



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN.
AUTOVÍA JAÉN A CÓRDOBA
TRAMO: VILLARDOMPARDO – LA
NAVA**

Alumno: Julián Ruiviejo Molina

Tutor: Prof. D. Antonio Pérez De La Torre
Depto.: Ingeniería Mecánica y Minera

Junio, 2018

INDICE GENERAL DEL PROYECTO:

I.- DOCUMENTO N°1 MEMORIA

Memoria descriptiva

Anejos:

Anejo 1: Antecedente

Anejo 2: Cartografía y Topografía

Anejo 3: Geología, geotecnia y procedencia de los materiales

Anejo 4: Estudio de alternativas

Anejo 5: Climatología e hidrología

Anejo 6: Planificación y tráfico

Anejo 7: Trazado geométrico

Anejo 8: Movimiento de tierras

Anejo 9: Firmes y pavimentos

Anejo 10: Drenaje

Anejo 11: Soluciones propuestas a tráfico durante la ejecución de las obras

Anejo 12: Señalización, balizamiento y defensas

Anejo 13: Estudio de impacto ambiental

Anejo 14: Estructuras

Anejo 15: Obras complementarias

Anejo 16: Coordinación con otros organismos y servicios

Anejo 17: Expropiaciones e indemnizaciones

Anejo 18: Reposición de servicios

Anejo 19: Plan de obra

Anejo 20: Clasificación del contratista

Anejo 21: Justificación de precios

Anejo 22: Fórmula de revisión de precios

Anejo 23: Valoración de ensayos

Anejo 24: Estudio de gestión de residuos de la construcción y demolición

Anejo 25: Estudio de Seguridad y Salud

II.-DOCUMENTO N°2 PLANOS

Plano N° 1. Situación y emplazamiento

Plano N° 2. Estado actual y topografía

Plano N° 3. Alineación del corredor

Plano N° 4. Perfil longitudinal
Plano N° 5. Obra lineal
Plano N° 6. Perfiles transversales
Plano N° 7. Sección tipo
Plano N° 8. Señalización
Plano N° 9. Drenaje

III.-DOCUMENTO N°3 PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS PARTICULARES

IV.-DOCUMENTO N°4 PRESUPUESTO

1. Mediciones
 - 1.1. Mediciones auxiliares
 - 1.2. Mediciones generales
2. Cuadro de precios
 - 2.1. Cuadro de precios N° 1
 - 2.2. Cuadro de precios N° 2
3. Presupuestos parciales
4. Resumen de presupuestos

DOCUMENTO N°1

MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA

ÍNDICE

1.	Antecedentes administrativos	4
2.	Normativa aplicada al proyecto	5
3.	Objeto y descripción del proyecto	7
3.1	Objeto	7
3.2	Descripción del proyecto	7
3.2.1	Descripción general de las obras	7
3.2.2	Cartografía y topografía	8
3.2.3	Geología, geotecnia y procedencia de los materiales	9
3.2.4	Estudio de alternativas	10
3.2.5	Climatología e hidrología	11
3.2.6	Planeamiento y tráfico	12
3.2.7	Trazado geométrico	13
3.2.8	Movimiento de tierras	14
3.2.9	Firmes y pavimentos	15
3.2.10	Drenaje	15
3.2.11	Soluciones propuestas al tráfico	16
3.2.12	Señalización, balizamiento y defensas	16
3.2.13	Estudio de Impacto Ambiental	17
3.2.14	Estructuras	17
3.2.15	Obras complementarias	18
3.2.16	Coordinación con otros organismos	18
3.2.17	Expropiaciones e indemnizaciones	18
3.2.18	Reposición de servicios	19
3.2.19	Plan de obra	19
3.2.20	Clasificación del contratista	19
3.2.21	Justificación de precios	20
3.2.22	Fórmula de revisión de precios	20
3.2.23	Valoración de ensayos	20

Memoria

3.2.24	Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición	20
3.2.25	Estudio de Seguridad y Salud	20
4.	Resumen del presupuesto	21
5.	Documentos del proyecto	22
6.	Declaración de obra completa	24
7.	Conclusiones.....	25

1. ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS

El Real Decreto 1393/2007 de 29 de octubre, el cual fue modificado por el Real Decreto 861/2010 de 2 de julio, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales indica, en sus apartados 3 y del artículo 12, en relación al diseño de los títulos de Grado, que “Estas enseñanzas concluirán con la elaboración y defensa de un Trabajo de Fin de Grado. El trabajo de Fin de Grado tendrá entre 6 y 30 créditos, que deberá realizarse en la fase final del plan de estudios y estar orientada a la evaluación de las competencias asociadas al título.

A partir de lo anteriormente descrito, con la finalidad de finalizar los estudios de Grado en Ingeniería Civil, se realiza el presente Trabajo Fin de grado, con un total de 12 créditos, cuyo título es “Proyecto de construcción. Autovía Jaén a Córdoba. Tramo: Villardompardo – La Nava” por parte del alumno Julián Ruiviejo Molina con la tutela del profesor Don Antonio Manuel Pérez De La Torre, departamento de Ingeniería Mecánica y Minera.

El TFG es de tipo Proyecto de Ingeniería, por tanto, deberá incluir los cuatro documentos principales que lo conforman, estos son: una memoria descriptiva con sus correspondientes anejos de cálculo, planos, pliego de prescripciones técnicas particulares y presupuesto.

