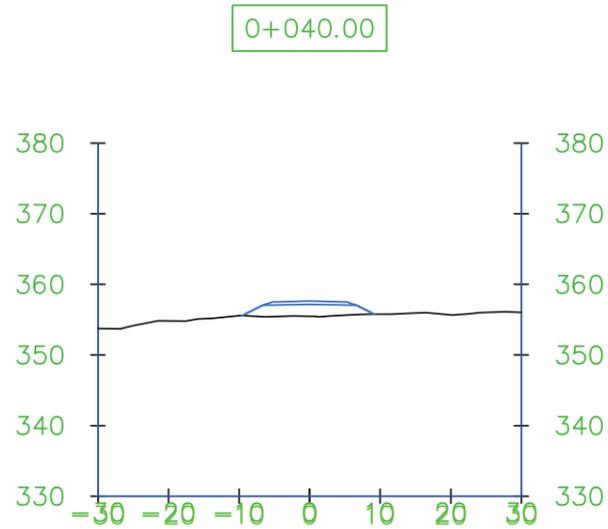
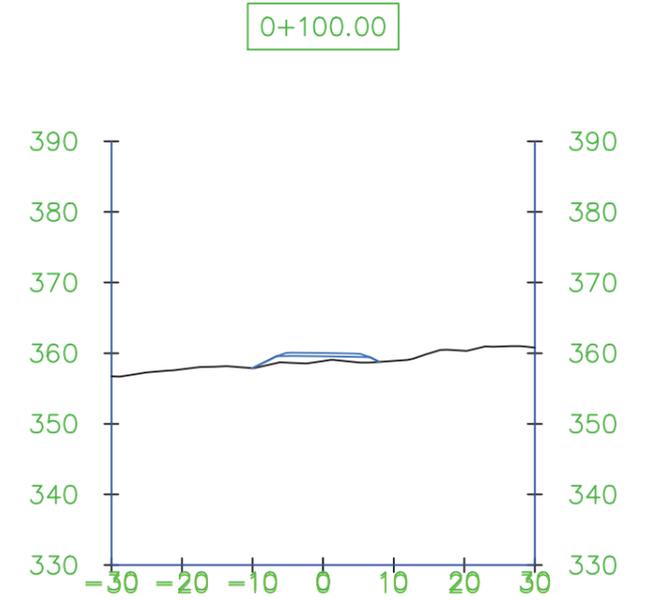
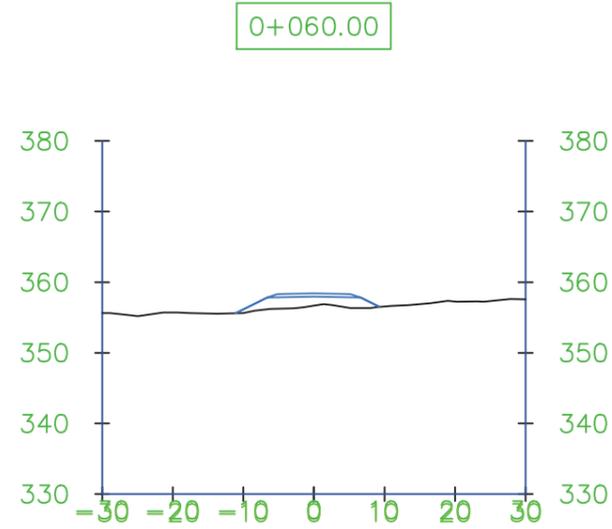
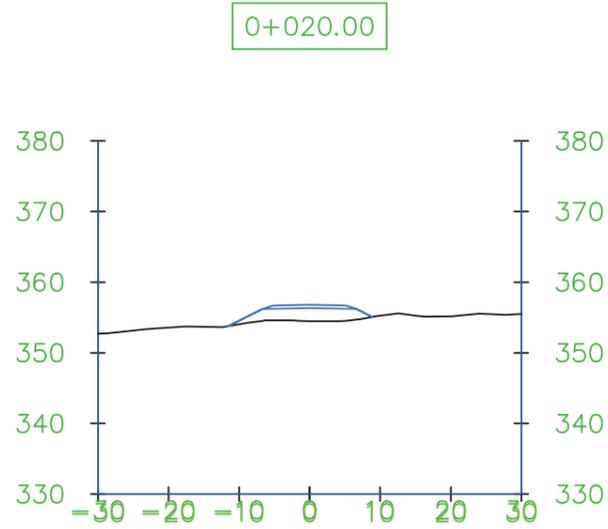




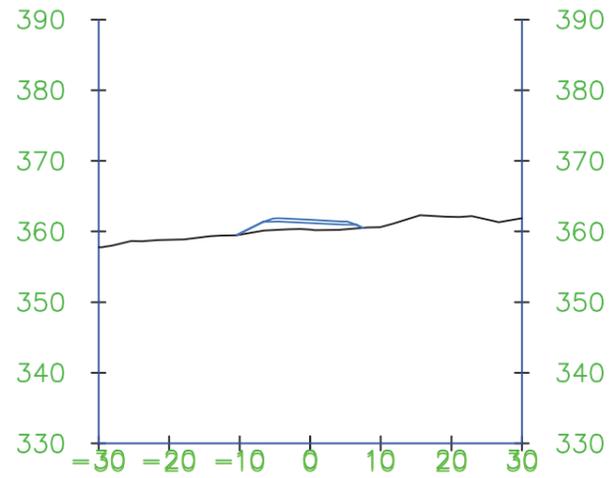


- PERFIL TRANSVERSAL TIPO**
- 1 Mezcla bituminosa en caliente (C. de rodadura) 5 cm
  - 2 Mezcla bituminosa en caliente (C. intermedia + base) 8+12 cm
  - 3 Zahorra artificial 25 cm
  - 4 S-EST2 25cm
  - 5 S-EST1 25cm

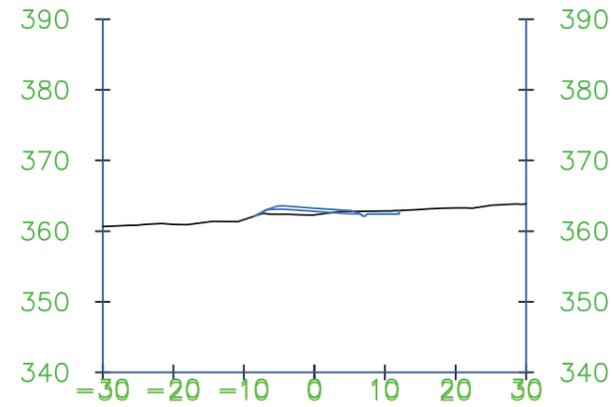




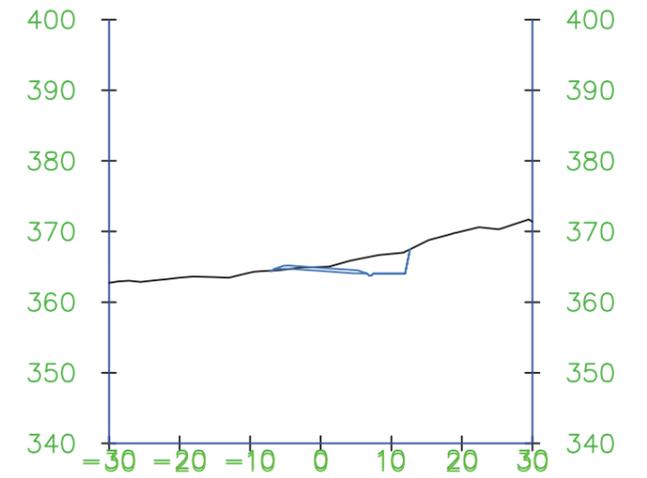
0+140.00



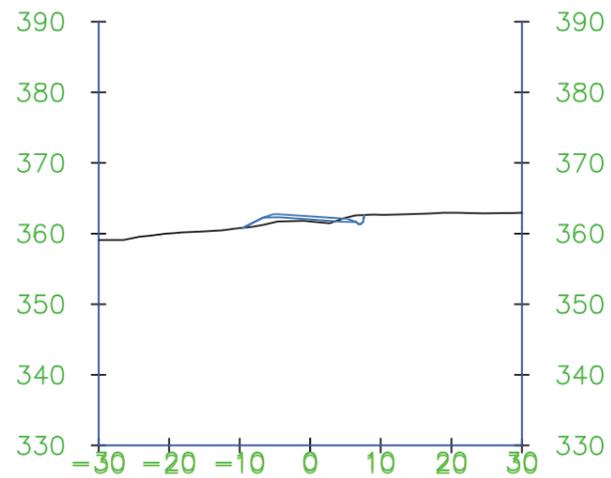
0+180.00



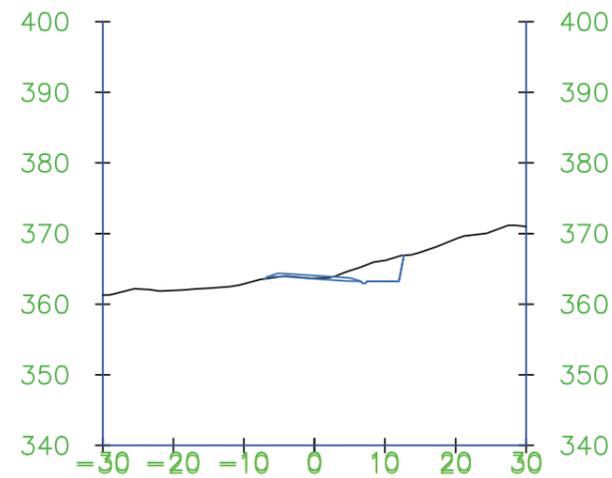
0+220.00



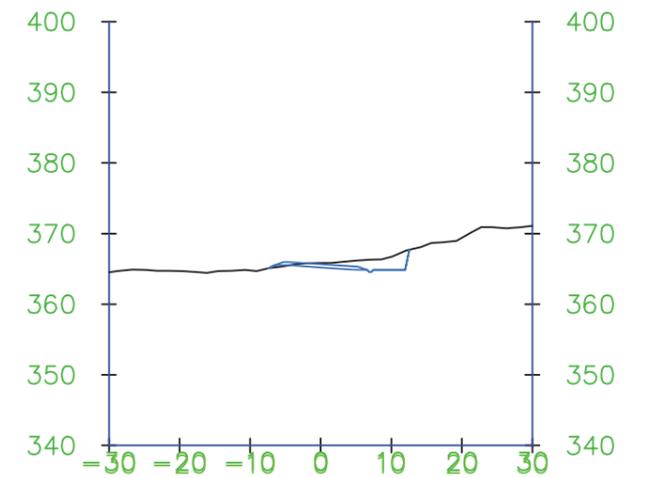
0+160.00



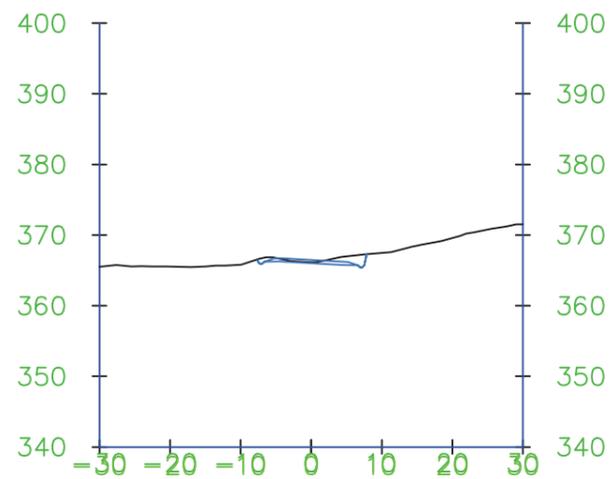
0+200.00



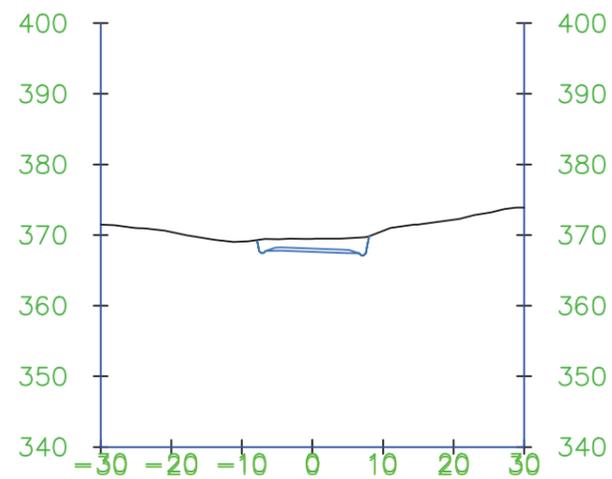
0+240.00



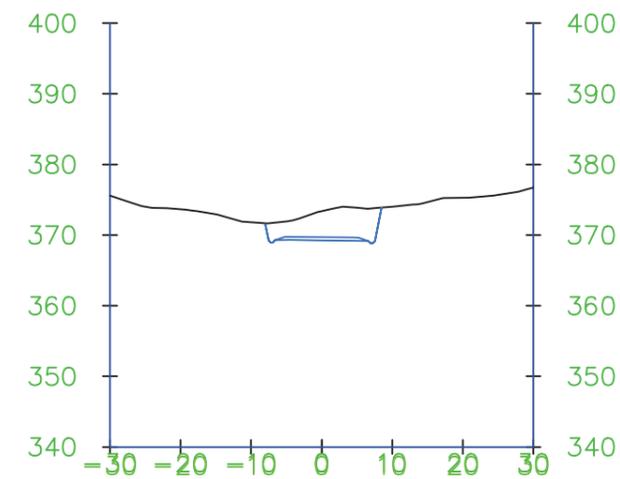
0+260.00



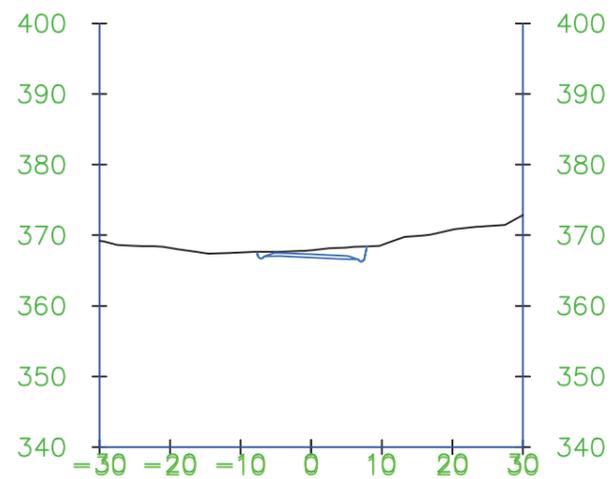
0+300.00



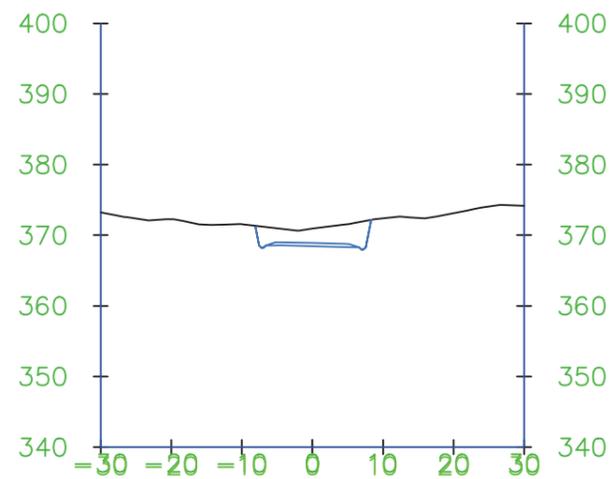
0+340.00



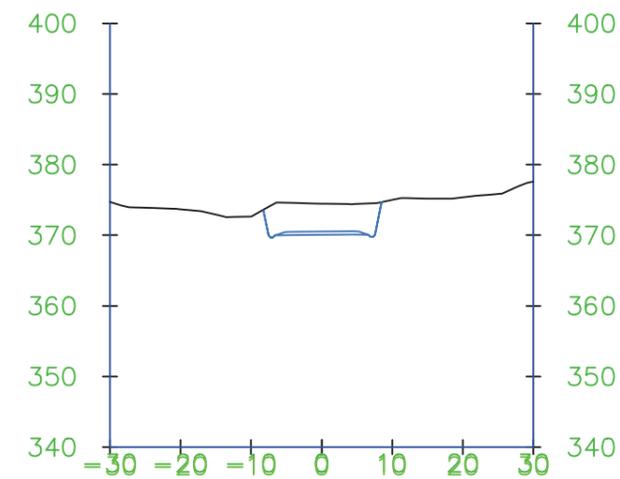
0+280.00



0+320.00



0+360.00



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS  
 DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



AUTOR DEL PROYECTO

CÉSAR MOYA BLASCO

FECHA

JUNIO 2015

TÍTULO DEL PROYECTO

CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE  
 CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE  
 CASTELLÓN). ALTERNATIVA CENTRO

ESCALA:

1:1000

TÍTULO DEL PLANO

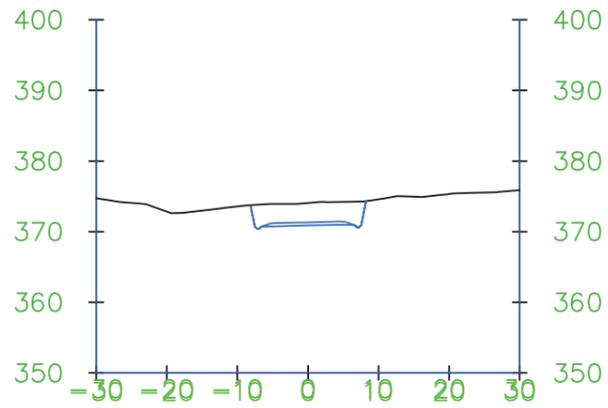
SECCIONES TRANSVERSALES

Nº DE PLANO

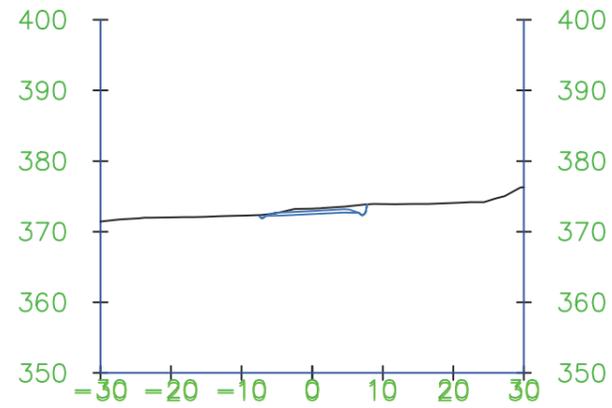
3.4

HOJA 3 DE 33

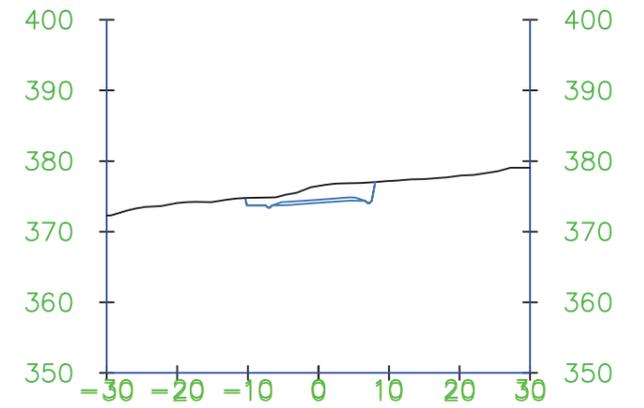
0+380.00



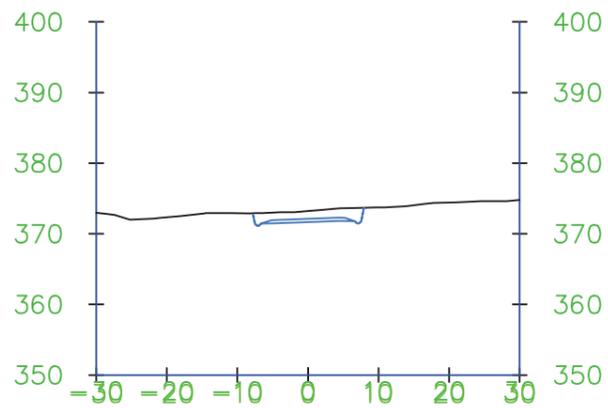
0+420.00



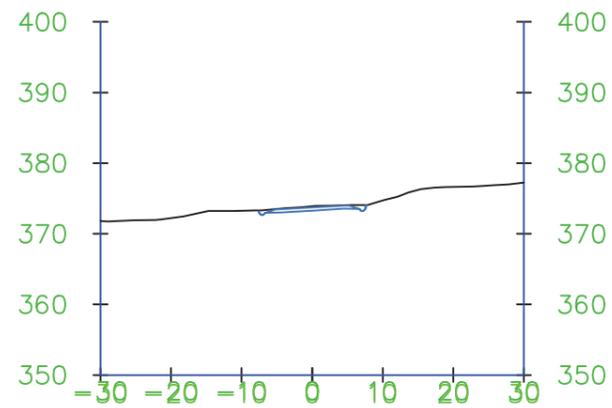
0+460.00



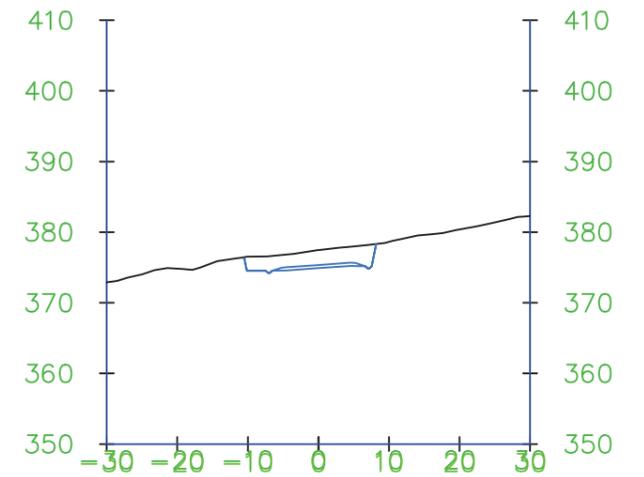
0+400.00



0+440.00



0+480.00



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS  
 DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



AUTOR DEL PROYECTO  
 CÉSAR MOYA BLASCO

FECHA  
 JUNIO 2015

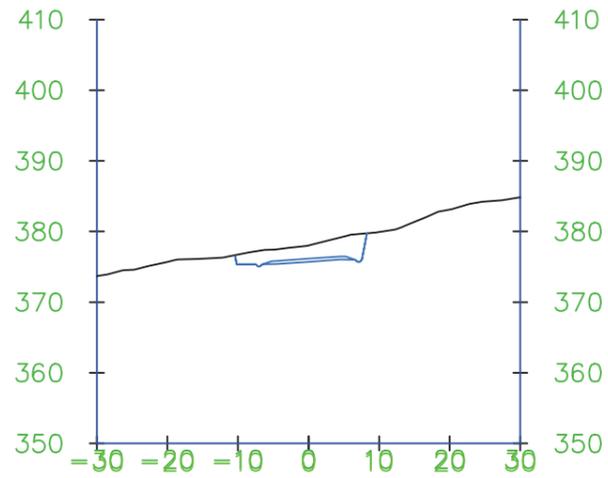
TÍTULO DEL PROYECTO  
 CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE  
 CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE  
 CASTELLÓN). ALTERNATIVA CENTRO

ESCALA:  
 1:1000

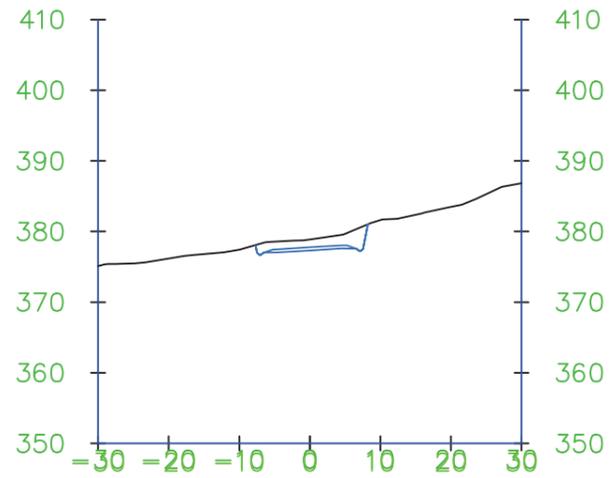
TÍTULO DEL PLANO  
 SECCIONES TRANSVERSALES

