Escuela Politécnica Superior de Jaén

Grado en Ingeniería Geomática y Topográfica



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Nombre del Centro

Trabajo Fin de Grado

ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DESDE P.K 2 AL P.K. 6

Alumno: JAVIER DIÁNEZ GARCÍA

Tutor: PEDRO JACINTO CASTRO GUZMAN
Dpto: DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA

Junio, 2015



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén
Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría

Don PEDRO JACINTO CASTRO GUZMAN , tutor del Proyecto Fin de Carrera titulado: ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DEL P.K 2 AL P.K. 6, que presenta JAVIER DIÁNEZ GARCÍA, autoriza su presentación para defensa y evaluación en la Escuela Politécnica Superior de Jaén.

Jaén, JULIO de 2015

El alumno: El tutor:

JAVIER DIÁNEZ GARCÍA PEDRO JACINTO CASTRO GUZMAN

Índice

1. DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA 7
1.1- Introducción 7
1.2- Antecedentes 7
1.3- Objeto del Proyecto 10
1.4- Descripción de la Zona 12
1.4.1- Estado Actual de la Carretera: 12
1.4.2- Tráfico 13
1.4.3- Estudio de Alternativas 13
1.4.3.1-Introducción 13
Alternativa 1 14
Alternativa 2 14
1.4.4- Descripción de la Solución Adoptada 15
1.5- Presupuesto 19
1.6- Conclusiones 20
ANEJO 1- ESTUDIOS PREVIOS 22
A. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA 22
A1.1- Introducción 22
A1.2- Reportaje Fotográfico 22
A1.3- Conclusiones 25
B.TOPOGRAFIA Y CARTOGRAFIA 26
B1.1-Introducción 26
B1.2- Análisis Topográfico 26
B1.3- Conclusiones 27
ANEJO 2- ANÁLISIS DE LA METODOLOGIA 29
A2.1- Introducción 29
A2.2- Metodología Clásica 31

A2.3- Metodología GPS 34

A2.4- Metodología Combinada 36

A2.5- Estudio de Errores Posicionales de las distintas alternativas. Errores a Priori 36

A2.5.1- Teoría de Errores para la Metodología Clásica 37

A2.5.2- Teoría de Errores para la Metodología GPS 49

A2.5.3- Teoría de Errores para el Método Combinado 52

A2.5.4- Concatenación de Errores de las distintas alternativas 58

A2.6- Elección de la Metodología Definitiva. Justificación de la Solución Adoptada 60

A2.6.1- Introducción 60

A2.6.2- Solución Adoptada 61

A2.6.3- Precisiones de las Técnicas GPS 61

A2.6.4- Tolerancia Planimétricas y Altimétricas 62

A2.6.5-Errores a priori de la solución Adoptada 62

ANEJO 3- TRABAJO DE CAMPO 68

A3.1- Señalización y Monumentación de los Vértices de la red Topográficas. Reseñas 68

A3.1.1- Descripción de la Señalización y Monumentación 68

A3.1.2- Distribución de los Vértices 70

A3.1.3- Reseñas de los Vértices 71

A3.2- Redes Topográficas Establecidas 76

A3.3- Instrumentación Topográfica y Material Auxiliar utilizado 76

ANEJO 4- PROCESADO DE LAS OBSERVACIONES, ERRORES Y PRECISIONES 78

A4.1- Software Informático Utilizado 79

A4.2- Cálculo de las Distintas Redes 80

A4.2.1- Procesado de las Líneas Bases entre la Estación UJAE y la Red Principal 80

A4.3- Obtención de las coordenadas ETRS-89 87

ANEJO 5- DISEÑO DE LA GEOMETRIA PROYECTADA 92

A5.1- Descripción del Diseño 92
A5.2 – Programas Informáticos Utilizados 93
SOFTWARE CLIP 93
A5.3 – Estado de Alineaciones y Encaje Planimétrico de la Planta 123
A5.4 – Rasantes Rectas y Acuerdos Verticales del Alzado 125
A5.5 – Revisión de la Normativa Específica Existente 126
A5.5.1- Introducción Revisión Normativa 126
A5.5.2- Revisión de la Normativa en Planta 127
A5.5.3- Revisión de la Normativa en Alzado 128
A5.6 – Sección Tipo. Transiciones al Sobreancho. Peraltes 129
A5.7 – Movimiento de Tierras 133
2. DOCUMENTO Nº 2: PLANOS 147
3. DOCUMENTO Nº 3: PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS 150
3.1- Prescripciones Técnicas de los Trabajos Topográficos 150
3.1.1- Objetivo del Proyecto 150
3.1.2- Trabajos a realizar a lo largo del proyecto 150
3.1.3- Elección de la escala y la equivalencia 151
3.1.4- Elección de la escala y la equivalencia 151
3.2- Prescripciones Técnicas del Diseño en el Trazado de la Obra 152
3.2.1- Generalidades 152
3.2.2- Denominación de la carretera y tipo de proyecto 153
3.2.3- Trazado en planta 155
3.2.3- Trazado en Alzado 166
3.2.4- Coordinación entre los trazados en planta y alzado 170
3.2.5- Sección Transversal 172
3.3- Prescripciones Técnicas de la Cartografía 175
3.3.1- Documentación a entregar 175

3.3.2- Escala y equidistancia 175

3.3.3- Origen de altitudes 175

3.3.4- Proyección cartográfica y sistema de referencia 175

3.3.5- Características de los planos del proyecto 176

4. DOCUMENTO Nº 4 – PRESUPUESTO 179

4.1- Introducción 179

4.2- Presupuesto Desglosado por Jornadas 179

4.2.1- Trabajos de campo 179

4.2.2- Trabajos de Gabinete 190

4.2.3- Presupuesto de Ejecución Material (P.E.M) 197

4.2.3- Presupuesto de Ejecución por Contrata (P.E.C) 197

5. BIBLIOGRAFIA 198

ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DESDE P.K 2 AL P.K. 6



25 ANIVERSARIO
1989/90- 2014/15
ESTUDIOS DE INGENIERÍA
EN TOPOGRAFÍA Y GEOMÁTICA
DE LA UNIVERSIDAD DE JAÉN

DOCUMENTO Nº1 - MEMORIA

JAVIER DIÁNEZ GARCÍA

GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA

1. DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA

1.1- Introducción

El presente Trabajo Fin de Grado (TFG) tiene como objetivo la definición, análisis y valoración de las obras necesarias para la ejecución del proyecto "Acondicionamiento y Mejora de la carretera JV-3012 (Jaén) del P.K 2 al P.k.6".

El presente proyecto ha sido tutorizado por el profesor Pedro Jacinto Castro Guzmán.

1.2- Antecedentes

La carretera JV-3012 objeto de estudio de éste proyecto se encuentra en al Este de la ciudad de Jaén, se constituye como uno de los dos accesos (JV-3012 y A-44), que une la población de Puente Tablas, perteneciente al termino municipal de Jaén, con el municipio de Villargordo.



ILUSTRACIÓN 1. Localización y Trazado de la Carretera (Fuente: IGN)

La zona de actuación se localiza en las hojas hoja 0947 y 0926 del Mapa topográfico Nacional 1/50.000, y en las hojas 0947-1 y 0926-3 del Mapa Topográfico Nacional 1/25.000, como se observa en la ilustración 2.

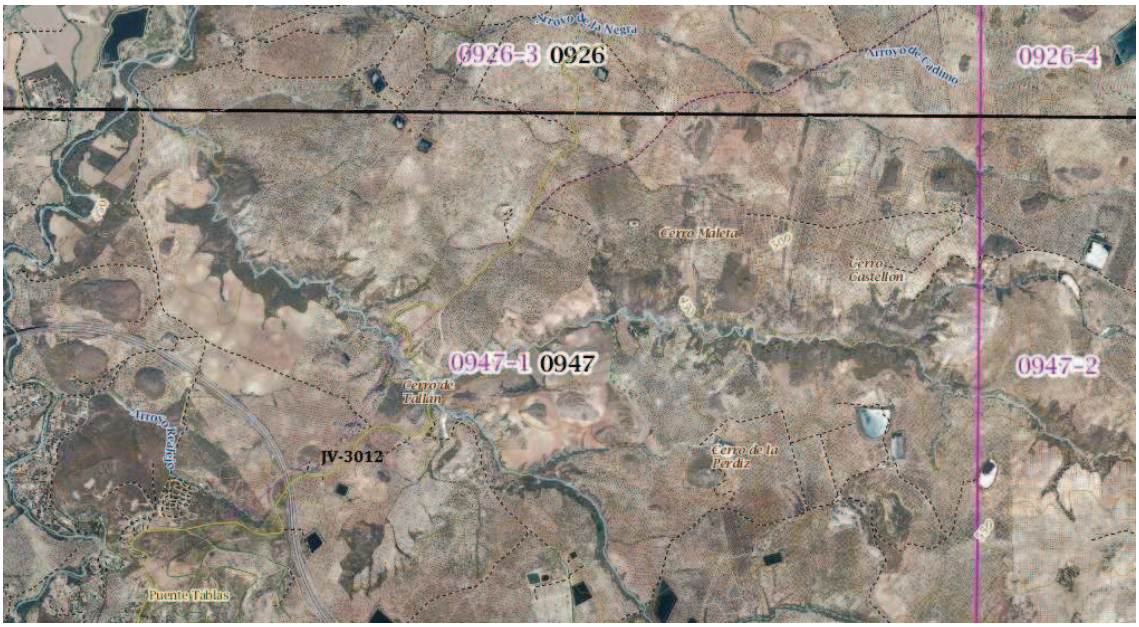


ILUSTRACIÓN 2. Cuadriculas Cartográficas (Fuente: IGN)

La situacion planimétrica general de la zona del proyecto, desde el punto de vista cartográfico, en coordenadas ETRS 89 (Sistema de Referencia en España), serían las siguientes:

- ✓ Origen del proyecto:

  X = 435436.298 m.

  Y = 4185377.105 m.

- ✓ Final del proyecto:

  X = 437325.860 m.

  Y = 4188072.294 m.

La orografía que presenta la zona, se puede considerar como un terreno ondulado rodeado a ambos lados de la carretera por cultivo de olivar. Debido al

ser zona de olivar, es un terreno blando en arcilla, pues en epoca de lluvia dificultan las tareas de campo.

En la siguiente ilustración de la zona de actuación, se puede observar graficamente de la topografia de la zona:



I

LUSTRACIÓN 3. FOTOGRAFIA REALIZADA DESDE LA B2 (Fuente: ELABORACIÓN PROPIA)

Se trata de una carretera de la Red Provincial de Interes Agrario, gestionada por la Diputación de Jaén. Se clasifica técnicamente como una carretera convencional C-40 con una longitud aproximadamente de 15.970 m.

El tramo de estudio **(desde el P.K.2 al P.k.6),** se caracteriza por unas condiciones geométricas alejadas de los estándares actuales, que imposibilitan a los conductores realizar un trayecto en condiciones de comodidad y seguridad suficientes.

Por lo tanto, este proyecto, pretende diseñar unas series de actuaciones sobre el tramo de carretera **(desde el Pk 2 al Pk 6),** encaminadas a la mejora del trazado, pavimento, drenaje y seguridad de la vía.

1.3- Objeto del Proyecto

Debido al desgaste ocasionado por la cotidianidad de las actividades agropecuarias de la zona, la destrucción y deterioro del firme y las insuficientes medidas de drenaje, se ha decidido adaptar el eje actual ***(desde el P.K.2 al P.K. 6)*** para que cumpla las caracteristicas funcionales y de seguridad que requiere una carretera de tipo **C-80.**

Con este fin, se realizarán estudios que permitirán evaluar la situación de dicha obra, para luego plantear posibles mejoras y futura ejecución de la obra.

Primeramente, se realizará un estudio de las diferentes posibilidades que tenemos para realizar el trabajo que pretendemos proyectar, estudiando las diferentes posibilidades entre la topográfia clasica o la utilización de GPS.

La metodologia elegida fue la segunda, utilizando para ello el instrumental GPS que se detalla en el Anejo 2- TRABAJO DE CAMPO del presente proyecto. Es la opcion mas idónea entre las existentes debido a:

- En el pliego de condiciones se establecen unas tolerancia tanto en planimetria como en altimetria, de tal manera, que las metodologias que excedan dichas cantidades quedaran descartadas. En nuestro caso se descartaria la metolodogia de la Topografía Clásica.
- Al tratarse de una zona de olivar donde se ubica la carretera, con la metodologia de la topgrafía clásica se dificultaria las tareas de campo, sin embargo, la opción de GPS no se considera ningun obtaculo debido a que no se necesita visibilidad para este instrumental.

- La técnica GPS facilitan las tareas de campo ampliamente, haciendo este proyecto mas ventajoso en cuanto al tiempo y al coste economico, pues es más rapido y menor costo.

Una vez elegido la metodologia e instrumental de trabajo que se utilizará en el proyecto, se realizara el reconocimiento del terreno para realizar el estudio de alternativas y la implementación de una Red Principal en la zona de trabajo, para posteriormente dotar de coordenadas (ETRS89) a las bases implantadas.

La red principal consta de tres vértices situados en el margen izquierdo de la carretera objeto de estudio, se ubicó en zonas altas del trazado, para no tener problemas de perdida de señal.

El siguiente paso es elegir una estación de la RAP en este caso, la estacion UJAE, con esta estación y los tres vértices de la Red Principal se establece una conexión para dar coordenadas a todos los vertices de la Red Principal.

El procedimiento elegido para realizar esto ultimo, es la realizacion de observaciones GPS mediante lineas bases entre la estación UJAE y cada uno de los vértices de la Red Principal, se establecen once líneas bases, obteniendo las coordenadas directamente sin tener que compensar la Red Principal.

El siguiente paso sería el procesamiento de datos de las líneas bases para la obtención de las coordenadas mencionadas anteriormente. Una vez obtenida las coordenadas de los tres vértices de la Red Principal, se realizará una cartografía actualizada de la zona desde el P:K. 2+000 al P.K. 6+000, realizandose un levantamiento topográfico (Red de Detalle) a partir de las bases implantadas en la zona de actuacion, del cual, se obtendrá informacion tanto planimétrica como altimetrica del terreno, tomando el trazado actual de la carretera, taludes presentes en la zonas, arroyos, accesos a fincas colindantes etc…

Una vez obtenida la cartográfia, se diseñará el trazado tanto en planta como en alzado, según la Normativa 3.1 I-C "Instrucción de Carreteras", estudiando las diferentes alternativas y los elementos geométricos del nuevo trazado. Para este trabajo se ha utilizado los software Autocad 2002, MDT 4.0 y el programa de diseño de carreteras CLIP.

Se calculará a partir del nuevo trazado el correspondiente movimiento de tierras.

Se generarán los planos correspondientes del proyecto y por ultimo se elaborará el presupuesto desde el punto de vista de los trabajos topográficos realizados tanto en campo como en gabinete.

1.4- Descripción de la Zona

1.4.1- Estado Actual de la Carretera:

Tras la visita de la zona, el tramo de carretera objeto de estudio presenta las siguientes caracteristicas:

- Trazado sinuoso con tramos de poca visibilidad, debido fundamentalmente, a la concatenacion de curvas a lo largo del trazado y la cercania de olivar muy proximo a la calzada.
- La calzada presenta en muchos tramos bacheado lo que conlleva que el transito por la via sea anomalo.
- Ausencia de arcenes durante todo el tramo, lo que provoca la complicacion de su trayecto a vehiculos pesados, camiones o simplemente el avance en ambos sentidos de esos tipos de vehiculos.
- Anchura útil de la calzada de 4.5 m como valor medio, ya que desde el p.k. 3 +200 m hasta el 3 + 700 m, su anchura está sobre los 6.5 m.

- El trazado en planta se adapta al terreno natural, ello provoca curvas con reducido radio exentas de clotoide.

- El trazado en alzado presenta algunos tramos con pendientes pronunciadas, esto conjuntamente con los cerrados radios en algunas curvas, provocan problemas de escasa visibilidad.

De éste modo, se ha considerado la necesidad de la actuacion en la presente carretera, con el fin de obtener una mejora en cuanto a su trazado y caracteristicas actuales.

1.4.2- Tráfico

La carretera objeto del proyecto, no presenta unos índices de tráfico elevados, puesto que, une dos poblaciones pequeñas en personas. Aun asi, la actividad agrícola (olivar), hace que se genere en esa época del año, un tráfico muy constante de vehículos.

1.4.3- Estudio de Alternativas

1.4.3.1- Introducción

El objeto de dicho estudio es establecer la metodología para normalizar el proceso de toma de decisiones de las alternativas planteadas.

A nivel global, se plantearan dos soluciones a la mejora de la carretera que comunica los núcleos urbanos de Puente Tablas y Villargordo.

Los criterios que se han usado para plantar la mejora técnica y adaptación a la normativa vigente responden a razones económicas, de seguridad, de disponibilidad de espacio y de afectación mínima al entorno. Las alternativas del proyecto son:

Alternativa 1

La alernativa 1 conciste en adaptar la vía existente a las condiciones adecuadas según la normativa 3.1 I-C, intentando aprovechar la estrucrura existente, debiendo llegar a ella con la cota actual, lo que conllevaría el consiguiente ahorro en el presupuesto. Se intentará modificar en la menor medida de lo posible el trazado en planta y alzado.

Los principales objetivos entonces, recaerán en minimizar las partidas de movimientos de tierras, aprovechando al máximo la plataforma existente en donde sea posible.

Alternativa 2

Esta propuesta consiste en realizar un diseño completamente nuevo, realizando una nueva estrucrura, con lo cual, esto conllevaría un mayor presupuesto de ejecucción.



ILUSTRACIÓN 4. DISPOSICIÓN ALTERNATIVAS. AZUL- ACTUAL, ROJO- ALT-1 (Fuente: CLIP)

1.4.4- Descripción de la Solución Adoptada

1.4.5.1- Trazado

La solución adoptada ha sido alternativa 1, debido a que se mantiene la estructura existente, lo cual, se ahorra en el presupuesto y se intenta aprovechar al maximo el trazado existente.

En esencia, el trazado se asemeja al actual, ajustando sus características en los puntos más conflictivos en cuanto a seguridad y adaptación a la normativa vigente (3.1 I-C- Instrucción de Carreteras). La ampliación de la plataforma es un punto básico en el acondicionamiento y mejora.

Los documentos consultados para la definición del trazado han sido los siguientes:

- Norma 3.1 I-C- Instrucción de Carreteras.

Se diseña el trazado en planta, de tal forma, que mejore las condiciones existentes del trazado actual, es decir, mejores condiciones de comodidad para la conducción y mejorar la visibilidad de la trayectoria en la medida de lo posible.

Como resumen del trazado en planta se tiene que:

- La longitud total es de 3549.697 metros.
- La longitud en recta es de 923.723 metros (26.02 %).
- La longitud total en curvas es de 1268.482 metros (35.73 %), siendo el resto completado por las clotoides 1357.492 metros (38.24 %).
- El radio mínimo es -280 metros.



ILUSTRACIÓN 5. DISPOSICIÓN CARRERERA ACTUAL Y PROPUESTA (Fuente: CLIP)

Se diseña la rasante, de tal forma, que disminuya la inclinacion en algunas zonas del trazado. Tambien se debe de tener en cuenta la orografia del terreno para equilibar lo maximo posible desmonte y terraplén.

Resumiendo las características en alzado se tiene:

- Longitud total en pendiente es de 2459.697 metros (69.29 % del recorrido).
- Longitud en acuerdos es de 1090 metros (30.71 % del recorrido).
- Pendiente mínima es de -6.432 % mientras que la máxima es de 6.503 %.
- La pendiente media es de -2.383 %.
- Los acuerdo convexo mínimo es de parámetro kv=-6554.386 y el máximo es de kv=6609.113.

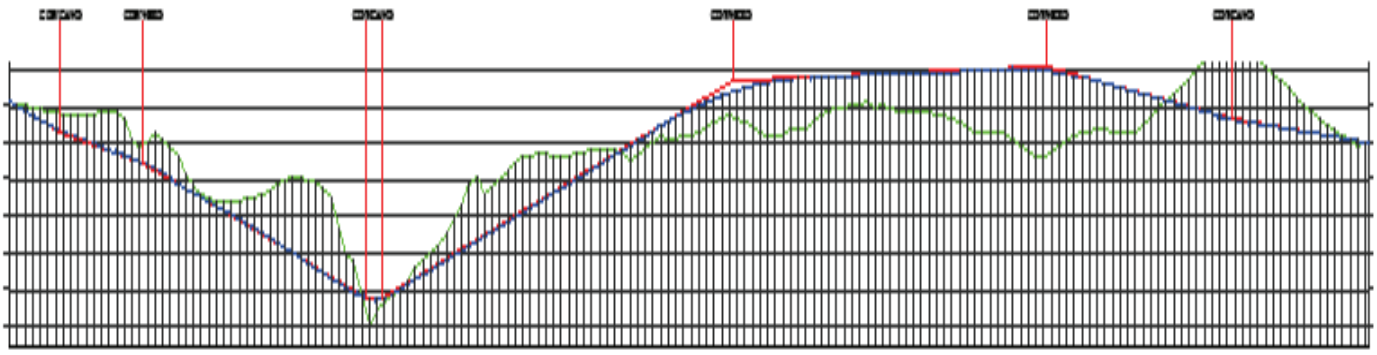


ILUSTRACIÓN 6. PERFIL LONGITUDINAL CON RASANTE Y ACUERDOS VERTICALES (Fuente: CLIP)

Para el cumplimiento de las condiciones que se persiguen, se opta por encajes de clotoide-circular-clotoide entre rectas.

Las características de la sección transversal son:

- Una plataforma de 12 metros de ancho.
- 7 metros corresponden a dos carriles de 3.5 m para cada sentido.
- Arcén de 1 metros en cada lado.
- Berma de 0.5 m en cada lado
- Cuneta de 1 m de anchura en forma triangular con pendiente de 1/1, con una profundidad de 0.5 metros, dispuesta según orografía, ver en plano nº 9 del Documento nº 2.
- Los desmontes poseen una pendiente del 1/1 y los terraplenes del 3/2.

El firme por el cual estará compuesto la carretera sera la siguiente:

- Zahorra artificial de espesor 0.3 metros.
- Capa base de espesor 0.08 metros.
- Capa intermedia de espesor 0.07 metros.
- Capa de rodadura de 0.05 metros.

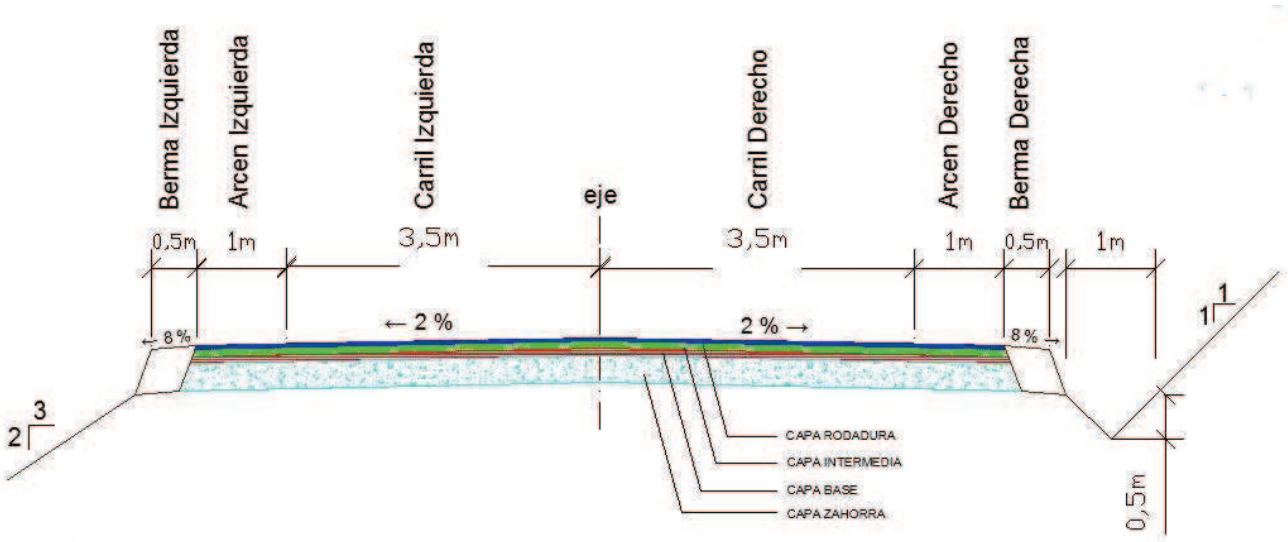


FIG 1. CROQUIS DE LA SECCIÓN TIPO (Fuente: ELABORACIÓN PROPIA)

1.4.5.2- Movimiento de Tierras

Las mediciones contempladas en el presente proyecto corresponden al movimiento de tierras procedentes del diseño de la Acondicionamiento y Mejora de la carretera JV-3012.

En dichos movimientos se han tenido en cuenta en todo momento el equilibrio entre desmonte y terraplén, siempre de acuerdo a la normativa 3.1 I-C.

En la siguiente tabla se muestran las cubicaciones correspondiente al volumen de desmonte, terraplen y de tierra vegetal.

Volumen Tierra Vegetal (m^3)	Volumen Terraplén (m^3)	Volumen Desmonte (m^3)
40753	519591	529023

TABLA 1- MOVIMIENTO DE TIERRAS

El movimiento de tierras obtenido del presente proyecto consta de un **volumen de desmonte** de quinientos veintinueve mil con veintitrés metros cúbicos, de un **volumen de terraplén** de quinientos diecinueve mil quinientos noventa y un metros cúbicos y **un volumen de tierra vegetal** de cuarenta mil setecientos cincuneta y tres metros cúbicos.

Para ver más detallado el movimiento de tierras producido, consultar el Anejo A6.7 del presente proyecto.

1.5- Presupuesto

El presupuesto de los trabajos topográficos realizados asciende a la cantidad de **Seis mil ochocientos setenta euros con treinta y un céntimos** (6870.31 €).

La relación de documentos que se incluyen de forma detallada en el **Documento Nº 4- Presupuesto son:**

- ✓ Precios Unitarios.
- ✓ Precios Descompuestos.
- ✓ Cuadro de Precios Nº 1.
- ✓ Cuadro de Precios Nº 2.
- ✓ Presupuesto de Ejecución Material (P.E.M.).
- ✓ Presupuesto Ejecución por Contrata (P.E.C.).

1.6- Conclusiones

Considerando que el Proyecto “Acondicionamiento y Mejora de la carretera JV-3012 (Jaén) desde el P.K.2 al P.K. 6” queda totalmente definido con los documentos adjuntos y que permite la completa ejecución de las obras previstas, se realiza la entrega del presente proyecto.

Jaén, Junio de 2015

Firma

Javier Diánez García
El autor del proyecto

ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DESDE P.K 2 AL P.K. 6

25 ANIVERSARIO
1989/90- 2014/15
ESTUDIOS DE INGENIERÍA
EN TOPOGRAFÍA Y GEOMÁTICA
DE LA UNIVERSIDAD DE JAÉN

ANEJO 1 – ESTUDIOS PREVIOS

JAVIER DIÁNEZ GARCÍA

GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA

ANEJO 1- ESTUDIOS PREVIOS

A. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA

A1.1- Introducción

Lo primero que se llevo a cabo fue el reconocimiento de la zona en coche, durante este proceso se observa las características del entorno y las posibles dificultades a la hora de realizar el levantamiento topográfico.

Seguidamente se realizó un reconocimiento a pie, fotografiando parte del recorrido y visualizando las posibles ubicaciones de las bases, además de las posibles afectaciones de terrenos colindantes, servicios etc...

A1.2- Reportaje Fotográfico

A continuación se muestra una serie de fotografías descriptivas de la traza actual de la carretera JV-3012, desde el P.K. 2 al P.K. 6, y otros elementos de interés con el propósito de adquirir una idea sobre las condiciones de la zona y el ámbito en el que se desarrolla el proyecto. El sentido en el que se muestra el reportaje es de Puente Tablas a Villargordo.

A continuación se muestra las fotografías tomadas en campo.



Imagen 1. Inicio Proyecto



Imagen 2. PK 2



Imagen 3. Pk 2+200



Imagen 4. Pk 2+300



Imagen 5. Pk 2+500



Imagen 6. Pk2+600



Imagen 7. Pk 3+000



Imagen 8. Pk 3+040



Imagen 9. Pk 3+100



Imagen 10. Estructura



Imagen 11.



Imagen12. Pk 3+600



Imagen 13. Pk 4+500



Imagen 14. Pk 5+000



Imagen 15. PK 6- FINAL



Imagen 16.

A1.3- Conclusiones

Como se puede observar en el reportaje fotográfico, el desgaste, destrucción y deterioro del firme es constante en todo el tramo, la anchura de la calzada no es adecuada para una carretera por donde transcurre tráfico destinado a realizar actividades agropecuarias y las condiciones de seguridad de la vía son mínimas.

B. TOPOGRAFIA Y CARTOGRAFIA

B1.1-Introducción

El presente anejo describe y analiza la topografía con la finalidad de evaluar los aspectos del terreno a tener en cuenta a la hora de plantear las alternativas y proyectar la solución escogida.

A partir de la base topográfica se definirán los elementos que conforman el proyecto como el eje de la carretera, el encaje de la plataforma en el terreno y el ajuste de las intersecciones.

La información topográfica y cartográfica de la cual se ha dispuesto en la redacción del proyecto es la siguiente:

- Mapa Topográfico Nacional a escala 1:25.000 en formato digital.
- Ortofotografías de máxima actualidad (PNOA) y cartografía ráster proporcionadas por IBERPIX, visualizador de mapas e imágenes de España perteneciente al Instituto Geográfico Nacional de España (IGN).
- Mapa interactivo Google Earth.

Toda esta información se ha cotejado con inspecciones visuales a la zona del proyecto.

B1.2- Análisis Topográfico

Las condiciones topográficas que enmarcan el trazado actual de la carretera JV-3012 son en general, de pendientes suaves, exceptuando la zona del arroyo hondo, en el cual, una vez pasado la estructura, se encuentra una pendiente del 12%.

El desnivel total del tramo de carretera estudiado es de 78.087 m, siendo la cota mínima de 378.887 m, en la zona del arroyo, P.K. 3+100 y la cota máxima de 456.974 m en el P.k. 5+200.

El tramo de carretera estudiado comienza en el P.K. 2+000 con una cota de 441 m y acaba en el P.K. 6+000 con una cota de 430 m.



FIG 2. DISPOSICIÓN CARRETERA EN EL MTN25 (Fuente: CLIP)

B1.3- Conclusiones

En el documento nº2 de este proyecto, se encuentran los planos a escala:

- Plano de situación (varias escalas).
- Plano Geometría de la planta a escala 1:5000.
- Plano diseño final a escala 1:1000.

ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DESDE P.K 2 AL P.K. 6



25 ANIVERSARIO
1989/90- 2014/15
ESTUDIOS DE INGENIERÍA
EN TOPOGRAFÍA Y GEOMÁTICA
DE LA UNIVERSIDAD DE JAÉN

ANEJO 2 – ANÁLISIS DE LA METODOLOGIA

JAVIER DIÁNEZ GARCÍA

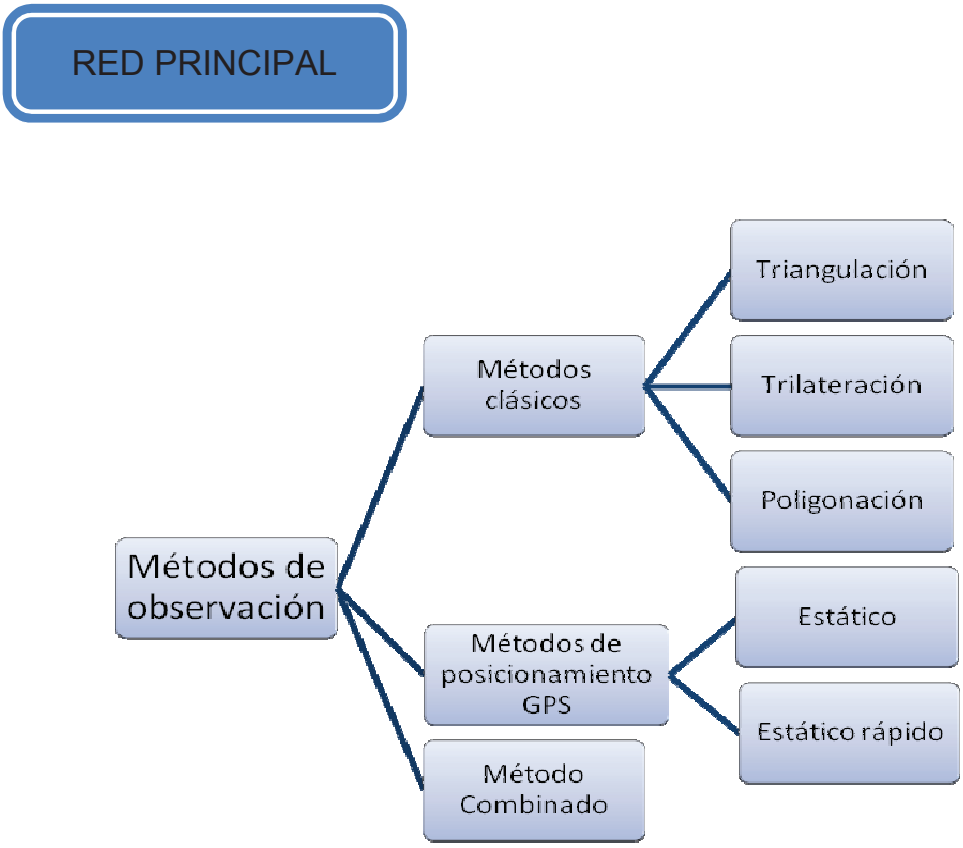
GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA

ANEJO 2- ANÁLISIS DE LA METODOLOGIA

A2.1- Introducción

Se trata de realizar un estudio de la problemática que se plantean al adoptar diversas alternativas en cuanto a las metodologías de levantamientos que se han de realizar para llevar a cabo el Proyecto.

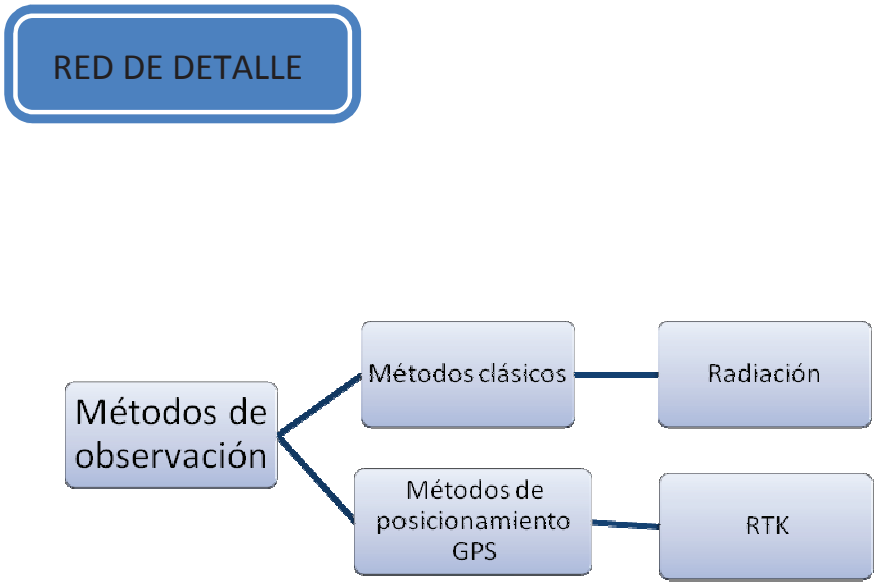
En primer lugar, se implementa una Red Principal en la zona de actuación del proyecto, y dotar a está de coordenadas UTM (ETRS89), para ello nos apoyamos en la RAP y en las bases implantada en la zona de actuación. La observación de esta red se puede realizar siguiendo diferentes métodos tal y como muestra el siguiente esquema:



ESQUEMA 1. ANÁLISIS DE LA METODOLOGÍA (RED PRINCIPAL).

La elección de uno u otro método depende de la precisión requerida, relieve, proximidad a los vértices de la Red Geodésica Nacional y coste económico.

Materializada la Red de apoyo, se prosigue con la Red de detalle para poder tener una representación fiel del terreno natural. Los métodos de observación son los siguientes, tal y como muestra el siguiente esquema:



ESQUEMA 2. ANÁLISIS DE LA METODOLOGÍA (RED DE DETALLE).

A continuación se realiza una descripción de cada una de las alternativas, diferenciando cada una de ellas según la red.

A2.2- Metodología Clásica

➢ **Red Principal**

La premisa con la que se debe partir en este tipo de métodos es la proximidad de vértices geodésicos en la zona de actuación. Éstos pueden pertenecer tanto a la Red de Orden Inferior (ROI) como a la Red Geodésica Nacional por Técnicas Espaciales (REGENTE).

A partir del Visualizador de Señales Geodésicas del IGN se extrae la Información de los vértices de interés:



Ilustración 8. Distribución de vértices geodésicos. (Fuente: IGN)

NOMBRE	NÚMERO	HOJA MTN	MUNICIPIO	X_{UTM} (m)	Y_{UTM}(m)
Cuevas	92641	947	Jaén	438512.475	4189941.392
San Juan de Dios	74739	947	Jaén	434148.756	4186420.323
Torremocha	94758	947	Jaén	441582.702	4184341.673
Peñaflor	92661	926	Jaén	443538.696	4189633.967

TABLA 2. COORDENADAS VÉRTICES GEODÉSICOS.

- **Método de Triangulación:**

La triangulación topográfica consiste en establecer una red básica de triángulos en toda el área de trabajo. La observación se realiza desde los diferentes vértices de la red utilizando cualquiera de los siguientes métodos de observación angular:

- ✓ Método de las series/vueltas de horizonte.
- ✓ Método de Pares sobre una referencia.
- ✓ Método Mixto (Vueltas de horizonte/Pares sobre una referencia).
- ✓ Método de Schreiber.

Dichos triángulos deben ser lo más equiláteros posibles para cometer el mínimo error. Es fundamental disponer de un lado conocido (base) determinado por medición directa con distanciómetro. La precisión de éste debe ser alta ya que es el dato de partida en el cálculo de la triangulación.

El primer objetivo es determinar la localización de los vértices, los cuales hay que colocarlos a lo largo de nuestra zona de trabajo y distribuirlos más o menos uniformemente y a ambos márgenes de la carretera, para que esta, formen una Red de triángulos conectados entre sí y que cubran toda la zona de trabajo.

Se ha de conseguir:

- Red Principal (vértices), donde la distancia no sea muy grandes entre ellas.
- Buena visibilidad entre los vértices.
- Buena conformidad angular de los triángulos para que se produzca un error mínimo: triángulos con ángulos entre 25^g y 175^g.

Una vez implantada la red, el siguiente paso sería la observación de la misma. Para ello, cogeremos una base de entre todas, situada más o menos en la parte centrada de la Red, a partir de esta longitud podremos conocer todas las distancias de los demás lados. Al escoger a base lo más centrada posible lo que

realizamos es realizar un encadenamiento de triángulos hasta alcanzar que los limites entre la zona sea pequeño, reduciendo los errores de observación.

Se observará la Red angularmente, seguidamente se procederá a su cálculo, compensación y al análisis estadístico de los resultados.

Por último, y teniendo en cuenta la distancia máxima de radiación se procederá desde las distintas bases de la Red Principal a la densificación de la Red o lo que es lo mismo a la observación y cálculo de la Red de detalle.

- **Método de Trilateración:**

La trilateración topográfica consiste la determinación de los triángulos implantados en la zona de actuación por medio de las longitudes de sus lados (medición con distanciómetro).

Se precisa buena visibilidad en cada vértice con respecto a todos los de alrededor a efectos de facilitar la observación y buena conformación angular de los triángulos que permita un mínimo error.

- **Método de Poligonación:**

El primer objetivo es determinar la localización de los vértices, los cuales hay que colocarlos a lo largo de nuestra zona de trabajo y distribuirlos más o menos uniformemente y a ambos márgenes de la carretera,

La característica principal que se debe de cumplir es la visibilidad entre vértices, es decir, situarnos en el vértice y tener buena visibilidad del vértice anterior y posterior de la Red Principal, de manera que podamos realizar perfectamente nuestras observaciones.

La característica principal que se debe de cumplir es la visibilidad entre vértices, es decir, situarnos en el vértice y tener buena visibilidad del vértice anterior y posterior de la Red Principal, de manera que podamos realizar perfectamente nuestras observaciones.

En nuestro caso tenemos una poligonal encuadrada la cual se caracteriza porque conocemos las coordenadas del punto inicial y final de los vértices pertenecientes a la misma.

- **Red de detalle**

El método utilizado es la radiación, el cual consiste en estacionar en un punto de coordenadas conocidas (vértices de la Red de apoyo) y medir coordenadas polares (ángulo y distancia reducida) de los puntos de relleno.

A2.3- Metodología GPS

- **Red Principal**

  - **Estático**

La observación con este método se realiza con un único receptor, con el cual se calculan las pseudodistancias a los satélites observados. Es necesario observar a un mínimo de cuatro satélites para obtener un posicionamiento tridimensional. Los resultados se obtienen en coordenadas absolutas respecto al sistema de referencia al que están referidos los satélites.

Las coordenadas del punto donde está situado el receptor se obtienen en tiempo real, obteniéndose las primeras coordenadas tras dos o tres minutos de observación. Manteniendo el receptor fijo durante mucho tiempo en el punto se puede mejorar la precisión, siendo ésta aproximadamente de 10 m y de 50 m cuando está activada la disponibilidad selectiva.

  - **Estático rápido**

Este método sólo se puede utilizar cuando los receptores están equipados con doble frecuencia y las observaciones realizadas son simultáneas. Es necesario disponer de más de un receptor, colocándose uno de ellos sobre un punto de coordenadas conocidas (BASE), donde permanecerá durante toda la observación; el otro receptor (MÓVIL) se irá desplazando por todos los puntos a determinar. El tiempo de observación del equipo móvil en cada uno de los puntos a determinar dependerá del número de satélites enganchados y longitud de la línea base:

Número de satélites GDOP<8	Longitud línea base	Tiempo de observación	
		Día	Noche
Estático rápido			
4/5	LB < 5 km	5 - 10 min	5 min
4/5	5 km < LB < 10 km	10 - 20 min	5 - 10 min
4/5	10 km < LB < 15 km	Más de 20 min	10 - 20 min
4/5	15 km < LB < 30 km	1 - 2 horas	1 hora
4/5	LB > 30 km	2 - 3 horas	2 horas

TABLA 3. TIEMPO DE OBSERVACIÓN

El número mínimo de satélites para poder trabajar con este método es de cuatro, pudiéndose perder la señal de los satélites en el equipo móvil durante los desplazamientos de un punto a otro, aunque el receptor fijo debe permanecer encendido durante toda la observación, incluidos los desplazamientos.

- **Red de detalle**

- **RTK**

El método de observación cinemático en tiempo real, RTK, trabaja con varios receptores. El receptor fijo se ubica en un punto de coordenadas conocidas enviando al receptor móvil correcciones diferenciales de posición mediante un enlace de datos creado por vía radio-modem. Así, la observación de cada punto de la red de detalle se realiza durante 5 segundos. Este método se caracteriza por obtener los datos en tiempo real (sin procesado de las observaciones), lo que conlleva un alto rendimiento.

El procedimiento con GPS es el siguiente:

Este método consiste en realizar los trabajos topográficos mediante la observación con un mínimo de dos receptores GPS bifrecuencia mediante diversos procedimientos que se explicarán.

Lo primero a realizar es dotar de coordenadas ETRS89 a la zona de actuación, en el caso de este método, no es necesario tener visibilidad entre

vértices, para ello utilizaremos el **posicionamiento** denominado **estático-relativo.**

Para su realización, se decidió realizarlo de la siguiente manera:

Se doto de coordenadas a nuestra zona de trabajo a partir de la observación de líneas bases desde un vértice de la Red Andaluza de Posicionamiento (RAP), en este caso, el de la Universidad de Jaén (UJAE) a todos las bases de la Red Principal. (B1, B2 y B3).

El segundo paso sería realizar la observación de la Red de Detalle. Para ello, a partir de las bases implementadas en la zona de actuación se procederá a su observación mediante el método conocido como RTK, que consiste en estacionar el receptor en un vértice de la red en modo estático y el otro receptor (móvil) se utiliza para realizar el levantamiento de la zona.

A2.4- Metodología Combinada

Esta metodología no aparece en el cuadro por no ser pura, esto es, es una combinación de ambas. Análogamente a los métodos anteriores, se distingue:

- **Red Principal**

La observación de ésta se realiza mediante técnicas de posicionamiento GPS.

- **Red de detalle**

La utilización de los métodos clásicos queda reservada sólo a aquellos lugares que el método de posicionamiento GPS no pueda cubrir.

A2.5- Estudio de Errores Posicionales de las distintas alternativas. Errores a Priori

Tras las diversas metodologías descritas en los apartados anteriores, se estudiaran, a partir de datos aproximados obtenidos de la cartografía y con las

características técnicas de los instrumentos topográficos, si la concatenación de errores de las diversas alternativas hace que el error final para cada una de las metodologías estén dentro de la precisión del trabajo que se requiere

A partir de la Teoría de Errores para las observaciones topográficas, se calculan los posibles errores que se cometerán en cada una de las fases de trabajo, aportándonos de esta manera datos para optar por la opción más adecuada entre las distintas metodologías propuestas.

La metodología que se va a realizar es calcular el error en cada fase de trabajo, a fin de obtener unos datos aproximados que aseguren las precisiones exigidas en el pliego de condiciones técnicas.

Así pues, estos estudios a priori de errores se realizarán en base a las diferentes metodologías propuestas y a las características técnicas de la instrumentación adecuada para cada una de las alternativas.

A2.5.1- Teoría de Errores para la Metodología Clásica

a) Error producido en la red Principal:

- *Triangulación Topográfica*

  Se ha supuesto como diseño una cadena de triángulos con sucesión más o menos equiláteros.

  Para la obtención de un valor a priori práctico del error que se cometería al realizar éste tipo de metodología admitiremos, en razón a las simplificaciones tomadas tanto de tratarse de una cadena de triángulos como de que éstos sean equiláteros, que tendríamos dos tipos de errores:

- **Error producido en la medida de ángulos**

  Su cálculo atiende a la siguiente formulación:

$$E_a = \frac{D * e_a}{r^{cc}} \sqrt{\frac{n(n+1)(2n+1)}{6} + 3}$$

De donde sabemos que:

- D: distancia media de los lados de los triángulos
- e_a: error angular que se cometen en las observaciones
- n: número de triángulos de la triangulación

El número de triángulos seria de 23 y la distancia media de entre todas las tomadas será de 485 metros.

Para el cálculo del error angular (e_a), se ha considerado la posibilidad de realizarlo con una Estación Total que posea unas características técnicas normales, siendo éstas las siguientes:

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
Aumentos	30X
Sensibilidad	5^{cc} Compensador de doble eje
Apreciación	15^{cc}
Error en la medida de distancias	(5mm+2ppm)

TABLA 4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS INSTRUMENTO

Éste error se puede calcular en función de los errores que intervengan al realizar cualquier observación de tipo angular, es decir, a partir del cálculo del error instrumental, en la que intervendrán los siguientes errores:

- **error de verticalidad:**

$$e_v = \frac{1}{4} S'' = \frac{1}{4} 5^{cc} * 3{,}086 = 3{,}86^{cc}.$$

- **error de lectura:** se aplica Bessel pues se observaría en CD y CI.

$$e_l = apr\frac{1}{\sqrt{2}} = 15^{cc}\frac{1}{\sqrt{2}} = 10{,}61^{cc}.$$

- **error de dirección:** se considerará un error de estación y señal de medio centímetro y una distancia de 485 metros por ser la media de todas.

$$e_d = \frac{e_e + e_s}{D} r^{cc} = \frac{0.010}{485} 636620 = 13{,}13^{cc}.$$

- **error de puntería:**

$$e_p = \frac{30}{A}\left(1 + \frac{4A}{100}\right)\frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{30}{30}\left(1 + \frac{4*30}{100}\right)\frac{1}{\sqrt{2}} = 1.56^{cc}.$$

El error instrumental será la componente cuadrática de estos cuatro errores:

$$e_i = \sqrt{e_v{}^2 + e_l{}^2 + e_d{}^2 + e_p{}^2} = 17{,}39^{cc}$$

Para el cálculo de todo ángulo es necesaria la observación de dos direcciones angulares, con lo que el error angular finalmente sería:

$$e_a = e_i\sqrt{2} = 24{,}59^{cc}$$

Teniendo en cuenta que D sería 485 metros, el e_a de $24{,}59^{cc}$ y el valor de n de 23, obtendremos como error total cometido debido a las observaciones de ángulos el siguiente valor:

$$E_a = \frac{D * e_a}{r^{cc}}\sqrt{\frac{n(n+1)(2n+1)}{6} + 3} = 1{,}232m$$

Hemos calculado el error total cometido debido a los ángulos, pero en una triangulación también se mide al menos una distancia; luego tendremos que calcular el error cometido en dicha observación.

- **Error producido en la medida de distancias de la base**

Necesitamos calcular el error relativo que se produce al medir la base, por lo que sería necesario calcular el error instrumental que se comete al medir un tramo. Para ello, tenemos que tener presente los siguientes errores que se cometerían a partir de las características instrumentales descritas anteriormente:

- **Error debido a la medida electromagnética de distancias:**

$$e_{MED} = \pm\sqrt{[a(m)]^2 + \left[\frac{b(pmm) * D_{media}(m)}{1000000}\right]^2} * \frac{1}{\sqrt{2}} = 2{,}230 * 10^{-2}\, m$$

- **Error por falta de verticalidad de jalón:**

$$e_j = \frac{2}{3} m \frac{\beta''}{r''} * \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{2}{3} 1.9 \frac{3600}{206265} * \frac{1}{\sqrt{2}} = 1{,}563^{-2}\, m$$

Donde m=altura del jalón y β la sensibilidad del nivel esférico

- **Error de estacionamiento:** se considerará el valor de medio centímetro.
- **Error de señal:** se considerará el valor de medio centímetro.

El error en distancias al medir un tramo sería:

$$\sigma_d = \sqrt{e_{med}{}^2 + e_j{}^2 + e_e{}^2 + e_s{}^2} = 0{,}0234$$

Por lo tanto, el valor del error relativo sería:

$$\varepsilon = \frac{\sigma_d}{D_{media}} = \frac{1}{20728}$$

Para el cálculo del error producido en la medida de la base, bastaría con evaluar la siguiente expresión teniendo en cuenta que los valores de D y n serían los mismos que los que hemos comentado para el cálculo del error en la medida de los ángulos:

$$E_{base} = D * \varepsilon * \frac{n+1}{2} = 0{,}281m$$

Con lo que, el error producido en la triangulación sería la componente cuadrática de ambos errores:

$$E_{Triangulación} = \sqrt{E_a{}^2 + E_{base}{}^2} = 1{,}264m$$

- ***Triangulación Topográfica***

Se trata de un itinerario encuadrado lo que me permitirá por una parte conocer los errores que se pueden cometer a priori y por otra parte que partimos de la ventaja de que al conocer las coordenadas de inicio y final tenemos comprobación del trabajo de campo que se pueda llevar a cabo.

Al realizar una poligonal o itinerario en campo se producen dos errores:

- **El error transversal**: se produce en la dirección transversal al sentido del propio itinerario. Su cálculo se realiza a partir de la siguiente formulación y teniendo en cuenta que viene producido por un error angular:

$$E_{Transversal} = \frac{L}{n} * \frac{e_a}{r^{cc}} \sqrt{\frac{n(n+1)(2n+1)}{6}}$$

De donde sabemos que:

  - L: longitud total de todos los tramos de la poligonal.
  - e_a: error angular que se cometen en las observaciones.
  - n: número de tramos.

El número de tramos seria de 27 y la distancia total de todos estos tramos será de 6000 metros.

Para el cálculo del error angular (e_a), se ha considerado la posibilidad de realizarlo con una Estación Total que posea unas características técnicas normales, siendo éstas las siguientes:

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
Aumentos	30X
Sensibilidad	5^{cc} Compensador de doble eje
Apreciación	15^{cc}
Error en la medida de distancias	(5mm+2ppm)

TABLA 5. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS INSTRUMENTO

Se sabe que cuando se estaciona se comenten cuatro errores accidentales clásicos. La componente cuadrática de todos ellos será la que se le denomina error instrumental que servirá para el posterior cálculo del error angular que es el que pretendemos calcular.

Se calculan, pues, los cuatro errores accidentales que intervienen:

- **error de verticalidad:**

$$e_v = \frac{1}{4}S'' = \frac{1}{4}5^{cc} * 3{,}086 = 3{,}86^{cc}.$$

- **error de lectura:** se divide entre la raíz del número de tramos pues intervienen en su medición.

$$e_l = apr\frac{1}{\sqrt{2}} = 15^{cc}\frac{1}{\sqrt{2}} = 10{,}61^{cc}.$$

- **error de dirección:** se considerará un error de estación y señal de medio centímetro y una distancia de 222 metros por ser la media de todos los tramos.

$$e_d = \frac{e_e + e_s}{D_{media}} r^{cc} = \frac{0.010}{222} 636620 = 28{,}68^{cc}.$$

- **error de puntería:**

$$e_p = \frac{30}{A}\left(1 + \frac{4A}{100}\right)\frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{30}{30}\left(1 + \frac{4*30}{100}\right)\frac{1}{\sqrt{2}} = 1.56^{cc}.$$

El error instrumental será la componente cuadrática de estos cuatro errores:

$$e_i = \sqrt{e_v{}^2 + e_l{}^2 + e_d{}^2 + e_p{}^2} = 30{,}86^{cc}$$

Para el cálculo de todo ángulo es necesaria la observación de dos direcciones angulares, con lo que el error angular finalmente sería:

$$e_a = e_i\sqrt{2} = 43{,}65^{cc}$$

De esta manera, se obtiene el valor transversal a partir de los valores que se acaban de citar:

$$E_{Transversal} = \frac{L}{n} * \frac{e_a}{r^{cc}}\sqrt{\frac{n(n+1)(2n+1)}{6}} = 1{,}269m$$

- **El error longitudinal**: se produce en la misma dirección al sentido de avance del itinerario. Su cálculo se realiza a partir de la siguiente formulación y teniendo en cuanta que el error que intervendría sería el error en distancias:

$$E_{Longitudinal} = \sigma_{Dprom} * \sqrt{n} = \sigma_D * \frac{\sqrt{n}}{\sqrt{2}}$$

Para su cálculo, tenemos que tener presente los siguientes errores que se cometerían teniendo en cuenta que las características técnicas del aparato son las descritas anteriormente en éste mismo apartado.

- **Error debido a la medida electromagnética de distancias:**

$$e_{MED} = \pm\sqrt{[a(m)]^2 + \left[\frac{b(pmm) * D_{media}(m)}{1000000}\right]^2} * \frac{1}{\sqrt{2}} = 3{,}549 * 10^{-3}\, m$$

- **Error por falta de verticalidad de jalón:**

$$e_j = \frac{2}{3} m \frac{\beta''}{r''} * \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{2}{3} 1.9 \frac{3600}{206265} * \frac{1}{\sqrt{2}} = 1{,}563^{-2}\, m$$

- **Error de estacionamiento:** se considerará el valor de medio centímetro.
- **Error de señal:** se considerará el valor de medio centímetro.

El error en distancias al medir un tramo sería:

$$\sigma_D = \sqrt{e_{med}{}^2 + e_j{}^2 + e_e{}^2 + e_s{}^2} = 1{,}752^{-2}$$

Con lo que, el error longitudinal cogería el valor de la siguiente cantidad:

$$E_{Longitudinal} = \sigma_{Dprom} * \sqrt{n} = \sigma_D * \frac{\sqrt{n}}{\sqrt{2}} = 0{,}064 m$$

Tras el estudio de ambos errores, podremos obtener el error propio de la Poligonal de Precisión, teniendo en cuenta, que dicho error será el mayor de los errores longitudinal o transversal.

$$E_{poligonal} = mayor\left(E_{Transversal}, E_{Longitudinal}\right) = E_{Transversal} = 1{,}269 m$$

***b)* Error producido en la red de detalle**

Se trata de realizar una radiación. En la observación a cada punto se pueden producir dos tipos de errores:

- **El error transversal:** se produce en el sentido perpendicular a la dirección de cada visual. Su cálculo se realiza a partir de la siguiente formulación y teniendo en cuanta que el error que intervendría sería el error angular:

$$E_{Transversal} = \frac{e_{ih} * \sqrt{2} * Dg}{636620} = \frac{e_a}{636620} * Dg$$

Para el cálculo del error angular (e_a), se ha considerado la posibilidad de realizarlo con una Estación Total que posea unas características técnicas normales, siendo éstas las siguientes:

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
Aumentos	30X
Sensibilidad	5^{cc} Compensador de doble eje
Apreciación	15^{cc}
Error en la medida de distancias	(5mm+2ppm)

TABLA 6. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS INSTRUMENTO

Se sabe que cuando se estaciona se comenten cuatro errores accidentales clásicos. La componente cuadrática de todos ellos será la que se le denomina error instrumental que servirá para el posterior cálculo del error angular que es el que pretendemos calcular.

Se calculan, pues, los cuatro errores accidentales que intervienen:

- **error de verticalidad:**

$$e_v = \frac{1}{4}S'' = \frac{1}{4}5^{cc} * 3{,}086 = 3{,}86^{cc}.$$

- **error de lectura:** se divide entre la raíz del número de tramos pues intervienen en su medición.

$$e_l = apr\frac{1}{\sqrt{2}} = 15^{cc}\frac{1}{\sqrt{2}} = 10{,}61^{cc}.$$

- **error de dirección:** se considerará un error de estación y señal de medio centímetro y una distancia de 222 metros por ser la media de todos los tramos.

$$e_d = \frac{e_e + e_s}{D_{media}} r^{cc} = \frac{0.010}{222}636620 = 28{,}68^{cc}.$$

- **error de puntería:**

$$e_p = \frac{30}{A}\left(1 + \frac{4A}{100}\right)\frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{30}{30}\left(1 + \frac{4*30}{100}\right)\frac{1}{\sqrt{2}} = 1.56^{cc}.$$

El error instrumental será la componente cuadrática de estos cuatro errores:

$$e_{ih} = \sqrt{e_v{}^2 + e_l{}^2 + e_d{}^2 + e_p{}^2} = 30{,}86^{cc}$$

Para el cálculo de todo ángulo es necesaria la observación de dos direcciones angulares, con lo que el error angular finalmente sería:

$$e_a = e_{ih}\sqrt{2} = 19{,}58^{cc}$$

Como distancia geométrica tomaremos el de las bases que posean más separación haciendo que éste error influya más desfavorablemente; con lo que la distancia geométrica la consideraremos de 400 metros.

El error transversal quedaría con el siguiente valor:

$$E_{Transversal} = \frac{e_a}{636620} * Dg = 0{,}012m$$

- **El error longitudinal:** se produce en el mismo sentido a la dirección de cada visual. Su cálculo se realiza a partir de la siguiente formulación y teniendo en cuanta que el error que intervendría sería el error en distancias:

$$E_{Longitudinal} = \sigma_{Dr} = \sqrt{\left(SinV * \sigma_{Dg}\right)^2 + \left(Dg * CosV * \sigma_V\right)^2}$$

Para su cálculo debemos de calcular el error producido en la distancia geométrica para las características más desfavorables dentro de las existentes. En dicha ecuación intervienen los siguientes valores:

- ✓ V: seria la lectura cenital máxima de los ángulos que midamos por encima del horizonte, los que no los pasaremos a ese cuadrante; consideraremos el valor de 125^g.
- ✓ σ_{Dg}: sería el error producido en la medida de distancias geométricas y su cálculo se realizaría a partir de la siguiente formulación:

$$\sigma_{Dg} = \sqrt{e_{med}{}^2 + e_j{}^2 + e_e{}^2 + e_s{}^2}$$

Para su cálculo, tenemos que tener presente los siguientes errores que se cometerían teniendo en cuenta que las características técnicas del aparato son las descritas anteriormente en éste mismo apartado:

- **Error debido a la medida electromagnética de distancias:**

$$e_{MED} = \pm\sqrt{[a(m)]^2 + \left[\frac{b(pmm) * D_{media}(m)}{1000000}\right]^2} * \frac{1}{\sqrt{2}} = 3{,}549 * 10^{-3}\, m$$

- **Error por falta de verticalidad de jalón:**

$$e_j = \frac{2}{3} m \frac{\beta''}{r''} * \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{2}{3} 1.9 \frac{3600}{206265} * \frac{1}{\sqrt{2}} = 1{,}563^{-2}\, m$$

- **Error de estacionamiento:** se considerará el valor de medio centímetro.
- **Error de señal: se** considerará el valor de medio centímetro.

El error en distancias al medir un tramo sería:

$$\sigma_{Dg} = \sqrt{e_{med}{}^2 + e_j{}^2 + e_e{}^2 + e_s{}^2} = 1{,}752^{-2}\, m$$

- ✓ **Dg** que tomaremos el valor de 400 metros según ya se ha explicado.
- ✓ σ_V **:** sería el error producido en la medida de lecturas verticales y su cálculo se realizaría a partir de la siguiente formulación:

$$\sigma_v = \frac{e_{iv}}{r^{cc}} \quad \text{Donde el} \quad e_{iv} = \sqrt{e_v^2 + e_l^2 + e_p^2}$$

- ✓ **error de verticalidad:**

$$e_v = \frac{1}{4} S'' = \frac{1}{4} 5^{cc} * 3{,}086 = 3{,}86^{cc}$$

- ✓ **error de lectura:** se divide entre la raíz del número de tramos pues intervienen en su medición.

$$e_l = apr \frac{1}{\sqrt{2}} = 15^{cc} \frac{1}{\sqrt{2}} = 10{,}61^{cc}$$

- ✓ **error de puntería:**

$$e_p = \frac{30}{A}\left(1+\frac{4A}{100}\right)\frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{30}{30}\left(1+\frac{4*30}{100}\right)\frac{1}{\sqrt{2}} = 1.56^{cc}$$

Con lo que el error instrumental en la medida de lecturas verticales sería:

$$e_{iv} = \sqrt{e_v^2 + e_l^2 + e_p^2} = 11{,}40^{cc}$$

De esta manera, el error en la medida de ángulos verticales cogería el valor siguiente:

$$\sigma_v = \frac{e_{iv}}{r^{cc}} = 1{,}790 * 10^{-5}$$

Así pues, el error longitudinal que se produciría en la medición de puntos de la red de detalle sería:

$$E_{Longitudinal} = \sigma_{Dr} = \sqrt{\left(SinV * \sigma_{Dg}\right)^2 + \left(Dg * CosV * \sigma_V\right)^2} = 0{,}016m$$

Tras el estudio de ambos errores, podremos obtener el error propio de la Red de Detalle, teniendo en cuenta, que dicho error será el mayor de los errores longitudinal o transversal:

$$E_{\mathrm{Re}dDetalle} = mayor\left(E_{Transversal}, E_{Longitudinal}\right) = E_{longitudinal} = 0{,}016m$$

A2.5.2- Teoría de Errores para la Metodología GPS

a) Error producido en la Red Principal: consistiría en estudiar los errores que se producen al realizar las medidas con GPS para dotar de coordenadas a nuestra zona de trabajo. De esta manera, se estudia en este apartado los errores que se producirían en la línea base entre la estación de la RAP (UJAE) y los vértices de la Red Principal que se implementarán a lo largo de la carretera.

Para el estudio a realizar, se elige el vértice más alejado, pues será el que tenga mayor error en las observaciones. La distancia entre la estación UJAE y el vértice de la Red Principal B2 es de 6900,392 m.

Para la obtención del error cometido en la obtención de coordenadas con GPS estará en función de dos errores:

- **Error cometido en el cálculo de la línea base**

Se sabe que un equipo GPS con unas características instrumentales normales tiene una precisión en la medida de líneas base mediante el método Estático-Relativo de ± (10 mm ± 1 ppm) en medida de fase diferencial.

Teniendo en cuenta la precisión del GPS y que la distancia de la línea base sería de 6900.392 metros, para el cálculo de dicho error, bastaría con calcular la siguiente ecuación:

$$e_{LíneaBase} = 2.5 * \sqrt{(a(m))^2 + \left[\frac{b(ppm) * D_{\max}(m)}{1000000}\right]^2} = 0.030m$$

- **Error propio del instrumento**

En este error intervendrían el error de estacionamiento y el error de señal de los instrumentos:

  - **Error de estacionamiento**: es el error que se produciría al estacionar sobre el vértice de la Red Regente el cual sería nulo puesto que la estación UJAE posee centrado forzoso.
  - **Error de señal**: es el error que se produciría al estacionar sobre el vértice de la Red Principal que se implantaría. Dicho error lo consideramos con un valor de medio centímetro.

$$e_{vert} = \sqrt{e_{est\,UJAE}^2 + e_{señalRP}^2} = 0.005 \text{ m}$$

El error que se produciría en la medida de cada una de las líneas bases, es decir, en la obtención de las coordenadas de los puntos de la Red Principal sería la componente cuadrática de todos los errores que intervienen:

$$e_{RedPrincipal} = \sqrt{e_{LíneaBase}^2 + e_{propio}^2} = 0.030 \text{ m}$$

b) Error producido en la Red de Detalle: se trataría de estudiar los errores que se producen al realizar las medidas con GPS para las coordenadas de la red de detalle, a partir de las bases de replanteo implantadas para la Red Principal.

A partir de estos datos, calculamos los distintos errores que intervendrían en estas observaciones:

- **Error cometido en el cálculo de la línea base**

Se sabe que un equipo GPS con unas características instrumentales normales tiene una precisión en la medida de líneas base mediante el método RTK de ± (20mm ± 1 ppm).

Para el cálculo, tomaremos la base más centrada de todas, con lo que la distancia máxima entre las líneas base que se puede producir sería de 2 km.

Teniendo en cuenta estos datos, el error se calcularía igual que para la red principal:

$$e_{LíneaBase} = 2.5 * \sqrt{(a(m))^2 + \left[\frac{b(ppm) * D_{\max}(m)}{1000000}\right]^2} = 0.050m$$

- **Error propio del instrumento**

En este error intervendrían el error de estacionamiento y el error de señal de los instrumentos:

- **Error de estacionamiento**: es el error que se produciría al estacionar sobre el vértice de la Red Principal, se considerará el valor de 0.010 m.
- **Error de señal:** es el error que se produciría colocar el jalón sobre cada punto de la Red de Detalle, dicho error se considerará de 0.010 m.
- **Error por inclinación del jalón:**

$$e_{jalón} = \frac{2}{3} * m * \frac{\beta''}{r''} = \frac{2}{3} * 1{,}9 * \frac{3600''}{206265''} = 0{,}022m$$

La componente cuadrática de estos cuatros errores será el error propio del instrumento:

$$e_{propio} = \sqrt{e_{est_{BR}} + e_{señal_{Strop\&Go}}{}^2 + e_{jalon}{}^2} = 0{,}025m$$

El error que se produciría en la medida de cada una de las líneas base, es decir, en la obtención de las coordenadas de los puntos de la Red de Detalle sería la componente cuadrática de todos los errores que intervienen:

$$E_{\mathrm{Re}\,dDetalle} = \sqrt{e_{LíneaBase}{}^2 + e_{propio}{}^2} = 0{,}056m$$

A2.5.3- Teoría de Errores para el Método Combinado

a) Error producido en la Red Principal: consistiría en estudiar los errores que se producen al realizar las medidas con GPS para dotar de coordenadas a nuestra zona de trabajo. De esta manera, se estudia en este apartado los errores que se producirían en la línea base entre la estación de la RAP (UJAE) y los vértices de la Red Principal que se implementarán a lo largo de la carretera.

Para el estudio a realizar, se elige el vértice más alejado, pues será el que tenga mayor error en las observaciones. La distancia entre la estación UJAE y el vértice de la Red Principal B2 es de 6900,392 m.

Para la obtención del error cometido en la obtención de coordenadas con GPS estará en función de dos errores:

- **Error cometido en el cálculo de la línea base**

Se sabe que un equipo GPS con unas características instrumentales normales tiene una precisión en la medida de líneas base mediante el método Estático-Relativo de ± (10 mm ± 1 ppm) en medida de fase diferencial.

Para el estudio a realizar, se elige el vértice más alejado, pues será el que tenga mayor error en las observaciones. La distancia entre la estación UJAE y el vértice de la Red Principal B2 es de 6900,392 m.

Para la obtención del error cometido en la obtención de coordenadas con GPS estará en función de dos errores:

- **Error cometido en el cálculo de la línea base**

Se sabe que un equipo GPS con unas características instrumentales normales tiene una precisión en la medida de líneas base mediante el método Estático-Relativo de ± (10 mm ± 1 ppm) en medida de fase diferencial.

Teniendo en cuenta la precisión del GPS y que la distancia de la línea base sería de 6900.392 metros, para el cálculo de dicho error, bastaría con calcular la siguiente ecuación:

$$e_{LíneaBase} = 2.5 * \sqrt{(a(m))^2 + \left[\frac{b(ppm) * D_{\max}(m)}{1000000}\right]^2} = 0.030m$$

- **Error propio del instrumento**

En este error intervendrían el error de estacionamiento y el error de señal de los instrumentos:

- **Error de estacionamiento**: es el error que se produciría al estacionar sobre el vértice de la Red Regente el cual sería nulo puesto que la estación UJAE posee centrado forzoso.
- **Error de señal**: es el error que se produciría al estacionar sobre el vértice de la Red Principal que se implantaría. Dicho error lo consideramos con un valor de medio centímetro.

$$e_{vert} = \sqrt{e_{est\,UJAE}{}^2 + e_{señalRP}{}^2} = 0.005 \text{ m}$$

El error que se produciría en la medida de cada una de las líneas bases, es decir, en la obtención de las coordenadas de los puntos de la Red Principal sería la componente cuadrática de todos los errores que intervienen:

$$e_{RedPrincipal} = \sqrt{e_{LineaBase}{}^2 + e_{propio}{}^2} = 0.030 \text{ m}$$

b) **Error producido en la Red de detalle:** se produce en el sentido perpendicular a la dirección de cada visual. Su cálculo se realiza a partir de la siguiente formulación y teniendo en cuenta que el error que intervendría seria el error angular:

Se trata de realizar una radiación. En la observación a cada punto se pueden producir dos tipos de errores:

- **El error transversal:** se produce en el sentido perpendicular a la dirección de cada visual. Su cálculo se realiza a partir de la

siguiente formulación y teniendo en cuanta que el error que intervendría sería el error angular:

$$E_{Transversal} = \frac{e_{ih} * \sqrt{2} * Dg}{636620} = \frac{e_a}{636620} * Dg$$

Para el cálculo del error angular (e_a), se ha considerado la posibilidad de realizarlo con una Estación Total que posea unas características técnicas normales, siendo éstas las siguientes:

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
Aumentos	30X
Sensibilidad	5^{cc} Compensador de doble eje
Apreciación	15^{cc}
Error en la medida de distancias	(5mm+2ppm)

TABLA 7. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS INSTRUMENTO

Se sabe que cuando se estaciona se comenten cuatro errores accidentales clásicos. La componente cuadrática de todos ellos será la que se le denomina error instrumental que servirá para el posterior cálculo del error angular que es el que pretendemos calcular.

Se calculan, pues, los cuatro errores accidentales que intervienen:

- ✓ **error de verticalidad:**

$$e_v = \frac{1}{4} S'' = \frac{1}{4} 5^{cc} * 3{,}086 = 3{,}86^{cc}$$

- ✓ **error de lectura:** se divide entre la raíz del número de tramos pues intervienen en su medición.

$$e_l = apr\frac{1}{\sqrt{2}} = 15^{cc}\frac{1}{\sqrt{2}} = 10{,}61^{cc}$$

- ✓ **error de puntería:**

$$e_p = \frac{30}{A}\left(1+\frac{4A}{100}\right)\frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{30}{30}\left(1+\frac{4*30}{100}\right)\frac{1}{\sqrt{2}} = 1.56^{cc}$$

El error instrumental será la componente cuadrática de estos cuatro errores:

$$e_{ih} = \sqrt{e_v{}^2 + e_l{}^2 + e_d{}^2 + e_p{}^2} = 30{,}86^{cc}$$

Para el cálculo de todo ángulo es necesaria la observación de dos direcciones angulares, con lo que el error angular finalmente sería:

$$e_a = e_{ih}\sqrt{2} = 19{,}58^{cc}$$

Como distancia geométrica tomaremos el de las bases que posean más separación haciendo que éste error influya más desfavorablemente; con lo que la distancia geométrica la consideraremos de 400 metros.