La finalidad del proyecto es diseñar y posteriormente ejecutar una nueva autovía que sirva de unión entre las capitales de Jaén y Córdoba. La obra proyectada es el diseño de la nueva autovía en cada una de sus fases, teniendo como objetivo, no solo conectar dos grandes núcleos de población sino también la agilización de salida de aceite que se produce en estas provincias a través de esta nueva vía propuesta.

2. NORMATIVA APLICADA AL PROYECTO

Se expone a continuación una relación de normas, reglamentos, recomendaciones y otros documentos legales que afectan de manera directa al presente proyecto:

- Norma 3.1 I.C. de Trazado de Carreteras.
- Instrucción 5.2 I.C. de Drenaje Superficial.
- “Máximas lluvias diarias en España Peninsular” publicado por el Ministerio de Fomento.
- Orden Circular 17/2003 de Recomendaciones para el proyecto y construcción del drenaje subterráneo en obras de carretera.
- Mapas de tráfico actualizados de la Junta de Andalucía y del Ministerio de Fomento.
- Norma 6.1 I.C. de Secciones de Firme.
- Instrucción para el Diseño de Firmes de la Red de carreteras de Andalucía (ICAFIR).
- Orden Circular 5/2001 sobre riesgos auxiliares, mezclas bituminosas y pavimentos de hormigón.
- Orden Circular 20/2006 sobre Recepción de obras de carreteras que incluyan firmes y pavimentos.
- Instrucción 8.1 I.C. de Señalización Vertical.
- Instrucción 8.2 I.C. sobre Marca Viales.
- Orden Circular 35/2014 sobre criterios de aplicación de sistemas de contención de vehículos.
- Ley de 16 de diciembre de 1945 sobre expropiaciones forzosas.
- Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyecto (RD 1/20008, del 11 de enero).
- Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental de la Junta de Andalucía (GICA).
- Real Decreto 105/2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos de la construcción y demolición.
- Orden MAM/7304/2002 del 8 de febrero en la que se publican las operaciones de valoración y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.
- Instrucción de Hormigón Estructural vigente (EHE-08).

Memoria

- Real Decreto 256/2016 del 10 de junio, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos RC-16.
- Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (Real Decreto 1098/2001 del 12 de octubre).
- Real Decreto 16287/1997 del 24 de octubre sobre las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3)
- Real Decreto 1812/1994 del 2 de septiembre por el que se aprueba el Reglamento General de Carreteras (BOE del 23 de septiembre de 1994).
- Real Decreto Legislativo 3/2011 del 14 de noviembre por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público.
- Plan General de Ordenación Urbana de Torredonjimeno formada por las Ordenanzas Municipales publicadas.

3. OBJETO Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.1 Objeto

El objeto del proyecto redactado es la construcción de una nueva carretera (autovía) cuya función sea la unión entre las capitales de provincia de Jaén y Córdoba. En concreto, este proyecto comprende el tramo que se desarrolla entre Villardompardo y La Nava, afectando solo al término municipal de Torredonjimeno.

La nueva autovía diseñada se proyecta como solución a la falta de una conexión directa a través de autovía entre las ciudades nombradas. La falta de capacidad de la actual carretera convencional A-316 que hasta ahora sirve de enlace, justifica la redacción del proyecto. Al tratarse la actual unión de una carretera convencional de doble sentido y accesos a las parcelas colindantes, reduce la capacidad de la misma, máxime en temporada de acogida de aceituna.

En este caso, se realizará el diseño integral del tramo propuesto de la autovía sin desarrollar el enlace con la carretera convencional JA-3402 para dar acceso a los pueblos colindantes como Villardompardo, Santiago de Calatrava o Higuera de Calatrava, dado que será objeto de otros proyectos.

Los antecedentes desarrollados para la zona del proyecto se encuentran expuestos en el Anejo 1- Antecedentes.

3.2 Descripción del proyecto

3.2.1 Descripción general de las obras

3.2.1.1 Trazado de la autovía

Para realizar la proyección de la obra que se diseña en el presente proyecto sobre el terreno se deberá de realizar trabajos de desbroce, limpieza y preparación del terreno, para así poder continuar con el movimiento de tierras. Una vez ejecutado el movimiento de tierras se obtendrá la explanada con la combinación de los distintos volúmenes de suelo desmontado y con los aportes de las capas proyectadas en el cimiento del firme. Sobre el plano de explanada se realizará el firme bituminoso calculado para la autovía a través de la normativa correspondiente.

El trazado proyectado afectará a varias carreteras convencionales. Estos problemas se solventarán mediante el diseño de pasos superiores sobre estas vías con la colocación de marcos de hormigón prefabricado y puentes de vigas prefabricadas (el cálculo estructural de estos elementos es objeto de otros proyectos).

Para la formación completa de la autovía los puntos de inicio y final del tramo proyectado en este proyecto coincidirán con los tramos diseñados en otros proyectos

iguales al presente por alumnos de la Escuela Politécnica de Linares. Dichos puntos de unión han sido determinados y facilitados por el tutor del TFG.

3.2.1.2 Obras de drenaje

En el presente proyecto, también se va a llevar a cabo el diseño de la red de drenaje que formará parte de la autovía, para la correcta evacuación del agua generada por las lluvias, debido a que las cuencas naturales se verán modificadas al construir el trazado de la autovía, pudiendo afectar a la capacidad estructural de la infraestructura diseñada.