Nº DE PLANO  
 3.4  
 HOJA 4 DE 33

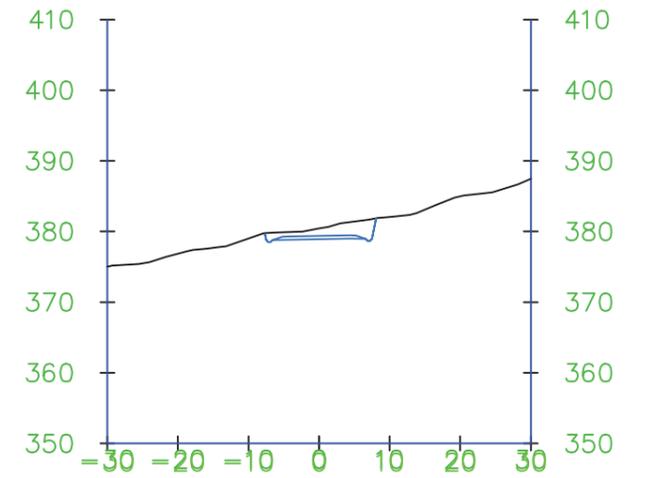
0+500.00



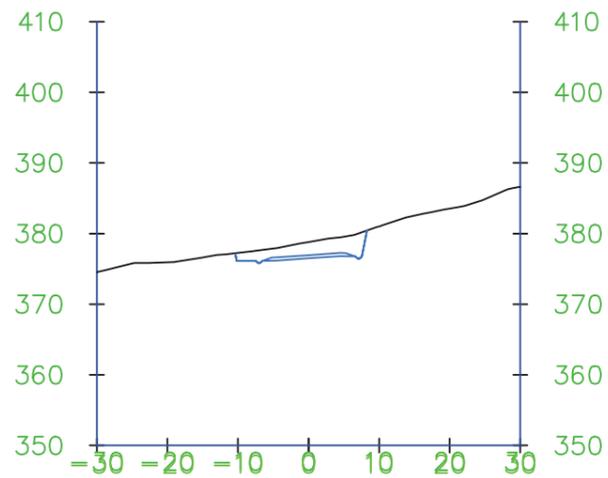
0+540.00



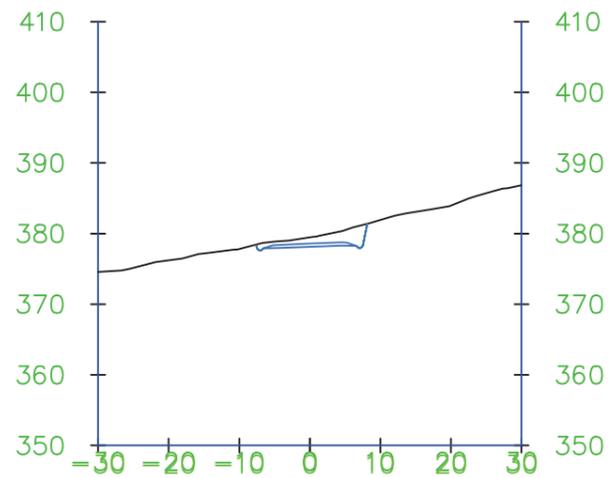
0+580.00



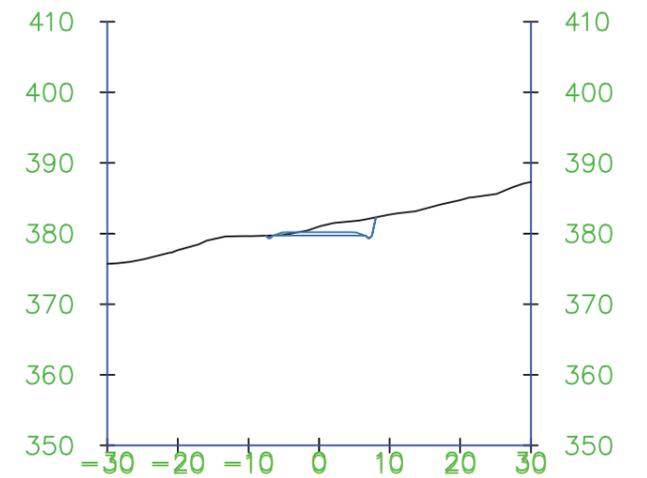
0+520.00



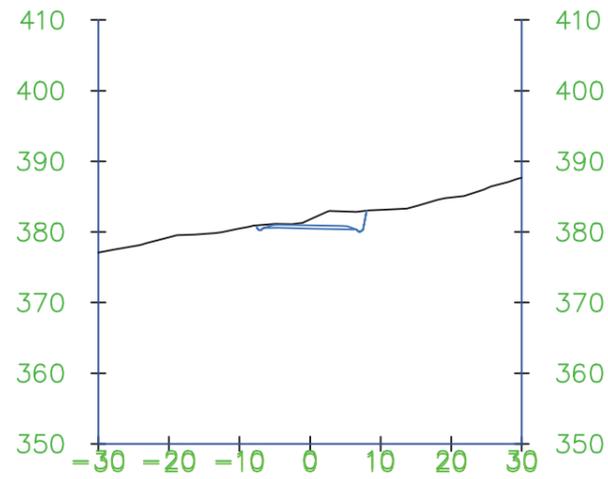
0+560.00



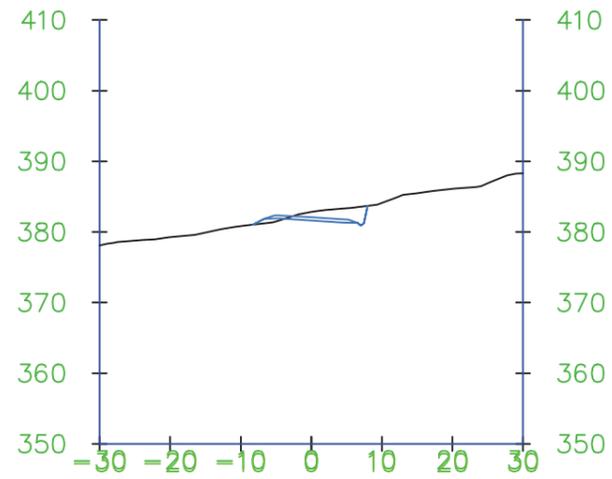
0+600.00



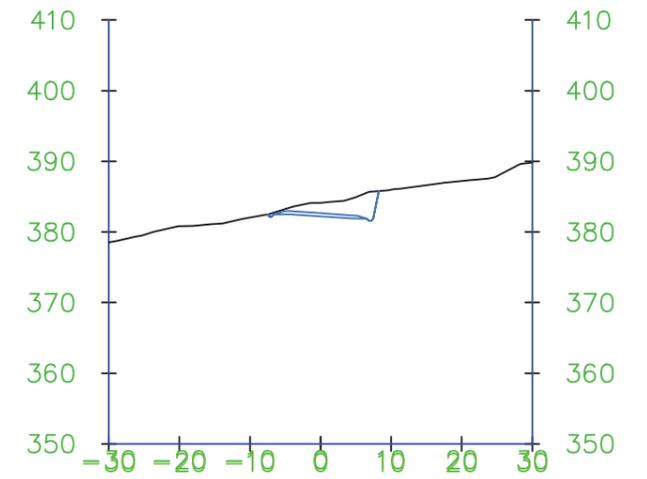
0+620.00



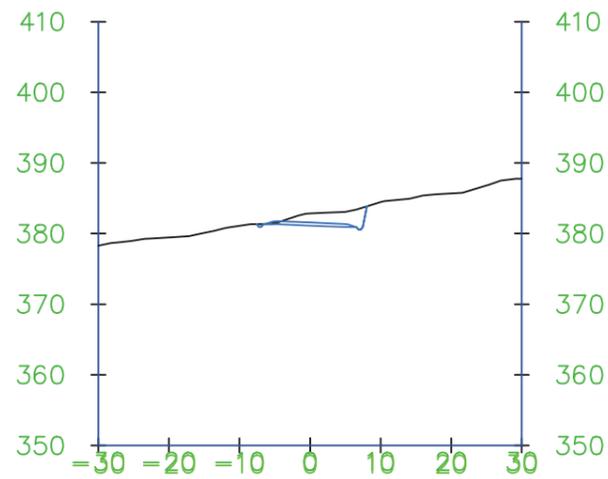
0+660.00



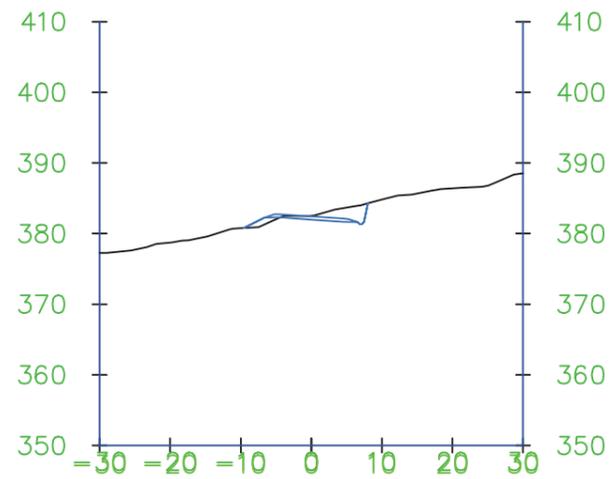
0+700.00



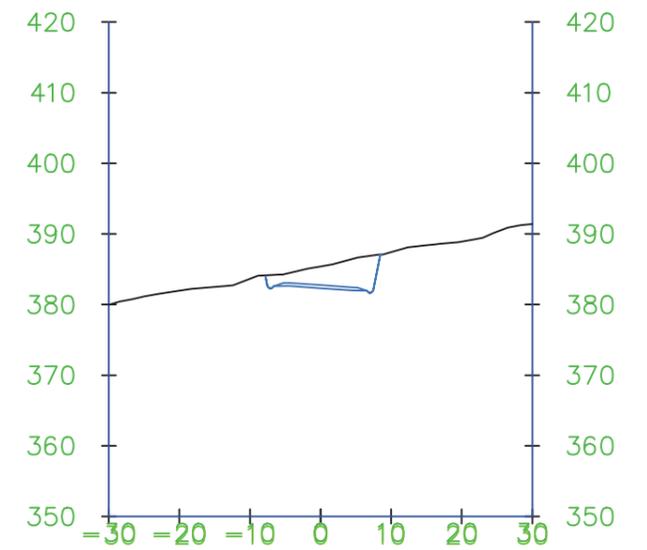
0+640.00



0+680.00



0+720.00



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS  
 DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



AUTOR DEL PROYECTO

CÉSAR MOYA BLASCO

FECHA

JUNIO 2015

TÍTULO DEL PROYECTO

CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE  
 CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE  
 CASTELLÓN). ALTERNATIVA CENTRO

ESCALA:

1:1000

TÍTULO DEL PLANO

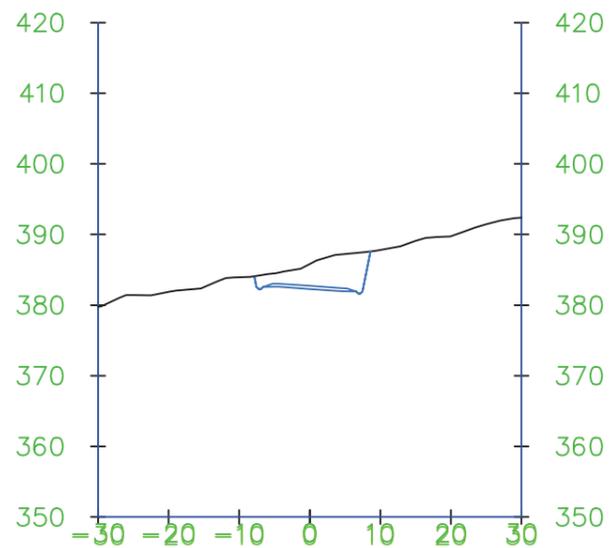
SECCIONES TRANSVERSALES

Nº DE PLANO

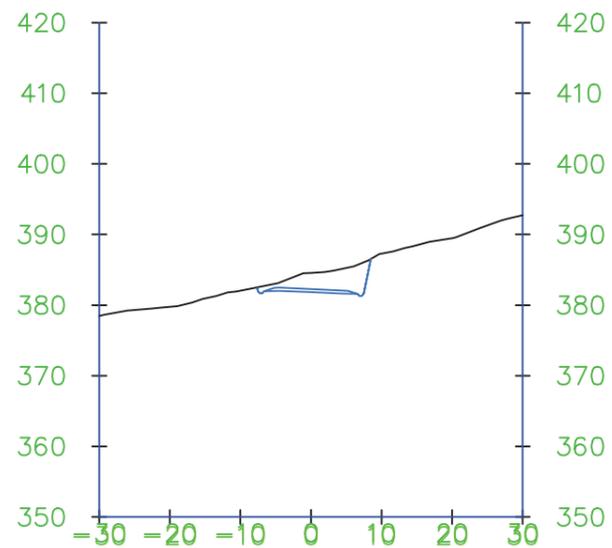
3.4

HOJA 6 DE 33

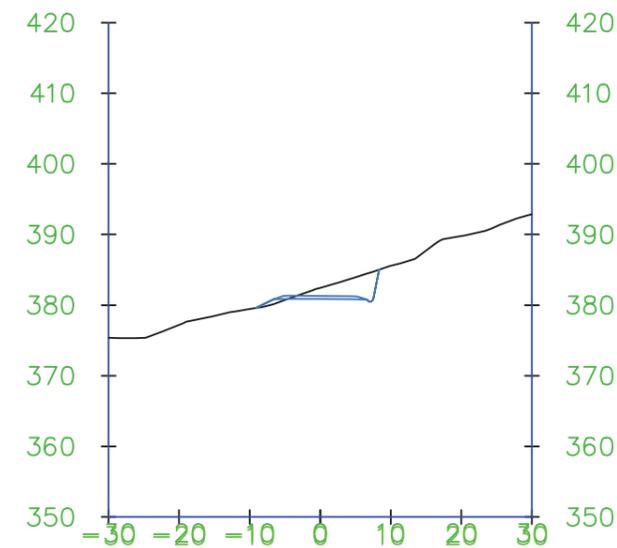
0+740.00



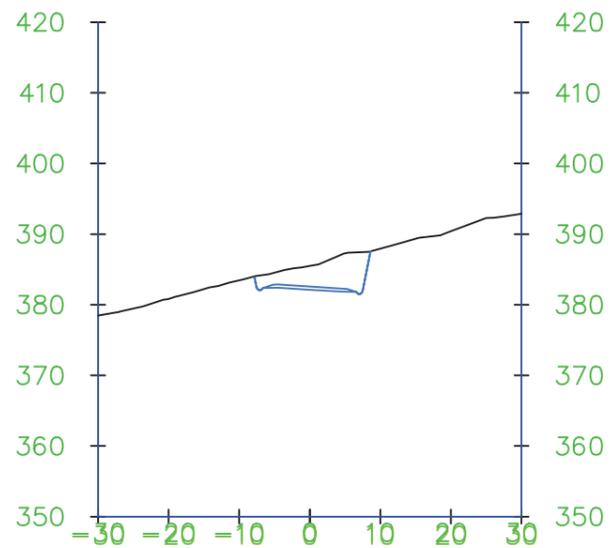
0+780.00



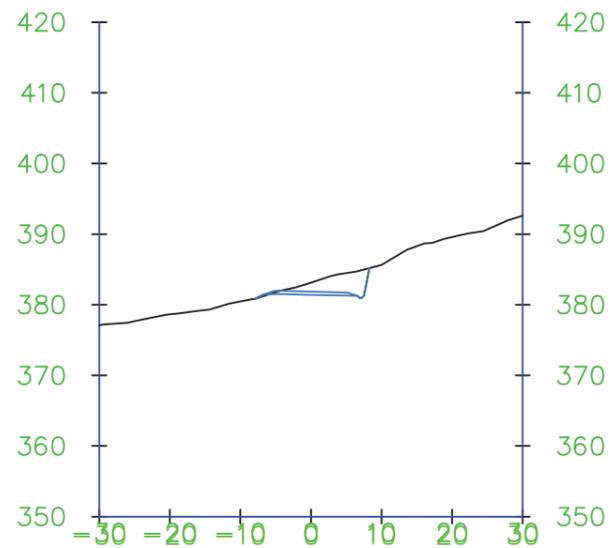
0+820.00



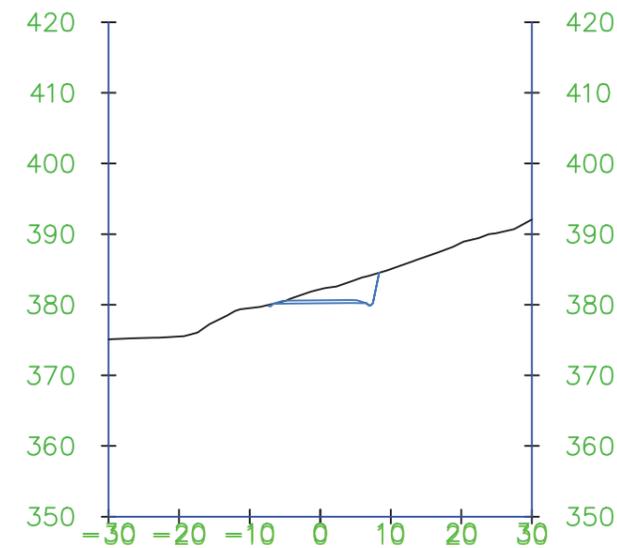
0+760.00

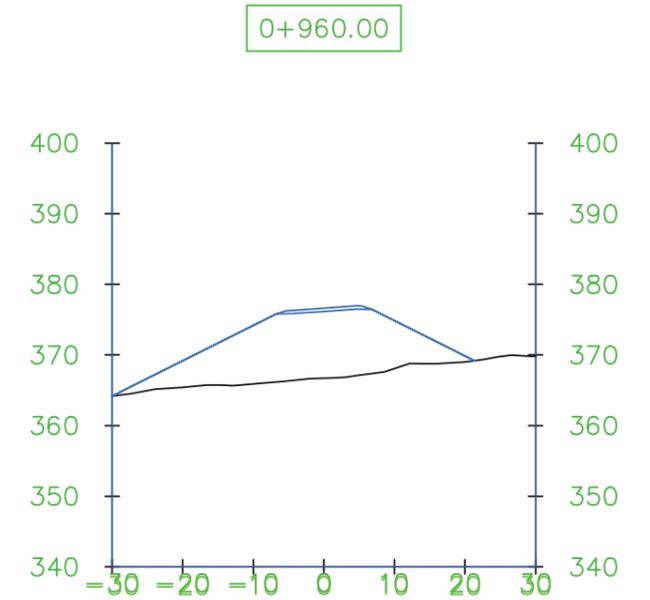
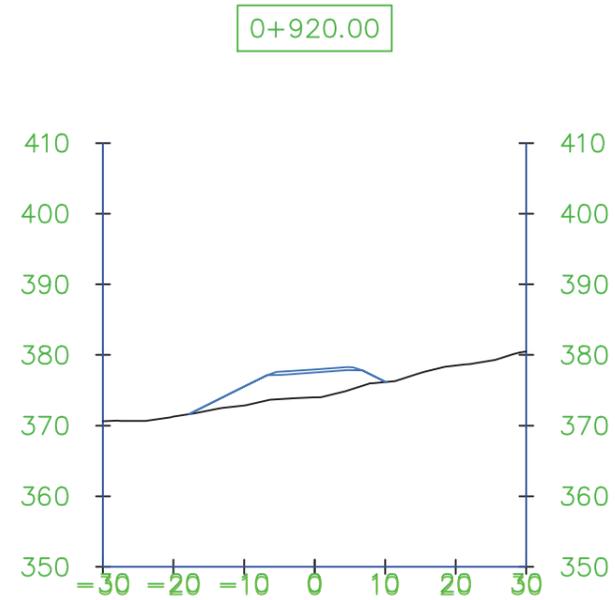
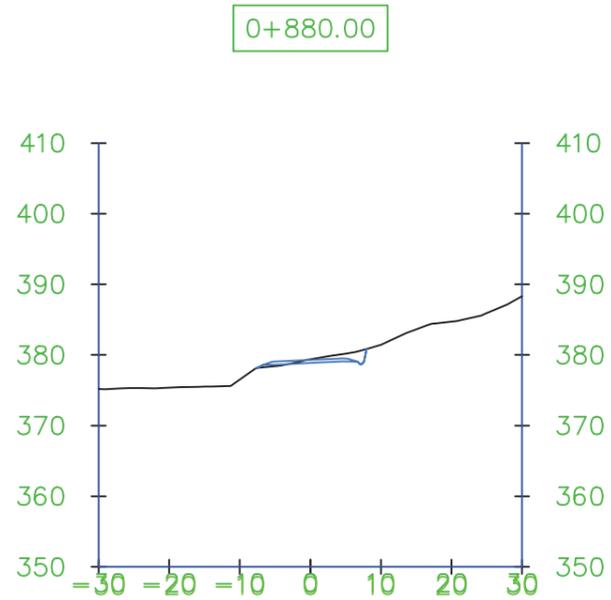
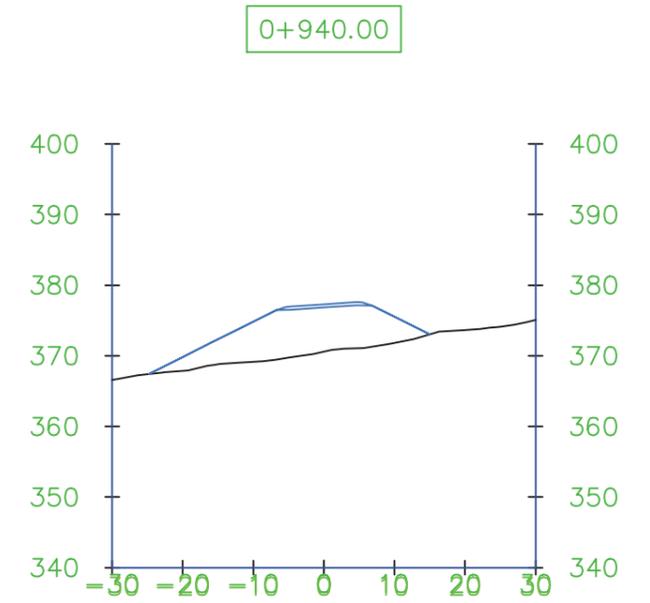
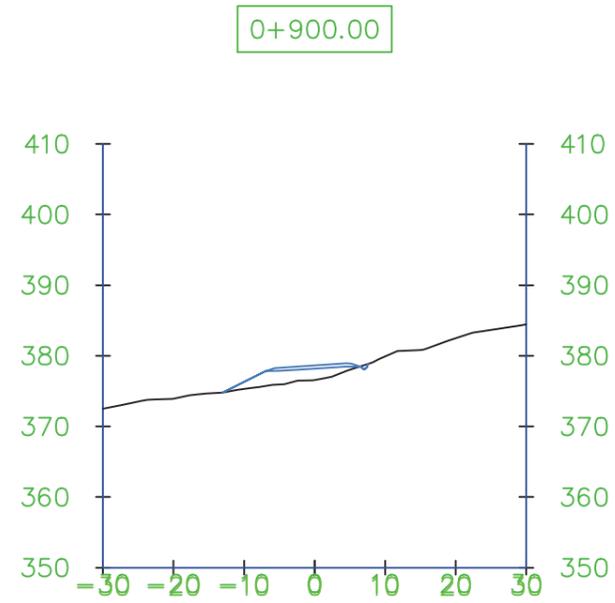
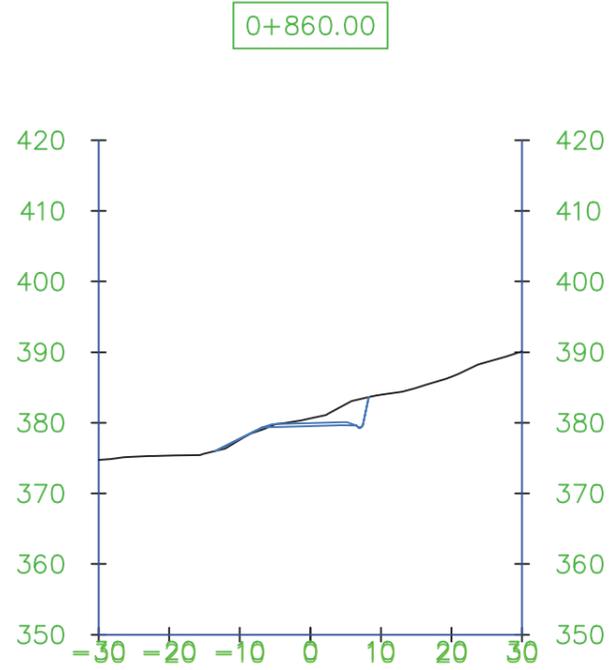


0+800.00

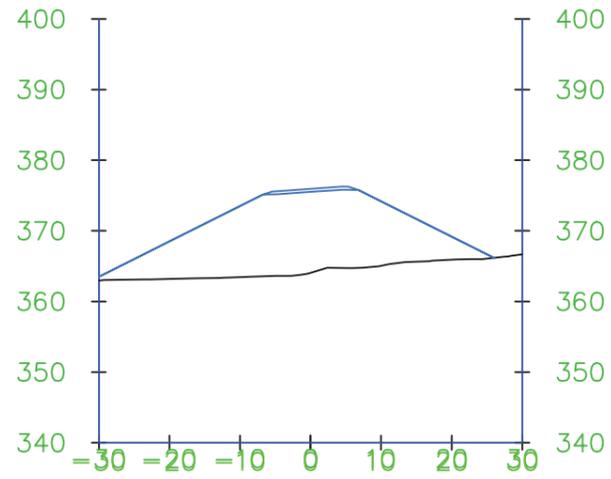


0+840.00

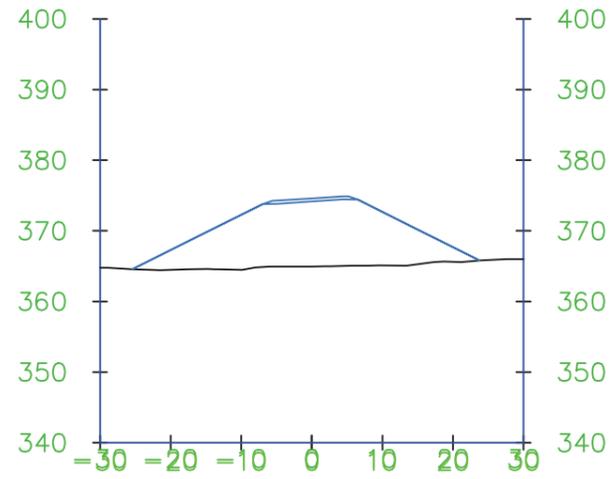




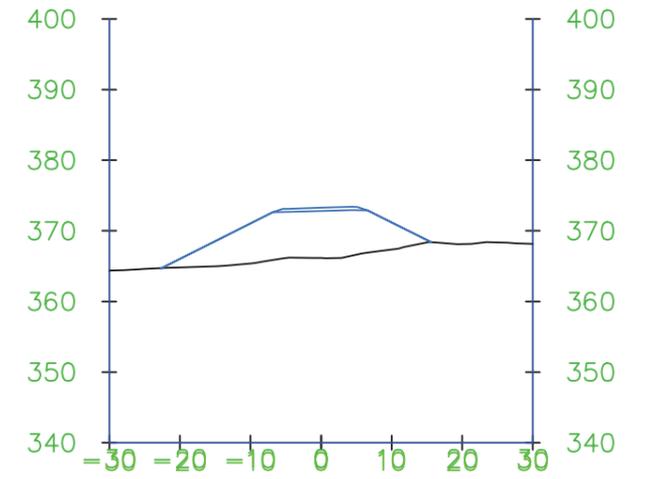
0+980.00



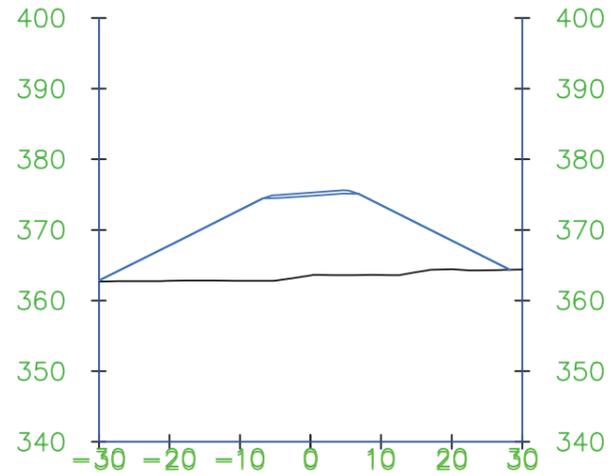
1+020.00



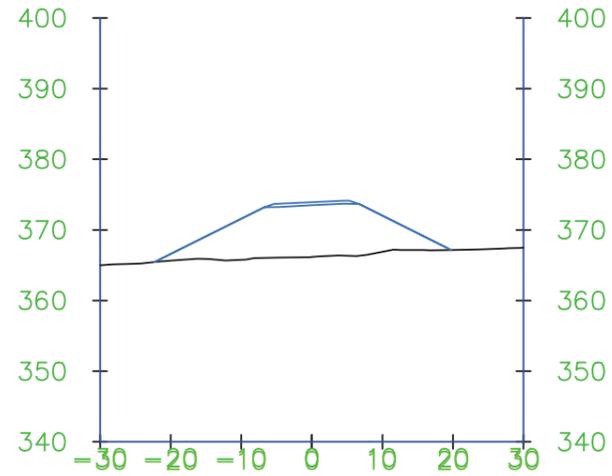
1+060.00



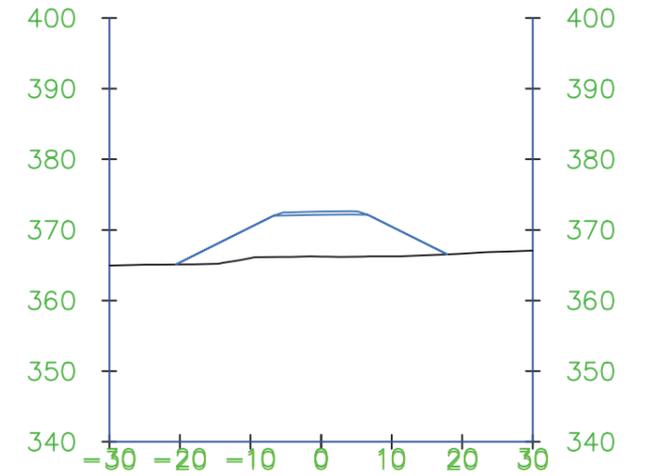
1+000.00



1+040.00



1+080.00



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS  
 DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



AUTOR DEL PROYECTO

CÉSAR MOYA BLASCO

FECHA

JUNIO 2015

TÍTULO DEL PROYECTO

CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE  
 CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE  
 CASTELLÓN). ALTERNATIVA CENTRO

ESCALA:

1:1000

TÍTULO DEL PLANO

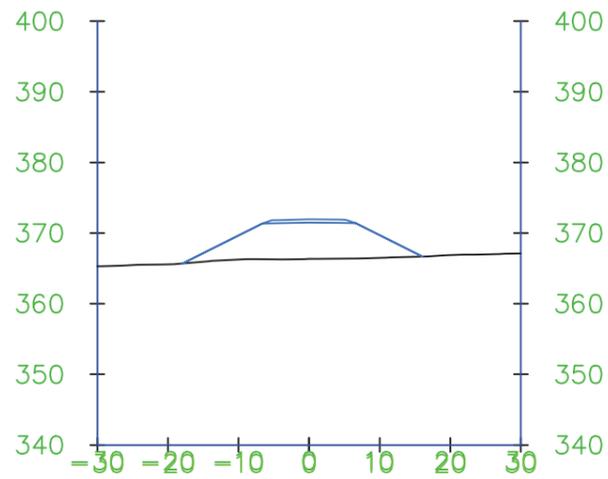
SECCIONES TRANSVERSALES

Nº DE PLANO

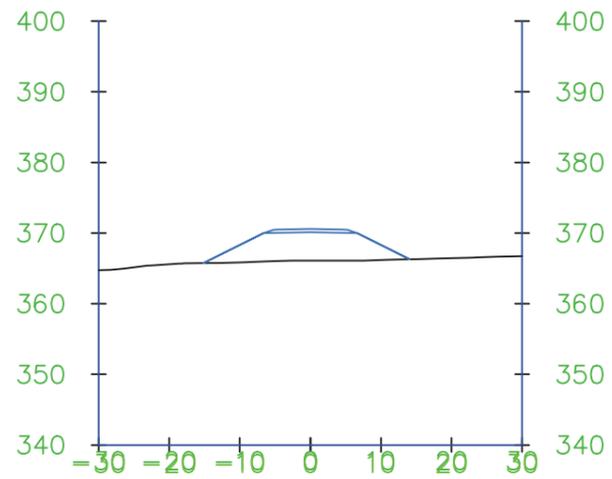
3.4

HOJA 9 DE 33

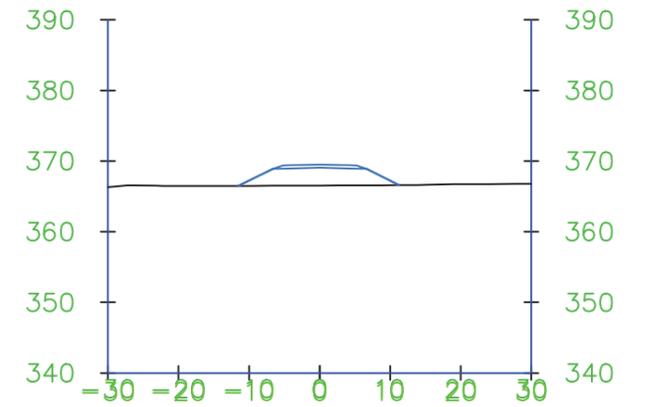
1+100.00



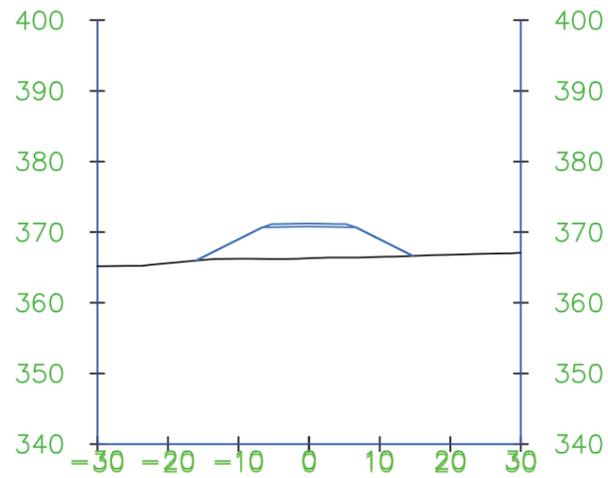
1+140.00



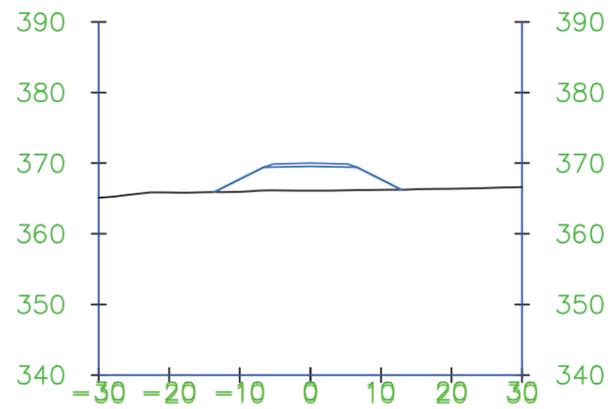
1+180.00



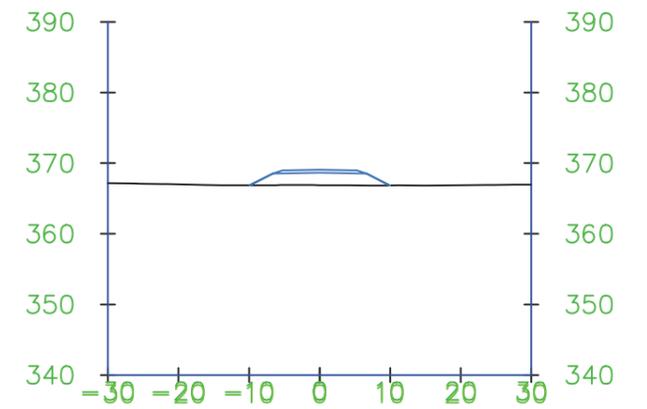
1+120.00

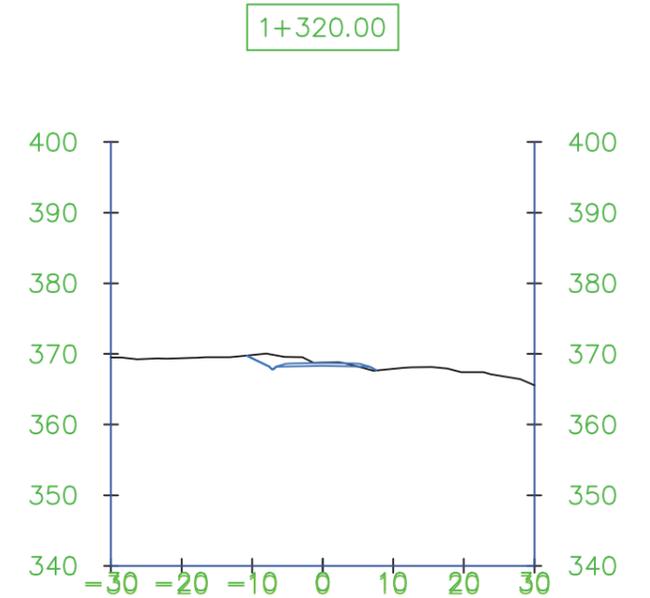
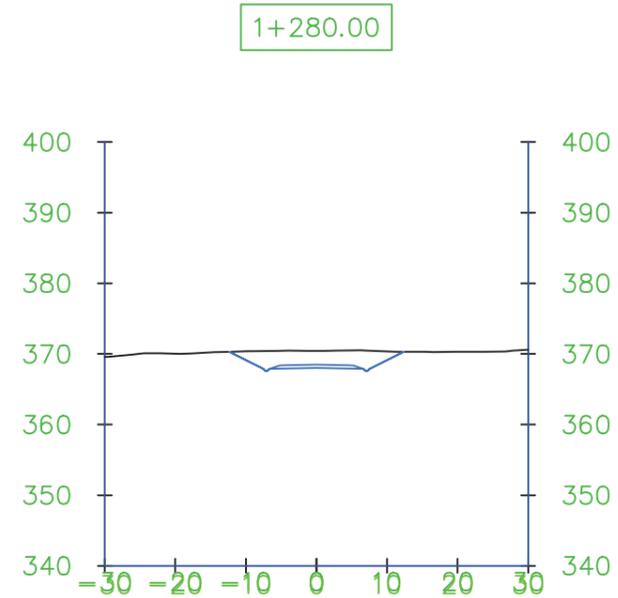
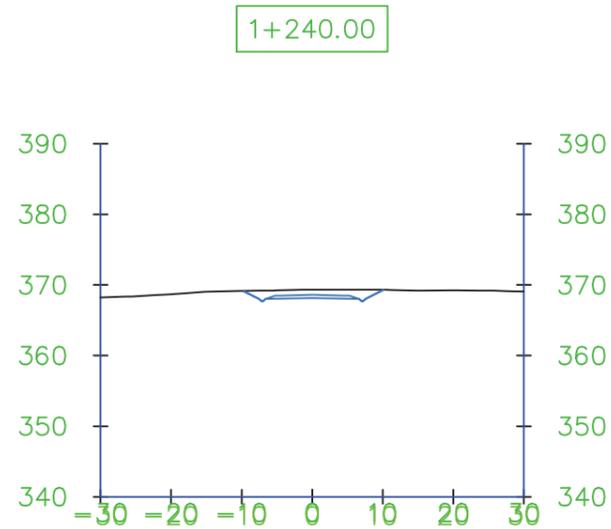
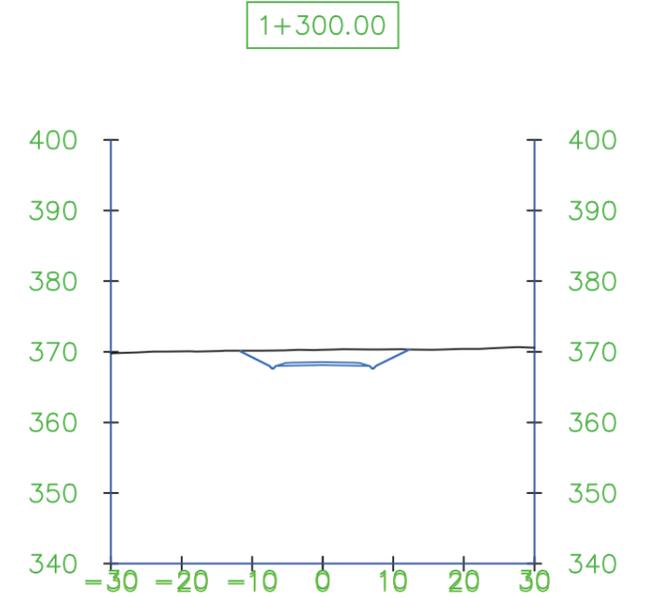
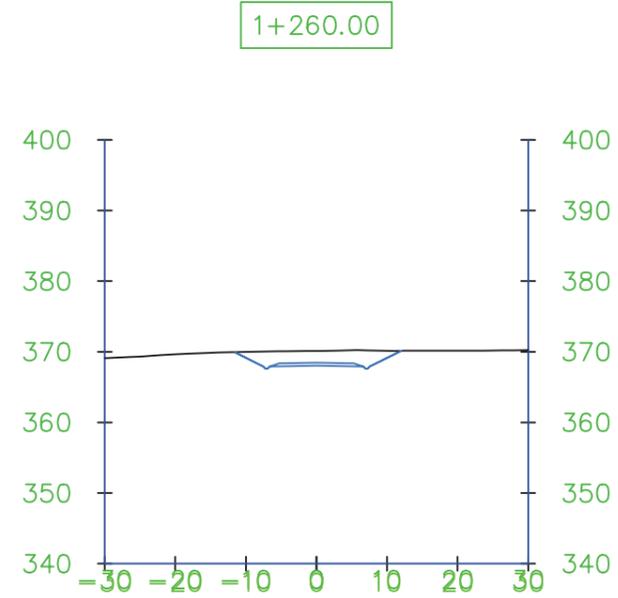
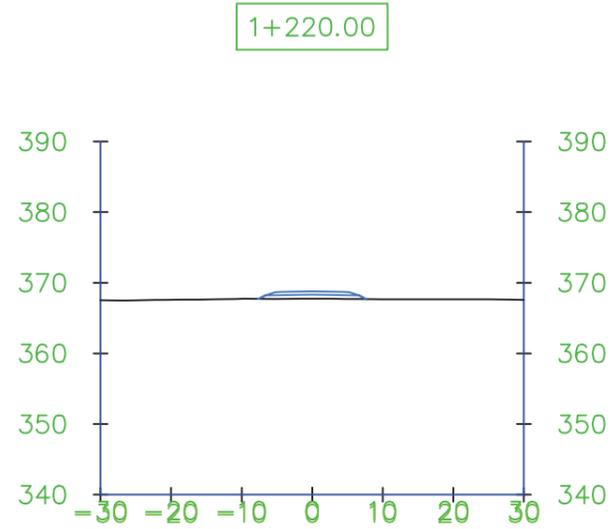


1+160.00

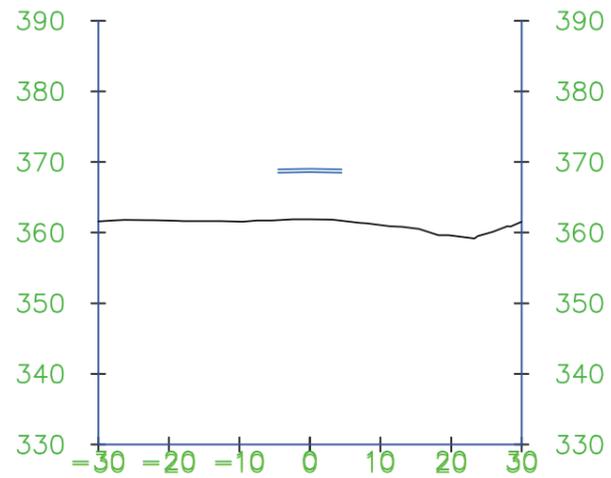


1+200.00

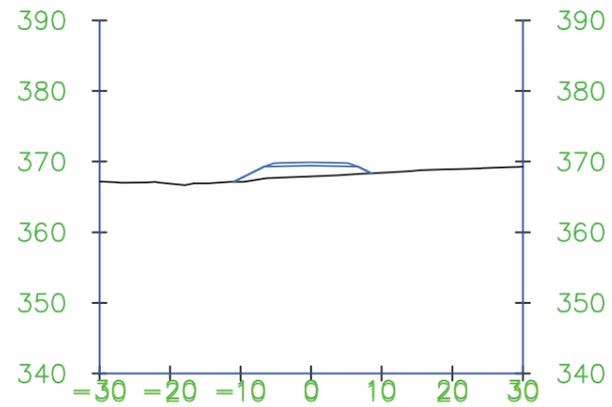




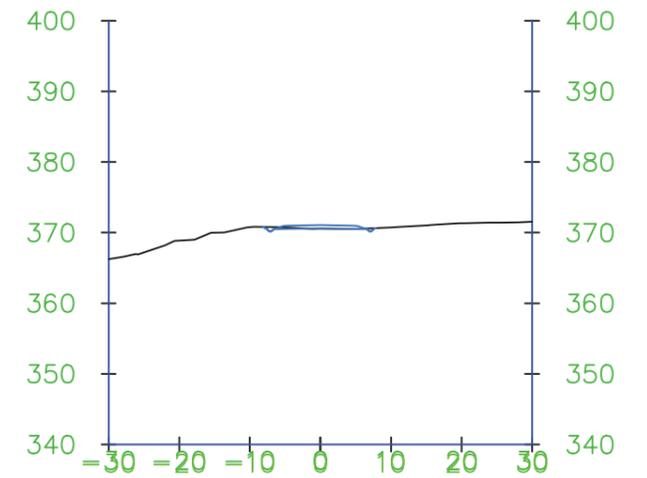
1+340.00



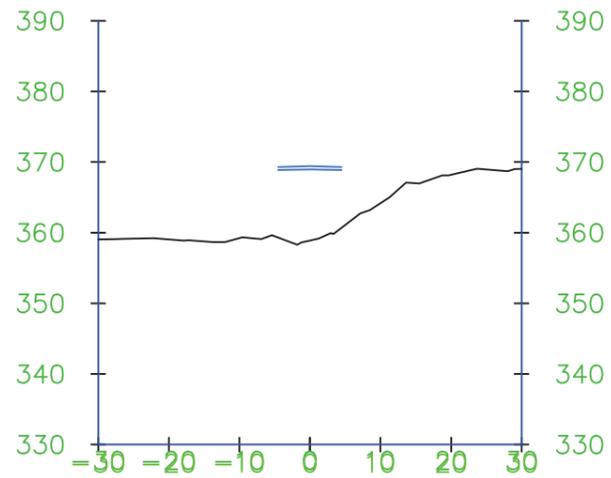
1+380.00



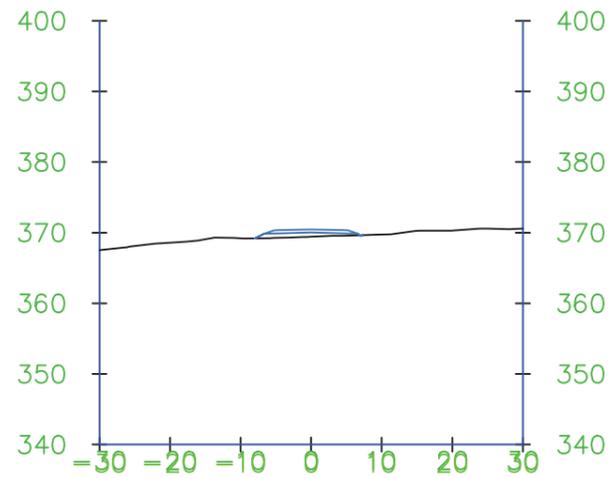
1+420.00



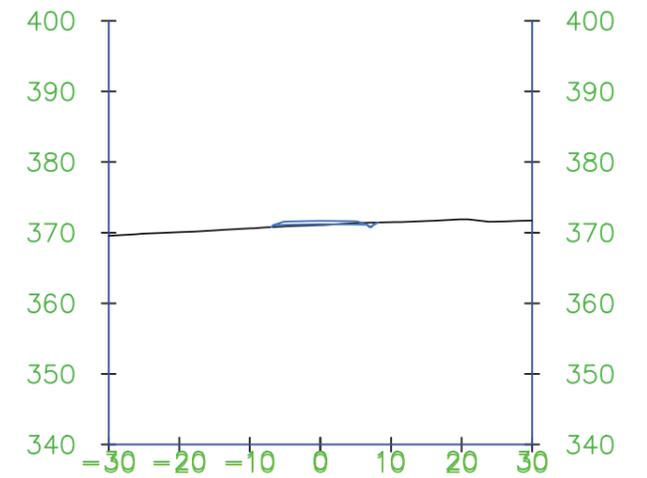
1+360.00

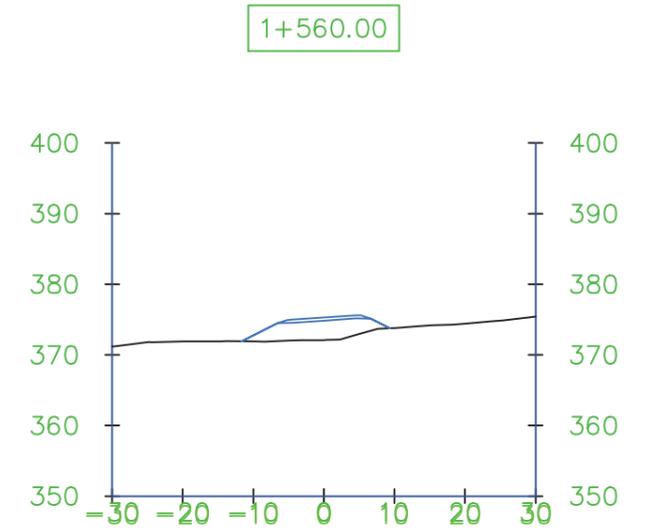
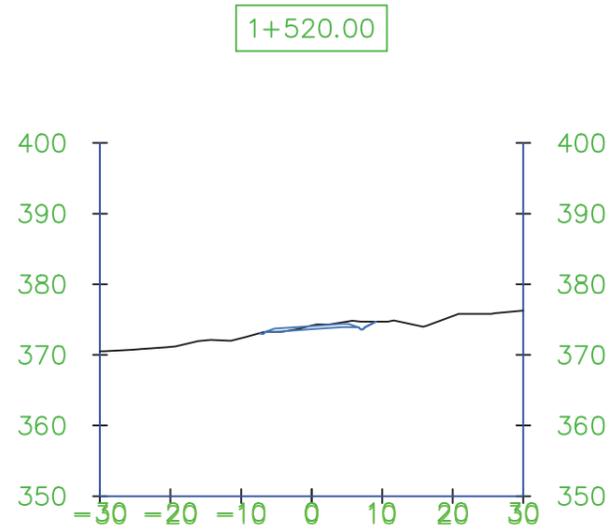
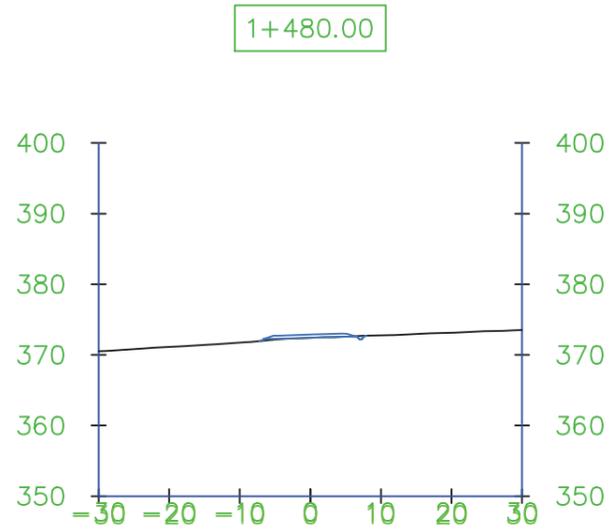
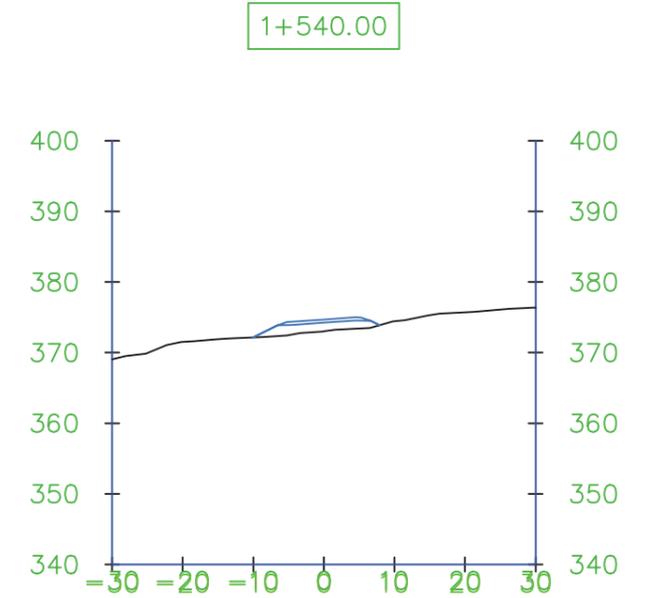
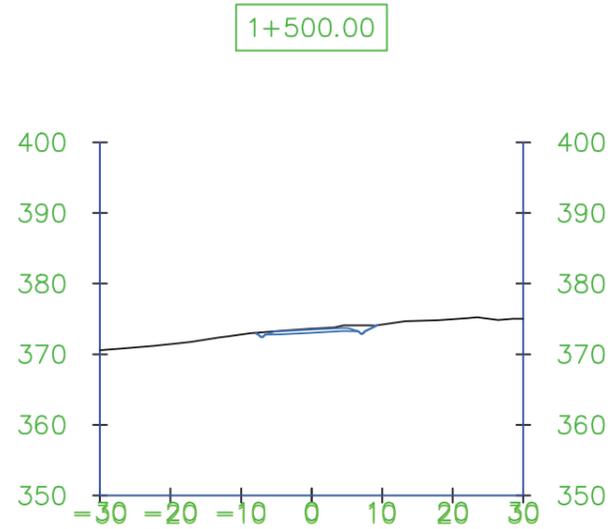
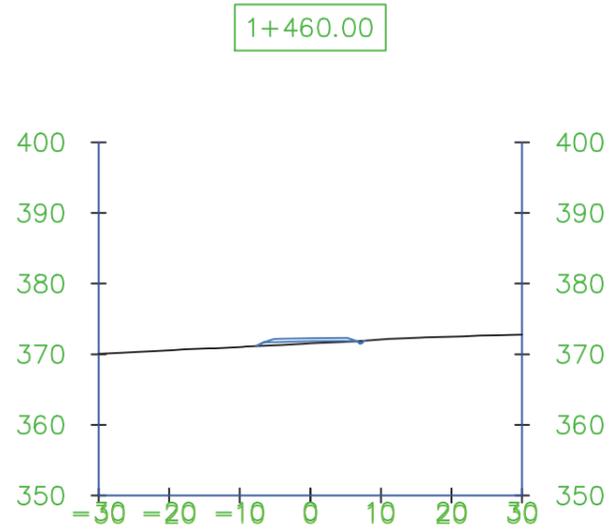


1+400.00

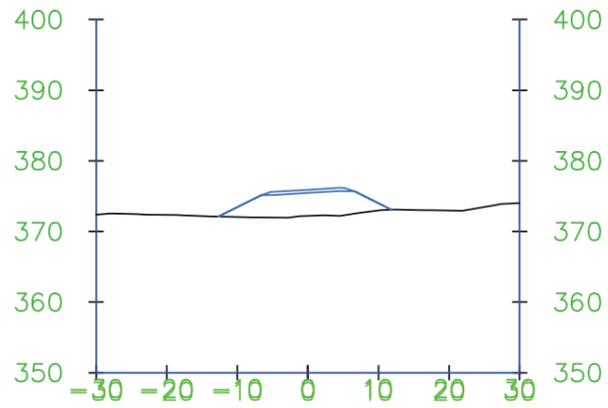


1+440.00

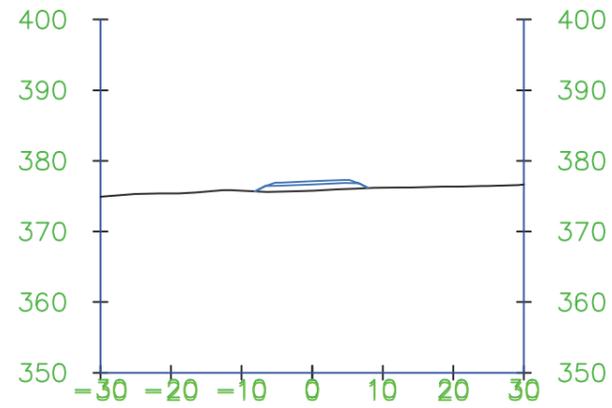




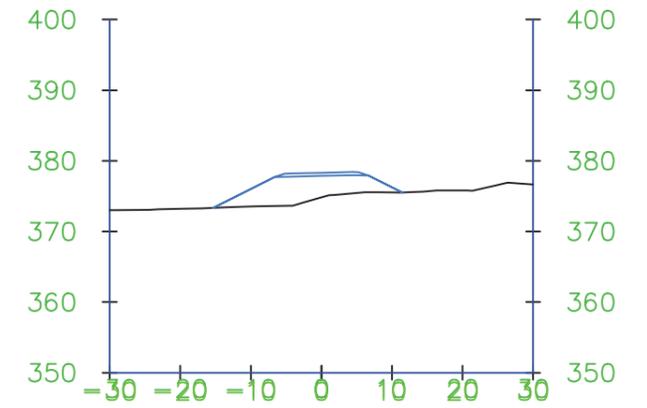
1+580.00



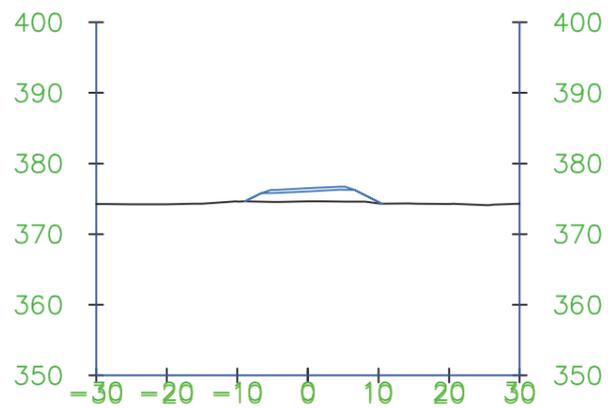
1+620.00



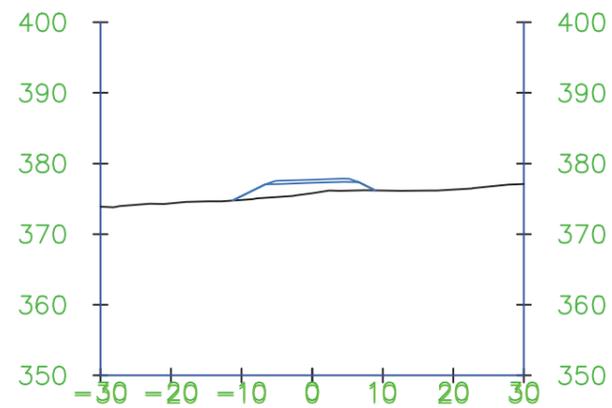
1+660.00



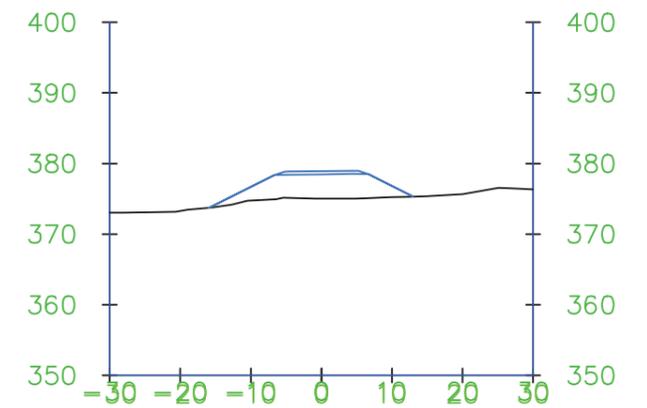
1+600.00



1+640.00



1+680.00



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS  
 DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