El error transversal quedaría con el siguiente valor:

$$E_{Transversal} = \frac{e_a}{636620} * Dg = 0{,}012m$$

- **El error longitudinal:** se produce en el mismo sentido a la dirección de cada visual. Su cálculo se realiza a partir de la siguiente formulación y teniendo en cuanta que el error que intervendría sería el error en distancias:

$$E_{Longitudinal} = \sigma_{Dr} = \sqrt{\left(SinV * \sigma_{Dg}\right)^2 + \left(Dg * CosV * \sigma_V\right)^2}$$

Para su cálculo debemos de calcular el error producido en la distancia geométrica para las características más desfavorables dentro de las existentes. En dicha ecuación intervienen los siguientes valores:

- ✓ V: seria la lectura cenital máxima de los ángulos que midamos por encima del horizonte, los que no los pasaremos a ese cuadrante; consideraremos el valor de 125^g.
- ✓ σ_{Dg}: sería el error producido en la medida de distancias geométricas y su cálculo se realizaría a partir de la siguiente formulación:

$$\sigma_{Dg} = \sqrt{e_{med}{}^2 + e_j{}^2 + e_e{}^2 + e_s{}^2}$$

Para su cálculo, tenemos que tener presente los siguientes errores que se cometerían teniendo en cuenta que las características técnicas del aparato son las descritas anteriormente en éste mismo apartado:

- **Error debido a la medida electromagnética de distancias:**

$$e_{MED} = \pm\sqrt{[a(m)]^2 + \left[\frac{b(pmm) * D_{media}(m)}{1000000}\right]^2} * \frac{1}{\sqrt{2}} = 3{,}549 * 10^{-3}\, m$$

- **Error por falta de verticalidad de jalón:**

$$e_j = \frac{2}{3} m \frac{\beta''}{r''} * \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{2}{3} 1.9 \frac{3600}{206265} * \frac{1}{\sqrt{2}} = 1{,}563^{-2}\, m$$

- **Error de estacionamiento:** se considerará el valor de medio centímetro
- **Error de señal:** se considerará el valor de medio centímetro

El error en distancias al medir un tramo sería:

$$\sigma_{Dg} = \sqrt{e_{med}{}^2 + e_j{}^2 + e_e{}^2 + e_s{}^2} = 1{,}752^{-2}\, m$$

- ✓ Dg: que tomaremos el valor de 400 metros según ya se ha explicado.

- ✓ σ_V : sería el error producido en la medida de lecturas verticales y su cálculo se realizaría a partir de la siguiente formulación:

$$\sigma_v = \frac{e_{iv}}{r^{cc}} \quad \text{donde el} \quad e_{iv} = \sqrt{e_v^2 + e_l^2 + e_p^2}$$

  - **error de verticalidad:**

$$e_v = \frac{1}{4} S'' = \frac{1}{4} 5^{cc} * 3{,}086 = 3{,}86^{cc}$$

  - **error de lectura:** se divide entre la raíz del número de tramos pues intervienen en su medición.

$$e_l = apr \frac{1}{\sqrt{2}} = 15^{cc} \frac{1}{\sqrt{2}} = 10{,}61^{cc}$$

  - **error de puntería:**

$$e_p = \frac{30}{A}\left(1 + \frac{4A}{100}\right)\frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{30}{30}\left(1 + \frac{4*30}{100}\right)\frac{1}{\sqrt{2}} = 1.56^{cc}$$

Con lo que el error instrumental en la medida de lecturas verticales sería:

$$e_{iv} = \sqrt{e_v^2 + e_l^2 + e_p^2} = 11{,}40^{cc}$$

De esta manera, el error en la medida de ángulos verticales cogería el valor siguiente:

$$\sigma_v = \frac{e_{iv}}{r^{cc}} = 1{,}790 * 10^{-5}$$

Así pues, el error longitudinal que se produciría en la medición de puntos de la red de detalle sería:

$$E_{Longitudinal} = \sigma_{Dr} = \sqrt{(SinV * \sigma_{Dg})^2 + (Dg * CosV * \sigma_V)^2} = 0{,}016m$$

Tras el estudio de ambos errores, podremos obtener el error propio de la Red de Detalle, teniendo en cuenta, que dicho error será el mayor de los errores longitudinal o transversal

$$E_{\mathrm{Re}dDetalle} = mayor(E_{Transversal}, E_{Longitudinal}) = E_{longitudinal} = 0{,}016m$$

A2.5.4- Concatenación de Errores de las distintas alternativas

En los apartados anteriores de éste anejo se han podido calcular los errores de cada una de las redes que tenemos hasta llegar al levantamiento de la zona.

En este apartado se estudiara la transmisión de los errores a priori de las distintas alternativas en la sucesión de las diferentes partes de las que constaría cada metodología

Cabe destacar previamente los dos errores que tenemos; con lo que definimos lo que se conoce como error máximo de posición absoluta y el error máximo de posición relativa de la siguiente manera:

- El **error máximo de posición relativa:** se define como el error que tendría la posición de un punto respecto a la de la red principal, y se puede calcular a partir de la siguiente formulación:

$$E_{Posición-\mathrm{Re}lativa} = \sqrt{\left(\frac{E_{\mathrm{Pr}opioFigura}}{2}\right)^2 + \left(E_{\mathrm{Re}lativoPtoEnganche}\right)^2}$$

- El **error máximo de posición absoluta:** se define como el error que tendría la posición de un punto respecto a su posición en el terreno, y se puede calcular a partir de la siguiente formulación:

$$E_{Posicion-Absoluta} = \sqrt{\left(E_{Posición-\mathrm{Re}lativa}\right)^2 + \left(E_{Absoluta\,\mathrm{Re}dEnganche}\right)^2}$$

Los errores propios de cada metodología que se producirían en las distintas fases los calculamos de la siguiente manera:

- **Metodología de Topografía Clásica**
  - **Observación Red Principal**
    - **Triangulación**

$$E_{Posición-\mathrm{Re}lativa} = \sqrt{\left(\frac{1{,}264}{2}\right)^2 + (0{,}233)^2} = 0{,}674m$$

$$E_{Posicion-Absoluta} = \sqrt{(0{,}674)^2 + (0{,}233)^2} = 0{,}713m$$

- **Poligonal de Precisión**

$$E_{Posición-Relativa} = \sqrt{\left(\frac{1,269}{2}\right)^2 + (0,233)^2} = 0,676m$$

$$E_{Posicion-Absoluta} = \sqrt{(0,676)^2 + (0,233)^2} = 0,715m$$

- **Observación Red Principal**
  - **Triangulación**

$$E_{Posición-Relativa} = \sqrt{(0,016)^2 + (0,674)^2} = 0,674m$$

$$E_{Posicion-Absoluta} = \sqrt{(0,674)^2 + (0,713)^2} = 0,981m$$

  - **Poligonal de Precisión**

$$E_{Posición-Relativa} = \sqrt{(0,016)^2 + (0,676)^2} = 0,676m$$

$$E_{Posicion-Absoluta} = \sqrt{(0,676)^2 + (0,715)^2} = 0,984m$$

- **Metodología de GPS**
  - **Enlace con la estación UJAE: método Estático-Relativo**

$$\boldsymbol{E_{Posición-Relativa} = \sqrt{(0.030)^2 + (0)^2} = 0.030\ \mathrm{m}}$$

$$\boldsymbol{E_{Posición-Absoluta} = \sqrt{(0.030)^2 + (0)^2} = 0.030\ \mathrm{m}}$$

  - **Red de Detalle: método RTK**

$$\boldsymbol{E_{Posición-Relativa} = \sqrt{(0.056)^2 + (0.030)^2} = 0.063\ \mathrm{m}}$$

$$\boldsymbol{E_{Posición-Absoluta} = \sqrt{(0.063)^2 + (0.030)^2} = 0.070\ \mathrm{m}}$$

A2.6- Elección de la Metodología Definitiva. Justificación de la Solución Adoptada

A2.6.1- Introducción

En este apartado se estudiará cual de las metodologías citadas en los anteriores puntos, es la más idónea para el trabajo que se pretende realizar. En la siguiente tabla, se recoge los distintos errores que se producen dependiendo de las distintas metodologías propuestas:

Metodología	Errores Red Principal (m)			Errores Red Detalle (m)	Errores Finales (m)
Topográfica Clásica	Triangulación	1.264	0.713	0.016	0.981
	Poligonal	1.269	0.715	0.016	0.984
GPS	0.032			0.056	0.072
Método Combinado	0.032			0.016	0.048

TABLA 8- RESUMEN ERRORES SEGÚN METODOLOGÍA

La primera de las opciones, es decir, la metodología a partir de Topografía Clásica queda descartada ya que dentro de los rangos de error que se buscan se excede demasiado.

Las otras dos opciones (GPS y Método Combinado), vemos que serían factibles ya que quedan enmarcadas dentro de los rangos que se buscan. Su diferencia de valor es muy pequeño pues sería de 2,4 centímetros en las coordenadas de puntos de relleno, lo que nos indica que cualquiera de ambos métodos sería posible.

Sin embargo, ahora habría que estudiar cual de ambas, a pesar de que el método combinado nos ofrece menos error, es la idónea.

A2.6.2- Solución Adoptada

Tras realizar el estudio de la zona donde se ubica el presente proyecto, se observó como al tratarse de una zona de olivar, con la metodología GPS, no tendríamos problema en ningún momento, ya que no necesitaríamos visibilidad entre los vértices, como si pasa en la metodología clásica.

Con la utilización de la técnica GPS, los trabajos de campo se reducen en tiempo, son más rápidos de ejecutar con respecto a la topografía clásica, con lo que esto influirá en la reducción del coste de presupuesto.

Con todo lo dicho anteriormente, y teniendo disponible equipos GPS bifrecuencia de alta rentabilidad, a la hora de tomar datos en campo, se ha optado por realizar todo el proyecto mediante técnicas GPS.

Una vez elegida la técnica a emplear, nos tenemos que asegurar que dicha técnica cumple los requisitos que se plantea en el pliego de condiciones técnicas, es decir, justificar que la solución adoptada presenta un error tanto en planimetría como en altimetría que no se excede de las tolerancias impuestas en el pliego de condiciones.

A2.6.3- Precisiones de las Técnicas GPS

Para el trabajo que se está tratando se pretenden utilizar dos técnicas GPS: el método Estático-Relativo para la Red Principal y el método de RTK para la Red de Detalle, teniendo más precisión el primer método lógicamente, pues una red de orden superior siempre debe de tener más precisión.

El tiempo de observación en el método Estático-Relativo depende de varios factores como son la longitud de la línea base, el número de satélites de que se disponga y su geometría (GDOP), entre otras. Aún así este método, para líneas base de hasta 15 km, proporciona unas precisiones en torno a 5-10 mm + 1ppm.

A2.6.4- Tolerancia Planimétricas y Altimétricas

En el documento Nº 3 “Pliego de Condiciones” del proyecto que se está tratando se establecen los errores máximo tanto para planimetría como para altimetría. Con lo que los errores máximos permitidos para el presente trabajo serían los siguientes:

$T_{planimetria}=T_{xy}$= Lim.PercepciónVisual * Escala = 0.2 mm*1000 = 0.2m

La **Tolerancia en Planimetría** que se ha impuesto en el Pliego de Condiciones toma el valor de **doscientos milímetros.**

$T_{altimetria}=T_{z}$= 1/4* Equidistancia = ¼*1= 0.25 m

La **Tolerancia en Altimetría** que se ha impuesto en el Pliego de Condiciones toma el valor de **doscientos cincuenta milímetros.**

A2.6.5-Errores a priori de la solución Adoptada

Con éste apartado lo que se pretende es justificar y asegurar que la técnica GPS que ha sido la opción adoptada, cumple con las tolerancias que han sido impuestas en el Documento Nº3 del Pliego de condiciones Técnicas del proyecto presente.

Dividiremos este apartado en dos: errores altimétricos y planimétricos.

- **Errores altimétricos**

A continuación se calculan los errores a priori que se cometería en las distintas fases de observación.

- ✓ **Error producido en la Red Principal**

Se trata del estudio de las bases de replanteo que forman nuestra Red Principal, es decir, entre la estación UJAE y los vértices de nuestra Red.

Para la obtención del error cometido en la obtención de coordenadas con GPS estará en función de dos errores:

- **Error cometido en el cálculo de la línea base**

Se sabe que un equipo GPS con unas características instrumentales normales tiene una precisión en la medida de líneas base mediante el método Estático-Relativo de ± (10 mm ± 1 ppm) en medida de fase diferencial.

Teniendo en cuenta la precisión del GPS y que la distancia de la línea base sería de 6990.392 metros, para el cálculo de dicho error, bastaría con calcular la siguiente ecuación:

$$e_{LineaBase} = 2.5 * \sqrt{(a(m))^2 + \left[\frac{b(ppm) * D_{\max}(m)}{1000000}\right]^2} = 0.030m$$

- **Error propio instrumento**

En éste error intervendrían el error de estacionamiento y el error de señal de los instrumentos:

  - **Error de estacionamiento**: no se produciría error en la estación UJAE, al ser de centrado forzado.
  - **Error de señal:** es el error que se produciría al estacionar sobre el vértice de la Red Principal que se implantaría. Dicho error lo consideramos con un valor de un centímetro.

$$e_{vert} = \sqrt{e_{est\,UJAE}{}^2 + e_{señalRP}{}^2} = 0.005\ \mathrm{m}$$

El error que se produciría en la medida de cada una de las líneas bases, es decir, en la obtención de las coordenadas de los puntos de la Red Principal sería la componente cuadrática de todos los errores que intervienen:

$$e_{RedPrincipal} = \sqrt{e_{LineaBase}{}^2 + e_{propio}{}^2} = 0.030\ \mathrm{m}$$

✓ **Error producido en la Red de Detalle**

Se trataría de estudiar los errores que se producen al realizar las medidas con GPS para las coordenadas de la red de detalle, a partir de las bases de replanteo implantadas para nuestra Red Principal.

A partir de estos datos, calculamos pues los distintos errores que intervendrían en estas observaciones:

- **Error producido en el cálculo de la línea base**

Se sabe que un equipo GPS con unas características instrumentales normales tiene una precisión en la medida de líneas base mediante el método RTK de ± (20mm ± 1 ppm).

Para el cálculo, tomaremos la base más centrada de todas, con lo que la distancia máxima entre las líneas base que se puede producir sería de 2 km.

Teniendo en cuenta estos datos, el error se calcularía igual que para la red principal:

$$e_{LíneaBase} = 2.5 * \sqrt{(a(m))^2 + \left[\frac{b(ppm) * D_{\max}(m)}{1000000}\right]^2} = 0.050m$$

- **Error propio del instrumento**

En este error intervendrían el error de estacionamiento y el error de señal de los instrumentos:

- **Error de estacionamiento**: es el error que se produciría al estacionar sobre el vértice de la Red Principal, se considerará el valor de 0.010 m.
- **Error de señal:** es el error que se produciría colocar el jalón sobre cada punto de la Red de Detalle, dicho error se considerará de 0.010 m.
- **Error por inclinación del jalón:**

$$e_{jalón} = \frac{2}{3} * m * \frac{\beta''}{r''} = \frac{2}{3} * 1{,}9 * \frac{3600''}{206265''} = 0{,}022m$$

La componente cuadrática de estos cuatros errores será el error propio del instrumento:

$$e_{propio} = \sqrt{e_{est_{BR}} + e_{señal_{Strop\&Go}}{}^2 + e_{jalon}{}^2} = 0{,}025m$$

El error que se produciría en la medida de cada una de las líneas base, es decir, en la obtención de las coordenadas de los puntos de la Red de Detalle sería la componente cuadrática de todos los errores que intervienen:

$$E_{\mathrm{Re}dDetalle} = \sqrt{e_{LíneaBase}{}^2 + e_{propio}{}^2} = 0{,}056m$$

✓ **Composición final de errores**

Se trata de calcular los errores finales que tendremos en los puntos del levantamiento, a través de la concatenación de errores que se producen en las distintas fases. Para ello, nos valemos de la formulación del error máximo en posición relativa y el error máximo en posición absoluta explicados en el apartado A.2.5.3.de éste mismo anejo.

- **Enlace con la estación UJAE: método Estático-Relativo**

$$\boldsymbol{E_{Posición-Relativa} = \sqrt{(0.030)^2 + (0)^2} = 0.030\ \mathrm{m}}$$

$$\boldsymbol{E_{Posición-Absoluta} = \sqrt{(0.030)^2 + (0)^2} = 0.030\ \mathrm{m}}$$

- **Red de Detalle: método RTK**

$$\boldsymbol{E_{Posición-Relativa} = \sqrt{(0.056)^2 + (0.030)^2} = 0.063\ \mathrm{m}}$$

$$\boldsymbol{E_{Posición-Absoluta} = \sqrt{(0.063)^2 + (0.030)^2} = 0.070\ \mathrm{m}}$$

$$E_z = E_{Posición\text{-}Absoluta\ (Red\text{-}Detalle)} = 0.070\ m$$

El error a priori que se comete en la técnica GPS en **altimetría** toma el valor de **setenta milímetros.**

*Como se puede apreciar, este **error es menor que la tolerancia máxima** impuesta en el Pliego de Condiciones y que se recoge en el apartado anterior A.2.4.3 de éste mismo anejo; con lo que se deduce que ésta **metodología es apta** para la obtención de datos altimétricos en el proyecto que se está tratando.*

- **Errores planimétricos**

Estos errores han sido calculados previamente en el apartado A.3.3.3. de éste mismo anejo para elegir la técnica por la que se optaría. Dichos errores se pueden apreciar en ese apartado, no obstante, nosotros nos quedamos con el error final en planimetría, calculado en el apartado A.3.4.3. que sería el siguiente:

$$E_{xy} = E_{Posición\text{-}Absoluta\ (Red\text{-}Detalle)} = 0.070\ m$$

*El **error a priori** que se comete con la técnica GPS en **planimetría** toma el valor de **setenta milímetros.***

*Como se puede apreciar, este **error es menor que la tolerancia máxima** impuesta en el Pliego de Condiciones y que se recoge en el apartado anterior A.2.4.3 de éste mismo anejo; con lo que se deduce que ésta metodología es apta para la obtención de datos planimétricos en el proyecto que se está tratando.*

ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DESDE P.K 2 AL P.K. 6



25 ANIVERSARIO
1989/90- 2014/15
ESTUDIOS DE INGENIERÍA
EN TOPOGRAFÍA Y GEOMÁTICA
DE LA UNIVERSIDAD DE JAÉN

ANEJO 3 – TRABAJO DE CAMPO

JAVIER DIÁNEZ GARCÍA

GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA

ANEJO 3- TRABAJO DE CAMPO

A3.1- Señalización y Monumentación de los Vértices de la red Topográficas. Reseñas

A3.1.1- Descripción de la Señalización y Monumentación

Una vez hecho el reconocimiento del terreno y teniendo en cuenta las características de la zona de actuación, se dispuso a señalizar y monumentar los vértices de la Red Principal, que se enlazará con la estación UJAE de la Red Andaluza de Posicionamiento (RAP), con lo cual se conseguirá una red topográfica donde estarán todos los vértices enlazados.

Estos vértices se situaron en zonas altas del trazado con el objetivo de tener el horizonte lo más despejado posible, para la realización de la tarea de campo.

Se opto por materializar 3 vértices distribuidos desde el PK 2+000 al PK 6+000 de la carretera JV-3012, se intento que los vértices estuvieran situados en zonas estratégicas como así se realizó.

Esta distribución se ha realizado se la siguiente manera:

- El vértice B1, se encuentra en el PK-3+000, en lo alto de un cerro. A continuación se muestra una imagen, de la situación del vértice.



Imagen 17- Situación B1



Imagen 18- Situación B1

- El vértice B2, se encuentra en el P.K. 4+000, al lado de una balsa que se encuentra en un cerro.
  A continuación se muestra una imagen, de la situación del vértice.



Imagen 19- Situación B2



Imagen 20- Situación B2

- El vértice B3, se encuentran en el P.k: 2+000, en un cerro.
  A continuación se muestra una imagen, de la situación del vértice.



Imagen 21- Situación B3



Imagen 22- Situación B3

Todos estos vértices se encuentran al margen izquierdo de la calzada de nuestra carretera objeto de estudio.

Se ha monumentado mediante un clavo en la cabeza de la estaca que se pinto con spray de color rosa.

A3.1.2- Distribución de los Vértices

En el siguiente gráfico podemos observar la distribución y geometría de la Red Principal, de la misma manera que podemos observar la ubicación del vértice UJAE perteneciente a la Red Andaluza de Posicionamiento (RAP), el cual va a ser en el que nos apoyemos para trasladar las coordenadas oficiales de España a nuestra zona de trabajo.



ILUSTRACIÓN 7- DISTRIBUCIÓN VÉRTICES REPLANTEO (Fuente: GOOGLE MAPS)

A3.1.3- Reseñas de los Vértices

A continuación se presentan las reseñas tanto de la estación UJAE como de los vértices B1, B2 y B3.

Estación permanente de Jaén (Fecha última actualización: 01/09/2007)

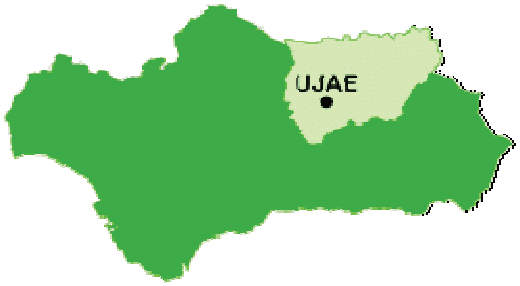
ORTOFOTO



FOTOGRAFÍA DE CAMPO



MAPA DE SITUACIÓN



SITUACIÓN

VERTICE: UJAE **ID DE RED**: 0009
NOMBRE: Jaén
PROVINCIA: Jaén **MUNICIPIO**: Jaén
HOJA MTN-50: 947 **CÓDIGO EUREF:** 13458M001

UBICACIÓN: colegio Mayor Domingo Savio de la Universidad de Jaén. Campus Las Lagunillas. Ctra de Madrid s/n. C.P.:23071-Jaén

CONSTRUCCIÓN: Centrado forzado montado sobre monolito de hormigón con forma cilíndrica de 1m de altura y 0.3 m de diámetro colocado sobre la cubierta del edificio.

INSTRUMENTACIÓN

RECEPTOR: Leica GRX 1200 Pro **ANTENA:** LEIAT504 LEIS

ESTACIÓN METEROLÓGICA: Paroscientific MET3

REGISTROS: Presión, humedad y Temperatura

COORDENADAS ETRS-89

CARTESIANAS

X (m): 5036325.112 **Y (m):** -332899.123 **Z (m):** 3887177.068

GEODÉSICAS

	DECIMAL	SEXAGESIMAL
LATITUD:	37.787760720	37º 47’ 15.93859’’ N
LONGITUD:	-3.781727389	3º 46’ 54.21860’’ O
H ELIPS (m):	527.770	

UTM

HUSO 30
X UTM 30(m): 431168.555
Y UTM 30(m): 4182554.783

INFORMACIÓN ADICIONAL

INSTITUCIÓN RESPONSABLE: Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA). Consejería de Economía, Innovación, Ciencia y Empleo C/San Gregorio, Nº 7.41071 Sevilla. España.
C/Leonardo Da Vinci,nº 21 (Pabellón de Nueva Zelanda) Isla de la Cartuja, 41071 Sevilla. España
E-MAIL IECA: cartografia@juntadeandalucia.es

CONTROL GEODESICO: Laboratorio de Astronomía, Geodesia y Cartográfia (LAGC). Departamento de Matemáticas. Facultad de Ciencias. Campus de Puerto Real. Universidad de Cadiz. 11510 Puerto Real (Cádiz). España
E-MAIL LAGC: geodesia@uca.es

NOMBRE DE LA BASE: B1

SEÑALIZACIÓN: Clavo en cabeza estaca

PROVINCIA: JAÉN

TÉRMINO MUNICIPAL: JAÉN

COORDENADAS GEOGRÁFICAS:

Sistema de Ref: **ETRS89**

Longitud: **-3º 43' 38.31320''**

Latitud: **37º 49' 1.57102''**

COORDENADAS UTM (Huso 30):

Sistema de Ref: **ETRS89**

X: **435985.497 m**

Y: 4185771.667 m

Altitud Ortométrica: **499.214 m**

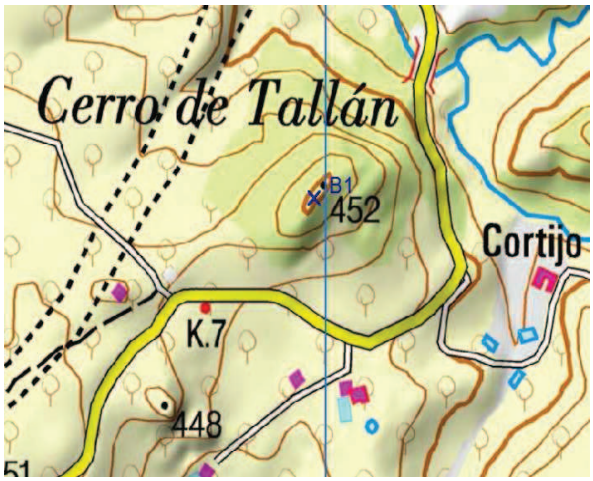
FOTOGRAFÍA:

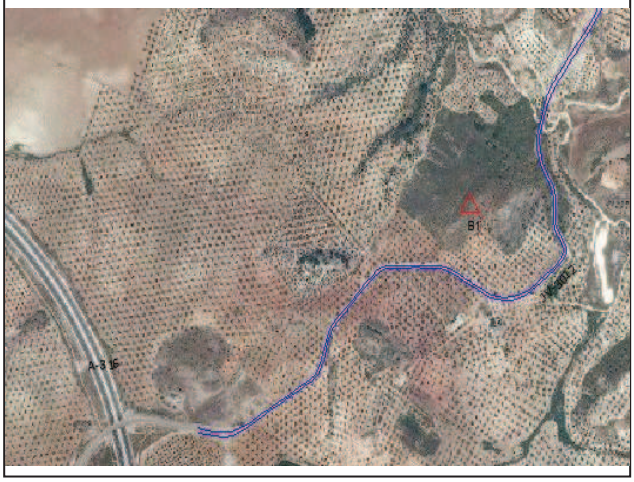


ACCESO:

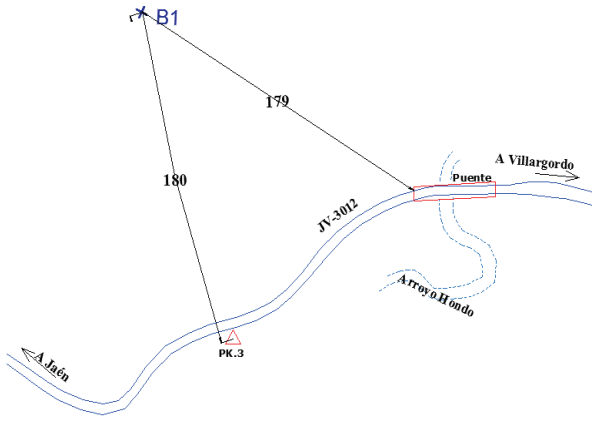
Desde Jaén, por la carretera JA-3102 dirección Puente Tabla, se coge la JV-3012 hacia Torrequebradilla, en el P.K. 2+800 se observa un cerro, con un cartel de publicidad a 100 m de la carretera y 5 minuto andando se encuentra la base de replanteo en lo más alto del cerro.

SITUACIÓN:





CROQUIS:



NOMBRE DE LA BASE: B2

SEÑALIZACIÓN: Clavo en cabeza estaca

PROVINCIA: JAÉN

TÉRMINO MUNICIPAL: JAÉN

COORDENADAS GEOGRÁFICAS

Sistema de Ref: **ETRS89**

Longitud: **-3º 43' 13.87172"**

Latitud: **37º 49' 40.43542"**

COORDENADAS UTM (Huso 30):

Sistema de Ref: **ETRS89**

X: **436592.306 m**

Y: **4186964.826 m**

Altitud Ortométrica: **513.694 m**

FOTOGRAFÍA:

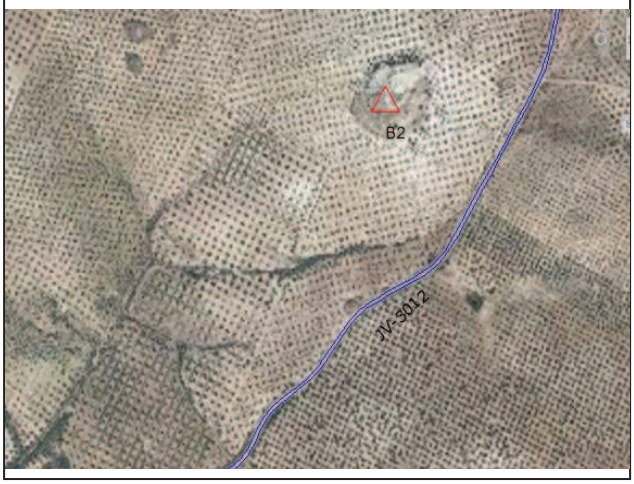


ACCESO:

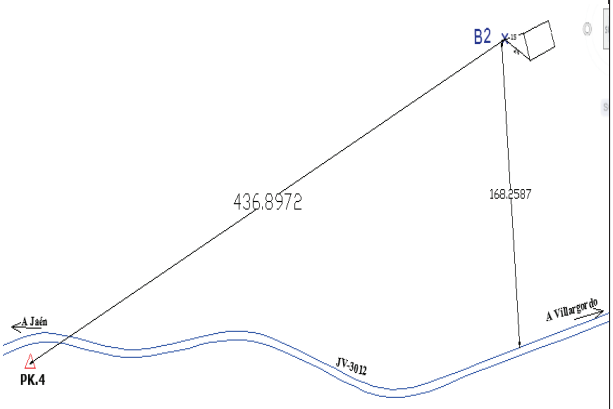
Desde Jaén, por la carretera JA-3102 dirección Puente Tabla, se coge la JV-3012 hacia Torrequebradilla, en el P.K. 4+370 se observa un cerro, a 180 m de la carretera se encuentra la base de replanteo junto a una balsa de riego.

SITUACIÓN:





CROQUIS:



NOMBRE DE LA BASE: B3

SEÑALIZACIÓN: Clavo en cabeza estaca

PROVINCIA: JAÉN

TÉRMINO MUNICIPAL: JAÉN

COORDENADAS GEOGRÁFICAS:

Sistema de Ref: **ETRS89**

Longitud: -**3º 43' 59.97552"**

Latitud: **37º 48' 51.61589"**

COORDENADAS UTM (Huso 30):

Sistema de Ref: **ETRS89**

X: **435453.465 m**

Y: **4185468.992 m**

Altitud Ortométrica: **501.5644 m**

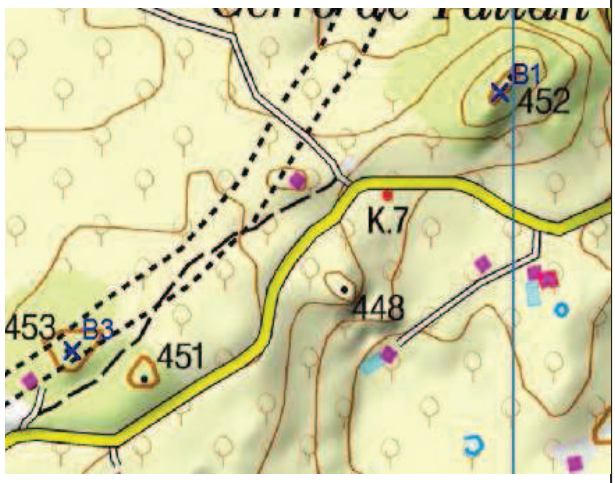
FOTOGRAFÍA:



ACCESO:

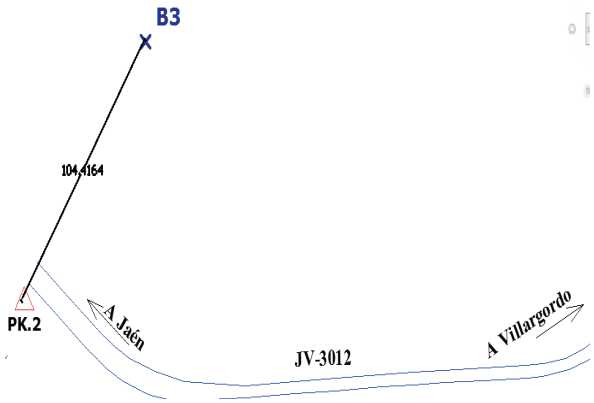
Desde Jaén, por la carretera JA-3102 dirección Puente Tabla, se coge la JV-3012 hacia Torrequebradilla, en el P.K. 2+000 en el margen izquierdo de la carretera, a 100 m de ella, se encuentra la base de replanteo junto a una nave.

SITUACIÓN:





CROQUIS:



A3.2- Redes Topográficas Establecidas

Para establecer la red topográfica del proyecto se ha situado en el terreno dos bases de replanteo, que unida con la estación situada en la Universidad de Jaén (UJAE), formará la red topográfica del proyecto.

Con la ayuda de un receptor GPS de doble frecuencia, se situó un GPS en la base (BR1) y el otro en la otra base (BR2), se fue midiendo cada base en modo estático, con lecturas cada 5 segundos durante aproximadamente 20 minutos. Una vez obtenidas las coordenadas de las bases de replanteo con el software LEICA GEO-OFFICE, se asignan esas coordenadas a las bases y se comienza a realizar un RTK del trazado de la carretera.

A3.3- Instrumentación Topográfica y Material Auxiliar utilizado

A continuación se presenta la instrumentación y material utilizado para realizar el levantamiento topográfico:

- **Equipos GNNS (2 equipos)** de doble frecuencia de la marca Leica, modelo 1230+, una antena en bastón AX1202.
  Las precisiones de los equipos GNNS son:
  - **Fase en Post-Proceso**
    - Estático (H/V): 5 mm +0.5 ppm / 10 mm + 0.5 ppm
    - Cinemático: (H/V): 10 mm + 1ppm/ 20 mm + 1ppm
  - **Fase en Tiempo Real**
    - Estático (H/V): 5 mm +0.5 ppm / 10 mm + 0.5 ppm
    - Cinemático: (H/V): 10 mm + 1ppm/ 20 mm + 1ppm



ILUSTRACIÓN 8. GPS LEICA 1200

Material Auxiliar utilizado

- **Trípode de madera:** sirve de soporte para la colocación del equipo GPS para las observaciones en modo estratico sobre los vértices de la Red Principal.
- **Bastón**: utilizado como soporte del equipo GPS para las observaciones del receptor móvil en posicionamiento RTK. Su longitud es de 1,9 metros, altura suficiente para que el horizonte lo tenga despejado.
- **Estacas:** utilizado para monumentar los vértices de la red Principal.
- **Clavo:** para marcar el centro en la cabeza de la estaca.
- ***Baterías*:** fuente de energía para los equipos GPS.
- ***Cargadores*:** utilizados para la carga de energía de las baterías.
- ***Ordenador portátil*:** para la realización de todas las tareas en gabinete, así como para el volcado de datos de observación.
- ***Flexómetro*:** utilizado para medir la altura correspondiente de los equipos en los diferentes estacionamientos.
- ***Cinta métrica*:** empleado para la realización de reseñas de la Red Principal.

ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DESDE P.K 2 AL P.K. 6



25 ANIVERSARIO
1989/90- 2014/15
ESTUDIOS DE INGENIERÍA
EN TOPOGRAFÍA Y GEOMÁTICA
DE LA UNIVERSIDAD DE JAÉN

ANEJO 4 – PROCESADO DE LAS OBSERVACIONES, ERRORES Y PRECISIONES

JAVIER DIÁNEZ GARCÍA

GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA

ANEJO 4- PROCESADO DE LAS OBSERVACIONES, ERRORES Y PRECISIONES

A4.1- Software Informático Utilizado

Para la realización del procesado de los datos de las observaciones realizadas en campo con GPS se ha utilizado el software **LEICA GEO-OFFICE 7.0.**

Para la realización del procesado se ha seguido los siguientes pasos:

- ✓ Creación de un nuevo proyecto.
- ✓ Importar los datos de las observaciones.
- ✓ Procesado de las observaciones:
  - o Primero se procesa las observaciones en Estático-Relativo, correspondiente a las líneas base entre la estación UJAE y la Red Principal (B1, B2 y B3) para cada época de observación. Se dejo como referencia la estación UJAE y como móvil el vértice B2, esa línea base UJAE-B2, se tomo como fija. A partir de ella se obtuvieron las dos restantes líneas bases UJAE-B1 y UJAE-B3. Una vez obtenida estas, se realizo el ajuste de la red obteniendo las coordenadas ajustadas de los vértices B1, B2 y B3.
  - o Por último, se procesa las observaciones en RTK correspondientes a las líneas bases del vértice de la Red Principal (B1 y B2) a todos los puntos que se tomaron de la Red de Detalle. Se dejara como referencia el vértice B2 y como móvil los puntos tomados en RTK desde esa base y lo mismo con los puntos tomados desde el vértice B1.

Para obtener las coordenadas de las estaciones de referencia se ha utilizado el software **LEICA GEO-OFFICE.** El primer paso a realizar es obtener los archivos Rinex de la estación de la Universidad de Jaén (UJAE) para el mismo día que se realizaron las observaciones GPS de las bases del proyecto y en el intervalo horario en la que se prolongaron dichas observaciones. Una vez realizado esto, con el software, obtenemos las coordenadas de B1 y B2, para ello,

A4.2- Cálculo de las Distintas Redes

A4.2.1- Procesado de las Líneas Bases entre la Estación UJAE y la Red Principal

Se trata del procesamiento de datos para dotar de coordenadas UTM (HUSO 30), a nuestra zona de trabajo.

Para ello, se procesarán 3 líneas bases, una por cada punto de nuestra red Principal como se ha comentado en el apartado anterior, con lo que de esta manera conseguiremos que a partir de las coordenadas de la estación UJAE y procesando dichas líneas bases se obtengan coordenadas en el sistema de trabajo que queremos conocer, lo de la Red Principal.

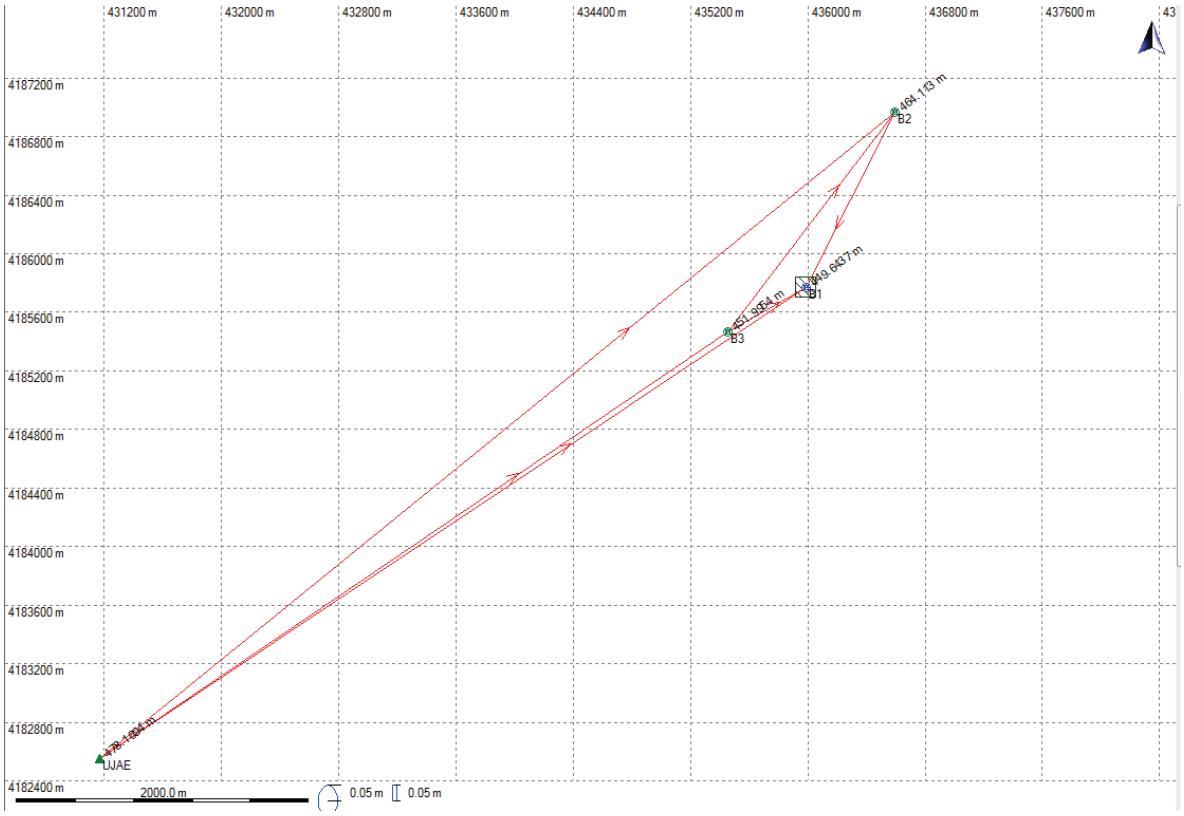


***FIG 23. GRÁFICO DEL PROCESADO DE LÍNEAS BASES ENTRE LA ESTACIÓN UJAE Y LA RED PRINCIPAL (Fuente:* LEICA GEO-OFFICE)**

A continuación se muestran los datos obtenidos del procesamiento de las observaciones y el ajuste de las líneas bases con el programa Leica Geo Office 7.0.

PROCESO

➢ CONFIGURACIÓN DEL PROYECTO

Nombre Proyecto:	**LEV JV-3012**
Fecha Creación:	02/23/2015
Programa de procesamiento:	LEICA Geo Office 7.0
Programa Kernel:	PSI-Pro 2.0
Fecha/hora inicio:	02/20/2015 12:11:32
Fecha/hora fin:	02/22/2015 14:36:23
Fecha/hora procesado:	02/23/2015 13:39:08

***TABLA 9. CONFIGURACIÓN PROYECTO (Fuente:* LEICA GEO-OFFICE)**

➢ PARÁMETROS DE PROCESADO:

Parámetros	Selección
Angulo de elevación (grad)	10
Tipo Efemérides	Transmitidas
Tipo Solución	Automático
Tipo GNSS	GPS
Frecuencia	Automático
Limite resolver ambigüedades (km)	80 km
Tiempo mín. para fijar amb.- solo L1 (min)	5' 00"
Intervalo de muestreo (seg)	Usar todas
Detección de saltos de ciclo	Computarizada
Tiempo mín. para fijar amb.- solo L1 (min)	Automático
Usar modelo estocástico	Si
Distancia mínima (km)	8 km
Actividad Ionosférica	Automático

***TABLA 10. PARÁMETROS PROCESADOS (Fuente:* LEICA GEO-OFFICE)**

➢ LÍNEAS BASES

LÍNEA BASE B2-B1

Project Information

Project name:	LEV JV-3012- FIJO
Date created:	02/23/2015 12:52:32
Time zone:	1h 00'
Coordinate system name:	utm_23022015
Application software:	LEICA Geo Office 7.0
Processing kernel:	PSI-Pro 2.0
Processed:	02/23/2015 13:46:51

Point Information

	Reference: B2	Rover: B1
Receiver type / S/N:	GX1230+ GNSS / 481283	GX1230+ GNSS / 481298
Antenna type / S/N:	AX1203+ GNSS en trípode / -	AX1203+ GNSS Tripod / -
Antenna height:	1,2880 m	1,3316 m
Initial coordinates:		
Easting:	436592,5658 m	435986,5368 m
Northing:	4186965,2688 m	4185773,4160 m
Ortho. Hgt:	465,0139 m	444,2880 m

Processing Parameters

Parameters	Selected	Used	Comment
Cut-off angle:	10°	10°	
Ephemeris type (GPS):	Broadcast	Broadcast	
Ephemeris type (GLONASS):	Broadcast	Broadcast	
Solution type:	Automatic	Phase: all fix	
GNSS type:	GPS	GPS	
Frequency:	Automatic	Automatic	
Fix ambiguities up to:	80 km	80 km	
Min. duration for float solution (static):	5' 00"	5' 00"	
Sampling rate:	Use all	1	
Tropospheric model:	Computed	Computed	
Ionospheric model:	Automatic	Computed	
Use stochastic modelling:	Yes	Yes	
Min. distance:	8 km	8 km	
Ionospheric activity:	Automatic	Automatic	

Satellite Selection

Manually disabled GPS satellites (PRNs):	None
Manually disabled GLONASS satellites (Slot Id):	None

Final Coordinates

	Reference:B2	Rover:B1
Coordinates:		
Easting:	436592,5658 m	435985,7572 m
Northing:	4186965,2688 m	4185772,1105 m
Ortho. Hgt:	465,0139 m	450,5428 m
Solution type:	Phase: all fix	
GNSS type:	GPS	
Frequency:	L1 and L2	
Ambiguity:	Yes	
Quality:	Sd, E: 0,0000 m	Sd, N: 0,0001 m
	Posn. Qlty: 0,0001 m	Sd, Slope: 0,0001 m

Sd, Hgt: 0,0002 m

***FIG 24. LÍNEA BASE B2-B1 (Fuente:* LEICA GEO-OFFICE)**

LÍNEA BASE B3-B1

Project Information

Project name:	LEV JV-3012- FIJO
Date created:	02/23/2015 12:52:32
Time zone:	1h 00'
Coordinate system name:	utm_23022015
Application software:	LEICA Geo Office 7.0
Processing kernel:	PSI-Pro 2.0
Processed:	02/23/2015 13:43:37

Point Information

	Reference: B3	Rover: B1
Receiver type / S/N:	GX1230+ GNSS / 481298	GX1230+ GNSS / 481283
Antenna type / S/N:	AX1203+ GNSS Tripod / -	AX1203+ GNSS en trípode / -
Antenna height:	1.1870 m	1.3310 m
Initial coordinates:		
Easting:	435453.4647 m	435986.5368 m
Northing:	4185468.9895 m	4185773.4160 m
Ortho. Hgt:	451.9936 m	444.2880 m

Processing Parameters

Parameters	Selected	Used	Comment
Cut-off angle:	10°	10°	
Ephemeris type (GPS):	Broadcast	Broadcast	
Ephemeris type (GLONASS):	Broadcast	Broadcast	
Solution type:	Automatic	Phase: all fix	
GNSS type:	GPS	GPS	
Frequency:	Automatic	Automatic	
Fix ambiguities up to:	80 km	80 km	
Min. duration for float solution (static):	5' 00"	5' 00"	
Sampling rate:	Use all	1	
Tropospheric model:	Computed	Computed	
Ionospheric model:	Automatic	Computed	
Use stochastic modelling:	Yes	Yes	
Min. distance:	8 km	8 km	
Ionospheric activity:	Automatic	Automatic	

Satellite Selection

Manually disabled GPS satellites (PRNs):	None
Manually disabled GLONASS satellites (Slot Id):	None

Final Coordinates

	Reference:B3	Rover:B1
Coordinates:		
Easting:	435453.4647 m	435985.4962 m
Northing:	4185468.9895 m	4185771.6636 m
Ortho. Hgt:	451.9936 m	449.6393 m
Solution type:	Phase: all fix	
GNSS type:	GPS	
Frequency:	L1 and L2	
Ambiguity:	Yes	
Quality:	Sd, E: 0,0000 m	Sd, N: 0,0001 m
	Posn. Qlty: 0.0001 m	Sd, Slope: 0.0000 m
		Sd, Hgt: 0,0002 m

***FIG 25. LÍNEA BASE B3-B1 (Fuente:* LEICA GEO-OFFICE)**

LÍNEA BASE B3-B2

Project Information

Project name:	LEV JV-3012- FIJO
Date created:	02/23/2015 12:52:32
Time zone:	1h 00'
Coordinate system name:	utm_23022015
Application software:	LEICA Geo Office 7.0
Processing kernel:	PSI-Pro 2.0
Processed:	02/23/2015 13:43:37

Point Information

	Reference: B3	Rover: B2
Receiver type / S/N:	GX1230+ GNSS / 481298	GX1230+ GNSS / 481283
Antenna type / S/N:	AX1203+ GNSS Tripod / -	AX1203+ GNSS en trípode / -
Antenna height:	1.1870 m	1.2035 m
Initial coordinates:		
Easting:	435453.4647 m	436592.5658 m
Northing:	4185468.9895 m	4186965.2688 m
Ortho. Hgt:	451.9936 m	465.0139 m

Processing Parameters

Parameters	Selected	Used	Comment
Cut-off angle:	10°	10°	
Ephemeris type (GPS):	Broadcast	Broadcast	
Ephemeris type (GLONASS):	Broadcast	Broadcast	
Solution type:	Automatic	Phase: all fix	
GNSS type:	GPS	GPS	
Frequency:	Automatic	Automatic	
Fix ambiguities up to:	80 km	80 km	
Min. duration for float solution (static):	5' 00"	5' 00"	
Sampling rate:	Use all	1	
Tropospheric model:	Computed	Computed	
Ionospheric model:	Automatic	Computed	
Use stochastic modelling:	Yes	Yes	
Min. distance:	8 km	8 km	
Ionospheric activity:	Automatic	Automatic	

Satellite Selection

Manually disabled GPS satellites (PRNs):	None
Manually disabled GLONASS satellites (Slot Id):	None

Final Coordinates

	Reference:B3	Rover:B2
Coordinates:		
Easting:	435453.4647 m	436592.3050 m
Northing:	4185468.9895 m	4186964.8217 m
Ortho. Hgt:	451.9936 m	464.1135 m
Solution type:	Phase: all fix	
GNSS type:	GPS	
Frequency:	L1 and L2	
Ambiguity:	Yes	

Quality:	Sd, E: 0,0001 m	Sd, N: 0,0001 m	Sd, Hgt: 0,0003 m
	Posn. Qlty: 0.0001 m	Sd, Slope: 0.0001 m	

FIG 26. LÍNEA BASE B3-B2 (Fuente: **LEICA GEO-OFFICE)**

INFORMACIÓN GENERAL LÍNEAS BASES

Línea base 1					
Referencia: B2			***Móvil: B1***		
ÉPOCAS					
02/20/2015 17:48:31					
Procesamiento			MEDICIÓN EN FASE		
Frecuencia			L1+L2		
Resolución de Ambigüedades			SI		
Coordenadas UTM B1			**Coordenadas Geodésicas B1**		
X (m)	Y (m)	H (m)	φ ° ´ ´´(N)	λ ° ´ ´´ (W)	h (m)
435985.757	4185772.11	450.5428	37 49 1.58548	3 43 38.30273	500.1139
sX	sY	sZ			
0.0001	0	0.0002			
MATRIZ VARIANZA-COVARIANZA					
emc a posteriori (σ_0^2): 0.2124					
Matriz cofactor					
6.00E-08		1.00E-08		-6.00E-08	
1.00E-08		3.00E-08		1.00E-08	

TABLA 11. INFORMACIÓN LÍNEA BASE 1 (Fuente: **LEICA GEO-OFFICE)**

Línea base 2					
Referencia: B3			***Móvil: B1***		
ÉPOCAS					
02/22/2015 09:59:45					
Procesamiento			MEDICIÓN EN FASE		
Frecuencia			L1+L2		
Resolución de Ambigüedades			SI		
Coordenadas UTM B1			**Coordenadas Geodésicas B1**		
X (m)	Y (m)	H (m)	φ º ´ ´´(N)	λ º ´ ´´ (W)	h (m)
435985.496	4185771.66	449.6393	37 49 1.577089	3 43 38.31326	499.2104
sX	sY	sZ			
0	0	0.0002			
MATRIZ VARIANZA-COVARIANZA					
emc a posteriori (σ_0^2): 0.2034					
Matriz cofactor					
6.00E-08		0.00E+00		5.00E-08	
0.00E+00		2.00E-08		-3.00E-08	
5.00E-08		-3.00E-08		1.07E-06	

***TABLA 12. INFORMACIÓN LÍNEA BASE 2 (Fuente:* LEICA GEO-OFFICE)**

Línea base 3					
Referencia: ***B3***			***Móvil:*** ***B2***		
ÉPOCAS					
02/22/2015 10:45:48					
Procesamiento			MEDICIÓN EN FASE		
Frecuencia			L1+L2		
Resolución de Ambigüedades			SI		
Coordenadas UTM B1			**Coordenadas Geodésicas B1**		
X (m)	Y (m)	H (m)	φ ° ´ ´´(N)	λ ° ´ ´´ (W)	h (m)
436592.305	4186964.82	464.113	37 49 40.43511	3 43 13.8717	513.6952
sX	sY	sZ			
0.0001	0.0001	0.0003			
MATRIZ VARIANZA-COVARIANZA					
0.2733					
Matriz cofactor					
4.00E-08		1.00E-08		4.00E-08	
1.00E-08		4.00E-08		6.00E-08	
4.00E-08		6.00E-08		1.07E-06	

TABLA 13. INFORMACIÓN LÍNEA BASE 3 (Fuente: **LEICA GEO-OFFICE)**

A4.3- Obtención de las coordenadas ETRS-89

Una vez realizado todo el procedimiento de ajuste de las líneas bases, se obtiene las coordenadas en el sistema correspondiente, en este caso, ETRS-89. Utilizando el programa Leica Geo Office, introducimos los puntos tomados en el levantamiento, y a las bases establecidas, se le introduce las coordenadas calculadas y precisas. En total, el número de puntos tomados en el levantamiento de la zona fueron 3354. (ver anexo- CD).

A continuación se muestra algunos de los puntos tomados en campo:

PUNTO	X (m)	Y(m)	H (m)	código
1	435445.623	4185371.97	441.623	arcen
2	435445.335	4185370.112	441.565	ct
3	435445.241	4185367.838	440.623	pt
4	435445.639	4185356.526	440.002	rel
5	435445.639	4185380.074	441.542	arcen
6	435445.907	4185380.733	441.451	ct
7	435445.996	4185382.450	440.847	pt
8	435446.375	4185386.434	442.134	ct
9	435448.185	4185397.382	442.570	rel
10	435465.956	4185397.184	443.288	rel
11	435465.315	4185391.747	443.561	rel
12	435464.308	4185385.181	442.860	ct
13	435463.217	4185379.706	440.400	pt
14	435463.152	4185378.878	440.363	pt
15	435462.830	4185377.808	440.836	ct
16	435462.600	4185377.244	440.902	arcen
17	435461.385	4185369.351	441.159	arcen
18	435461.270	4185368.591	441.081	ct
19	435461.236	4185365.528	439.901	pt
20	435461.012	4185353.952	439.474	rel
21	435475.033	4185353.799	439.025	rel
22	435476.235	4185363.373	439.556	pt
23	435476.935	4185366.308	440.676	ct
24	435476.881	4185366.661	440.717	arcen
25	435478.004	4185374.722	440.378	arcen
26	435478.178	4185375.500	440.275	ct
27	435478.297	4185376.502	439.818	pt
28	435478.880	4185381.822	442.296	ct
29	435478.954	4185388.208	443.476	rel
30	435479.261	4185390.543	443.849	rel
31	435478.614	4185399.965	443.741	rel
32	435481.955	4185400.990	443.879	rel
33	435482.868	4185390.826	443.574	rel
34	435483.332	4185381.120	442.203	ct
35	435483.315	4185375.967	439.779	pt
36	435483.495	4185374.876	440.045	ct
37	435483.413	4185373.901	440.181	arcen
38	435482.808	4185365.850	440.573	arcen
39	435482.691	4185365.355	440.489	ct
40	435482.545	4185362.883	439.574	pt
41	435482.534	4185350.436	438.800	rel
42	435494.472	4185352.200	438.526	rel

PUNTO	X (m)	Y(m)	H (m)	codigo
43	435492.095	4185358.808	439.189	pt
44	435492.036	4185360.709	439.844	ct
45	435491.287	4185364.912	440.325	arcen
46	435490.898	4185373.082	439.920	arcen
47	435491.158	4185374.474	439.779	ct
48	435491.082	4185375.311	439.521	pt
49	435491.498	4185380.289	441.790	ct
50	435491.592	4185386.581	442.734	rel
51	435491.894	4185395.816	443.610	rel
52	435494.993	4185396.791	443.673	rel
53	435496.390	4185387.378	442.575	rel
54	435497.520	4185380.267	441.558	ct
55	435498.690	4185375.196	439.301	pt
56	435498.565	4185374.274	439.538	ct
57	435498.936	4185373.100	439.663	arcen
58	435499.573	4185364.832	440.113	arcen
59	435500.200	4185362.139	439.836	ct
60	435502.106	4185353.516	438.705	pt
61	435504.446	4185344.771	438.168	rel
62	435514.619	4185348.662	437.699	rel
63	435510.850	4185362.402	438.751	pt
64	435510.170	4185365.737	439.838	ct
65	435509.885	4185366.454	439.889	arcen
66	435508.397	4185374.374	439.348	arcen
67	435508.026	4185376.403	439.071	pt
68	435506.387	4185381.388	441.622	ct
69	435503.180	4185390.485	442.718	rel
70	435501.839	4185396.922	443.643	rel
71	435507.084	4185397.481	443.439	rel
72	435509.446	4185387.933	441.955	rel
73	435509.838	4185382.212	441.347	ct
74	435510.988	4185376.897	438.989	pt
75	435511.533	4185375.106	439.239	arcen
76	435513.440	4185367.122	439.759	arcen
77	435514.713	4185363.942	438.608	pt
78	435518.366	4185351.821	437.645	rel
79	435531.712	4185357.140	437.350	rel
80	435526.217	4185367.472	437.909	pt
81	435524.358	4185371.061	439.460	arcen
82	435522.100	4185378.164	439.124	arcen
83	435521.571	4185379.465	438.786	pt
84	435520.423	4185382.423	440.744	ct
85	435518.595	4185388.735	441.944	rel

PUNTO	X (m)	Y(m)	H (m)	codigo
86	435514.937	4185398.018	443.637	rel
87	435522.739	4185400.698	443.800	rel
88	435529.194	4185404.635	443.155	rel
89	435534.110	4185396.346	440.836	rel
90	435537.802	4185389.973	439.303	rel
91	435539.800	4185386.575	438.783	pt
92	435540.567	4185385.192	439.121	arcen
93	435542.652	4185381.851	439.178	arcen
94	435544.259	4185379.626	437.737	pt
95	435551.033	4185369.609	437.051	pt
96	435552.602	4185388.047	439.037	arcen
97	435550.683	4185391.554	439.114	arcen
98	435569.750	4185403.752	439.062	arcen
99	435572.133	4185400.429	439.024	arcen
100	435587.897	4185410.539	438.963	arcen
101	435586.158	4185414.264	438.982	arcen
102	435603.621	4185425.312	438.860	arcen
103	435603.639	4185425.320	438.867	arcen
104	435603.491	4185425.258	438.847	arcen
105	435605.875	4185421.996	438.852	arcen
106	435618.570	4185429.966	438.798	arcen
107	435616.467	4185433.464	438.848	arcen
108	435628.271	4185440.758	438.820	arcen
109	435630.965	4185437.698	438.818	arcen
110	435646.473	4185447.155	438.858	arcen
111	435644.570	4185450.909	438.807	arcen
112	435661.218	4185461.215	438.721	arcen
113	435663.877	4185457.766	438.845	arcen

***TABLA 14. PUNTOS LEVANTAMIENTOS (Fuente:* ELABORACIÓN PROPIA)**

A continuación se presenta la nomenclatura utilizada en el levantamiento del proyecto.

Arcén= arc
Cabeza de talud= ct
Píe de talud= pt
Punto de relleno= rel
Rio= rio
Cuneta= Cun

LOS RESTANTES PUNTOS TOMADOS EN EL LEVANTAMIENTO SE PRESENTAN EN EL CD ADJUNTO A ESTE PROYECTO.

ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DESDE P.K 2 AL P.K. 6



25 ANIVERSARIO
1989/90- 2014/15
ESTUDIOS DE INGENIERÍA
EN TOPOGRAFÍA Y GEOMÁTICA
DE LA UNIVERSIDAD DE JAÉN

ANEJO 5 – DISEÑO DE LA GEOMETRÍA PROYECTADA

JAVIER DIÁNEZ GARCÍA

GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA

ANEJO 5- DISEÑO DE LA GEOMETRIA PROYECTADA

A5.1- Descripción del Diseño

Atendiendo a las características de la carretera en cuanto al trazado, ancho y velocidad, el diseño se enmarca en una carretera de la siguiente característica:

- ✓ Carretera Convencional.
- ✓ Grupo 2.
- ✓ Tipo: C-80.
- ✓ Velocidad de Proyecto: 80 km/h.

Para el diseño del nuevo trazado se han tenido en cuenta las características de las carreteras: velocidad de proyecto, longitudes de las rectas, radios mínimos y máximos de las circulares, todo ello atendiendo a la normativa de carreteras que quedan expuestas en el pliego de condiciones técnicas.

En el diseño del trazado de la carretera se han tenido en cuentas las siguientes condiciones:

- Utilización de curvas de transición.
- Respetar los radios mínimos de curvatura.
- Mantener las longitudes de las rectas.
- Acondicionar los peraltes a la normativa de carretera 3.1-IC- "Trazado".
- Respetar los valores mínimos y máximos de Kv en los acuerdos verticales, tanto cóncavo como convexo.
- Acondicionar las pendientes de la rasante a la normativa de carretera 3.1-IC- "Trazado".

A5.2 – Programas Informáticos Utilizados

Para la creación del plano topográfico se ha utilizado el software **MDT 4.0**, se exportaron los puntos obtenidos en el terreno y se realizo el Modelo Digital del Terreno.

Una vez acabado el plano topográfico, se ha procedido a crear el nuevo trazado del proyecto. Este paso se ha llevado a cabo con la ayuda del software **Clip en su versión 1.27.82.328-0g-0a.ds.**

SOFTWARE CLIP

El software Clip es un sistema informático de diseño, evaluación y control de ejecución y construcción de trazados de obras lineales en tres dimensiones.

Clip dispone de una excepcional potencia de cálculo, unido a su gran sencillez de manejo, hacen que sea una herramienta muy cómoda para trabajar con las diferentes partes del proyecto, teniendo una visión global y a la vez detallada del trabajo en todo momento.

Permite el diseño sobre cartografías de volúmenes muy elevados de información, su estudio interface facilita un mejor análisis del modelo al permitir, entre otros, la configuración de ventanas sincronizadas, según criterio del usuario, por ejemplo: planta, alzado, perfil transversal, movimiento de tierras y visualización realista en 3D en una misma pantalla. Estas se actualizan automáticamente ante cualquier variación del diseño.

Las características principales son pues:

- Facilidad para el análisis de coherencias, así como la representación virtual en 3D del modelo de la obra terminada, en el que se informa de la viabilidad disponible y de la exigida, permiten evaluar, de forma inmediata, la coherencia geométrica e idoneidad de un proyecto, haciéndole especialmente apto para la evaluación y supervisión de proyectos.

- Geometría especialmente concebida para facilitar el diseño de estudios previos o informáticos.
- Altas posibilidades de importación y exportación de datos.
- Desde el punto de vista del proyectista, clip ofrece los siguientes aspectos:
- Modelado de terrenos. Lectura de numerosos formatos de terrenos y edición cartográfica.
- Geometría en planta con apoyo gráfico, especialmente concebido para diseñar numerosas soluciones de un problema en muy poco tiempo, ya sean muy sencillas, como complejas.
- Geometría gráfica en alzado, por ejemplo, generación de rasantes.
- Sección transversal. Potente gestión con representación gráfica, de secciones transversales de carreteras, autopistas etc.
- Postprocesos: análisis de movimientos de tierras, cubicación de firmes, análisis de visibilidad.

Previo a la mejora del trazado de la carretera se ha de tener en cuenta las características de la ubicación del mismo, es decir, realizar un estudio de planteamiento. La carretera JV-3012, es un trazado especial, debido al ser una zona agrícola, con cierto desnivel en su recorrido, por lo tanto, es fundamental respetar la orografía del terreno y la adaptación a la normativa existente.

Las partes principales que definen un proyecto de mejora de una vía de comunicación son:

- ✓ Una buena planificación.
- ✓ Un anteproyecto.
- ✓ El proyecto de mejora.
- ✓ La ejecución o construcción.

La planificación o estudio previo, es la parte en la cual se realiza la recopilación de datos que permitirá definir las diferentes soluciones al problema, definir los alcances y cuantificar los límites de viabilidad técnica.

El anteproyecto estudia las diferentes soluciones a un problema, siendo la base fundamental del proyecto, define la capacidad y el tipo de obra, sin entrar en detalles. En esta fase se elaboran planos y se establece la línea que mejor cumpla los requisitos planimétricos y altimétricos para el camino.

En la parte del proyecto, se expone y desarrolla la solución al problema planteado en la planificación. También se define como el conjunto de documentos necesarios para que pueda llevarse a cabo la obra de mejora del camino.

Finalmente la estructura de un proyecto de mejora de una vía de comunicación finaliza con su ejecución sobre el terreno de todo lo proyectado.

A continuación se hablara de los trabajos iniciales realizados con el software.

La primera tarea a realizar antes de gestionar la cartografía, ha sido la familiarización y el aprendizaje del uso del software, que junto a un extenso manual, horas de práctica y los consejos del tutor, ha representado una tarea fundamental para la buena gestión del trabajo y la consecución del objetivo deseado.

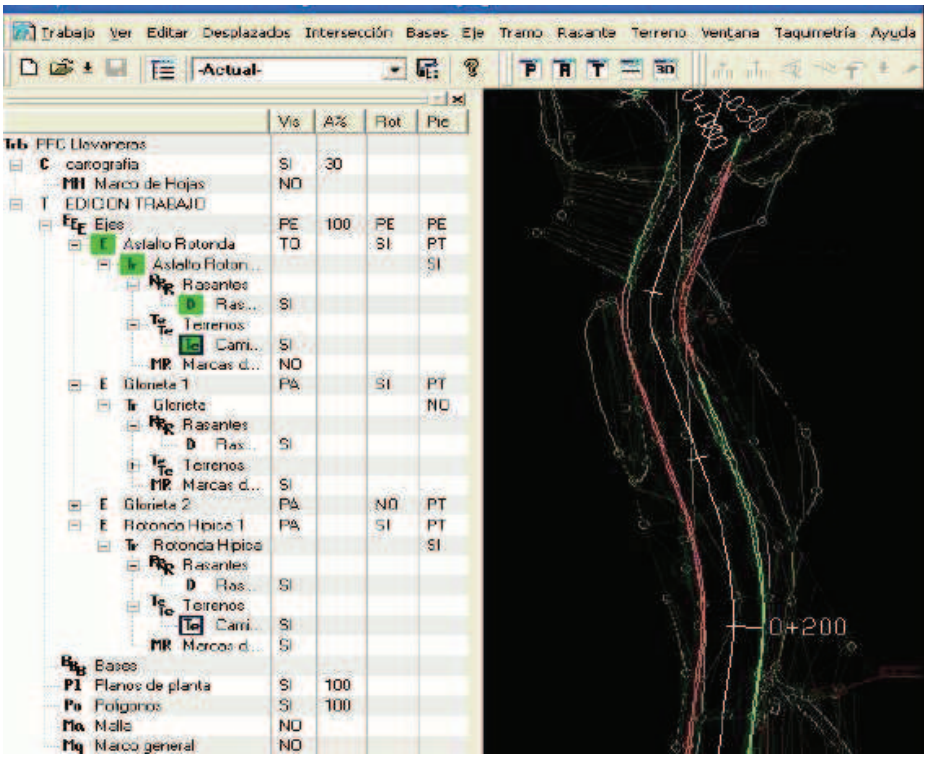
- **Cartografía**

Una vez obtenido el modelo digital del terreno, con la ayuda del software MDT, se procede a la importación de dicho fichero CAD con extensión .dxf. Clip trabaja con el formato cartográfico propio llamado kar.

Una vez obtenida la cartografía en el formato deseado, se abre el programa y se crea un trabajo, donde se irá almacenando la información tratada. Los diferentes archivos que se crean (ejes, rasantes...) se guardan de una forma externa y pueden ser importados o exportados en cualquier momento.

Con el trabajo creado, se ha añadido la cartografía generada, a partir de aquí se empieza a definir la parte geométrica del trazado: ejes, rasantes, acuerdos etc...

La estructura en árbol del programa (figura…), lo hace una herramienta muy cómoda para trabajar con las diferentes partes del proyecto, teniendo una visión global y a la vez detallada del trabajo en todo momento.



FIGURA…..ESTRUCTURA DEL SOFTWARE CLIP

- **Planta**

Después de importar la cartografía, se crea el eje del proyecto en planta, para ello, debemos de saber previamente los tipos de alineaciones que el software ofrece.

I. Definición del Eje

Un eje se compone de una sucesión de alineaciones tangentes entre sí, cada alineación puede estar constituida por un tramo de recta, circunferencia o clotoides. Las rectas y circunferencias se denominan alineaciones principales

del eje. El software resuelve la continuidad geométrica necesaria de cada trazado, calculando alineaciones, sus tangencias, curvas de acuerdo y resolviendo las relaciones entre ejes si se han definido.

El programa Clip permite crear la geometría de un eje por diversos procedimientos:

- Convirtiendo una línea de la cartografía en eje.
- Importando dato de un fichero.
- Por grados de libertad.
- Por vértices, definiendo curvas de radio controlado entre las rectas que definen los vértices.

II. Tipos de Alineaciones

Los diferentes tipos de alineaciones que nos podemos encontrar en el programa son:

- ✓ **Fijo**: Este tipo de elemento no tiene ningún grado de libertad, por lo tanto, está totalmente definido. Se define como una alineación que pasa por dos puntos (o por un punto con un acimut), con un determinado radio y una clotoides de entrada (definida por su parámetro o por su longitud) y otra de salida. Opcionalmente se puede suministrar una distancia de retranqueo. Los datos que lo definen son los siguientes:

GRADO LIBERTAD	Ninguno
DATOS	
R	Radio
Ae, As Le,Ls	Parámetro ó longitud de las clotoides de entrada y salida (excepto cuando el R=∞)
X1,Y1 y X2,Y2	Coordenadas de dos puntos de paso de la circunferencia
D	Retranqueo

TABLA 15. PARÁMETROS ALINEACIÓN FIJA (Fuente: CLIP)

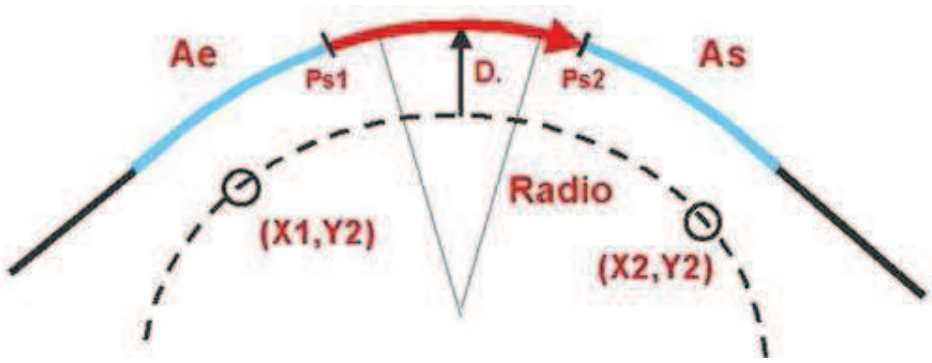


FIGURA 27. ELEMENTO FIJO (Fuente: CLIP)

- ✓ **Giratorio:** Estos tipos de elementos tienen un grado de libertad. Se definen de forma que pasan por un punto fijo P, o a una distancia de él (D). Para fijar este tipo de elementos, se utiliza la condición de tangencia con el elemento anterior (giratorio) o con el elemento siguiente (retrogiratorio).

  Los datos que lo definen son los siguientes:

GRADO LIBERTAD	1
DATOS	
R	Radio
Ae, As Le,Ls	Parámetro ó longitud de las clotoides de entrada y salida (excepto cuando el R=∞)
X1,Y1 ó X2,Y2	Coordenadas del punto centro del giro del elemento
D	Desplazamiento del eje con respecto al punto de giro

TABLA 16. PARÁMETROS ELEMENTO FIJO (Fuente: CLIP)

Al contrario que en los elementos fijos, el radio (R) se define como radio en el eje y el desplazamiento (D) es el desplazamiento del eje con respecto al punto de giro, con el criterio de signos definido anteriormente.