Con respecto a los elementos que formarán parte de la infraestructura de drenaje habrá que diferenciar entre los elementos longitudinales (cunetas de desmonte, cunetas de pie de terraplén, y las medianas) y los elementos transversales (tuberías de hormigón prefabricado).

En consecuencia, el agua proveniente de las cuencas naturales que afecten a la autovía y el agua generada por la misma autovía tras las precipitaciones deberá de ser conducida mediante estos elementos hacia un punto en el cual se encauce con un recorrido natural del agua.

3.2.1.3 Señalización, balizamiento y defensas

Tras la ejecución de la infraestructura de la que se compondrá la infraestructura deberá de realizarse la colocación de los elementos de señalización verticales y horizontales, el balizamiento y los sistemas de contención de vehículos.

3.2.2 Cartografía y topografía

En el presente proyecto, no se ha llevado a cabo ningún tipo de trabajo cartográfico o topográfico de campo, puesto que no es objetivo del presente Trabajo Fin de Grado.

En consecuencia, la obtención de los datos relacionados con la topografía y cartografía base que se utiliza para la realización del proyecto proviene de las siguientes fuentes de información geográfica y topográfica:

- Modelo digital del terreno de la zona del proyecto (Instituto de Cartografía y Estadística de Andalucía).
- Imágenes Ráster (1:25.000 Mapa Topográfico Nacional) y Ortofotos (PNOA máxima actualidad) de la zona de proyecto (Instituto de Cartografía de Andalucía).

A partir de estos datos obtenidos a través del portal web Instituto de Cartografía y Estadística de Andalucía (ICA), se ha compuesto un modelo digital del terreno en el programa de diseño de obra civil Autocad Civil 3D. Utilizando como base el MDT, las imágenes Ráster u Ortofotos e introduciendo los datos aportados por el ICA, se ha llevado a cabo el diseño de la carretera en todo su recorrido. El sistema de proyección que se ha utilizado ha sido el UTM con coordenadas en el sistema ETRS-89.

En el Anejo 2 Cartografía y Topografía, se desarrolla de manera detallada el proceso seguido.

3.2.3 Geología, geotecnia y procedencia de los materiales

3.2.3.1 Geología

La zona de estudio se localiza en el sector septentrional de las Cordilleras Béticas, en el límite de las Zonas Externas con la Depresión del Guadalquivir. El Orógeno Bético representa el extremo occidental del conjunto de cadenas alpinas europeas. Se trata, conjuntamente con la parte norte de la zona africana, de una región inestable afectada durante gran parte del Neógeno por fenómenos tectónicos mayores.

Por tanto, la zona donde se desarrollarán los trabajos para conformar la autovía se trata de la zona subbética, en la cual a lo largo de los años se han ido depositando materiales margosos debido a la sedimentación producida durante el Jurásico. Estos materiales granulares se encuentran poco cohesionados y su permeabilidad es alta. Las características mecánicas de los materiales, estarán en función de muchos parámetros, sin embargo, en general presentan un comportamiento aceptable frente a cargas.

3.2.3.2 Geotecnia

Para poder definir las características geotécnicas de los materiales adyacentes a la zona de proyecto de la autovía, se ha utilizado como base un estudio geotécnico realizado por una empresa privada, ya que queda fuera del objetivo del Trabajo Fin de Grado.

En el Anejo 3 se desarrollan de manera más completa y extensa todos aquellos ensayos y resultados que se han llevado a cabo para el análisis de los suelos encontrados y su posterior definición geotécnica.

Los resultados que se obtienen de hacer el análisis de los suelos indican que nos encontramos con un suelo adecuado en base a lo marcado en el artículo 330 del PG-3 vigente. Esto permitirá el uso del terreno obtenido en el desmonte para la formación de los terraplenes y así reducir los costes frente a la compra de terreno de préstamo.

En resumen y a resaltar, el terreno está caracterizado por su fácil excavabilidad y ripabilidad a lo largo de toda la traza planteada. Esto permite utilizar máquinas convencionales para la realización de los movimientos de tierra.

3.2.3.3 Procedencia y depósito de materiales

Para la formación de la explanada y el firme se ha determinado aquellas canteras o graveras más cercanas a la zona de proyecto de las que se pueda obtener el material de préstamo.

Las canteras que se han determinado son:

- Yealsal (Alcaudete)
- Cantera de Alcaudete (Alcaudete)
- Áridos Santo Nicasio (Martos)

Para la eliminación del material sobrante de la obra se citan los siguientes vertederos para tratamiento de residuos inertes:

- Planta de Torredonjimeno (Jaén)
- Planta de Martos (Jaén)
- Planta de Alcaudete (Jaén)

3.2.4 Estudio de alternativas

En el Anejo 4 se ha realizado un estudio minucioso y detallado de varias alternativas propuestas para poder elegir el trazado más óptimo tanto por su adaptación al terreno como por su viabilidad económica. Las tres alternativas propuestas se han representado mediante la alineación, para así poder compararlas y poder elegir cual desarrollar en toda su extensión a partir de los datos iniciales de partida.