AUTOR DEL PROYECTO

CÉSAR MOYA BLASCO

FECHA

JUNIO 2015

TÍTULO DEL PROYECTO

CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE  
 CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE  
 CASTELLÓN). ALTERNATIVA CENTRO

ESCALA:

1:1000

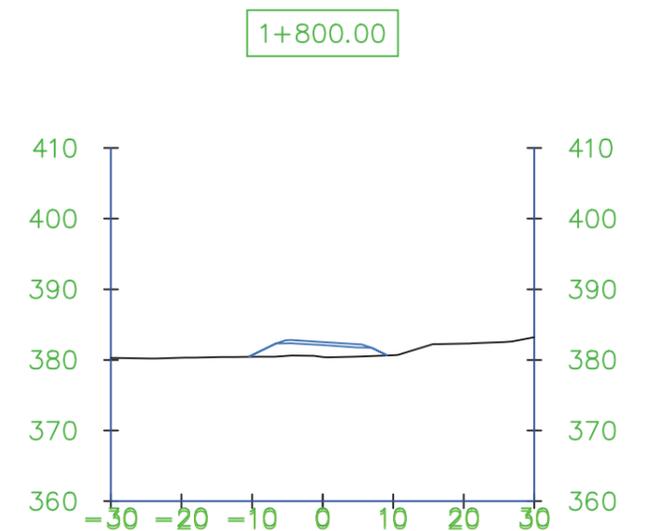
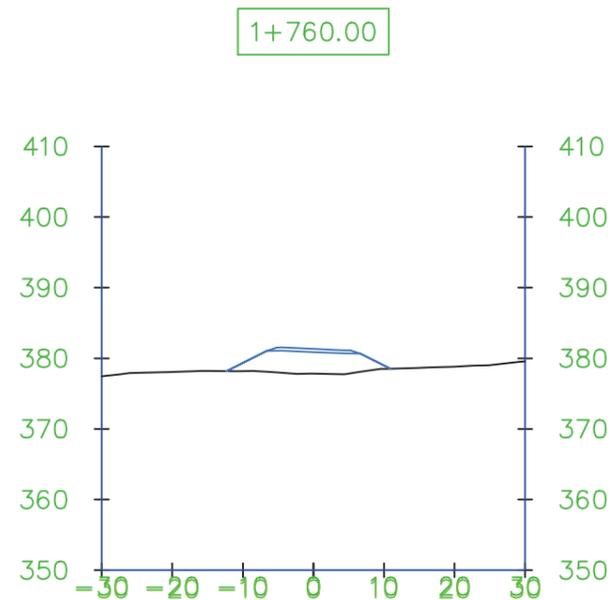
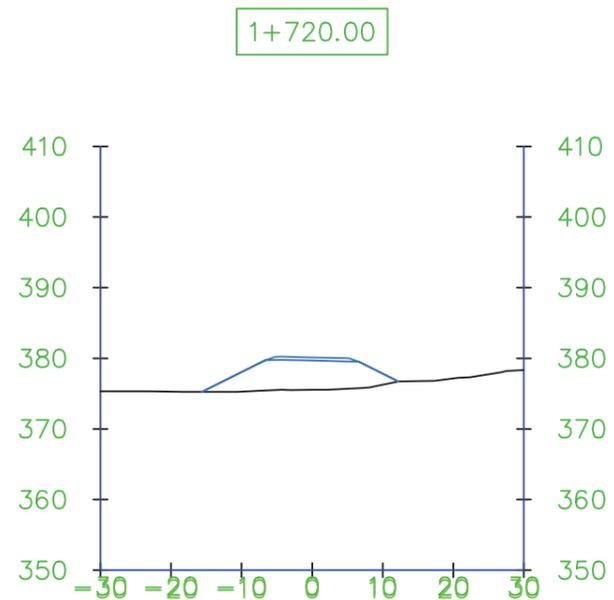
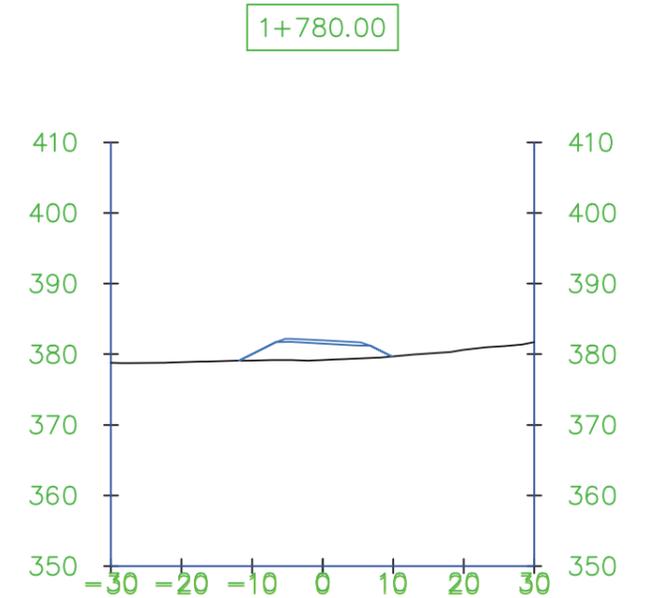
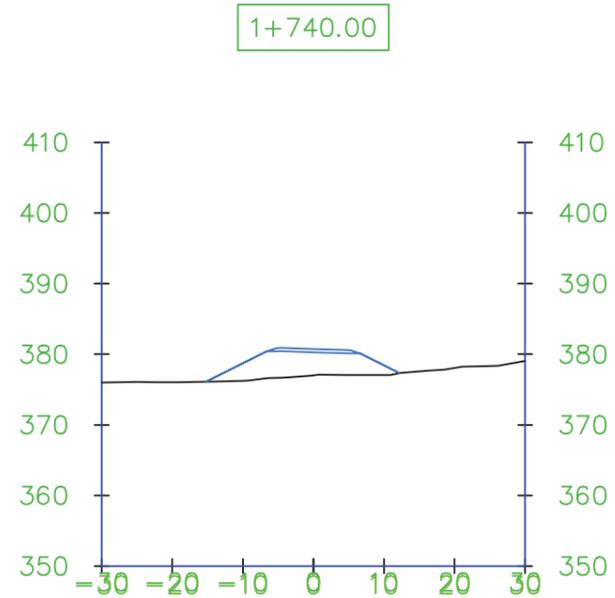
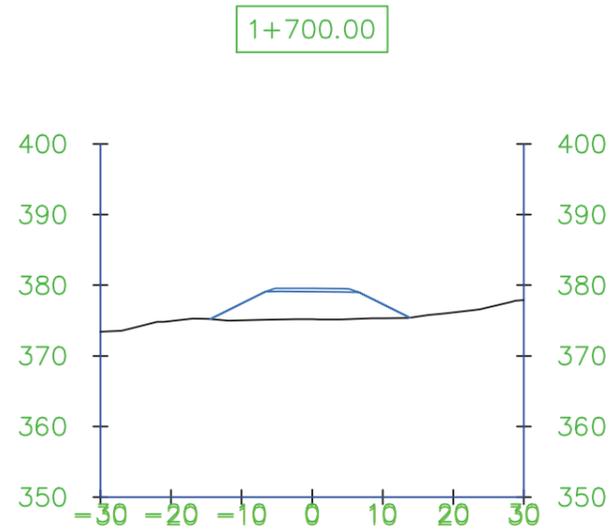
TÍTULO DEL PLANO

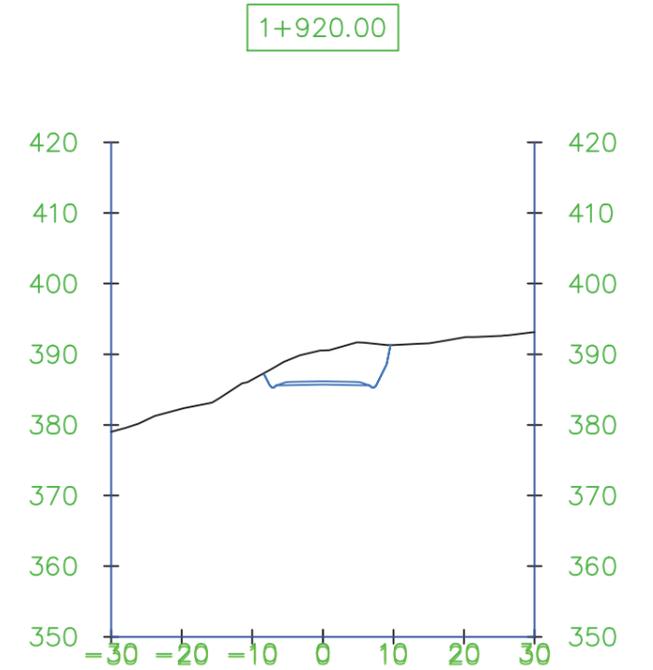
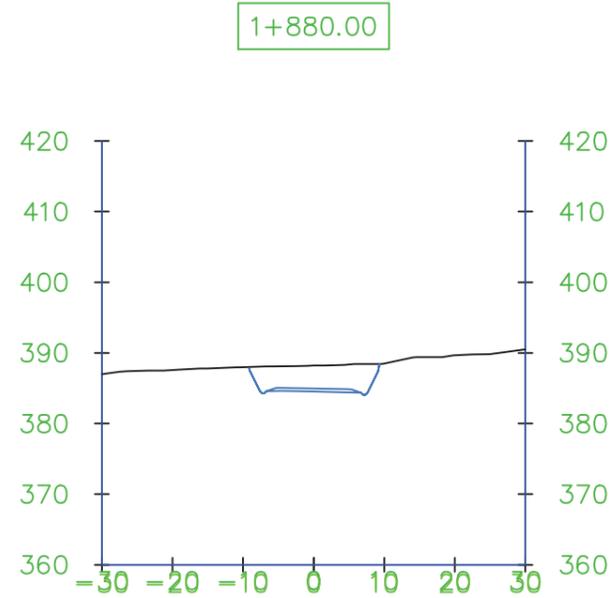
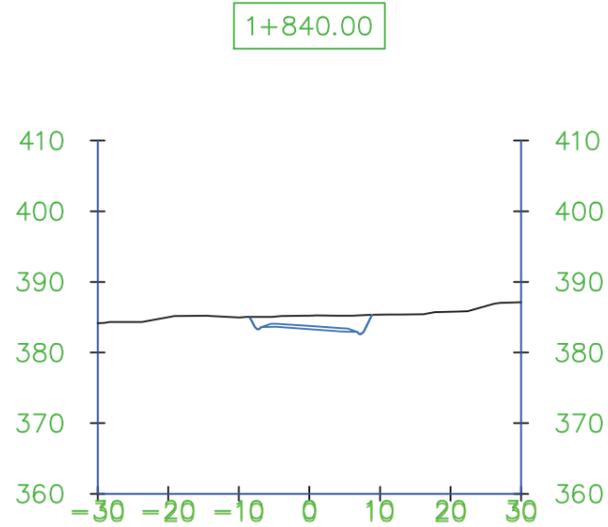
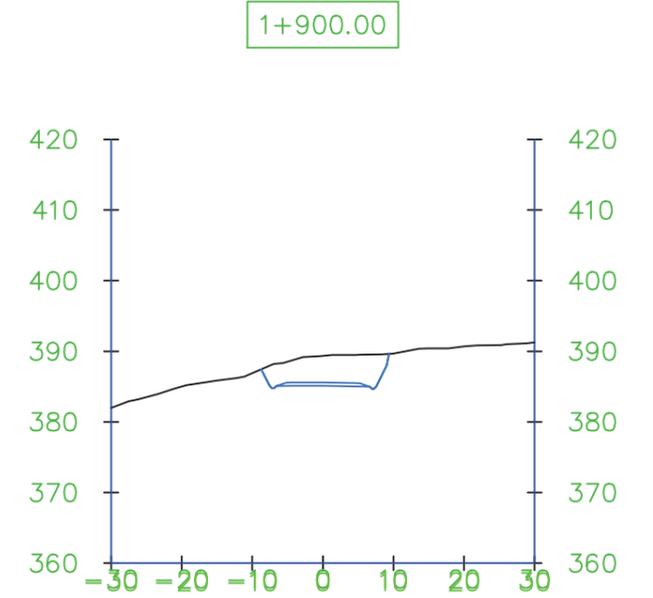
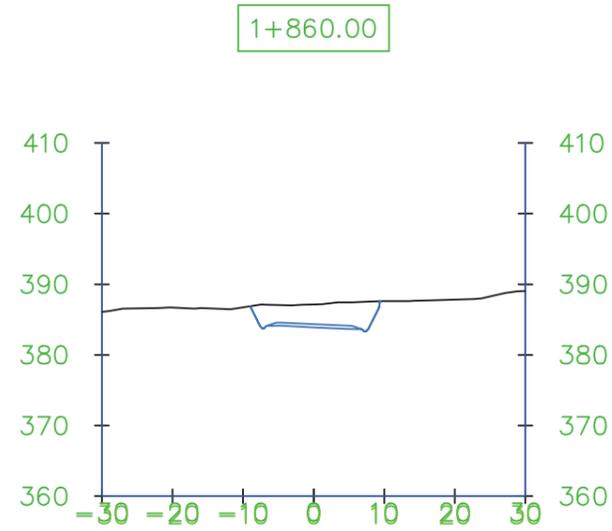
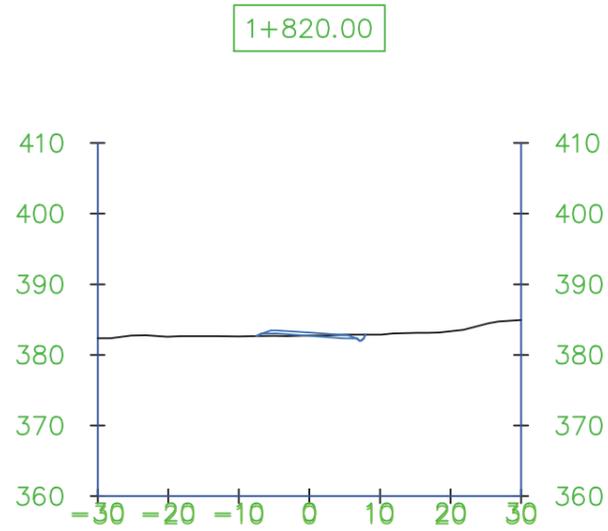
SECCIONES TRANSVERSALES

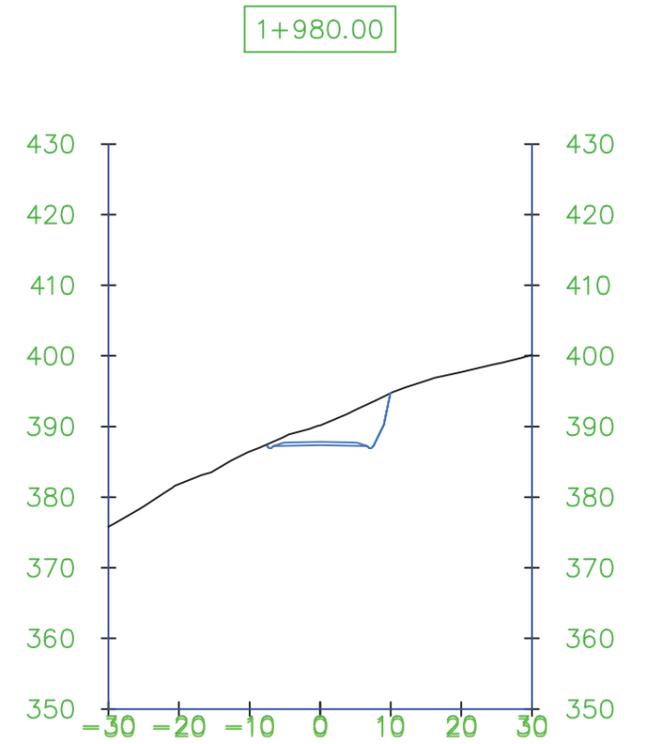
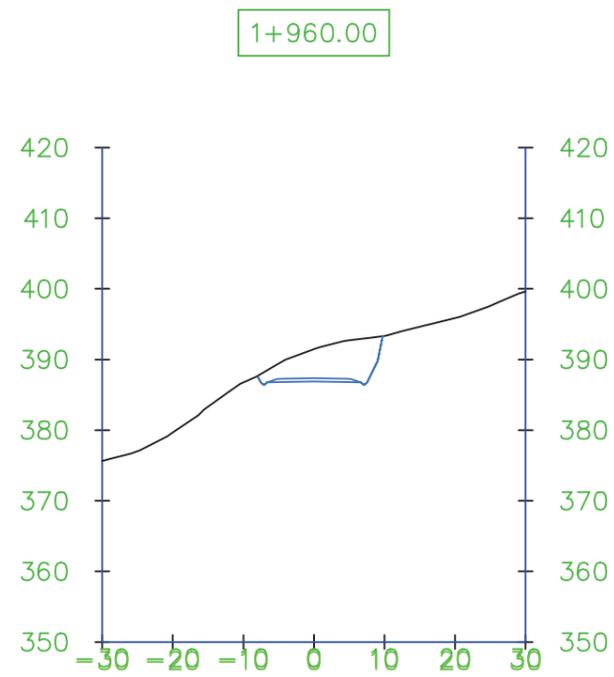
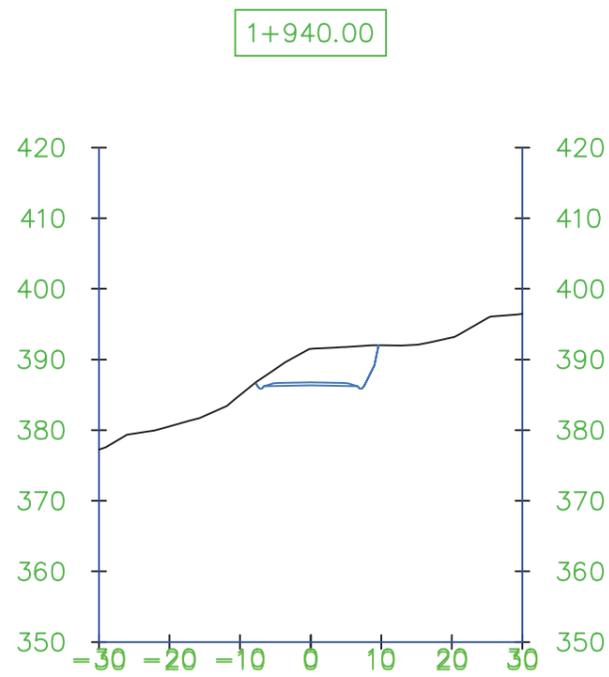
Nº DE PLANO

3.4

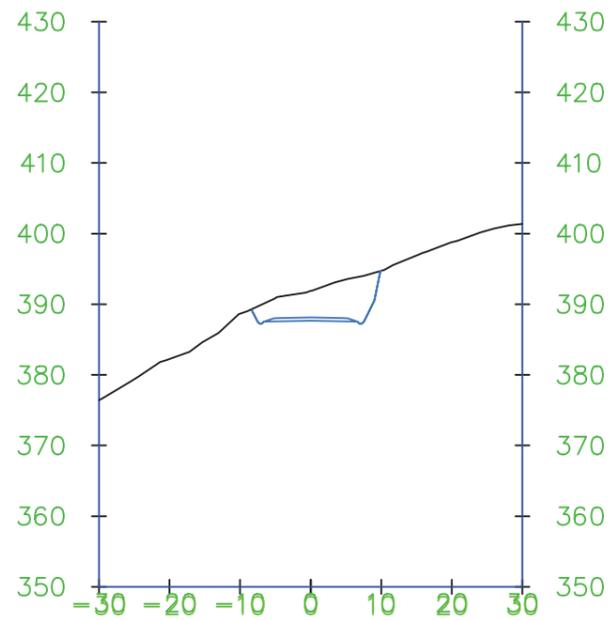
HOJA 14 DE 33



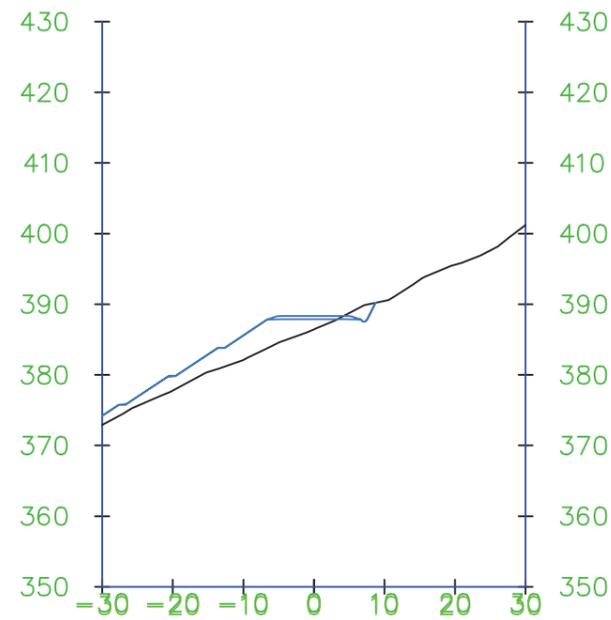




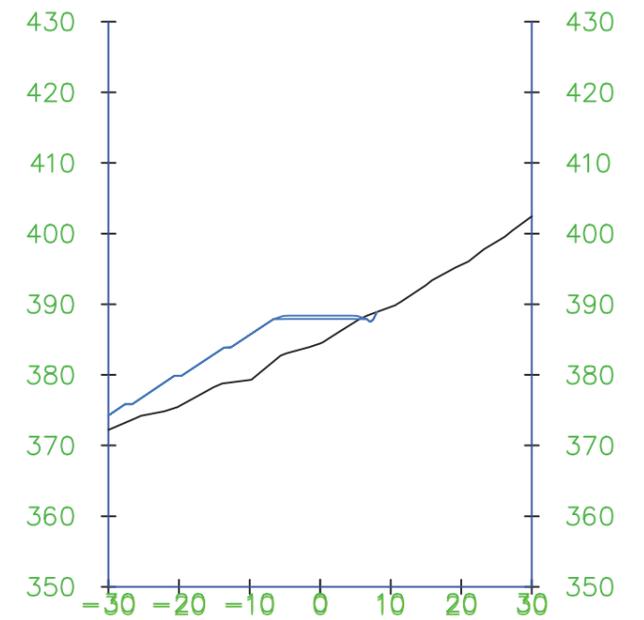
2+000.00



2+020.00



2+040.00



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS  
 DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



AUTOR DEL PROYECTO

CÉSAR MOYA BLASCO

FECHA

JUNIO 2015

TÍTULO DEL PROYECTO

CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE  
 CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE  
 CASTELLÓN). ALTERNATIVA CENTRO

ESCALA:

1:1000

TÍTULO DEL PLANO

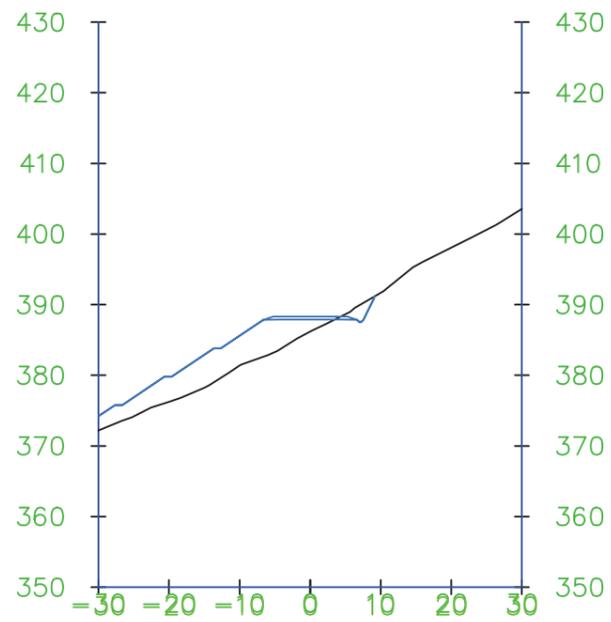
SECCIONES TRANSVERSALES

Nº DE PLANO

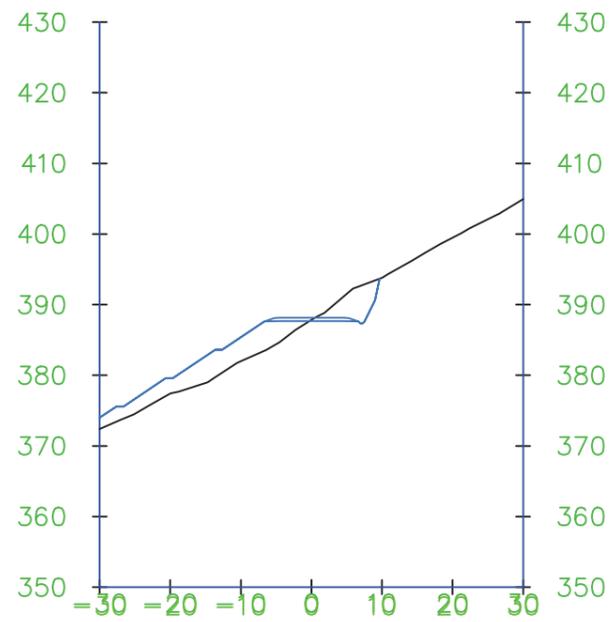
3.4

HOJA 18 DE 33

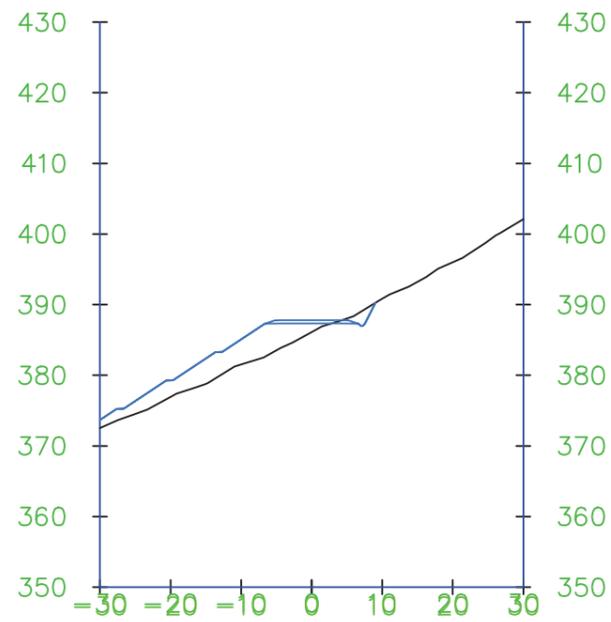
2+060.00



2+080.00



2+100.00



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS  
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



AUTOR DEL PROYECTO

CÉSAR MOYA BLASCO

FECHA

JUNIO 2015

TÍTULO DEL PROYECTO

CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE  
CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE  
CASTELLÓN). ALTERNATIVA CENTRO

ESCALA:

1:1000

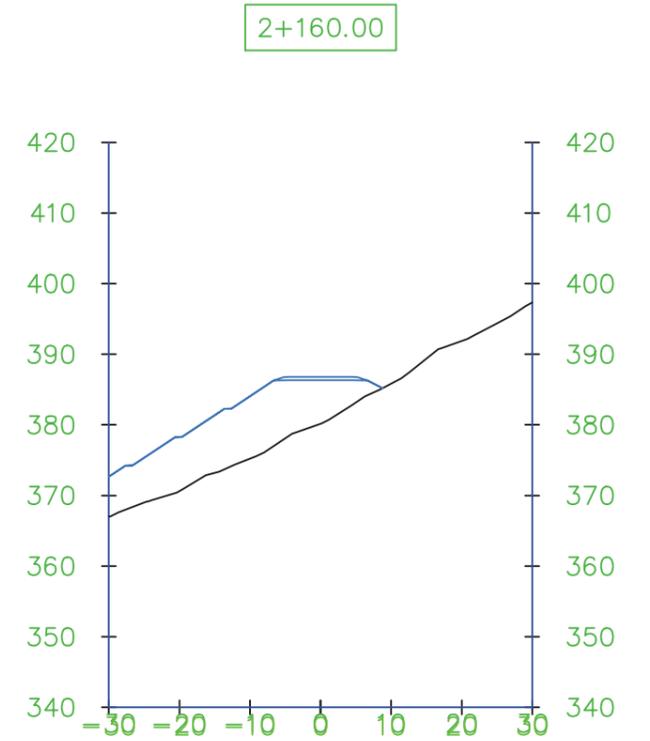
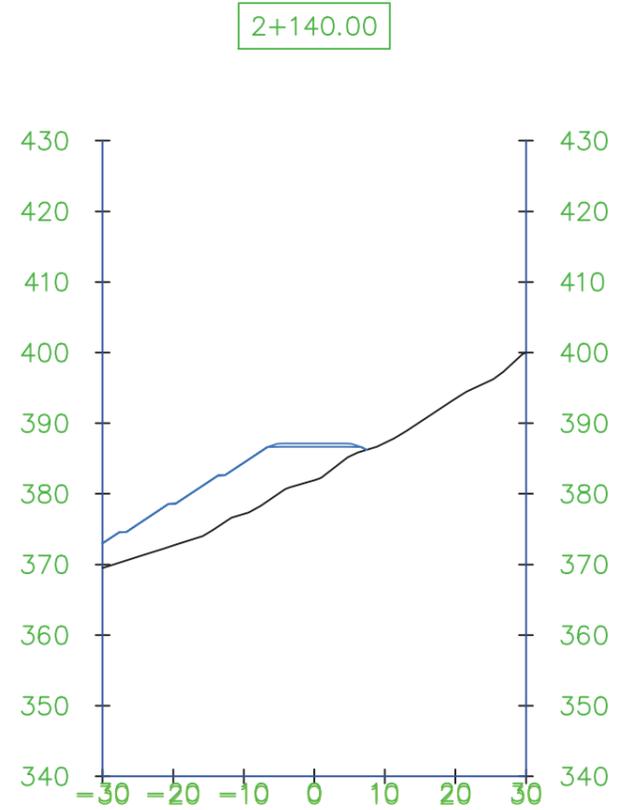
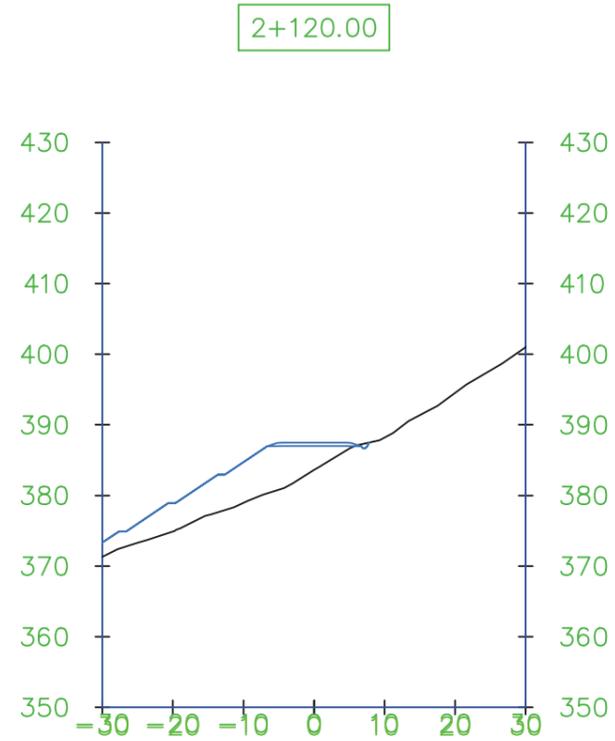
TÍTULO DEL PLANO

SECCIONES TRANSVERSALES

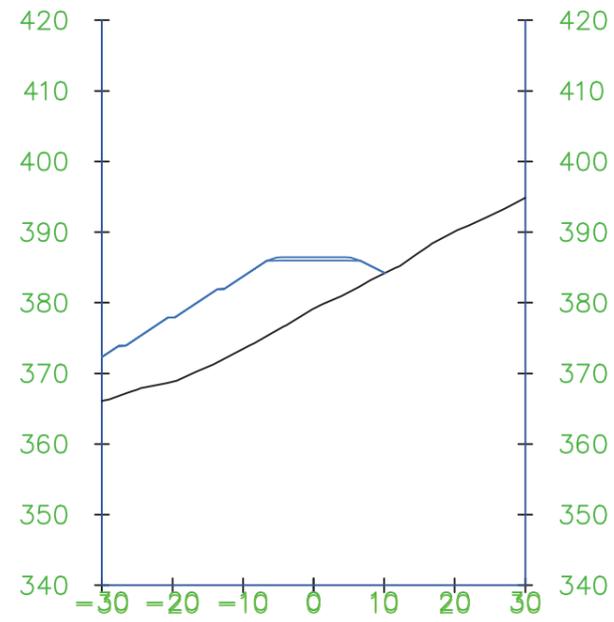
Nº DE PLANO

3.4

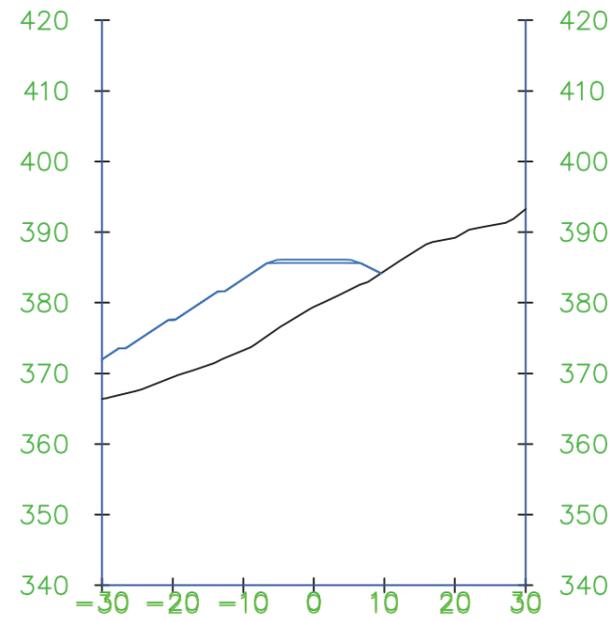
HOJA 19 DE 33



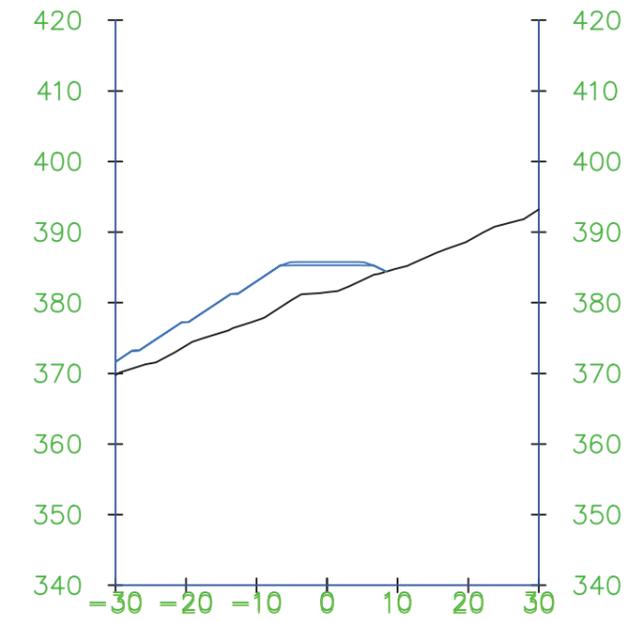
2+180.00



2+200.00



2+220.00



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS  
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



AUTOR DEL PROYECTO  
CÉSAR MOYA BLASCO

FECHA  
JUNIO 2015

TÍTULO DEL PROYECTO  
CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE  
CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE  
CASTELLÓN). ALTERNATIVA CENTRO

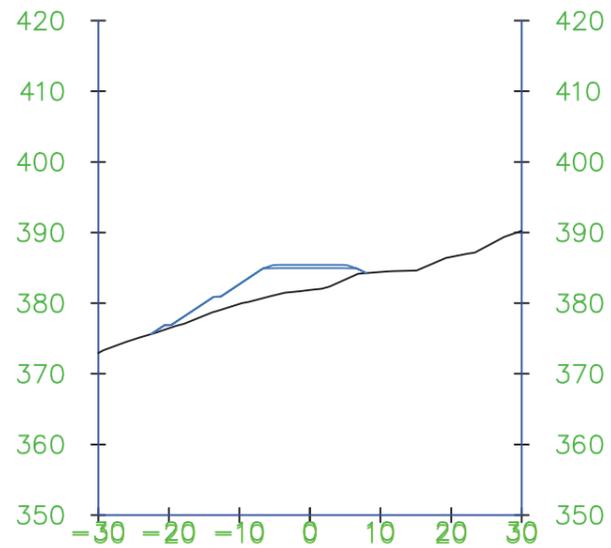
ESCALA:  
1:1000

TÍTULO DEL PLANO  
SECCIONES TRANSVERSALES

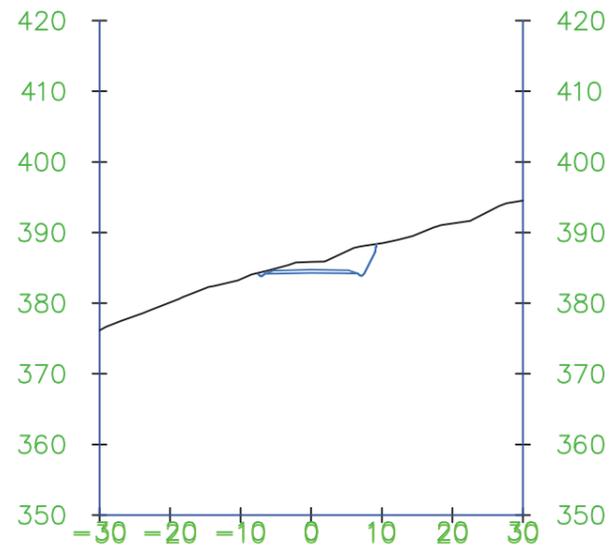
Nº DE PLANO  
3.4

HOJA 21 DE 33

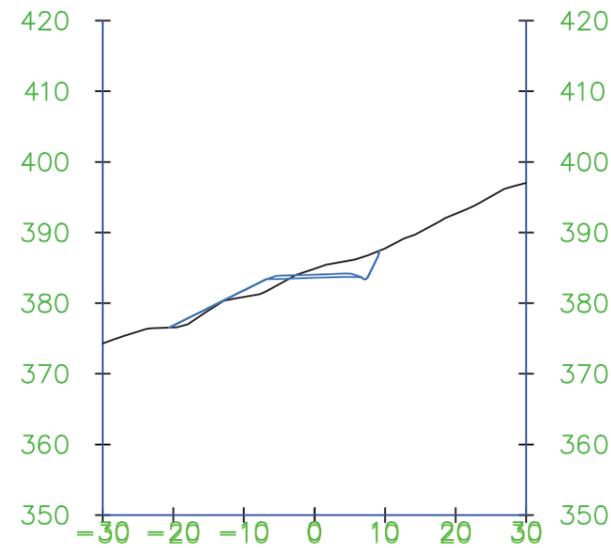
2+240.00



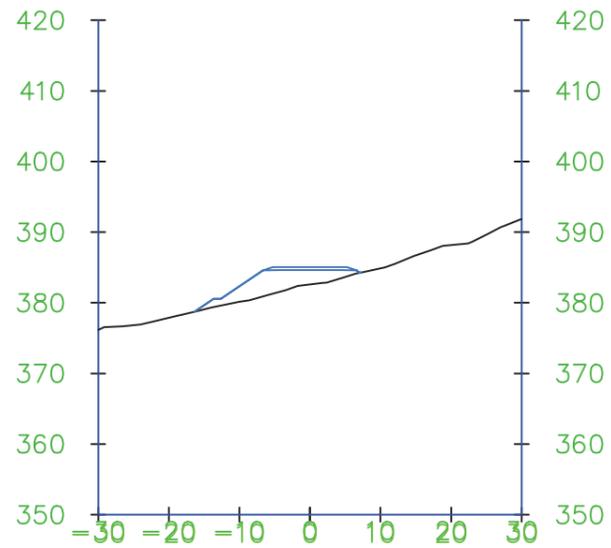
2+280.00



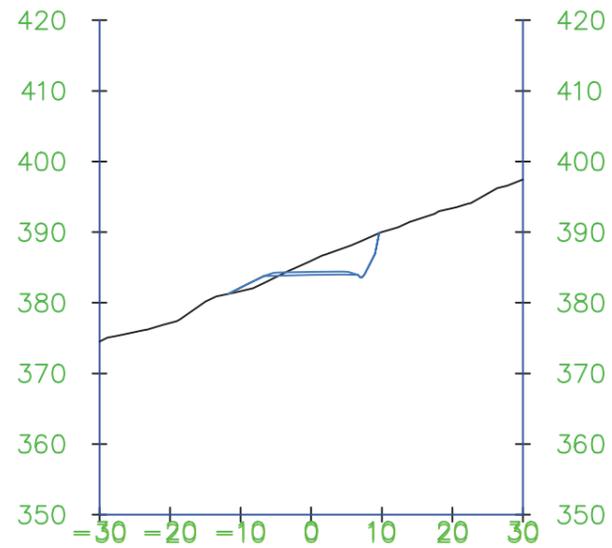
2+320.00



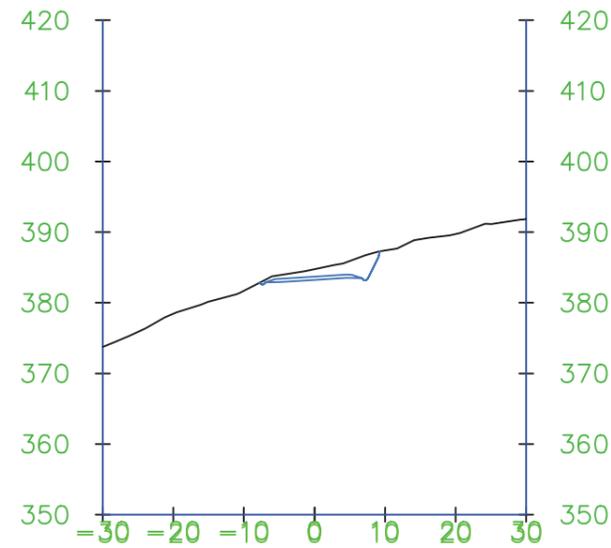
2+260.00

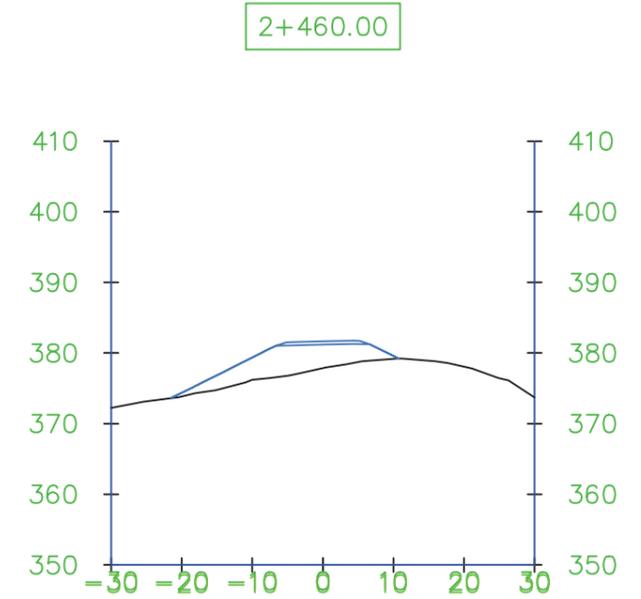
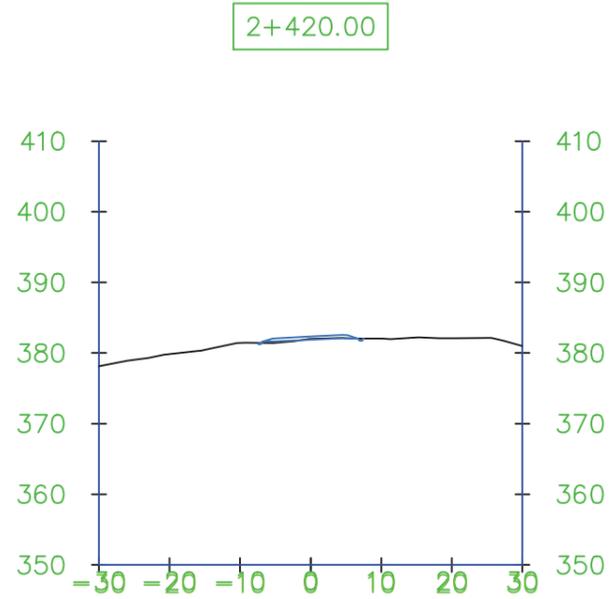
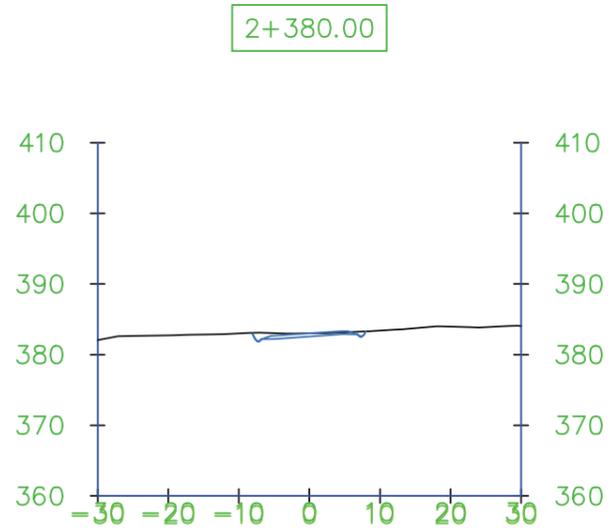
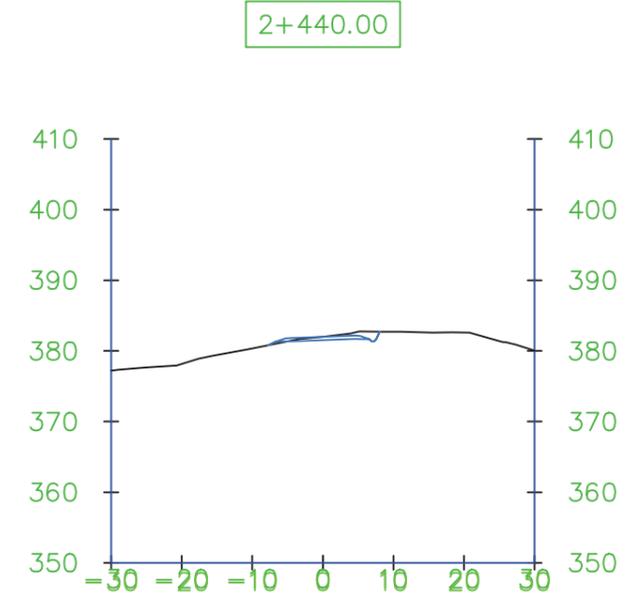
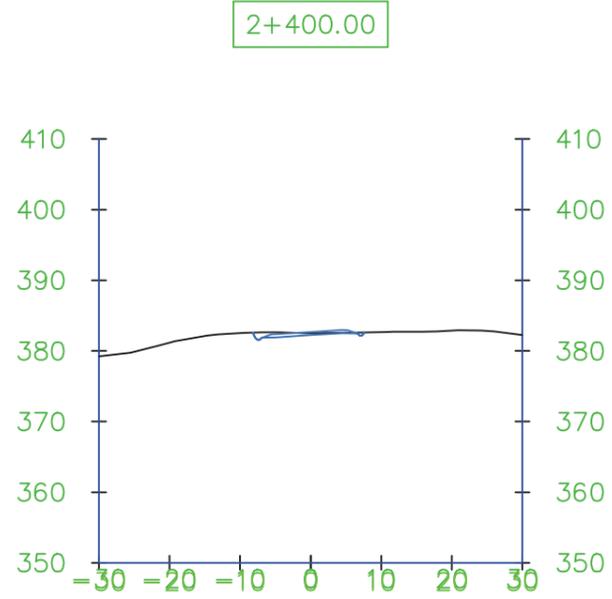
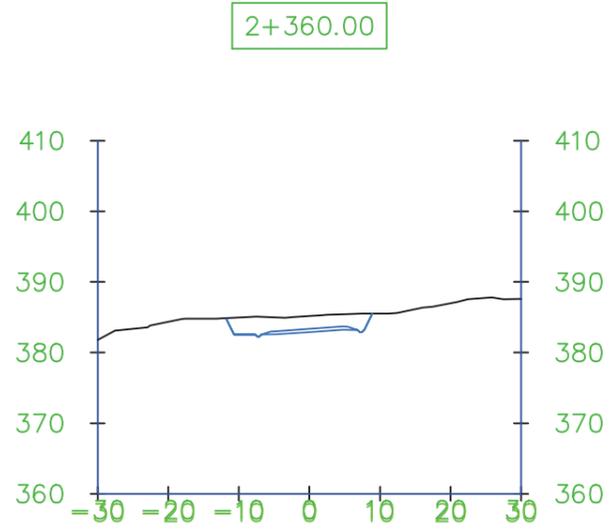


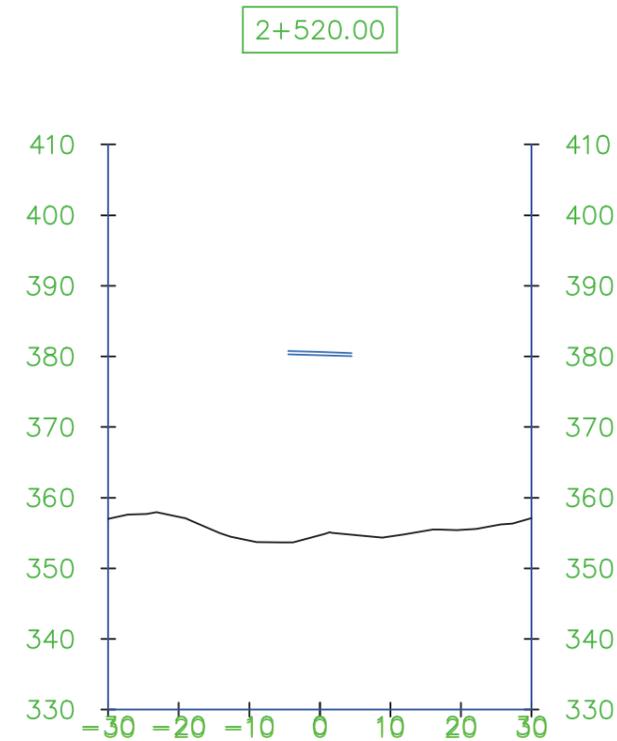
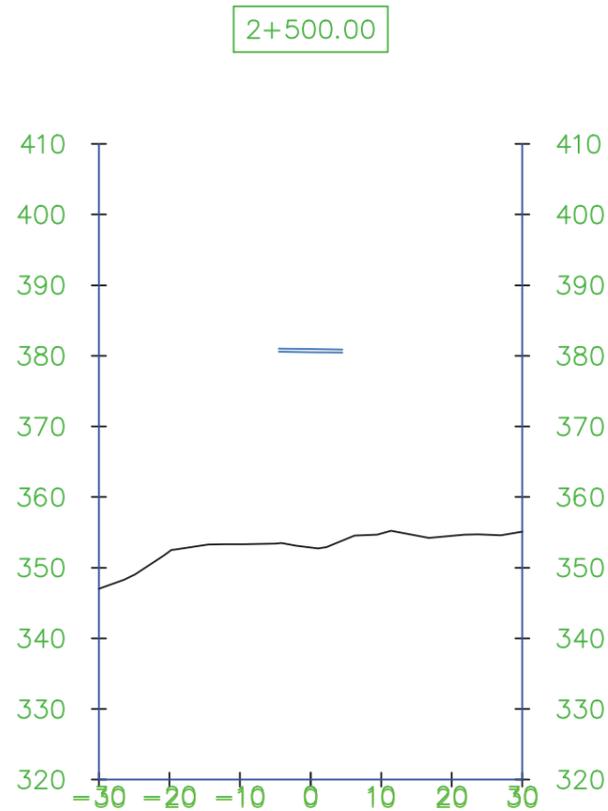
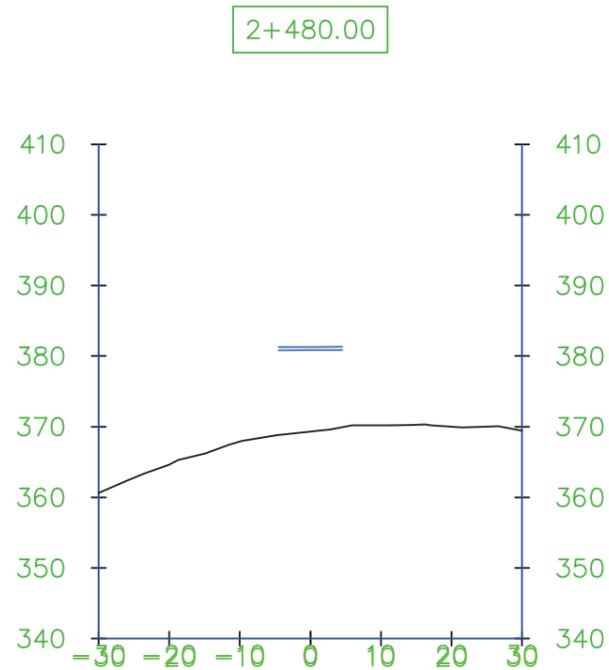
2+300.00



2+340.00







UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS  
 DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



AUTOR DEL PROYECTO

CÉSAR MOYA BLASCO

FECHA

JUNIO 2015

TÍTULO DEL PROYECTO

CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE  
 CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE  
 CASTELLÓN). ALTERNATIVA CENTRO

ESCALA:

1:1000

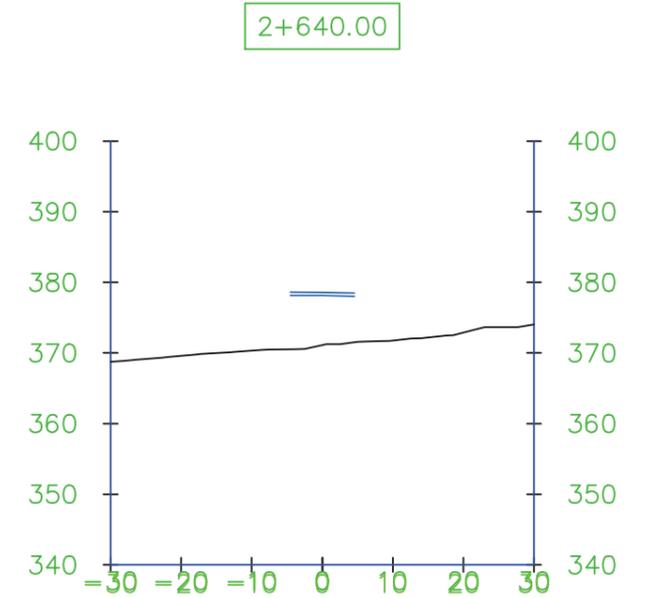
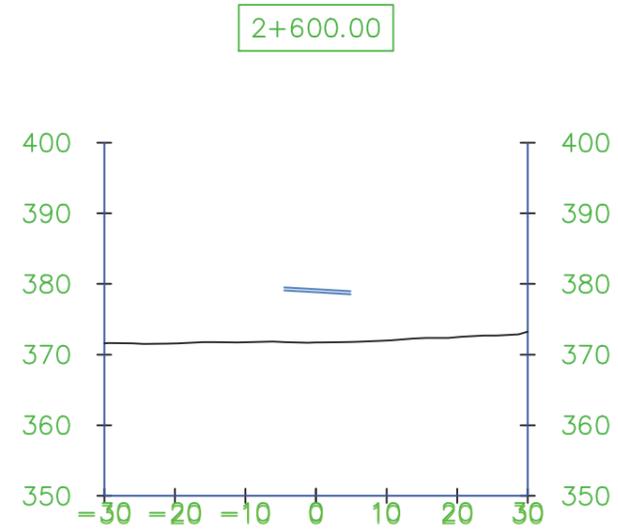
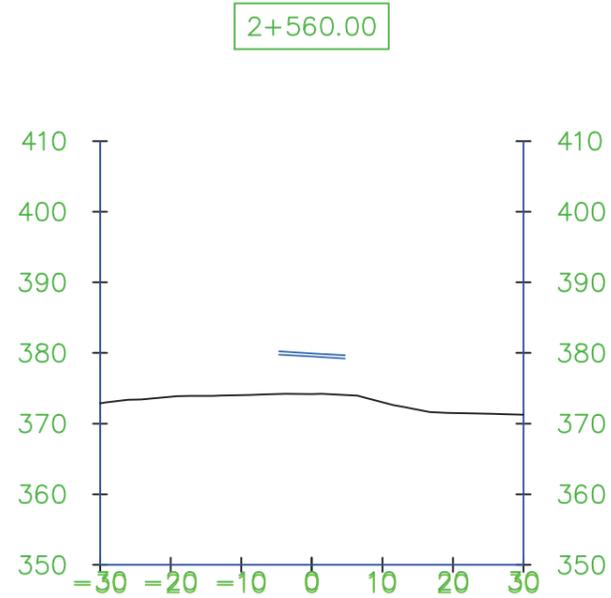
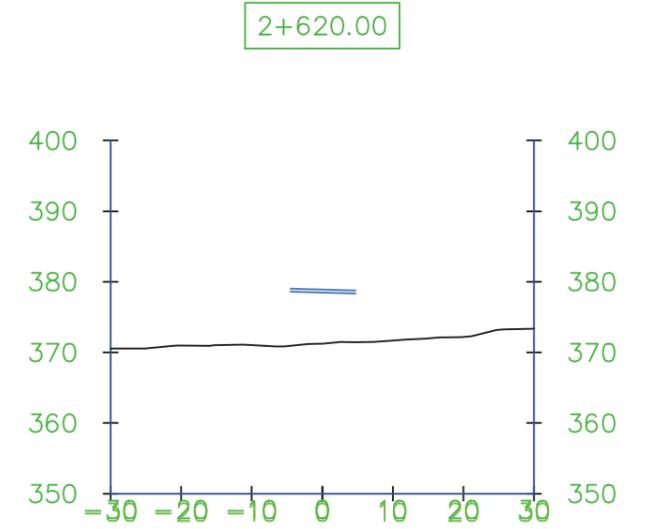
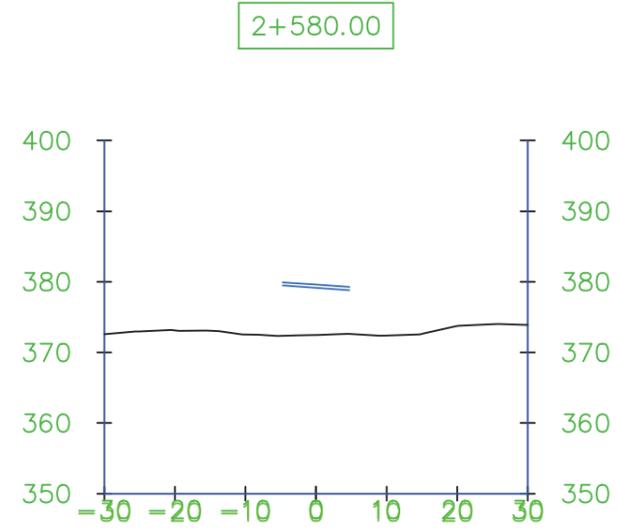
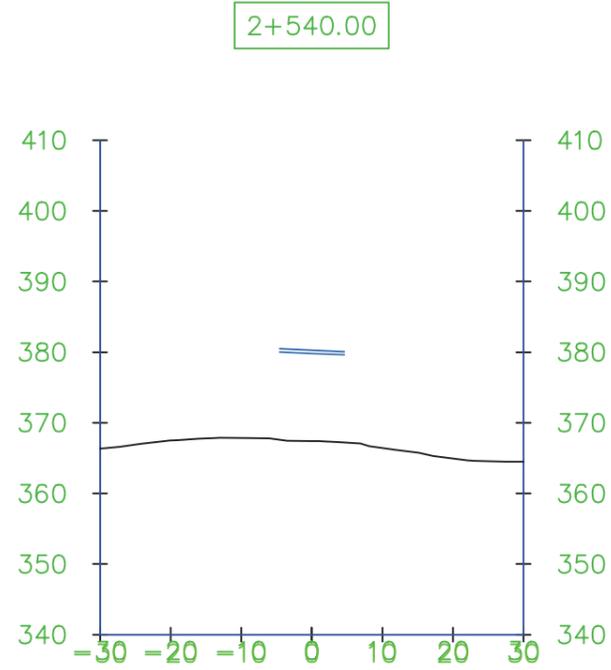
TÍTULO DEL PLANO

SECCIONES TRANSVERSALES

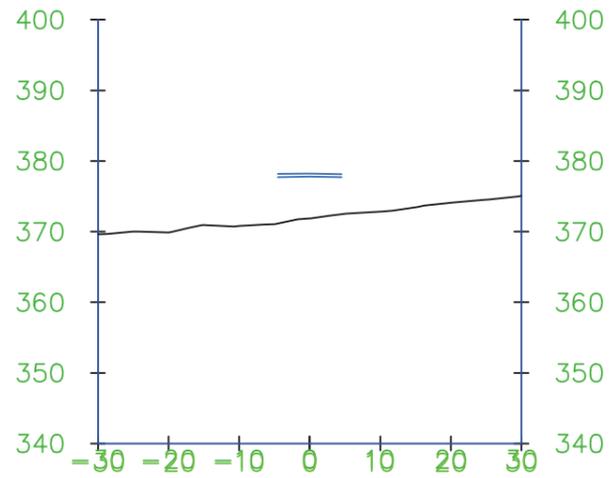
Nº DE PLANO

3.4

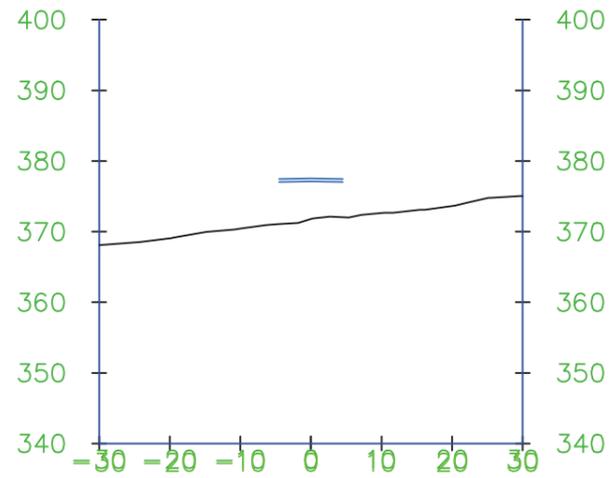
HOJA 24 DE 33



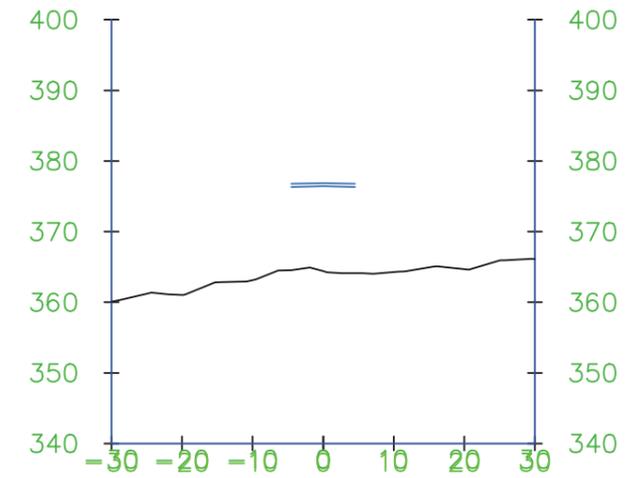
2+660.00



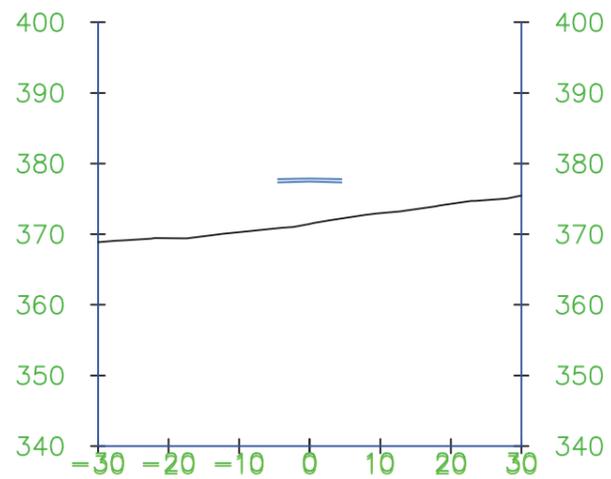
2+700.00



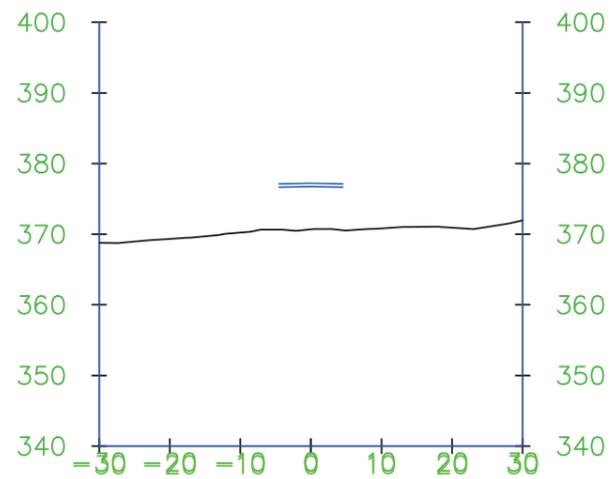
2+740.00



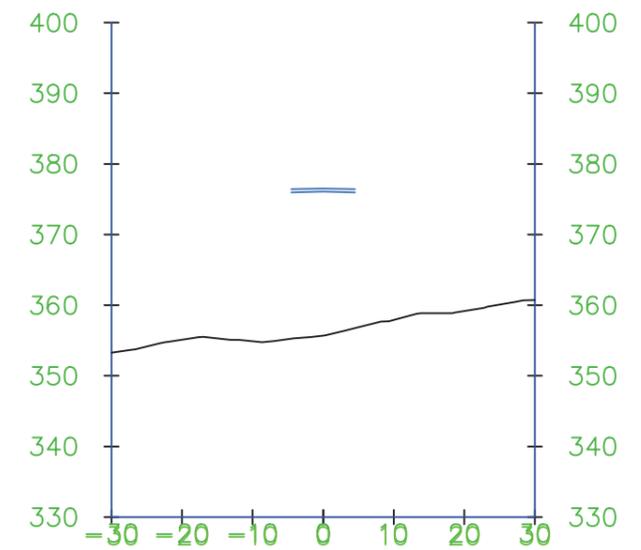
2+680.00



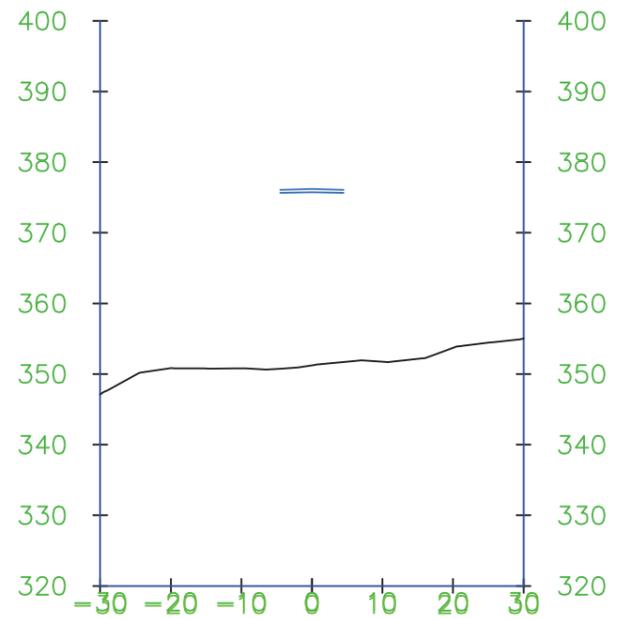
2+720.00



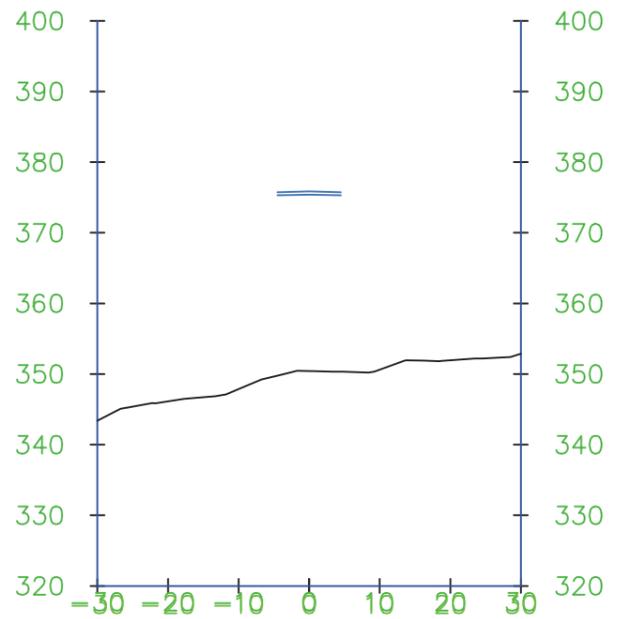
2+760.00



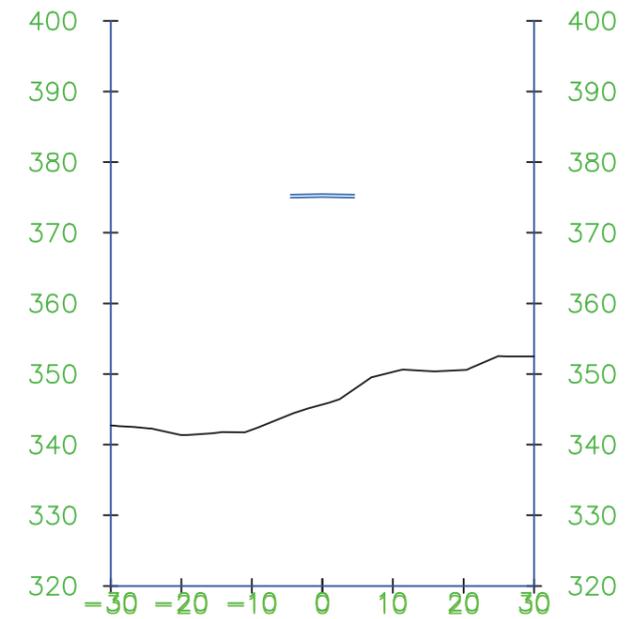
2+780.00



2+800.00



2+820.00



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS  
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



AUTOR DEL PROYECTO  
CÉSAR MOYA BLASCO

FECHA  
JUNIO 2015

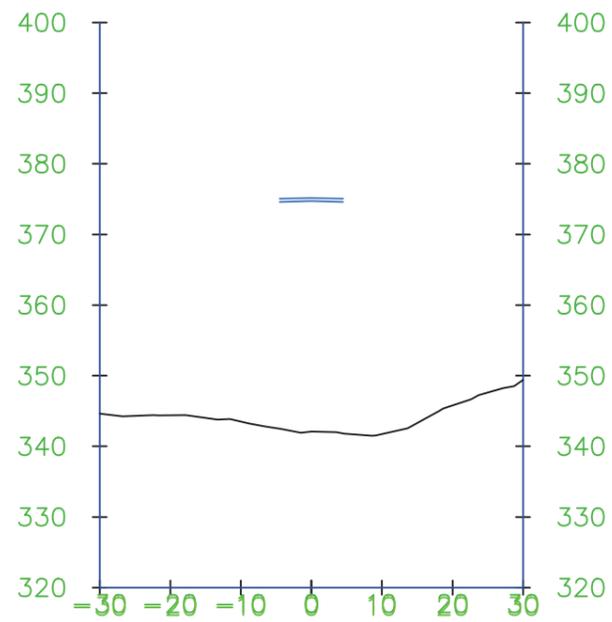
TÍTULO DEL PROYECTO  
CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE  
CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE  
CASTELLÓN). ALTERNATIVA CENTRO

ESCALA:  
1:1000

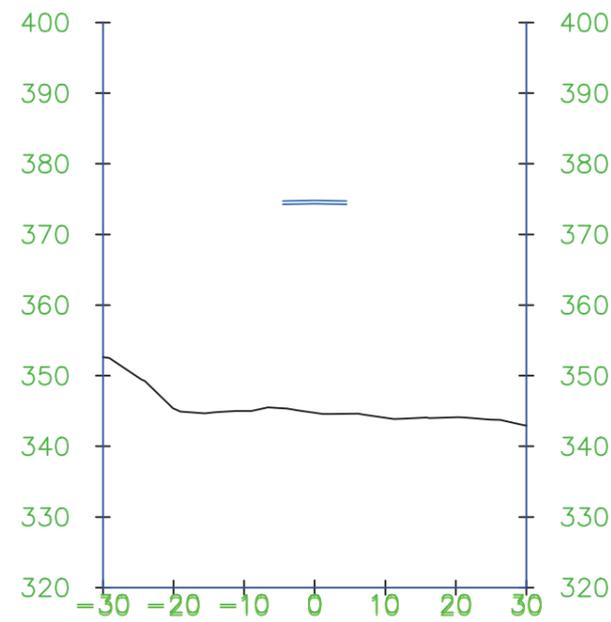
TÍTULO DEL PLANO  
SECCIONES TRANSVERSALES

Nº DE PLANO  
3.4  
HOJA 27 DE 33

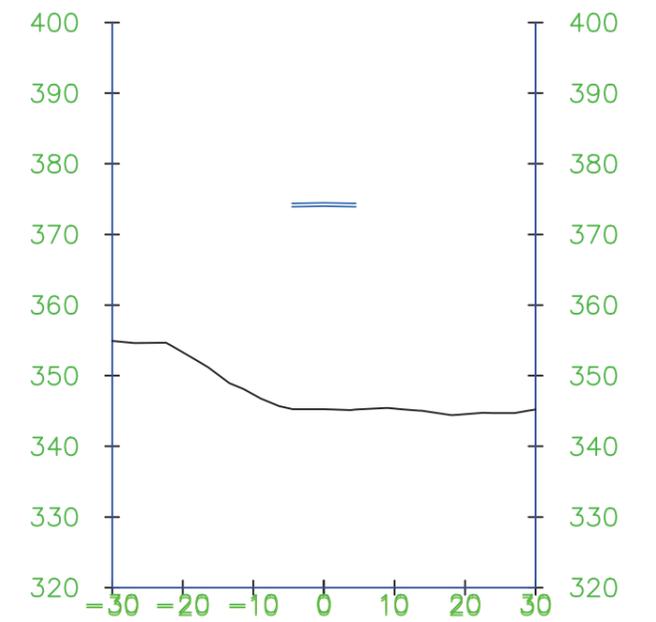
2+840.00



2+860.00



2+880.00



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS  
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



AUTOR DEL PROYECTO

CÉSAR MOYA BLASCO

FECHA

JUNIO 2015

TÍTULO DEL PROYECTO

CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE  
CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE  
CASTELLÓN). ALTERNATIVA CENTRO

ESCALA:

1:1000

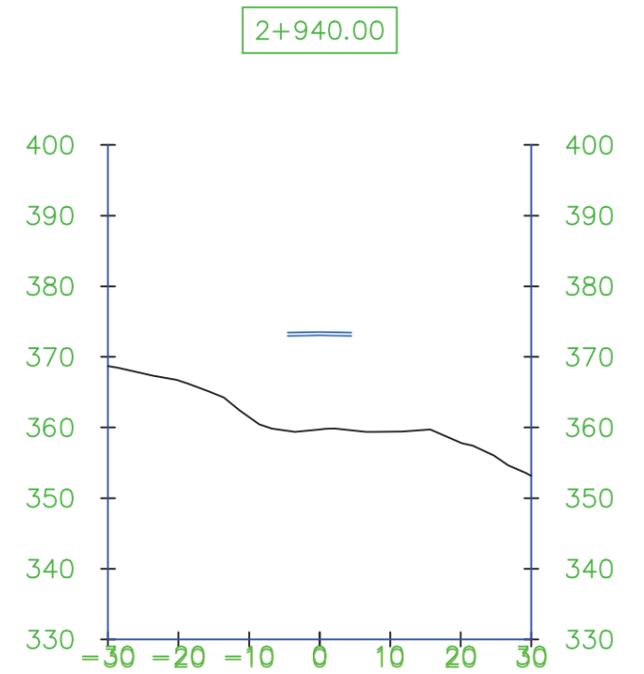
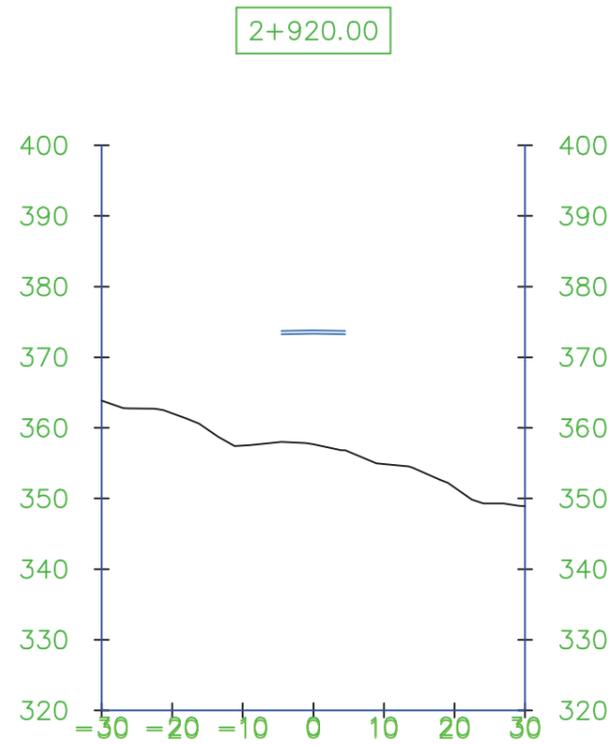
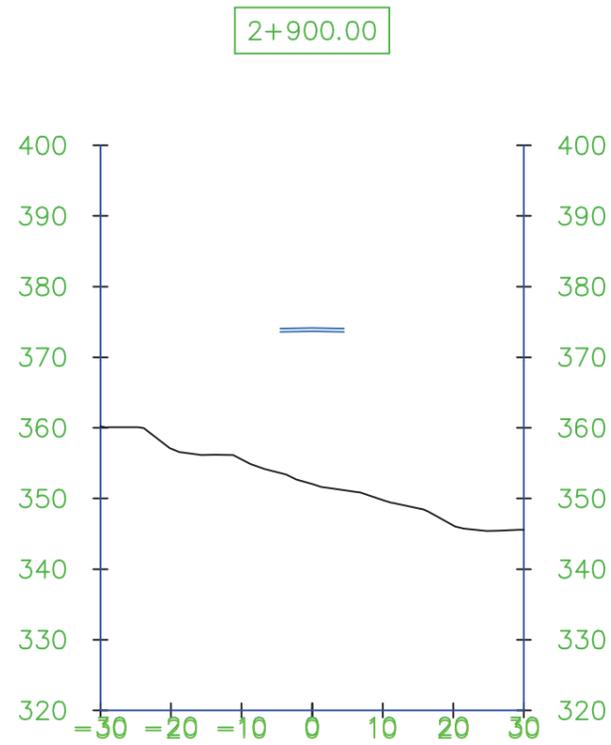
TÍTULO DEL PLANO

SECCIONES TRANSVERSALES

Nº DE PLANO

3.4

HOJA 28 DE 33



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS  
 DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



AUTOR DEL PROYECTO  
 CÉSAR MOYA BLASCO

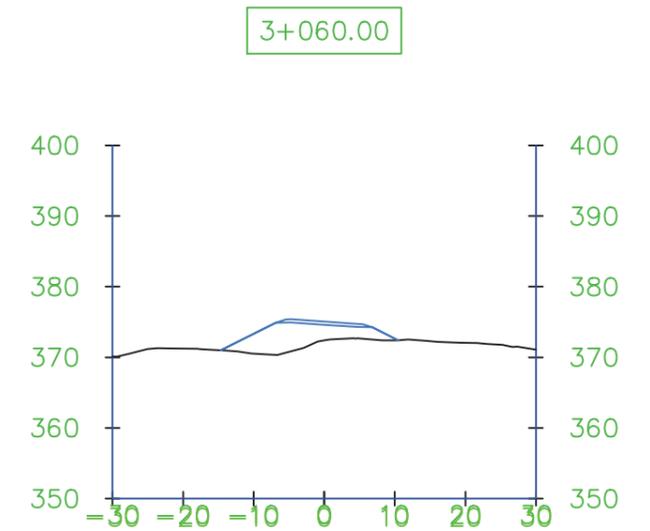
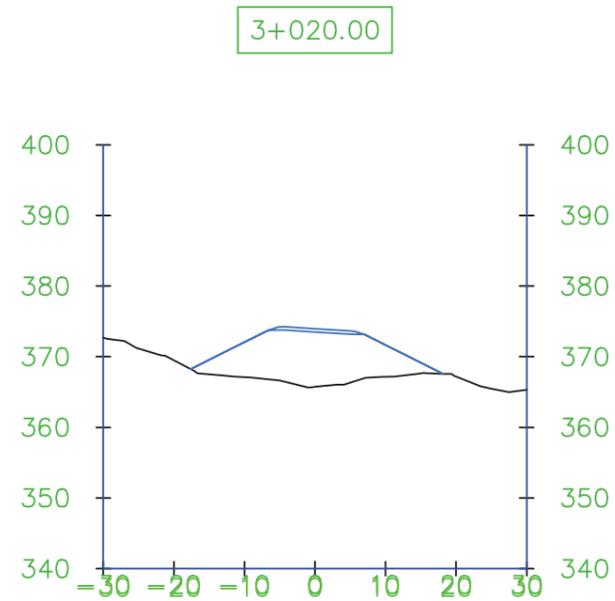
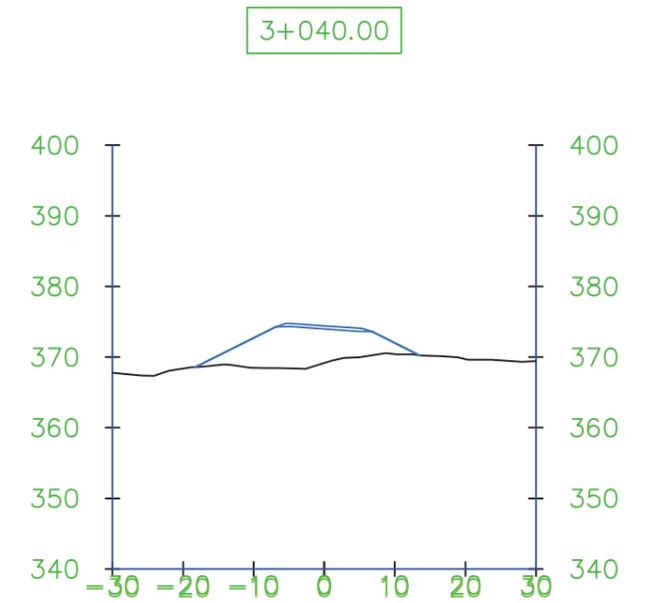
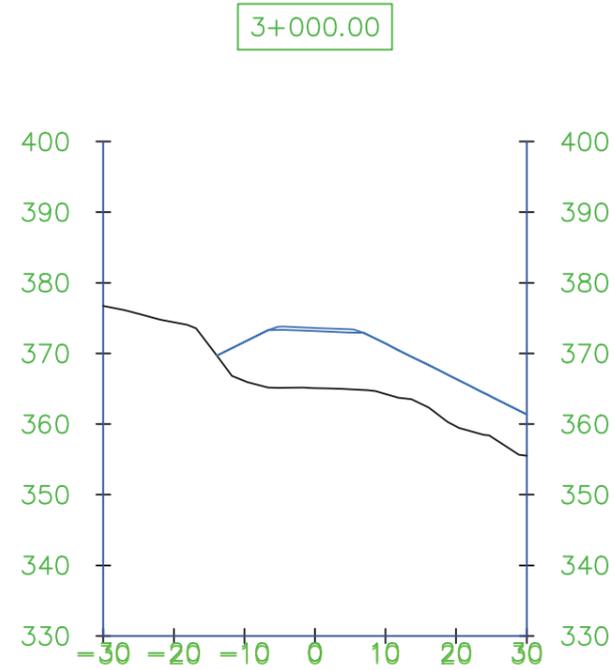
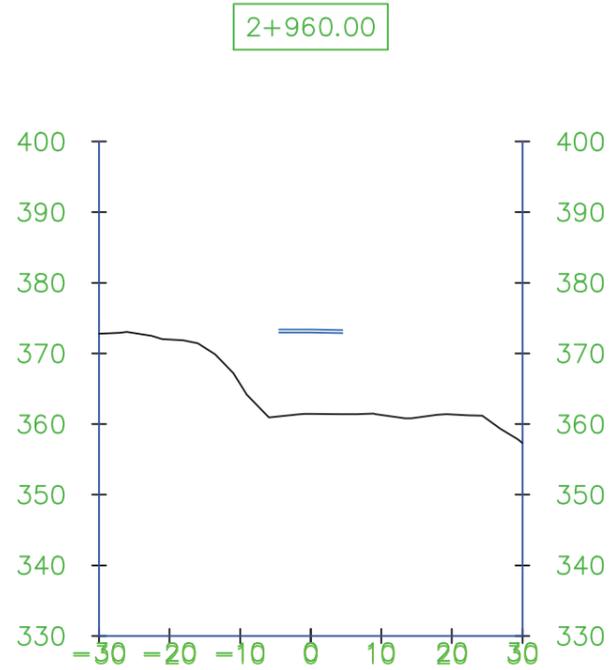
FECHA  
 JUNIO 2015