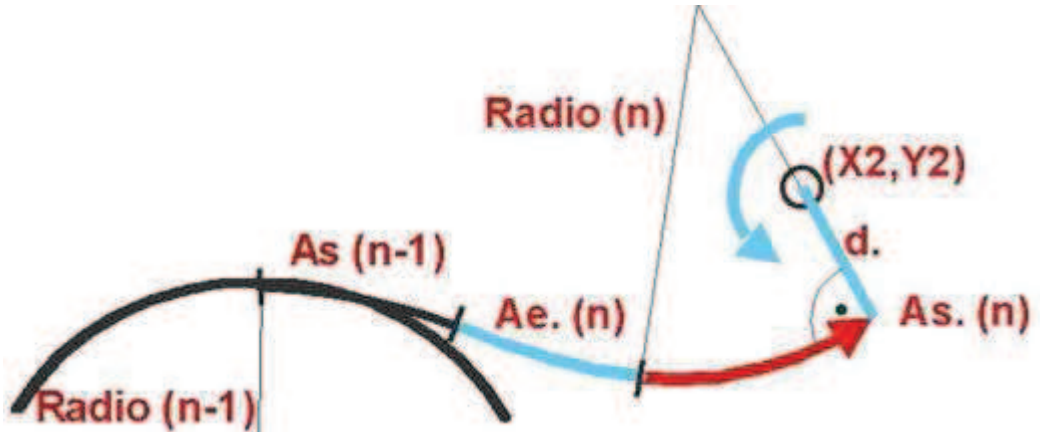


FIGURA 28. ELEMENTO GIRATORIO (Fuente: CLIP)

- ✓ **Retrogiratorio:** se definen igual que la anterior pero la alineación es coherente con P1(x1,y1), se produce cuando se proyecta hacia el origen.

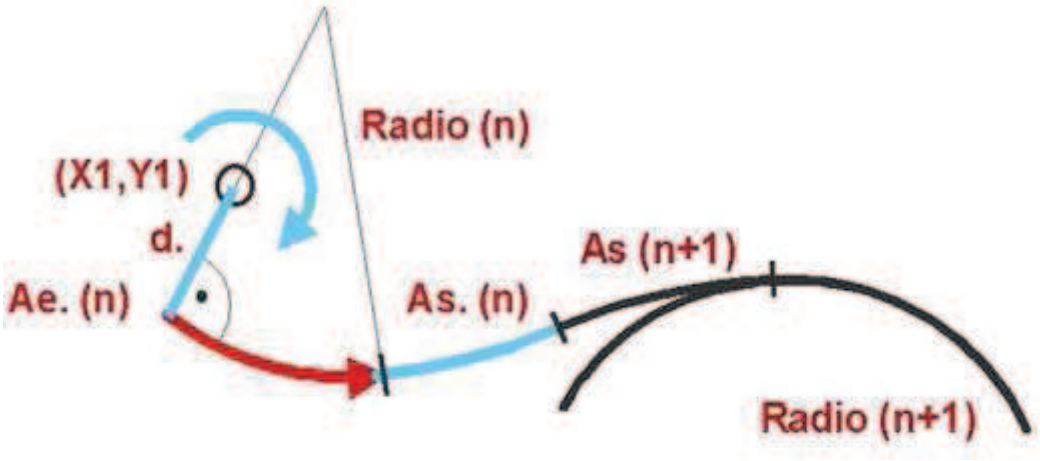


FIGURA 29. ELEMENTO RETROGIRATORIO (Fuente: CLIP)

- ✓ **Móvil o flotante:** elemento Este tipo de elemento tiene dos grados de libertad. Se define por su radio y por los parámetros de las clotoides de entrada y salida. Para fijar este tipo de elemento se utilizan las condiciones de tangencia con sus elementos adyacentes. Los datos que se introducen son los siguientes:

GRADO LIBERTAD	2
DATOS	
R	Radio
Ae, As Le,Ls	Parámetro ó longitud de las clotoides de entrada y salida (excepto cuando el R=∞)

TABLA 17. PARÁMETROS ELEMENTOS MÓVIL O FLOTANTE

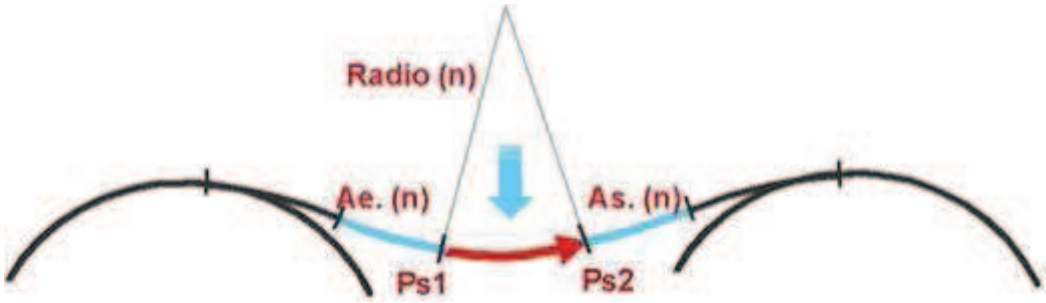


FIGURA 30. ELEMENTO MOVIL O FLOTANTE (Fuente: CLIP)

Al realizar el cálculo se obtienen los puntos Ps1 y Ps2 de tangencia de la circunferencia con sus clotoides de entrada y salida.

El eje en planta no puede empezar ni terminar con una alineación móvil. El programa avisa de esta circunstancia al realizar el cálculo.

Hay situaciones en las que la tangencia de este tipo de elementos con sus adyacentes tiene dos soluciones. Para diferenciar estas dos soluciones se utiliza el tipo “móvil especial” o “móvil largo”, que es, la solución que tiene el desarrollo más largo de las dos.

En la siguiente imagen se muestran las dos soluciones de alineación móvil para un mismo radio.

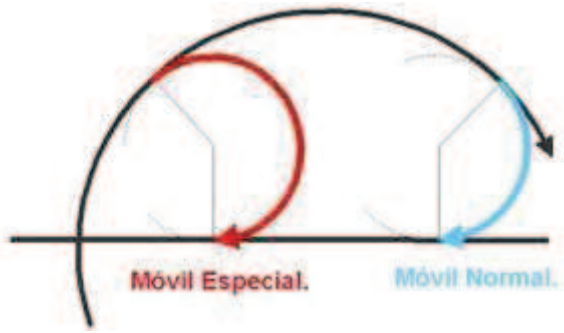


FIGURA 31. ELEMENTO MOVIL O MOVIL ESPECIAL (Fuente: CLIP)

- ✓ **Acoplado:** Estos tipos de elementos, modifican las longitudes del elemento anterior (acoplados) o posterior (retroacoplados), y se definen por su longitud, radio y parámetros de las clotoides anterior y posterior. Para poder alargar o acortar la alineación a la que afectan, es necesario que esta esté perfectamente definida (fijada). Los datos con los que se definen son los siguientes:

GRADO LIBERTAD	1
DATOS	
R	Radio
Ae, As Le,Ls	Parámetro ó longitud de las clotoides de entrada y salida (excepto cuando el R=∞)
L n±1	Longitud de prolongación del elemento anterior(n-1,acoplados) o siguiente (n+1, retroacoplado) del considerado (n)
Ln	Longitud de la circunferencia del elemento considerado

TABLA 18. PARÁMETROS ELEMENTOS MÓVIL O FLOTANTE

A continuación se muestran unos esquemas de los distintos tipos de elementos acoplados y retroacoplados:

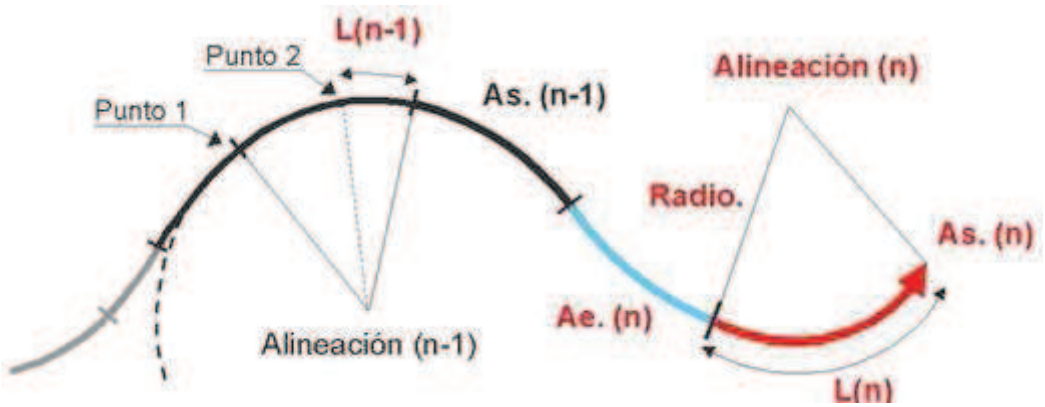


FIGURA 32. ELEMENTO ACOPLADO A P2 (Fuente: CLIP)

En este tipo se define una longitud de prolongación del elemento anterior Ln-1 que puede ser positiva o negativa. Si dicha longitud es positiva el punto singular de tangencia del elemento n-1 con su clotoide de salida (Ps2) se mueve dicha cantidad en el sentido de avance del eje, es decir, aumentando su desarrollo en dicha longitud, en el caso de que esta longitud sea negativa, se acorta el desarrollo del elemento n-1 en esta cantidad, moviéndose Ps2 en sentido contrario al del avance del eje.

La longitud Ln define el desarrollo del elemento n y por lo tanto la posición del punto Ps2 del elemento n, siempre que sea la última alineación o la alineación n+1 sea también acoplada. No tiene sentido que este valor de Ln sea negativo, ya que provocaría un error de solape en el caso de no ser recalculada.

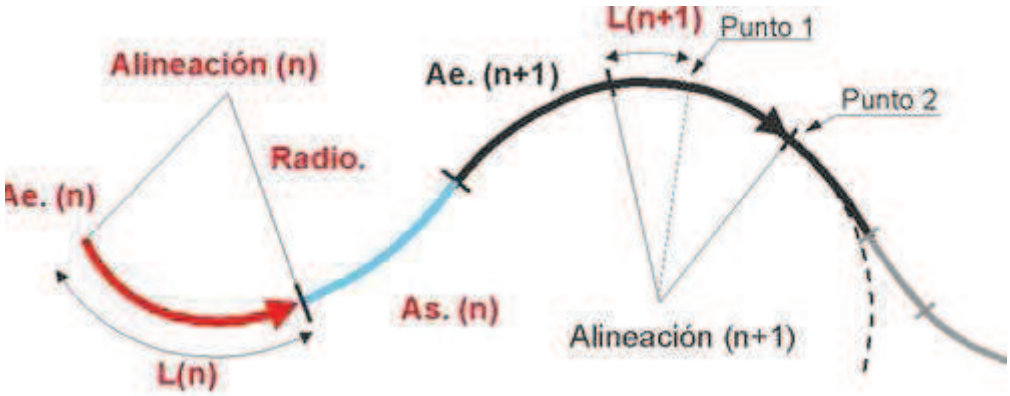
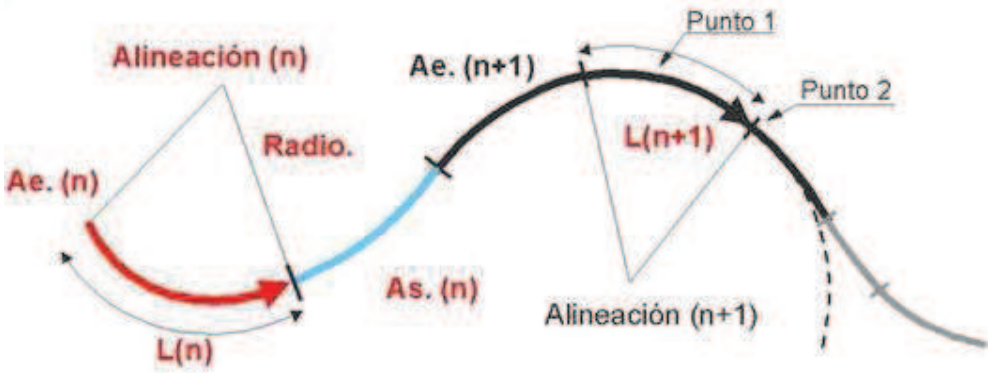


FIGURA 33. ELEMENTO RETROACOPLADO A P1 (Fuente: CLIP)

Este tipo de elemento tiene el mismo funcionamiento que el acoplado al punto P2 de la alineación anterior. Las consideraciones son las mismas, cambiando la alineación anterior por la siguiente, los puntos P1 y Ps1, por P2 y Ps2 y la longitud Ln-1 por Ln+1.



FIGURA…..Elemento Retroacoplado a P2

Este tipo de elemento se comporta igual que el tipo acoplado al punto P1 de la alineación anterior. Las consideraciones son las mismas cambiando la alineación anterior por la siguiente, los puntos P1 y Ps1 por P2 y Ps2 y la longitud Ln-1 por Ln+1.

- **Cálculo del eje y visualización de los resultados**

Al introducir los ejes, el programa te va indicando si es correcto o no el diseño respecto a la Normativa de Carreteras 3.I-C, si es correcto el eje se observa de color blanco en forma continua, si lo observamos de manera discontinua es que algo del proceso se ha realizado de manera errónea. Clip tiene asociada una tabla de diseño, cuando se va calculando el eje, Clip ofrece aviso de los errores geométricos o de normativa que se han cometido.

III. Alzado

Una rasante define las cotas de los distintos puntos kilométricos del eje en planta y, por consiguiente, de toda la sección transversal.

Las herramientas y conceptos a tener en cuenta a la hora de proyectar en alzado – rasante - son muchas menos que para proyectar un eje en planta. Pero existe un concepto básico, común en el proyecto de obras lineales, que consiste en conseguir una coherencia planta – alzado acorde con las normas presentes.

Esta coherencia, nada trivial, junto con una buena compensación de tierras (dependiente en gran medida de la planta) y rangos de visibilidad adecuados son las mayores dificultades que se presentan en el diseño de la rasante.

Los conceptos y magnitudes más importantes a tener en cuenta:

- La geometría en alzado se compone de una serie de vértices (definidos por su Pk y cota ó Pk y pendiente de la alineación anterior) unidos mediante alineaciones rectas y acuerdos verticales parabólicos en los vértices intermedios definidos por su Kv, Flecha ó Longitud.
- La curva utilizada como acuerdo vertical es una parábola de segundo grado de eje vertical, tangente a dichas alineaciones cuya fórmula es:

$$p(x) = p_e + \frac{1}{Kv} \cdot x$$

La representación gráfica de un acuerdo vertical se muestra en la siguiente figura:

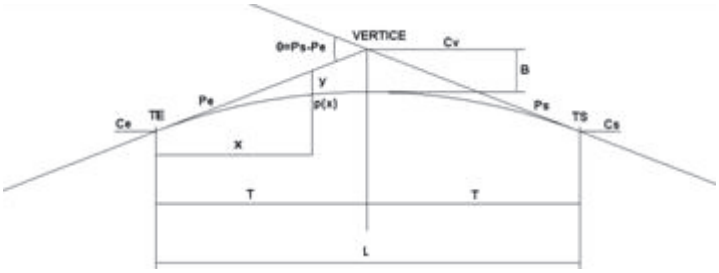


FIGURA 34. REPRESENTACIÓN GRÁFICA ACUERDO VERTICAL (Fuente: CLIP)

La jerarquía de la información de un proyecto impone que de un determinado eje en planta cuelguen uno o varios tramos, y que para cada uno de esos tramos se definan, entre otras cosas, una Carpeta de Rasantes y una Carpeta de Terrenos.

Dentro de la Carpeta de Rasantes se podrán crear, borrar, importar, exportar, copiar y editar un número ilimitado de ellas.

Las razones de poder disponer de un número ilimitado de rasantes asociadas a un tramo de un eje en planta son:

- poder tantear múltiples soluciones de forma inmediata, seleccionando dichas rasantes como activas en cualquier momento.
- poder comparar gráficamente todas ellas.
- trabajar con una rasante para la calzada derecha y otra para la izquierda.
- disponer de una rasante, diseñada por el usuario, que defina los puntos bajos de la cuneta derecha y otra de la izquierda (no es obligatorio).

Así pues, para crear una nueva rasante es necesario, previamente, crear un tramo desde un eje en planta y, desde el menú contextual de la **Carpeta de Rasantes** seleccionar la opción **Nuevo o Importar.**

IV. Rasante

Una rasante queda definida por:

- **Título o nombre.**
- **Geometría.**
- **Pluma**

Desplegando el menú contextual de la Carpeta de Rasantes se seleccionará la opción Nueva. El número de rasantes contenidas en la carpeta es ilimitado.

Aparece una ventana solicitando los datos de la rasante a generar.

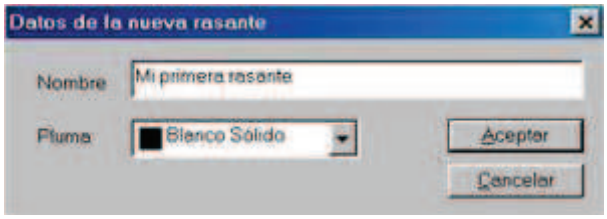


FIGURA 35. DATOS RASANTE (Fuente: CLIP)

El programa crea la rasante que se sitúa en el Árbol de trabajo colgando de la Carpeta de rasantes y abre la ventana gráfica de alzado mostrando la rasante por defecto suministrada por la aplicación.

a. Ventana de Información

Al igual que en la gestión de planta, la parte inferior de la aplicación cambia mostrando datos importantes sobre el alzado. La siguiente imagen muestra dicha zona:



FIGURA 36. INFORMACIÓN DEL ALZADO (Fuente: CLIP)

Las celdas sombreadas en gris son meramente informativas, el usuario no podrá modificar su valor haciendo clic en las mismas, mientras que las de fondo blanco, además de informar, son editables por el usuario.

La información mostrada es la siguiente:

- **Cota roja.** Muestra la cota roja, medida en metros con tres decimales de la posición (PK) donde se encuentre el puntero del ratón. La cota roja es la diferencia de cota entre la rasante y el terreno. Si no se dispone de longitudinal permanece vacía. Si la rasante se encuentra por encima del terreno es positiva y si se encuentra por debajo negativa.

- **Pend. Punto**. Es la pendiente del punto (PK) definido por la posición del puntero del ratón. Está expresada en % y si es positiva indica que está en zona ascendente y si es negativa en zona descendente.

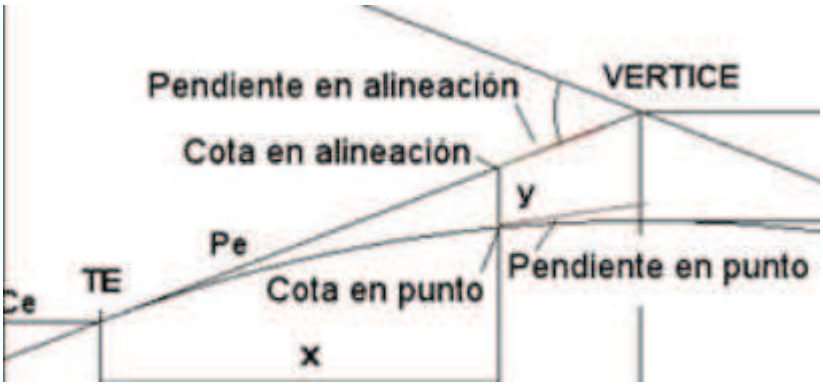


FIGURA 37. EJEMPLO DE PENDIENTE (Fuente: CLIP)

- **Pend. Alineación**. A diferencia del valor anterior, indica la pendiente de la alineación, con los mismos criterios en cuanto al signo, positiva en rampas y negativa en pendientes. Se recuerda que la alineación es la recta que une dos vértices consecutivos, y que en los vértices interiores (los que no sean ni el primero ni el último de la rasante) se sitúan acuerdos verticales que provocan que, para un mismo PK, la pendiente y la cota de la alineación sean diferentes que la pendiente y cota de la rasante.

- **D. y T.** Desmonte y terraplén reales de la obra a efectos de información al proyectista para tener en cuenta la compensación de tierras. El cálculo se realiza en tiempo real y se corresponde con los resultados emitidos posteriormente. Se mide en metros cúbicos.

- **Celda vacía**. En esta celda se muestran mensajes importantes. Uno de ellos es la palabra “SOLAPE” que indica que la geometría diseñada contiene errores de solape (las tangentes de entrada y salida de vértices consecutivos se solapan, esta solución no es válida).

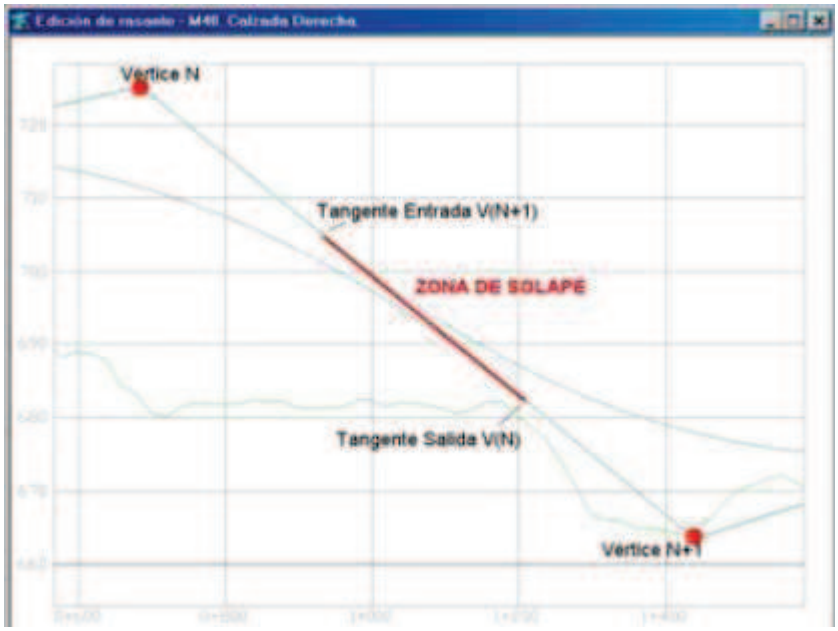


FIGURA 38. .EJEMPLO SOLAPE (Fuente: CLIP)

- **PK.** Punto kilométrico del puntero del ratón.
- **Cota.** Cota del puntero del ratón.

Estas dos últimas celdas, además de proporcionar la información del Pk y cota del puntero sirven para posicionar el puntero en el PK y cota deseados.

b. Modificación o edición de la geometría de una rasante

Para poder modificar o editar una rasante se pulsará sobre la opción Modificar del menú contextual de la rasante. Esto representa en la ventana gráfica de alzado la rasante correspondiente.

Para modificar la geometría de una rasante existen dos caminos:

1. Gestión Gráfica.

Se explica a continuación la operativa, mucho más ágil que la gestión analítica, de forma gráfica.

Para operar gráficamente se utilizarán los comandos del menú contextual de la ventana gráfica, las teclas rápidas y/o la barra de botones del alzado.

- Insertar vértice. ($_a$ + $_I$)
- Insertar y capturar vértice. ($_c$ + $_I$)
- Capturar vértice. ($_c$ + $_S$)

  - ✓ Liberar vértice. ($_a$ + $_S$).
  - ✓ Borrar vértice.
  - ✓ Desplazar vértices.
  - ✓ Fijar vértice.
  - ✓ Posición inicial.
  - ✓ Vértice anterior.
  - ✓ Vértice siguiente.
  - ✓ Terreno.
- Fijar / liberar alineación. ($_a$ + $_F$)
- Borrar alineación. ($_a$ + $_B$)
- Fijar / liberar acuerdo. ($_a$ + $_J$)
- Cambiar terreno. ($_a$ + $_T$)
- Cambiar cota rasante. ($_c$ + $_C$)
- Generar rasante de glorieta.

2. Gestión Analítica.

Analizando la ventana de cálculo analítico se observa que dispone de varias columnas.

	Pk	Cota	P (%).	L	Kv	B
1	0,000	101,000				
2	535,062	101,000	0,000		0,000	

FIGURA 39. VENTANA GESTIÓN GRÁFICA (Fuente: CLIP)

Numeración: Es la numeración de cada vértice. Se trata de un número consecutivo que asigna el programa automáticamente. Una rasante debe estar formada, al menos, por dos vértices, ya que en caso contrario no existiría ninguna alineación.

Pk: Punto kilométrico del vértice.

Cota: Cota del vértice. Si se introduce la pendiente, la cota será calculada y su color en la celda será gris.

P (%): Pendiente de la alineación anterior al vértice. Evidentemente, el primer vértice no puede disponer de este valor, por eso la celda respectiva está deshabilitada. Si se introduce la cota del vértice, la pendiente se calcula automáticamente. Está expresada en % y si es positiva indica que es una rampa y si es negativa se trata de una pendiente.

L: Longitud del acuerdo vertical. Expresada en metros. Si se encuentran definidas las alineaciones adyacentes, al introducir la longitud, se calculan de forma automática el **Kv** y la **B**.

Kv: Parámetro del acuerdo. Expresado en metros. Si se encuentran definidas las alineaciones adyacentes, al introducir el **Kv**, se calculan de forma automática la **L** y la **B**. Si se introduce manualmente se tecleará con signo positivo ya que el programa reconoce y asigna el signo automáticamente según se trate de un acuerdo cóncavo o convexo.

B: Bisectriz. Expresada en metros. Si se encuentran definidas las alineaciones adyacentes, al introducir la **B**, se calculan de forma automática la **L** y el **Kv**.

Estas magnitudes pueden representarse con color negro o gris. El color negro significa que el valor ha sido introducido por el usuario. El color gris significa que el valor ha sido calculado por el programa.

El cálculo se realiza en tiempo real, esto quiere decir que cualquier cambio en la tabla se representa inmediatamente en la ventana gráfica. De la misma forma que cualquier cambio en la ventana gráfica tendrá igual repercusión en la analítica.

Este cálculo dinámico permite al proyectista centrarse en la resolución del problema.

Para añadir nuevos vértices al final de la lista, insertar uno entre otros dos existentes o eliminar aquellos que no se desean se utilizarán las siguientes opciones:

- ✓ **Añadir vértice**. Se pulsará la tecla ↓ hasta que, en la última línea, se genere un nuevo registro donde introducir las nuevas magnitudes del vértice. Se recuerda que haciendo clic con el ratón sobre una celda o pulsando las teclas de dirección se recorre la tabla. También se puede utilizar la opción con el menú contextual dentro de la parte analítica.
- ✓ **Insertar vértice**. Con el botón derecho del ratón, en el apartado del alzado analítico, surge un pequeño menú que permite insertar un nuevo vértice en la posición de la celda seleccionada (la resaltada con borde negro). Se debe señalar la celda del vértice a insertar antes de ejecutar esta acción.
- ✓ **Eliminar vértice**. Elimina el vértice de la posición de la celda seleccionada (la resaltada con borde negro). Asegúrese de pulsar sobre cualquier celda del vértice a borrar antes de ejecutar esta acción.

En el anexo A5.4 – ESTADO DE ALINEACIONES Y ENCAJE PLANIMÉTRICO DE LA PLANTA, de este trabajo se encuentran los listados de las alineaciones, donde es posible visualizar toda la información, Pk, longitud, tipo de alineación, radios de curvatura, azimutes de las tangentes etc...

V. Terreno

El terreno es la base sobre la que se implanta la infraestructura según la geometría impuesta por el proyectista, tanto en planta, como en alzado como en transversal. El terreno es una sucesión de perfiles transversales asociados al eje en planta en un Pk determinado. Estos perfiles pueden estar en Pk múltiplos de un intervalo definido y/o en cualquier Pk que desee el usuario.

Cada perfil transversal define la situación real del terreno sobre la línea perpendicular al eje en planta en un Pk determinado. Se compone de puntos del terreno definidos por su distancia al eje en planta según la proyección horizontal y su cota absoluta.

El número de perfiles que define un terreno, el número de puntos existentes en cada perfil transversal y la extensión del mismo puede ser ilimitada.

El sistema geométrico que genera la unión de una planta, uno o varios alzados, la sección transversal y los perfiles del terreno es la necesaria e imprescindible para llevar a cabo el cálculo de mediciones de volúmenes y áreas, replanteos, visibilidades, etc.

Un tramo puede tener muchas colecciones de perfiles transversales, sólo una de ellas se utilizará para realizar el cálculo.

El resto de las colecciones se puede utilizar para representar varios terrenos a la vez en la misma pantalla, cubicar entre ellos, emitir planos, etc.

- **Creación de un nuevo terreno**

Un terreno es una colección de perfiles transversales que no tienen porqué estar definidos con un intervalo fijo (pueden existir perfiles transversales en puntos kilométricos no exactos). Cada perfil está compuesto por un número indeterminado de puntos. A su vez, cada punto se define por su distancia al eje y su cota absoluta.

Las distancias con signo positivo indican que los puntos se encuentran a la derecha del eje (según el sentido de avance de los puntos kilométricos) y las negativas indican que se encuentran a la izquierda.

Es necesario crear un nuevo terreno antes de adquirir información topográfica. Cuando se crea un terreno nuevo, éste se encuentra vacío de información.

Para crear un terreno nuevo se desplegará el menú contextual de la rama **Carpeta de terrenos del Árbol de trabajo** y se pulsará sobre la opción **Nuevo.**

Aparecerá una ventana como la presentada en la siguiente imagen.

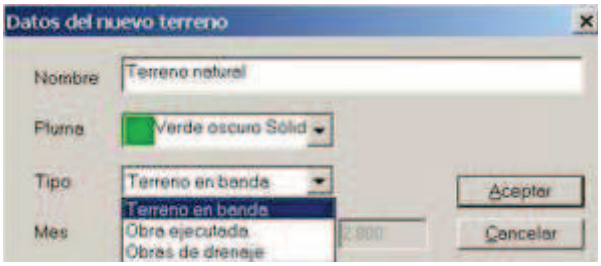


FIGURA 40. VENTANA CREACIÓN TERRENO (Fuente.: CLIP)

Se solicitan los siguientes datos:

- **Nombre**. Nombre que define el terreno.
- **Pluma**. Pluma con la que se representarán los perfiles transversales.
- **Tipología**. Existen tres tipos de terreno o de colecciones de perfiles:
  - ✓ **Terreno en banda**. Es la tipología normalmente utilizada para representar el terreno basado en perfiles transversales. Permite definir nuevos perfiles transversales obteniendo la información exclusivamente del resto de los perfiles mediante un modelo interno.
  - ✓ **Obra Ejecutada.** Usado con el módulo de Obra Ejecutada para cubicaciones a origen, para certificar,…
  - ✓ **Obras de drenaje.** Colección de perfiles donde se almacenan los cortes esviados respecto al eje para el estudio de obras de fábrica.

La tipología empleada normalmente será **Terreno en banda.**

- **Adquisición Terreno**

Los perfiles transversales se podrán adquirir en el CLIP de diversas maneras. A continuación se enumeran todas ellas por orden de simplicidad en la obtención, que no por rapidez:

- **Manualmente**. Introduciendo para cada perfil transversal las distancias y cotas de los distintos puntos que lo componen. Se realiza en una tabla dentro de la propia aplicación.

- **Terreno horizontal**. Se puede simular un terreno cuyos perfiles transversales sean horizontales, con una extensión y cota definidas por el usuario. Es válido como tanteo o si se tienen datos únicamente del longitudinal del terreno, ya que en un proceso posterior se puede modificar la cota de cada perfil transversal con información externa.

- **Ficheros externos**. A través de ficheros de intercambio externos al programa que sea capaz de interpretar CLIP. Entre estos ficheros se encuentran los TER, ASCII provenientes de toma con GPS, etc.

- **Topografía**. Se permite descargar la toma de perfiles transversales tomados por medio de procedimientos topográficos (estaciones totales con libretas electrónicas).

- **Por modelo en Banda (Terreno de tramos)**. Si un eje en planta tiene perfiles transversales que interceptan al eje de trabajo, se pueden obtener, mediante un algoritmo llamado **Modelo en Banda**, los perfiles transversales del eje en cuestión.

- **Modelo de triángulos. Desde** un modelo de triángulos obtenido a través de una triangulación y curvado de puntos y líneas en tres dimensiones. El módulo vinculado con el **CLIP** de triangulación y curvado es el **TOOL-CURVADO**. Si se disponen de otros programas que realicen esta operación, se podrán obtener los perfiles transversales importando dicho modelo en cualquiera de los formatos que reconoce CLIP (DXF, DGN, DIGI, etc.).

- **Cartografía digital**. Se obtienen los perfiles de cualquier cartografía digital que esté importada al CLIP. Cabe la posibilidad, como se apuntaba en el párrafo anterior, de importar modelos de terreno de otras aplicaciones a través de cartografías digitales.

La operación de adquisición de información topográfica en un terreno existente se realiza a través de la orden **Adquisición** disponible desde el menú contextual de un terreno (**Árbol de trabajo**).

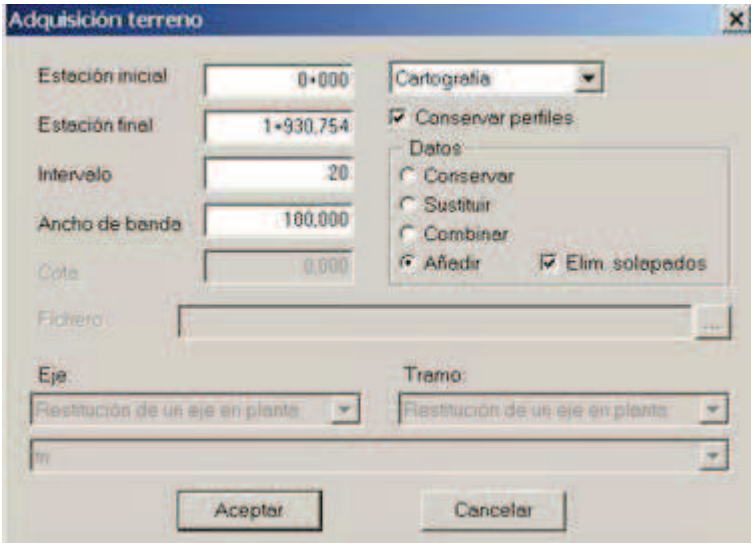


FIGURA 41. ADQUISICIÓN TERRENO (Fuente: CLIP)

El cuadro de diálogo que aparece es el siguiente:

El proceso de adquisición de terreno solicita la siguiente información:

Datos generales:

- **Estación inicial**. Primer punto kilométrico que define el rango de donde se obtendrán perfiles transversales.
- **Estación final**. Ultimo punto kilométrico que define el rango de donde se obtendrán perfiles transversales.
- **Intervalo**. En el caso de obtener perfiles transversales de modelos continuos de terreno tales como cartografías digitales o modelos de triangulación y

curvado, se solicita un intervalo que define los puntos kilométricos donde se obtendrán perfiles transversales. Posteriormente a esta adquisición, se pueden obtener perfiles transversales en puntos kilométricos no múltiplos del intervalo definidos por el usuario. En el caso de adquirir de un fichero TER, este campo no se habilita ya que se importan todos los perfiles almacenados en dicho fichero.

- **Ancho de banda**. Es la anchura máxima, medida en metros, desde el eje en planta hacia el exterior por ambos lados, en la que se adquirirán puntos.
- **Conservar perfiles.**

VI. Planos

El programa CLIP es capaz de generar los siguientes planos:

1. Plano de planta.

El programa **CLIP** puede generar planos de planta desde la rama del Árbol de trabajo llamada **PLANOS**. Estos planos se regeneran en tiempo real, por lo que no es necesario su almacenamiento en el disco duro como ficheros independientes. Su definición sí queda almacenada en el fichero de trabajo TRB.

Las opciones disponibles dentro de la rama **PLANTA**, que corresponden con los pasos usuales de trabajo, son las siguientes:

- ✓ Dimensión de planos.
- ✓ Definir plano planta.
- ✓ Modificar plano planta.
- ✓ Imprimir plano planta.

Todos los ejes, desplazados, pies de talud, rotulaciones, símbolos, etc. que se encuentren representados en la ventana gráfica de planta se visualizarán en los planos correspondientes.

Esta rama contiene las propiedades VIS y A% que permiten dibujar los marcos que representan cada plano de planta y su atenuación, dentro de la ventana gráfica de la planta.

2. Plano de rasante con perfil longitudinal

El acceso a la generación y visualización de los planos de perfiles longitudinales está situado dentro del menú contextual de cada rasante. La opción dentro del menú es Imprime plano de longitudinal.

Se tomará, como rasante activa para rotular los vértices, aquella desde la que se haya seleccionado la opción Imprime plano de longitudinal. El resto de rasantes que se encuentren dentro de la Carpeta de rasantes se podrán incluir dentro del plano siempre y cuando su propiedad Vis del Árbol de trabajo tenga el valor SI. Estas rasantes se imprimirán o visualizarán con la pluma asignada (configurable dentro de sus Datos generales). No existe límite en cuanto al número de rasantes presentadas en un mismo plano.

Asimismo se dibujarán todos los perfiles longitudinales, provenientes de los terrenos, que tengan su propiedad Vis del Árbol de trabajo con el valor SI.

También es posible generar un plano de planta junto con el longitudinal desde esta misma opción.

Estos planos se generan en tiempo real, por lo que no es necesario su almacenamiento en el disco duro.

En la ventana de parámetros de planos longitudinales se puede seleccionar, por una parte, la impresora que se desea utilizar en la impresión o previsualización, y por otra los parámetros específicos del propio plano.

Opciones específicas de la ventana de generación del plano de perfiles longitudinales

- **Escala X, Escala Y**. Escalas de dibujo en los ejes X e Y. Por defecto su valor es 1000 y 100 respectivamente.
- **PK inicial, Pk final**. Extensión del tramo utilizado para generar los planos de perfiles longitudinales.
- **Longitud por plano**. Define la longitud, medida en metros, del eje dibujado en cada plano. Como orientación, en un DIN-A1 a escala horizontal 1:1000 caben 700 metros.

- **Completo**. Al marcar esta opción, sólo es posible emitir un plano longitudinal completo a un fichero DXF.
- **Factor de escalas de curvaturas**. Si se marca la opción se dibujará, en la parte inferior del plano, la ley de curvaturas con la escala vertical = **Factor / Radio**.
- **Factor de escalas de peraltes**. Si se marca la opción se dibujará, en la parte inferior del plano, el diagrama de peraltes cuya escala vertical será = **Peralte/Factor**.
- **Terreno**. El terreno activo se puede manipular en esta opción de tal manera que se puede seleccionar entre los siguientes valores:

  - Arcén derecho e izquierdo.
  - Calzada derecha e izquierda.
  - Mediana derecha e izquierda.
  - Punto de giro derecho e izquierdo.

- **Eje.** En este caso se puede introducir el valor, en metros dentro de la casilla **distancia**, del desplazamiento respecto del eje. Valores positivos hacia la derecha del eje y negativos hacia la izquierda.
- Ajustado. Se utiliza para ajustar una rasante en trabajos de refuerzos, ensanches y mejoras.
- **Línea de singulares**. Dibuja una línea en la parte inferior del plano señalando los puntos singulares de la planta.
- **Marcas de longitudinal**. Dibuja las marcas definidas en el diseño gráfico del perfil longitudinal activo.
- **Hitos**. Dibuja los Hitos (macros de diferentes obras singulares tales como viaductos, pasos superiores e inferiores, obras de fábrica,…).
- **Planta**. Se puede incluir, de forma automática, la parte de la planta correspondiente a cada porción del perfil longitudinal. Está dispuesto en la zona superior del mismo. Aparecerá todo lo dibujado en la ventana de la planta. Incluyendo ejes próximos, marcas, símbolos, etc.
- **Plano tipo**. Existen cuatro tipos diferentes en la representación del plano. Las diferentes opciones son **plano tipo 0**, **plano tipo 1**, **plano tipo 2** y **plano tipo 3** de los cuales se muestra un ejemplo a

continuación. Para las secciones de ferrocarriles, al emitir un plano de perfil longitudinal con cualquier tipo de guitarra, las pendientes se expresan en tanto por mil.

Las características diferenciadoras de cada tipo de plano son las siguientes:

- **Tipo 0**. Se presenta la rasante y el terreno sobre una cuadricula completa, reservando en la zona superior un espacio para la colocación de los datos de los vértices. Esta representación es similar a la de la ventana gráfica del longitudinal.
- **Tipo 1**. Los datos de los vértices aparecen según la configuración elegida por el usuario (explicada más adelante). Sólo se cuadricula la parte inferior a la rasante activa.
- **Tipo 2**. Igual que el Tipo 1, pero en la parte inferior se amplía la guitarra con los datos:

  Gradientes y pendientes
  Cota de rasante
  Cota de terreno
  Distancias acumuladas a origen
  Kilometraje
  Diagrama de curvatura
  Diagrama de peraltes

- **Tipo 3**. Igual que el Tipo 1, pero en la parte inferior se amplía la guitarra con los datos:

  Rampas y pendientes
  Cota proyectada
  Cota actual
  Distancias cotas
  Kilometraje
  Diagrama de curvatura
  Diagrama de peraltes

Si existen zonas de refuerzo en las que la rasante se ajusta a la carretera existente, en dichas zonas no se dibuja la rasante y en su lugar se dibuja la línea de cotas calculadas a partir del terreno. En la línea de puntos singulares se delimita la zona de refuerzo.

3. Plano de perfiles transversales.

El acceso a la generación y visualización de los planos de perfiles transversales está situado dentro del menú contextual de cada tramo (dentro del Árbol de trabajo). La opción dentro del menú es Imprime plano de transversales.

Se tomará, como perfiles del terreno, aquella reserva que se encuentre marcada como activa (texto Te rodeado de una línea azul).

El resto de reservas o terrenos almacenados dentro de la **Carpeta de terrenos** se podrá incluir dentro del plano de transversales siempre y cuando su propiedad **Vis del Árbol** de trabajo tenga el valor **SI.** Estos perfiles se imprimirán o visualizarán con la pluma asignada (configurable dentro de sus Datos generales). No existe límite en cuanto al número de perfiles transversales representados en un mismo punto kilométrico.

En la ventana de parámetros de planos transversales se puede seleccionar, por una parte, la impresora que se desea utilizar en la impresión o previsualización, y por otra los parámetros específicos del propio plano.

Opciones de la ventana de generación del plano de perfiles transversales

- **Escala X, Escala Y**. Escalas de dibujo en los ejes X e Y. Por defecto su valor es 200.
- **PK inicial, Pk final**. Extensión del tramo utilizado para generar los planos de perfiles transversales. Si se introduce el mismo valor en los dos campos sólo se generará dicho punto kilométrico.
- **Intervalo**. Define el intervalo, medido en metros, entre cada dos perfiles transversales dibujados. Por defecto se toma 20 metros. Es posible definir un intervalo diferente al existente. Si el intervalo es mayor y múltiplo del existente, se mostrarán perfiles

transversales introducidos por el usuario, provenientes de campo o de cortes con alguna cartografía. Sin embargo, si el intervalo define puntos kilométricos donde no se ha aportado información del terreno por cualquiera de los métodos existentes, el CLIP calcula los diferentes perfiles transversales utilizando el **modelo en banda** interno.

- **Existentes**. Esta opción dibuja sólo los perfiles transversales existentes. Estos pueden ser múltiplos del intervalo o no. Es posible habilitar ambas opciones, **existentes** y los definidos por el **intervalo**. Si se deshabilitan ambas opciones, el CLIP dibujará los definidos en el último intervalo introducido.
- **Optimización del espacio**. Si se marca esta opción, el programa reparte los perfiles por el plano de forma que ocupen sólo el espacio que necesiten sin que se produzcan recortes ni se dibujen perfiles superpuestos. Lo que se reparte en realidad no es el perfil en sí, sino el rectángulo que los delimita. Estos rectángulos son colocados en columnas y filas de forma que a los perfiles grandes se les asigna más espacio y a los pequeños menos.

Si las escalas introducidas son muy pequeñas, los perfiles transversales dibujados serán muy grandes. En el caso de que no cupiera alguno de ellos, se recortaría tomando como límites los bordes interiores del plano.

Si no se marca esta opción, el usuario puede elegir el número de filas y de columnas por cada plano en las casillas **Horizontal** y **Vertica**l. Este número condiciona el espacio reservado para cada perfil. En caso de que no cupiera un perfil transversal en su espacio reservado se recorta dicho perfil.

- **Plano de comparación**. Se dibuja una línea horizontal y un rótulo asociado indicando la cota absoluta a la que se encuentra dicha línea. Siempre que se encuentre señalada la opción **Distancia y cota del terreno** se marcará automáticamente la opción **Plano de comparación**.

- **Distancias y cotas**. Se puede disponer un diagrama debajo de cada perfil transversal señalando la distancia y cota absoluta desde cada punto del terreno (o plataforma) hasta el eje del perfil.
- **Distancia y cota de la plataforma**. Dispone un diagrama debajo de cada perfil transversal señalando la distancia y cota absoluta de cada punto de quiebro de la coronación de la obra proyectada (incluyendo taludes y cunetas).
- **Texto de cubicaciones**. Permite dibujar u ocultar el texto asociado a cada perfil transversal relativo al área de desmonte y terraplén.
- **Cubicaciones corregidas por curvatura**. Las áreas de desmonte y terraplén pueden coincidir con las áreas de dibujo o estar "corregidas". La cubicación en el CLIP se puede realizar de forma que se tenga en cuenta la curvatura del eje en planta o no. Si se desea que el área de desmonte y terraplén sea coherente con un listado de cubicaciones corregido por curvatura se debería seleccionar esta opción. De esta forma, el cálculo "manual" del volumen utilizando la información proporcionada por el plano será correcta y coherente.

Si la opción **Texto de cubicaciones** se encuentra deshabilitada, tampoco estará disponible la opción **Cubicaciones corregidas por curvatura**.

Pulsando el botón **Mas** aparecen más parámetros de dibujo. Estos son:

- **Tamaño de los números (mm)**. Define la altura final del rótulo de los números sobre el plano impreso.
- **Distancia a los números (mm)**. Es la distancia final en plano impreso medida en vertical desde el perfil transversal a los números que indican el Pk, cota roja, desmonte y terraplén. No es válido para la guitarra de distancias y cotas.
- **Decimales de las cotas**. Número de decimales utilizados para definir las cotas de los puntos.
- **Decimales de las cubicaciones**. Número de decimales utilizados para definir las áreas de desmonte y terraplén.

- **Exceso de terreno (m)**. Es el valor, medido en metros, que señala la porción del perfil transversal dibujado entre el pie de talud y los extremos.

A5.3 – Estado de Alineaciones y Encaje Planimétrico de la Planta

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

La definición del trazado en planta se referirá a un eje. En general, salvo en casos suficientemente justificados, se adoptará para la definición del eje, en carreteras de calzada única, el centro de la calzada.

Se proyectara el nuevo trazado intentando usar en la medida de lo posible el trazado existente para conseguir compensar el movimiento de tierras y por lo tanto un menor coste en el proyecto.

A continuación se presenta los listados del nuevo diseño del trazado de las alineaciones en planta.

Estación	Longitud (m)	Coord. X (m)	Coord. Y (m)	Acimut (º)	Radio (m)	Parám.	X Centro (m)	Y Centro (m)
2+000.000	0.000	435436.298	4185377.11	108.4697	-263.000		435471.185	4185637.78
2+186.339	186.339	435614.318	4185417.14	63.3642	-263.000		435471.185	4185637.78
2+284.898	98.559	435689.556	4185480.57	51.4356	Infinito	161.000		
2+369.168	84.270	435753.075	4185535.83	60.3769	300.000	159.000	435927.97	4185292.09
2+414.300	45.131	435791.581	4185559.29	69.9541	300.000		435927.97	4185292.09
2+519.415	105.116	435890.002	4185595.79	81.1072	Infinito	177.580		
2+586.674	67.259	435953.378	4185618.17	72.9669	-263.000	133.000	435845.025	4185857.81
2+800.207	213.533	436093.47	4185771.53	21.2788	-263.000		435845.025	4185857.81
2+870.666	70.459	436110.542	4185839.83	12.7511	Infinito	136.128		
2+945.666	74.999	436128.041	4185912.72	19.4949	354.000	162.941	436465.572	4185806.01
2+957.948	12.282	436131.946	4185924.37	21.7037	354.000		436465.572	4185806.01
2+984.725	26.777	436141.948	4185949.2	27.3278	265.000	168.000	436382.906	4185838.9
2+992.755	8.030	436145.401	4185956.45	29.2569	265.000		436382.906	4185838.9
3+058.506	65.751	436179.311	4186012.73	37.1547	Infinito	132.000		
3+124.757	66.251	436213.442	4186069.46	29.1363	-263.000	132.000	435977.509	4186185.66
3+219.219	94.462	436239.234	4186159.8	6.2707	-263.000		435977.509	4186185.66
3+285.470	66.251	436240.196	4186226	398.2523	Infinito	132.000		
3+352.970	67.500	436241.154	4186293.44	6.2101	270.000	135.000	436509.871	4186267.15
3+513.361	160.391	436301.908	4186439.34	44.0280	270.000		436509.871	4186267.15
3+580.861	67.500	436349.102	4186487.54	51.9857	Infinito	135.000		
3+940.943	360.082	436611.535	4186734.09	51.9857	Infinito			
4+021.300	80.357	436667.353	4186791.79	42.8506	-280.000	150.000	436448.422	4186966.35
4+044.876	23.575	436681.257	4186810.82	37.4904	-280.000		436448.422	4186966.35
4+111.908	67.032	436713.906	4186869.32	29.8700	Infinito	137.000		
4+675.549	563.641	436968.768	4187372.05	29.8700	Infinito			
4+741.800	66.251	436996.199	4187432.3	21.8516	-263.000	132.000	436748.541	4187520.81
4+858.415	116.616	437010.223	4187547.11	393.6236	-263.000		436748.541	4187520.81
4+924.666	66.251	436998.101	4187612.2	385.6052	Infinito	132.000		
4+990.417	65.751	436986.03	4187676.78	393.5030	265.000	132.000	437249.651	4187703.78
5+287.757	297.339	437110.955	4187929.59	64.9340	265.000		437249.651	4187703.78
5+362.978	75.221	437178.423	4187962.7	73.9693	Infinito	141.186		
5+438.915	75.937	437246.501	4187996.18	64.7611	-262.500	141.186	437108.506	4188219.48
5+549.697	110.782	437325.86	4188072.29	37.8941	-262.500		437108.506	4188219.48

TABLA19- LISTADO PUNTO SINGULARES (Fuente: CLIP)

A5.4 – Rasantes Rectas y Acuerdos Verticales del Alzado

Las rasantes rectas se trazan sobre el perfil longitudinal que se genera tras el corte de la sección longitudinal que se forma a lo largo del trazado en planta del diseño de la geometría proyectada con el terreno.

Se pretende como se ha comentado anteriormente intentar compensar el movimiento de tierras para que disminuya el coste, objeto de nuestro proyecto; de manera que se obtenga un diseño óptimo de acuerdo con la normativa vigente.

Los enlaces entre las rasantes rectas verticales que se han establecido son tres acuerdos parabólicos, los dos primeros acuerdos convexos y el tercero de ellos cóncavo, de acuerdo con el pliego de condiciones técnicas impuestas en el presente proyecto.

A continuación se presenta los listados del nuevo diseño del trazado pertenecientes a la rasante.

Vértice	Estación	Cota (m)	Pendiente (%)	Long.(m)	Radio(kv)	Flecha
1	2+000.000	441.362				
2	2+130.000	433.000	-6.4	180.000	6437.652	0.629
3	2+350.006	425.000	-3.6	150.000	-5612.319	-0.501
4	2+623.000	407.777	-6.3	10.000	-5048.848	-0.002
5	2+930.007	387.800	-6.5	45.000	736.854	0.344
6	2+975.009	387.620	-0.5	45.000	651.913	0.388
7	3+890.000	447.120	6.5	400.000	-6554.374	-3.051
8	4+710.001	450.400	0.5	180.000	-5441.336	-0.744
9	5+194.090	436.323	-2.9	80.000	6609.082	0.121
10	5+549.697	430.286	-1.69			

TABLA 20. DATOS ENTRADA (Fuente: CLIP)

A5.5 – Revisión de la Normativa Específica Existente

A5.5.1- Introducción Revisión Normativa

La Norma (Instrucción de carreteras, Norma 3.1-I.C. Trazado, aprobada por la dirección general de carreteras del Ministerio de Obras públicas, Transportes y Medio Ambiente) contempla las especificaciones de los elementos básicos para el estudio o proyecto de un trazado de carreteras. Sus diferentes capítulos y apartados recogen las condiciones relativas a la planta, al alzado y a la sección transversal, y los criterios generales que deben observarse para obtener la adecuada coordinación entre todas ellas.

El trazado se adaptará a las necesidades de la circulación presentes y a las previsibles en el futuro.

Deberá lograrse una homogeneidad de características geométricas tal que induzca al conductor a circular sin ninguna duda tanto en velocidad como en condiciones de seguridad y comodidad. Para ello se evitarán los puntos en que las características geométricas obliguen a disminuir bruscamente la velocidad.

A5.5.2- Revisión de la Normativa en Planta

A continuación se presenta el listado de la revisión de la normativa en planta.

Elemento	Estación	Longitud (m)	Radio (m)	Parámetro (m)	Peralte (%)	Incidencia
Circun.	2+186.339	186.339	-263.000		-7.000	Correcto
Espiral	2+284.898	98.559	0.000	161.000		Correcto
Espiral	2+369.168	84.270	300.000	159.000		Correcto
Circun.	2+414.300	45.131	300.000		6.988	Correcto
Espiral	2+519.415	105.116	0.000	177.580		Correcto
Espiral	2+586.674	67.259	-263.000	133.000		Correcto
Circun.	2+800.207	213.533	-263.000		-7.000	Correcto
Espiral	2+870.666	70.459	0.000	136.128		Correcto
Espiral	2+945.666	74.999	354.000	162.941		Correcto
Circun.	2+957.948	12.282	354.000		6.982	Correcto
Espiral	2+984.725	26.777	265.000	168.000		Correcto
Circun.	2+992.755	8.030	265.000		7.000	Correcto
Espiral	3+058.506	65.751	0.000	132.000		Correcto
Espiral	3+124.757	66.251	-263.000	132.000		Correcto
Circun.	3+219.219	94.462	-263.000		-7.000	Correcto
Espiral	3+285.470	66.251	0.000	132.000		Correcto
Espiral	3+352.970	67.500	270.000	135.000		Correcto
Circun.	3+513.361	160.391	270.000		7.000	Correcto
Espiral	3+580.861	67.500	0.000	135.000		Correcto
Recta	3+940.943	360.082	0.000			Correcto
Espiral	4+021.300	80.357	-280.000	150.000		Correcto
Circun.	4+044.876	23.575	-280.000		-7.000	Correcto
Espiral	4+111.908	67.032	0.000	137.000		Correcto
Recta	4+675.549	563.641	0.000			Correcto
Espiral	4+741.800	66.251	-263.000	132.000		Correcto
Circun.	4+858.415	116.616	-263.000		-7.000	Correcto
Espiral	4+924.666	66.251	0.000	132.000		Correcto
Espiral	4+990.417	65.751	265.000	132.000		Correcto
Circun.	5+287.757	297.339	265.000		7.000	Correcto
Espiral	5+362.978	75.221	0.000	141.186		Correcto
Espiral	5+438.915	75.937	-262.500	141.186		Correcto
Circun.	5+549.697	110.782	-262.500		-7.000	Correcto

TABLA 21. REVISIÓN NORMATIVA EN PLANTA (Fuente: CLIP)

Atendiendo al pliego de condiciones técnicas existente en el presente proyecto, observamos que se cumple la normativa 3.1 I-C “Trazado”.

Tratándose de una carretera del grupo 2 con velocidad de proyecto de 80 km/h, sabemos que las longitudes mínimas de alineaciones rectas situadas entre alineaciones curvas admisibles es de 111 metros y la máximas deseables son de 1336 metros. En el listado anterior se puede observar como las longitudes rectas diseñadas en el proyecto son: 360.082 m y 563.641 m.

Así pues, se puede decir que el trazado en planta diseñado es correcto puesto que entra en normativa tanto lo mencionado anteriormente , como los radios de las curvas circulares, que son mayores a 50 metros como el peralte que es de un 7%, lo establecido por la normativa.

A5.5.3- Revisión de la Normativa en Alzado

Elemento	Estación	Longitud (m)	Pendiente (%)	Radio(kv)	Incidencia
Pendiente	2+040.000	40.000	-6.432		Correcto
Parábola	2+040.000	180.000		6,437.652	Correcto
Pendiente	2+275.006	55.005	-3.636		Correcto
Parábola	2+275.006	150.000		-5,612.319	Correcto
Pendiente	2+618.000	192.995	-6.309		Correcto
Parábola	2+618.000	10.000		-5,048.848	Correcto
Pendiente	2+907.507	279.506	-6.507		Correcto
Parábola	2+907.507	45.000		749.124	ERROR: Kv menor que el mínimo (737 < 2,636)
Pendiente	2+952.509	0.002	-0.500		Correcto
Parábola	2+952.509	45.000		638.298	ERROR: Kv menor que el mínimo (652 < 2,636)
Rampa	3+690.000	692.491	6.550		Correcto
Parábola	3+690.000	400.000		-6,611.570	Correcto
Rampa	4+620.001	530.001	0.500		Correcto
Parábola	4+620.001	180.000		-4,921.628	Correcto
Pendiente	5+154.090	354.089	-3.157		Correcto
Parábola	5+154.090	80.000		5,480.313	Correcto
Pendiente	5+549.697	315.607	-1.698		Correcto

TABLA 22. REVISIÓN NORMATIVA EN ALZADO (Fuente: CLIP)

Como se observa en el listado anteriormente expuesto, observamos incidencias a la hora de realizar la rasante.

La incidencia que se comente atendiendo a la normativa es error en kv, el kv es menor al mínimo establecido en la normativa (2636), se incumple la normativa en esos Pk debido al ahorro en la estructura, es decir, se mantiene la estructura actual. Este incumplimiento de la normativa no supone merma de seguridad ni confort en el diseño.

A5.6 – Sección Tipo. Transiciones al Sobreancho. Peraltes

La sección tipo está diseñada en función de la normativa 3.1 de instrucción de carreteras del tipo de carretera a construir y según esta, debe cumplir las siguientes condiciones.

La plataforma debe medir 12 metros y se divide en las siguientes partes:

- Dos carriles de circulación, los cuales deben medir 3.5 metros en cada sentido. Tendrán una pendiente trasversal correspondiente al peralte que se le asigne.
- Dos arcenes exteriores de 1 metro de anchos situados cada uno a un lado del eje. Tendrán una pendiente trasversal correspondiente al peralte que se le asigne.
- Dos bermas de 0.5 metro de anchura y estarán entre la cuneta y los arcenes, las cuales tendrán una pendiente transversal del 8%.
- Las cunetas serán de medio metro de profundidad y se colocan solo en la zona de desmote. Tendrán una pendiente 1/1 con lo que serán de un metro de anchas.
- El paquete de firmes está compuesto de cuatro capas que son las siguientes:
    - Zahorra artificial con un espesor de 0.3 m.
    - Base con un espesor de 0.08 m.
    - Intermedia con un espesor de 0.07 m.
    - Rodadura con un espesor de 0.05 m.
- Los taludes de desmonte tienen una pendiente de 1H/1V y los de terraplén una pendiente 3H/2V.

La asignación de peraltes se hará de acuerdo con la normativa establecida:

- En recta corresponderán con el bombeo (2%) para que se produzca el desagüe de aguas y no se acumule en la calzada aumentando este peralte en la transición al mismo para las zonas curvas.
- En las zonas curvas serán inversamente proporcional al radio, es decir, que a mayor radio menor peralte y mayor o igual que en recta para reducir la fuerza centrífuga. La transición al peralte se hará de manera progresiva con inicio en la tangente de entrada de cada curva y valor máximo en el centro de la curva.

A continuación, se muestra el listado de peraltes:

Punto Cambio Peralte	Estación	Peralte izq.	Peralte der.	Punto Cambio Peralte	Estación	Peralte izq.	Peralte der.
	2+000	-7.00	-7.00	PS	3+003.749	7.00	7.00
	2+020	-7.00	-7.00		3+020	5.14	5.14
	2+040	-7.00	-7.00		3+040	2.85	2.85
	2+060	-7.00	-7.00	PS	3+047.404	2.00	2.00
	2+080	-7.00	-7.00		3+060	-0.27	-0.27
	2+100	-7.00	-7.00	PS	3+069.627	-2.00	-2.00
	2+120	-7.00	-7.00		3+080	-2.94	-2.94
	2+140	-7.00	-7.00		3+100	-4.75	-4.75
	2+160	-7.00	-7.00		3+120	-6.57	-6.57
	2+180	-7.00	-7.00	PS	3+124.757	-7.00	-7.00
PS	2+183.506	-7.00	-7.00		3+140	-7.00	-7.00
	2+200	-6.06	-6.06		3+160	-7.00	-7.00
	2+220	-4.91	-4.91		3+180	-7.00	-7.00
	2+240	-3.77	-3.77		3+200	-7.00	-7.00
	2+260	-2.63	-2.63	PS	3+219.219	-7.00	-7.00
PS	2+270.939	-2.00	-2.00		3+220	-6.93	-6.93
	2+280	-0.37	-0.37		3+240	-5.12	-5.12
PS	2+293.161	2.00	2.00		3+260	-3.30	-3.30
	2+300	2.56	2.56	PS	3+274.360	-2.00	-2.00
	2+320	4.21	4.21		3+280	-0.98	-0.98
	2+340	5.85	5.85	PS	3+296.583	2.00	2.00
PS	2+353.797	6.99	6.99		3+300	2.30	2.30

Punto Cambio Peralte	Estación	Peralte izq.	Peralte der.	Punto Cambio Peralte	Estación	Peralte izq.	Peralte der.
	2+360	6.99	6.99		3+320	4.08	4.08
	2+380	6.99	6.99		3+340	5.85	5.85
	2+400	6.99	6.99	PS	3+352.970	7.00	7.00
	2+420	6.99	6.99		3+360	7.00	7.00
PS	2+425.819	6.99	6.99		3+380	7.00	7.00
	2+440	6.17	6.17		3+400	7.00	7.00
	2+460	5.01	5.01		3+420	7.00	7.00
	2+480	3.85	3.85		3+440	7.00	7.00
	2+500	2.69	2.69		3+460	7.00	7.00
PS	2+511.878	2.00	2.00		3+480	7.00	7.00
	2+520	0.54	0.54		3+500	7.00	7.00
PS	2+534.096	-2.00	-2.00	PS	3+513.361	7.00	7.00
	2+540	-2.52	-2.52		3+520	6.41	6.41
	2+560	-4.31	-4.31		3+540	4.63	4.63
	2+580	-6.09	-6.09		3+560	2.85	2.85
PS	2+590.235	-7.00	-7.00	PS	3+569.613	2.00	2.00
	2+600	-7.00	-7.00		3+580	0.15	2.00
	2+620	-7.00	-7.00	PS	3+592.112	-2.00	2.00
	2+640	-7.00	-7.00		3+600	-2.00	2.00
	2+660	-7.00	-7.00		3+620	-2.00	2.00
	2+680	-7.00	-7.00		3+640	-2.00	2.00
	2+700	-7.00	-7.00		3+660	-2.00	2.00
	2+720	-7.00	-7.00		3+680	-2.00	2.00
	2+740	-7.00	-7.00		3+700	-2.00	2.00
	2+760	-7.00	-7.00		3+720	-2.00	2.00
	2+780	-7.00	-7.00		3+740	-2.00	2.00
	2+800	-7.00	-7.00		3+760	-2.00	2.00
PS	2+800.207	-7.00	-7.00		3+780	-2.00	2.00
	2+820	-5.33	-5.33		3+800	-2.00	2.00
	2+840	-3.65	-3.65		3+820	-2.00	2.00
PS	2+859.556	-2.00	-2.00		3+840	-2.00	2.00
	2+860	-1.92	-1.92		3+860	-2.00	2.00
	2+880	1.68	1.68		3+880	-2.00	2.00
PS	2+881.783	2.00	2.00		3+900	-2.00	2.00
	2+900	3.65	3.65		3+920	-2.00	2.00
	2+920	5.46	5.46	PS	3+929.555	-2.00	2.00
PS	2+936.808	6.98	6.98		3+940	-2.00	0.17
	2+940	6.98	6.98	PS	3+952.334	-2.00	-2.00
	2+960	6.98	6.98		3+960	-2.58	-2.58
PS	2+966.809	6.98	6.98		3+980	-4.10	-4.10
PS	2+973.742	7.00	7.00				

	2+980	7.00	7.00				
	3+000	7.00	7.00				

Punto Cambio Peralte	Estación	Peralte izq.	Peralte der.	Punto Cambio Peralte	Estación	Peralte izq.	Peralte der.
	4+000	-5.62	-5.62		4+840	-7.00	-7.00
PS	4+018.090	-7.00	-7.00	PS	4+858.415	-7.00	-7.00
	4+020	-7.00	-7.00		4+860	-6.86	-6.86
	4+040	-7.00	-7.00		4+880	-5.04	-5.04
PS	4+048.090	-7.00	-7.00		4+900	-3.23	-3.23
	4+060	-5.86	-5.86	PS	4+913.557	-2.00	-2.00
	4+080	-3.96	-3.96		4+920	-0.84	-0.84
	4+100	-2.05	-2.05	PS	4+935.787	2.00	2.00
PS	4+100.528	-2.00	-2.00		4+940	2.39	2.39
	4+120	-2.00	1.42		4+960	4.22	4.22
PS	4+123.297	-2.00	2.00		4+980	6.05	6.05
	4+140	-2.00	2.00	PS	4+990.417	7.00	7.00
	4+160	-2.00	2.00		5+000	7.00	7.00
	4+180	-2.00	2.00		5+020	7.00	7.00
	4+200	-2.00	2.00		5+040	7.00	7.00
	4+220	-2.00	2.00		5+060	7.00	7.00
	4+240	-2.00	2.00		5+080	7.00	7.00
	4+260	-2.00	2.00		5+100	7.00	7.00
	4+280	-2.00	2.00		5+120	7.00	7.00
	4+300	-2.00	2.00		5+140	7.00	7.00
	4+320	-2.00	2.00		5+160	7.00	7.00
	4+340	-2.00	2.00		5+180	7.00	7.00
	4+360	-2.00	2.00		5+200	7.00	7.00
	4+380	-2.00	2.00		5+220	7.00	7.00
	4+400	-2.00	2.00		5+240	7.00	7.00
	4+420	-2.00	2.00		5+260	7.00	7.00
	4+440	-2.00	2.00		5+280	7.00	7.00
	4+460	-2.00	2.00	PS	5+287.757	7.00	7.00
	4+480	-2.00	2.00		5+300	6.04	6.04
	4+500	-2.00	2.00		5+320	4.49	4.49
	4+520	-2.00	2.00		5+340	2.93	2.93
	4+540	-2.00	2.00	PS	5+351.868	2.00	2.00
	4+560	-2.00	2.00		5+360	0.54	0.54

	4+580	-2.00	2.00	PS	5+374.092	-2.00	-2.00
Punto Cambio Peralte	**Estación**	**Peralte izq.**	**Peralte der.**	**Punto Cambio Peralte**	**Estación**	**Peralte izq.**	**Peralte der.**
	4+620	-2.00	2.00		5+400	-4.00	-4.00
	4+640	-2.00	2.00		5+420	-5.54	-5.54
	4+660	-2.00	2.00	PS	5+438.915	-7.00	-7.00
PS	4+664.438	-2.00	2.00		5+440	-7.00	-7.00
	4+680	-2.00	-0.80		5+460	-7.00	-7.00
PS	4+686.669	-2.00	-2.00		5+480	-7.00	-7.00
	4+700	-3.21	-3.21		5+500	-7.00	-7.00
	4+720	-5.02	-5.02		5+520	-7.00	-7.00
	4+740	-6.84	-6.84		5+540	-7.00	-7.00
PS	4+741.800	-7.00	-7.00	PS	5+549.697	-7.00	-7.00
	4+760	-7.00	-7.00				
	4+780	-7.00	-7.00				
	4+800	-7.00	-7.00				
	4+820	-7.00	-7.00				

TABLA 23- PERALTE (Fuente: CLIP)

A5.7 – Movimiento de Tierras

Tras realizar el diseño de la carretera se procedió a realizar las mediciones y cubicaciones del movimiento de tierras. El cálculo se realizo con el programa CLIP, que es el programa que se utilizó para el diseño. El programa se utiliza la cartografía del terreno, obtenida del levantamiento realizado en campo, los perfiles longitudinales y transversales y las secciones, con todo esto nos calcula el volumen de tierra de desmonte, de terraplén y la capa vegetal.

Como se observa en las tablas que a continuación se presenta, se produce un movimiento de tierras muy elevado, esto es debido y se justifica de la siguiente manera:

- La alternativa elegida para realizar el proyecto fue la de intentar mantener el mayor trazado posible de la carretera actual y llegar con la cota que tiene la estructura (387.80 m) que se encuentra en la zona del proyecto. Al realizar esta alternativa y ceñirnos a la normativa, cuya pendiente máxima es del 7%, el diseño de la

rasante y por lo tanto el movimiento de tierra en esa zona no puede disminuir.

- La carretera actual tiene denominación C-40 y en el presente proyecto la carretera pasara a ser del tipo C-80, por lo tanto, el movimiento de tierra aumenta.
- Se ha optado por compensar el movimiento de tierra de desmonte y terraplén, en vez de ajustarnos al terreno actual.
- El trazado actual al ser sinuoso, y por lo dicho anteriormente, solo parte de él se ha podido utilizar para el nuevo trazado, por lo tanto, se produce un mayor movimiento de tierra.