Para el análisis de las alternativas se ha realizado mediante una comparación con el proceso de análisis jerárquico multicriterio AHP (Thomas L. Saaty). Los criterios establecidos se han propuesto en base a la obra lineal de acuerdo a las características del medio físico y socioeconómico que lo albergan. A partir de los porcentajes de importancia de cada criterio que se obtienen aplicando el método, se han valorado en una escala del 1 al 10 las distintas opciones de trazado y se ha llegado a una conclusión de desarrollar la alternativa número 2.

En el Anejo 4 en el estudio de las alternativas se amplía el fundamento del método aplicado además de todo el proceso llevado a cabo para la determinación de la alternativa más óptima. A continuación se resumen los datos obtenidos inicialmente para cada alternativa planteada:

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Longitud (m)	8.858,741	8.875,610	9.858,163
Movimiento de tierras (m³)	91.422,850	34.607,330	-110.349,390
Pendiente máxima (%)	3,97	-2,70	-3,47
Velocidad de trayecto (m/s)	100	120	100
Afección a vías y ríos	Si	Si	Si
Obras de paso/puentes	Si	Si	Si
Medidas especiales para taludes	Si	Si	Si
Geología y geotecnia	Arcilla y margas	Arcilla y margas	Arcilla y margas
Impacto ambiental	Medio	Medio	Alto
Expropiaciones	Si (Cultivo)	Si (Cultivo)	Si (Cultivo y balsa)
Servicios afectados	Si	Si	Si

Tabla 1. Resumen de los factores de las distintas alternativas.

3.2.5 Climatología e hidrología

3.2.5.1 Climatología

El proyecto objeto se encuentra dentro del término municipal de Torredonjimeno donde el clima es mediterráneo-continental, con veranos calurosos y secos e inviernos relativamente fríos.

3.2.5.2 Hidrología

Para poder calcular los caudales generados en las cuencas naturales y que afectarán al trazado de la autovía se ha utilizado el método racional, el cual viene propuesto y desarrollado en la Norma 5.2 I.C, de Drenaje Superficial.

En la definición de las cuencas, tanto las principales como las secundarias, que afectarán al trazado de la autovía se ha utilizado el programa de diseño Autocad Civil 3D. Para ello se habrán introducido los datos referentes a la superficie del terreno en dicho programa, y nos ayudaremos de la función "Gota de agua" para su identificación.

También se ha tenido en cuenta las cuencas formadas por la plataforma y sus márgenes (taludes de terraplén y desmonte), las cuales verterán el caudal generado a un elemento de drenaje, por lo que a cada cuenca se le habrá asignado un elemento de drenaje.

Para el cálculo del caudal, se ha tomado el más desfavorable (mayor caudal generado) para cada uno de los elementos de drenaje. Ese será el caudal del proyecto

definido y con él se harán las destinas comprobaciones necesarias para la capacidad de los elementos de drenaje.

A continuación se adjunta los datos característicos de caudales para cada elemento de drenaje, tanto longitudinal como transversal:

Elemento de drenaje	Caudal de proyecto (m ³ /h)
Cunetas de guarda de desmante	0,037
Cunetas de pie de terraplén	0,076
Medianas	0,079
Cunetas de desmante	0,068
ODT (caudal mayor)	3,895
ODT (caudal medio)	0,624
ODT (caudal menor)	0,074

Tabla 2. Resumen de caudales de proyecto calculados.

3.2.6 Planeamiento y tráfico

3.2.6.1 Planeamiento

En lo que respecta al planeamiento, en concreto, para el municipio de Torredonjimeno, se utilizará su PGOU que está compuesto por diferentes ordenanzas municipales que rigen los usos del territorio y su clasificación.

En dicho PGOU se puede consultar el tipo de suelo sobre el que se llevará a cabo la construcción del trazado de la autovía, que en este caso se trata de suelo no urbanizable de carácter rural, dedicado a la explotación del olivar prácticamente en su totalidad.

3.2.6.2 Tráfico

Para el cálculo del tráfico se ha llevado un estudio con vistas a 20 años de vida útil de la autovía. El objetivo de este cálculo es obtener los valores de toneladas de ejes equivalentes, tanto para poder diseñar el firme y conocer el servicio de la carretera.

Los datos de partida han sido obtenidos a través de las estaciones de aforo de los mapas de tráfico desarrollados por la Junta de Andalucía y el Ministerio de Fomento, los cuales se encuentran disponibles en su página web.

Para el cálculo de la IMD que tendrá la autovía en el año horizonte se han utilizado las IMD de la actual carretera A-306, la cual sustituirá la nueva autovía, con la correspondiente aplicación de porcentajes para poder concretar una estimación real la cantidad de vehículos que pasarán por la carretera proyectada. Se obtiene para esta autovía una IMD en el año horizonte de 4.823 veh pesados/día y una intensidad equivalente en hora punta de unos 473 vh/h/c.

Utilizando la Norma HCM 2010 podremos identificar el nivel de servicio correspondiente a un nivel A.

En el Anejo 6 en lo que respecta al planeamiento y al tráfico se desarrollan de manera completa los cálculos comentados anteriormente.

3.2.7 Trazado geométrico

Para diseñar el trazado geométrico nos hemos basado en la Norma 3.1 I.C. de Trazado de Carreteras, en la cual se definen los parámetros de los elementos del trazado para las autovías pertenecientes al Grupo 2 con una velocidad de proyecto de 120 km/h, denominándose la autovía como A-120.