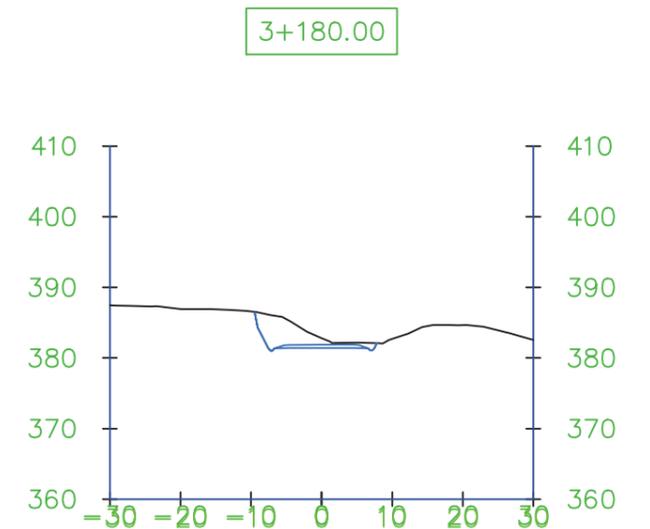
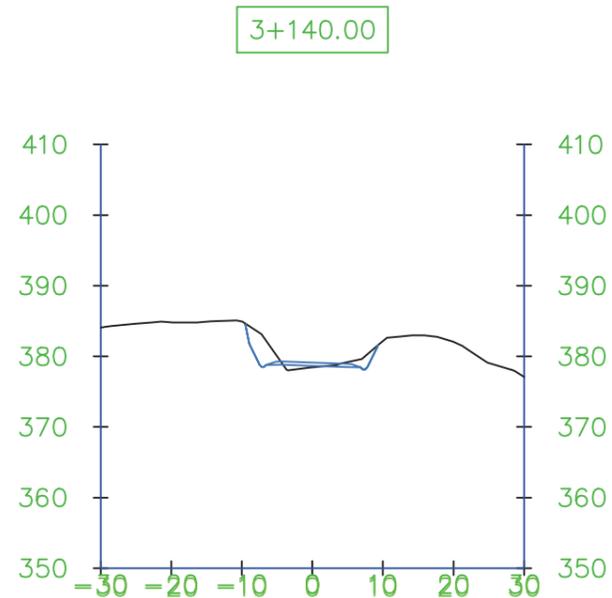
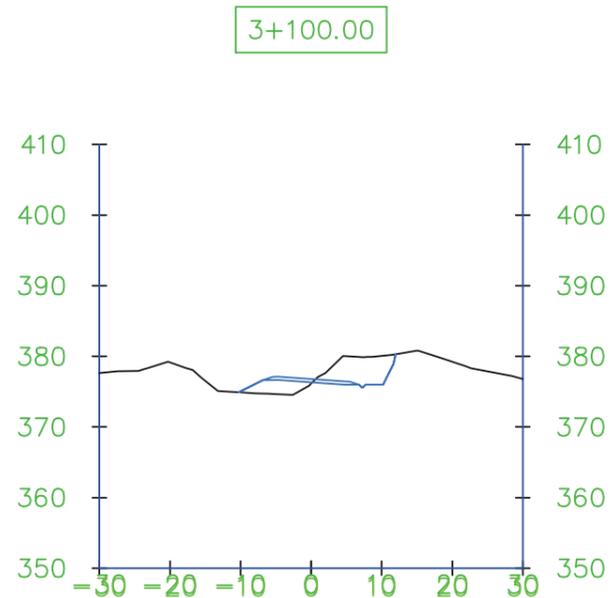
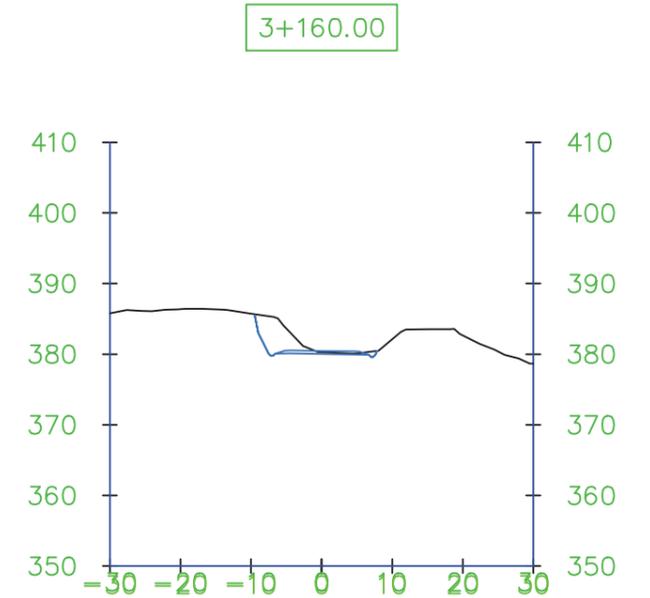
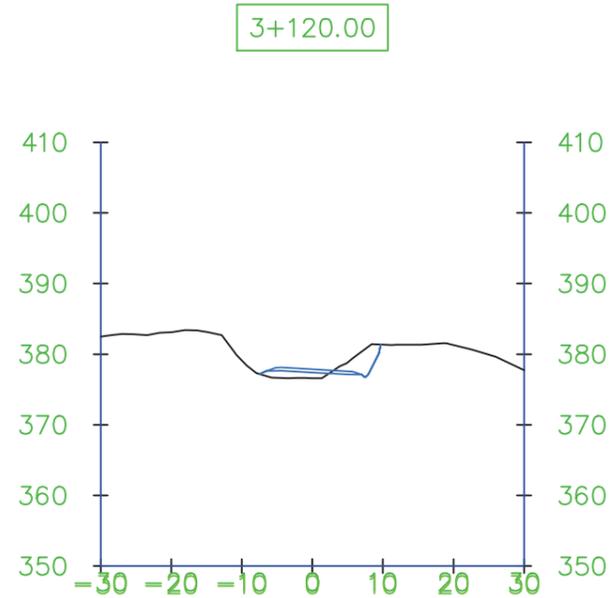
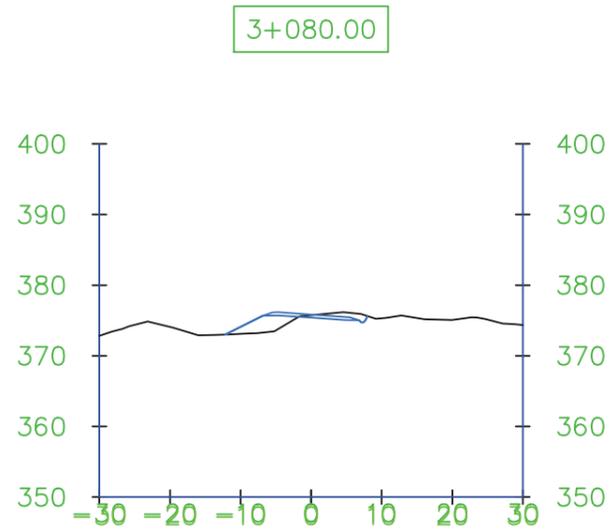
TÍTULO DEL PROYECTO  
 CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE  
 CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE  
 CASTELLÓN). ALTERNATIVA CENTRO

ESCALA:  
 1:1000

TÍTULO DEL PLANO  
 SECCIONES TRANSVERSALES

Nº DE PLANO  
 3.4  
 HOJA 29 DE 33





UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS  
 DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



AUTOR DEL PROYECTO  
 CÉSAR MOYA BLASCO

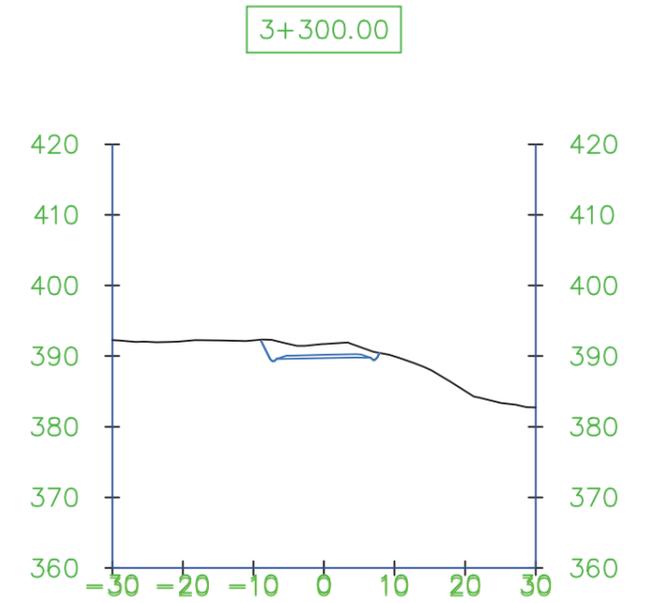
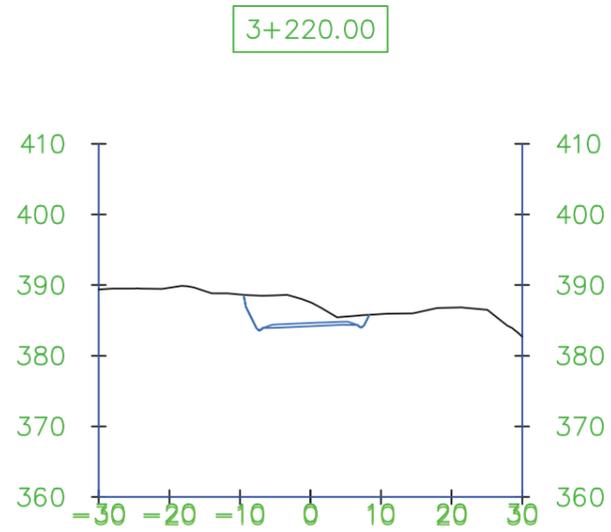
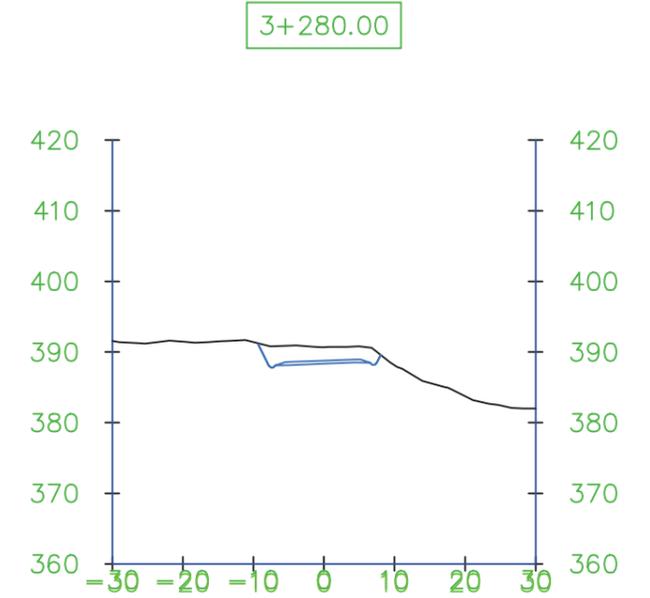
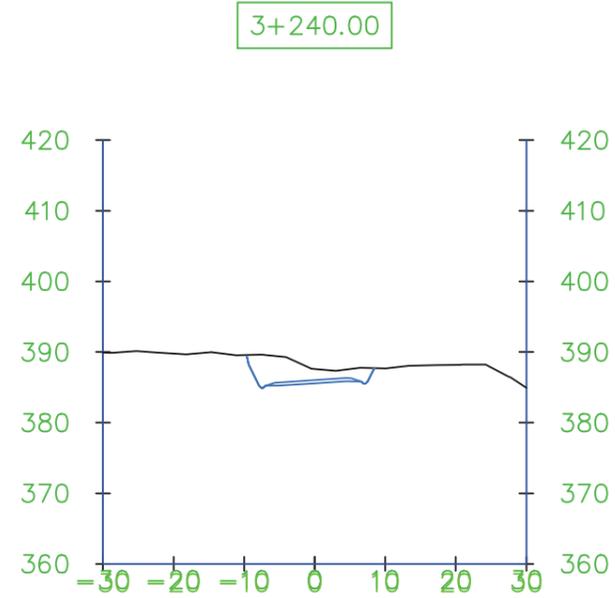
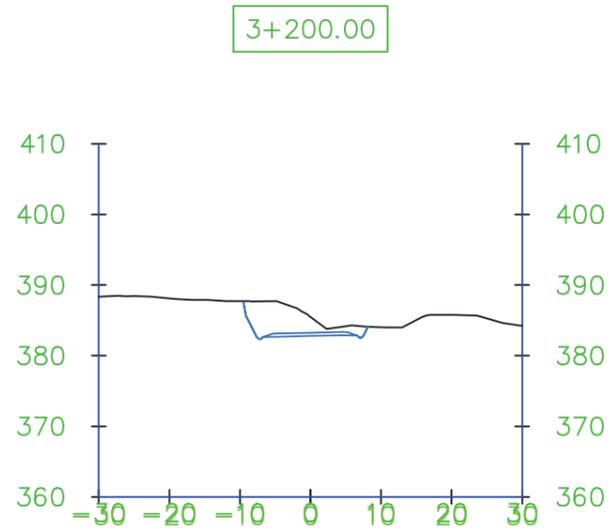
FECHA  
 JUNIO 2015

TÍTULO DEL PROYECTO  
 CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE  
 CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE  
 CASTELLÓN). ALTERNATIVA CENTRO

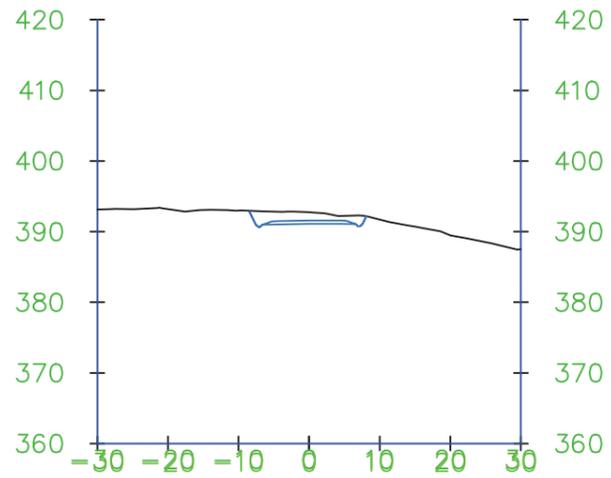
ESCALA:  
 1:1000

TÍTULO DEL PLANO  
 SECCIONES TRANSVERSALES

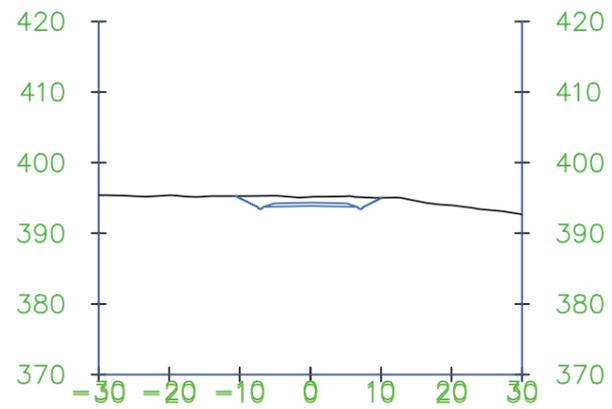
Nº DE PLANO  
 3.4  
 HOJA 31 DE 33



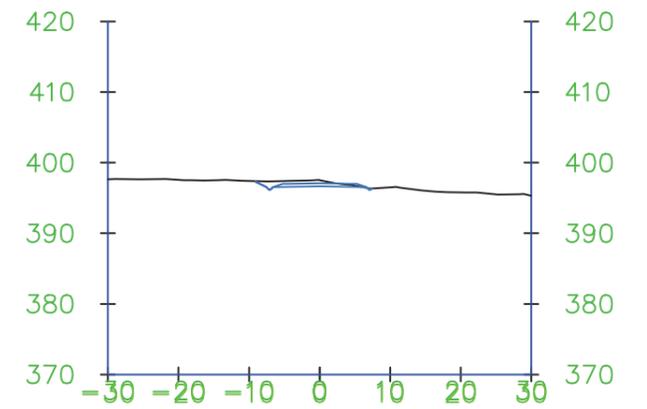
3+320.00



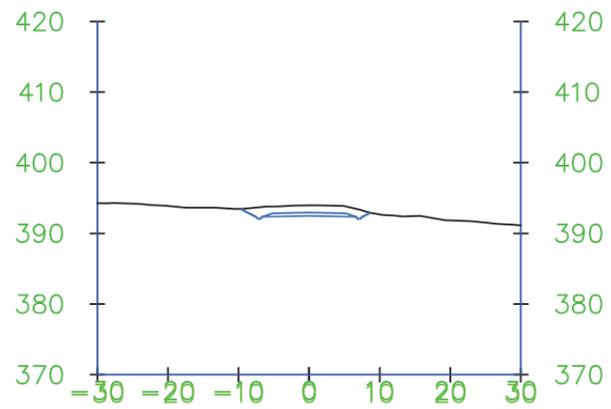
3+360.00



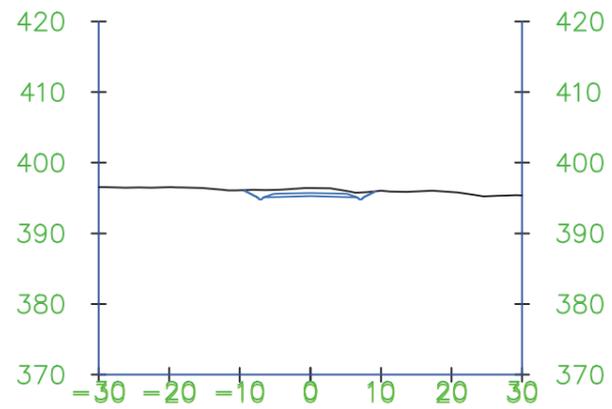
3+400.00



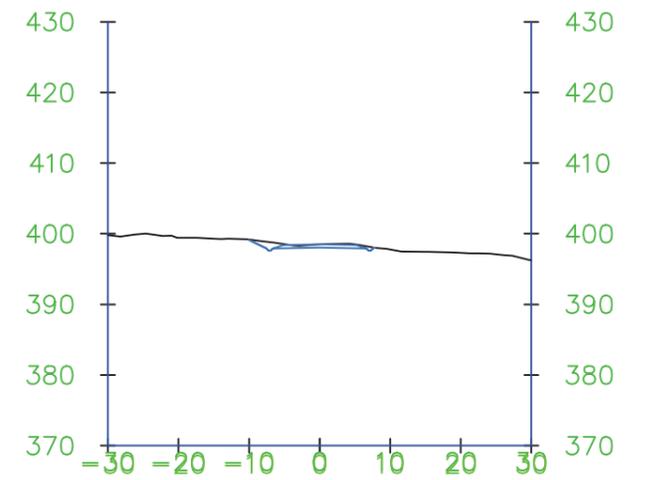
3+340.00

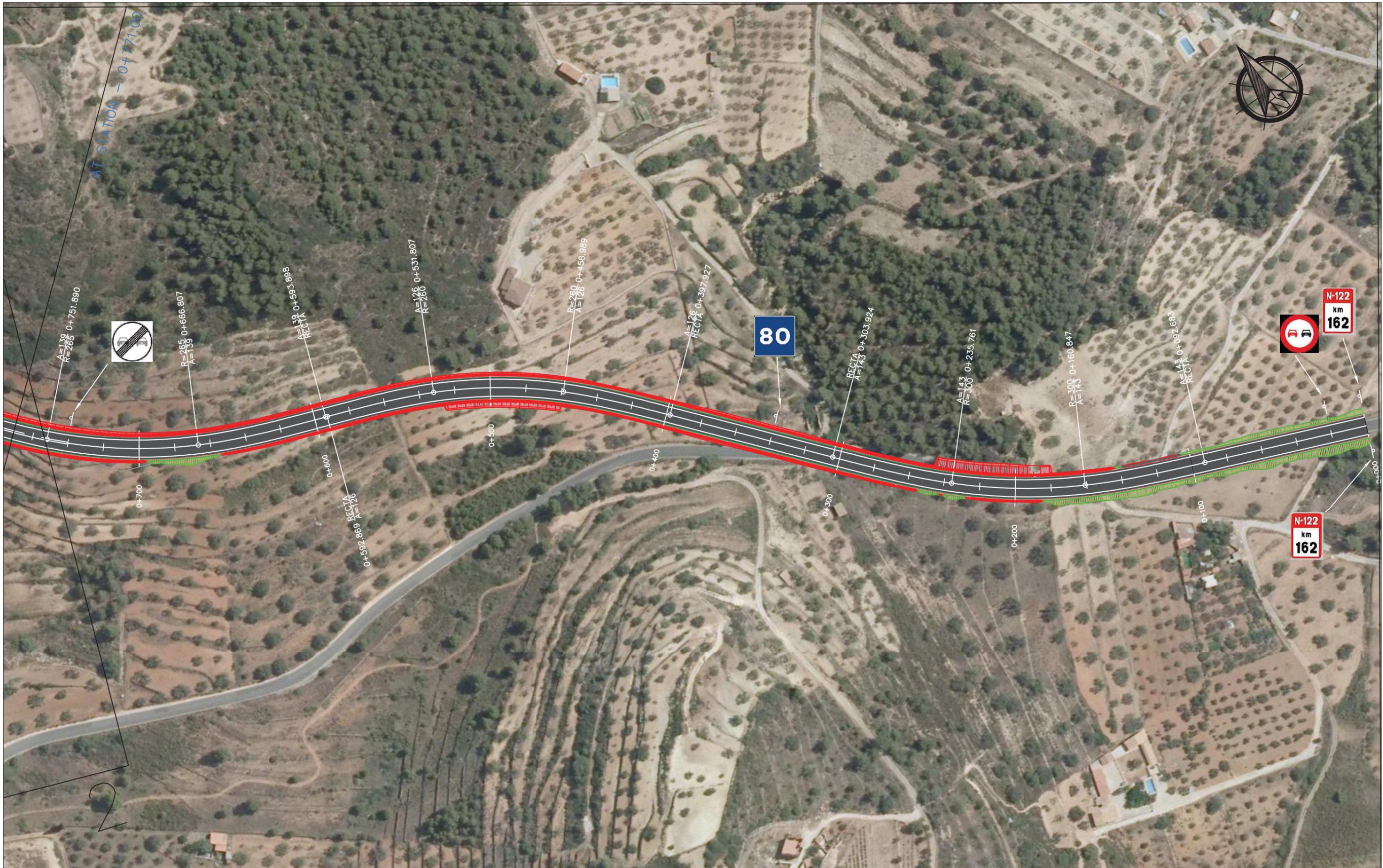


3+380.00



3+420.00





UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  
ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS  
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



AUTOR DEL PROYECTO  
CÉSAR MOYA BLASCO

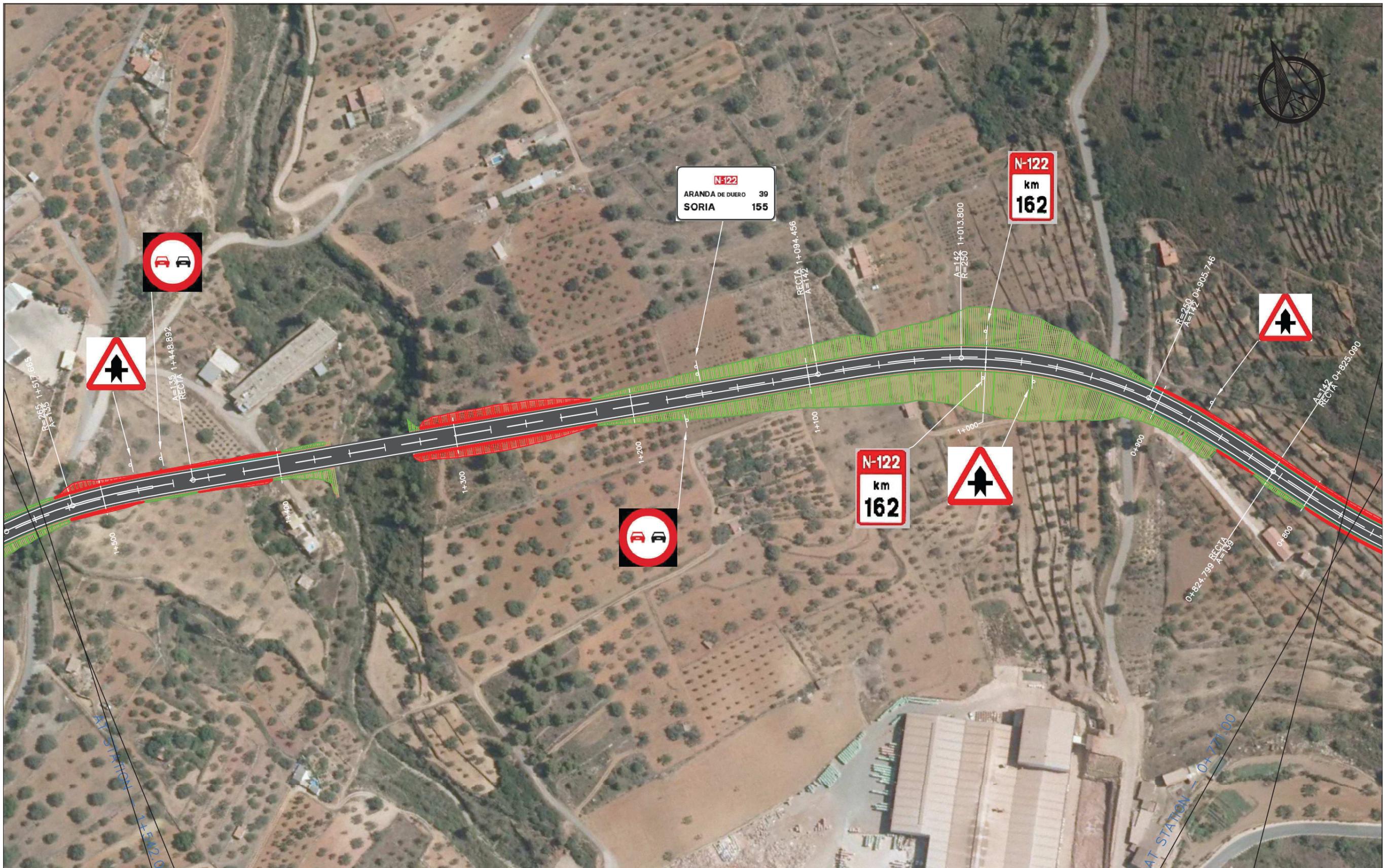
FECHA  
JUNIO 2015

TÍTULO DEL PROYECTO  
CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE  
CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE  
CASTELLÓN). ALTERNATIVA CENTRO