En la siguiente tabla se muestra el listado de cubicaciones obtenido del diseño de la carretera, tanto del eje principal como de los caminos:

Movimiento Tierra- Eje Principal-

Estación	As.Terra.	S.Ocupa.	V.T.Veg. (m^3)	V.Terra. (m^3)	V.D.Tie. (m^3)	S.Terra. (m^2)	S.D.Tie. (m^2)
2+000	0	0	0	0	0	1.34	5.67
	48	324	97	13	267		
2+020	48	324	97	13	267	0.00	20.99
	0	390	117	0	631		
2+040	48	713	214	13	898	0.00	42.11
	0	380	114	0	953		
2+060	48	1,093	328	13	1,851	0.00	50.89
	0	410	123	0	1,301		
2+080	48	1,503	451	13	3,152	0.00	77.93
	0	475	143	0	1,565		
2+100	48	1,979	594	13	4,717	0.00	78.60
	0	473	142	0	1,622		
2+120	48	2,452	736	13	6,339	0.00	83.61
	0	485	145	0	1,750		
2+140	48	2,937	881	13	8,089	0.00	91.36
	0	500	150	0	2,002		
2+160	48	3,437	1,031	13	10,090	0.00	108.82
	0	532	160	0	2,411		
2+180	48	3,968	1,190	13	12,502	0.00	132.32
	0	568	170	0	2,908		
2+200	48	4,537	1,361	13	15,410	0.00	158.49

Estación	As.Terra.	S.Ocupa.	V.T.Veg. (m3)	V.Terra. (m3)	V.D.Tie. (m3)	S.Terra. (m2)	S.D.Tie. (m2)
	0	609	183	0	3,485		
2+220	48	5,145	1,544	13	18,895	0.00	190.00
	0	654	196	0	4,142		
2+240	48	5,799	1,740	13	23,037	0.00	224.22
	0	697	209	0	4,873		
2+260	48	6,496	1,949	13	27,910	0.00	263.11
	0	723	217	0	5,371		
2+280	48	7,219	2,166	13	33,281	0.00	273.95
	0	690	207	0	4,985		
2+300	48	7,909	2,373	13	38,266	0.00	224.59
	0	600	180	0	3,451		
2+320	48	8,509	2,553	13	41,718	0.00	120.53
	0	512	154	0	2,013		
2+340	48	9,021	2,706	13	43,731	0.00	80.81
	0	506	152	0	2,120		
2+360	48	9,527	2,858	13	45,851	0.00	131.17
	0	575	173	0	3,462		
2+380	48	10,102	3,031	13	49,313	0.00	215.03
	0	629	189	0	4,362		
2+400	48	10,732	3,219	13	53,675	0.00	221.17
	0	635	190	0	4,160		
2+420	48	11,366	3,410	13	57,835	0.00	194.86
	0	595	178	0	3,442		
2+440	48	11,961	3,588	13	61,277	0.00	149.33
	0	511	153	0	2,247		
2+460	48	12,472	3,742	13	63,524	0.00	75.33
	0	419	126	0	1,095		
2+480	48	12,891	3,867	13	64,618	0.00	34.14
	0	354	106	0	485		
2+500	48	13,245	3,973	13	65,103	0.00	14.33
	0	331	99	0	315		
2+520	48	13,576	4,073	13	65,418	0.00	17.14
	0	347	104	0	444		
2+540	48	13,923	4,177	13	65,862	0.00	27.29
	0	376	113	0	698		
2+560	48	14,299	4,290	13	66,559	0.00	42.48
	0	417	125	0	1,110		
2+580	48	14,716	4,415	13	67,670	0.00	68.54
	0	468	140	0	1,652		
2+600	48	15,184	4,555	13	69,321	0.00	96.64
	0	532	160	0	2,449		
2+620	48	15,716	4,715	13	71,770	0.00	148.24

Estación	As.Terra.	S.Ocupa.	V.T.Veg. (m^3)	V.Terra. (m^3)	V.D.Tie. (m^3)	S.Terra. (m^2)	S.D.Tie. (m^2)
	0	607	182	0	3,445		
2+640	48	16,323	4,897	13	75,215	0.00	196.24
	0	443	133	0	3,321		
2+660	48	16,766	5,030	13	78,536	0.00	191.50
	0	561	168	0	4,991		
2+680	48	17,327	5,198	13	83,527	0.00	379.30
	0	893	268	0	8,839		
2+700	48	18,221	5,466	13	92,365	0.00	504.56
	0	994	298	0	11,468		
2+720	48	19,215	5,764	13	103,833	0.00	642.22
	0	1,084	325	0	14,118		
2+740	48	20,299	6,090	13	117,951	0.00	769.59
	0	1,148	344	0	16,034		
2+760	48	21,447	6,434	13	133,986	0.00	833.86
	0	1,179	354	0	17,233		
2+780	48	22,626	6,788	13	151,219	0.00	889.45
	0	1,217	365	0	18,967		
2+800	48	23,842	7,153	13	170,186	0.00	1,007.23
	0	1,256	377	0	19,867		
2+820	48	25,099	7,530	13	190,053	0.00	979.49
	0	1,207	362	0	17,706		
2+840	48	26,306	7,892	13	207,759	0.00	791.08
	0	1,019	306	0	12,064		
2+860	48	27,325	8,197	13	219,823	0.00	415.30
	0	769	231	0	6,413		
2+880	48	28,094	8,428	13	226,235	0.00	225.96
	0	602	181	0	3,744		
2+900	48	28,696	8,609	13	229,980	0.00	148.48
	0	476	143	0	1,748		
2+920	48	29,171	8,751	13	231,727	0.00	26.27
	94	193	58	192	131		
2+930.001	143	29,364	8,809	205	231,859	38.41	0.00
	0	0	0	0	0		
2+975.007	143	29,364	8,809	205	231,859	68.45	0.00
	112	112	34	310	0		
2+980	255	29,477	8,843	516	231,859	55.81	0.00
	305	363	109	590	31		
3+000	560	29,840	8,952	1,105	231,890	3.16	3.15
	98	296	89	33	75		
3+020	658	30,136	9,041	1,138	231,965	0.13	4.36
	9	330	99	1	256		
3+040	667	30,466	9,140	1,140	232,221	0.00	21.24

Estación	As.Terra.	S.Ocupa.	V.T.Veg. (m^3)	V.Terra. (m^3)	V.D.Tie. (m^3)	S.Terra. (m^2)	S.D.Tie. (m^2)
	0	408	122	0	703		
3+060	667	30,873	9,262	1,140	232,924	0.00	49.11
	0	510	153	0	1,286		
3+080	667	31,383	9,415	1,140	234,210	0.00	79.45
	0	598	180	0	1,962		
3+100	667	31,982	9,595	1,140	236,172	0.00	116.72
	0	684	205	0	2,830		
3+120	667	32,666	9,800	1,140	239,002	0.00	166.30
	0	762	228	0	3,735		
3+140	667	33,428	10,028	1,140	242,736	0.00	207.17
	0	780	234	0	4,885		
3+160	667	34,208	10,262	1,140	247,621	0.00	281.32
	0	791	237	0	6,424		
3+180	667	34,999	10,500	1,140	254,045	0.00	361.10
	0	789	237	0	7,910		
3+200	667	35,789	10,737	1,140	261,956	0.00	429.93
	0	921	276	0	9,532		
3+220	667	36,709	11,013	1,140	271,488	0.00	523.32
	0	1,087	326	0	10,722		
3+240	667	37,797	11,339	1,140	282,210	0.00	548.86
	0	1,091	327	0	10,580		
3+260	667	38,888	11,666	1,140	292,790	0.00	509.17
	0	1,048	314	0	9,851		
3+280	667	39,935	11,981	1,140	302,641	0.00	475.90
	0	991	297	0	9,230		
3+300	667	40,927	12,278	1,140	311,872	0.00	447.14
	0	945	284	0	8,633		
3+320	667	41,872	12,562	1,140	320,505	0.00	416.17
	0	881	264	0	8,145		
3+340	667	42,754	12,826	1,140	328,650	0.00	398.33
	0	817	245	0	7,920		
3+360	667	43,570	13,071	1,140	336,570	0.00	393.68
	0	800	240	0	7,671		
3+380	667	44,371	13,311	1,140	344,241	0.00	373.44
	0	788	236	0	6,887		
3+400	667	45,159	13,548	1,140	351,128	0.00	315.21
	0	733	220	0	5,682		
3+420	667	45,892	13,768	1,140	356,809	0.00	252.96
	0	529	159	0	3,813		
3+440	667	46,421	13,926	1,140	360,623	0.00	146.60
	0	488	146	0	2,995		
3+460	667	46,909	14,073	1,140	363,617	0.00	163.11

Estación	As.Terra.	S.Ocupa.	V.T.Veg. (m^3)	V.Terra. (m^3)	V.D.Tie. (m^3)	S.Terra. (m^2)	S.D.Tie. (m^2)
	0	575	173	0	3,035		
3+480	667	47,484	14,245	1,140	366,652	0.00	140.40
	0	543	163	0	2,580		
3+500	667	48,027	14,408	1,140	369,232	0.00	117.61
	0	513	154	0	2,150		
3+520	667	48,541	14,562	1,140	371,382	0.00	97.37
	0	482	145	0	1,758		
3+540	667	49,023	14,707	1,140	373,141	0.00	78.48
	0	448	134	0	1,364		
3+560	667	49,471	14,841	1,140	374,505	0.00	57.92
	0	400	120	0	895		
3+580	667	49,870	14,961	1,140	375,400	0.00	31.62
	89	343	103	61	348		
3+600	756	50,213	15,064	1,201	375,748	6.11	3.13
	307	375	113	650	31		
3+620	1,063	50,589	15,177	1,850	375,779	58.84	0.00
	459	459	138	1,436	0		
3+640	1,522	51,048	15,314	3,287	375,779	84.79	0.00
	474	474	142	1,535	0		
3+660	1,995	51,521	15,456	4,821	375,779	68.70	0.00
	452	452	135	1,237	0		
3+680	2,447	51,973	15,592	6,059	375,779	55.01	0.00
	444	444	133	1,087	0		
3+700	2,891	52,418	15,725	7,146	375,779	53.70	0.00
	478	478	143	1,295	0		
3+720	3,369	52,895	15,869	8,440	375,779	75.78	0.00
	547	547	164	1,857	0		
3+740	3,916	53,442	16,033	10,297	375,779	109.89	0.00
	617	617	185	2,516	0		
3+760	4,533	54,059	16,218	12,813	375,779	141.75	0.00
	652	652	196	2,960	0		
3+780	5,184	54,711	16,413	15,773	375,779	154.20	0.00
	656	656	197	3,104	0		
3+800	5,840	55,367	16,610	18,877	375,779	156.16	0.00
	654	654	196	3,040	0		
3+820	6,495	56,021	16,806	21,917	375,779	147.85	0.00
	635	635	190	2,765	0		
3+840	7,129	56,656	16,997	24,681	375,779	128.61	0.00
	599	599	180	2,412	0		
3+860	7,728	57,254	17,176	27,093	375,779	112.55	0.00
	585	585	176	2,339	0		
3+880	8,313	57,840	17,352	29,432	375,779	121.39	0.00

Estación	As.Terra.	S.Ocupa.	V.T.Veg. (m^3)	V.Terra. (m^3)	V.D.Tie. (m^3)	S.Terra. (m^2)	S.D.Tie. (m^2)
	648	648	195	2,902	0		
3+900	8,962	58,488	17,546	32,334	375,779	168.77	0.00
	757	757	227	3,998	0		
3+920	9,718	59,245	17,773	36,332	375,779	231.05	0.00
	862	862	259	5,441	0		
3+940	10,581	60,107	18,032	41,773	375,779	313.08	0.00
	977	977	293	7,174	0		
3+960	11,558	61,084	18,325	48,947	375,779	404.30	0.00
	1,069	1,069	321	8,808	0		
3+980	12,627	62,153	18,646	57,755	375,779	476.50	0.00
	1,105	1,105	331	9,904	0		
4+000	13,732	63,258	18,978	67,659	375,779	513.86	0.00
	1,081	1,081	324	9,966	0		
4+020	14,813	64,339	19,302	77,625	375,779	482.79	0.00
4+040	15,849	65,375	19,613	86,873	375,779	442.03	0.00
	997	997	299	8,710	0		
4+060	16,846	66,373	19,912	95,583	375,779	428.93	0.00
	960	960	288	8,196	0		
4+080	17,806	67,332	20,200	103,779	375,779	390.65	0.00
	914	914	274	7,283	0		
4+100	18,720	68,246	20,474	111,062	375,779	337.69	0.00
	851	851	255	6,097	0		
4+120	19,570	69,097	20,729	117,159	375,779	272.02	0.00
	790	790	237	4,950	0		
4+140	20,360	69,887	20,966	122,109	375,779	222.96	0.00
	751	751	225	4,275	0		
4+160	21,112	70,638	21,191	126,384	375,779	204.52	0.00
	727	727	218	4,006	0		
4+180	21,838	71,365	21,409	130,390	375,779	196.10	0.00
	705	705	212	3,816	0		
4+200	22,544	72,070	21,621	134,206	375,779	185.45	0.00
	688	688	206	3,599	0		
4+220	23,232	72,758	21,827	137,805	375,779	174.47	0.00
	567	567	170	2,948	0		
4+240	23,798	73,325	21,997	140,753	375,779	109.67	0.00
	457	457	137	2,474	0		
4+260	24,255	73,782	22,135	143,227	375,779	175.60	0.00
	704	704	211	3,752	0		
4+280	24,959	74,486	22,346	146,979	375,779	199.60	0.00
	747	747	224	4,302	0		
4+300	25,707	75,233	22,570	151,282	375,779	230.63	0.00
	796	796	239	4,932	0		

Estación	As.Terra.	S.Ocupa.	V.T.Veg. (m^3)	V.Terra. (m^3)	V.D.Tie. (m^3)	S.Terra. (m^2)	S.D.Tie. (m^2)
4+320	26,502	76,029	22,809	156,214	375,779	262.56	0.00
	834	834	250	5,364	0		
4+340	27,337	76,863	23,059	161,577	375,779	273.80	0.00
	850	850	255	5,491	0		
4+360	28,187	77,713	23,314	167,068	375,779	275.28	0.00
	859	859	258	5,557	0		
4+380	29,045	78,572	23,572	172,625	375,779	280.44	0.00
	881	881	264	5,853	0		
4+400	29,926	79,453	23,836	178,478	375,779	304.89	0.00
	918	918	275	6,375	0		
4+420	30,844	80,371	24,111	184,854	375,779	332.63	0.00
	959	959	288	6,981	0		
4+440	31,803	81,330	24,399	191,834	375,779	365.44	0.00
	1,004	1,004	301	7,691	0		
4+460	32,807	82,333	24,700	199,525	375,779	403.64	0.00
	1,061	1,061	318	8,596	0		
4+480	33,868	83,394	25,018	208,122	375,779	456.00	0.00
	1,131	1,131	339	9,855	0		
4+500	34,999	84,525	25,358	217,976	375,779	529.47	0.00
	1,204	1,204	361	11,335	0		
4+520	36,203	85,729	25,719	229,311	375,779	604.00	0.00
	1,274	1,274	382	12,734	0		
4+540	37,476	87,003	26,101	242,045	375,779	669.41	0.00
	1,312	1,312	394	13,384	0		
4+560	38,788	88,315	26,494	255,429	375,779	668.98	0.00
	1,307	1,307	392	12,959	0		
4+580	40,095	89,621	26,886	268,388	375,779	626.94	0.00
	1,312	1,312	394	12,857	0		
4+600	41,407	90,934	27,280	281,245	375,779	658.75	0.00
	1,368	1,368	411	14,311	0		
4+620	42,776	92,302	27,691	295,556	375,779	772.39	0.00
	1,453	1,453	436	16,721	0		
4+640	44,228	93,755	28,126	312,278	375,779	899.75	0.00
	1,541	1,541	462	18,952	0		
4+660	45,769	95,295	28,589	331,230	375,779	995.43	0.00
	1,579	1,579	474	20,482	0		
4+680	47,348	96,874	29,062	351,712	375,779	1,052.76	0.00
	1,573	1,573	472	21,433	0		
4+700	48,921	98,447	29,534	373,145	375,779	1,090.55	0.00
	1,547	1,547	464	20,844	0		
4+720	50,468	99,995	29,998	393,988	375,779	993.81	0.00
	1,467	1,467	440	18,441	0		

Estación	As.Terra.	S.Ocupa.	V.T.Veg. (m^3)	V.Terra. (m^3)	V.D.Tie. (m^3)	S.Terra. (m^2)	S.D.Tie. (m^2)
4+740	51,936	101,462	30,439	412,429	375,779	850.24	0.00
	835	835	251	9,879	0		
4+760	52,771	102,297	30,689	422,308	375,779	408.20	0.00
	711	711	213	7,552	0		
4+780	53,482	103,008	30,902	429,860	375,779	347.02	0.00
	779	779	234	7,477	0		
4+800	54,260	103,787	31,136	437,337	375,779	500.33	0.00
	1,087	1,087	326	9,398	0		
4+820	55,348	104,874	31,462	446,735	375,779	439.48	0.00
	1,025	1,025	307	8,260	0		
4+840	56,372	105,899	31,770	454,996	375,779	388.83	0.00
	965	965	289	7,446	0		
4+860	57,337	106,863	32,059	462,441	375,779	355.74	0.00
	937	937	281	7,047	0		
4+880	58,273	107,800	32,340	469,489	375,779	349.00	0.00
	923	923	277	6,740	0		
4+900	59,197	108,723	32,617	476,229	375,779	324.99	0.00
	891	891	267	6,240	0		
4+920	60,088	109,614	32,884	482,469	375,779	299.03	0.00
	849	849	255	5,707	0		
4+940	60,937	110,463	33,139	488,175	375,779	271.63	0.00
	788	788	236	4,759	0		
4+960	61,724	111,251	33,375	492,935	375,779	204.28	0.00
	662	662	199	3,159	0		
4+980	62,386	111,913	33,574	496,093	375,779	111.58	0.00
	483	483	145	1,506	0		
5+000	62,869	112,395	33,719	497,599	375,779	38.99	0.00
	249	340	102	402	35		
5+020	63,118	112,735	33,821	498,000	375,814	1.16	3.48
	54	343	103	12	481		
5+040	63,172	113,078	33,923	498,012	376,295	0.00	44.66
	0	447	134	0	1,465		
5+060	63,172	113,526	34,058	498,012	377,761	0.00	101.88
	0	554	166	0	2,795		
5+080	63,172	114,080	34,224	498,012	380,556	0.00	177.64
	0	671	201	0	4,599		
5+100	63,172	114,751	34,425	498,012	385,155	0.00	282.25
	0	790	237	0	6,850		
5+120	63,172	115,541	34,662	498,012	392,005	0.00	402.77
	0	900	270	0	9,155		
5+140	63,172	116,441	34,932	498,012	401,160	0.00	512.77
	0	996	299	0	11,337		

Estación	As.Terra.	S.Ocupa.	V.T.Veg. (m^3)	V.Terra. (m^3)	V.D.Tie. (m^3)	S.Terra. (m^2)	S.D.Tie. (m^2)
5+160	63,172	117,437	35,231	498,012	412,497	0.00	620.93
	0	1,037	311	0	12,742		
5+180	63,172	118,474	35,542	498,012	425,240	0.00	653.31
	0	1,028	308	0	12,779		
5+200	63,172	119,502	35,850	498,012	438,019	0.00	624.62
	0	1,007	302	0	12,258		
5+220	63,172	120,508	36,153	498,012	450,277	0.00	601.21
	0	988	296	0	11,783		
5+240	63,172	121,496	36,449	498,012	462,061	0.00	577.13
	0	977	293	0	11,333		
5+260	63,172	122,473	36,742	498,012	473,393	0.00	556.13
	0	959	288	0	10,629		
5+280	63,172	123,432	37,030	498,012	484,022	0.00	506.76
	0	914	274	0	9,210		
5+300	63,172	124,346	37,304	498,012	493,232	0.00	414.24
	0	851	255	0	7,641		
5+320	63,172	125,197	37,559	498,012	500,874	0.00	349.90
	0	789	237	0	6,468		
5+340	63,172	125,986	37,796	498,012	507,341	0.00	296.86
	0	720	216	0	5,290		
5+360	63,172	126,706	38,012	498,012	512,631	0.00	232.12
	0	642	193	0	3,962		
5+380	63,172	127,348	38,204	498,012	516,593	0.00	164.09
	0	560	168	0	2,787		
5+400	63,172	127,908	38,372	498,012	519,380	0.00	114.62
	0	486	146	0	1,944		
5+420	63,172	128,394	38,518	498,012	521,324	0.00	79.73
	0	429	129	0	1,333		
5+440	63,172	128,823	38,647	498,012	522,656	0.00	53.52
	0	383	115	0	860		
5+460	63,172	129,207	38,762	498,012	523,516	0.00	32.46
	0	340	102	0	463		
5+480	63,172	129,546	38,864	498,012	523,979	0.00	13.81
	100	307	92	50	156		
5+500	63,273	129,853	38,956	498,062	524,135	5.01	1.80
	253	301	90	243	18		
5+520	63,526	130,154	39,046	498,305	524,153	19.26	0.00
	284	295	88	239	1		
5+540	63,810	130,448	39,135	498,544	524,154	4.64	0.12
	78	136	41	25	14		
5+549.697	63,888	130,584	39,175	498,569	524,168	0.48	2.78
TOTAL:	63,888	130,584	39,175	**498,569**	**524,168**		

TABLA 24. MOVIMIENTO DE TIERRAS- EJE PRINCIPAL (Fuente: CLIP)

Movimiento Tierra- Camino 1-

Estación	As.Terra.	S.Ocupa.	V.T.Veg (m^3)	V.Terra. (m^3)	V.D.Tie. (m^3)	S.Terra. (m^2)	S.D.Tie. (m^2)
0+000	0.00	0	0	0	0	0.00	1.57
	0.00	137	41	0	124		
0+020	0.00	137	41	0	124	0.00	0.00
	0.00	0	0	0	0		
0+022.921	0.00	137	41	0	124	0.00	0.00
TOTAL:	0.00	137	41	0	124		

TABLA 25. MOVIMIENTO DE TIERRAS- CAMINO 1 (Fuente: CLIP)

Movimiento Tierra- Camino 2-

Estación	As.Terra.	S.Ocupa.	V.T.Veg (m^3)	V.Terra. (m^3)	V.D.Tie. (m^3)	S.Terra. (m^2)	S.D.Tie. (m^2)
0+000	0	0	0	0	0	0.00	1.46
	0	254	76	0	425		
0+020	0	254	76	0	425	0.00	39.80
	0	428	128	0	1,430		
0+040	0	682	205	0	1,855	0.00	105.18
	0	184	55	0	798		
0+060	0	865	260	0	2,653	0.00	0.00
	0	0	0	0	0		
0+062.880	0	865	260	0	2,653	0.00	0.00
TOTAL:	0	865	260	0	2,653		

TABLA 26. MOVIMIENTO DE TIERRAS- CAMINO 2 (Fuente: CLIP)

Movimiento Tierra- Camino 3-

Estación	As.Terra.	S.Ocupa.	V.T.Veg (m^3)	V.Terra. (m^3)	V.D.Tie. (m^3)	S.Terra.	S.D.Tie.
0+000	0	0	0	0	0	0.00	1.57
	0	291	87	0	611		
0+020	0	291	87	0	611	0.00	61.02
	0	392	117	0	1,456		
0+040	0	683	205	0	2,068	0.00	0.00
	0	0	0	0	0		
0+050.930	0	683	205	0	2,068	0.00	0.00
TOTAL:	0	683	205	0	2,068		

TABLA 27. MOVIMIENTO DE TIERRAS- CAMINO 3 (Fuente: CLIP)

Movimiento Tierra- Camino 4-

Estación	As.Terra.	S.Ocupa.	V.T.Veg (m^3)	V.Terra. (m^3)	V.D.Tie. (m^3)	S.Terra.	S.D.Tie.
0+000	0	0	0	0	0	0.00	1.04
	295	331	99	610	5		
0+020	295	331	99	610	5	68.54	0.00
	603	603	181	2,024	0		
0+040	897	933	280	2,634	5	128.27	0.00
	712	712	214	2,891	0		
0+060	1,609	1,645	493	5,525	5	157.37	0.00
	105	105	32	455	0		
0+072.270	1,714	1,750	525	5,979	5	0.00	0.00
TOTAL:	1,714	1,750	525	5,979	5		

TABLA 28. MOVIMIENTO DE TIERRAS- CAMINO 4 (Fuente: CLIP)

Movimiento Tierra- Camino 5-

Estación	As.Terra.	S.Ocupa.	V.T.Veg (m^3)	V.Terra. (m^3)	V.D.Tie. (m^3)	S.Terra.	S.D.Tie.
0+000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.21
	985.00	1,021.00	306.00	8,012.00	6.00		
0+020	985.00	1,021.00	306.00	8,012.00	6.00	577.25	0.00
	747.00	747.00	224.00	6,551.00	0.00		
0+040	1,732.00	1,769.00	531.00	14,563.00	6.00	0.00	0.00
	56.00	56.00	17.00	479.00	0.00		
0+053.680	1,788.00	1,824.00	547.00	15,042.00	6.00	5.75	0.00
TOTAL:	1,788.00	1,824.00	547.00	15,042.00	6.00		

TABLA 29. MOVIMIENTO DE TIERRAS- CAMINO 5 (Fuente: CLIP)

A modo de resumen se observa en la siguiente tabla los volúmenes de terraplén, desmonte y el volumen de la capa de tierra vegetal, a la cual se le ha asignado un espesor de 30 centímetros.

Eje	As.Terra. (m^2)	S.Ocupa. (m^2)	V.T.Veg. (m^3)	V.Terra. (m^3)	V.D.Tie.(m3)
CAMINO 1 - CAMINO 1	0	137	41	0	124
CAMINO 2 - CAMINO 2	0	865	260	0	2653
CAMINO 3 - CAMINO 3	0	683	205	0	2068
CAMINO 4 - CAMINO 4	1714	1750	525	5979	5
CAMINO 5 - CAMINO 5	1788	1824	547	15042	6
JV-3012 - JV-3012	63888	130584	39175	498569	524168
TOTAL:	67391	135844	***40753***	***519591***	***529023***

TABLA 30. RESUMEN MOVIMIENTO DE TIERRAS (Fuente: CLIP)

El movimiento de tierras obtenido del presente proyecto consta de un **volumen de desmonte** de quinientos veintinueve mil con veintitrés metros cúbicos, de un **volumen de terraplén** de quinientos diecinueve mil quinientos noventa y un metros cúbicos y **un volumen de tierra vegetal** de cuarenta mil setecientos cincuneta y tres metros cúbicos.

Realizando la comparación entre la cantidad de desmonte y terrpalen supone una diferencia de nueve mil cuatrocientos treinta y dos metros cúbicos (9432 m^3) de desmonte, cantidad mínima con respecto al movimiento de tierras del que se trata, por lo tanto, se puede afirmar que se ha conseguido el objetivo de equilibrio de movimiento de tierras que se buscaba desde primera hora en el diseño del proyecto.

Para más información, consultar el **DOCUMENTO Nº 2- PLANOS**, donde se ve gráficamente el movimiento de tierra producido en el presente proyecto.

ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DESDE P.K 2 AL P.K. 6



25 ANIVERSARIO
1989/90- 2014/15
ESTUDIOS DE INGENIERÍA
EN TOPOGRAFÍA Y GEOMÁTICA
DE LA UNIVERSIDAD DE JAÉN

DOCUMENTO Nº 2 – PLANOS

JAVIER DIÁNEZ GARCÍA

GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA

2. DOCUMENTO Nº 2: PLANOS

Los planos de los que consta el presente proyecto se detallan a continuación, junto con la escala a la que se representan:

- **Plano de Situación (varias escalas):** plano realizado a pequeña escala en el que se enmarca la situación tanto nacional como provincial de la zona de actuación del proyecto.
- **Planos de Minuta de las Hojas (escala 1/1.000):** se trata de cinco planos realizado a lo largo de la trayectoria que sigue la carretera, en el aparecen todos los puntos correspondiente a la red Principal y de detalle, en el que se representan la situación, numeración y cota de todos ellos.
- **Plano Topográfico (escala 1/1.000)** se trata de cinco planos realizados a lo largo de la trayectoria que sigue la carretera en el aparece el levantamiento topográfico con sus correspondiente curvas de nivel y puntos acotados.
- **Plano Geometría de la planta (escala 1/5000):** se trata de un plano en el que aparece el trazado actual de la carretera JV-3012 objeto del proyecto y el eje en planta y su correspondiente acotación del nuevo trazado.
- **Plano Diseño Final a escala (1/1000):** se trata de cinco planos realizados a lo largo de la trayectoria en el que aparece el levantamiento topográfico que quedaría una vez que se ha realizado el nuevo diseño del trazado proyectado.
- **Planos de perfiles longitudinales a $E_{horizontal}$ 1/1.000 y $E_{vertical}$ 1/200: se** trata de cinco planos en el que aparece la línea longitudinal (terreno natural) formada por la intersección entre el plano vertical que genera el eje en planta y el modelo digital del terreno generado a partir del MDT, la rasante recta, los acuerdos verticales diseñados y la planta del diseño final del proyecto.

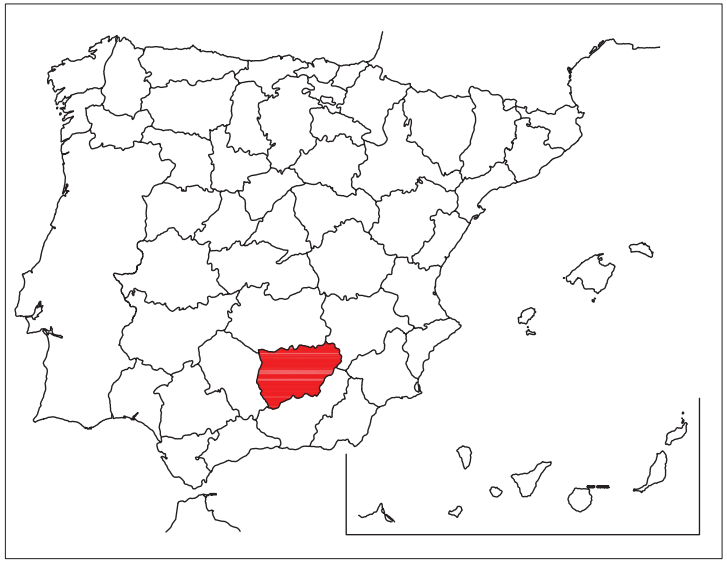
- **Planos de perfiles transversales a $E_{horizontal}$ 1/200 y $E_{vertical}$ 1/200:** se trata de veintidós planos del eje y cinco de los caminos, correspondientes a las secciones obtenidas por intersección de la sección trasversal al eje en un determinado punto del mismo con el terreno, reflejando todos los elementos que componen la sección tipo. En los planos de los perfiles de los caminos aparecen una línea amarilla que corresponde a los muros creados tras unir los perfiles transversales tanto de los ramales como de los caminos.
- **Plano de la sección tipo (escala 1/50)** plano correspondiente con la sección tipo en planta, en el que aparecen los elementos de la plataforma, cunetas, taludes de desmonte y terraplén y paquete de firmes con las diferentes capas que lo forma.

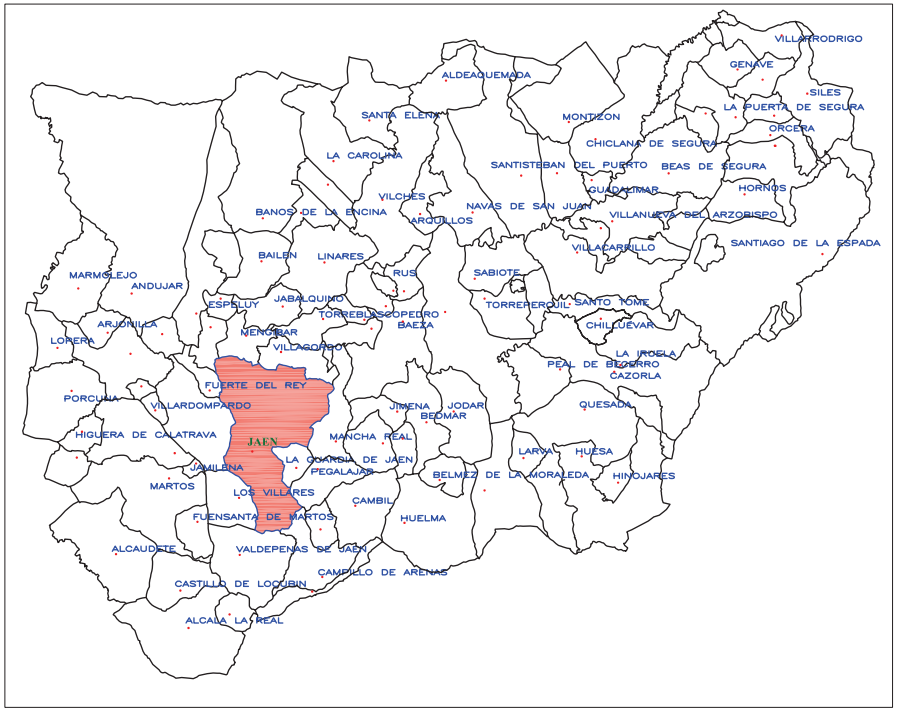
A continuación, se adjunta los planos anteriormente detallados.

N

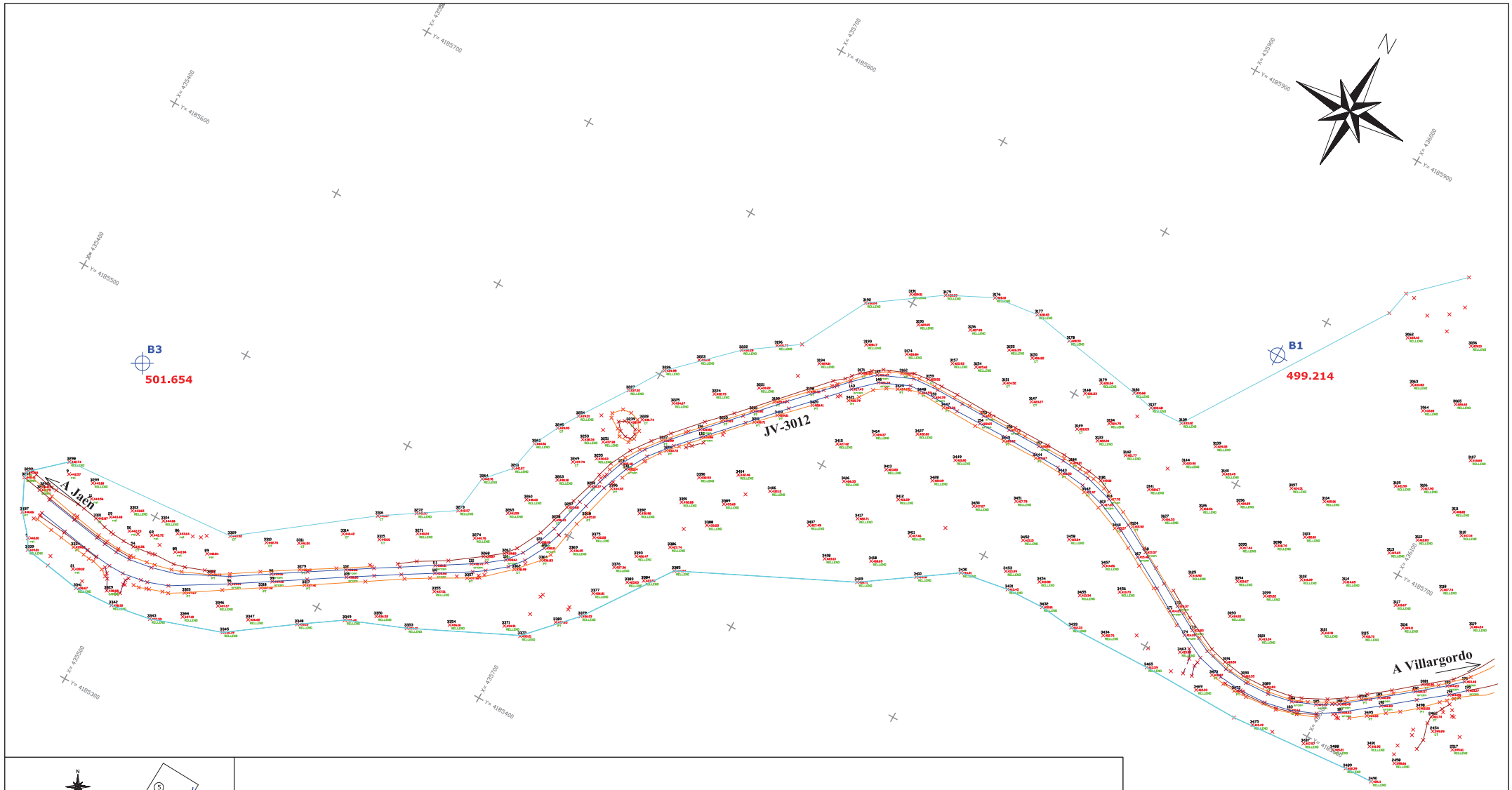
Imagen 1:E≈1/1.750.000 Fuente: IDEE
Imagen 2:E≈1/1.000.000 Fuente: IDEE
Imagen 3:E≈1/1.000 Fuente: IGN

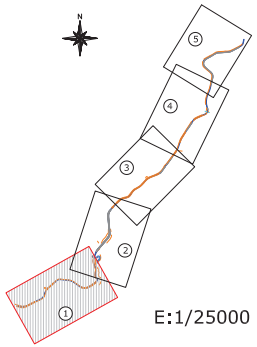






UNIVERSIDAD DE JAÉN ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA	DEPARTAMENTO: **INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA**	REDACTOR: **JAVIER DIÁNEZ GARCÍA**	ASIGNATURA: **TRABAJO FIN DE GRADO**	TÍTULO PROYECTO: **ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DE P.K 2 AL P.K. 6**	Nº DE ANEJO: **DOCUMENTO Nº2** HOJA 1 DE 1	DESIGNACIÓN PLANO: **SITUACIÓN** ESCALA: FORMATO ORIGINAL: UNE A3 **VARIAS**	FECHA: **JUNIO 2015** Nº PÁGINA: **1**





LEYENDA

- B3 — Vértice Red Principal
- 501,564 — Cota vértice
- Puntos Levantamientos
- Trazado Actual
- Camino
- Contorno
- Pie Talud
- Cabeza Talud
- Cuneta
- Cuadrícula UTM

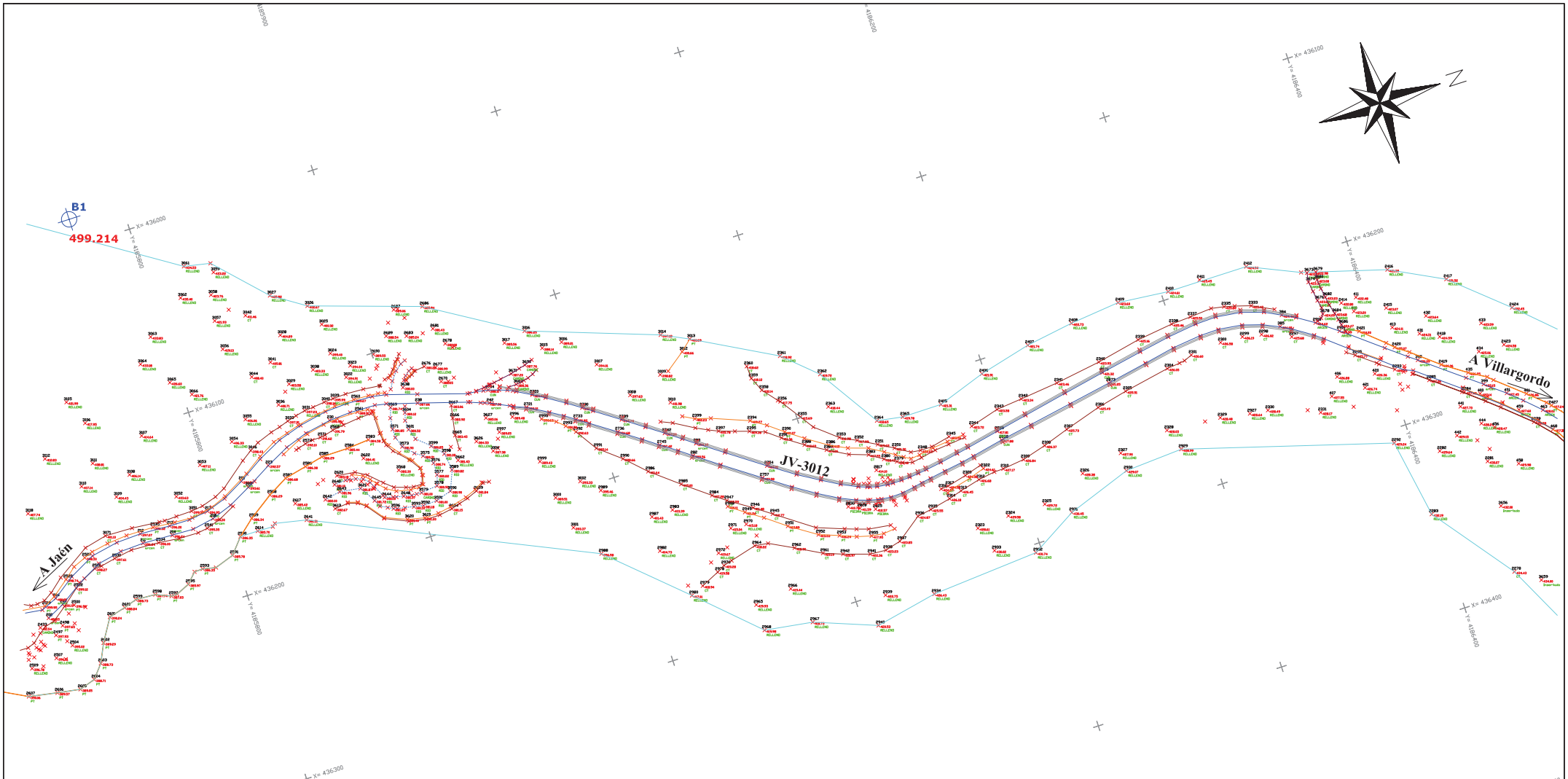
INFORMACIÓN TOPOGRÁFICA

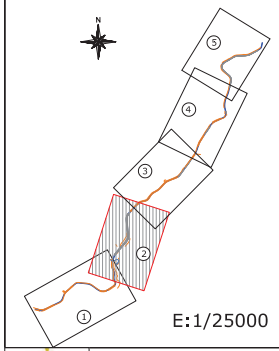
NOMBRE	COORD. X (m)	COORD.Y (m)	H (m)
B1	435985.4970	4185771.6670	499.2140
B2	436592.3060	4186964.8260	513.6940
B3	435453.4650	4185468.9920	501.5640

INFORMACIÓN CARTOGÁFICA

Ellpsolde Internacional. Proyección UTM Datum Europeo (ETRS89).
La altitudes se refieren al Nivel Medio del Mar en Alicante. Proyeccion UTM Huso 30 con separación entre marcas de 100 metros.

UNIVERSIDAD DE JAÉN ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA	DEPARTAMENTO: INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA	REDACTOR: JAVIER DIÁNEZ GARCÍA	ASIGNATURA: TRABAJO FIN DE GRADO	TÍTULO PROYECTO: ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DE P.K 2 AL P.K. 6	Nº DE ANEJO: DOCUMENTO Nº2 HOJA 1 DE 5	DESIGNACIÓN PLANO: MINUTA ESCALA: 1/1000 10m 5m 0m 0m 10m 20m 30m FORMATO ORIGINAL: UNE A1	FECHA: JUNIO 2015 Nº PÁGINA: 2





E:1/25000

LEYENDA

- B3 — Vértice Red Principal
- 501.564 — Cota vértice
- Puntos Levantamientos
- Trazado Actual
- Camino
- Contorno
- Arroyo
- Pie Talud
- Cabeza Talud
- Cuneta
- Cuadrícula UTM

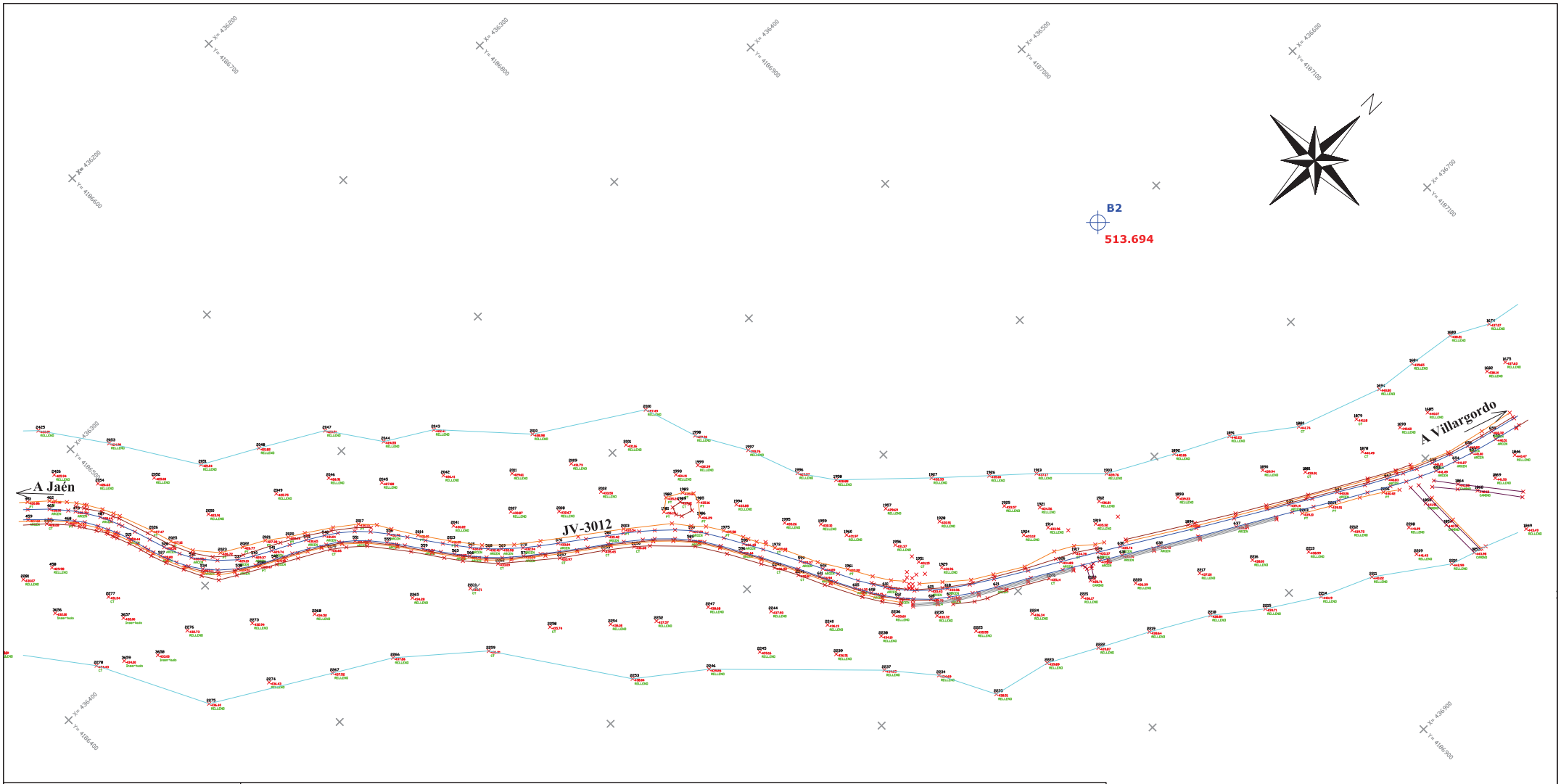
INFORMACIÓN TOPOGRÁFICA

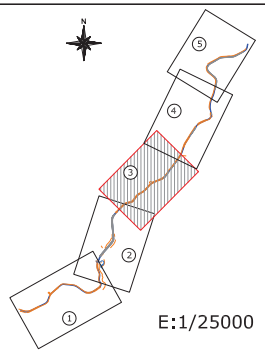
NOMBRE	COORD. X (m)	COORD.Y (m)	H (m)
B1	435985.4970	4185771.6670	499.2140
B2	436592.3060	4186964.8260	513.6940
B3	435453.4650	4185468.9920	501.5640

INFORMACIÓN CARTOGÁFICA

Elipsoide Internacional. Proyección UTM Datum Europeo (ETRS89).
La altitudes se refieren al Nivel Medio del Mar en Alicante.
Proyeccion UTM Huso 30 con separación entre marcas de 100 metros.

UNIVERSIDAD DE JAÉN ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA	DEPARTAMENTO: INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA	REDACTOR: JAVIER DIÁNEZ GARCÍA	ASIGNATURA: TRABAJO FIN DE GRADO	TÍTULO PROYECTO: ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DE P.K 2 AL P.K. 6	Nº DE ANEJO: DOCUMENTO Nº2 HOJA 2 DE 5	DESIGNACIÓN PLANO: MINUTA ESCALA: 1/1000 10m 5m 0m 0m 10m 20m 30m FORMATO ORIGINAL: UNE A1	FECHA: JUNIO 2015 Nº PÁGINA: 3





LEYENDA

- B2 — Vértice Red Principal
- 501.564 — Cota vértice
- Puntos Levantamientos
- Trazado Actual
- Camino
- Contorno
- Pie Talud
- Cabeza Talud
- Cuneta
- Cuadrícula UTM

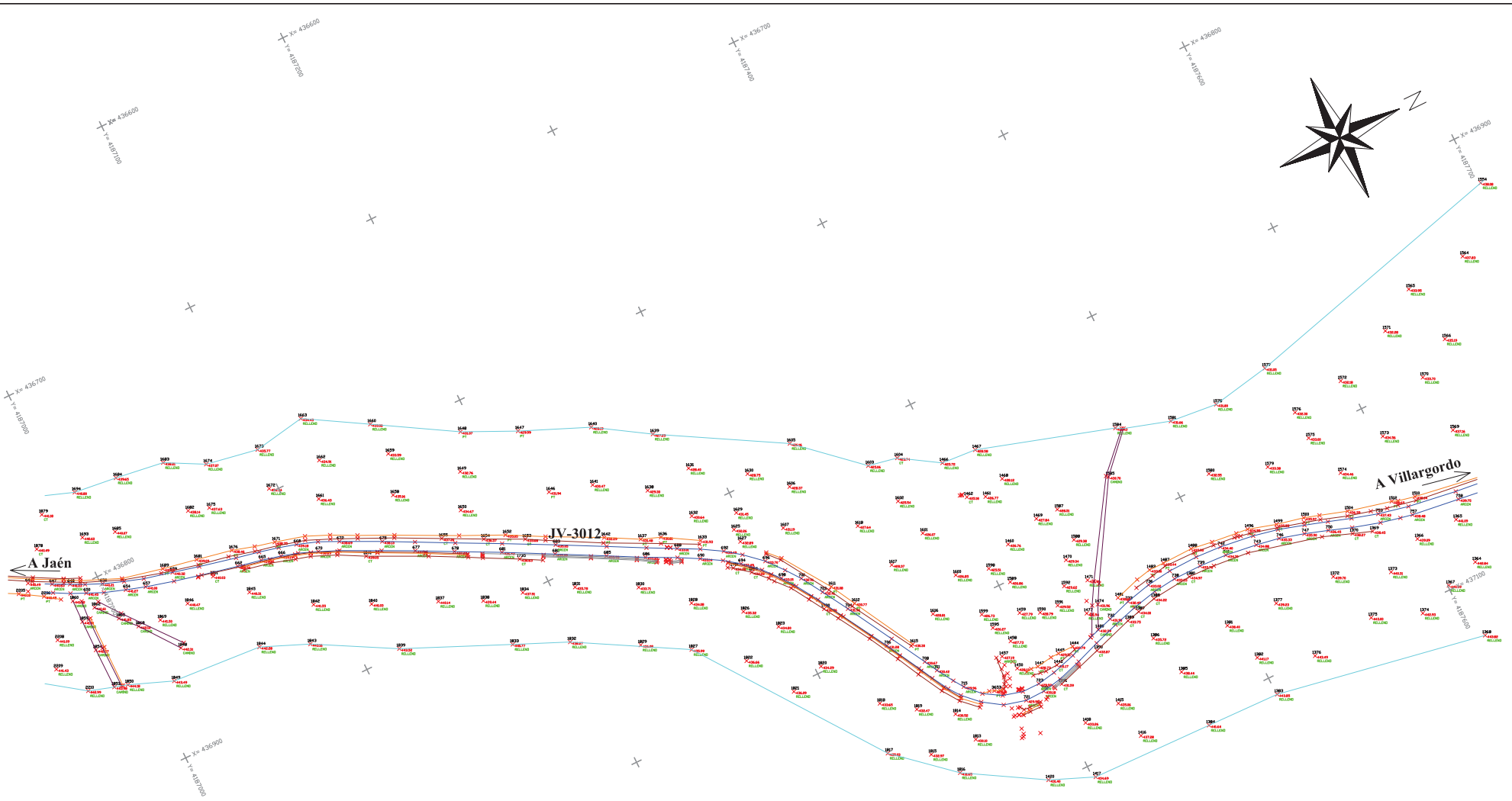
INFORMACIÓN TOPOGRÁFICA

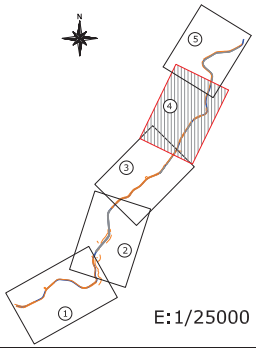
NOMBRE	COORD. X (m)	COORD.Y (m)	H (m)
B1	435985.4970	4185771.6670	499.2140
B2	436592.3060	4186964.8260	513.6940
B3	435453.4650	4185468.9920	501.5640

INFORMACIÓN CARTOGÁFICA

Elipsoide Internacional. Proyección UTM Datum Europeo (ETRS89).
La altitudes se refieren al Nivel Medio del Mar en Alicante.
Proyeccion UTM Huso 30 con separación entre marcas de 100 metros.

UNIVERSIDAD DE JAÉN ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA	DEPARTAMENTO: **INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA**	REDACTOR: **JAVIER DIÁNEZ GARCÍA**	ASIGNATURA: **TRABAJO FIN DE GRADO**	TÍTULO PROYECTO: **ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DE P.K 2 AL P.K. 6**	Nº DE ANEJO: **DOCUMENTO Nº2** HOJA **3** DE **5**	DESIGNACIÓN PLANO: **MINUTA** ESCALA: **1/1000** 10m 5m 0m / 0m 10m 20m 30m FORMATO ORIGINAL: UNE A1	FECHA: **JUNIO 2015** Nº PÁGINA: **4**





LEYENDA

- B2 — Vértice Red Principal
- 501.564 — Cota vértice
- Puntos Levantamientos
- Trazado Actual
- Camino
- Contorno
- Pie Talud
- Cabeza Talud
- Cuneta
- Cuadrícula UTM

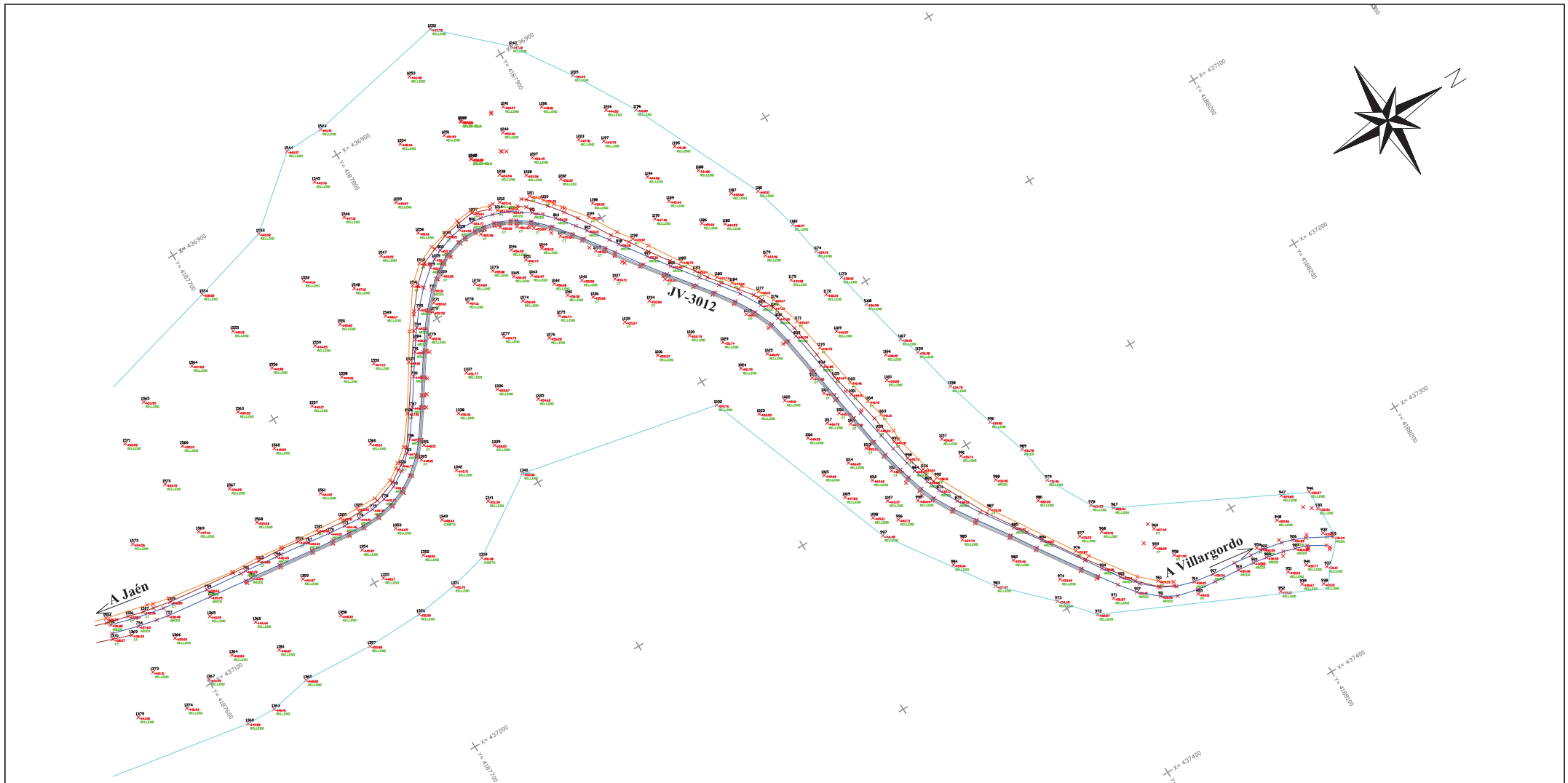
INFORMACIÓN TOPOGRÁFICA

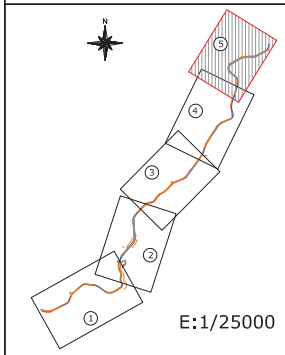
NOMBRE	COORD. X (m)	COORD.Y (m)	H (m)
B1	435985.4970	4185771.6670	499.2140
B2	436592.3060	4186964.8260	513.6940
B3	435453.4650	4185468.9920	501.5640

INFORMACIÓN CARTOGÁFICA

Elipsoide Internacional. Proyección UTM Datum Europeo (ETRS89).
La altitudes se refieren al Nivel Medio del Mar en Alicante.
Proyeccion UTM Huso 30 con separación entre marcas de 100 metros.

UNIVERSIDAD DE JAÉN ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA	DEPARTAMENTO: INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA	REDACTOR: JAVIER DIÁNEZ GARCÍA	ASIGNATURA: TRABAJO FIN DE GRADO	TÍTULO PROYECTO: ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DE P.K 2 AL P.K. 6	Nº DE ANEJO: DOCUMENTO Nº2 HOJA 4 DE 5	DESIGNACIÓN PLANO: MINUTA ESCALA: 1/1000	FECHA: JUNIO 2015 Nº PÁGINA: 5





E:1/25000

LEYENDA

- Puntos Levantamientos
- Trazado Actual
- Contorno
- Pie Talud
- Cabeza Talud
- Cuneta
- Cuadrícula UTM

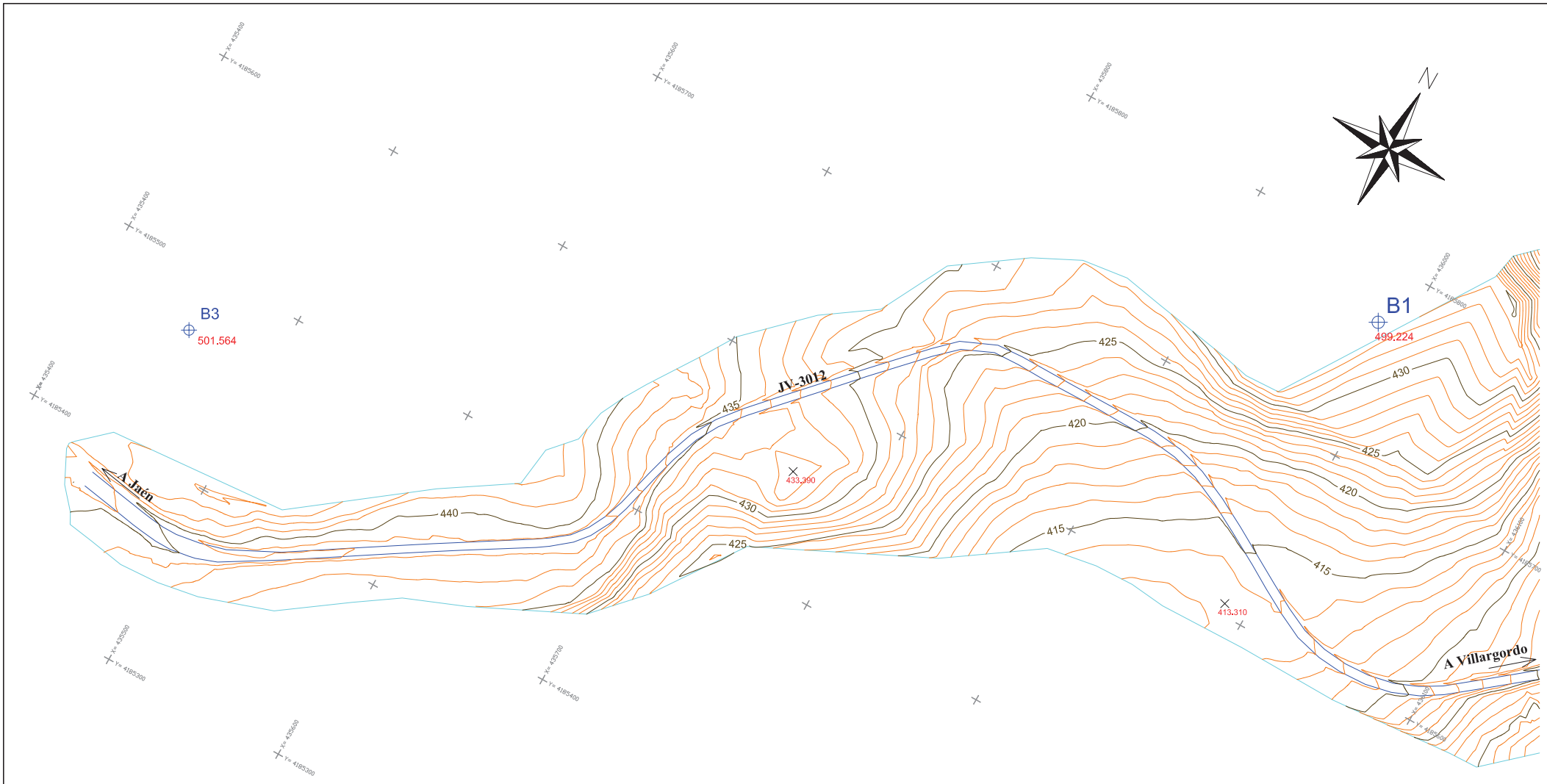
INFORMACIÓN TOPOGRÁFICA

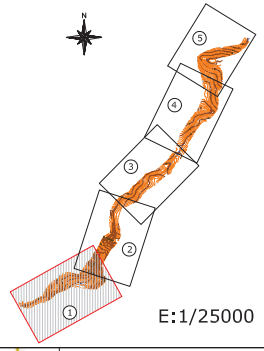
NOMBRE	COORD. X (m)	COORD.Y (m)	H (m)
B1	435985.4970	4185771.6670	499.2140
B2	436592.3060	4186964.8260	513.6940
B3	435453.4650	4185468.9920	501.5640

INFORMACIÓN CARTOGÁFICA

Elipsolde Internacional. Proyección UTM Datum Europeo (ETRS89).
La altitudes se refieren al Nivel Medio del Mar en Alicante.
Proyeccion UTM Huso 30 con separación entre marcas de 100 metros.

UNIVERSIDAD DE JAÉN ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR GRADO EN INGENÍERIA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA	DEPARTAMENTO: **INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA**	REDACTOR: **JAVIER DIÁNEZ GARCÍA**	ASIGNATURA: **TRABAJO FIN DE GRADO**	TITULO PROYECTO: **ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DE P.K 2 AL P.K. 6**	Nº DE ANEJO: **DOCUMENTO Nº2** HOJA **5** DE **5**	DESIGNACIÓN PLANO: **MINUTA** ESCALA: **1/1000** 10m 5m 0m 0m 10m 20m 30m FORMATO ORIGINAL: UNE A1	FECHA: **JUNIO 2015** Nº PÁGINA: **6**





LEYENDA

- B3 — Vértice Red Principal
- 501.564 — Cota vértice
- 433.390 — Puntos Acotados
- Contorno
- Trazado Actual
- Curvas Nivel Maestras
- Curvas Nivel Directoras
- Cuadrícula UTM

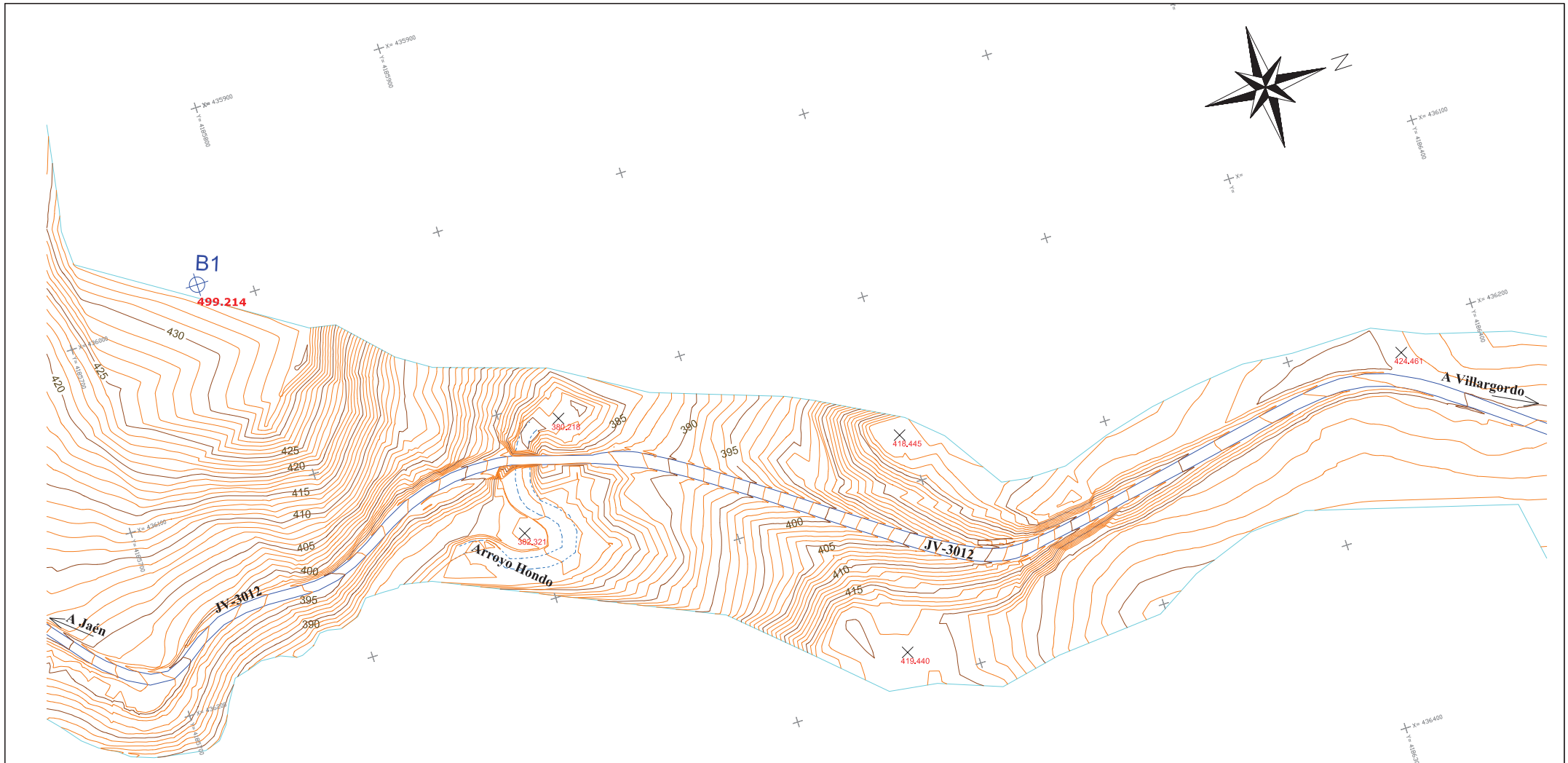
INFORMACIÓN TOPOGRÁFICA

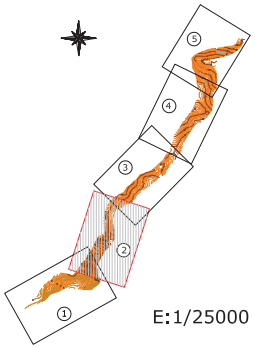
NOMBRE	COORD. X (m)	COORD.Y (m)	H (m)
B1	435985.4970	4185771.6670	499.2140
B2	436592.3060	4186964.8260	513.6940
B3	435453.4650	4185468.9920	501.5640

INFORMACIÓN CARTOGÁFICA

Elipsoide Internacional. Proyección UTM Datum Europeo (ETRS89).
La altitudes se refieren al Nivel Medio del Mar en Alicante.
Proyección UTM Huso 30 con separación entre marcas de 100 metros.

UNIVERSIDAD DE JAÉN ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA	DEPARTAMENTO: INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA	REDACTOR: JAVIER DIÁNEZ GARCÍA	ASIGNATURA: TRABAJO FIN DE GRADO	TÍTULO PROYECTO: MEJORA Y ACONDICIONAMIENTO DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DE P.K 2 AL P.K. 6	Nº DE ANEJO: DOCUMENTO Nº2 HOJA 1 DE 5	DESIGNACIÓN PLANO: TOPOGRÁFICO ESCALA: 1/1000 10m 5m 0m 0m 10m 20m 30m FORMATO ORIGINAL: UNE A1	FECHA: JUNIO 2015 Nº PÁGINA: 7





E:1/25000

LEYENDA

- B1 — Vértice Red Principal
- 499.214 — Cota vértice
- 433.390 — Puntos Acotados
- Contorno
- Trazado Actual
- Arroyo
- Curvas Nivel Maestras
- Curvas Nivel Directoras
- Cuadrícula UTM

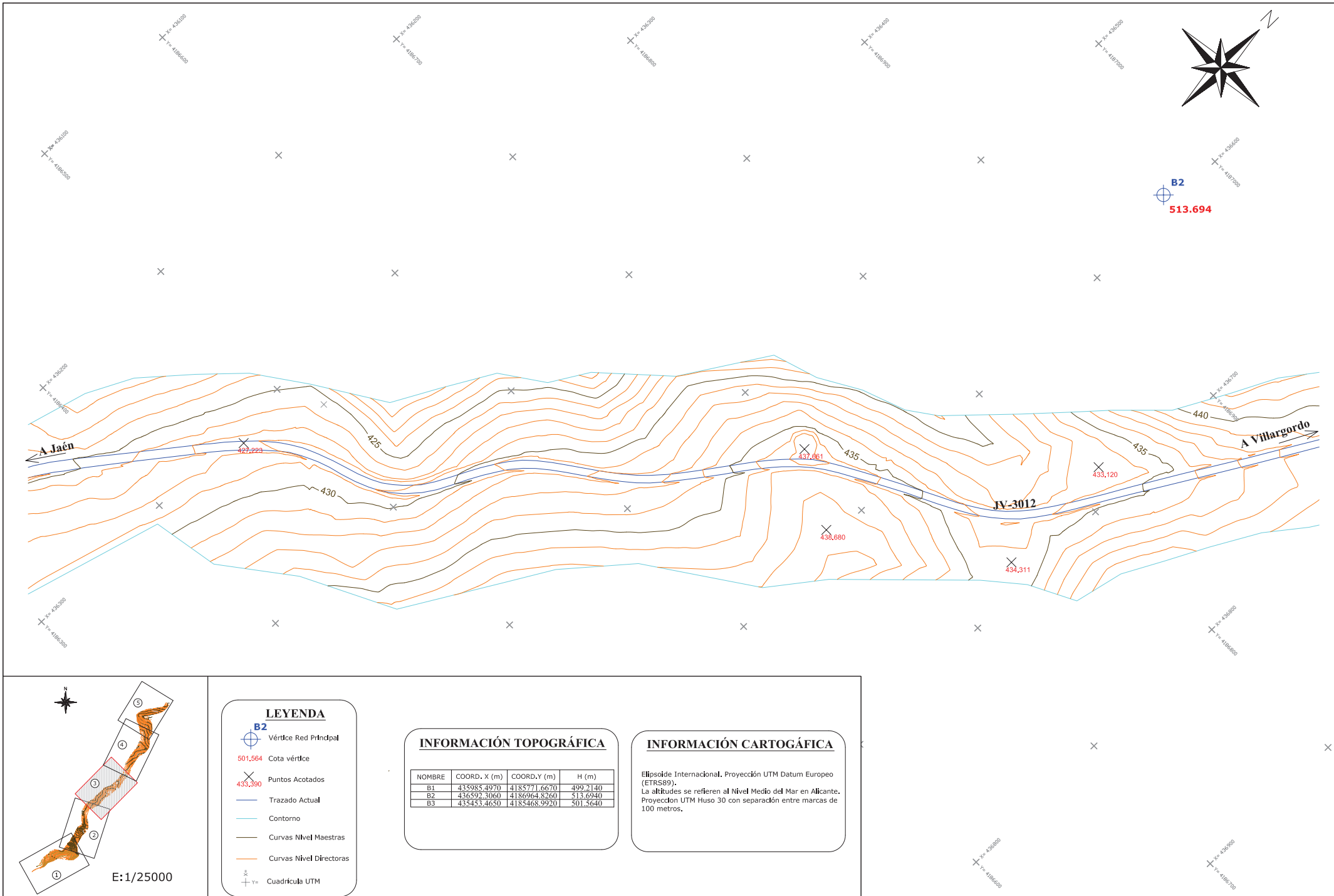
INFORMACIÓN TOPOGRÁFICA

NOMBRE	COORD. X (m)	COORD.Y (m)	H (m)
B1	435985.4970	4185771.6670	499.2140
B2	436592.3060	4186964.8260	513.6940
B3	435453.4650	4185468.9920	501.5640

INFORMACIÓN CARTOGÁFICA

Elipsoide Internacional. Proyección UTM Datum Europeo (ETRS89).
La altitudes se refieren al Nivel Medio del Mar en Alicante.
Proyeccion UTM Huso 30 con separación entre marcas de 100 metros.