3.2.7.1 Trazado en planta

Para llevar a cabo el trazado en planta, se deberá de definir primeramente las dimensiones mínimas a cumplir por los elementos que formarán el trazado (rectas, curvas circulares y curvas de acuerdo. Estas dimensiones y sus cálculos vienen definidas en el Anejo 7.

3.2.7.2 Trazado en alzado

De la misma manera que en el trazado en planta se deberá de definir las dimensiones que han de cumplir los elementos que formarán el trazado en alzado, tanto acuerdos verticales como las tangentes. Estas dimensiones y sus cálculos vienen definidas en el Anejo 7.

3.2.7.3 Sección transversal

La Norma 3.1 I.C. también ha sido utilizada en dimensionamiento de la sección transversal.

Dicha sección, la cual tendrá una velocidad de 120 km/h, estará formada por dos calzadas separadas con dos carriles de 3,5 m cada y una inclinación hacia afuera del 2%. Estarán separadas mediante una mediana de 3 metros con forma trapezoidal. Habrá dos tipos de arcenes, los interiores y exteriores, que contarán con 1,5 m y 2,5 m de ancho respectivamente. Las bermas tendrán un ancho mínimo de 1,5 m e inclinación del 4%.

Como excepción a la sección transversal, en aquellos tramos en los que han planteado canales para salvaguardar otra vía la sección se reducirá de tal manera que sólo estará formada por los carriles de cada plataforma más los arcenes interior y exterior, además de un resguardo de 0,5 m para la colocación de los drenajes y las barreras de vehículos de contención de vehículos.

3.2.8 Movimiento de tierras

En el apartado de movimientos de tierras se ha desarrollado el diseño de los desmontes o terraplenes para dar paso a la formación de la plataforma de la autovía.

Mediante el programa Autocad Civil 3D se podrán obtener los valores de los volúmenes que se generaran en la construcción de la autovía.

Una vez calculado estos volúmenes se ha procedido a comprobar si existe material suficiente extraído del desmonte para satisfacer la demanda de suelo en la formación del terraplén. Realizando los cálculos de los valores con las correcciones pertinentes, se obtiene un exceso de unos 36.876,6 m³. A partir de ahí se han deducido otras cantidades de volumen que se reflejan a modo de resumen en la siguiente tabla:

Tipo de volumen	m ³
Volumen de desmonte acumulado	1.044.039,3
Volumen NO REUTILIZABLE	208.807,86
Volumen REUTILIZABLE	835.231,44
Volumen de terraplén acumulado	798.354,84
Volumen de excedente	36.876,6
Volumen a vertedero	46.464,516

Tabla 3. Volúmenes del movimiento de tierra.

Con el objetivo de completar lo máximo posible el Anejo 7, se han introducido también los valores de volumen de los materiales que conforman la plataforma de la autovía, es decir, los materiales del cimiento del firme y del propio firme.

Estos volúmenes se han determinado a partir de cálculos de áreas y longitudes, apoyándose en programas como Autocad Civil 3D. En resumen, los valores de material necesario en m³ son los siguientes:

Material	m ³
Suelo estabilizado T1	192.658,50
Suelo Seleccionado T3	31.657,50
Zahorra Artificial	37.992,61
Mezcla gruesa (base)	25.871,16
Mezcla semidensa (bin)	15.920,71
Mezcla drenante (surf)	7.960,36

Tabla 4. Volúmenes de materiales.

3.2.9 Firmes y pavimentos

El diseño del firme y pavimentos de la autovía se ha diseñado mediante un programa propuesto por la Instrucción para el Diseño de firmes de la Red de Carreteras de Andalucía, denominado ICAFIR. Este programa se basa en dicha norma para realizar el cálculo del firme que constituirá la autovía a partir de las características que describe la misma norma sobre temperaturas, precipitaciones y cargas a soportar.

El desarrollo completo del proceso llevado a cabo para la determinación de las capas de materiales granulares y bituminosos que constituirán el cimiento y firme se desarrolla en el Anejo 7. Como resumen, a continuación, se muestra una tabla con las distintas capas que se incluirán y los materiales que la forman:

Zona	Capa	Espesores (cm)
Firme	PA16 surf 50/70	4
	AC22 bin 50/70 S	8
	AC32 base50/70 G	13
	Zahorra artificial	30
Explanada	Suelo Est. in Situ T3	25
	Suelo Est. in Situ T1	55

Tabla 5. Resumen de volúmenes materiales sección autovía

3.2.10 Drenaje

La construcción de una autovía genera un gran cambio en el entorno donde se desarrolla y en los cauces naturales que altera, por ello el drenaje se considera una parte fundamental de una obra lineal.

El diseño y comprobación de todos los elementos longitudinales (periodo de retorno de 25 años) o transversales (periodo de retorno de 100 años), para así poder reconducir el agua fuera de la vía se desarrollaran en el Anejo 10.

Los cauces que afectaran al trazado y se generaran debido a las precipitaciones se han definido en el Anejo 5. Utilizándose para las comprobaciones la vigente Instrucción 5.2 I.C de Drenaje Superficial y la antigua Instrucción para el diseño de las ODT.

Los elementos del drenaje longitudinal tendrán las siguientes características:

- Cuneta de guarda desmonte: Triangular y simétrica de anchura 1 m y taludes 2:1.
- Cuneta de pie de terraplén: Triangular y simétrica de anchura 1 m y taludes 2:1.
- Cuneta de desmonte: Triangular y simétrica de anchura 1.6 m y taludes 2:1.