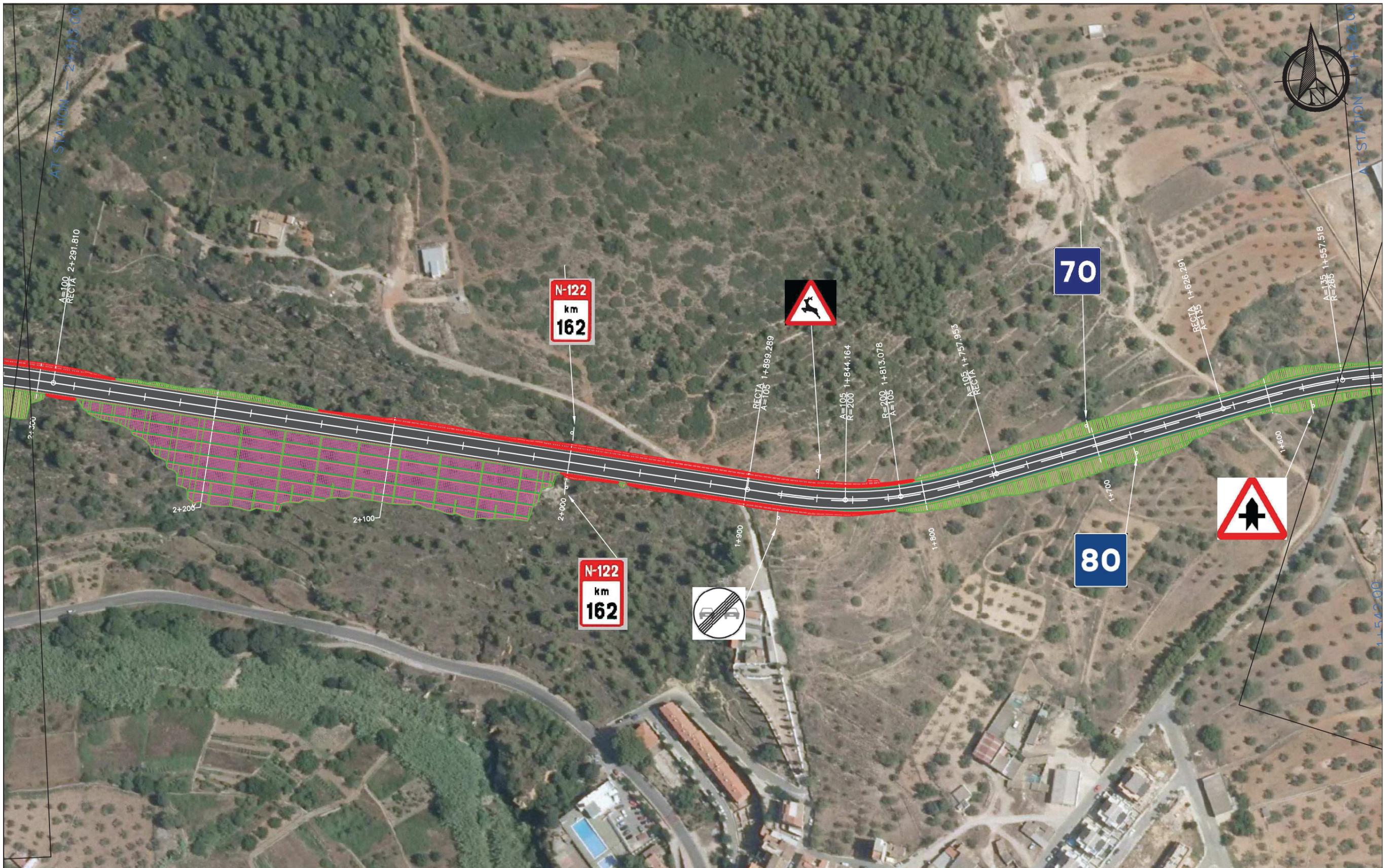
ESCALA:  
1:2000

TÍTULO DEL PLANO  
SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO

Nº DE PLANO  
3.5  
HOJA 1 DE 5



	UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS		AUTOR DEL PROYECTO <b>CÉSAR MOYA BLASCO</b>	FECHA JUNIO 2015	TÍTULO DEL PROYECTO CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN). ALTERNATIVA CENTRO	ESCALA: 1:2000	TÍTULO DEL PLANO SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO	Nº DE PLANO 3.5 HOJA 2 DE 5
--	---	--	--	---------------------	--	-------------------	---	-----------------------------------



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	AUTOR DEL PROYECTO CÉSAR MOYA BLASCO	FECHA JUNIO 2015	TÍTULO DEL PROYECTO CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN). ALTERNATIVA CENTRO	ESCALA: 1:2000	TÍTULO DEL PLANO SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO	Nº DE PLANO 3.5
						HOJA 3 DE 5



 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	 AUTOR DEL PROYECTO CÉSAR MOYA BLASCO	FECHA JUNIO 2015	TÍTULO DEL PROYECTO CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN). ALTERNATIVA CENTRO	ESCALA: 1:2000	TÍTULO DEL PLANO SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO	Nº DE PLANO 3.5
						HOJA 4 DE 5



 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	 AUTOR DEL PROYECTO CÉSAR MOYA BLASCO	FECHA JUNIO 2015	TÍTULO DEL PROYECTO CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN). ALTERNATIVA CENTRO	ESCALA: 1:2000	TÍTULO DEL PLANO SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO	Nº DE PLANO 3.5
						HOJA 5 DE 5



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



**DOCUMENTO Nº4**

# VALORACIÓN ECONÓMICA

CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN).  
ALTERNATIVA CENTRO



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



## VALORACIÓN ECONÓMICA

# CUADRO DE PRECIOS

CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN).  
ALTERNATIVA CENTRO

CUADRO DE PRECIOS 1

Nº	CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO EN LETRA	IMPORTE
0001	P001	m <sup>2</sup>	M2 Demolición de cualquier tipo de firme o pavimento existente de cualquier tipo de espesor / bajas por rendimiento por paso de vehículos, demolición de aceras, isletas, bordillos y toda clase de piezas especiales de pavimentación, descombrado, carga y transporte de material demolido a gestor autorizado hasta una distancia de 60 km.	TRES EUROS con OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS	3.85
0002	P002	m <sup>2</sup>	M2 Despeje y desbroce del terreno por medios mecánicos / desdoblado, arranque, carga y transporte a vertedero o gestor autorizado hasta una distancia de 60 km retirada de tierra vegetal de cualquier espesor, incluso retirada de troncos, talado, retirada y limpieza de raíces, con carga, canon y transporte a vertedero o lugar de empleo.	CERO EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS	0.58
0003	P003	m <sup>3</sup>	M3 Excavación de tierra vegetal / carga y transporte a vertedero hasta una distancia de 10 km o acopio dentro de la obra, depósito de tierra vegetal en zona adecuada para su reutilización y acondicionamiento y mantenimiento de acopios, formación y mantenimiento de los caballeros y pago de los cánones de ocupación.	CERO EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS	1.98
0004	P004	m <sup>3</sup>	M3 Excavación en desmonte en todo tipo de terreno, incluso en roca con empleo de medios mecánicos, explosivos, / agotamiento y drenaje durante la ejecución, saneo de desprendimientos, formación y perfilado de cunetas, carga y transporte a vertedero hasta una distancia de 10 km o al lugar de reutilización dentro de la obra sea cual sea la distancia, perforación del terreno, colocación de explosivos y voladura y limpieza de fondo de excavación. Excepto precente.	UN EUROS con NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS	5.73
0005	P005	m <sup>3</sup>	M3 Relleno de suelo seleccionado procedente de préstamo, yacimiento granular o cantera para la formación de explanada en coronación de terraplén y en el fondo de desmonte / canon de cantera, excavación de material, carga y transporte al lugar de empleo, hasta una distancia de 30 km, extendido, humectación, compactación, terminación y refino de la superficie de la coronación.	CINCO EUROS con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS	6.67
0006	P006	m <sup>3</sup>	M3 Relleno, extendido y compactado de tierras, por medios mecánicos, en tongadas de 15 cm de espesor, incluso aporte de las mismas.	SEIS EUROS con SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS	12.40
0007	P007	m <sup>3</sup>	M3 Zahorra artificial / transporte, extensión y compactación. Medido sobre perfil teórico	DOCE EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS	18.19
0008	P008	t	Tn Mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 base G (G-20 base) extendida y compactada, excepto betún y polvo mineral de aportación.	DIECIOCHO EUROS con DIECINUEVE CÉNTIMOS	26.47
0009	P009	t	Tn Mezcla bituminosa en caliente tipo AC32 bin 50/70 S (S-20 intermedia), extendida y compactada, excepto betún y polvo mineral de aportación	VEINTISEIS EUROS con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS	26.46
0010	P010	t	Tn Mezcla bituminosa en caliente AC22 surf 50/70 S extendida y compactada, excepto betún y polvo mineral de aportación	VEINTISEIS EUROS con CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS	26.13
0011	P011	t	Tn Betún asfáltico en mezclas bituminosas B 50/70	VEINTISEIS EUROS con TRECE CÉNTIMOS	440.00
0012	P012	t	Tn Polvo mineral o carbonato (triclase o similar) empleado como polvo mineral de aportación en mezclas bituminosas en caliente puesto a ple de obra o planta.	CUATROCIENTOS CUARENTA EUROS	49.27

CUADRO DE PRECIOS 1

Nº	CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO EN LETRA	IMPORTE
0013	P013	t	Tn Emulsión C60B3-ADH en riegos de adherencia o C60B3-CUR en riegos de curado / barrido y preparación de la superficie, totalmente terminado.	TRESCIENTOS SESENTA Y NUEVE EUROS con SETENTA CÉNTIMOS	369.70
0014	P014	t	Tn Emulsión C60BF5-IMP en riegos de imprimación / barrido y preparación de la superficie, totalmente terminado.	TRESCIENTOS SESENTA Y NUEVE EUROS con SETENTA Y VEINTITRES CÉNTIMOS	379.23
0015	P015	m <sup>3</sup>	M3 Material granular para filtro, con tamaño medio de 0.04 metros, incluso transporte, extendido y compactación.	VEINTIDOS EUROS	22.00
0016	P016	m <sup>3</sup>	M3 Escollera de piedras sueltas, de tamaño medio, 0.2 m en protección de taludes o encauzamiento de ríos, completamente terminada, incluso el transporte.	VEINTICUATRO EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS	24.80
0017	P017	m <sup>3</sup>	M3 Escollera de piedras sueltas, de tamaño medio 1.3 metros en protección local de pilas, completamente terminada, incluso el transporte	TREINTA Y DOS EUROS con OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS	32.85
0018	P019	m <sup>3</sup>	M3 Hormigón en masa HM-20 en formación de cunetas / encofrado, fratasado, acabados y juntas.	OCHENTA Y NUEVE EUROS con DIEZ CÉNTIMOS	89.10
0019	P020	m <sup>2</sup>	M2 DE BANDA TRANSVERSAL SONORA REALIZADA CON PINTURA TIPO DOBLE COMPONENTE Y TACOS PARA REDUCCION DE VELOCIDAD, TOTALMENTE TERMINADO	CINCUENTA Y TRES EUROS con DIEZ CÉNTIMOS	53.10
0020	P021	u	ud Señal rectangular de 60x120 cm de lado, retroreflectante de clase RA3, colocada sobre postes galvanizados, fijados a tierra mediante y hormigonado / tornillería y elementos de fijación y transporte a lugar de empleo.	CIENTO SESENTA Y CINCO EUROS con TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS	175.38
0021	P022	u	ud Señal rectangular de 90x135 cm de lado, retroreflectante de clase RA3, colocada sobre postes galvanizados, fijados a tierra mediante y hormigonado / tornillería y elementos de fijación y transporte a lugar de empleo.	DOSCIENTOS NOVENTA Y UN EUROS con SETENTA CÉNTIMOS	291.70
0022	P023	u	ud Señal circular de 90x135 cm de diámetro, retroreflectante de clase RA2, colocada sobre poste galvanizado, fijado a tierra mediante hormigonado / tornillería y elementos de fijación y transporte a lugar de empleo.	CIENTO NOVENTA Y CINCO EUROS con SESENTA Y UN CÉNTIMOS	195.61
0023	P024	m	m Marca vial de tipo II (RP), de pintura blanca reflectante, tipo termoplástica en caliente, de 10 cm de ancho / preparación de la superficie y premarcaje (Medida la longitud realmente pintada).	CERO EUROS con CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS	0.53
0024	P025	m <sup>3</sup>	M3 Hormigón en masa para capa de regularización y limpieza, tipo HL-150P/25/I, incluso fabricación, suministro, verificado, nivelación, vibrado y curado.	CINCUENTA Y DOS EUROS con SEIS CÉNTIMOS	52.06

CUADRO DE PRECIOS 1

Nº	CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO EN LETRA	IMPORTE
0025	P026	m <sup>l</sup>	Ml Viga doble T prefabricada para tablero de puente de 1.70 metros de canto para luces de 34 y 28 metros, ancho de ala superior de 1.2 metros, ancho de ala inferior de 0.75 metros prefabricada en HP-50/B/20/II/B, armaduras activas Y-1860-S7 y armaduras pasivas B500SD, incluso transporte a pie de obra, armadura para anclaje con losa superior y elementos necesarios para su elevación y puesta en obra.		770.00
0026	P027	m <sup>3</sup>	M3 Hormigón para armar en estructuras; tipo HA-30/B/20/IIb incluso fabricación suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado.	SETECIENTOS SETENTA EUROS	85.08
0027	P028	kg	Kg Acero corrugado B-500-S en barras para armadura incluso suministro, cortado, doblado, atado, colocación, solapes, paillitas, alambre de atar, exceso de peso y p.p. de mermas, despuntes, separadores y rigidizadores.	OCHENTA Y CINCO EUROS con OCHO CÉNTIMOS	0.72
0028	P029	m <sup>l</sup>	Ml Junta de dilatación de calzada entre 6 y 106 mm de desplazamiento incluso formación de cajetines, colocación de anclajes, fijado de la junta y posterior sellado totalmente colocada.	CERO EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS	230.00
0029	P030	u	u Neopreno zunchado según anejo de estructuras para apoyo de vigas prefabricadas en subestructuras, incluso mortero de nivelación, totalmente acabado.	DOSCIENTOS TREINTA EUROS	700.00
0030	P031	m <sup>l</sup>	Ml Prellí metálico resistente a impactos galvanizado en caliente por inmersión según planos, incluso galvanizado y pintado de elementos metálicos, suministro, anclaje y colocación totalmente terminado	SETECIENTOS EUROS	250.00
0031	P032	m	M Barrera de seguridad metálica tipo BMSNA 2/120 galvanizada con poste tubular, cimentado con hormigón o hincado en cualquier clase de terreno, incluso piezas de anclaje, solapes, tornillería, separadores, capatazos cada 8 metros, terminales, abalimientos y medios auxiliares, totalmente colocada.	DOSCIENTOS CINCUENTA EUROS	27.45
0032	P033	u	ud Señal triangular de 135 cm de lado, retroreflectante de clase RA2, colocada sobre poste galvanizado, fijado a tierra mediante hormigonado, incluido tornillería y elementos de fijación y transporte a lugar de empleo.	VEINTISIETE EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS	0.00
0033	PA01	ud	ud Partida alzada a justificar para adecuación ambiental (valor estimado por superficie de actuación)	CERO EUROS SESENTA MIL EUROS	60.000.00



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



**VALORACIÓN ECONÓMICA**

# **MEDICIONES Y PRESUPUESTOS PARCIALES**

CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN).  
ALTERNATIVA CENTRO

## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 1 MOVIMIENTO DE TIERRAS Y DEMOLICIONES</b>									
P001	m <sup>2</sup> Demolición de pavimento existente M2 Demolición de cualquier tipo de firme o pavimento existente de cualquier tipo de espesor // bajas por rendimiento por paso de vehículos, demolición de aceras, isletas, bordillos y toda clase de piezas especiales de pavimentación, descombrado, carga y transporte de material demolido a gestor autorizado hasta una distancia de: 60 km. Medición auxiliar	1	1,100.00				1,100.00		
							1,100.00	3.85	4,235.00
P002	m <sup>2</sup> Despeje y desbroce del terreno M2 Despeje y desbroce del terreno por medios mecánicos // deshoonado, arranque, carga y transporte a vertedero o gestor autorizado hasta una distancia de 60 km retirada de tierra vegetal de cualquier espesor, incluso retirada de tocones, talado, retirada y limpieza de raíces, con carga, canon y transporte a vertedero o lugar de empleo. Medición auxiliar	1	73,022.00				73,022.00		
							73,022.00	0.58	42,352.76
P003	m <sup>3</sup> Excavación tierra vegetal M3 Excavación de tierra vegetal // carga y transporte a vertedero hasta una distancia de 10 km o acopio dentro de la obra, depósito de tierra vegetal en zona adecuada para su reutilización y acondicionamiento y mantenimiento de acopios, formación y mantenimiento de los caballeros y pago de los cánones de ocupación. Medición auxiliar	1	22,736.00				22,736.00		
							22,736.00	1.98	45,017.28
P004	m <sup>3</sup> Excavación desmonte en todo tipo de terreno incluso en roca M3 Excavación en desmonte en todo tipo de terreno, incluso en roca con empleo de medios mecánicos, explosivos, //agotamiento y drenaje durante la ejecución, saneo de desprendimientos, formación y perfilado de cumetas, carga y transporte a vertedero hasta una distancia de 10 km o al lugar de reutilización dentro de la obra sea cual sea la distancia, perforación del terreno, colocación de explosivos y voladura y limpieza de fondo de excavación. Excepto precore. CORREDOR Medición auxiliar PROTECCIONES Medición auxiliar	1	52,310.91				52,310.91		
							52,310.91		
		1	7,550.00				7,550.00		
							59,860.91	5.73	343,003.01
P005	m <sup>3</sup> Relleno de suelo seleccionado M3 Relleno de suelo seleccionado procedente de préstamo, yacimiento granular o cantera para la formación de explanada en coronación de terraplén y en el fondo de desmonte // canon de cantera, excavación del material, carga y transporte al lugar de empleo, hasta una distancia de 30 km, extendido, humectación, compactación, terminación y refino de la superficie de la coronación. CORREDOR Medición auxiliar	1	124,307.28				124,307.28		
							124,307.28	6.67	829,129.56
P006	m <sup>3</sup> Rellenos localizados con material de excavación M3 Relleno, extendido y compactado de tierras, por medios mecánicos, en longadas de 15 cm de espesor, incluso aporte de las mismas. Medición auxiliar	1	3,600.00				3,600.00		
							3,600.00	12.40	44,640.00
<b>TOTAL CAPÍTULO 1 MOVIMIENTO DE TIERRAS Y DEMOLICIONES</b> .....									<b>1,308,377.61</b>

## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 2 FIRMES Y PAVIMENTOS</b>									
P007	m <sup>3</sup> Zahorra artificial M3 Zahorra artificial //transporte, extensión y compactación. Medido sobre perfil teórico Medición auxiliar	1	10,773.00				10,773.00		
							10,773.00	18.19	195,960.87
P008	t M.B.C tipo AC22 base G Tn Mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 base G (G-20 base) extendida y compactada, excepto betún y polvo mineral de aportación. Medición auxiliar	1	8,864.64				8,864.64		
							8,864.64	26.47	234,647.02
P009	t M.B.C tipo AC32 bin 50/70 S Tn Mezcla bituminosa en caliente tipo AC32 bin 50/70 S (S-20 intermedia), extendida y compactada, excepto betún y polvo mineral de aportación Medición auxiliar	1	6,473.88				6,473.88		
							6,473.88	26.46	171,298.86
P010	t M.B.C tipo AC22 surf 50/70 S Tn Mezcla bituminosa en caliente AC22 surf 50/70 S extendida y compactada, excepto betún y polvo mineral de aportación Medición auxiliar	1	3,847.50				3,847.50		
							3,847.50	26.13	100,535.18
P011	t Betún asfáltico tipo B50/70 Tn Betún asfáltico en mezclas bituminosas B 50/70 Medición auxiliar	1	793.24				793.24		
							793.24	440.00	349,025.60
P012	t Polvo mineral Tn Polvo mineral o carbonato (triciasa o similar) empleado como polvo mineral de aportación en mezclas bituminosas en caliente puesto a pie de obra o planta. Medición auxiliar	1	815.25				815.25		
							815.25	49.27	40,167.37
P013	t Riego de adherencia C60B3-ADH Tn Emulsión C60B3-ADH en riegos de adherencia o C60B3-CUR en riegos de curado // barrido y preparación de la superficie, totalmente terminado. Medición auxiliar	1	12.00				12.00		
							12.00	369.70	4,436.40
P014	t Riego de imprimación C60BF5-IMP Tn Emulsión C60BF5-IMP en riegos de imprimación // barrido y preparación de la superficie, totalmente terminado. Medición auxiliar	1	20.14				20.14		
							20.14	379.23	7,637.69
<b>TOTAL CAPÍTULO 2 FIRMES Y PAVIMENTOS</b> .....									<b>1,103,708.99</b>

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 3 OBRAS HIDRÁULICAS</b>									
P015	m³ Material granular para filtro								
	M3 Material granular para filtro, con tamaño medio de 0.04 metros, incluso transporte, extendido y compactación.	1	1,027.50			1,027.50	22.00		22,605.00
	Medición auxiliar								
P016	m³ Escollera para protección general								
	M3 Escollera de piedras sueltas, de tamaño medio, 0.2 m en protección de taludes o encauzamiento de ríos, completamente terminada, incluso el transporte.	1	1,676.50			1,676.50	24.80		41,577.20
	Medición auxiliar								
P017	m³ Escollera para protección local								
	M3 Escollera de piedras sueltas, de tamaño medio 1.3 metros en protección local de pilas, completamente terminada, incluso el transporte	1	1,419.40			1,419.40	32.85		46,627.29
	Medición auxiliar								
P019	m³ Cunetas revestidas de hormigón								
	M3 Hormigón en masa HM-20 en formación de cunetas y encofrado, fratasado, acabados y juntas.	1	600.00			600.00	89.10		53,460.00
	Medición auxiliar								
	<b>TOTAL CAPÍTULO 3 OBRAS HIDRÁULICAS</b>								<b>164,269.49</b>

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 4 ESTRUCTURAS</b>									
P025	m³ Hormigón de limpieza HL-150/P/25								
	M3 Hormigón en masa para capa de regularización y limpieza, tipo HL-150/P/25/I, incluso fabricación, suministro, verificado, nivelación, vibrado y curado.	1	89.30			89.30	52.06		4,648.96
	Medición auxiliar								
P026	m1 Viga doble T prefabricada de canto 2 m								
	M1 Viga doble T prefabricada para tablero de puente de 1.70 metros de canto para luces de 34 y 28 metros, ancho de ala superior de 1.2 metros, ancho de ala inferior de 0.75 metros prefabricada en HP-50/B/20/IIb, armaduras activas Y-1860-S7 y armaduras pasivas B500SD, incluso transporte a pie de obra, armadura para anclaje con losa superior y elementos necesarios para su elevación y puesta en obra.	1	2,464.00			2,464.00	770.00		1,897,280.00
	Medición auxiliar								
P027	m³ Hormigón armado tipo HA-30/B/20/IIIa								
	M3 Hormigón para armar en estructuras, tipo HA-30/B/20/IIIb incluso fabricación suministro, verificado, nivelación, vibrado y curado.	1	4,962.63			4,962.63	85.08		422,220.56
	Medición auxiliar								
P028	kg Acero corrugado B-500-S								
	Kg Acero corrugado B-500-S en barras para armadura incluso suministro, cortado, doblado, atado, colocación, solapes, paillitas, alambre de alar, exceso de peso y p.p. de memmas, despuntes, separadores y rigidizadores.	1	228,037.10			228,037.10	0.72		164,186.71
	Medición auxiliar								
P030	u Neopreno zunchado								
	u Neopreno zunchado según anejo de estructuras para apoyo de vigas prefabricadas en subestructuras, incluso mortero de nivelación, totalmente acabado.	1	144.00			144.00	700.00		100,800.00
	Medición auxiliar								
P029	m1 Junta de dilatación								
	M1 Junta de dilatación de calzada entre 6 y 106 mm de desplazamiento incluso formación de cajetines, colocación de anclajes, fijado de la junta y posterior sellado totalmente colocada.	1	70.00			70.00	230.00		16,100.00
	Medición auxiliar								
P031	m1 Pretti metálico								
	M1 Pretti metálico resistente a impactos galvanizado en caliente por inmersión según planos, incluso galvanizado y pintado de elementos metálicos, suministro, anclaje y colocación totalmente terminado	1	1,140.40			1,140.40	250.00		285,100.00
	Medición auxiliar								
	<b>TOTAL CAPÍTULO 4 ESTRUCTURAS</b>								<b>2,890,336.23</b>

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 5 SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO</b>									
P020	m² Bandas transversales de alerta M2 DE BANDA TRANSVERSAL SONORA REALIZADA CON PINTURA TIPO DOBLE COMPONENTE Y TACOS PARA REDUCCION DE VELOCIDAD, TOTALMENTE TERMINADO	1	8.75				8.75	53.10	464.63
	Medición auxiliar								
P021	u Señal rectangular de 60x120 cm ud Señal rectangular de 60x120 cm de lado, retrorreflectante de clase RA3, colocada sobre postes galvanizados, fijados a tierra mediante y hormigonado // tornillería y elementos de fijación y transporte a lugar de empleo.	1	6.00				6.00	175.38	1,052.28
	Medición auxiliar								
P022	u Señal rectangular de 90x135 cm ud Señal rectangular de 90x135 cm de lado, retrorreflectante de clase RA3, colocada sobre postes galvanizados, fijados a tierra mediante y hormigonado // tornillería y elementos de fijación y transporte a lugar de empleo.	1	4.00				4.00	291.70	1,166.80
	Medición auxiliar								
P023	u Señal circular de 90 cm ud Señal circular de 90x135 cm de diámetro, retrorreflectante de clase RA2, colocada sobre poste galvanizado, fijado a tierra mediante hormigonado // tornillería y elementos de fijación y transporte a lugar de empleo.	1	8.00				8.00	195.61	1,564.88
	Medición auxiliar								
P024	m Marca vial de 10 cm m Marca vial de tipo II (RR), de pintura blanca reflectante, tipo termoplástica en caliente, de 10 cm de ancho // preparación de la superficie y premarcaje (Medida la longitud realmente pintada).	1	3,420.00	3.00			10,260.00	0.53	5,437.80
	Medición auxiliar								
P032	m Barreras de seguridad M Barrera de seguridad metálica tipo BMSNA 2/120 galvanizada con poste tubular, cimentado con hormigon o hincado en cualquier clase de terreno, incluso piezas de anclaje, solapes, tornillería, separadores, captafaros cada 8 metros, terminales, abatimientos y medios auxiliares, totalmente colada.	1	2,039.00				2,039.00	27.45	55,970.55
	Medición auxiliar								
<b>TOTAL CAPÍTULO 5 SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO .....</b>									<b>65,656.94</b>

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 6 VARIOS</b>									
PA01	ud P.A. a justificar para adecuación ambiental Partida alzada a justificar para adecuación ambiental (valor estimado por superficie de actuación)	1					1.00	60,000.00	60,000.00
<b>TOTAL CAPÍTULO 6 VARIOS.....</b>									<b>60,000.00</b>
<b>TOTAL.....</b>									<b>5,592,349.26</b>