UNIVERSIDAD DE JAÉN ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA	DEPARTAMENTO: INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA	REDACTOR: JAVIER DIÁNEZ GARCÍA	ASIGNATURA: TRABAJO FIN DE GRADO	TÍTULO PROYECTO: ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DE P.K 2 AL P.K. 6	Nº DE ANEJO: DOCUMENTO Nº2 HOJA 2 DE 5	DESIGNACIÓN PLANO: TOPOGRÁFICO ESCALA: 1/1000 10m 5m 0m 0m 10m 20m 30m FORMATO ORIGINAL: UNE A1	FECHA: JUNIO 2015 Nº PÁGINA: 8



LEYENDA

- B2 — Vértice Red Principal
- 501.564 — Cota vértice
- 433.390 — Puntos Acotados
- Trazado Actual
- Contorno
- Curvas Nivel Maestras
- Curvas Nivel Directoras
- Cuadrícula UTM

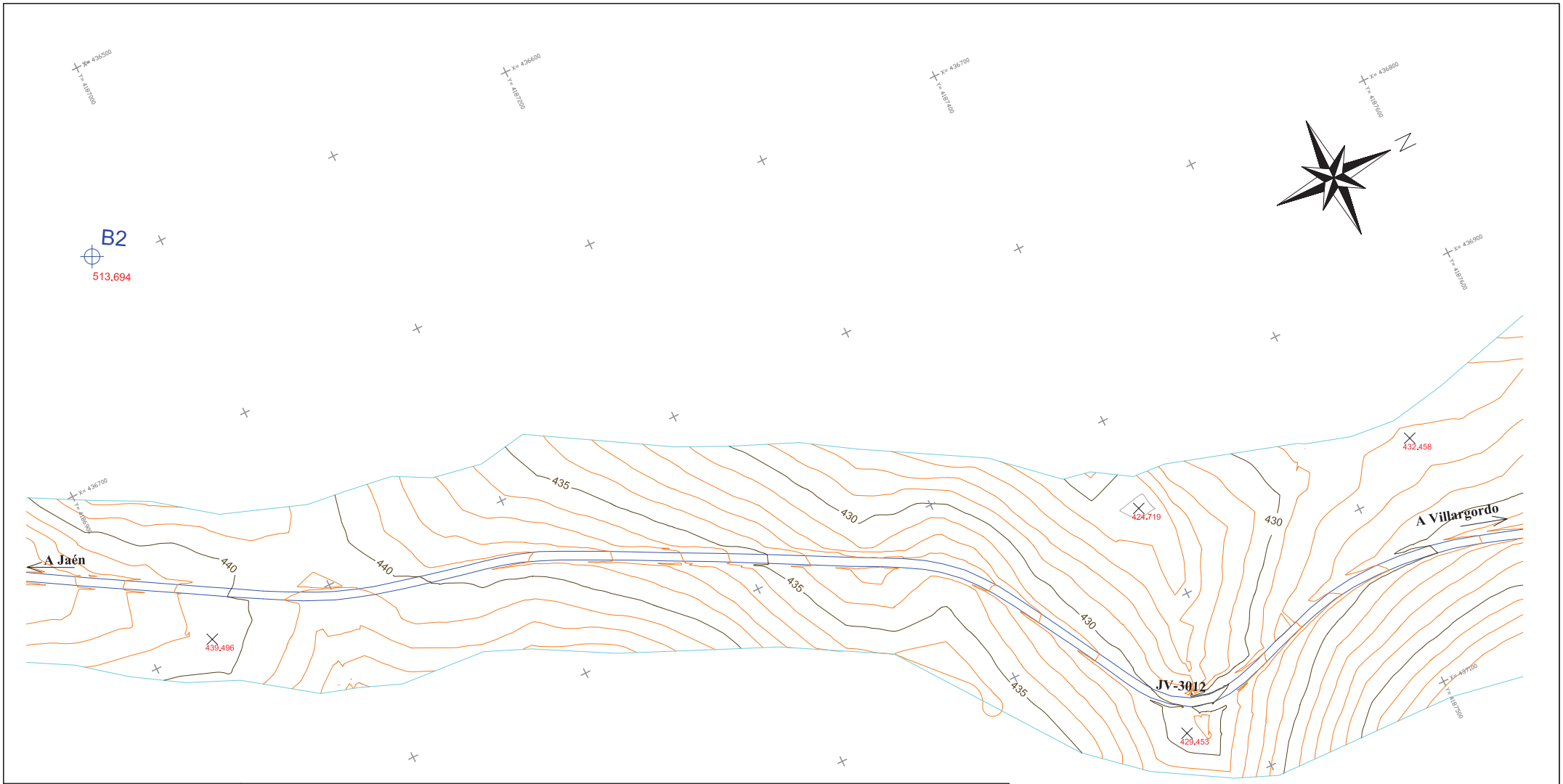
INFORMACIÓN TOPOGRÁFICA

NOMBRE	COORD. X (m)	COORD.Y (m)	H (m)
B1	435985.4970	4185771.6670	499.2140
B2	436592.3060	4186964.8260	513.6940
B3	435453.4650	4185468.9920	501.5640

INFORMACIÓN CARTOGÁFICA

Elipsoide Internacional. Proyección UTM Datum Europeo (ETRS89).
La altitudes se refieren al Nivel Medio del Mar en Alicante.
Proyeccion UTM Huso 30 con separación entre marcas de 100 metros.

UNIVERSIDAD DE JAÉN ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA	DEPARTAMENTO: INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA	REDACTOR: JAVIER DIÁNEZ GARCÍA	ASIGNATURA: TRABAJO FIN DE GRADO	TÍTULO PROYECTO: ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DE P.K 2 AL P.K. 6	Nº DE ANEJO: DOCUMENTO Nº2 HOJA 3 DE 5	DESIGNACIÓN PLANO: TOPOGRÁFICO ESCALA: 1/1000	FECHA: JUNIO 2015 Nº PÁGINA: 9





LEYENDA

- B2 — Vértice Red Principal
- 501.564 — Cota vértice
- 433.390 — Puntos Acotados
- Trazado Actual
- Contorno
- Curvas Nivel Maestras
- Curvas Nivel Directoras
- Cuadrícula UTM

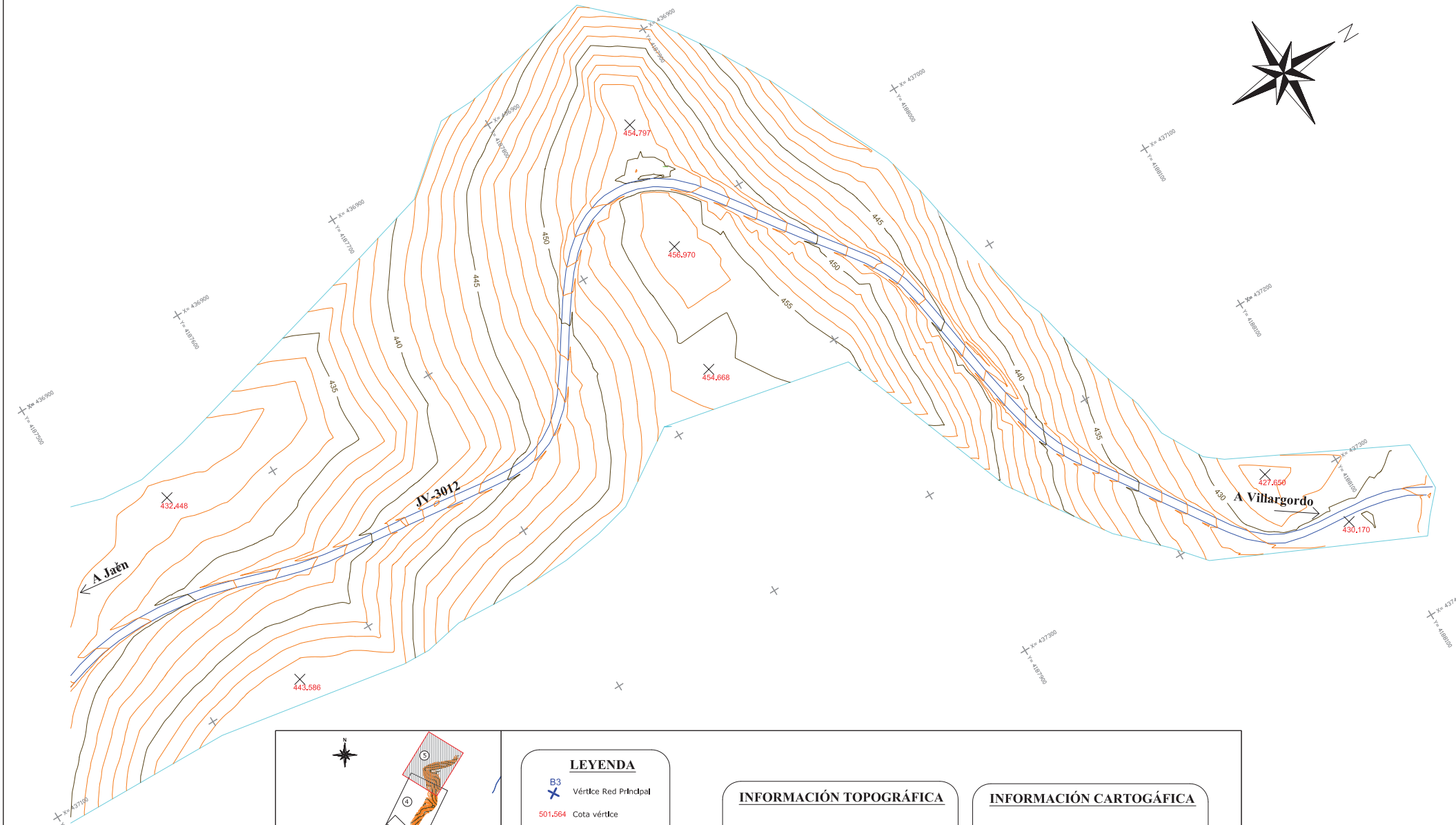
INFORMACIÓN TOPOGRÁFICA

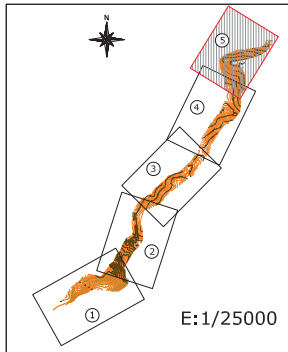
NOMBRE	COORD. X (m)	COORD.Y (m)	H (m)
B1	435985.4970	4185771.6670	499.2140
B2	436592.3060	4186964.8260	513.6940
B3	435453.4650	4185468.9920	501.5640

INFORMACIÓN CARTOGÁFICA

Elipsoide Internacional. Proyección UTM Datum Europeo (ETRS89).
La altitudes se refieren al Nivel Medio del Mar en Alicante.
Proyeccion UTM Huso 30 con separacion entre marcas de 100 metros.

UNIVERSIDAD DE JAÉN ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA	DEPARTAMENTO: INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA	REDACTOR: JAVIER DIÁNEZ GARCÍA	ASIGNATURA: TRABAJO FIN DE GRADO	TÍTULO PROYECTO: ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DE P.K 2 AL P.K. 6	Nº DE ANEJO: DOCUMENTO Nº2 HOJA 4 DE 5	DESIGNACIÓN PLANO: TOPOGRÁFICO ESCALA: 1/1000 10m 5m 0m 0m 10m 20m 30m FORMATO ORIGINAL: UNE A1	FECHA: JUNIO 2015 Nº PÁGINA: 10





E:1/25000

LEYENDA

- B3 — Vértice Red Principal
- 501.564 — Cota vértice
- 433.390 — Puntos Acotados
- Contorno
- Curvas Nivel Maestras
- Curvas Nivel Directoras
- Cuadrícula UTM

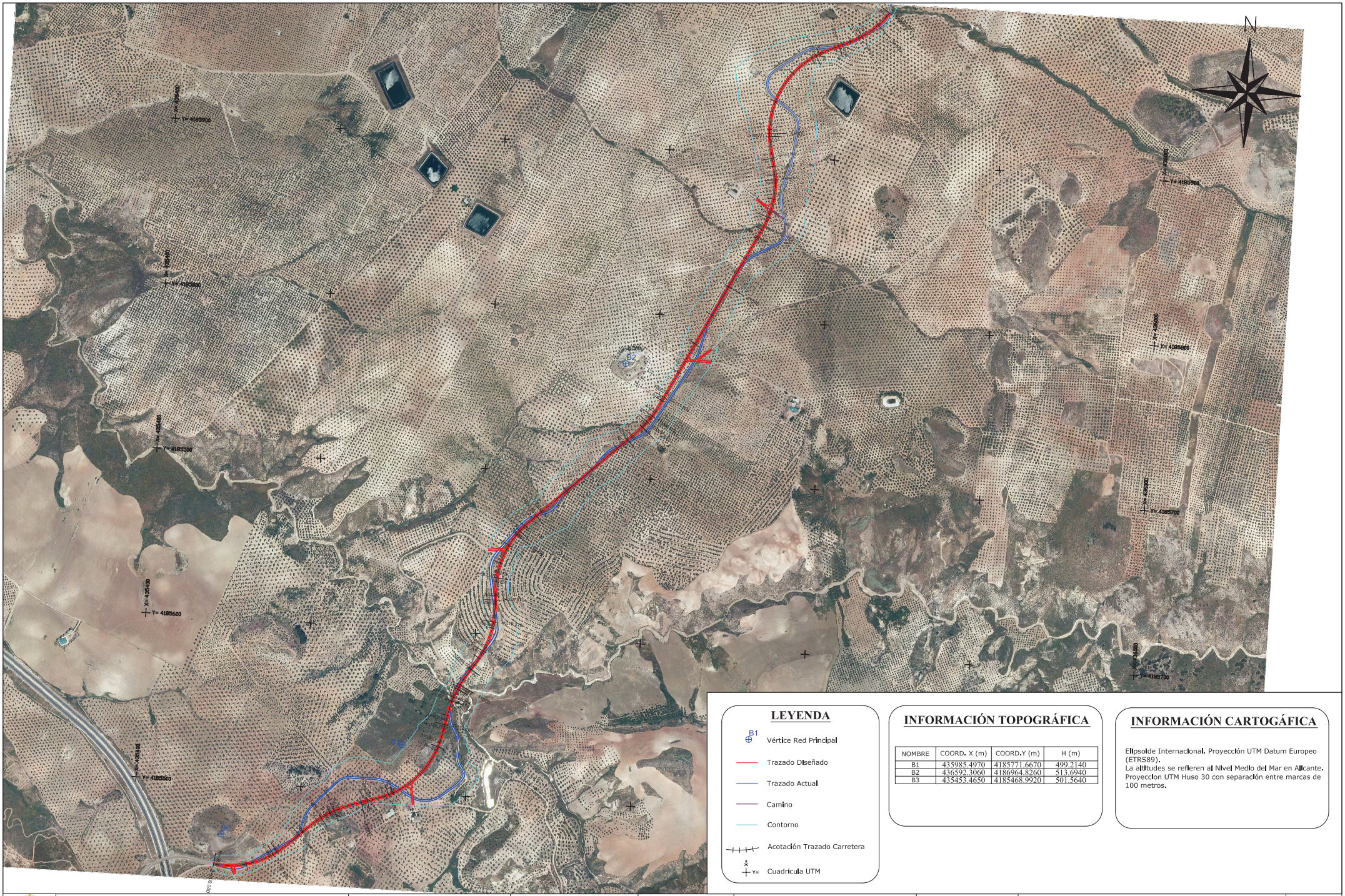
INFORMACIÓN TOPOGRÁFICA

NOMBRE	COORD. X (m)	COORD.Y (m)	H (m)
B1	435985.4970	4185771.6670	499.2140
B2	436592.3060	4186964.8260	513.6940
B3	435453.4650	4185468.9920	501.5640

INFORMACIÓN CARTOGÁFICA

Elipsoide Internacional. Proyección UTM Datum Europeo (ETRS89).
La altitudes se refieren al Nivel Medio del Mar en Alicante.
Proyeccion UTM Huso 30 con separación entre marcas de 100 metros.

UNIVERSIDAD DE JAÉN ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA	DEPARTAMENTO: INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA	REDACTOR: JAVIER DIÁNEZ GARCÍA	ASIGNATURA: TRABAJO FIN DE GRADO	TÍTULO PROYECTO: ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DE P.K 2 AL P.K. 6	Nº DE ANEJO: DOCUMENTO Nº2 HOJA 5 DE 5	DESIGNACIÓN PLANO: TOPOGRÁFICO ESCALA: 1/1000	FECHA: JUNIO 2015 Nº PÁGINA: 11



LEYENDA

- B1 Vértice Red Principal
- Trazado Diseñado
- Trazado Actual
- Camino
- Contorno
- Acotación Trazado Carretera
- X= Y= Cuadrícula UTM

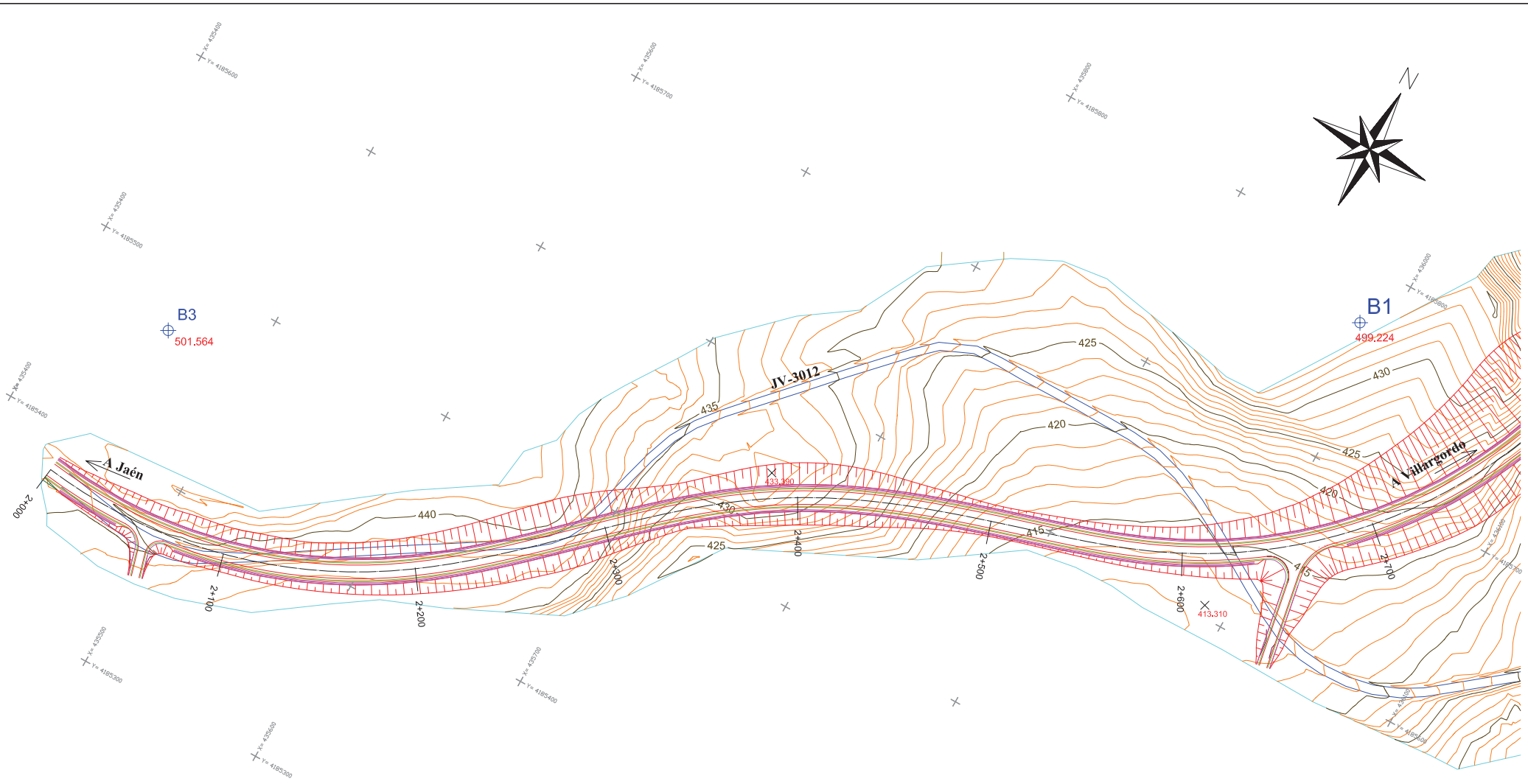
INFORMACIÓN TOPOGRÁFICA

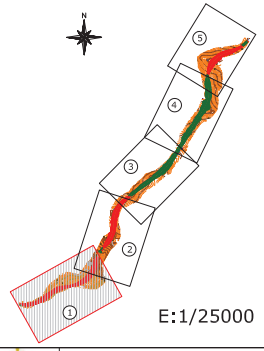
NOMBRE	COORD. X (m)	COORD.Y (m)	H (m)
B1	435985.4970	4185771.6670	499.2140
B2	436592.3060	4186964.8260	513.6940
B3	435453.4650	4185468.9920	501.5640

INFORMACIÓN CARTOGÁFICA

Elipsoide Internacional. Proyección UTM Datum Europeo (ETRS89).
La altitudes se refieren al Nivel Medio del Mar en Alicante.
Proyeccion UTM Huso 30 con separación entre marcas de 100 metros.

UNIVERSIDAD DE JAÉN ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA	DEPARTAMENTO: **INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA**	REDACTOR: **JAVIER DIÁNEZ GARCÍA**	ASIGNATURA: **TRABAJO FIN DE GRADO**	TÍTULO PROYECTO: **ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DE P.K 2 AL P.K. 6**	Nº DE ANEJO: **DOCUMENTO Nº2** HOJA 1 DE 1	DESIGNACIÓN PLANO: **GEOMETRÍA PLANTA** ESCALA: **1/5000** 10m 5m 0m 0m 10m 20m 30m FORMATO ORIGINAL: UNE A1	FECHA: **JUNIO 2015** Nº PÁGINA: **12**





LEYENDA

B3 Vértice Red Principal
501.564 Cota vértice
413,310 Puntos Acotados
Trazado Diseñado
Trazado Actual
Camino
Contorno
Curvas Nivel Maestras
Curvas Nivel Directoras
Acotación Trazado Carretera
Terraplén
Desmonte
Cuneta
Arcén
Berma
Cuadrícula UTM

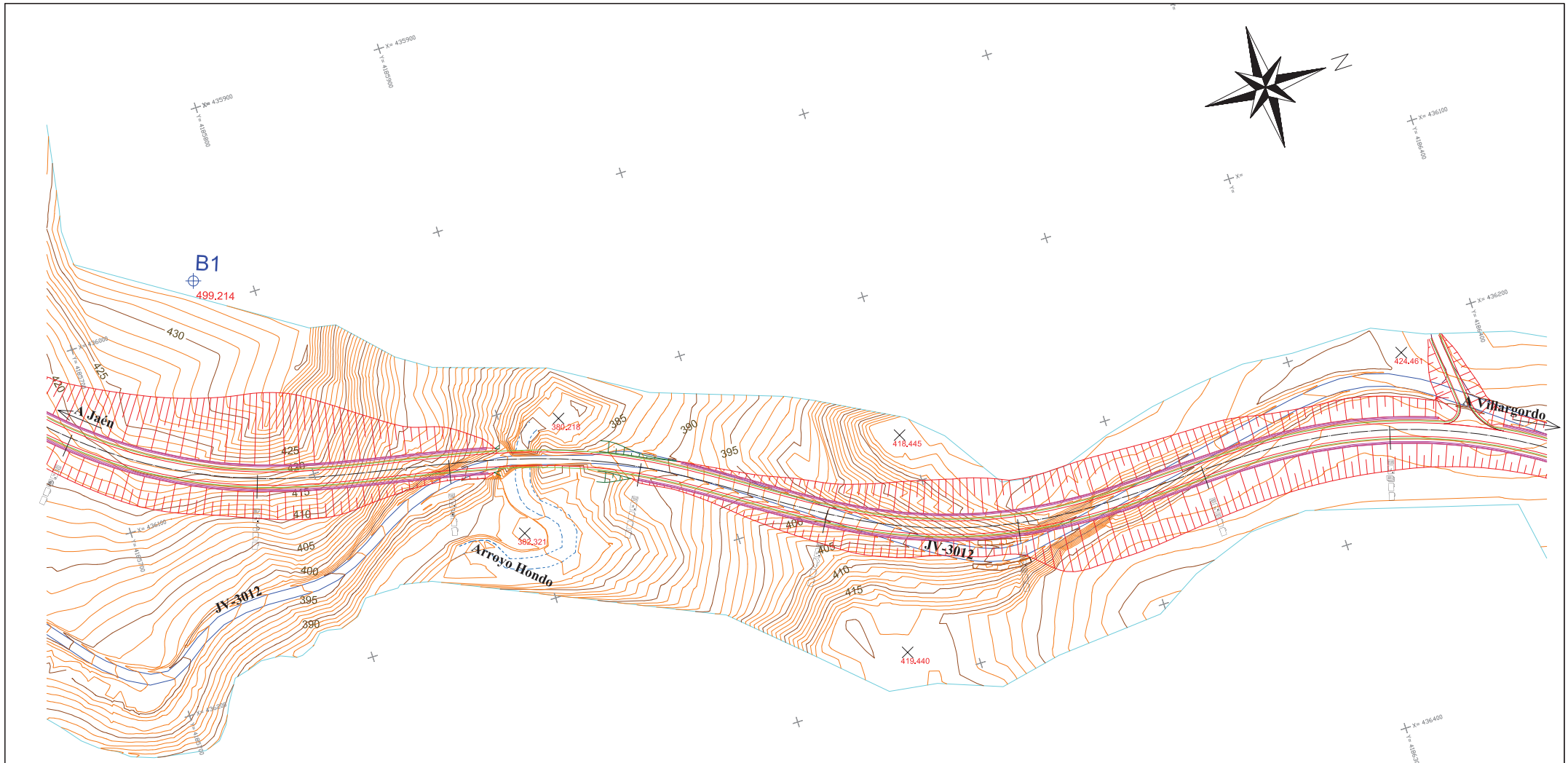
INFORMACIÓN TOPOGRÁFICA

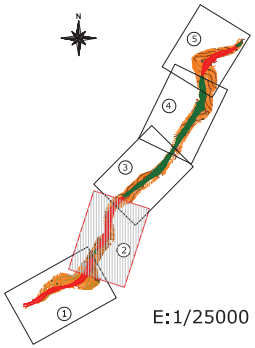
NOMBRE	COORD. X (m)	COORD.Y (m)	H (m)
B1	435985.4970	4185771.6670	499.2140
B2	436592.3060	4186964.8260	513.6940
B3	435453.4650	4185468.9920	501.5640

INFORMACIÓN CARTOGÁFICA

Elipsoide Internacional. Proyección UTM Datum Europeo (ETRS89).
La altitudes se refieren al Nivel Medio del Mar en Alicante.
Proyección UTM Huso 30 con separación entre marcas de 100 metros.

UNIVERSIDAD DE JAÉN ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA	DEPARTAMENTO: INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA	REDACTOR: JAVIER DIÁNEZ GARCÍA	ASIGNATURA: TRABAJO FIN DE GRADO	TÍTULO PROYECTO: ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DE P.K 2 AL P.K. 6	Nº DE ANEJO: DOCUMENTO Nº2 HOJA 1 DE 5	DESIGNACIÓN PLANO: DISEÑO FINAL ESCALA: 1/1000 10m 5m 0m 0m 10m 20m 30m FORMATO ORIGINAL: UNE A1	FECHA: JUNIO 2015 Nº PÁGINA: 13





LEYENDA

B1 Vértice Red Principal
499.214 Cota vértice
413.310 Puntos Acotados
Trazado Diseñado
Trazado Actual
Camino
Contorno
Arroyo
Curvas Nivel Maestras
Curvas Nivel Directoras
Acotación Trazado Carretera
Terraplén
Desmonte
Cuneta
Arcén
Berma
Cuadrícula UTM

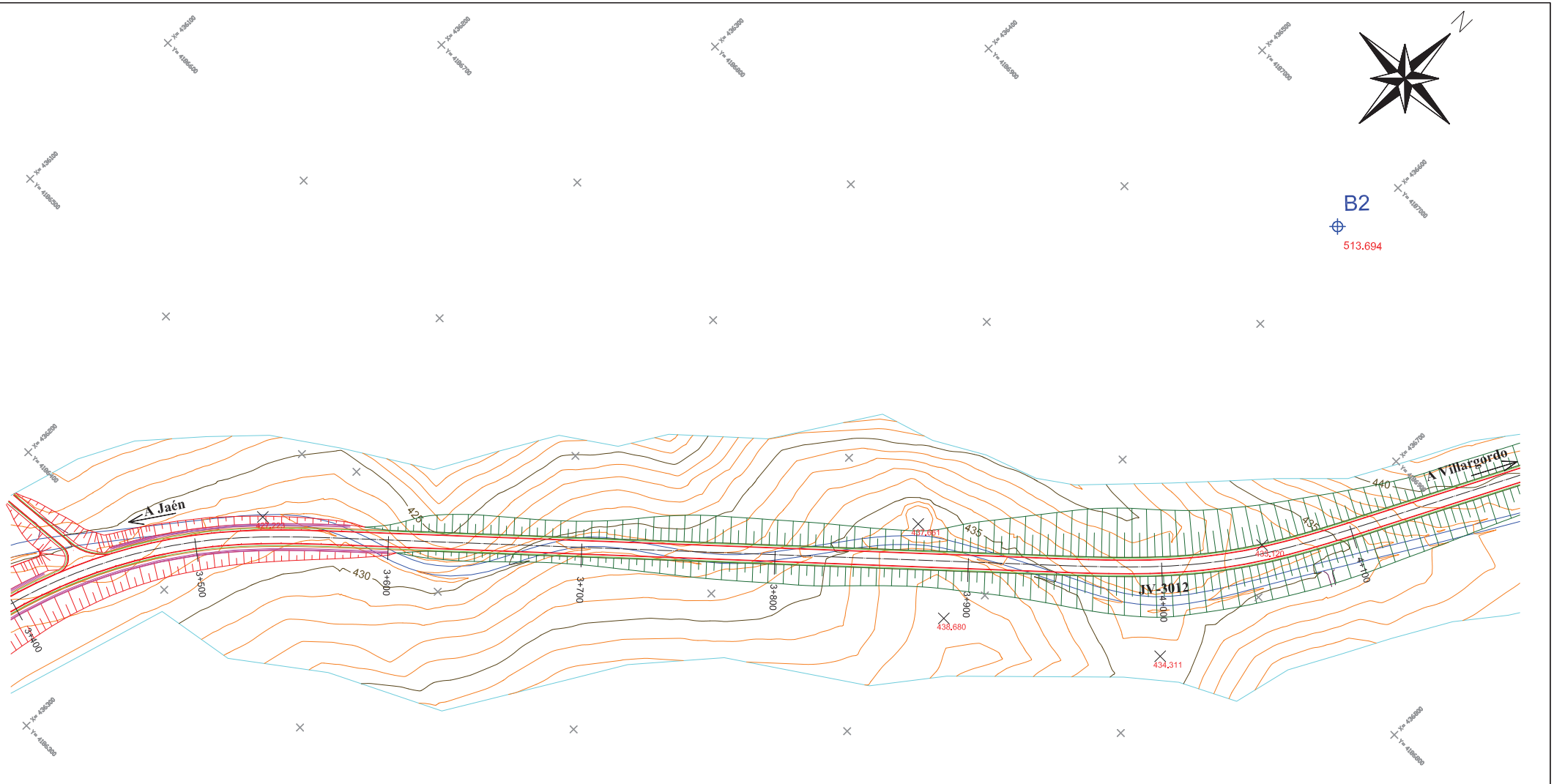
INFORMACIÓN TOPOGRÁFICA

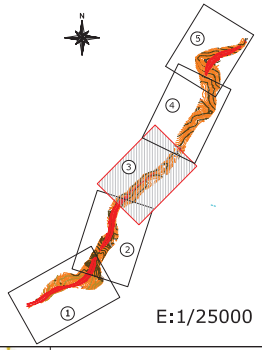
NOMBRE	COORD. X (m)	COORD.Y (m)	H (m)
B1	435985.4970	4185771.6670	499.2140
B2	436592.3060	4186964.8260	513.6940
B3	435453.4650	4185468.9920	501.5640

INFORMACIÓN CARTOGÁFICA

Elipsoide Internacional. Proyección UTM Datum Europeo (ETRS89).
La altitudes se refieren al Nivel Medio del Mar en Alicante. Proyección UTM Huso 30 con separación entre marcas de 100 metros.

UNIVERSIDAD DE JAÉN ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA	DEPARTAMENTO: INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA	REDACTOR: JAVIER DIÁNEZ GARCÍA	ASIGNATURA: TRABAJO FIN DE GRADO	TÍTULO PROYECTO: ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DE P.K 2 AL P.K. 6	Nº DE ANEJO: DOCUMENTO Nº2 HOJA 2 DE 5	DESIGNACIÓN PLANO: DISEÑO FINAL ESCALA: 1/1000 10m 5m 0m 0m 10m 20m 30m FORMATO ORIGINAL: UNE A1	FECHA: JUNIO 2015 Nº PÁGINA: 14





LEYENDA

B2 Vértice Red Principal

501.564 Cota vértice

513.694 Puntos Acotados

Trazado Diseñado

Trazado Actual

Camino

Contorno

Curvas Nivel Maestras

Curvas Nivel Directoras

Acotación Trazado Carretera

Terraplén

Desmonte

Cuneta

Arcén

Berma

Cuadrícula UTM

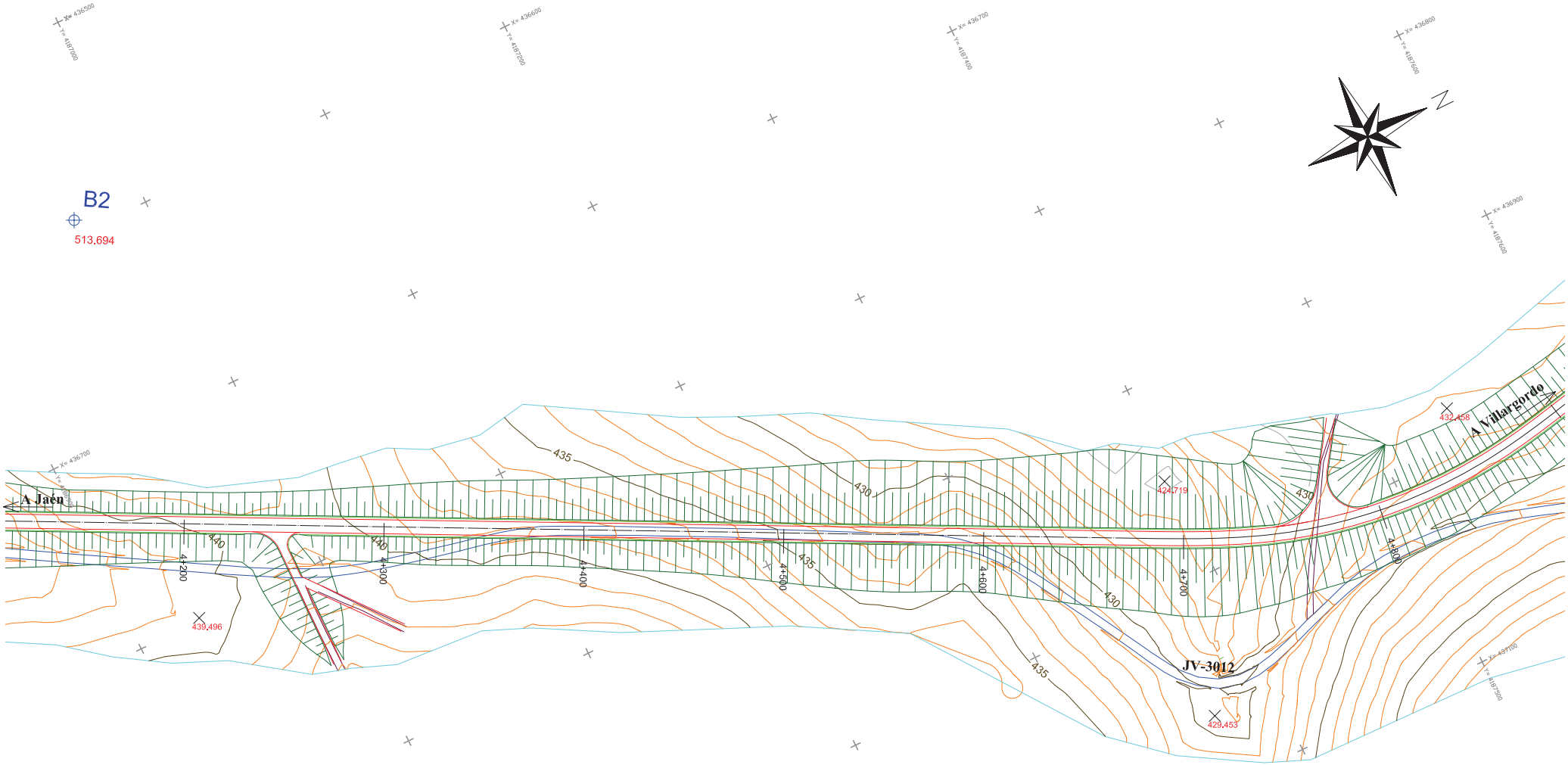
INFORMACIÓN TOPOGRÁFICA

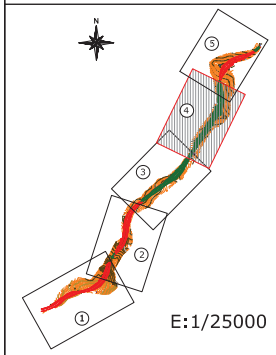
NOMBRE	COORD. X (m)	COORD.Y (m)	H (m)
B1	435985.4970	4185771.6670	499.2140
B2	436592.3060	4186964.8260	513.6940
B3	435453.4650	4185468.9920	501.5640

INFORMACIÓN CARTOGÁFICA

Elipsoide Internacional. Proyección UTM Datum Europeo (ETRS89).
La altitudes se refieren al Nivel Medio del Mar en Alicante.
Proyeccion UTM Huso 30 con separación entre marcas de 100 metros.

UNIVERSIDAD DE JAÉN ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA	DEPARTAMENTO: INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA	REDACTOR: JAVIER DIÁNEZ GARCÍA	ASIGNATURA: TRABAJO FIN DE GRADO	TÍTULO PROYECTO: ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DE P.K 2 AL P.K. 6	Nº DE ANEJO: DOCUMENTO Nº2 HOJA 3 DE 5	DESIGNACIÓN PLANO: DISEÑO FINAL ESCALA: 1/1000 (10m 5m 0m / 0m 10m 20m 30m) FORMATO ORIGINAL: UNE A1	FECHA: JUNIO 2015 Nº PÁGINA: 15





LEYENDA

B2 Vértice Red Principal
513.694 Cota vértice
413.310 Puntos Acotados
Trazado Diseñado
Trazado Actual
Camino
Contorno
Acotación Trazado Carretera
Curvas Nivel Directoras
Curvas Nivel Maestras
Terraplén
Cuneta
Arcén
Berma
Cuadrícula UTM

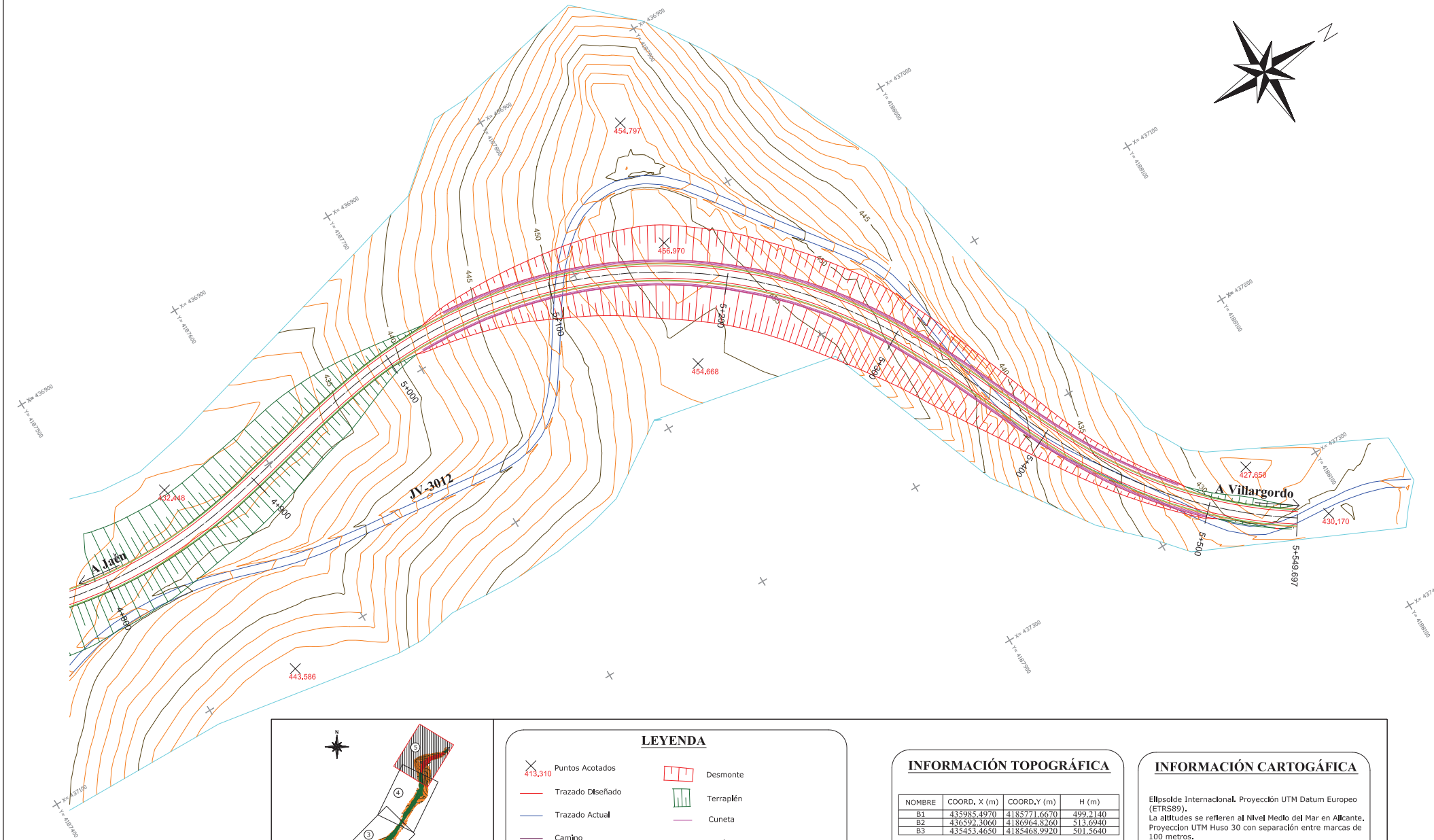
INFORMACIÓN TOPOGRÁFICA

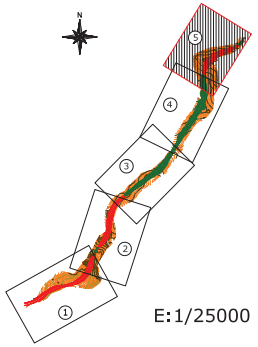
NOMBRE	COORD. X (m)	COORD.Y (m)	H (m)
B1	435985.4970	4185771.6670	499.2140
B2	436592.3060	4186964.8260	513.6940
B3	435453.4650	4185468.9920	501.5640

INFORMACIÓN CARTOGÁFICA

Elipsoide Internacional. Proyección UTM Datum Europeo (ETRS89).
La altitudes se refieren al Nivel Medio del Mar en Alicante.
Proyeccion UTM Huso 30 con separación entre marcas de 100 metros.

UNIVERSIDAD DE JAÉN ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA	DEPARTAMENTO: INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA	REDACTOR: JAVIER DIÁNEZ GARCÍA	ASIGNATURA: TRABAJO FIN DE GRADO	TÍTULO PROYECTO: ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DE P.K 2 AL P.K. 6	Nº DE ANEJO: DOCUMENTO Nº2 HOJA 4 DE 5	DESIGNACIÓN PLANO: DISEÑO FINAL ESCALA: 1/1000 10m 5m 0m 0m 10m 20m 30m FORMATO ORIGINAL: UNE A1	FECHA: JUNIO 2015 Nº PÁGINA: 16





LEYENDA

- Puntos Acotados (413.310)
- Trazado Diseñado
- Trazado Actual
- Camino
- Contorno
- Acotación Trazado Carretera
- Curvas Nivel Directoras
- Curvas Nivel Maestras
- Desmonte
- Terraplén
- Cuneta
- Arcén
- Berma
- Cuadrícula UTM

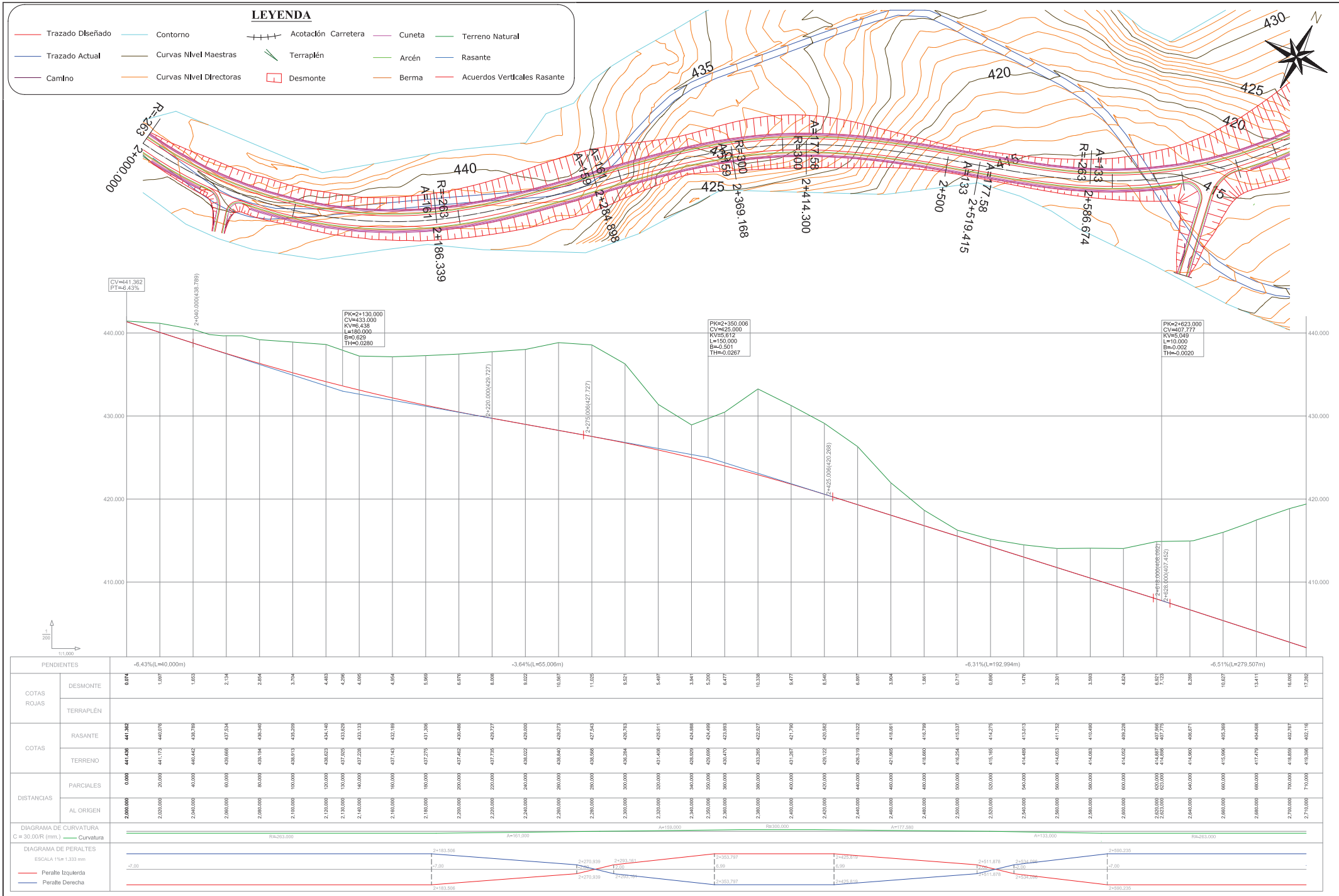
INFORMACIÓN TOPOGRÁFICA

NOMBRE	COORD. X (m)	COORD.Y (m)	H (m)
B1	435985.4970	4185771.6670	499.2140
B2	436592.3060	4186964.8260	513.6940
B3	435453.4650	4185468.9920	501.5640

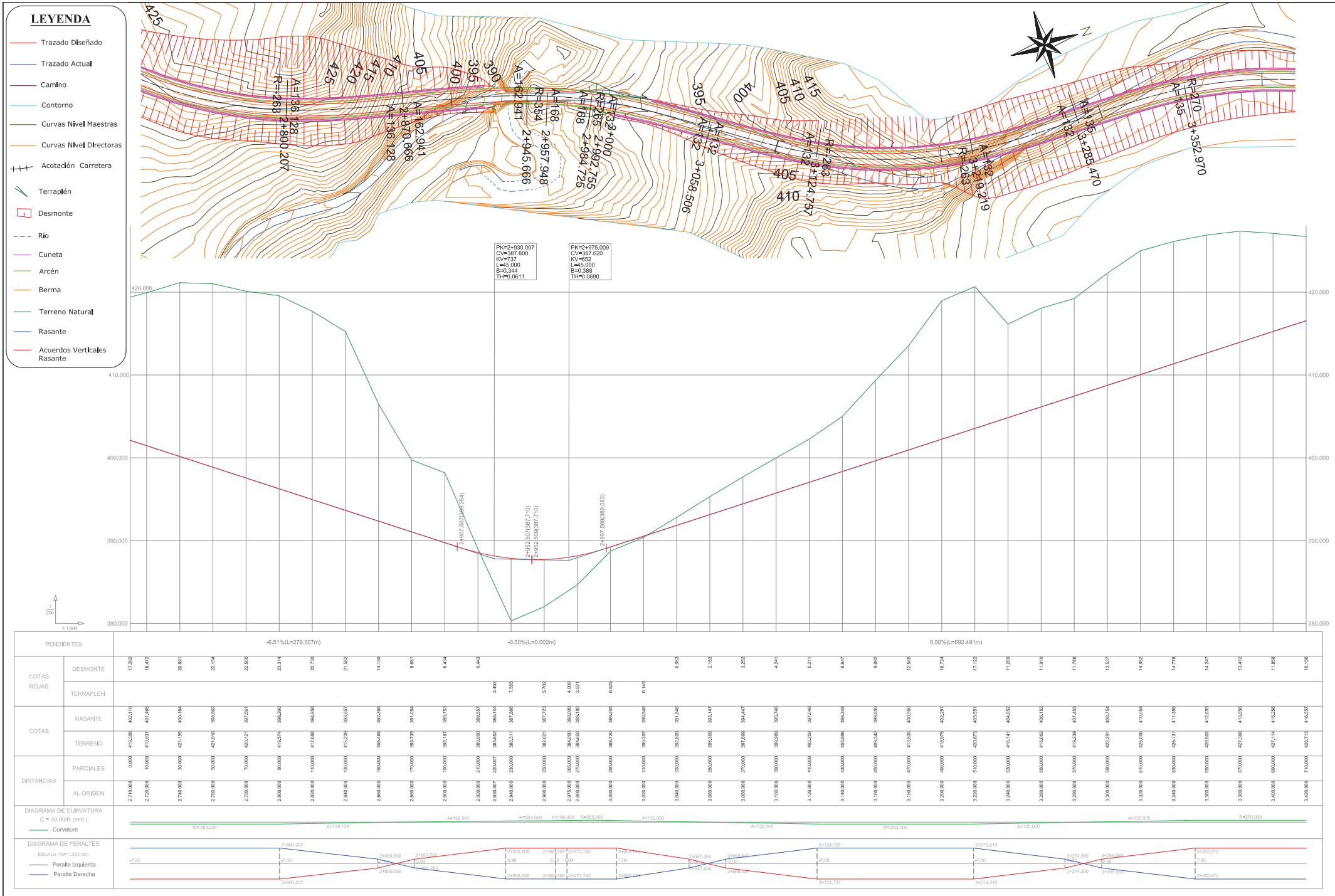
INFORMACIÓN CARTOGÁFICA

Ellpsolde Internacional. Proyección UTM Datum Europeo (ETRS89).
La altitudes se refieren al Nivel Medio del Mar en Alicante.
Proyeccion UTM Huso 30 con separación entre marcas de 100 metros.

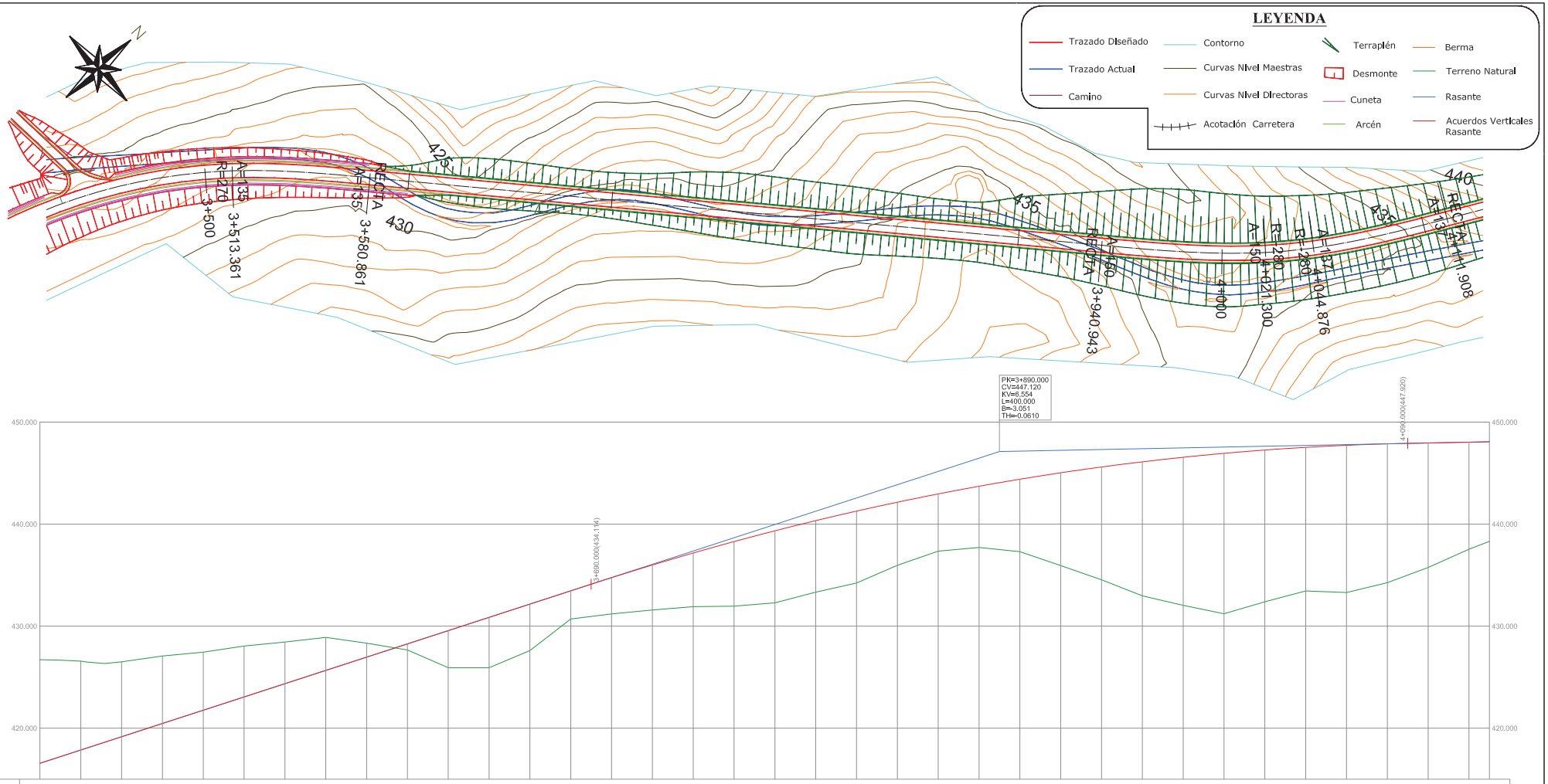
UNIVERSIDAD DE JAÉN ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA	DEPARTAMENTO: INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA	REDACTOR: JAVIER DIÁNEZ GARCÍA	ASIGNATURA: TRABAJO FIN DE GRADO	TÍTULO PROYECTO: ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DE P.K 2 AL P.K. 6	Nº DE ANEJO: DOCUMENTO Nº2 HOJA 5 DE 5	DESIGNACIÓN PLANO: DISEÑO FINAL ESCALA: 1/1000	FECHA: JUNIO 2015 Nº PÁGINA: 17



UNIVERSIDAD DE JAÉN ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA	DEPARTAMENTO: **INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA**	REDACTOR: **JAVIER DIÁNEZ GARCÍA**	ASIGNATURA: **TRABAJO FIN DE GRADO**	TITULO PROYECTO: **ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DE P.K 2 AL P.K. 6**	Nº DE ANEJO: **DOCUMENTO Nº2** HOJA **1** DE **5**	DESIGNACIÓN PLANO: **PERFIL LONGITUDINAL** ESCALA: **H:1000 V:200** FORMATO ORIGINAL: UNE A1	FECHA: **JUNIO 2015** Nº PÁGINA: **18**



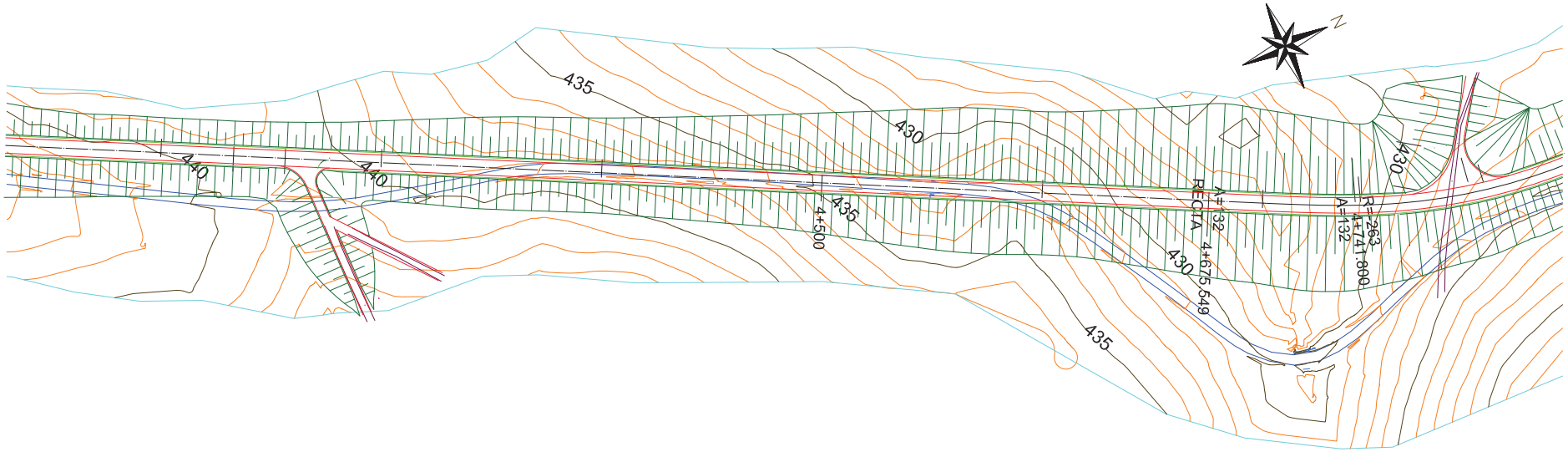
UNIVERSIDAD DE JAÉN ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA	DEPARTAMENTO: **INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA**	REDACTOR: **JAVIER DIÁNEZ GARCÍA**	ASIGNATURA: **TRABAJO FIN DE GRADO**	TITULO PROYECTO: **ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DE P.K 2 AL P.K. 6**	Nº DE ANEJO: **DOCUMENTO Nº2** HOJA **2** DE **5**	DESIGNACIÓN PLANO: **PERFIL LONGITUDINAL** ESCALA: **H:1000 V:200**	FECHA: **JUNIO 2015** Nº PÁGINA: **19**

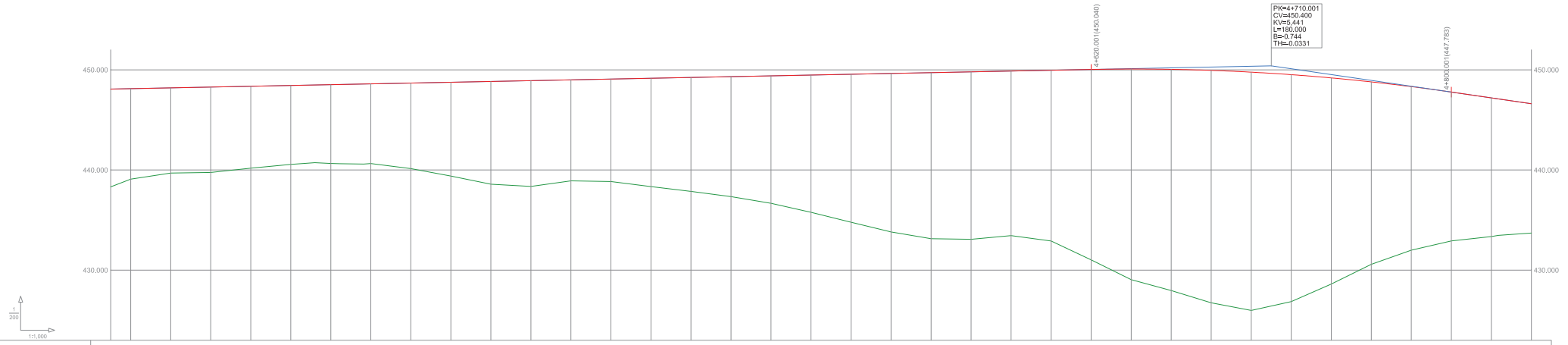


UNIVERSIDAD DE JAÉN ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA	DEPARTAMENTO: INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA	REDACTOR: JAVIER DIÁNEZ GARCÍA	ASIGNATURA: TRABAJO FIN DE GRADO	TITULO PROYECTO: ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DE P.K 2 AL P.K. 6	Nº DE ANEJO: DOCUMENTO Nº2 HOJA 3 DE 5	DESIGNACIÓN PLANO: PERFIL LONGITUDINAL ESCALA: H:1000 V:200 FORMATO ORIGINAL: UNE A1	FECHA: JUNIO 2015 Nº PÁGINA: 20

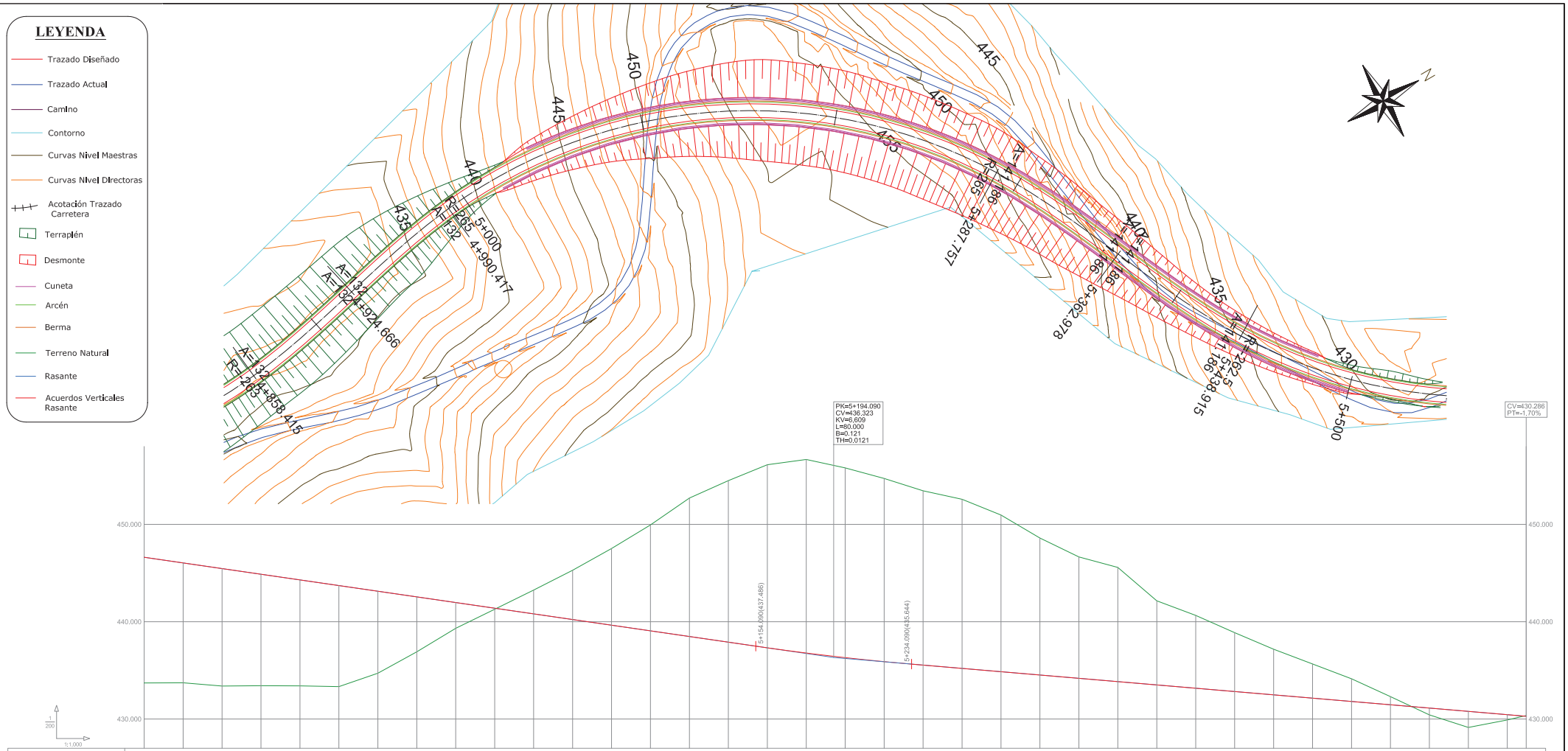
LEYENDA

- Trazado Diseñado
- Trazado Actual
- Camino
- Contorno
- Curvas Nivel Maestras
- Curvas Nivel Directoras
- Acotación Trazado Carretera
- Terraplén
- Cuneta
- Arcén
- Berma
- Terreno Natural
- Rasante
- Acuerdos Verticales Rasante

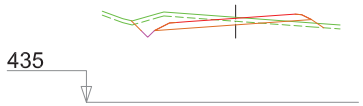




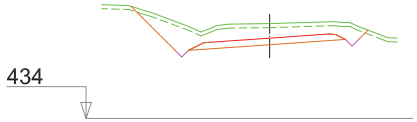
| | | |



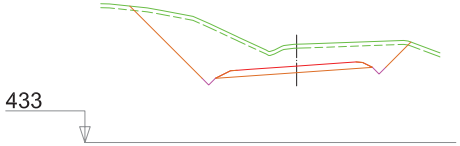
UNIVERSIDAD DE JAÉN ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA	DEPARTAMENTO: **INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA**	REDACTOR: **JAVIER DIÁNEZ GARCÍA**	ASIGNATURA: **TRABAJO FIN DE GRADO**	TITULO PROYECTO: **ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DE P.K 2 AL P.K. 6**	Nº DE ANEJO: **DOCUMENTO Nº2** HOJA **5** DE **5**	DESIGNACIÓN PLANO: **PERFIL LONGITUDINAL** ESCALA: **H:1000** **V:200**	FECHA: **JUNIO 2015** Nº PÁGINA: **22**



PK= 2+000.000 D= 5.67 T= 1.34



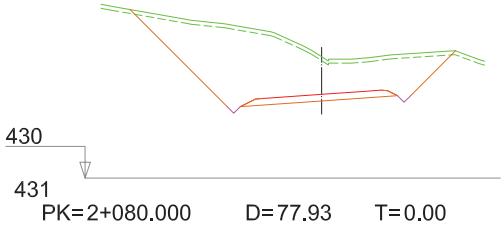
PK= 2+020.000 D= 20.99 T= 0.00



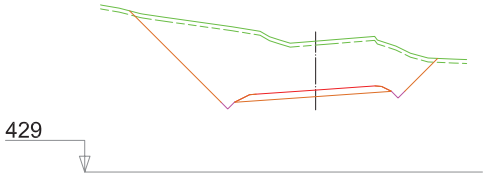
PK= 2+040.000 D= 42.11 T= 0.00



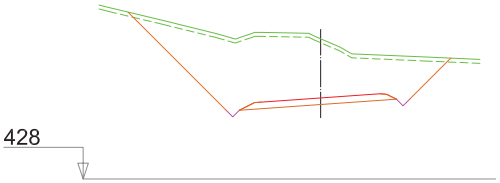
PK= 2+060.000 D= 50.89 T= 0.00



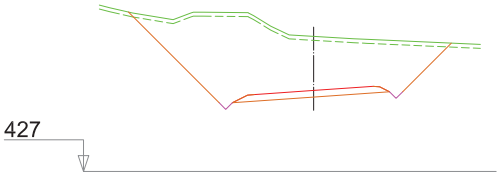
PK= 2+080.000 D= 77.93 T= 0.00



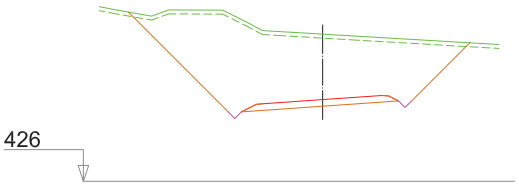
PK= 2+100.000 D= 80.78 T= 0.00



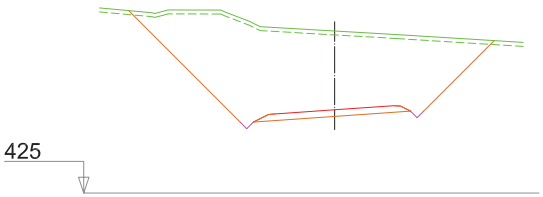
PK= 2+120.000 D= 86.204 T= 0.00



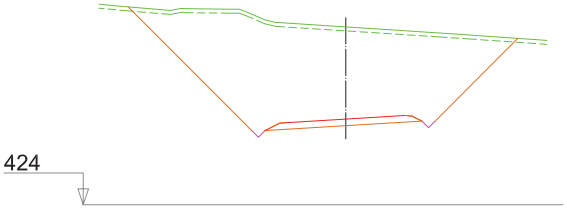
PK= 2+140.000 D= 91.36 T= 0.00



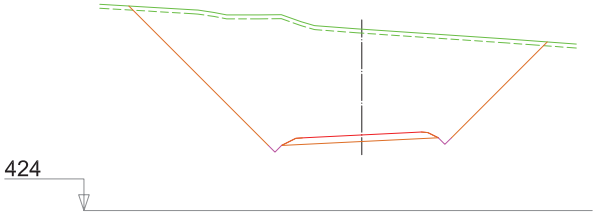
PK= 2+160.000 D= 108.82 T= 0.00



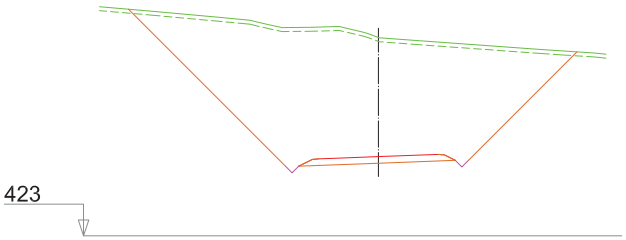
PK= 2+180.000 D= 132.32 T= 0.00



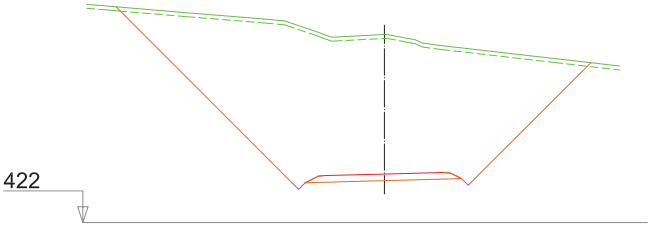
PK= 2+200.000 D= 158.49 T= 0.00



PK= 2+220.000 D= 190.00 T= 0.00

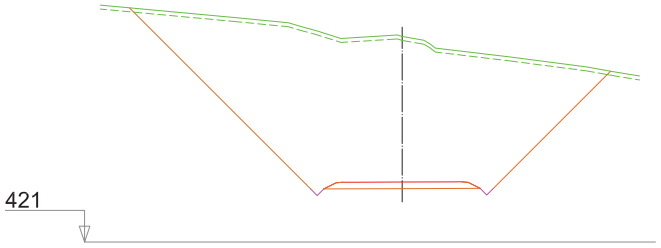


PK= 2+240.000 D= 224.22 T= 0.00

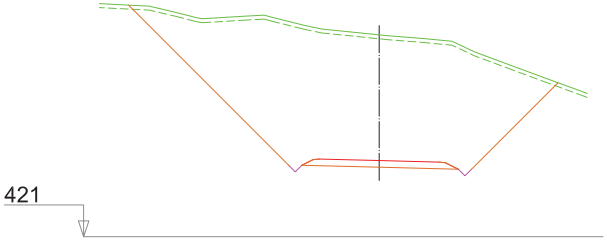


PK= 2+260.000 D= 263.11 T= 0.00

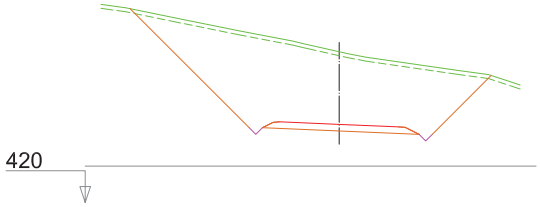
	UNIVERSIDAD DE JAÉN ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA	DEPARTAMENTO: INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA	REDACTOR: JAVIER DIÁNEZ GARCÍA	ASIGNATURA: TRABAJO FIN DE GRADO	TÍTULO PROYECTO: ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DE P.K 2 AL P.K. 6	Nº DE ANEJO: DOCUMENTO Nº2 HOJA 1 DE 22	DESIGNACIÓN PLANO: PERFILES TRANSVERSALES ESCALA: H:200 V:200	FECHA: JUNIO 2015 Nº PÁGINA: 23