- Mediana: Trapezoidal con base 0,5 m y taludes 2:1 con un ancho de 1,25 m.
- Caces de 9 cm x 10 cm de hormigón para encauzar el agua de los terraplenes.
- Bajantes de 20 cm x 20 cm de hormigón con longitud en función del terraplén.
- Sumideros de 50 cm x 30 cm para eliminar el agua de la mediana.

Los elementos de drenaje transversal se tratan de ODT, formadas por una tubería de hormigón prefabricada con un diámetro nominal 2000 mm.

3.2.11 Soluciones propuestas al tráfico

Durante el desarrollo de las obras de construcción habrá que planificar las actuaciones que serán necesarias llevar a cabo para evitar la interrupción del tráfico de otras vías convencionales que se verán afectadas por dichas obras. Para minimizar el impacto ocasionado por las obras de construcción se han planeado rutas alternativas para llegar a los destinos afectados. Las vías afectadas serán:

- Carretera JA-3402
- Carretera J-220

Amparándonos en la normativa pertinente, se planearán y realizarán los cortes necesarios durante el transcurso de las obras por los puntos afectados de las dos carreteras anteriormente nombradas.

3.2.12 Señalización, balizamiento y defensas

En el desarrollo de este Anejo se definirán los elementos de señalización, balizamiento y defensas que habrá que instalar en toda la obra lineal, para regular y hacer que el tráfico fluya de manera ordenada.

La normativa aplicable y la que se utiliza como base para la realización del diseño es la siguiente:

- Norma 8.1 I.C. de Señalización Vertical.
- Norma 8.2 I.C. de Señalización horizontal.
- Orden Circular 35/2014 sobre criterios de aplicación de sistemas de contención de vehículos.

Por lo tanto, en el Anejo 12 y en el Documento Nº 2 Planos se hará un desarrollo completo de las características y disposición de los elementos que integrarán la señalización, balizamiento y defensas a lo largo del trazado de la autovía diseñada.

3.2.13 Estudio de Impacto Ambiental

Se ha realizado un breve Estudio de Impacto Ambiental en el que se analizan las distintas acciones provocadas por el proyecto, los factores ambientales afectados y los impactos que se producen. En dicho estudio también se incluyen valoraciones sobre los impactos, medidas protectoras, correctoras y compensatorias, el plan de vigilancia ambiental y una síntesis del documento.

El estudio de impacto ambiental estará regido principalmente en la ley 7/2007 de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental GICA y en la ley 23/2013 de Evaluación Ambiental.

Como conclusión del Estudio de Impacto Ambiental que incluye los análisis del medio y la actuación a realizar, la valoración cualitativa de impactos, y las propuesta de medidas cautelares y correctoras, se puede afirmar que el impacto final de la actuación prevista en el Proyecto de Construcción es positivo.

3.2.14 Estructuras

Las estructuras no son un tema de estudio profundo en el desarrollo de este proyecto, ya que para tal caso será objeto de otro estudio o proyecto independiente.

Sin embargo, en el Anejo 14 se recoge de manera informativa las estructuras que serán necesarias para dar continuidad al trazado del proyecto.

Para ello se llevaran a cabo el diseño y ejecución de dos pasos inferiores que permitan dar continuidad a las carreteras convencionales que se ven intersectadas por el trazado de la nueva autovía.

Para el dimensionamiento y regulación de este tipo de estructura se tendrán en cuenta las siguientes normativas:

- IAP-11 Instrucción sobre las Acciones a Considerar en Proyecto de Carreteras.
- EHE-08. Instrucción sobre las Acciones a Considerar en Proyecto de Carreteras.
- NCSP-07. Norma de Construcción Sismorresistente: Puentes.
- Recomendaciones para el proyecto y puesta en obra de los apoyos elastoméricos para puentes de carretera.
- Recomendaciones para el proyecto y ejecución de pruebas de carga de recepción de puentes de carretera.
- Guía de cimentaciones para obras de carreteras.

3.2.15 Obras complementarias

En el Anejo 15 se definirán las obras complementarias a realizar en la obra principal, las cuales se enumeran a continuación:

- Cerramiento: Su finalidad es la de impedir y bloquear el acceso de las personas y/o animales a la vía principal de la autovía y a sus ramales de enlace. Se implantará un cerramiento cinegético cuyas dimensiones se especifican en el Anejo 15.
- Hitos de deslinde: Tienen el objetivo de marcar de forma definitiva los límites de las zonas de expropiación en las que se construirá la autovía. Serán de hormigón y de forma trapezoidal.
- Estaciones de aforo: Cuya finalidad es facilitar la toma de datos de tráfico. Se tratarán de espiras inductivas introducidas en el pavimento.
- Instalaciones auxiliares: Tales como vestuarios de obra, comedores, aseos, oficinas y similares con el objeto de facilitar las condiciones de higiene y salud en la obra.

3.2.16 Coordinación con otros organismos

Este Anejo 16 trata de sintetizar la información obtenida tras haber realizado diferentes contactos con aquellos entes o empresas que se puedan ver afectados de cualquier manera debido a la ejecución de las obras de la autovía.

Por lo que en dicho Anejo se detallan algunas de las entidades con las que se podrían realizar los contactos, no siendo objeto de este proyecto llevarlos a cabo.