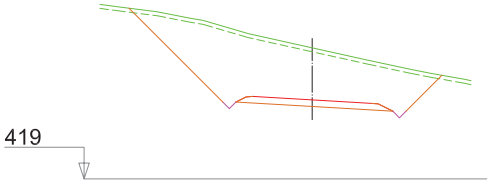
PK= 2+280.000 D= 273.95 T= 0.00



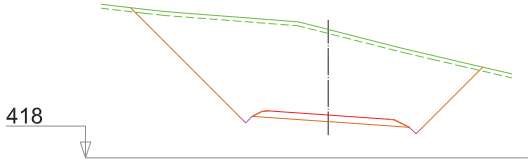
PK= 2+300.000 D= 224.59 T= 0.00



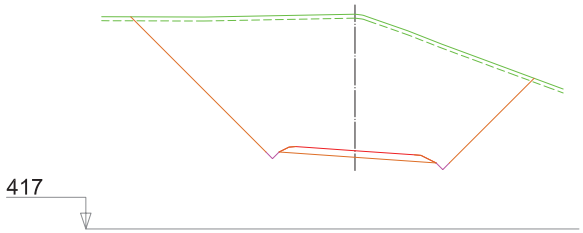
PK= 2+320.000 D= 120.53 T= 0.00



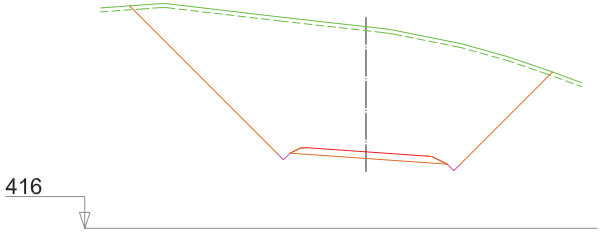
PK= 2+340.000 D= 80.81 T= 0.00



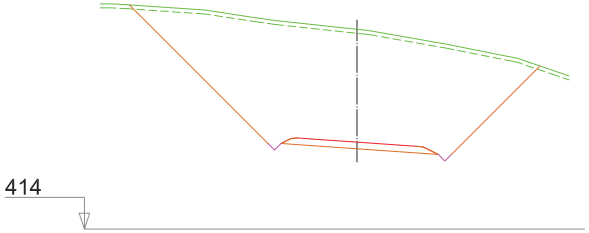
PK= 2+360.000 D= 131.17 T= 0.00



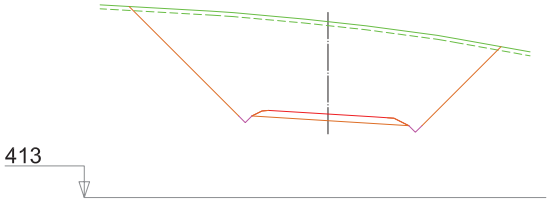
PK= 2+380.000 D= 215.03 T= 0.00



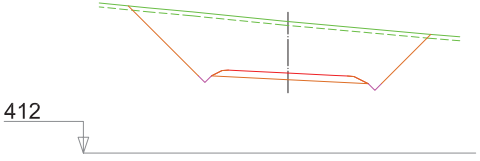
PK= 2+400.000 D= 221.17 T= 0.00



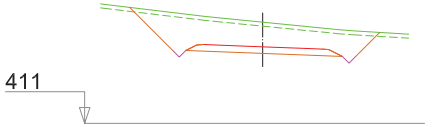
PK= 2+420.000 D= 194.86 T= 0.00



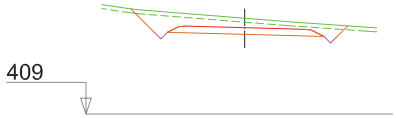
PK= 2+440.000 D= 149.33 T= 0.00



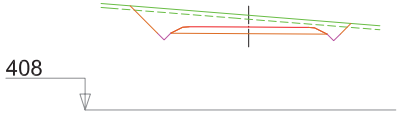
PK= 2+460.000 D= 75.33 T= 0.00



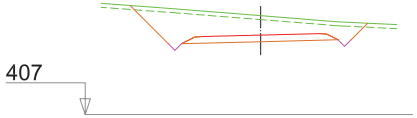
PK= 2+480.000 D= 34.14 T= 0.00



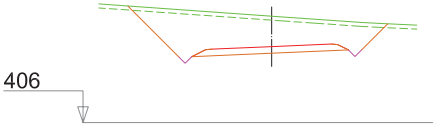
PK= 2+500.000 D= 14.33 T= 0.00



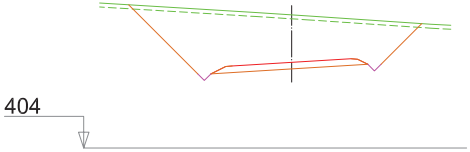
PK= 2+520.000 D= 17.14 T= 0.00



PK= 2+540.000 D= 27.29 T= 0.00

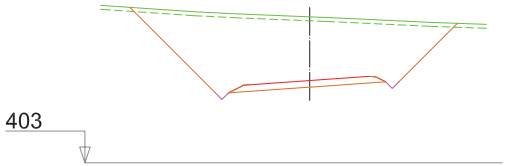


PK= 2+560.000 D= 42.48 T= 0.00

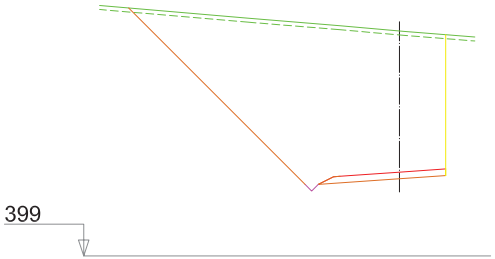


PK= 2+580.000 D= 68.54 T= 0.00

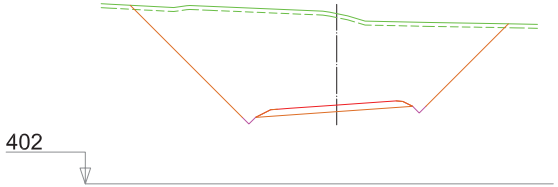
UNIVERSIDAD DE JAÉN ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA	DEPARTAMENTO: INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA	REDACTOR: JAVIER DIÁNEZ GARCÍA	ASIGNATURA: TRABAJO FIN DE GRADO	TÍTULO PROYECTO: ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DE P.K 2 AL P.K. 6	Nº DE ANEJO: DOCUMENTO Nº2 HOJA 2 DE 22	DESIGNACIÓN PLANO: PERFILES TRANSVERSALES ESCALA: H:200 V:200	FECHA: JUNIO 2015 Nº PÁGINA: 24



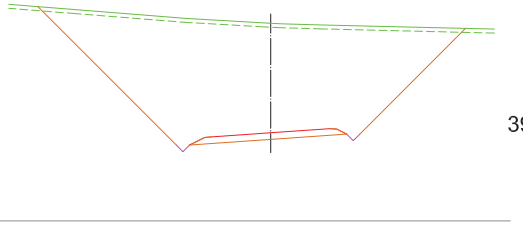
PK= 2+600.000 D= 96.64 T= 0.00



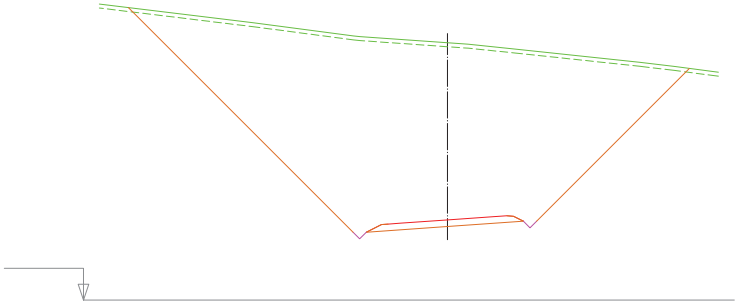
PK= 2+660.435 D= 192.66 T= 0.00



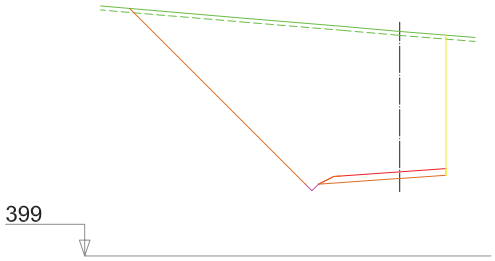
PK= 2+620.000 D= 148.24 T= 0.00



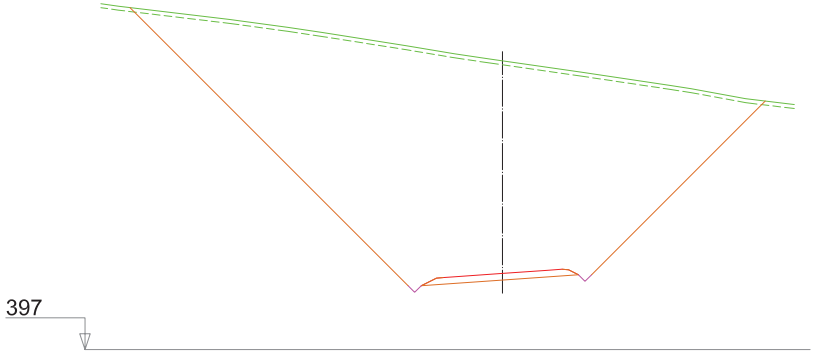
PK= 2+640.000 D= 196.24 T= 0.00



PK= 2+680.000 D= 379.30 T= 0.00

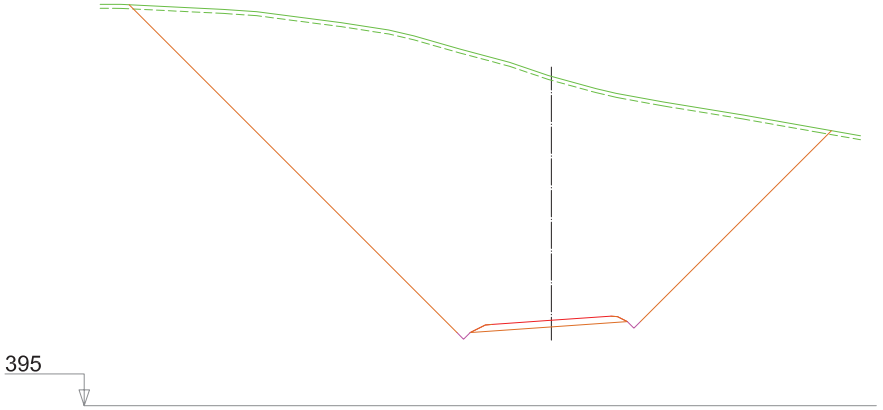


PK= 2+660.000 D= 191.50 T= 0.00

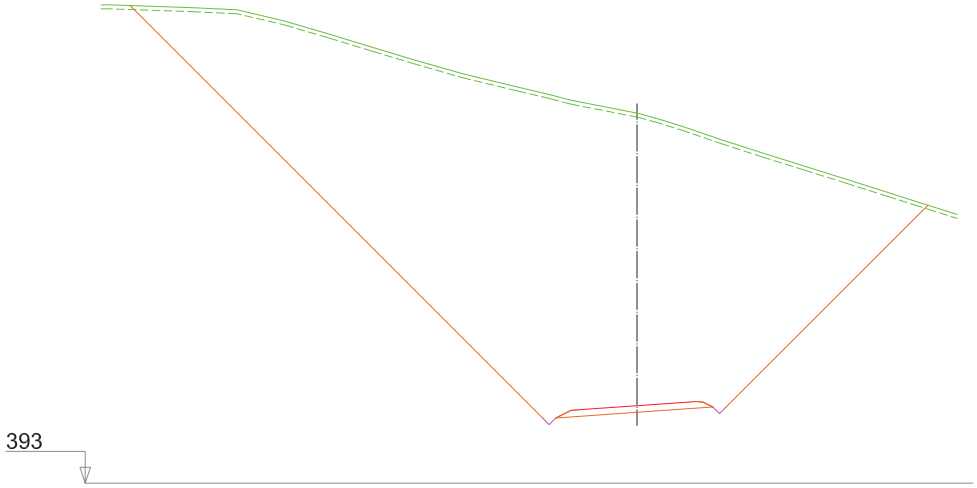


PK= 2+700.000 D= 504.56 T= 0.00

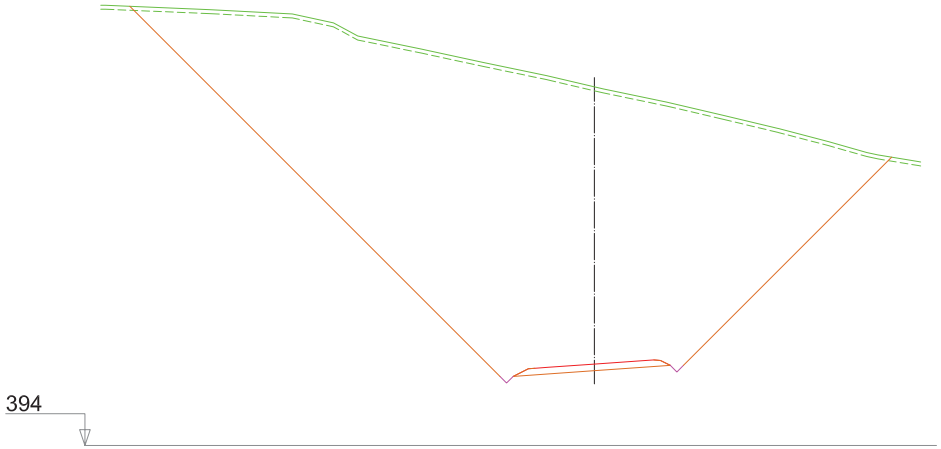
UNIVERSIDAD DE JAÉN ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA	DEPARTAMENTO: **INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA**	REDACTOR: **JAVIER DIÁNEZ GARCÍA**	ASIGNATURA: **TRABAJO FIN DE GRADO**	TÍTULO PROYECTO: **ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DE P.K 2 AL P.K. 6**	Nº DE ANEJO: **DOCUMENTO Nº2** HOJA **3** DE **22**	DESIGNACIÓN PLANO: **PERFILES TRANSVERSALES** ESCALA: **H:200 V:200**	FECHA: **JUNIO 2015** Nº PÁGINA: **25**



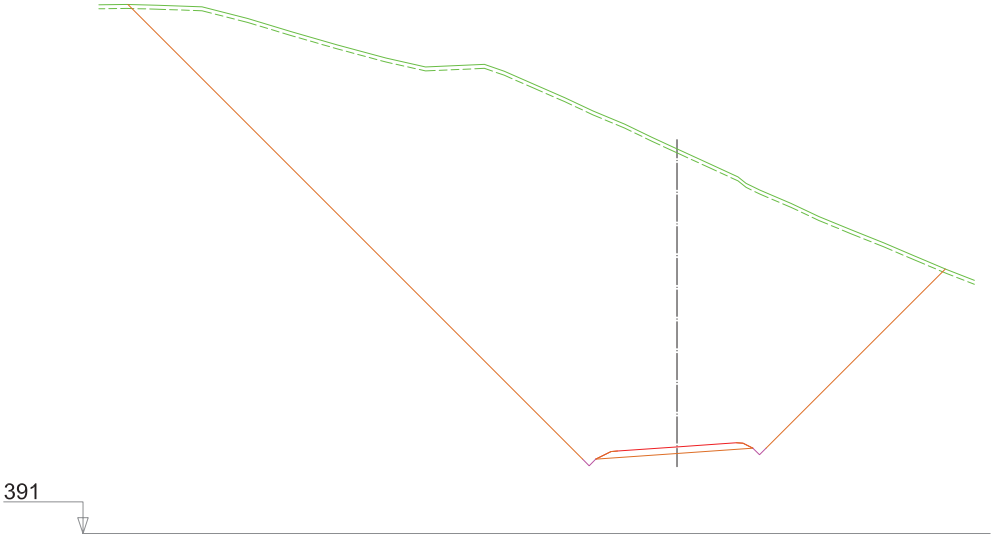
PK= 2+720.000 D= 642.22 T= 0.00



PK= 2+760.000 D= 833.86 T= 0.00

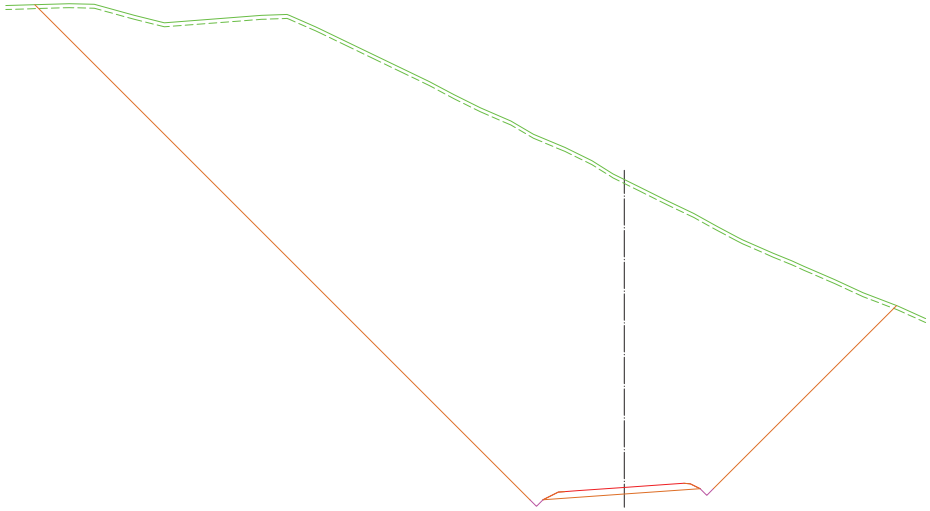


PK= 2+740.000 D= 769.59 T= 0.00



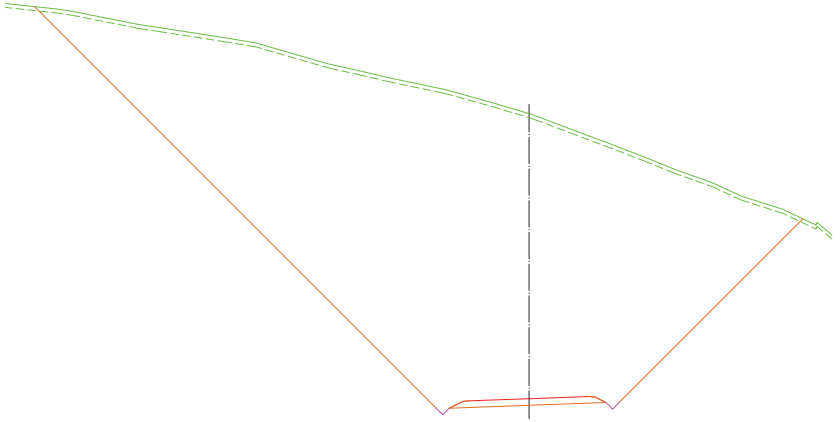
PK= 2+780.000 D= 889.45 T= 0.00

UNIVERSIDAD DE JAÉN ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA	DEPARTAMENTO: **INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA**	REDACTOR: **JAVIER DIÁNEZ GARCÍA**	ASIGNATURA: **TRABAJO FIN DE GRADO**	TÍTULO PROYECTO: **ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DE P.K 2 AL P.K. 6**	Nº DE ANEJO: **DOCUMENTO Nº2** HOJA **4** DE **22**	DESIGNACIÓN PLANO: **PERFILES TRANSVERSALES** ESCALA: **H:200 V:200** 10m 5m 0m 0m 10m 20m 30m FORMATO ORIGINAL: UNE A1	FECHA: **JUNIO 2015** Nº PÁGINA: **26**



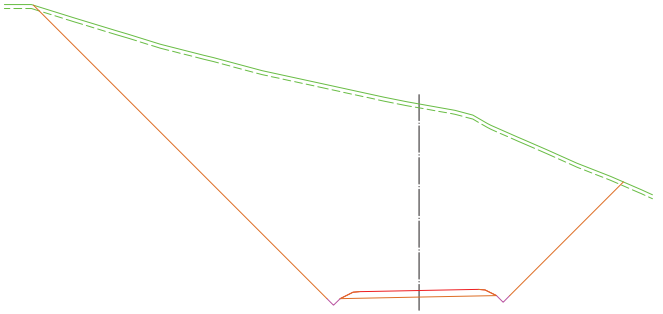
390

PK= 2+800.000 D= 1,007.23 T= 0.00



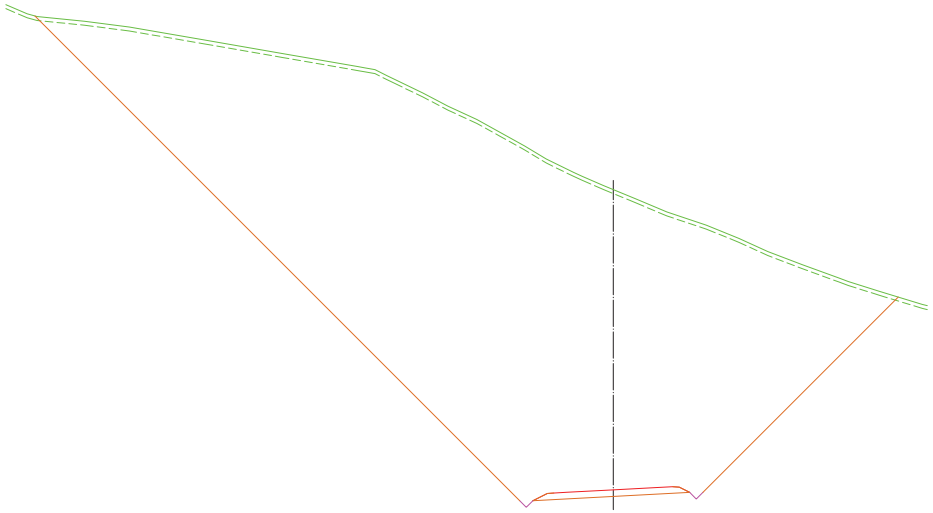
387

PK= 2+840.000 D= 791.08 T= 0.00



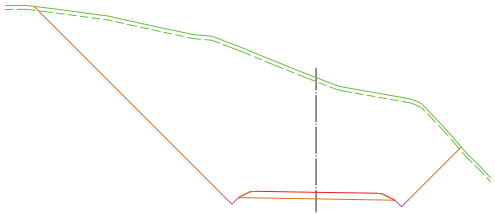
386

PK= 2+860.000 D= 415.30 T= 0.00



389

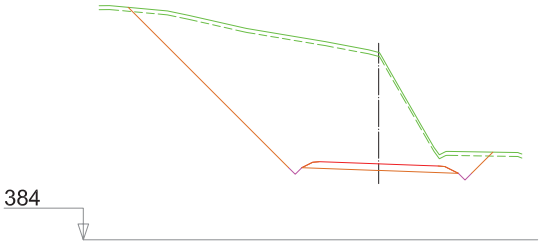
PK= 2+820.000 D= 979.49 T= 0.00



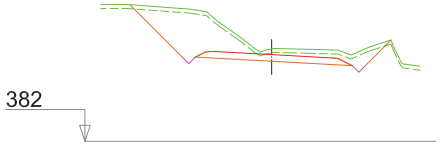
385

PK= 2+880.000 D= 225.96 T= 0.00

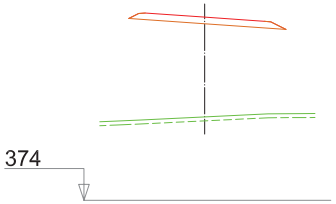
UNIVERSIDAD DE JAÉN ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA	DEPARTAMENTO: INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA	REDACTOR: JAVIER DIÁNEZ GARCÍA	ASIGNATURA: TRABAJO FIN DE GRADO	TÍTULO PROYECTO: ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DE P.K 2 AL P.K. 6	Nº DE ANEJO: DOCUMENTO Nº2 HOJA 5 DE 22	DESIGNACIÓN PLANO: PERFILES TRANSVERSALES ESCALA: H:200 V:200	FECHA: JUNIO 2015 Nº PÁGINA: 27



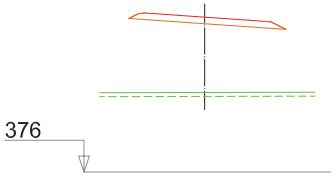
PK= 2+900.000 D= 148.48 T= 0.00



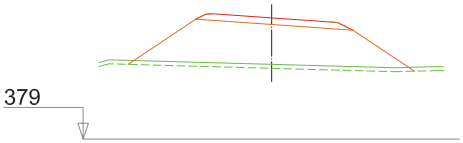
PK= 2+920.000 D= 26.27 T= 0.00



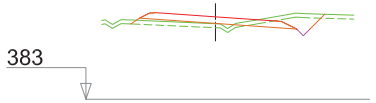
PK= 2+940.000 D= 0.00 T= 0.00



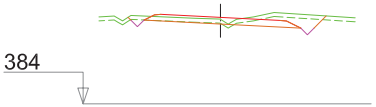
PK= 2+960.000 D= 0.00 T= 0.00



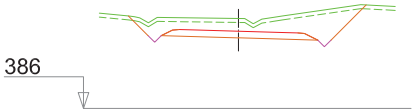
PK= 2+980.000 D= 0.00 T= 55.81



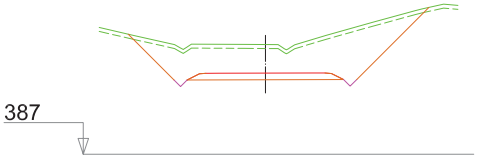
PK= 3+000.000 D= 3.15 T= 3.16



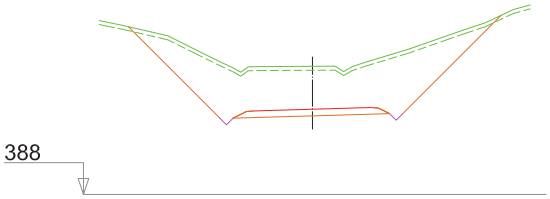
PK= 3+020.000 D= 4.36 T= 0.13



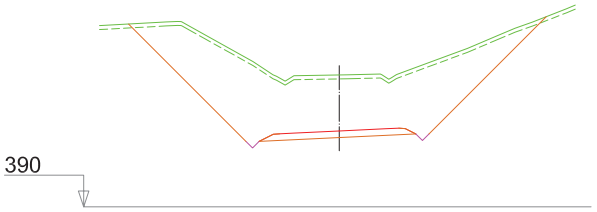
PK= 3+040.000 D= 21.24 T= 0.00



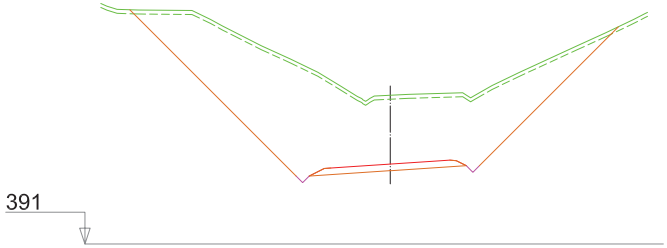
PK= 3+060.000 D= 49.11 T= 0.00



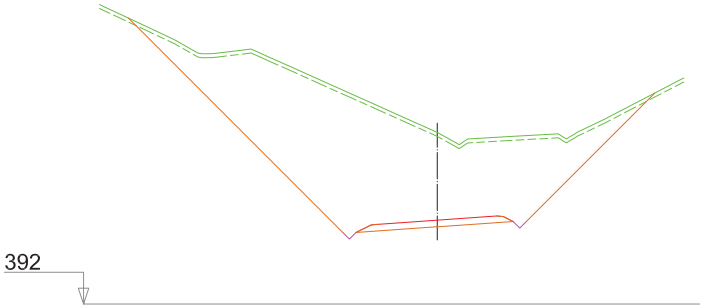
PK= 3+080.000 D= 79.45 T= 0.00



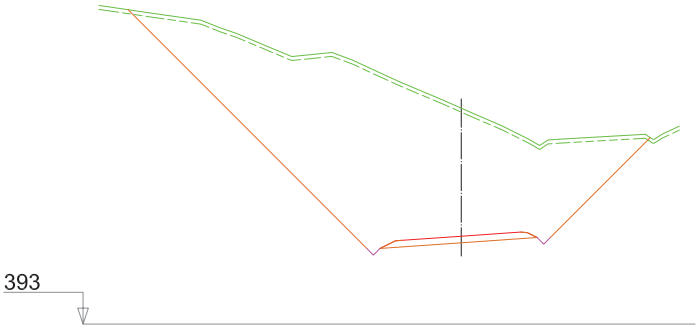
PK= 3+100.000 D= 116.72 T= 0.00



PK= 3+120.000 D= 166.30 T= 0.00

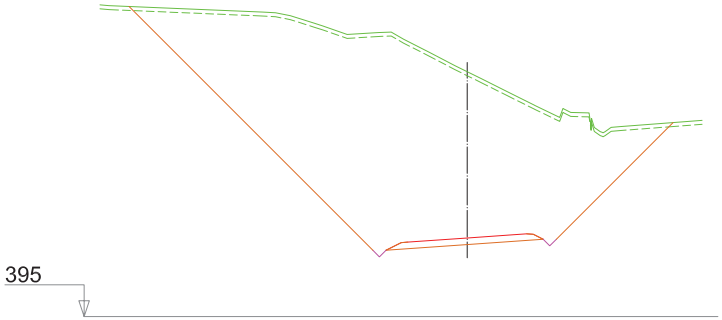


PK= 3+140.000 D= 207.17 T= 0.00

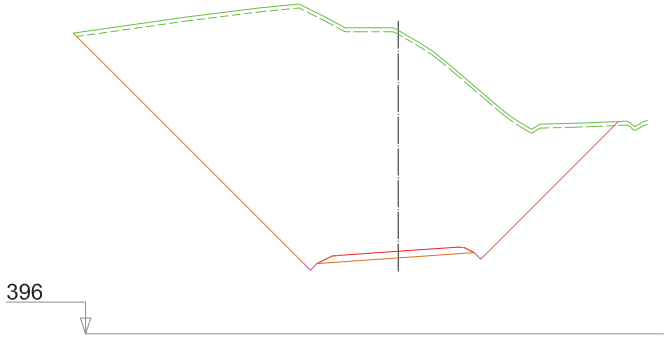


PK= 3+160.000 D= 281.32 T= 0.00

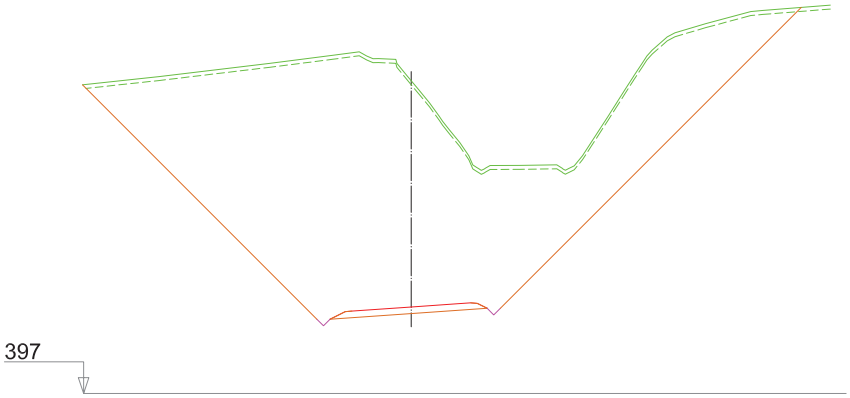
UNIVERSIDAD DE JAÉN ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA	DEPARTAMENTO: INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA	REDACTOR: JAVIER DIÁNEZ GARCÍA	ASIGNATURA: TRABAJO FIN DE GRADO	TÍTULO PROYECTO: ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DE P.K 2 AL P.K. 6	Nº DE ANEJO: DOCUMENTO Nº2 HOJA 6 DE 22	DESIGNACIÓN PLANO: PERFILES TRANSVERSALES ESCALA: H:200 V:200	FECHA: JUNIO 2015 Nº PÁGINA: 28



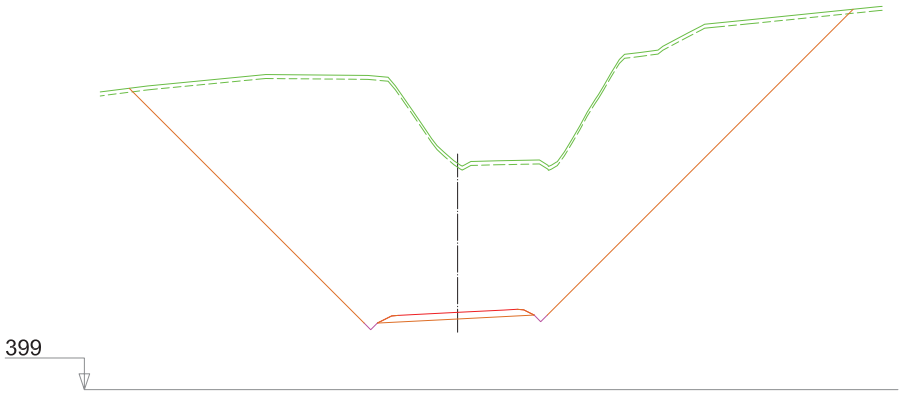
PK= 3+180.000 D= 361.10 T= 0.00



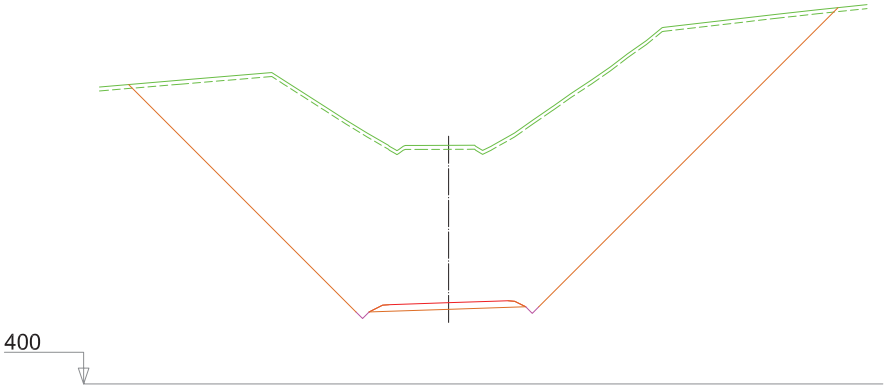
PK= 3+200.000 D= 429.93 T= 0.00



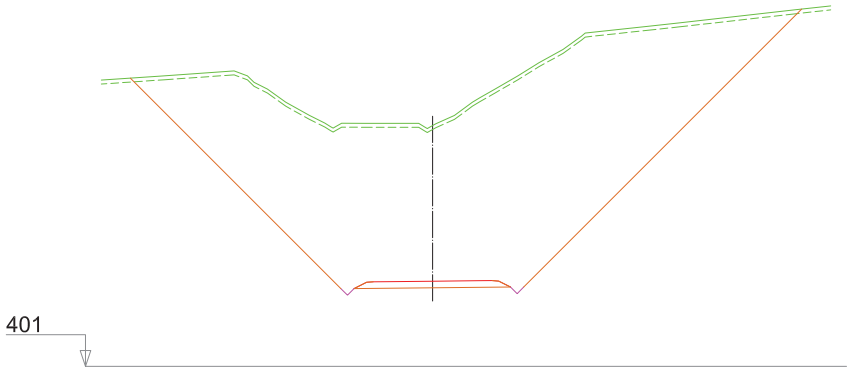
PK= 3+220.000 D= 523.32 T= 0.00



PK= 3+240.000 D= 548.86 T= 0.00

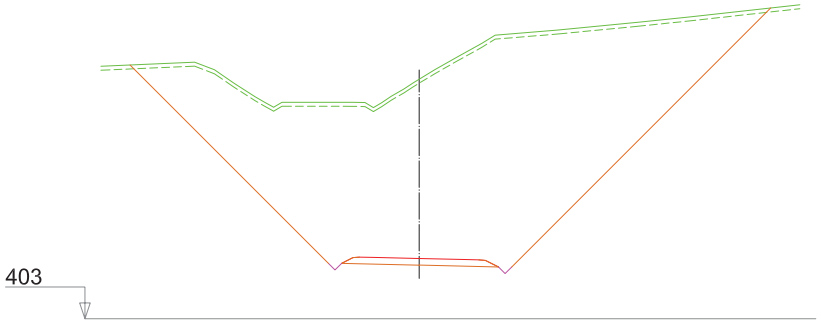


PK= 3+260.000 D= 509.17 T= 0.00

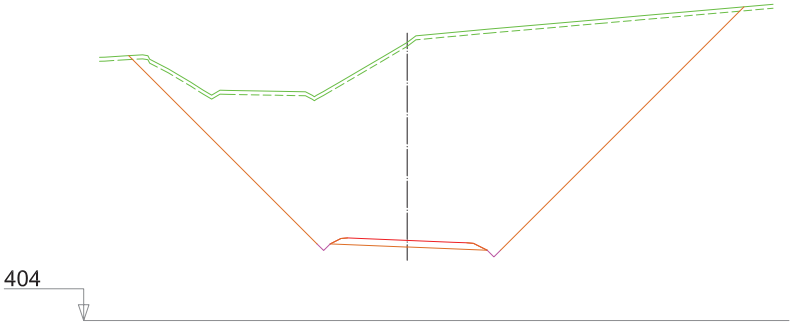


PK= 3+280.000 D= 475.90 T= 0.00

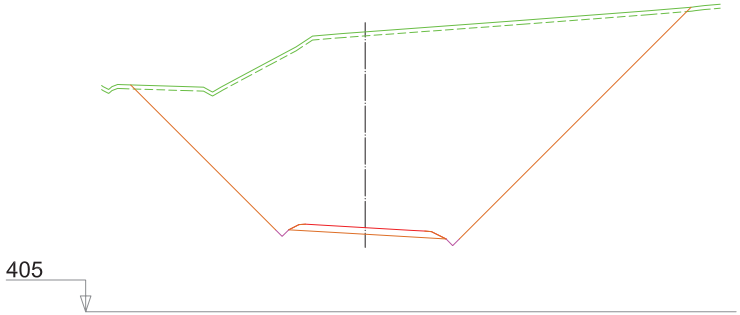
UNIVERSIDAD DE JAÉN ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA	DEPARTAMENTO: INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA	REDACTOR: JAVIER DIÁNEZ GARCÍA	ASIGNATURA: TRABAJO FIN DE GRADO	TÍTULO PROYECTO: ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DE P.K 2 AL P.K. 6	Nº DE ANEJO: DOCUMENTO Nº2 HOJA 7 DE 22	DESIGNACIÓN PLANO: PERFILES TRANSVERSALES ESCALA: H:200 V:200	FECHA: JUNIO 2015 Nº PÁGINA: 29



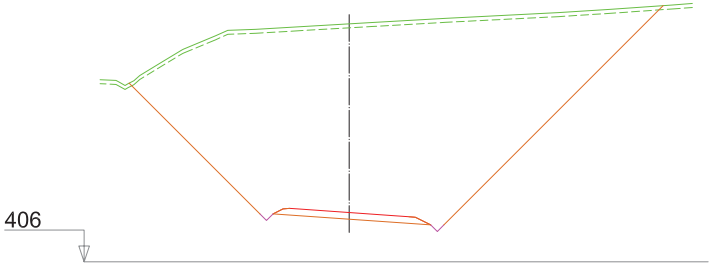
PK= 3+300.000 D= 447.14 T= 0.00



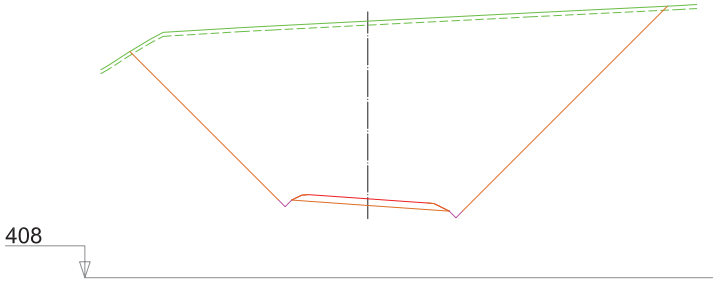
PK= 3+320.000 D= 416.17 T= 0.00



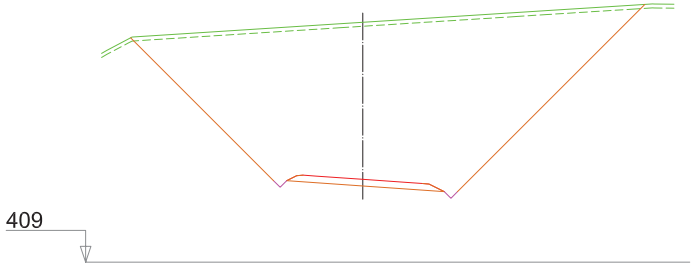
PK= 3+340.000 D= 398.33 T= 0.00



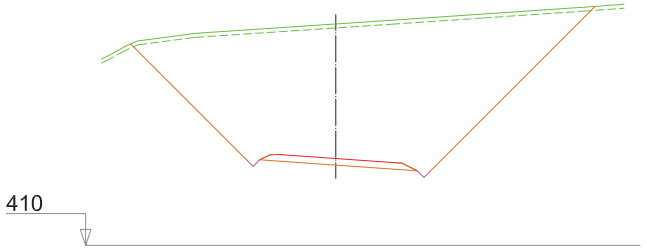
PK= 3+360.000 D= 393.68 T= 0.00



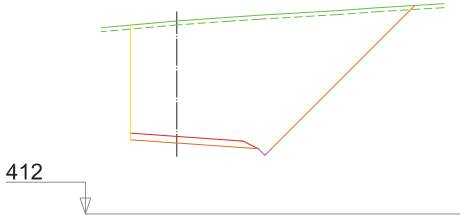
PK= 3+380.000 D= 373.44 T= 0.00



PK= 3+400.000 D= 315.21 T= 0.00

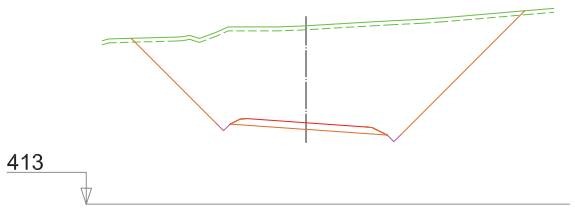


PK= 3+420.000 D= 252.96 T= 0.00

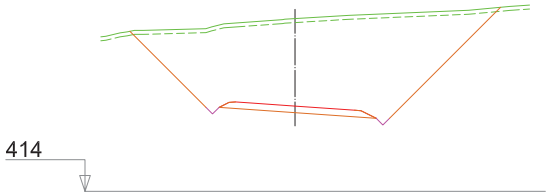


PK= 3+440.000 D= 146.60 T= 0.00

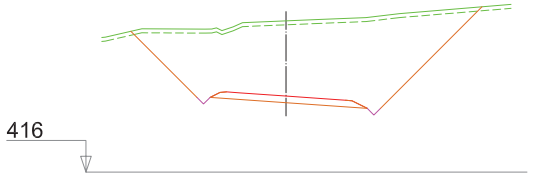
UNIVERSIDAD DE JAÉN ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA	DEPARTAMENTO: **INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA**	REDACTOR: **JAVIER DIÁNEZ GARCÍA**	ASIGNATURA: **TRABAJO FIN DE GRADO**	TÍTULO PROYECTO: **ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DE P.K 2 AL P.K. 6**	Nº DE ANEJO: **DOCUMENTO Nº2** HOJA **8** DE **22**	DESIGNACIÓN PLANO: **PERFILES TRANSVERSALES** ESCALA: **H:200 V:200** 10m 5m 0m FORMATO ORIGINAL: UNE A1 0m 10m 20m 30m	FECHA: **JUNIO 2015** Nº PÁGINA: **30**



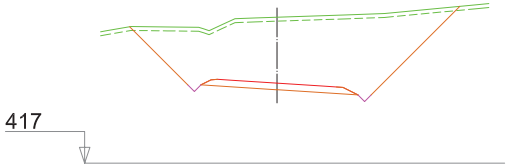
PK= 3+460.000 D= 163.11 T= 0.00



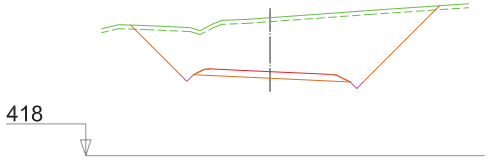
PK= 3+480.000 D= 140.40 T= 0.00



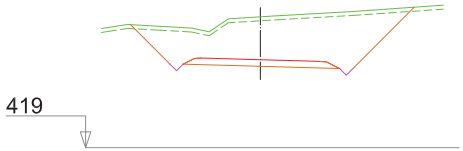
PK= 3+500.000 D= 117.61 T= 0.00



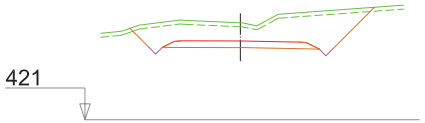
PK= 3+520.000 D= 97.37 T= 0.00



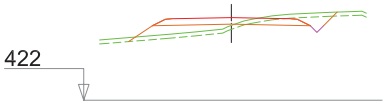
PK= 3+540.000 D= 78.48 T= 0.00



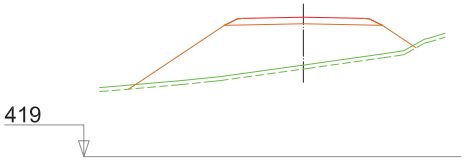
PK= 3+560.000 D= 57.92 T= 0.00



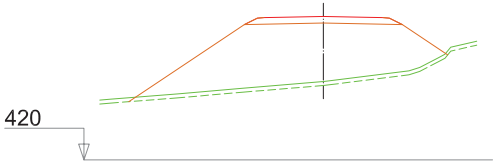
PK= 3+580.000 D= 31.62 T= 0.00



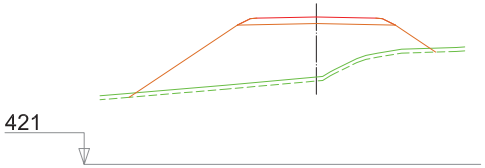
PK= 3+600.000 D= 3.13 T= 6.11



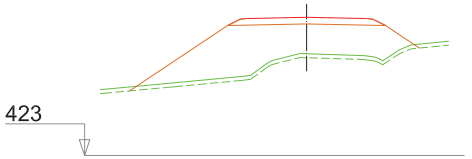
PK= 3+620.000 D= 0.00 T= 58.84



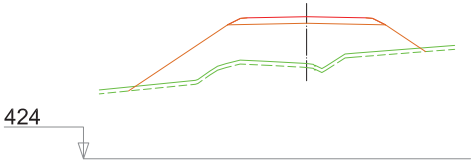
PK= 3+640.000 D= 0.00 T= 84.79



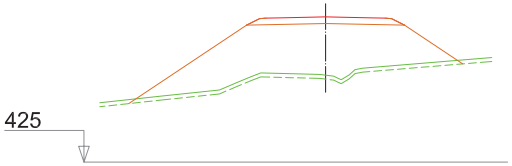
PK= 3+660.000 D= 0.00 T= 68.70



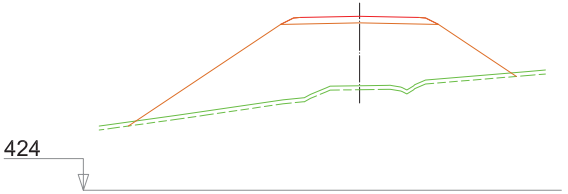
PK= 3+680.000 D= 0.00 T= 55.01



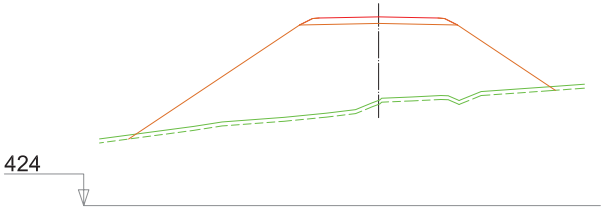
PK= 3+700.000 D= 0.00 T= 53.70



PK= 3+720.000 D= 0.00 T= 75.78

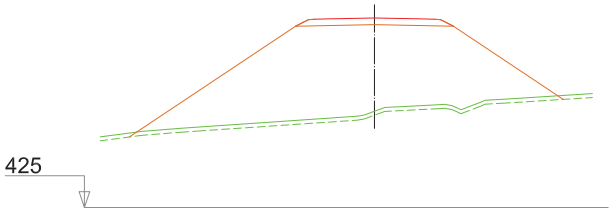


PK= 3+740.000 D= 0.00 T= 109.89

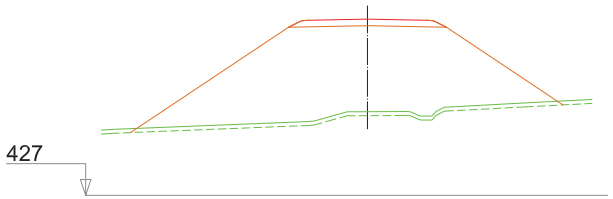


PK= 3+760.000 D= 0.00 T= 141.75

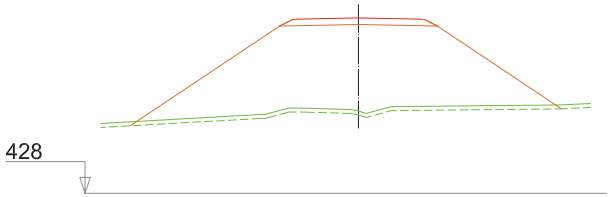
UNIVERSIDAD DE JAÉN ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA	DEPARTAMENTO: INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA	REDACTOR: JAVIER DIÁNEZ GARCÍA	ASIGNATURA: TRABAJO FIN DE GRADO	TÍTULO PROYECTO: ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DE P.K 2 AL P.K. 6	Nº DE ANEJO: DOCUMENTO Nº2 HOJA 9 DE 22	DESIGNACIÓN PLANO: PERFILES TRANSVERSALES ESCALA: H:200 V:200	FECHA: JUNIO 2015 Nº PÁGINA: 31



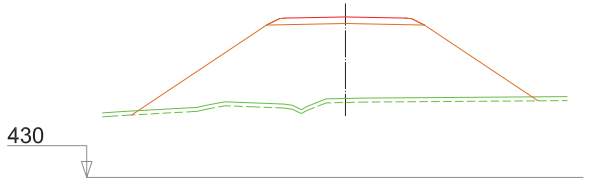
PK= 3+780.000 D= 0.00 T= 154.20



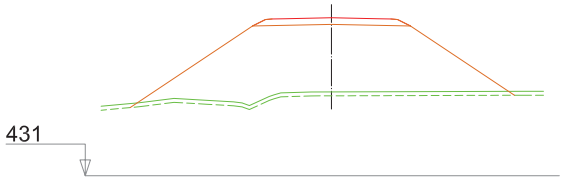
PK= 3+800.000 D= 0.00 T= 156.16



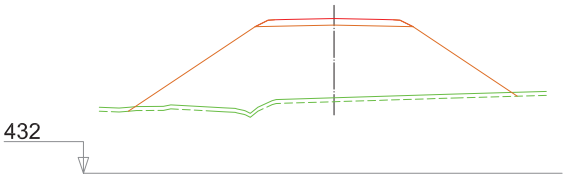
PK= 3+820.000 D= 0.00 T= 147.85



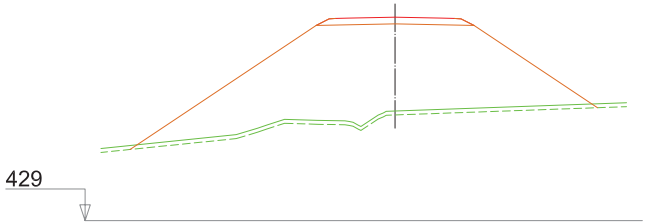
PK= 3+840.000 D= 0.00 T= 128.61



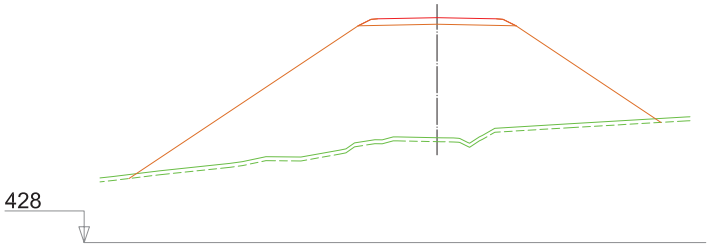
PK= 3+860.000 D= 0.00 T= 112.55



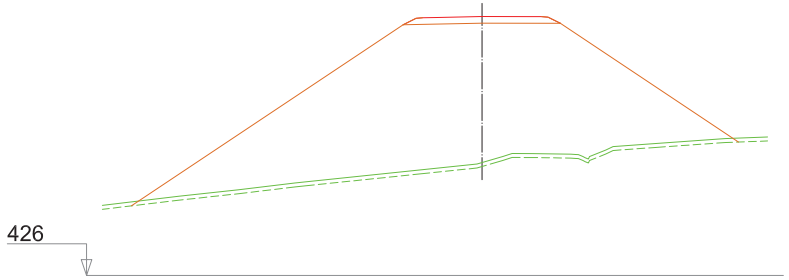
PK= 3+880.000 D= 0.00 T= 121.39



PK= 3+900.000 D= 0.00 T= 168.77

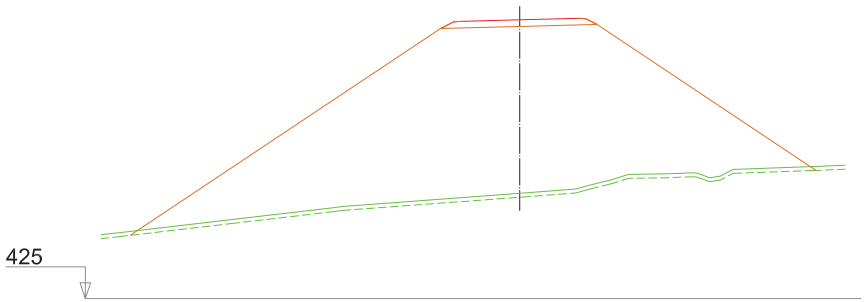


PK= 3+920.000 D= 0.00 T= 231.05

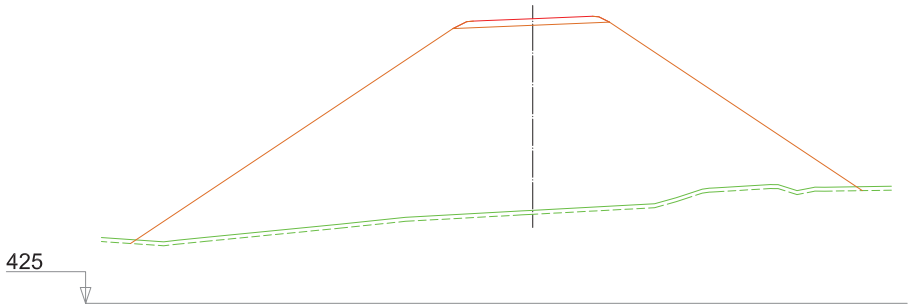


PK= 3+940.000 D= 0.00 T= 313.08

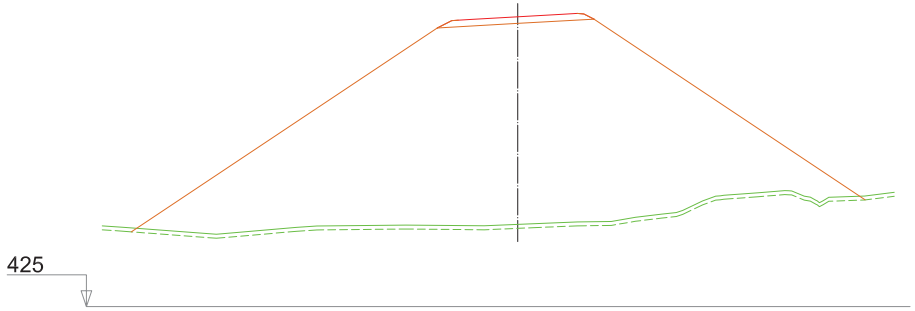
UNIVERSIDAD DE JAÉN ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA	DEPARTAMENTO: **INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA**	REDACTOR: **JAVIER DIÁNEZ GARCÍA**	ASIGNATURA: **TRABAJO FIN DE GRADO**	TÍTULO PROYECTO: **ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DE P.K 2 AL P.K. 6**	Nº DE ANEJO: **DOCUMENTO Nº2** HOJA **10** DE **22**	DESIGNACIÓN PLANO: **PERFILES TRANSVERSALES** ESCALA: **H:200 V:200**	FECHA: **JUNIO 2015** Nº PÁGINA: **32**



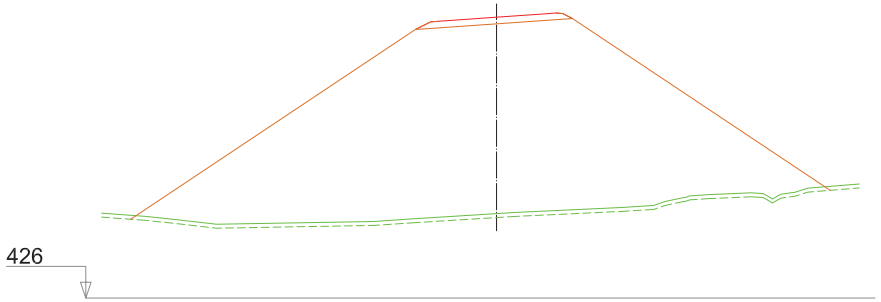
PK= 3+960.000 D= 0.00 T= 404.30



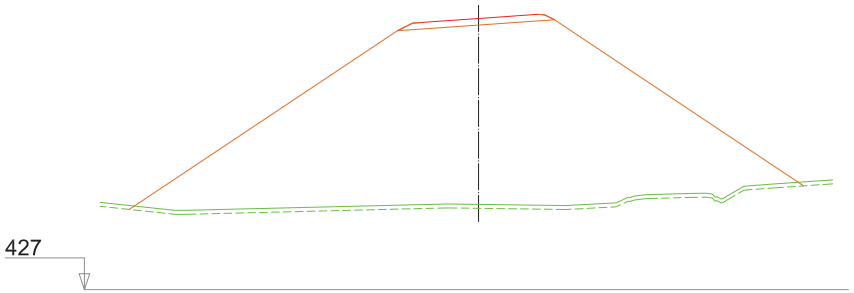
PK= 3+980.000 D= 0.00 T= 476.50



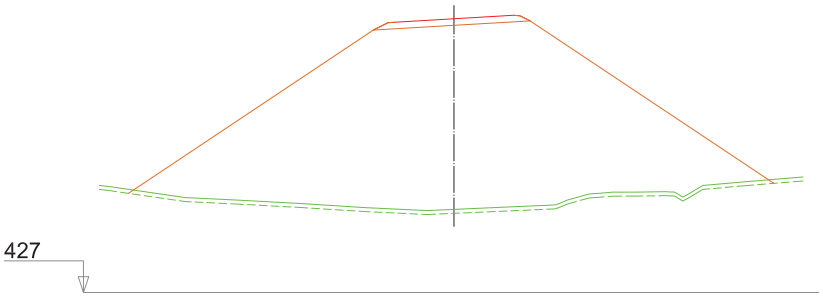
PK= 4+000.000 D= 0.00 T= 513.86



PK= 4+020.000 D= 0.00 T= 482.79

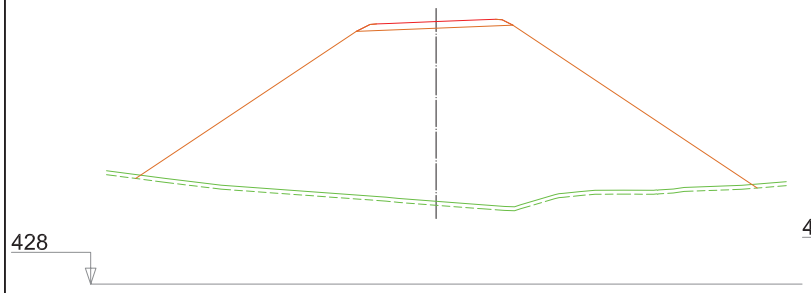


PK= 4+040.000 D= 0.00 T= 442.03

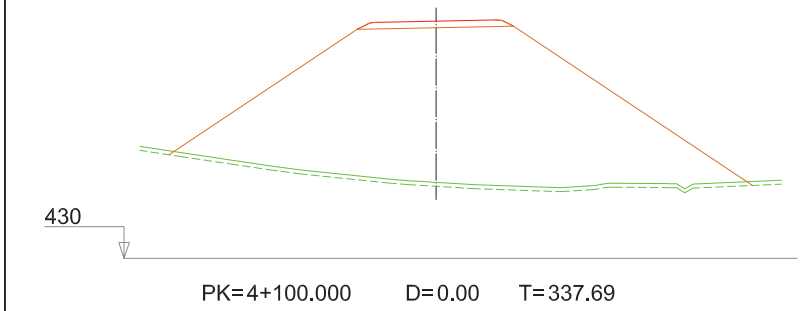


PK= 4+060.000 D= 0.00 T= 428.93

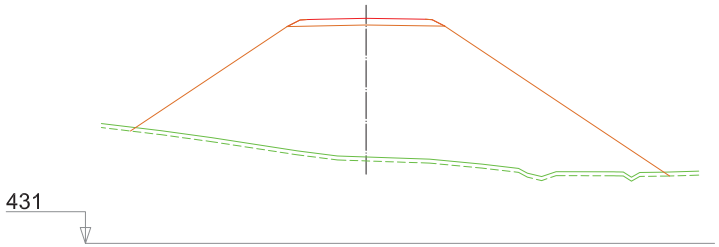
UNIVERSIDAD DE JAÉN ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA	DEPARTAMENTO: **INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA**	REDACTOR: **JAVIER DIÁNEZ GARCÍA**	ASIGNATURA: **TRABAJO FIN DE GRADO**	TÍTULO PROYECTO: **ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DE P.K 2 AL P.K. 6**	Nº DE ANEJO: **DOCUMENTO Nº2** HOJA **11** DE **22**	DESIGNACIÓN PLANO: **PERFILES TRANSVERSALES** ESCALA: **H:200 V:200**	FECHA: **JUNIO 2015** Nº PÁGINA: **33**



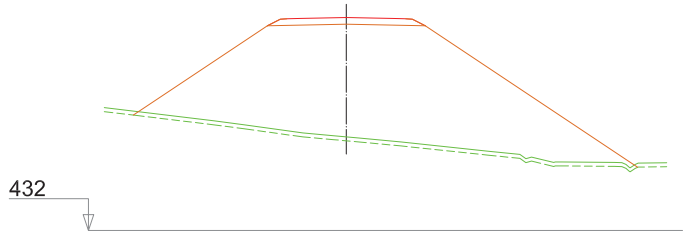
PK=4+080.000 D=0.00 T=390.65



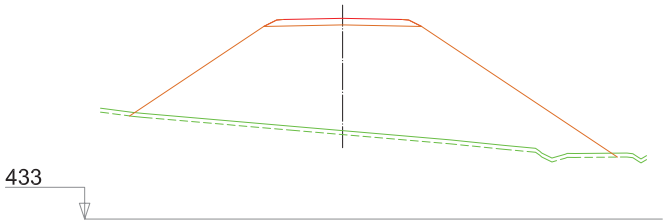
PK=4+100.000 D=0.00 T=337.69



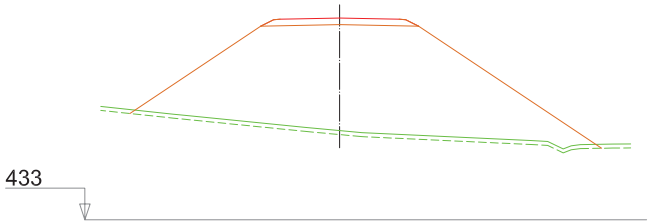
PK=4+120.000 D=0.00 T=272.02



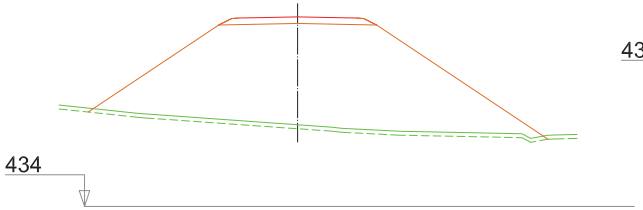
PK=4+140.000 D=0.00 T=222.96



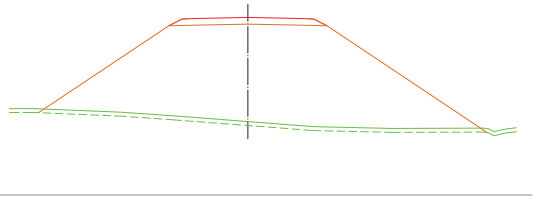
PK=4+160.000 D=0.00 T=204.52



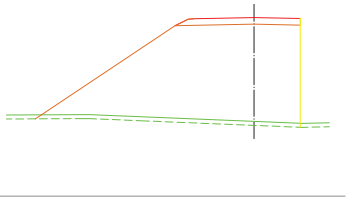
PK=4+180.000 D=0.00 T=196.10



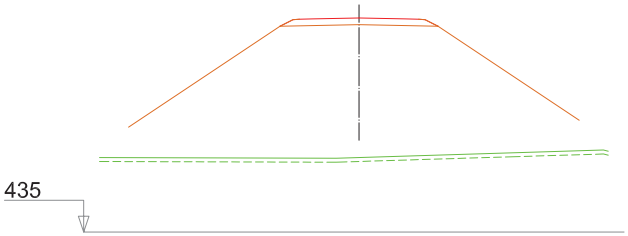
PK=4+200.000 D=0.00 T=185.45



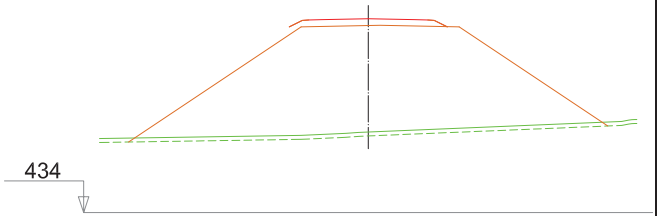
PK=4+220.000 D=0.00 T=174.47



PK=4+240.000 D=0.00 T=109.67

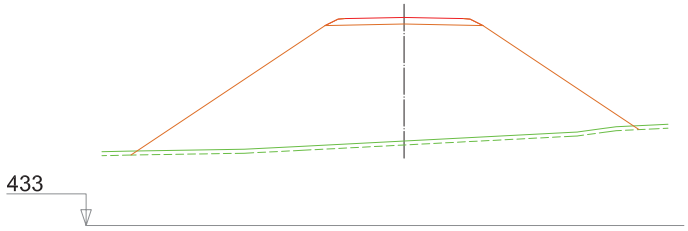


PK=4+260.000 D=0.00 T=175.60

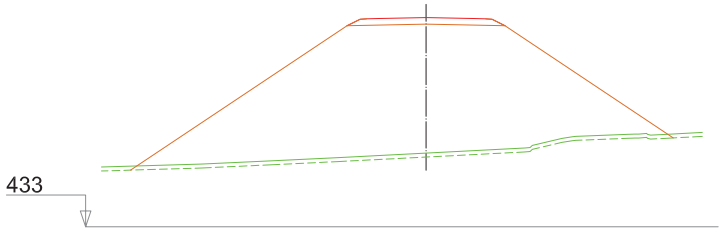


PK=4+280.000 D=0.00 T=199.60

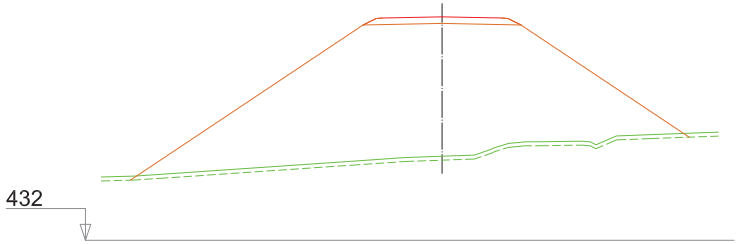
UNIVERSIDAD DE JAÉN ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA	DEPARTAMENTO: INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA	REDACTOR: JAVIER DIÁNEZ GARCÍA	ASIGNATURA: TRABAJO FIN DE GRADO	TÍTULO PROYECTO: ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DE P.K 2 AL P.K. 6	Nº DE ANEJO: DOCUMENTO Nº2 HOJA 12 DE 22	DESIGNACIÓN PLANO: PERFILES TRANSVERSALES ESCALA: H:200 V:200	FECHA: JUNIO 2015 Nº PÁGINA: 34



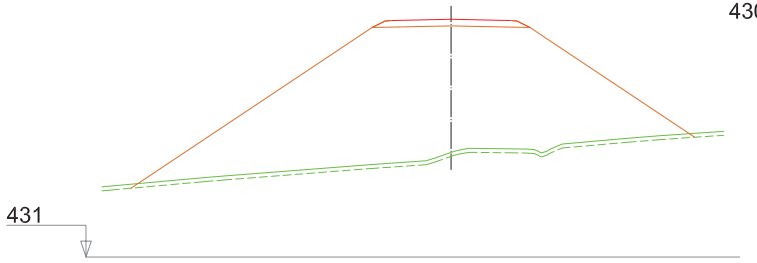
PK=4+300.000 D=0.00 T=230.63



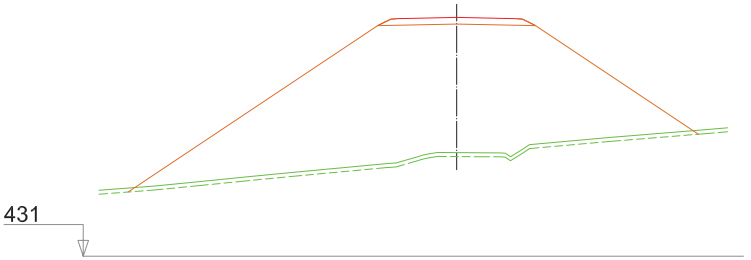
PK=4+320.000 D=0.00 T=262.56



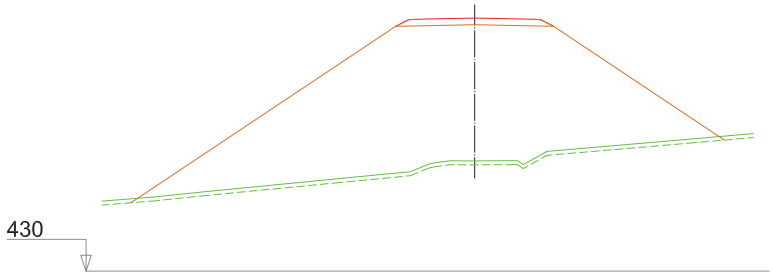
PK=4+340.000 D=0.00 T=273.80



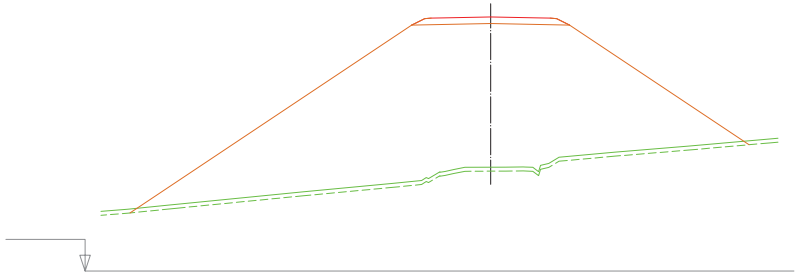
PK=4+360.000 D=0.00 T=275.28



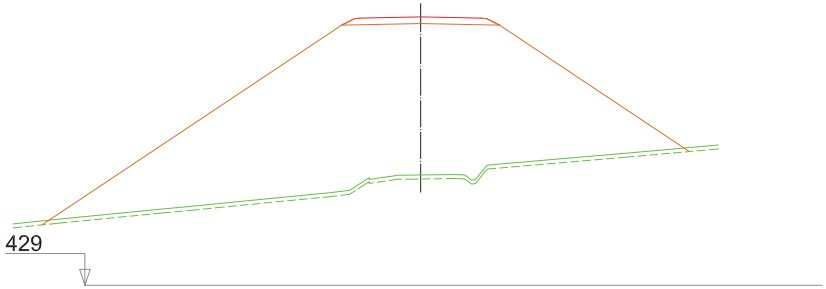
PK=4+380.000 D=0.00 T=280.44



PK=4+400.000 D=0.00 T=304.89

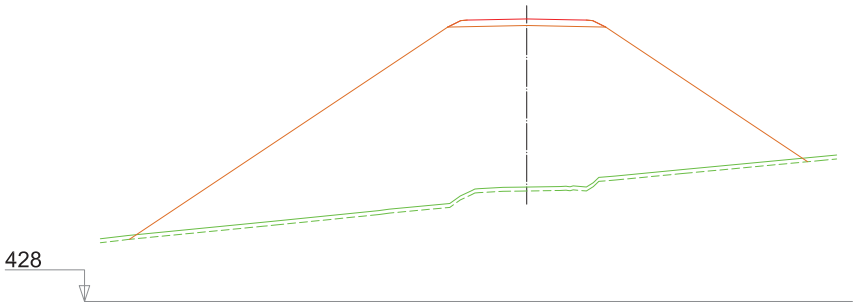


PK=4+420.000 D=0.00 T=332.63

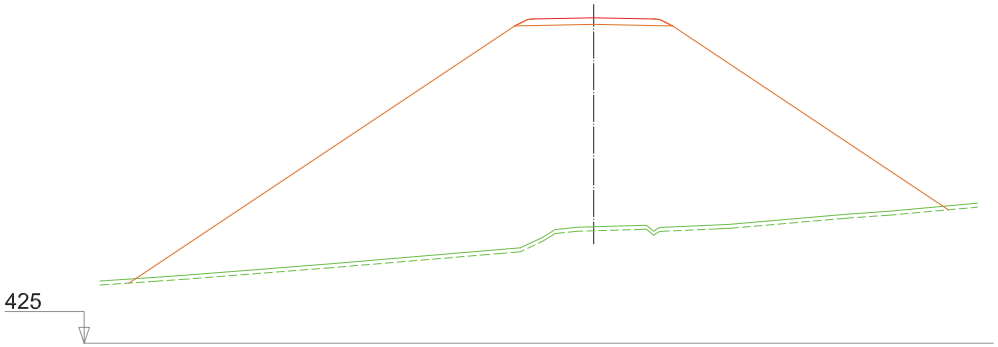


PK=4+440.000 D=0.00 T=365.44

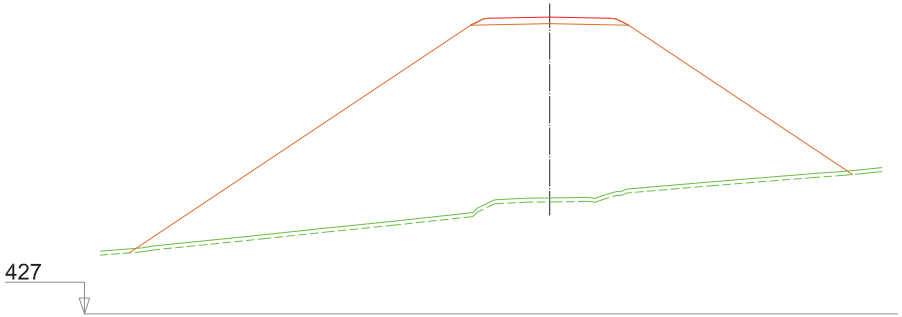
UNIVERSIDAD DE JAÉN ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA	DEPARTAMENTO: **INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA**	REDACTOR: **JAVIER DIÁNEZ GARCÍA**	ASIGNATURA: **TRABAJO FIN DE GRADO**	TÍTULO PROYECTO: **ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DE P.K 2 AL P.K. 6**	Nº DE ANEJO: **DOCUMENTO Nº2** HOJA **13** DE **22**	DESIGNACIÓN PLANO: **PERFILES TRANSVERSALES** ESCALA: **H:200 V:200**	FECHA: **JUNIO 2015** Nº PÁGINA: **35**



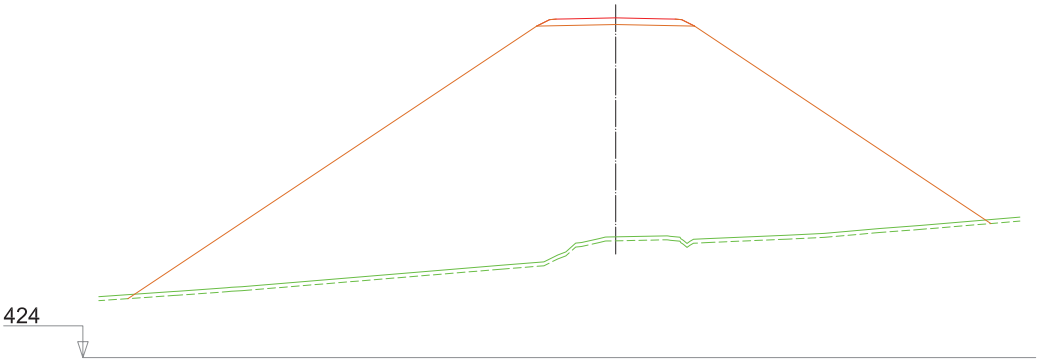
PK=4+460.000 D=0.00 T=403.64



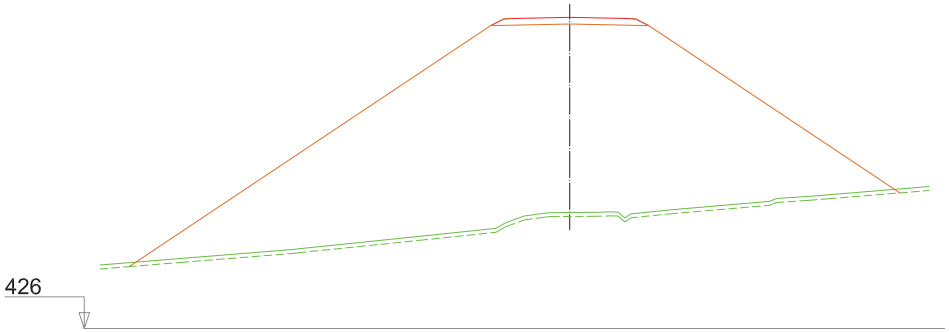
PK=4+520.000 D=0.00 T=604.00



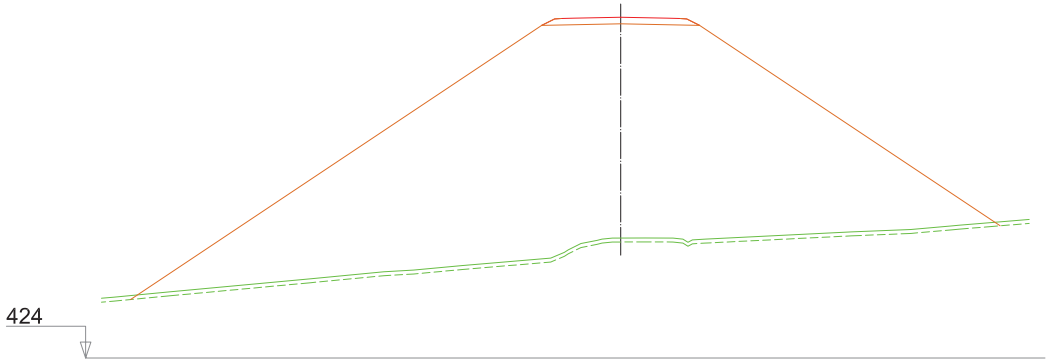
PK=4+480.000 D=0.00 T=456.00



PK=4+540.000 D=0.00 T=669.41

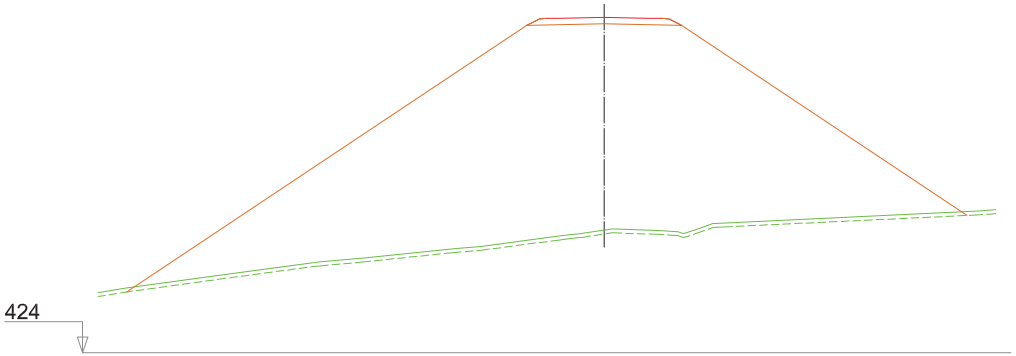


PK=4+500.000 D=0.00 T=529.47

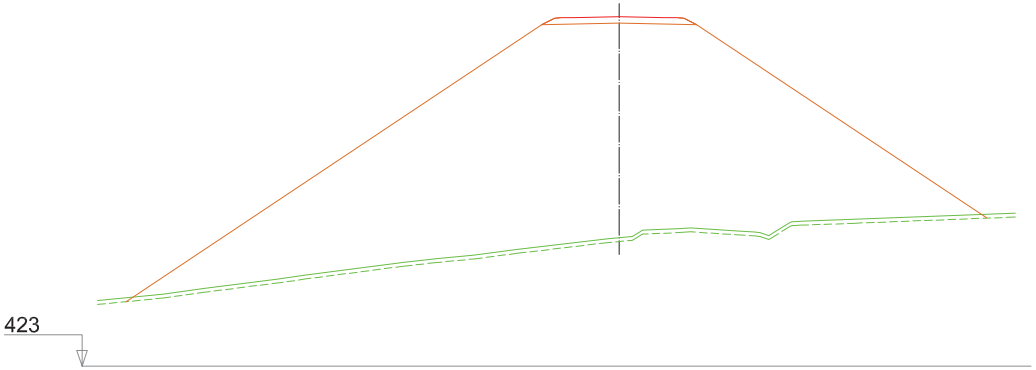


PK=4+560.000 D=0.00 T=668.98

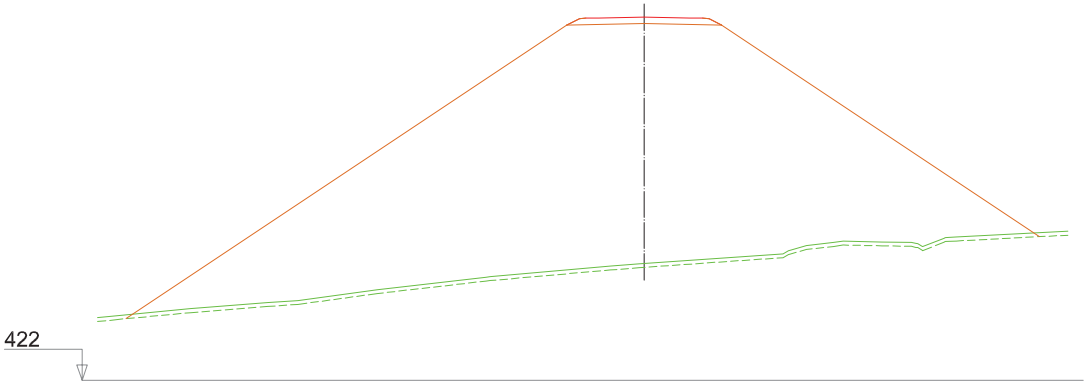
UNIVERSIDAD DE JAÉN ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA	DEPARTAMENTO: **INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA**	REDACTOR: **JAVIER DIÁNEZ GARCÍA**	ASIGNATURA: **TRABAJO FIN DE GRADO**	TÍTULO PROYECTO: **ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DE P.K 2 AL P.K. 6**	Nº DE ANEJO: **DOCUMENTO Nº2** HOJA **14** DE **22**	DESIGNACIÓN PLANO: **PERFILES TRANSVERSALES** ESCALA: **H:200 V:200** 10m 5m 0m 0m 10m 20m 30m FORMATO ORIGINAL: UNE A1	FECHA: **JUNIO 2015** Nº PÁGINA: **36**



PK= 4+580.000 D= 0.00 T= 626.94

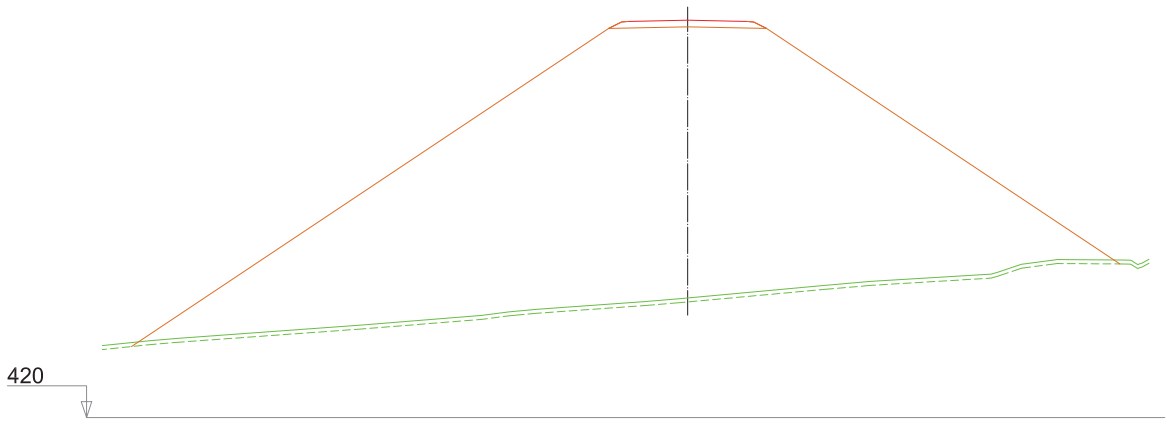


PK= 4+600.000 D= 0.00 T= 658.75

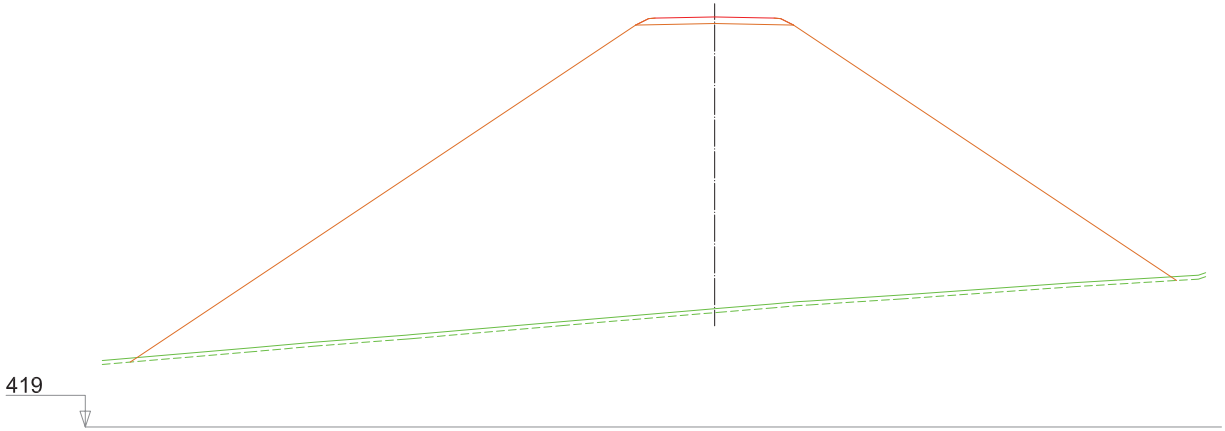


PK= 4+620.000 D= 0.00 T= 772.39

UNIVERSIDAD DE JAÉN ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA	DEPARTAMENTO: **INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA**	REDACTOR: **JAVIER DIÁNEZ GARCÍA**	ASIGNATURA: **TRABAJO FIN DE GRADO**	TÍTULO PROYECTO: **ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DE P.K 2 AL P.K. 6**	Nº DE ANEJO: **DOCUMENTO Nº2** HOJA **15** DE **22**	DESIGNACIÓN PLANO: **PERFILES TRANSVERSALES** ESCALA: **H:200 V:200**	FECHA: **JUNIO 2015** Nº PÁGINA: **37**

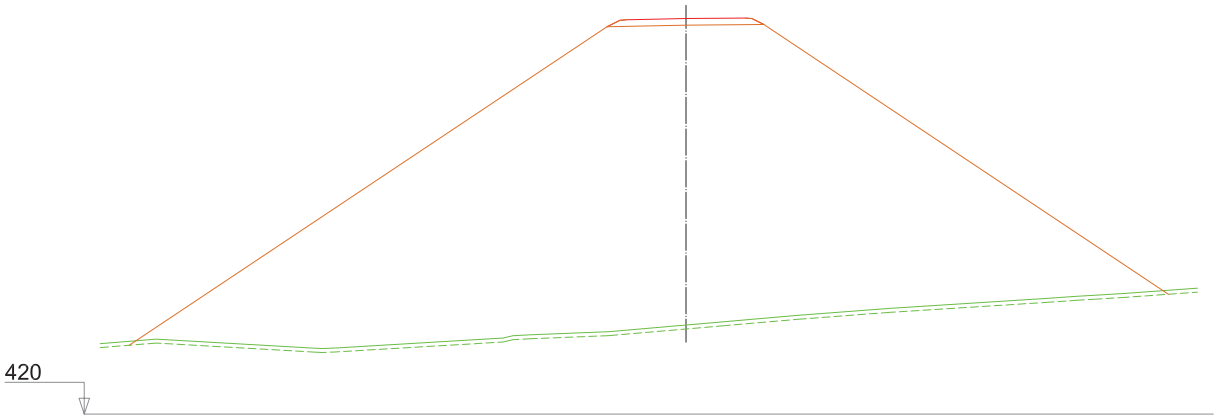


PK=4+640.000 D=0.00 T=899.75

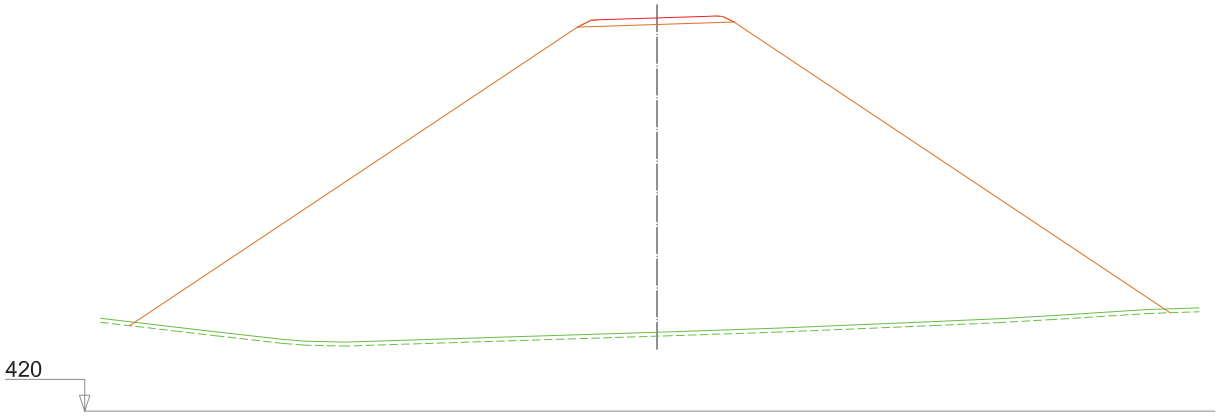


PK=4+660.000 D=0.00 T=995.43

UNIVERSIDAD DE JAÉN ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA	DEPARTAMENTO: **INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA**	REDACTOR: **JAVIER DIÁNEZ GARCÍA**	ASIGNATURA: **TRABAJO FIN DE GRADO**	TÍTULO PROYECTO: **ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DE P.K 2 AL P.K. 6**	Nº DE ANEJO: **DOCUMENTO Nº2** HOJA **16** DE **22**	DESIGNACIÓN PLANO: **PERFILES TRANSVERSALES** ESCALA: **H:200** **V:200** 10m 5m 0m FORMATO ORIGINAL: UNE A1 0m 10m 20m 30m	FECHA: **JUNIO 2015** Nº PÁGINA: **38**

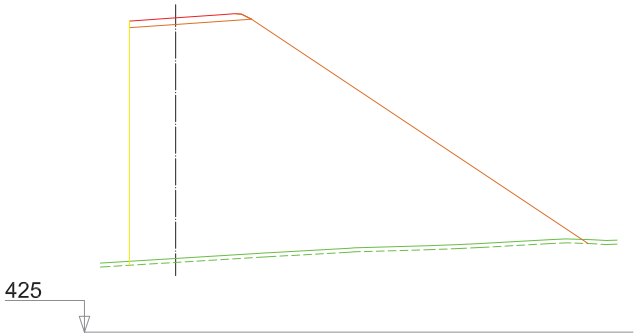


PK= 4+680.000 D= 0.00 T= 1,052.76

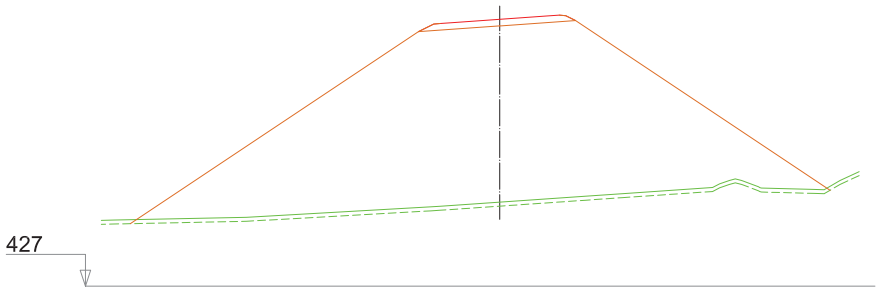


PK= 4+700.000 D= 0.00 T= 1,090.55

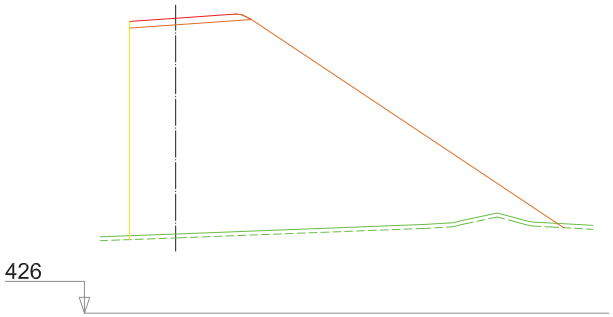
UNIVERSIDAD DE JAÉN ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA	DEPARTAMENTO: **INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA**	REDACTOR: **JAVIER DIÁNEZ GARCÍA**	ASIGNATURA: **TRABAJO FIN DE GRADO**	TÍTULO PROYECTO: **ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DE P.K 2 AL P.K. 6**	Nº DE ANEJO: **DOCUMENTO Nº2** HOJA **17** DE **22**	DESIGNACIÓN PLANO: **PERFILES TRANSVERSALES** ESCALA: **H:200** **V:200** 10m 5m 0m FORMATO ORIGINAL: UNE A1 0m 10m 20m 30m	FECHA: **JUNIO 2015** Nº PÁGINA: **39**



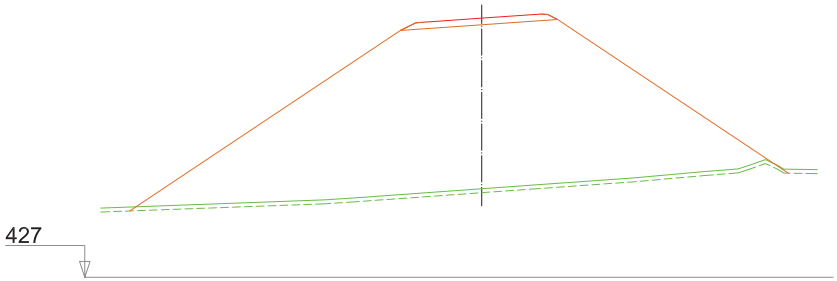
PK=4+760.000 D=0.00 T=408.20



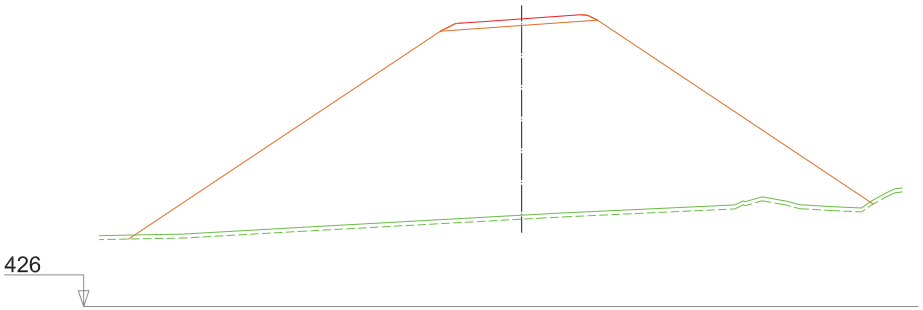
PK=4+820.000 D=0.00 T=439.48



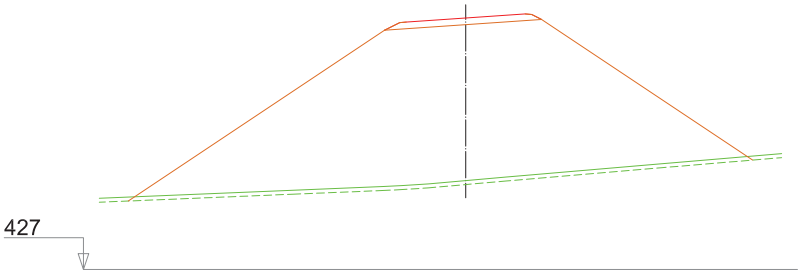
PK=4+780.000 D=0.00 T=347.02



PK=4+840.000 D=0.00 T=388.83

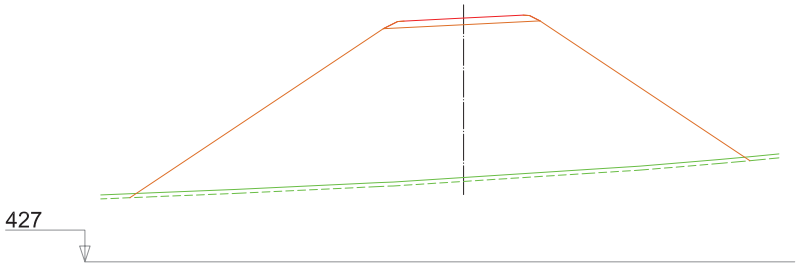


PK=4+800.000 D=0.00 T=500.33

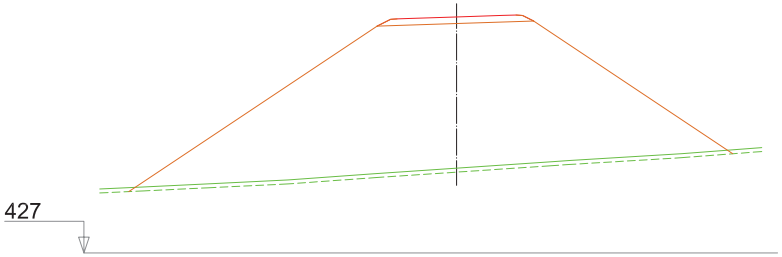


PK=4+860.000 D=0.00 T=355.74

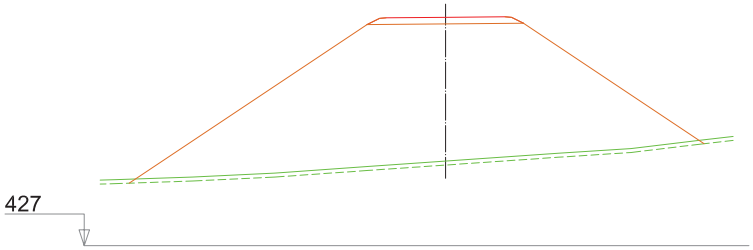
UNIVERSIDAD DE JAÉN ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA	DEPARTAMENTO: **INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA**	REDACTOR: **JAVIER DIÁNEZ GARCÍA**	ASIGNATURA: **TRABAJO FIN DE GRADO**	TÍTULO PROYECTO: **ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DE P.K 2 AL P.K. 6**	Nº DE ANEJO: **DOCUMENTO Nº2** HOJA **18** DE **22**	DESIGNACIÓN PLANO: **PERFILES TRANSVERSALES** ESCALA: **H:200 V:200**	FECHA: **JUNIO 2015** Nº PÁGINA: **40**



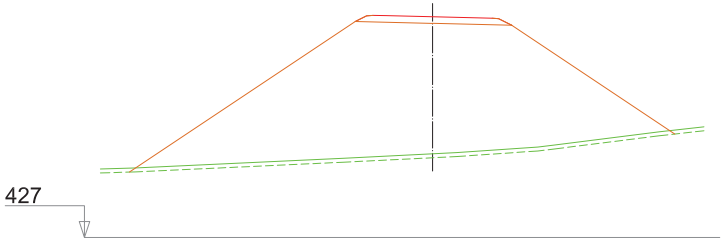
PK=4+880.000 D=0.00 T=349.00



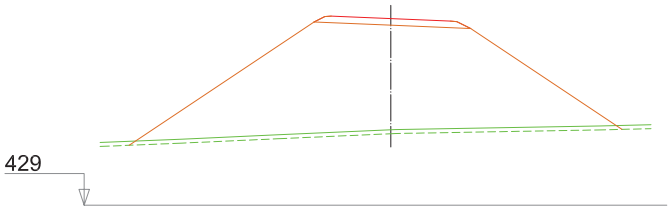
PK=4+900.000 D=0.00 T=324.99



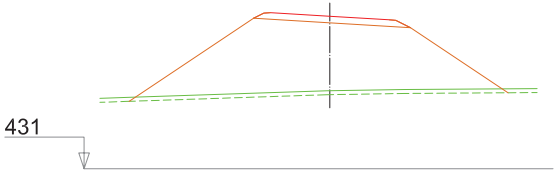
PK=4+920.000 D=0.00 T=299.03



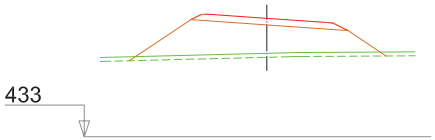
PK=4+940.000 D=0.00 T=271.63



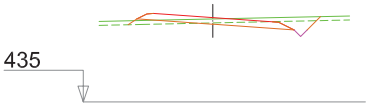
PK=4+960.000 D=0.00 T=204.28



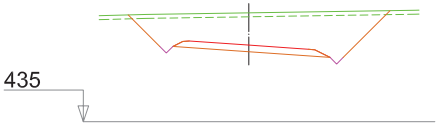
PK=4+980.000 D=0.00 T=111.58



PK=5+000.000 D=0.00 T=38.99

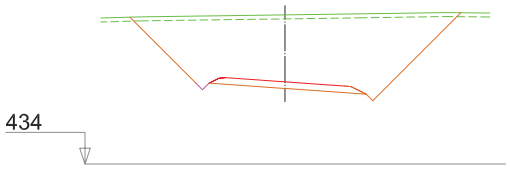


PK=5+020.000 D=3.48 T=1.16

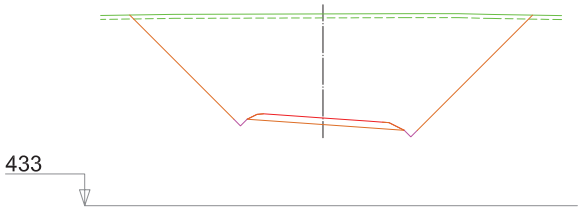


PK=5+040.000 D=44.66 T=0.00

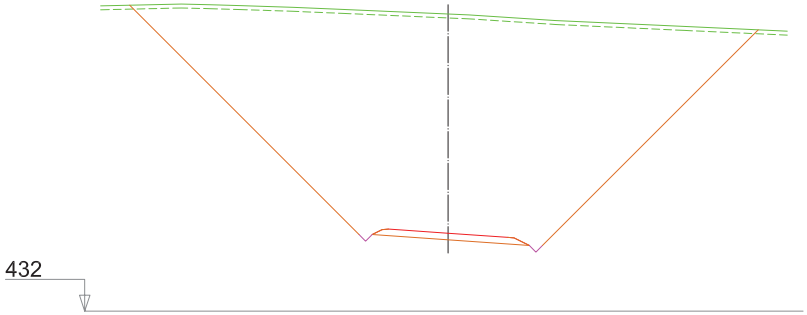
UNIVERSIDAD DE JAÉN ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA	DEPARTAMENTO: INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA	REDACTOR: JAVIER DIÁNEZ GARCÍA	ASIGNATURA: TRABAJO FIN DE GRADO	TÍTULO PROYECTO: ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DE P.K 2 AL P.K. 6	Nº DE ANEJO: DOCUMENTO Nº2 HOJA 19 DE 22	DESIGNACIÓN PLANO: PERFILES TRANSVERSALES ESCALA: H:200 V:200	FECHA: JUNIO 2015 Nº PÁGINA: 41



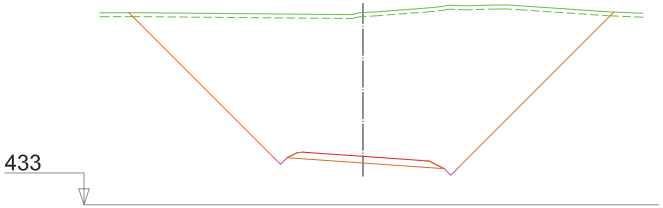
PK= 5+060.000 D= 101.88 T= 0.00



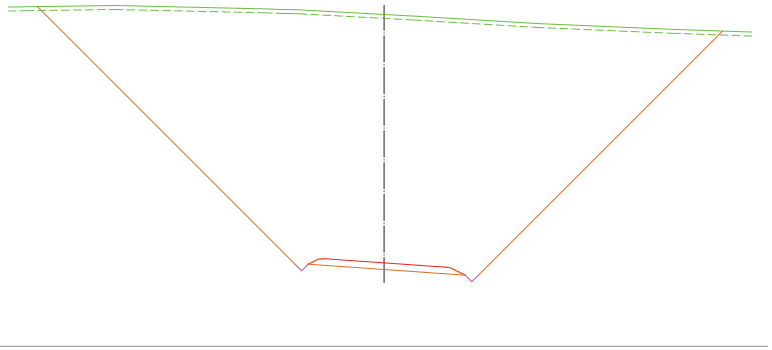
PK= 5+080.000 D= 177.64 T= 0.00



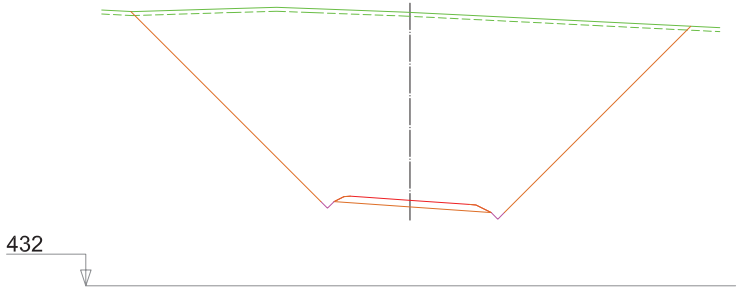
PK= 5+140.000 D= 512.77 T= 0.00



PK= 5+100.000 D= 282.25 T= 0.00

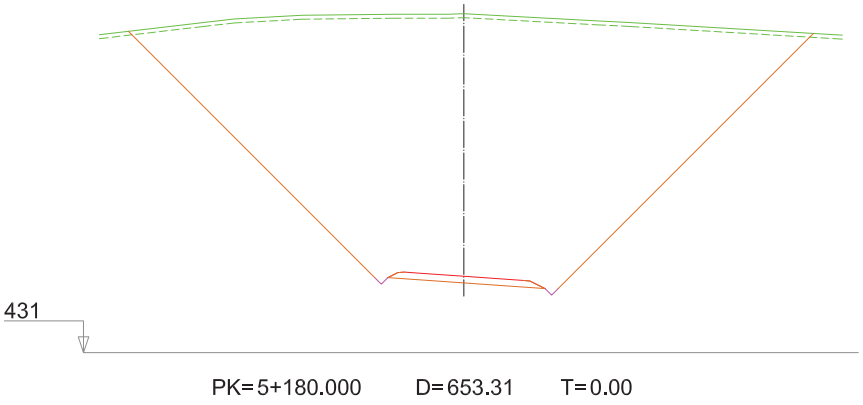


PK= 5+160.000 D= 620.93 T= 0.00

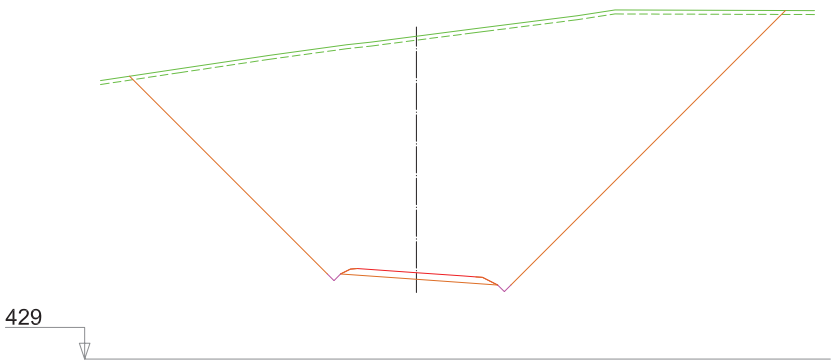


PK= 5+120.000 D= 402.77 T= 0.00

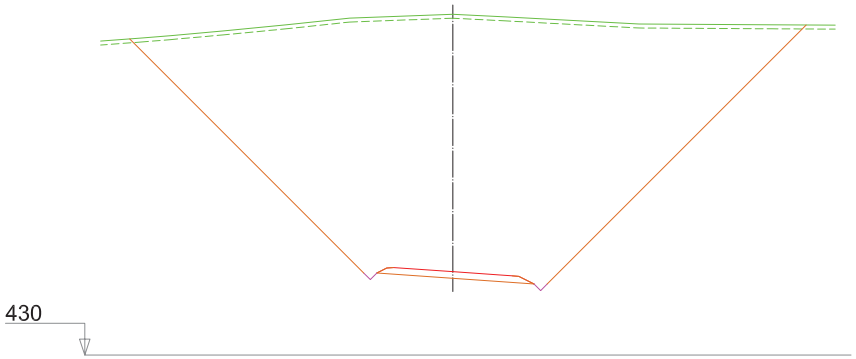
UNIVERSIDAD DE JAÉN ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA	DEPARTAMENTO: **INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA**	REDACTOR: **JAVIER DIÁNEZ GARCÍA**	ASIGNATURA: **TRABAJO FIN DE GRADO**	TÍTULO PROYECTO: **ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DE P.K 2 AL P.K. 6**	Nº DE ANEJO: **DOCUMENTO Nº2** HOJA **20** DE **22**	DESIGNACIÓN PLANO: **PERFILES TRANSVERSALES** ESCALA: **H:200** **V:200** 10m 5m 0m FORMATO ORIGINAL: UNE A1 0m 10m 20m 30m	FECHA: **JUNIO 2015** Nº PÁGINA: **42**



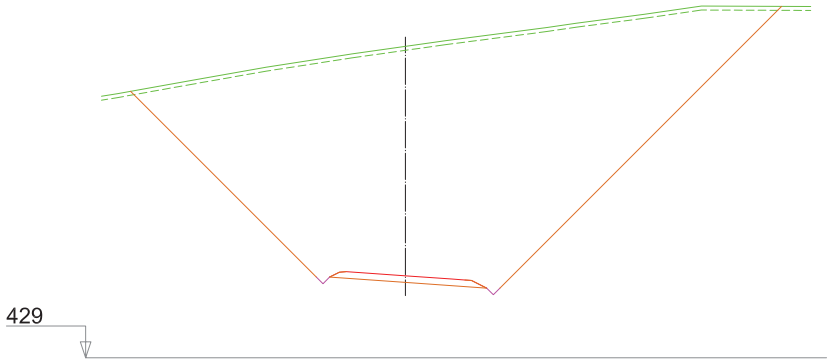
PK= 5+180.000 D= 653.31 T= 0.00



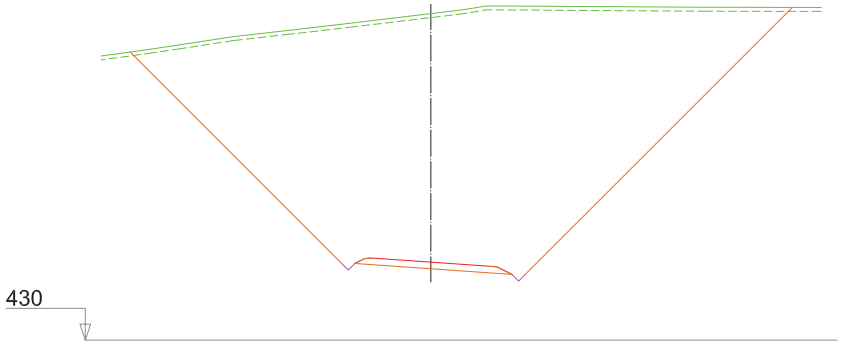
PK= 5+240.000 D= 577.13 T= 0.00



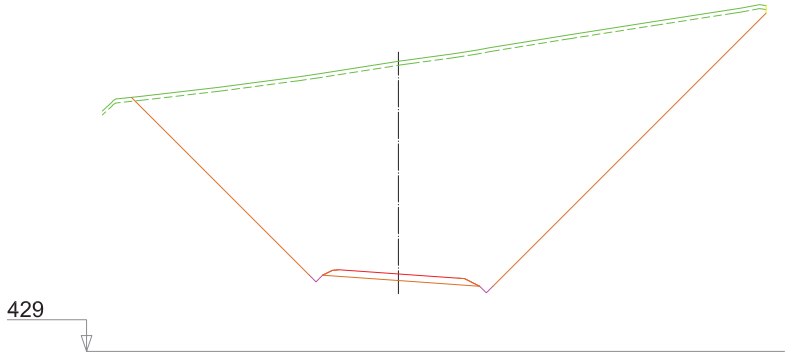
PK= 5+200.000 D= 624.62 T= 0.00



PK= 5+260.000 D= 556.13 T= 0.00

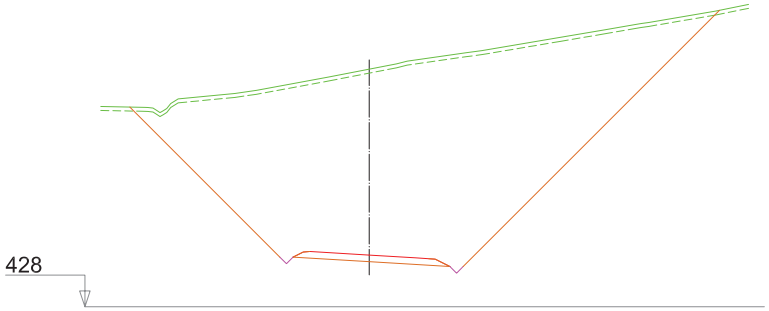


PK= 5+220.000 D= 601.21 T= 0.00

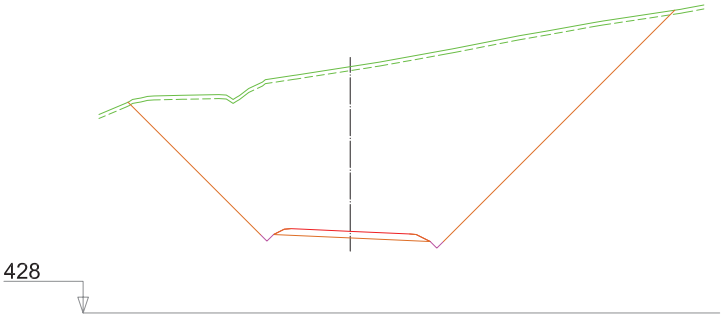


PK= 5+280.000 D= 506.76 T= 0.00

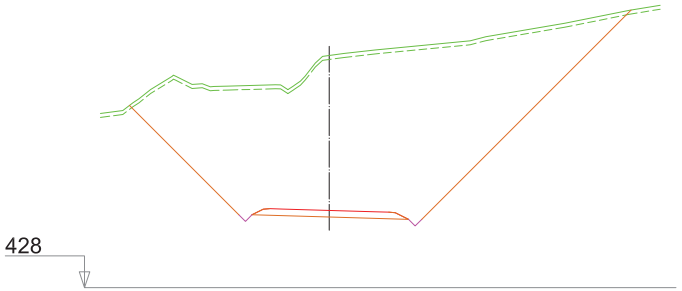
UNIVERSIDAD DE JAÉN ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA	DEPARTAMENTO: **INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA**	REDACTOR: **JAVIER DIÁNEZ GARCÍA**	ASIGNATURA: **TRABAJO FIN DE GRADO**	TÍTULO PROYECTO: **ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DE P.K 2 AL P.K. 6**	Nº DE ANEJO: **DOCUMENTO Nº2** HOJA **21** DE **22**	DESIGNACIÓN PLANO: **PERFILES TRANSVERSALES** ESCALA: **H:200 V:200**	FECHA: **JUNIO 2015** Nº PÁGINA: **43**



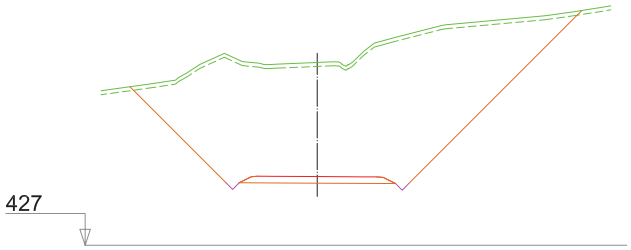
PK= 5+300.000 D= 414.24 T= 0.00



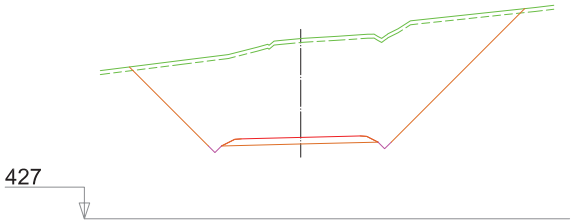
PK= 5+320.000 D= 349.90 T= 0.00



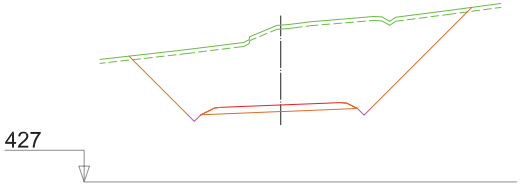
PK= 5+340.000 D= 296.86 T= 0.00



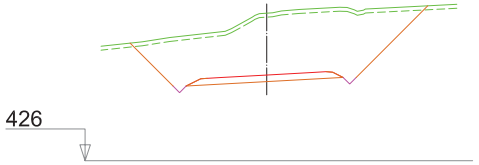
PK= 5+360.000 D= 232.12 T= 0.00



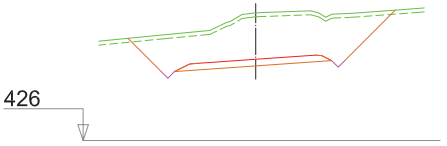
PK= 5+380.000 D= 164.09 T= 0.00



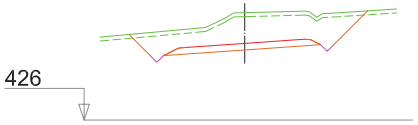
PK= 5+400.000 D= 114.62 T= 0.00



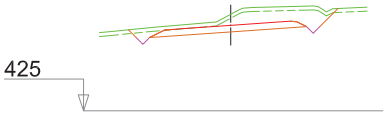
PK= 5+420.000 D= 79.73 T= 0.00



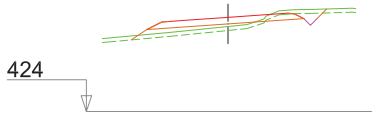
PK= 5+440.000 D= 53.52 T= 0.00



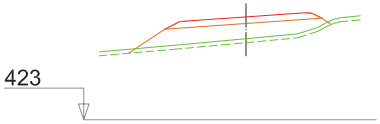
PK= 5+460.000 D= 32.46 T= 0.00



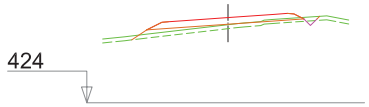
PK= 5+480.000 D= 13.81 T= 0.00



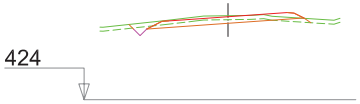
PK= 5+500.000 D= 1.80 T= 5.01



PK= 5+520.000 D= 0.00 T= 19.26



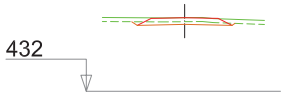
PK= 5+540.000 D= 0.12
T= 4.64



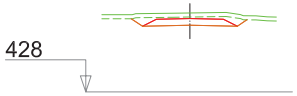
PK= 5+549.697 D= 2.78 T= 0.48

UNIVERSIDAD DE JAÉN ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA	DEPARTAMENTO: INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA	REDACTOR: JAVIER DIÁNEZ GARCÍA	ASIGNATURA: TRABAJO FIN DE GRADO	TÍTULO PROYECTO: ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DE P.K 2 AL P.K. 6	Nº DE ANEJO: DOCUMENTO Nº2 HOJA 22 DE 22	DESIGNACIÓN PLANO: PERFILES TRANSVERSALES ESCALA: H:200 V:200	FECHA: JUNIO 2015 Nº PÁGINA: 44

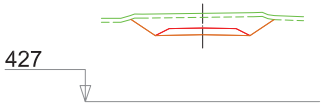
CAMINO 1



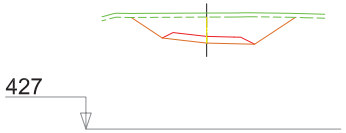
PK= 0+000.000 D= 1.57 T= 0.00



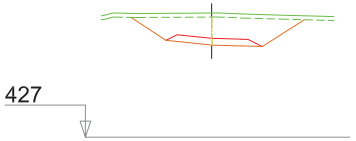
PK= 0+005.000 D= 5.05 T= 0.00



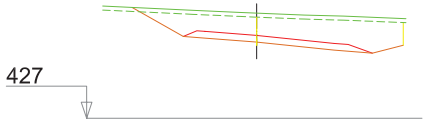
PK= 0+010.000 D= 12.05 T= 0.00



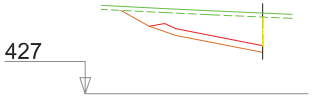
PK= 0+014.001 D= 20.04 T= 0.00



PK= 0+015.000 D= 16.80 T= 0.00

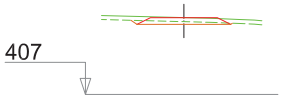


PK= 0+020.000 D= 29.28 T= 0.00

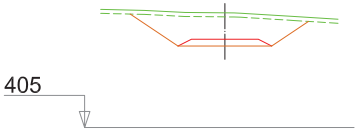


PK= 0+022.921 D= 13.74 T= 0.00

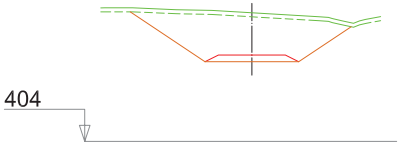
CAMINO 2



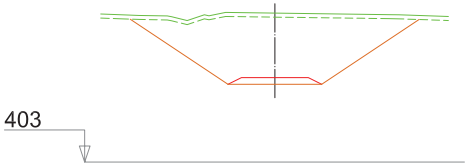
PK= 0+000.000 D= 1.46 T= 0.00



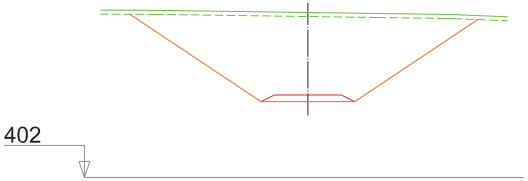
PK= 0+010.000 D= 21.85 T= 0.00



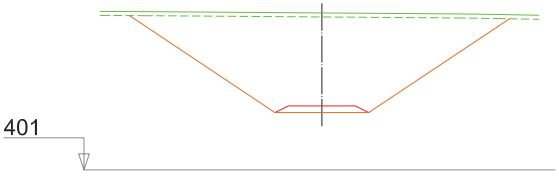
PK= 0+020.000 D= 39.80 T= 0.00



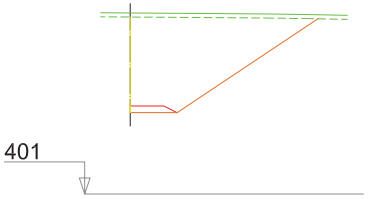
PK= 0+030.000 D= 70.55 T= 0.00



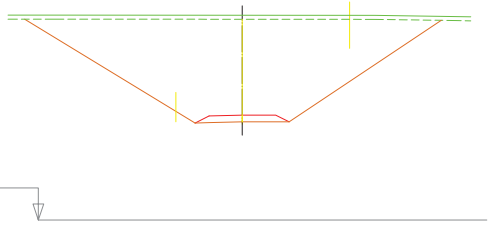
PK= 0+040.000 D= 105.18 T= 0.00



PK= 0+045.123 D= 126.52 T= 0.00



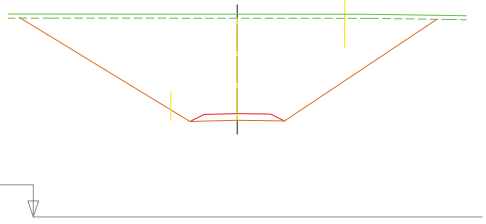
PK= 0+045.125 D= 62.50 T= 0.00



PK= 0+048.191 D= 144.04 T= 0.00



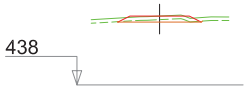
PK= 0+048.193 D= 77.96 T= 0.00



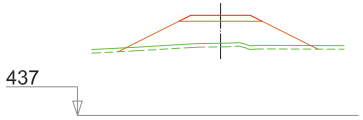
PK= 0+048.204 D= 148.48 T= 0.00

UNIVERSIDAD DE JAÉN ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA	DEPARTAMENTO: INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA	REDACTOR: JAVIER DIÁNEZ GARCÍA	ASIGNATURA: TRABAJO FIN DE GRADO	TÍTULO PROYECTO: ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DE P.K 2 AL P.K. 6	Nº DE ANEJO: DOCUMENTO Nº2 HOJA 1 DE 5	DESIGNACIÓN PLANO: PERFILES TRANSVERSALES - Camino 1-2 ESCALA: H:200 V:200	FECHA: JUNIO 2015 Nº PÁGINA: 45

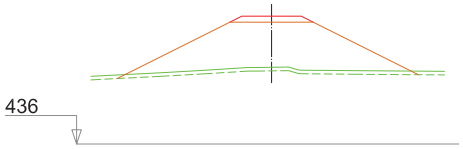
CAMINO 4



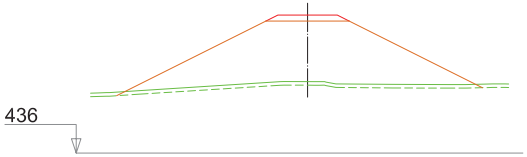
PK=0+000.000 D=1.04 T=0.00



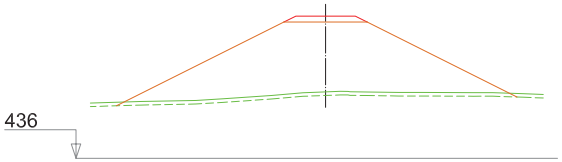
PK=0+010.000 D=0.00 T=26.72



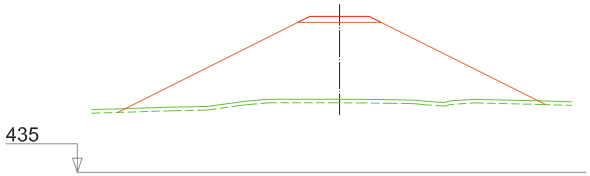
PK=0+020.000 D=0.00 T=68.54



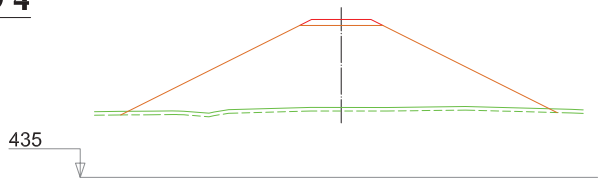
PK=0+030.000 D=0.00 T=104.02



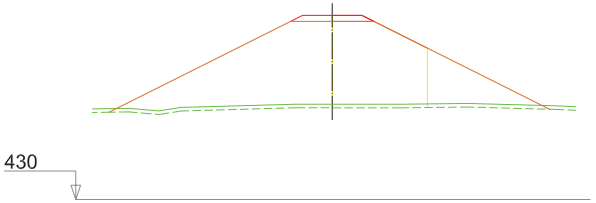
PK=0+040.000 D=0.00 T=128.27



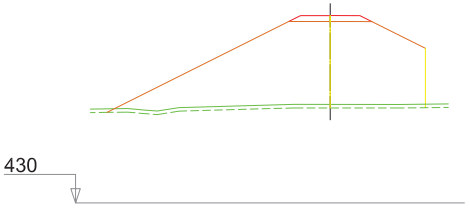
PK=0+050.000 D=0.00 T=146.25



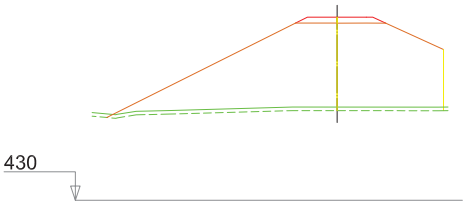
PK=0+060.000 D=0.00 T=157.37



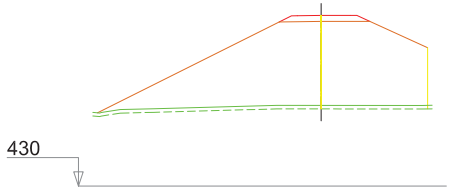
PK=0+061.699 D=0.00 T=160.13



PK=0+061.701 D=0.00 T=81.88



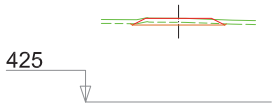
PK=0+063.935 D=0.00 T=83.29



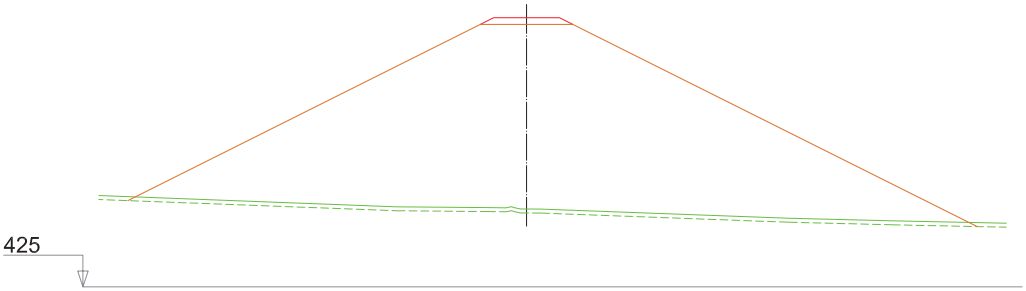
PK=0+063.937 D=0.00 T=121.81

UNIVERSIDAD DE JAÉN ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA	DEPARTAMENTO: **INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA**	REDACTOR: **JAVIER DIÁNEZ GARCÍA**	ASIGNATURA: **TRABAJO FIN DE GRADO**	TÍTULO PROYECTO: **ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DE P.K 2 AL P.K. 6**	Nº DE ANEJO: **DOCUMENTO Nº2** HOJA 3 DE 5	DESIGNACIÓN PLANO: **PERFILES TRANSVERSALES - Camino 4** ESCALA: **H:200 V:200**	FECHA: **JUNIO 2015** Nº PÁGINA: **47**

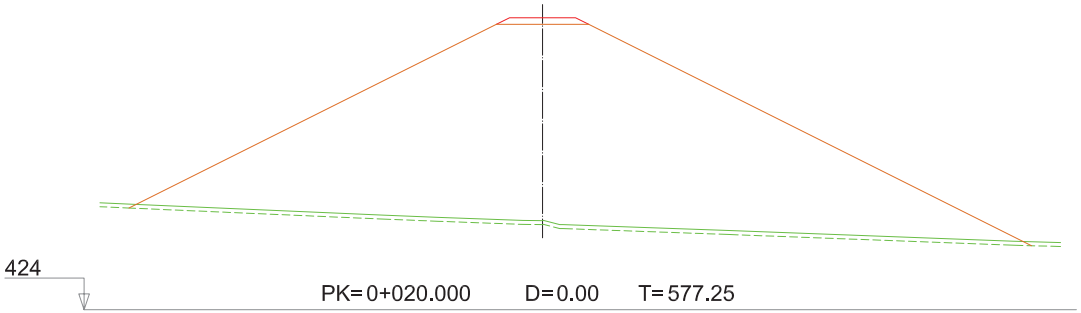
CAMINO 5



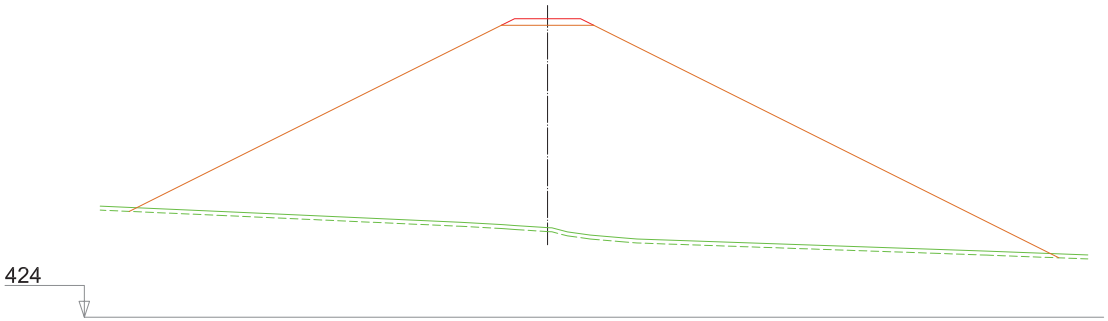
PK= 0+000.000 D= 1.21 T= 0.00



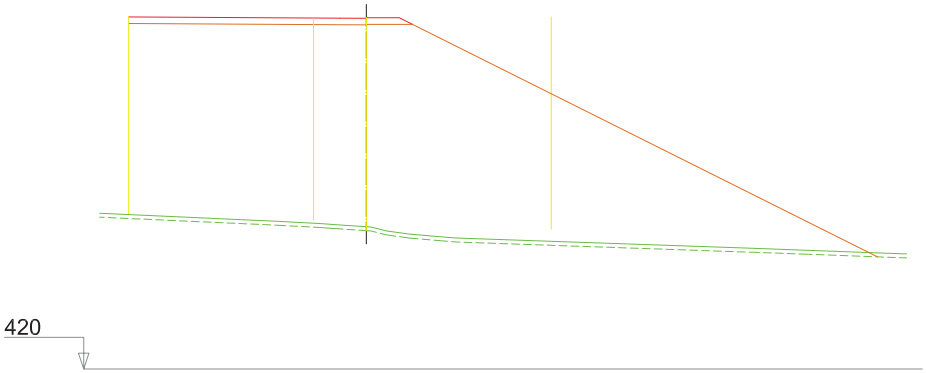
PK= 0+010.000 D= 0.00 T= 512.57



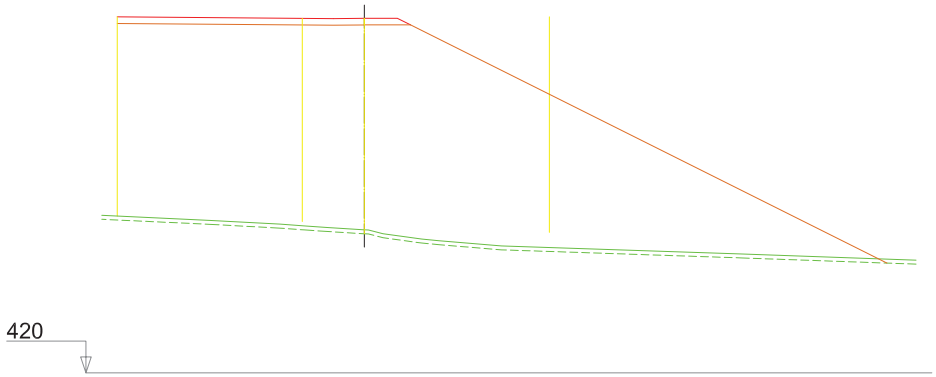
PK= 0+020.000 D= 0.00 T= 577.25



PK= 0+026.673 D= 0.00 T= 613.81



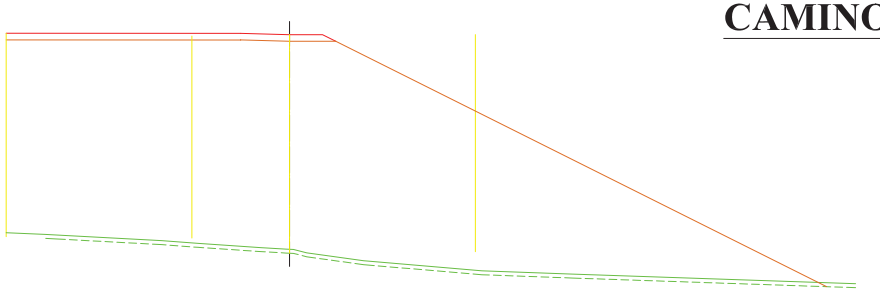
PK= 0+026.675 D= 0.00 T= 343.32



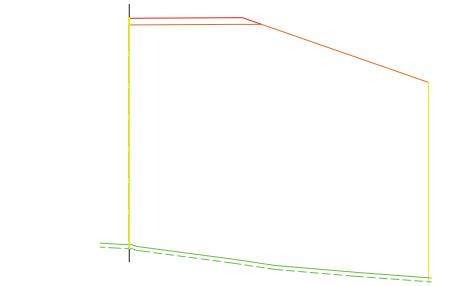
PK= 0+030.000 D= 0.00 T= 357.96

UNIVERSIDAD DE JAÉN ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA	DEPARTAMENTO: INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA	REDACTOR: JAVIER DIÁNEZ GARCÍA	ASIGNATURA: TRABAJO FIN DE GRADO	TÍTULO PROYECTO: ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DE P.K 2 AL P.K. 6	Nº DE ANEJO: DOCUMENTO Nº2 HOJA 4 DE 5	DESIGNACIÓN PLANO: PERFILES TRANSVERSALES - Camino 5 ESCALA: H:200 V:200	FECHA: JUNIO 2015 Nº PÁGINA: 48

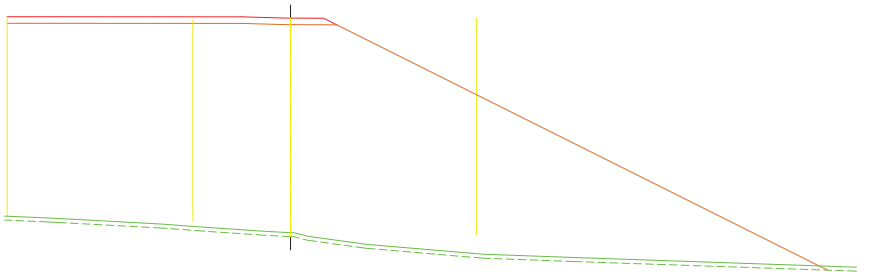
CAMINO 5



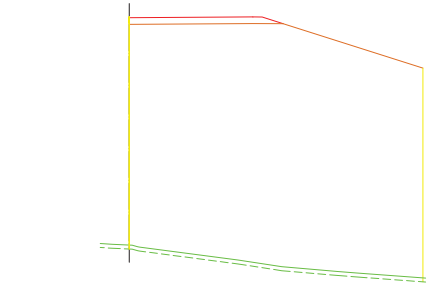
PK=0+033.846 D=0.00 T=375.40



PK=0+050.000 D=0.00 T=382.75



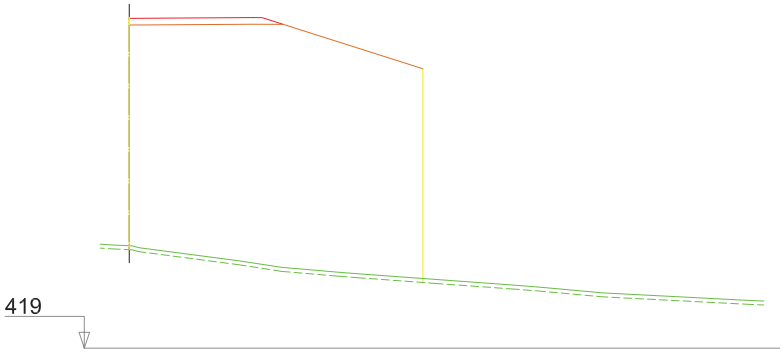
PK=0+033.848 D=0.00 T=688



PK=0+051.558 D=0.00 T=386.49

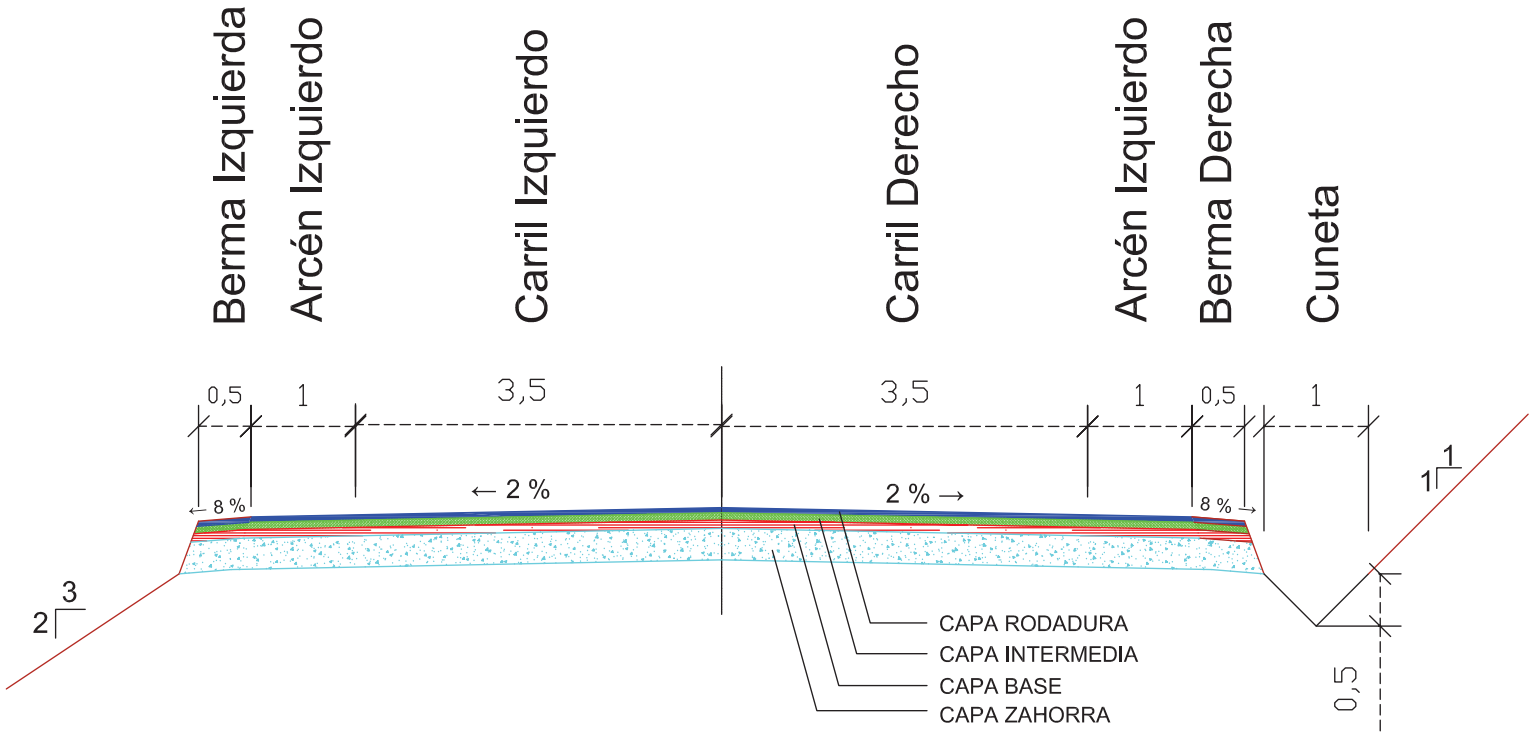


PK=0+040.000 D=0.00 T=343.06



PK=0+051.560 D=0.00 T=445.87

UNIVERSIDAD DE JAÉN ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA	DEPARTAMENTO: **INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA**	REDACTOR: **JAVIER DIÁNEZ GARCÍA**	ASIGNATURA: **TRABAJO FIN DE GRADO**	TÍTULO PROYECTO: **ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DE P.K 2 AL P.K. 6**	Nº DE ANEJO: **DOCUMENTO Nº2** HOJA 5 DE 5	DESIGNACIÓN PLANO: **PERFILES TRANSVERSALES - Camino 5** ESCALA: **H:200 V:200**	FECHA: **JUNIO 2015** Nº PÁGINA: **49**



UNIVERSIDAD DE JAÉN ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA	DEPARTAMENTO: **INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA**	REDACTOR: **JAVIER DIÁNEZ GARCÍA**	ASIGNATURA: **TRABAJO FIN DE GRADO**	TÍTULO PROYECTO: **ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DE P.K 2 AL P.K. 6**	Nº DE ANEJO: **DOCUMENTO Nº2** HOJA **1** DE **1**	DESIGNACIÓN PLANO: **SECCIÓN TIPO** ESCALA: **1:50**	FECHA: **JUNIO 2015** Nº PÁGINA: **50**

ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DESDE P.K 2 AL P.K. 6

25 ANIVERSARIO
1989/90- 2014/15
ESTUDIOS DE INGENIERÍA
EN TOPOGRAFÍA Y GEOMÁTICA
DE LA UNIVERSIDAD DE JAÉN

DOCUMENTO Nº 3 – PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

JAVIER DIÁNEZ GARCÍA

GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA

3. DOCUMENTO Nº 3: PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

3.1- Prescripciones Técnicas de los Trabajos Topográficos

3.1.1- Objetivo del Proyecto

El objetivo es realizar la Acondicionamiento y Mejora de la carretera JV-3012 (Jaén) desde el P.K. 2+000 al P.K. 6+000, de manera que modificando su trazado actual según la normativa 3 I-C de Carreteras se adapte mejor a las necesidades de circulación del trazado.