3.2.17 Expropiaciones e indemnizaciones

Debido a la ejecución material de la nueva autovía, se deberá realizar una expropiación de las parcelas de propiedad privada que se vean afectadas por esta nueva infraestructura. Dichas parcelas deberán de ser expropiadas según la Ley de Expropiaciones Forzosas de 1954.

El término municipal de Torredonjimeno abarca la superficie de todas las parcelas que se encuentra afectadas, tratándose de un suelo de tipo rustico dedicado al olivar.

La superficie a expropiar será definida en función la arista exterior de la explanación marcada por el terraplén o desmonte, según la zona donde este situada la parcela, y a una distancia de esta arista de 8 metros.

Para este proyecto se han de expropiar 541.024 m² de terreno privado. El coste del m² para suelo se ha fijado en 4,20 €/m², valorándose así un presupuesto de expropiación de un valor de 2.272.300,80 €.

En Anejo 17, se incluye un apéndice con los datos de las parcelas afectadas así como los planos en los que se detalla la interacción entre la obra lineal y las parcelas.

3.2.18 Reposición de servicios

Este Anejo 18 trata de explicar aquellas intervenciones que sean necesarias con el objeto de reponer los servicios que se vean afectados por el trazado planteado. En nuestro caso se observa la afección de una línea de alta-media tensión. Para la correcta resolución de dicho problema se contara con un Ingeniero Eléctrico que solventará este hecho mediante un estudio o proyecto.

3.2.19 Plan de obra

En el Anejo 19 se realizará una estimación correspondiente a los tiempos de ejecución para cada capítulo planteado en el presupuesto. La duración total de la ejecución se ha estimado en 20 meses, comenzando las obras en el mes de julio del año 2018.

En este Anejo también se adjunta el diagrama de Gantt en el que se detallan los meses de ejecución de cada capítulo y la valoración mensual del PEM y PBL.

3.2.20 Clasificación del contratista

En el Anejo 20 se describe de manera somera la clasificación necesaria que han de tener las distintas empresas que vayan a realizar los trabajos de la obra proyectada. Se determinará en base al Real Decreto Legislativo 3/2011 de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público y el presupuesto por capítulos de obra.

Por lo tanto, la categoría del contrato de la obra se clasificará como una Categoría F.

Y la clasificación del contratista según la clasificación de las partidas superiores al 20% del total del PEM serán:

- Grupo A. Movimiento de tierras (Categoría E)
 - o Subgrupo 1. -Desmontes y vaciados
 - o Subgrupo 2. -Explanaciones
- Grupo G. Viales y pistas (Categoría E)
 - o Subgrupo 1. -Autopistas y autovías
 - o Subgrupo 5. -Señalización y balizamiento viales
 - o Subgrupo 4. -Con firmes de mezcla bituminosa

3.2.21 Justificación de precios

El Anejo 21 trata de detallar los precios unitarios correspondientes a la mano de obra, los materiales y maquinaria, como también detallar los precios descompuesto de cada una de las partidas que formarán parte del presupuesto total de la obra.

3.2.22 Fórmula de revisión de precios

En este Anejo 22 se detallará la relación de materiales básicos a incluir en las fórmulas de revisión de precios según el RD 1359/2011, de 7 de Octubre, por el que se aprueba la relación de materiales básicos y las fórmulas-tipo generales de revisión de precios de los contratos de obras.

3.2.23 Valoración de ensayos

El objetivo del Anejo 23 es establecer las medidas de control y normas de calidad aplicables a los materiales que se emplearán en la ejecución de las obras.

El tipo y frecuencia de los ensayos a realizar en cada unidad de obra se fija de acuerdo con el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3) y la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

3.2.24 Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición

En el Anejo 24 se determinará los distintos residuos que serán generados en cada una de las fases de construcción a partir de la ejecución de las obras proyectadas. Se basará el estudio en las distintas leyes que regulan estos procesos y que se detallen en dicho anejo. El estudio comentará los posibles tratamientos posteriores además de las medidas de prevención y desecho de los residuos generados.

3.2.25 Estudio de Seguridad y Salud

Este Anejo 25 se redacta para el cumplimiento de lo dictado en el Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. Los objetivos del mismo son prevenir las enfermedades, los accidentes laborales y los posibles daños a terceros que las actividades y medios materiales previstos puedan ocasionar durante la ejecución del proyecto de construcción.

Este anejo estará planteado según los siguientes apartados:

- Memoria
- Planos
- Pliego de prescripciones
- Presupuesto

4. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

El Presupuesto de Ejecución Material está valorado en una cantidad de DOCE MILLONES SEISCIENTOS NOVENTA Y OCHO MIL DIECIOCHO EUROS con DIECISÉIS CÉNTIMOS (12.698.018,16 €).

El Presupuesto de Base de Licitación asciende a DIECIOCHO MILLONES DOSCIENTOS OCHENTA Y TRES MIL OCHOCIENTOS SETENTA Y SEIS EUROS con VEINTE CENTIMOS (18.283.876,20 €).

La valoración económica estimada para las expropiaciones e indemnizaciones asciende a DOS MILLONES DOSCIENTOS SETENTA Y DOS MIL TRESCIENTOS EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS (2.272.300,80 €).