Deberá lograrse una homogeneidad de las características geométricas tal que la circulación por la vía se produzca en condiciones de seguridad y de comodidad.

3.1.2- Trabajos a realizar a lo largo del proyecto

Los trabajos que se realizaran en campo, para lograr los objetivos que se pretenden en este proyecto son:

- Diseño y monumentación de las distintas redes topográficas (Red Principal y Red de detalle) necesarias para realizar el trabajo con la suficiente precisión y atendiendo al instrumental utilizado. Todas estas redes deben quedar materializadas y señalizadas correctamente para que garanticen su estabilidad y perdurabilidad en el tiempo suficiente para realizar el proyecto presente.
- Levantamiento topográfico tanto de la carretera JV-3012 como de una franja de unos 80 metros transversalmente al eje longitudinal de la vía, es decir, 40 metros aproximadamente a cada lado de la calzada, esta cifra dependerá de las características de la carretera y del diseño realizado para el nuevo trazado.

3.1.3- Elección de la escala y la equivalencia

La elección de la escala ha sido de 1/1.000 debido a que es la escala normalmente utilizada en éste tipo de trabajos, así como de que con ésta escala se consigue la representación tanto del levantamiento como de todos los detalles existentes en la carretera y su entorno.

Se establece una equidistancia de un metro entre curvas de nivel y de cinco entre curvas maestras.

3.1.4- Elección de la escala y la equivalencia

Tanto el levantamiento como el diseño del proyecto vendrán determinados por la tolerancia que impone la escala cartográfica y la equidistancia que se vaya a utilizar.

Distinguimos entre la tolerancia planimétrica y la altimétrica.

- ***Tolerancia planimétrica***

Se establece el error planimétrico en 0,2 mm de la escala del plano que se ha elegido anteriormente, siendo el valor comentado el límite de percepción visual definido mediante métodos empíricos

Así pues, la tolerancia planimétrica viene dada por la siguiente expresión:

$$T_{planimétrica=}\ T_{xy}= LimPercepciónVisual*Escala=0.20\ mm*1000=0.2\ m$$

La **Tolerancia en Planimetría** que se ha impuesto en el Pliego de Condiciones toma el valor de **veinte centímetros.**

- ***Tolerancia altimétrica***

Se establece el error en altimetría como ¼ de la equidistancia entre curvas de nivel, la cual se ha fijado en el apartado anterior para el levantamiento.

Así pues, la tolerancia altimétrica viene dada por la siguiente expresión:

$$T_{altimétrica=}\ T_z = 1/4 * Equidistancia = 1/4 * 1 = 0.25\ m$$

La **Tolerancia en Altimetría** que se ha impuesto en el Pliego de Condiciones toma el valor de **veinticinco centímetros.**

3.2- Prescripciones Técnicas del Diseño en el Trazado de la Obra

3.2.1- Generalidades

La implantación del diseño y cálculo del nuevo trazado de la carretera JV-3012, se ha realizado basándose en todo momento en la "Norma 3.1- IC. Trazado, instrucción de carreteras", que fue aprobada por Orden el 27 de Diciembre de 1999 del Ministerio de Fomente (BOE nº 28, de 2 de Febrero del 2000) y modificada por Orden el 13 de Septiembre de 2001 del Ministerio de Fomento (BOE 26 de Septiembre del 2001).

La presente norma, contempla las especificaciones de los elementos básicos para el proyecto de trazado de carreteras. En sus diferentes apartados se recogen los condicionantes relativos a la planta, al alzado y a la sección transversal, y los criterios generales que deben observarse para logar una homogeneidad de características geométricas tal que ayude al conductor a moverse con seguridad y comodidad sobre el nuevo trazado.

Excepcionalmente, se podrán admitir cambios de los criterios desarrollados en la presente Norma con la suficiente y fundada justificación.

A efectos de la aplicación de la presente Norma, este proyecto será de acondicionamiento, cuya finalidad es la modificación de las características geométricas de la carretera existente, con actuaciones que mejoren los tiempos de recorrido, el nivel de servicio y la seguridad de la circulación.

Según la normativa se deberá de tener en cuenta la velocidad de proyecto, esta es la que permite definir las características geométricas mínimas de los elementos del trazado. Para este proyecto se ha considerado oportuno una velocidad de proyecto de 80 km/h. **(Vp=80 km/h).**

3.2.2- Denominación de la carretera y tipo de proyecto

A efectos de aplicación de la presente Norma, atendiendo a sus características esenciales, consideramos la carretera que se va a proyectar como:

- *Según su definición legal* (Ley sobre el tráfico, circulación de vehículos a motor y seguridad vial, aprobada por el Real Decreto Legislativo 339/1990): **Carretera Convencional**

- *Según el numero de calzadas*: **Carretera de calzada única**

Se trata pues de una carretera convencional de calzada única caracterizada porque posee una sola calzada para ambos sentidos de circulación, sin separación física, independientemente del número de carriles. Queda expresamente prohibido el proyecto de carreteras de calzada única, con dos carriles o más en alguno de los dos sentidos de circulación, excepto los carriles adicionales y cambio de velocidad.

- *Según el grado de control de accesos*: se considera una **carretera con acceso limitado a propiedades colindantes.**

- *Según las condiciones orográficas:* Se tipifica la carretera según el relieve del terreno natural atravesado indicado en la siguiente tabla, en función de la máxima inclinación media de la línea de máxima pendiente, correspondiente a la franja original de dicho terreno interceptada por la explanación de la carretera.

TIPO DE RELIEVE	MÁXIMA INCLINACIÓN i (%)
Llano	i < 5
Ondulado	5 < i < 15
Accidentado	15 < i < 25
Muy Accidentado	25 < i

TABLA 31. TIPO DE RELIEVE (Fuente: 3.1- INSTRUCCIONES DE CARRETERAS)

- *Según las condiciones del entrono urbanístico:* se considerará un **tramo interurbano** pues no discurre en su totalidad por suelo clasificado de urbano, según el planteamiento urbanístico del ayuntamiento de Jaén.

A efectos de aplicación de la presente Norma, las carreteras o sus tramos se denominarán indicando la clase de carretera, según su definición legal, seguido del valor numérico de la velocidad de proyecto, expresado en km/h.

Las autopistas se designarán como AP, las autovías como AV, las vías rápidas como R y las carreteras convencionales como C.

Se consideraran exclusivamente las siguientes carreteras:

AP-120	*AP-100*	*AP-80*		
AV-120	*AV-100*	*AV-80*		
	R-100	*R-80*		
	C-100	**C-80**	C-60	C-40

TABLA 32. TIPO DE RELIEVE (Fuente: 3.1- INSTRUCCIONES DE CARRETERAS)

Se establecen los siguientes grupos a efectos de aplicación de la presente Norma:

- **Grupo 1**: Autopistas, autovías, vías rápidas y carreteras C-100.
- **Grupo 2**: Carreteras C-80, C-60 y C-4O.

La carretera proyectada se encuadra en el grupo 2 al ser esta una carretera convencional, concretamente, C-80.

A efectos de aplicación de la presente Norma el tipo de proyecto que se está tratando se distingue como:

Proyecto de acondicionamiento: cuya finalidad es la modificación de las características geométricas de la carretera existente, con actuaciones tendentes a mejorar los tiempos de recorrido, el nivel de servicio y la seguridad de la circulación.

3.2.3- Trazado en planta

I. *Generalidades*

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 define un punto en cada sección transversal. En general, salvo en casos suficientemente justificados, se adoptará para la definición del eje en el caso de la carretera JV-7012 que posee una calzada única, el centro de la calzada, sin tener en cuenta eventuales carriles adicionales.

II. *Rectas*

La recta es un elemento de trazado que está indicado para nuestra carretera la cual posee dos carriles para obtener suficientes oportunidades de adelantamiento y también para adaptarse a condicionamientos externos obligados (infraestructuras preexistentes, condiciones urbanísticas, etc).

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.

A efectos de la presente Norma, en caso de disponerse el elemento recta, las longitudes mínima admisible y máxima deseable estarán en función de la velocidad de proyecto y como mi proyecto tiene una velocidad de proyecto de 80 Km/h se calcularan las diferentes longitudes:

$$L_{min.s} = 1.39 * V_p \;;\; L_{min.o} = 2.78 * V_p \;;\; L_{max} = 16.70 * V_p$$

Vp (km/h)	Lmin,s (m)	Lmin,o (m)	Lmax (m)
80	111	222	1336

TABLA 32. LONGITUD RECTASE (Fuente: 3.1- INSTRUCCIONES DE CARRETERAS)

Siendo:

$L_{min,s}$ = longitud mínima (m) para trazados en "S" (alineación recta entre alineaciones curvas con radios de curvatura de sentido contrario).

$L_{min,o}$ = longitud mínima (m) para el resto de casos (alineación recta entre alineaciones curvas con radios de curvatura en el mismo sentido).

L_{max}= Longitud máxima (m).

V_p= Velocidad de proyecto.

III. Curvas Circulares

- *Generalidades*

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

1. El peralte y el rozamiento transversal movilizado.
2. La visibilidad de parada en toda su longitud.
3. La coordinación del trazado en planta y alzado, especialmente para evitar pérdidas de trazado.

- *Radios y peraltes*

A efectos de aplicación de la presente Norma, el peralte (p) se establecerá de acuerdo con los criterios siguientes:

- **Grupo 2)** Carreteras C-80, C-60 y C-40:

50 < R < 350	*p=7*
350 < R < 2500	$p=7- 6{,}08\ (1 - 350/ R)^{1.3}$
2500 < R < 3500	*p=2*
3500 < R	Bombeo

TABLA 33. TIPO DE RELIEVE (Fuente: 3.1- INSTRUCCIONES DE CARRETERAS)

Siendo:

R = radio de la curva circular (m).

P = peralte (%).

- *Características*

La velocidad, el radio, el peralte y el coeficiente de rozamiento transversal movilizado se relacionarán mediante la fórmula:

$$V_* = \sqrt{127 * R * \left(\frac{f_t + p}{100} \right)}$$

Siendo:

V_*= velocidad (km/h).

R = radio de la circunferencia (m).

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 según el apartado anterior de radios y peraltes, se cumplirá que, recorrida la curva circular a velocidad igual a la específica, no se sobrepasarán los valores de f_t de la siguiente tabla:

V_* (km/h)	40	50	60	70	80	90	100
f_t	0.18	0.166	0.151	0.137	0.122	0.113	0.104

TABLA 34. VELOCIDAD Y COEFICIENTES ROZAMIENTOS (Fuente: 3.1- INSTRUCCIONES DE CARRETERAS)

En la tabla siguiente se incluye la relación entre los radios y peraltes correspondientes a diferentes velocidades especificas. La utilización sistemática de curvas circulares cuya velocidad específica coincida con la velocidad de proyecto se justificará adecuadamente.

Centrándonos en nuestro proyecto, en la siguiente tabla se muestra la relación velocidad específica - radio - peralte para carreteras C-80, C-60 y C-40 (grupo 2), que sería pues la del presente proyecto.

Velocidad especifica (km/h)	Radio (m)	Peralte (%)
40	50	7,00
45	65	
50	85	
55	105	
60	130	
65	155	
70	190	
75	225	
80	265	
85	305	
90	350	
95	410	6,50
100	485	5,85

TABLA 35. VELOCIDAD, RADIO Y PERALTE (Fuente: 3.1- INSTRUCCIONES DE CARRETERAS)

IV. Desarrollo mínimo

En general, el desarrollo mínimo de la curva se corresponderá con una variación de acimut entre sus extremos mayor o igual que veinte gonios (20 gon), pudiendo aceptarse valores entre veinte gonios (20 gon) y nueve gonios (9 gon) y sólo excepcionalmente valores inferiores a nueve gonios (9 gon).

V. Curvas de Transición

- *Funciones*

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

- *Forma y Características*

Se adoptaran en todos los casos como curva de transición la clotoide, cuya ecuación intrínseca es:

$$R * L = A^2$$

Siendo:

R = radio de curvatura en un punto cualquiera.
L = longitud de la curva entre su punto de inflexión (R=∞) y el punto de radio R.
A = parámetro de la clotoide, característico de la misma.

- *Longitud mínima*

La longitud de la curva de transición deberá superar la necesaria para cumplir las limitaciones que se indican a continuación:

1. Limitación de la variación de la aceleración centrífuga en el plano horizontal.

$$L_{\min} = \frac{V_e}{46{,}656 * J} * \left(\frac{V_e^{\,2}}{R_0} - 1{,}27 * \frac{(p_0 - p_1)}{\left(1 - \frac{R_0}{R_1}\right)} \right)$$

Siendo:

J= Variación de la aceleración centrífuga (m/s3).
R_1= Radio de curva circular asociada de radio mayor (m).
R_0= Radio de curva circular asociada de radio menor (m).
p_1= Peralte de la curva circular asociada de radio mayor (%).
p_0= Peralte de la curva circular asociada de radio menor (%).

A efectos prácticos, se adoptarán para J los valores indicados en la siguiente tabla:

Ve (km/h)	Ve <80	80 < Ve < 100	100 < Ve < 120	120 < Ve
J (m/s^2)	0,5	0,4	0,4	0,4
J máx (m/s^2)	0,7	0,6	0,5	0,4

TABLA 36. VARIACIÓN ACELERACION CENTRIFUGA (Fuente: 3.1- INSTRUCCIONES DE CARRETERAS)

2. Limitación de la variación de la pendiente transversal: se limitará a un máximo del 4% por segundo.

3. Condiciones de percepción visual: para que la presencia de una curva de transición resulte fácilmente perceptible por el conductor, se deberá cumplir simultáneamente que:

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

$$L_{min} = \frac{R_0}{9} \Rightarrow A_{min} = \frac{R_0}{3}$$

$$L_{min} = 2\sqrt{3 * R_0} \Rightarrow A_{min} = \left(12 * {R_0}^3\right)^{1/4}$$

   - Se recomienda que la variación de acimut entre los extremos de la clotoide, sea mayor o igual que la quinta parte del ángulo de giro entre las alineaciones rectas consecutivas en que se inserta la clotoide.

$$L_{min} = \frac{\Pi * \Omega}{500} * R_0 \Rightarrow A_{min} = R_0\sqrt{\frac{\Pi * \Omega}{500}}$$

- *Longitud máxima*

La longitud máxima de cada curva de acuerdo no será superior a una vez y media (1,5) su longitud mínima.

- *Coordinación entre elementos de trazado*

Para las carreteras del grupo 2 que es la que se está tratando en éste proyecto, concretamente las C-80, cuando se unan curvas circulares consecutivas sin recta intermedia o con recta de longitud menor o igual que 400 m,. la relación de radios de las curvas circulares no sobrepasará los valores obtenidos a partir de la siguiente expresión:

Clase de Carretera		Rs
Grupo 2	C-80	$1,5*R + 4.693* 10^{-8}* (R-50)^{3}*R$ $50 < R < 300$

TABLA 37. CURVA CIRCULARES PARA C-80 (Fuente: 3.1- INSTRUCCIONES DE CARRETERAS)

En las carreteras C-80,C-60 y C-40 cuando se enlacen curvas circulares consecutivas con una recta intermedia de longitud superior a 400 m, el radio de la curva circular de de salida, en el sentido de la marcha, será igual o mayor que 300 m.

Las clotoides contiguas a una alineación circular deberán ser simétricas siempre que sea posible.

En general no se podrán unirse clotoides entre sí, salvo en el caso de curvas en “S” en el que la unión se hará por sus puntos de inflexión.

Salvo en el caso que se indica en el párrafo siguiente, para curvas circulares de radio menor que 5000 m. en carreteras del grupo 2, será necesario utilizar curvas de transición, mientras que para curvas circulares de radios mayores o iguales que los indicados no será necesario utilizarlas.

En casos excepcionales de ángulos de giro entre rectas (Ω) inferiores a seis gonios (6 gon), para mejorar la percepción visual, se realizará la unión de las mismas mediante una curva circular, sin clotoides, de radio tal que se cumpla: Dc>325-25Ω.

Ángulo entre alineaciones (gon)	6	5	4	3	2
Desarrollo mínimo de la curva circular (m)	175	200	225	250	275
Radio mínimo (m)	2000	2500	3500	5500	9000

TABLA 38. CURVA CIRCULARES (Fuente: 3.1- INSTRUCCIONES DE CARRETERAS)

Para ángulos de giro entre rectas ligeramente superiores a seis gonios (6 gon), se comprobará siempre que la suma de las longitudes de las curvas de transición y de la curva circular, sea superior a los desarrollos mínimos indicados en la siguiente tabla:

Desarrollo mínimo de la curva circular (m)	175	200	225	250	275
Radio mínimo (m)	2000	2500	3500	5500	9000

TABLA 39- LONGITUD CURVAS Y CURVA CIRCULAR (Fuente: 3.1-INTRUCCIONES DE CARRETERAS)

El ángulo entre dos alineaciones rectas consecutivas no será inferior a dos gonios (2 gon).

VI. Transición del peralte

La transición del peralte deberá llevarse a cabo combinando las tres condiciones siguientes:

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

La variación del peralte requiere una longitud mínima, de forma que no se supere un determinado valor máximo de la inclinación que cualquier borde de la calzada tenga con relación a la del eje de giro del peralte.

A efectos de aplicación de la presente Norma, dicha inclinación se limitará a un valor máximo (ipmáx) definido por la ecuación:

$$ip_{máx} = 1{,}8 - 0{,}01\ V_p$$

Siendo:

$ip_{máx}$ = 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 del peralte tendrá por tanto un valor mínimo definido por la ecuación:

$$l_{mín} = [(p_f - p_i)/ip_{máx})]\cdot B$$

Siendo:

$l_{mín}$ = Longitud mínima del tramo de transición del peralte (m).

p_f = Peralte final con su signo (%).

p_i = Peralte inicial con su signo (%).

B = Distancia del borde de la calzada al eje de giro del peralte (m).

En general la transición del peralte se desarrollará a lo largo de la curva de transición en planta (clotoide), en dos tramos, habiéndose desvanecido previamente el bombeo que exista en sentido contrario al del peralte definitivo.

El desvanecimiento del bombeo se hará en la alineación recta e inmediatamente antes de la tangente de entrada, en una longitud máxima (L) de veinte metros (20 m) en carreteras del grupo 2, y de la siguiente forma:

- *Plataforma con dos pendientes:* se mantendrá el bombeo en el lado de la plataforma que tiene el mismo sentido que el peralte posterior, desvaneciéndose en el lado con sentido contrario al peralte.
- *Calzada con pendiente única:* pendiente del mismo sentido que el peralte posterior. Se mantendrá el bombeo hasta el inicio de la clotoide.
- *Calzada con pendiente única:* pendiente de sentido contrario al

peralte posterior, se desvanecerá el bombeo de toda la plataforma.

La transición del peralte se desarrollara linealmente desde el puntos de inflexión de la clotoide (peralte nulo) hasta el peralte correspondiente a la curva circular (punto de tangencia), siempre que se alcance el dos por ciento (2%) en una longitud máxima de veinte metros (20 m) para carreteras del grupo 2. Si lo anterior no fuese posible la transición del peralte se desarrollará en los dos tramos siguientes:

- Desde el punto de inflexión de la clotoide (peralte nulo) al dos por ciento (2%) en una longitud máxima de veinte metros (20 m) para carretera del grupo 2.
- Desde el punto de peralte dos por ciento (2%) hasta el peralte correspondiente a la curva circular (punto de tangencia), el peralte aumentara linealmente.

En el caso de alineación recta unida a curva circular, se efectuará la transición del peralte sobre la alineación recta.

En el caso de dos (2) curvas de transición de distinto sentido, entre las que exista una recta cuya longitud sea menor que ciento cincuenta metros (150 m) en las carreteras del grupo 2, la transición del peralte del menos dos por ciento (- 2 %) al más dos por ciento (+ 2%) se efectuará en una longitud máxima de ochenta metros (80 m) y cuarenta metros (40 m) respectivamente, centrada en la recta. La transición del resto del peralte se realizará a partir de los citados puntos, linealmente hasta el valor del peralte correspondiente a la curva circular inmediata.

En el caso excepcional de dos curvas de transición del mismo sentido, entre las que exista una recta cuya longitud sea menor de doscientos veinte metros (220 m) en las del grupo 2, se mantendrá un peralte del dos por ciento (2 %). en el mismo sentido de las curvas de transición, entre los puntos de radio de curvatura de dos mil quinientos metros (2500 m) para las del grupo 2 de dichas curvas de transición. La transición del resto del peralte se realizará a

partir de los citados puntos linealmente hasta el valor del peralte correspondiente a la curva circular inmediata.

En el caso de que la longitud de la curva circular sea menor que treinta metros (30 m) los tramos de transición del peralte se desplazarán de forma que exista un tramo de treinta metros (30 m) con pendiente transversal constante e igual al peralte correspondiente al radio de la curva circular o al radio de curvatura de las clotoides si éstas son de vértice.

Cuando el valor de $\mathbf{ip_{máx}}$ sea incompatible con la longitud máxima de transición de peralte que se especifica previamente, ésta última condición será predominante.

Se evitará la coincidencia de peralte nulo con acuerdo cóncavo. En las zonas donde esto no se pueda evitar se realizará un estudio detallado de la evacuación de las aguas de la plataforma.

VII. Visibilidad en curvas circulares

El valor del despeje necesario para disponer de una determinada visibilidad en una curva circular (figura 42), se obtendrá aplicando la siguiente fórmula:

$$F = R - (R + b) * Cos\left(\frac{31.83 * D}{R + b}\right)$$

Siendo:

F = Distancia mínima del obstáculo al borde de la calzada más próximo a él (m).

R = Radio del borde de la calzada más próxima al obstáculo (m),

B = Distancia del punto de vista del conductor al borde de la calzada más próximo al obstáculo (m).

D = Visibilidad (m).

El valor angular de la fórmula anterior está expresado en gonios.

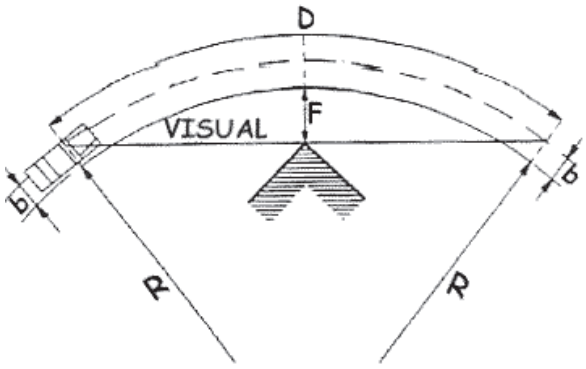


FIG 42. VISIBILIDAD ENTRE CURVAS CIRCULARES (Fuente: 3.1-INTRUCCIONES DE CARRETERAS)

3.2.3- Trazado en Alzado

I. Generalidades

A efectos de definir el trazado en alzado se considerarán prioritarias las características funcionales de seguridad y comodidad, que se deriven de la visibilidad disponible, de la deseable ausencia de pérdidas de trazado y de una variación continua y gradual de parámetros.

Para la definición del alzado se adoptarán, salvo casos suficientemente justificados, los siguientes criterios:

- *En carreteras de calzada única:* El eje que define el alzado, coincidirá con el eje físico de la calzada (marca vial de separación de sentidos de circulación).

II. Inclinación de las rasantes

Valores extremos: A efectos de aplicación de la presente Norma, los valores máximos de inclinación de la rasante en rampas y pendientes, están en función de la velocidad de proyecto y son los siguientes para las carreteras convencionales del grupo 2:

Vp (km/h)	Inclinación Máxima (%)	Inclinación Excepcional (%)
80	5	7

TABLA 40. INCLINACIÓN DE LA RASANTE (Fuente: 3.1-INTRUCCIONES DE CARRETERAS)

Los valores definidos como excepcionales, podrán incrementarse en un uno por ciento (1%) en casos suficientemente justificados, por razón del terreno (muy accidentado) o de baja intensidad de tráfico (IMD < 3000).

El valor mínimo de la inclinación de la rasante no será inferior a cinco décimas por ciento (0,5 %). Excepcionalmente, la rasante podrá alcanzar un valor menor, no inferior a dos décimas por ciento (0,2 %). La inclinación de la línea de máxima pendiente en cualquier punto de la plataforma no será menor que cinco décimas por ciento (0,5 %).

No se dispondrá rampas ni pendientes con la inclinación máxima establecida por la velocidad y el tipo de carretera, cuya longitud supere los 3.000 m.

No se proyectarán longitudes de rampas o pendientes cuyo recorrido, a la velocidad de proyecto, sea inferior a diez segundos.

III. Acuerdos Verticales

La curva de acuerdo será una parábola de eje vertical (figura 43) de ecuación:

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

Siendo:

Kv **=** Radio de la circunferencia osculatriz en el vértice de dicha parábola, denominado comúnmente parámetro.

Θ **=** como el valor absoluto de la diferencia algebraica de las inclinaciones en los extremos del acuerdo en tanto por uno, se cumplirá que

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

Siendo:

L= Longitud de la curva de acuerdo y T=L/2.

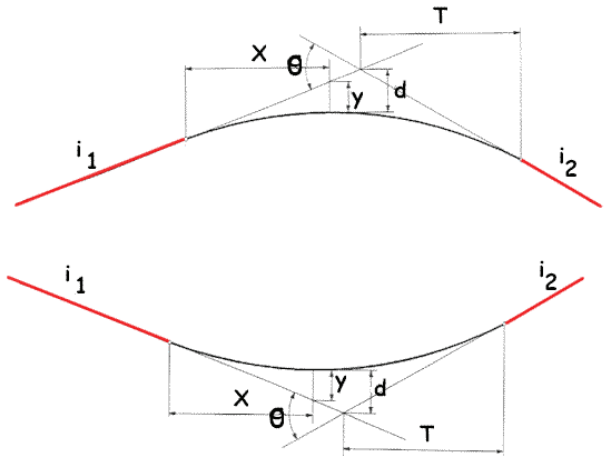


FIG 43. ACUERDO VERTICALES (Fuente: 3.1-INTRUCCIONES DE CARRETERAS)

- *Condiciones de visibilidad*

Para longitudes de la curvad de acuerdo superiores a la visibilidad requerida en cada caso, el valor del parámetro Kv, vendrá dado por las siguientes expresiones:

$$K_v = D^2 \Big/ 2*\left(\sqrt{h_1}+\sqrt{h_2}\right)^2$$

$$K_v = D^2 \Big/ 2*\left(h - h_2 + D*tg\alpha\right)$$

Siendo:

Kv= parámetro de la parábola (m).

h1= altura del punto de vista sobre la calzada (m).

h2= altura del objeto sobre la calzada (m).

h= altura de los faros del vehículo (m).

α= ángulo que el rayo de luz de mayor pendiente que el cono de luz forma con el eje longitudinal del vehículo.

D= visibilidad requerida (m).

Se debe de tener en cuenta a la hora de introducir un acuerdo vertical entre dos rasantes unos parámetros mínimos y unos máximos para Kv, dependiendo de las velocidades de proyecto, para mantener las condiciones de seguridad, comodidad y visibilidad a la hora de conducir. Los valores máximos y mínimos para el proyecto que se está realizando son los siguientes:

Vp (km/h)	Mínimo		Deseable	
	Kv		Kv	
	convexo (m)	cóncavo (m)	convexo (m)	cóncavo (m)
80	3050	2636	7125	4348

TABLA 41. PARAMETROS MINIMOS Y DESEABLES DE ACUERDOS VERTICALES (Fuente: 3.1-INTRUCCIONES DE CARRETERAS)

- *Consideraciones estéticas*

La longitud de la curva de acuerdo cumplirá la condición:

$$L > V_p$$

Siendo:

L= longitud de la curva de acuerdo (m),

Vp = velocidad de proyecto (km/h).

Cuando la longitud de la curva de acuerdo, obtenida para el valor del parámetro tomado de la tabla 5.1, sea inferior a Vp, se determinará el valor de Kv, por la condición:

$$k_v > \frac{V_p}{\theta}$$

3.2.4- Coordinación entre los trazados en planta y alzado

Los trazados en planta y alzado de una carretera deberán estar coordinados de forma que el usuario pueda circular por ella de manera cómoda y segura. Concretamente, se evitara que se produzcan pérdidas de trazado, definida esta como el efecto que sucede cuando el conductor puede ver, en determinado instante, dos tramos de carretera, pero no puede ver otro situado entre los dos anteriores.

Para el trazado de la carretera se evitarán las siguientes situaciones:

- *Alineación única en planta (recta o curva*): que contenga un acuerdo vertical cóncavo o un acuerdo vertical convexo cortos.

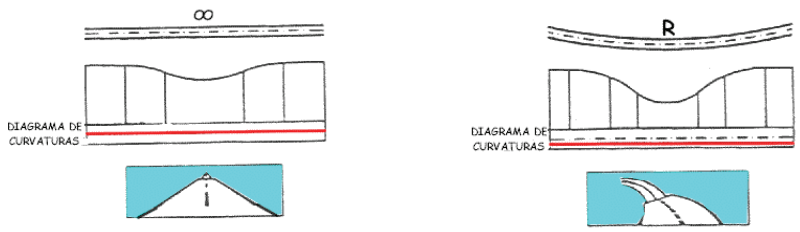


FIG 44. ALINEACIÓN ÚNICA (Fuente: 3.1-INTRUCCIONES DE CARRETERAS)

- *Acuerdo convexo:* en coincidencia con un punto de inflexión en planta.

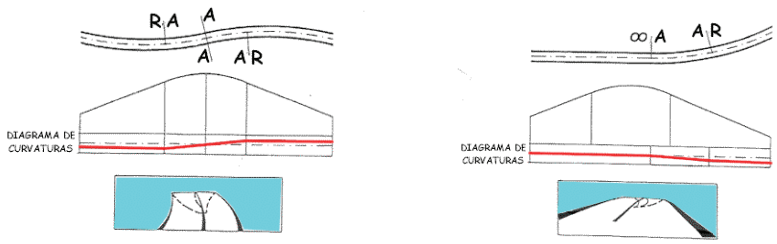


FIG 45. ACUERDO CONVEXO (Fuente: 3.1-INTRUCCIONES DE CARRETERAS)

- *Alineación recta en planta:* con acuerdos convexo y cóncavo consecutivos.

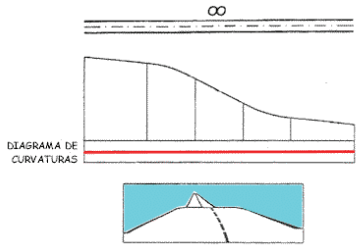


FIG 44. ALINEACIÓN ÚNICA (Fuente: 3.1-INTRUCCIONES DE CARRETERAS)

Alineación recta seguida de curva: en planta en correspondencia con acuerdos convexo y cóncavo.

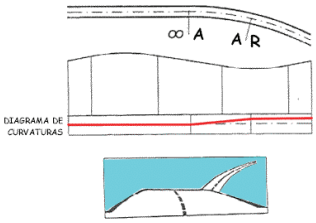


FIG 44. ALINEACIÓN ÚNICA (Fuente: 3.1-INTRUCCIONES DE CARRETERAS)

- *Alineación curva de desarrollo corto*: que contenga un acuerdo vertical cóncavo cortó.

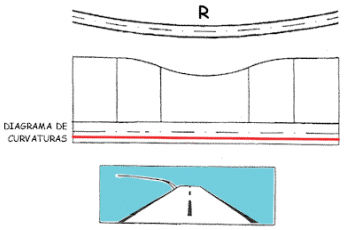


FIG 44. ALINEACIÓN ÚNICA (Fuente: 3.1-INTRUCCIONES DE CARRETERAS)

- *Conjunto de alineaciones en planta:* en que se puedan percibir dos acuerdos verticales cóncavos o dos acuerdos verticales convexos simultáneamente.

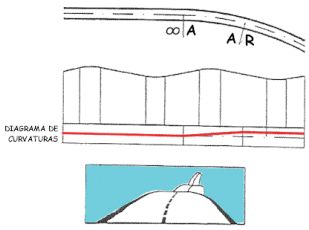


FIG 45. ALINEACIÓN PLANTA (Fuente: 3.1-INTRUCCIONES DE CARRETERAS)

3.2.5- Sección Transversal

I. *Generalidades*

La sección transversal se fijará en función de la intensidad y composición del tráfico previsible en la hora de proyecto del año horizonte, situado veinte (20) años después de la entrada en servicio. En cada caso deberá justificarse la hora de proyecto adoptada, que no será inferior a la hora treinta (30) ni superior a la hora ciento cincuenta (150).

II. *Número de carriles de la sección tipo*

El número de carriles de cada calzada se fijará de acuerdo con las previsiones de la intensidad y composición del tráfico previsible en la hora de proyecto del año horizonte, así como del nivel de servicio deseado y, en su caso, de los estudios económicos pertinentes. En nuestro caso, la carretera de estudio JV-3012 se proyectará dos carriles en una calzada única, uno para cada sentido de circulación.

III. *Sección transversal en planta recta y curva*

- *Elementos y dimensiones*

La sección transversal que se proyectará en la carretera JV-3012 se compone de los elementos que se presenta en la siguiente tabla:

CLASE DE CARRETERA	VELOCIDAD DE PROYECTO (Km/h)	CARRILES (m)	ARCEN (m)		BERMAS (m)
			Exterior	Interior	
Convencional	80	3,5	1		0.5

TABLA 42. DIMENSION SECCIÓN TRANSVERSAL (Fuente: 3.1-INTRUCCIONES DE CARRETERAS)

- *Bombeo en Recta*

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

La calzada y los arcenes se dispondrán, con una misma inclinación transversal mínima del dos por ciento (2 %) hacia cada lado a partir del eje de la calzada.

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

- *Pendientes transversales en curva*

En curvas circulares y de transición la pendiente transversal de la calzada y arcenes coincidirá con el peralte. Las bermas tendrán una pendiente transversal del cuatro por ciento (4 %) hacia el exterior de la plataforma.

Cuando dicho peralte supere el cuatro por ciento (4 %), la berma en el lado interior de la curva, tendrá una pendiente transversal igual al peralte, manteniéndose el cuatro por ciento (4 %) hacia el exterior de la plataforma en el lado exterior de la curva.

En todos los casos se estudiará cuidadosamente el desagüe en el margen interior de la curva.

- *Taludes, cunetas y otros elementos*

A la sección transversal de la JV-3012 además de los elementos comentados anteriormente, se le incluirá:

- ✓ Cunetas: 0.5 metros de profundidad con una pendiente de 1/1.
- ✓ Taludes de desmonte de 1H/1V.
- ✓ Taludes de terraplén de 3H/2V.
- ✓ Paquete de firme: tendrá un espesor de un espesor de 50 cm, dividido en 4 capas, que son:
  - Zahorra artificial de espesor 0.3 metros.
  - Capa base de espesor 0.08 metros.
  - Capa intermedia de espesor 0.07 metros.
  - Capa de rodadura de 0.05 metros.

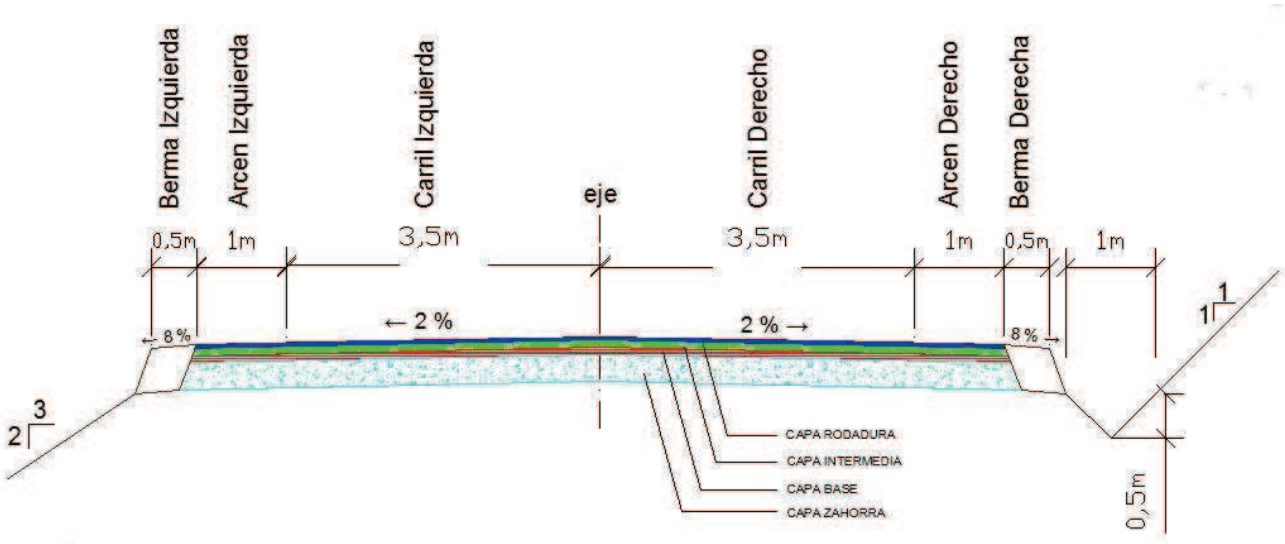


FIG 46. CROQUIS DE LA SECCIÓN TIPO (Fuente: ELABORACIÓN PROPIA)

3.3- Prescripciones Técnicas de la Cartografía

3.3.1- Documentación a entregar

El presente proyecto de Acondicionamiento y Mejora de la JV-3012 consta de las siguientes partes:

- Memoria y Anejos
- Planos
- Pliego de condiciones
- Presupuesto

3.3.2- Escala y equidistancia

La escala del levantamiento cartográfico se fijara según la normativa publicada por el Consejo Superior Geográfico del Instituto Geográfico Nacional (IGN), referente a la realización de levantamientos cartográficos a grandes escalas. Dicha normativa admite cierta flexibilidad en función de la metodología y carácter de los elementos a cartografiar, fijándose la escala del levantamiento en 1/1.000.

La equidistancia entre curvas de nivel para el levantamiento se ha fijado en 1 metro, marcando las curvas maestras cada cinco normales, es decir, cada 5 metros.

3.3.3- Origen de altitudes

Las altitudes geodésicas de los vértices, según el sistema oficial de coordenadas, quedan referidas al nivel medio del mar definido por el mareógrafo fundamental de Alicante.

3.3.4- Proyección cartográfica y sistema de referencia

Se adopta como sistema de referencia geodésico el ETRS89, la cartografía del proyecto se realizara en la proyección Universal Transversal de Mercator (UTM) en el huso 30, correspondiente a la zona de la península

donde está situada la zona de actuación del proyecto. El elipsoide de referencia será el internacional de Hayford con Datum en Potsdam.

La cartografía que se adjunte ha de tener los siguientes requisitos:

- Tener una leyenda donde se definan todos los elementos representados en el plano.
- Indicar el norte mediante un símbolo representativo.
- Tener un cajetín normalizado.

3.3.5- Características de los planos del proyecto

En el formato de los planos deberá aparecer la siguiente información:

- Leyenda
- Orientación
- Cuadrícula UTM
- Cajetín normalizado en el cual incluye:
    - Nombre del proyecto
    - Nombre del autor
    - Departamento
    - Designación y número del plano
    - Escala numérica y gráfica
    - Fecha del dibujo
    - Nº de hoja
- Información topográfica
- Información adicional

Los planos que se han de incluir en el presente proyecto se detallan a continuación, junto con la escala a la que deben ser representados:

- Plano de Situación a varias escalas.
- Planos de Minuta de las Hojas a escala 1/1.000.
- Plano Topográfico a escala 1/1.000.
- Plano Geometría de la planta a escala 1/5000.

- Plano Diseño Final a escala 1/1000.
- Planos de perfiles longitudinales a $E_{horizontal}$ 1/1.000 y $E_{vertical}$ 1/200.
- Planos de perfiles transversales a $E_{horizontal}$ 1/200 y $E_{vertical}$ 1/200.
- Plano de la sección tipo a escala 1/50.

ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DE LA CARRETERA JV-3012 (JAÉN) DESDE P.K 2 AL P.K. 6



25 ANIVERSARIO
1989/90- 2014/15
ESTUDIOS DE INGENIERÍA
EN TOPOGRAFÍA Y GEOMÁTICA
DE LA UNIVERSIDAD DE JAÉN

DOCUMENTO Nº 4 – PRESUPUESTO

JAVIER DIÁNEZ GARCÍA

GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA

4. DOCUMENTO Nº 4 – PRESUPUESTO

4.1- Introducción

En este apartado se detallará los Presupuestos de Ejecución Material y por Contrata desde el punto de vista de los honorarios que el Graduado en Geomática y Topografía ha de percibir al realizar este tipo de trabajo.

4.2- Presupuesto Desglosado por Jornadas

Este presupuesto se establece en función de las jornadas trabajadas en la realización de los trabajos de campo y gabinete, así como de los gastos generales y beneficio industrial que conllevan.

4.2.1- Trabajos de campo

Para el cálculo de los trabajos de campo, se debe de tener en cuenta las jornadas totales empleadas tanto del Graduado Técnico en Geomática y Topografía como del auxiliar así como los costes de realización de cada una de las diferentes fases en la que se componen los trabajos realizados.

Los trabajos de campo se pueden dividir en las siguientes partidas:

- *Partida 1:* Reconocimiento del terreno e implantación y monumentación de las bases de replanteo de la Red Principal.
- *Partida 2:* Observación GPS mediante posicionamiento Estático-Relativo.
- *Partida 3:* Observación de la Red de Detalle de la zona de actuación mediante GPS utilizando el posicionamiento RTK.

A partir de lo expuesto anteriormente, se calcula las jornadas totales que se realizaron en los trabajos de campo.

Para el cálculo de las jornadas totales empleadas se tienen en cuenta las jornadas reales, esta jornada se considerarán como una jornada laboral de 8 horas.

En la siguiente tabla, se expresa las jornadas totales que se han necesitado para llevar a cabo los trabajos de campo de cada unas de las partidas, teniendo en cuenta el trabajo del Ingeniero y del auxiliar.

Partida	Jornada Reales (días)
1	1
2	1
3	5
Total	**7**

TABLA 43. JORNADAS TRABAJO DE CAMPO (Fuente: ELABORACIÓN PROPIA)

En los gastos de los trabajos realizados en campo hemos de incluir los gastos por dietas (incluyendo tanto el del Ingeniero como el del auxiliar,), gastos de alquiler de un vehículo, alquiler de equipos GPS y gastos generados por la señalización de las bases.

- Se entenderá por gastos de *dietas el desplazamiento* del personal hasta un local para almorzar y el coste del mismo, solo durante las jornadas reales de los trabajo de campo.

Partida	Jornada Reales (días)	Comensales	Unidad
1	1	2	2
2	1	2	2
3	5	2	10
Total	**7**	**6**	**14**

TABLA 44. DIETAS COMIDA (Fuente: ELABORACIÓN PROPIA)

- Como concepto de *Transporte* hay que incluir los gastos de alquiler de un vehículo para el trasporte del equipo topográfico, así como del mantenimiento (combustible), sólo durante las jornadas reales de los trabajos de campo. El transporte tanto del Ingeniero como del auxiliar se realizará en el mismo vehículo, por lo tanto, no es necesario ningún vehículo más.

Partida	Jornada Reales (días)	Transporte	Unidad	Km al día	Kilometraje
1	1	1	1	20	20
2	1	1	1	28	28
3	5	1	5	20	100
Total	**7**	**3**	**7**	**68**	**148**

TABLA 45. DIMENSION SECCIÓN TRANSVERSAL (Fuente: ELABORACIÓN PROPIA)

- En concepto de *alquiler de Equipos Topográficos* hay que tener en cuenta que se utilizaron dos equipos GPS bifrecuencia para las partidas 2 y 3.

  Este material hay que tener en cuenta que se ha alquilado durante el tiempo total de ejecución de los trabajos de campo, es decir, durante las jornadas totales.

Partida	Jornada Reales (días)	Nº Equipos	Unidades
1	1	0	0
2	1	2	2
3	5	2	10
Total	**7**		**12**

TABLA 46. ALQUILER EQUIPOS TOPOGRÁFICOS (Fuente: ELABORACIÓN PROPIA)

- Para la Materialización y Señalización de las Bases de la Red Principal serán necesarios los siguientes materiales
  - 3 estaca.
  - Pintura fluorescente en spray para su señalización.
  - Cámara fotográfica digital para fotografiar cada una de las bases, para poder identificar su ubicación con posterioridad.

4.2.1.1- Precios Unitarios

A continuación se muestra los ***precios unitarios*** por jornadas de los trabajos de campo realizados en cada una de las partidas que intervienen en dicho trabajo.

CÓDIGO	UNIDAD	RESUMEN	PRECIO (€)
1000	Jornada	Técnico	120
1001	Jornada	Auxiliar	60
2000	Jornada	GPS	100
3000	Ud.	Sprays Señalizador	5
3001	Ud.	Estacas	0.27
5000	Ud.	Cámara Digital	50
7000	Jornada	Alquiler vehículo	60
7001	Km	Mantenimiento Vehículo	0.2
8000	Jornada	Dieta Técnico/Auxiliar	20

TABLA 47. PRECIO UNITARIO (Fuente: ELABORACIÓN PROPIA)

4.2.1.2- Precios Descompuestos

A continuación se muestra los ***precios descompuestos,*** en ellos se recogen los gastos derivados de cada uno de los conceptos anteriormente explicados.

CÓDIGO	CANTIDAD	UNIDAD	RESUMEN	PRECIO (€)	IMPORTE (€)
CAPITULO 1: RECONOCIMIENTO DEL TERRENO Y MONUMENTACION BASES REPLANTEO					
1000	1	**jornada**	**Técnico**	120	120
1001	1	**jornada**	**Auxiliar**	60	60
3000	1	**Ud.**	**Sprays Señalizador**	5	5
3001	3	**Ud.**	**Estacas**	0.27	0.81
5000	1	**Ud.**	**Cámara Digital**	50	50
7000	1	**jornada**	**Alquiler vehículo**	60	60
7001	20	**km**	**Mantenimiento Vehículo**	0.2	4
8000	2	**jornada**	**Dieta Técnico/Auxiliar**	20	40
	0.5	**%**	**Medios Auxiliares**	315.47	**1.57735**
				TOTAL PARTIDA	**341.39**
Asciende el precio total de la partida a la mencionada de TRESCIENTOS CUARENTA Y UN EUROS con TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS					
CAPITULO 2: OBSERVACIÓN GPS EN ESTÁTICO-RELATIVO. RED PRINCIPAL					
1000	1	**jornada**	**Técnico**	120	120
1001	1	**jornada**	**Auxiliar**	60	60
2000	2	**jornada**	**GPS**	100	200
7000	1	**jornada**	**Alquiler vehículo**	60	60
7001	28	**km**	**Mantenimiento Vehículo**	0.2	5.6
8000	2	**jornada**	**Dieta Técnico/Auxiliar**	20	40
	0.5	**%**	**Medios Auxiliares**	360.2	**1.801**
				TOTAL PARTIDA	**487.40**
Asciende el precio total de la partida a la mencionada de CUATROCIENTOS OCHENTA Y SIETE EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS					
CAPITULO 3: OBSERVACIÓN GPS EN RTK. RED DE DETALLE					
1000	5	**jornada**	**Técnico**	120	600
1001	5	**jornada**	**Auxiliar**	60	300
2000	10	**jornada**	**GPS**	100	1000
7000	5	**jornada**	**Alquiler vehículo**	60	300
7001	100	**km**	**Mantenimiento Vehículo**	0.2	20
8000	10	**jornada**	**Dieta Técnico/Auxiliar**	20	200
	0.5	**%**	**Medios Auxiliares**	360.2	**1.801**
				TOTAL PARTIDA	**2421.80**
Asciende el precio total de la partida a la mencionada de DOS MIL CUATROCIENTOS VEINTIUNO EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS					
				TOTAL PARTIDAS	**3250.59**
Asciende el precio total de todas las partidas a la mencionada de TRES MIL DOSCIENTOS CINCUENTA EUROS con CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS					

TABLA 48. PRECIO DESCOMPUESTOS (Fuente: ELABORACIÓN PROPIA)

4.2.1.3- Cuadro de Precios Nº 1

A continuación se muestra el ***cuadro de Precios Nº 1,*** en ellos se recogen los gastos derivados de cada uno de los conceptos anteriormente explicados.

Código	UNIDAD	RESUMEN	PRECIO (€)
CAPITULO 1: RECONOCIMIENTO DEL TERRENO Y MONUMENTACION BASES REPLANTEO			
1000	**jornada**	**Técnico** Jornada. Trabajo del Graduado en Geomática y Topografía CIENTO VEINTE EUROS	**120**
1001	**jornada**	**Auxiliar** Jornada. Auxiliar de Topografía SESENTA EUROS	**60**
3000	**ud**	**Sprays Señalizador** Ud. Sprays para señalizar la monumentacion de las bases de replanteo CINCO EUROS	**5**
3001	**ud**	**Estacas** Ud. Estacas de madera de B52 cm para señalizar la monumentación de las bases de replanteo OCHENTA Y UN CÉNTIMOS	**0.81**
5000	**ud**	**Cámara Digital** Ud. Cámara digital para la realización del reportaje fotogramétrico tanto de las bases como de la carretera CINCUENTA EUROS	**50**
7000	**jornada**	**Alquiler vehículo** Ud. Alquiler de vehículo para el desplazamiento tanto del personal como de los instrumentos topográficos SESENTA EUROS	**60**
7001	**km**	**Mantenimiento Vehículo** km. Precio del km de combustible del vehículo	**4**

	CUATRO EUROS		
8000	**jornada**	**Dieta Técnico/Auxiliar**	**40**
	Jornada. Precio del almuerzo tanto del técnico como del auxiliar CUARENTA EUROS		

TABLA 49. CUADRO PRECIO Nº 1 (Fuente: ELABORACIÓN PROPIA)

CÓDIGO	UNIDAD	RESUMEN	PRECIO (€)
CAPITULO 2: OBSERVACIÓN GPS EN ESTÁTICO-RELATIVO. RED PRINCIPAL			
1000	**jornada**	**Técnico**	**120**
	Jornada. Trabajo del Graduado en Geomática y Topografía CIENTO VEINTE EUROS		
1001	**jornada**	**Auxiliar**	**60**
	Jornada. Auxiliar de Topografía SESENTA EUROS		
2000	**jornada**	**GPS**	**200**
	Ud. GPS bifrecuencia para la realización del estático-relativo DOSCIENTOS EUROS		
7000	**jornada**	**Alquiler vehículo**	**60**
	Ud. Alquiler de vehículo para el desplazamiento tanto del personal como de los instrumentos topográficos SESENTA EUROS		
7001	**km**	**Mantenimiento Vehículo**	**4**
	km. Precio del km de combustible del vehículo CUATRO EUROS		
8000	**jornada**	**Dieta Técnico/Auxiliar**	**40**
	Jornada. Precio del almuerzo tanto del técnico como del auxiliar CUARENTA EUROS		

TABLA 50. CUADRO PRECIO Nº 1 (Fuente: ELABORACIÓN PROPIA)

CÓDIGO	UNIDAD	RESUMEN	PRECIO (€)
CAPITULO 3: OBSERVACIÓN GPS EN RTK. RED DE DETALLE			
1000	**jornada**	**Técnico** Jornada. Trabajo del Graduado en Geomática y Topografía CIENTO VEINTE EUROS	**120**
1001	**jornada**	**Auxiliar** Jornada. Auxiliar de Topografía SESENTA EUROS	**60**
2000	**jornada**	**GPS** Ud. GPS bifrecuencia para la realización del levantamiento en RTK MIL EUROS	**1000**
7000	**jornada**	**Alquiler vehículo** Ud. Alquiler de vehículo para el desplazamiento tanto del personal como de los instrumentos topográficos TRESCIENTOS EUROS	**300**
7001	**km**	**Mantenimiento Vehículo** km. Precio del km de combustible del vehículo VEINTE EUROS	**20**
8000	**jornada**	**Dieta Técnico/Auxiliar** Jornada. Precio del almuerzo tanto del técnico como del auxiliar DOSCIENTOS EUROS	**200**

TABLA 51. CUADRO PRECIO Nº 1 (Fuente: ELABORACIÓN PROPIA)

4.2.1.4- Cuadro de Precios Nº 2

A continuación se muestra el ***cuadro de Precios Nº 2,*** en ellos se recogen los gastos derivados de cada uno de los conceptos anteriormente explicados.

CÓDIGO	UNIDAD	RESUMEN	PRECIO (€)
CAPITULO 1: RECONOCIMIENTO DEL TERRENO Y MONUMENTACION BASES REPLANTEO			
1000	**jornada**	**Técnico**	**120**
	Jornada. Trabajo del Graduado en Geomática y Topografía		
		TOTAL PARTIDA:	**120**
1001	**jornada**	**Auxiliar**	**60**
	Jornada. Auxiliar de Topografía		
		TOTAL PARTIDA:	**60**
3000	**ud**	**Sprays Señalizador**	**5**
	Ud. Sprays para señalizar la monumentacion de las bases de replanteo		
		TOTAL PARTIDA:	**5**
3001	**ud**	**Estacas**	**0.81**
	Ud. Estacas de madera de B52 cm para señalizar la monumentación de las bases de replanteo		
		TOTAL PARTIDA:	**0.81**
5000	**ud**	**Cámara Digital**	**50**
	Ud. Cámara digital para la realización del reportaje fotogramétrico tanto de las bases como de la carretera		
		TOTAL PARTIDA:	**50**
7000	**jornada**	**Alquiler vehículo**	**60**
	Ud. Alquiler de vehículo para el desplazamiento tanto del personal como de los instrumentos topográficos		
		TOTAL PARTIDA:	**60**
7001	**km**	**Mantenimiento Vehículo**	**4**
	km. Precio del km de combustible del vehículo		
		TOTAL PARTIDA:	**4**

8000	**jornada**	**Dieta Técnico/Auxiliar**	**40**
	Jornada. Precio del almuerzo tanto del técnico como del auxiliar		
		TOTAL PARTIDA:	**40**

TABLA 52- CUADRO PRECIO Nº 2 (Fuente: ELABORACIÓN PROPIA)

CÓDIGO	UNIDAD	RESUMEN	PRECIO (€)
CAPITULO 2: OBSERVACIÓN GPS EN ESTÁTICO-RELATIVO. RED PRINCIPAL			
1000	**jornada**	**Técnico**	**120**
	Jornada. Trabajo del Graduado en Geomática y Topografía		
		TOTAL PARTIDA:	**120**
1001	**jornada**	**Auxiliar**	**60**
	Jornada. Auxiliar de Topografía		
		TOTAL PARTIDA:	**120**
2000	**jornada**	**GPS**	**200**
	Ud. GPS bifrecuencia para la realización del estático-relativo		
		TOTAL PARTIDA:	**200**
7000	**jornada**	**Alquiler vehículo**	**60**
	Ud. Alquiler de vehículo para el desplazamiento tanto del personal como de los instrumentos topográficos		
		TOTAL PARTIDA:	**60**
7001	**km**	**Mantenimiento Vehículo**	**4**
	km. Precio del km de combustible del vehículo		
		TOTAL PARTIDA:	**4**
8000	**jornada**	**Dieta Técnico/Auxiliar**	**40**
	Jornada. Precio del almuerzo tanto del técnico como del auxiliar		
		TOTAL PARTIDA:	**40**

TABLA 53- CUADRO PRECIO Nº 2 (Fuente: ELABORACIÓN PROPIA)

CÓDIGO	UNIDAD	RESUMEN	PRECIO (€)
CAPITULO 3: OBSERVACIÓN GPS EN RTK. RED DE DETALLE			
1000	**jornada**	**Técnico** Jornada. Trabajo del Graduado en Geomática y Topografía **TOTAL PARTIDA:**	**120** **120**
1001	**jornada**	**Auxiliar** Jornada. Auxiliar de Topografía **TOTAL PARTIDA:**	**60** **60**
2000	**jornada**	**GPS** Ud. GPS bifrecuencia para la realización del levantamiento en RTK **TOTAL PARTIDA:**	**1000** **1000**
7000	**jornada**	**Alquiler vehículo** Ud. Alquiler de vehículo para el desplazamiento tanto del personal como de los instrumentos topográficos **TOTAL PARTIDA:**	**300** **120**
7001	**km**	**Mantenimiento Vehículo** km. Precio del km de combustible del vehículo **TOTAL PARTIDA:**	**20** **20**
8000	**jornada**	**Dieta Técnico/Auxiliar** Jornada. Precio del almuerzo tanto del técnico como del auxiliar **TOTAL PARTIDA:**	**200** **200**

TABLA 54- CUADRO PRECIO Nº 2 (Fuente: ELABORACIÓN PROPIA)

4.2.2- Trabajos de Gabinete

En los trabajos de gabinete, se debe de tener en cuenta los cálculos topográficos, trazados de los planos y la redacción de la parte litería (memoria) del proyecto.

En primer lugar se presenta el cálculo de la amortización del material informático, es decir, el importe diario de los equipos utilizado para la realización del proyecto. Para la realización de lo comentado anteriormente, partimos tanto de los Hardware como Software utilizados para el proyecto.

Hardware	Precio (€)
Ordenador	600
Total	**600**

TABLA 55. HARDWARE UTILIZADOS (Fuente: ELABORACIÓN PROPIA)

Software	Precio (€)
Leica Geo office	200
Autocad 2002	80
MDT 4.0	2285
Clip	121
Windows 7	151
Office	157
Total	**2994**

TABLA 56. SOFTWARE UTILIZADOS (Fuente: ELABORACIÓN PROPIA)

Para el cálculo total se suma el total de Hardware y de Software que asciende a:

TRES MIL QUINIENTOS NOVENTA Y CUATRO EUROS **(3594 €).**

El periodo de amortización es de tres años con un interés del

- **Cálculo del coste**

Para ello, tenemos que calcular la amortización y a continuación el cálculo de los intereses anuales:

$$Amortización = \frac{\text{Pr}\, ecioAdquisiciónEquipos}{AñosAmortización} = \frac{3594}{3} = 1198 Euros$$

Intereses del primer año: $3594 * 12\% = 431.28$

Intereses del segundo año: $(3594 - 1198) * 12\% = 287.52$

Intereses del tercer año: $(3594 - 2 * 1198) * 12\% = 143.76$

Los intereses que hay que pagar son la suma de cada uno de los años, generando un total de intereses de 862.56 Euros. Con lo que los intereses anuales que habría que pagar es dividir la suma de los intereses de los tres años de amortización entre esos mismos años.

$$Intereses : \frac{862.56}{3} = 287.52 \, Euros/Año$$

Con lo que al año se debe amortizar la suma de ambos valores, es decir, de la amortización anual más los intereses que conlleva:

$$Coste = 862.56 + 287.52 = 1150.08 \, Euros/Año$$

- Cálculo de los días trabajados al año:
  - El año tiene 365 días.
  - Los días del año correspondiente a sábados, domingos y festivos son: 52 sábados, 52 domingos y 16 festivos, en total 120 días.
  - De vacaciones corresponden 30 días, excluyendo sábados, domingos y festivos el total de días de vacaciones son 20 días.
  - El total de días trabajados, sería el resultado de descontar al total de días del año los sábados, domingos, festivos y vacaciones, dando un total de días trabajados de 225 días/anuales.
- Cálculo del precio elemental

Con lo que el precio elemental, sería la división del coste producido al año entre el número de días trabajados al año:

Material Informático: $\frac{1150.08\ Euros/Año}{225\ dias/Año} = 5.11\ Euros/día$

En la siguiente tabla, se expresa las jornadas totales que se han necesitado para llevar a cabo los trabajos de gabinete. Los diferentes procesos realizados en gabinete son:

- Redacción del proyecto
- Calculo coordenadas Red Principal y Red de detalle.
- Estudio y diseño del nuevo trazado.
- Obtención Modelo Digital del Terreno.
- Obtención de perfiles longitudinales y transversales.
- Calculo de cubicaciones.
- Presupuesto de los trabajos topográficos.

Concepto	Jornada Reales (días)
Cálculos Topográficos	1
Estudios y desarrollos de planos	10
Redacción del proyecto	8
Total	**16**

TABLA 57. JORNADAS REALES TRABAJO DE GABINETE (Fuente: ELABORACIÓN PROPIA)

4.2.2.1- Precios Unitarios

A continuación se muestra los ***precios unitarios*** por jornadas de los trabajos de gabinete realizados en cada una de las partidas que intervienen en dicho trabajo.

CÓDIGO	UNIDAD	RESUMEN	PRECIO (Euro)
1000	jornada	Técnico	120
2000	jornada	Material Informático	5.11

TABLA 58. PRECIO UNITARIO TRABAJO GABINETE (Fuente: ELABORACIÓN PROPIA)

4.2.2.2- Precios Descompuestos

A continuación se muestra los ***precios descompuestos,*** en ellos se recogen los gastos derivados de cada uno de los conceptos anteriormente explicados.

CÓDIGO	CANTIDAD	UNIDAD	RESUMEN	PRECIO (€)	IMPORTE (€)
CAPITULO 1: CÁLCULOS TOPOGRÁFICOS					
1000	1	**jornada**	**Técnico**	120	120
2000	1	**jornada**	**Material Informático**	5.11	5.11
	0.5	**%**	**Medios Auxiliares**	125.11	0.62555
				TOTAL PARTIDA	125.74
Asciende el precio total de la partida a la mencionada de CIENTO VEINTICINCO Y UN EUROS con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS					
CAPITULO 2: ESTUDIOS Y DESARROLLOS DE PLANOS					
1000	10	**jornada**	**Técnico**	120	1200
2000	10	**jornada**	**Material Informático**	5.11	51.1
	0.5	**%**	**Medios Auxiliares**	125.11	0.62555
				TOTAL PARTIDA	1251.73
Asciende el precio total de la partida a la mencionada de MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y UN EUROS con SETENTA Y TRES CÉNTIMOS					
CAPITULO 3: REDACCIÓN DEL PROYECTO					
1000	8	**jornada**	**Técnico**	120	960
2000	8	**jornada**	**Material Informático**	5.11	40.88
	0.5	**%**	**Medios Auxiliares**	125.11	0.62555
				TOTAL PARTIDA	1001.51
Asciende el precio total de la partida a la mencionada de MIL UN EUROS con CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS					
				TOTAL PARTIDAS	2378.97
Asciende el precio total de todas las partidas a la mencionada de DOS MIL TRESCIENTOS SETENTA Y OCHO EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS					

TABLA 59. PRECIO DESCOMPUESTOS (Fuente: ELABORACIÓN PROPIA)

4.2.2.3- Cuadro de Precios Nº 1

A continuación se muestra el ***cuadro de Precios Nº 1,*** en ellos se recogen los gastos derivados de cada uno de los conceptos anteriormente explicados.

CÓDIGO	UNIDAD	RESUMEN	PRECIO (€)
CAPITULO 1: CALCULOS TOPOGRÁFICOS			
1000	**jornada**	**Técnico**	**120**
	Jornada. Trabajo del Graduado en Geomática y Topografía		
		CIENTO VEINTE EUROS	
2000	**jornada**	**Material Informático**	**5.11**
	Jornada. Programas informáticos utilizado para los cálculos topográficos		
		CINCO EUROS CON ONCE CÉNTIMOS	

TABLA 60. CUADRO PRECIO Nº 1 (Fuente: ELABORACIÓN PROPIA)

CÓDIGO	UNIDAD	RESUMEN	PRECIO (€)
CAPITULO 2: ESTUDIOS Y DESARROLLOS DE PLANOS			
1000	**jornada**	**Técnico**	**1200**
	Jornada. Trabajo del Graduado en Geomática y Topografía		
		MIL DOSCIENTOS EUROS	
2000	**jornada**	**Material Informático**	**51.1**
	Jornada. Programas informáticos utilizado para los cálculos topográficos		
		CINCUENTA Y UN EUROS CON DIEZ CÉNTIMOS	

TABLA 61. CUADRO PRECIO Nº 1 (Fuente: ELABORACIÓN PROPIA)

CÓDIGO	UNIDAD	RESUMEN	PRECIO (€)
CAPITULO 3: REDACCIÓN DEL PROYECTO			
1000	**jornada**	**Técnico** Jornada. Trabajo del Graduado en Geomática y Topografía NOVECIENTOS SESENTA EUROS	**960**
2000	**jornada**	**Material Informático** Jornada. Programas informáticos utilizado para los cálculos topográficos CUARENTA EUROS CON OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS	**40.88**

TABLA 62. CUADRO PRECIO Nº 1 (Fuente: ELABORACIÓN PROPIA)

4.2.2.4- Cuadro de Precios Nº 2

A continuación se muestra el ***cuadro de Precios Nº 2,*** en ellos se recogen los gastos derivados de cada uno de los conceptos anteriormente explicados.

CÓDIGO	UNIDAD	RESUMEN	PRECIO (€)
CAPITULO 1: CALCULOS TOPOGRÁFICOS			
1000	**jornada**	**Técnico** Jornada. Trabajo del Graduado en Geomática y Topografía **TOTAL PARTIDA:**	**120** **120**
2000	**jornada**	**Material Informático** Jornada. Programas informáticos utilizado para los cálculos topográficos **TOTAL PARTIDA:**	**5.11** **5.11**

TABLA 63. CUADRO PRECIO Nº 2 (Fuente: ELABORACIÓN PROPIA)

CÓDIGO	UNIDAD	RESUMEN	PRECIO (€)
CAPITULO 2: ESTUDIOS Y DESARROLLOS DE PLANOS			
1000	**jornada**	**Técnico** Jornada. Trabajo del Graduado en Geomática y Topografía **TOTAL PARTIDA:**	**1200** **1200**
2000	**jornada**	**Material Informático** Jornada. Programas informáticos utilizado para los cálculos topográficos **TOTAL PARTIDA:**	**51.1** **51.1**

TABLA 64. CUADRO PRECIO Nº 2 (Fuente: ELABORACIÓN PROPIA)

CÓDIGO	UNIDAD	RESUMEN	PRECIO (€)
CAPITULO 3: REDACCIÓN DEL PROYECTO			
1000	**jornada**	**Técnico** Jornada. Trabajo del Graduado en Geomática y Topografía **TOTAL PARTIDA:**	**960** **960**
2000	**jornada**	**Material Informático** Jornada. Programas informáticos utilizado para los cálculos topográficos **TOTAL PARTIDA:**	**40.88** **40.88**

TABLA 65. CUADRO PRECIO Nº 2 (Fuente: ELABORACIÓN PROPIA)

4.2.3- Presupuesto de Ejecución Material (P.E.M)

El presupuesto de Ejecución Material (PEM) estará compuesto por la suma de los totales de los cuadros de precios descompuestos de los trabajos tanto de campo como de gabinete.

Precios Descompuestos	Cantidad (Euros)
Trabajo Campo	3250.59
Trabajo Gabinete	2378.97
P.E.M	**5629.56**

TABLA 66. PEM (Fuente: ELABORACIÓN PROPIA)

Asciende el Presupuesto de Ejecución Material (P.E.M) a la mencionada cantidad de CINCO MIL SEISCIENTOS VEINTINUEVE EUROS CON CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS.

4.2.3- Presupuesto de Ejecución por Contrata (P.E.C)

El Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC) es el resultado de añadirle al Presupuesto de Ejecución Material un porcentaje de gastos generales y otro de beneficios industriales.

RESUMEN	Cantidad (Euro)
P.E.M	**5629.56**
13% Gastos Generales (G.G)	731.84
6% Beneficios Industrial (B.I)	337.77
SUMA DE G.G y B.I	**1069.62**
16% Gastos Generales	171.14
P.E.C	**6870.31**

TABLA 67. PEM (Fuente: ELABORACIÓN PROPIA)

Asciende el Presupuesto de Ejecución por CONTRATA (P.E.C) a la mencionada cantidad de SEIS MIL OCHOCIENTOS SETENTA EUROS CON TREINTA Y UN CÉNTIMOS.

5. BIBLIOGRAFIA

ESPECÍFICA O BÁSICA

✓ Santos Mora, Antonio (1988).Topografía y replanteo de obras de ingeniería.. Editorial: Madrid:Colegio Ofic. de Ingenieros Técnicos en Topografía.

✓ Autor: España. Dirección General de Carreteras (2008).Trazado: Instrucción de carreteras norma 3.1 - IC. Edición: 2ª ed., 3ª reimp. Editorial: [Madrid]: Ministerio de Fomento, 2008 SSS.

✓ Conesa Lucerga, Marcelino (1998).Diseño geométrico de carreteras. Editorial: Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, D.L.

PÁGINAS WEB VISITADAS

✓ Trazado: introducción de Carreteras:
http://www.carreteros.org/normativa/trazado/3_1ic/indice.htm

✓ Tool S.A:
http://www.toolsa.es/web/14/14_1.asp

ENLACES VIDEOS CLIP

Enlaces sitio web donde encontrar todos los videos sobre CLIP:
http://www.toolsa.es/web/15/15_1.asp

http://www.toolsa.es/web/ficheros/videos/Arboldetrabajo/Arbol%20de%20trabajo.html

http://www.toolsa.es/web/ficheros/videos//IECartografia/IECartografia.html

http://www.toolsa.es/web/ficheros/videos//IntroduccionGP/IntroduccionGeometriaPlantaModFinal.html