5. DOCUMENTOS DEL PROYECTO

INDICE GENERAL DEL PROYECTO:

I.- DOCUMENTO N°1 MEMORIA

Memoria descriptiva

Anejos:

Anejo 1: Antecedente

Anejo 2: Cartografía y Topografía

Anejo 3: Geología, geotecnia y procedencia de los materiales

Anejo 4: Estudio de alternativas

Anejo 5: Climatología e hidrología

Anejo 6: Planificación y tráfico

Anejo 7: Trazado geométrico

Anejo 8: Movimiento de tierras

Anejo 9: Firmes y pavimentos

Anejo 10: Drenaje

Anejo 11: Soluciones propuestas a tráfico durante la ejecución de las obras

Anejo 12: Señalización, balizamiento y defensas

Anejo 13: Estudio de impacto ambiental

Anejo 14: Estructuras

Anejo 15: Obras complementarias

Anejo 16: Coordinación con otros organismos y servicios

Anejo 17: Expropiaciones e indemnizaciones

Anejo 18: Reposición de servicios

Anejo 19: Plan de obra

Anejo 20: Clasificación del contratista

Anejo 21: Justificación de precios

Anejo 22: Fórmula de revisión de precios

Anejo 23: Valoración de ensayos

Anejo 24: Estudio de gestión de residuos de la construcción y demolición

Anejo 25: Estudio de Seguridad y Salud

II.-DOCUMENTO N°2 PLANOS

Plano N° 1. Situación y emplazamiento

Plano N° 2. Estado actual y topografía

Plano N° 3. Alineación del corredor

Memoria

Plano N° 4. Perfil longitudinal

Plano N° 5. Obra lineal

Plano N° 6. Perfiles transversales

Plano N° 7. Sección tipo

Plano N° 8. Señalización

Plano N° 9. Drenaje

III.-DOCUMENTO N°3 PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS PARTICULARES

IV.-DOCUMENTO N°4 PRESUPUESTO

1. Mediciones

1.1. Mediciones auxiliares

1.2. Mediciones generales

2. Cuadro de precios

2.1. Cuadro de precios N° 1

2.2. Cuadro de precios N° 2

3. Presupuestos parciales

4. Resumen de presupuestos

6. DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA

Se hace constar que las obras contenidas en el presente proyecto cumplen lo exigido en el artículo 125 del Reglamento General de la Ley de Contratos de la Administración Públicas “Proyectos de Obra”.

De igual forma, se cumple lo dictado en los artículos 125,126, 127, 128, 129, 130, 131, 132 y 133 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.

7. CONCLUSIONES

Considerando haber realizado el presente Trabajo de Fin de Grado suficientemente detallado para poder ser calificado, se firma la presente Memoria por parte del alumno redactor y se somete a la consideración del tribunal pertinente para su evaluación

Linares, JUNIO de 2018

ALUMNO AUTOR DEL PROYECTO

A handwritten signature in blue ink, consisting of several loops and strokes, positioned above the printed name.

Fdo.: Julián Ruiviejo Molina

ANEJO 1: ANTECEDENTES

ÍNDICE

1	Introducción	3
2	Antecedentes administrativos.....	4
3	Antecedentes técnicos	5
1.1	Alternativa 1	5
2.1	Alternativa 2	5
3.1	Alternativa 3.....	6

1 INTRODUCCIÓN

La carretera A-306 “De El Carpio a Torredonjimeno” tiene una longitud total de 58 kms, con origen en la carretera N-IV en El Carpio y final en la carretera autonómica A-316, y presenta una sección generalizada formada por calzada de 7 metros de anchura y arcones de 1,5 metros de anchura a ambos lados con carriles de vehículos lentos en los tramos de mayor pendiente. Actualmente, la carretera A-306 no discurre en travesía por ninguna población, si bien su conexión con la autovía A-4 en El Carpio se resuelve por un tramo de la antigua carretera estatal N-IV a través de esta población.

La carretera A-306 se configura como uno de los grandes ejes de articulación regional y constituye la vía de comunicación más directa entre las capitales de provincia de Jaén y Córdoba, al conectar la Autovía del Olivar Úbeda-Jaén-Lucena-Estepa, de titularidad autonómica, y la autovía estatal A-4 Madrid-Córdoba-Sevilla.

Con el doble objetivo de favorecer por un lado la conectividad general del territorio y por otro de eliminar la conflictividad de tráfico en las inmediaciones de las poblaciones de Torredonjimeno, Porcuna, Cañete de las Torres Bujalance El Carpio, donde interfiere un tráfico de largo recorrido con el tráfico local, se ha puesto en marcha las actuaciones necesarias para la conversión en vía de Gran Capacidad de la carretera A-306.

2 ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS

La redacción del presente proyecto de construcción de la “Autovía A-306 entre Villardompardo y La Nava”, responde a la propuesta presentada por el alumno Julián Ruiviejo Molina, en septiembre de 2016 para la realización del Proyecto Fin de Grado.

Tal propuesta fue aprobada por la Escuela Técnica Superior de Linares de la Universidad de Jaén en septiembre de 2016, siendo tutor del proyecto D. Antonio Pérez de la Torre.

La elección del proyecto se justifica en la necesidad de diseñar y construir el trazado de la Autovía A-306. Se pretende en este proyecto, el diseño del tramo comprendido entre Villardompardo y La Nava.

Como antecedentes administrativos a considerar para la realización del Proyecto de Trazado y Construcción de la “Autovía A-306 entre Villardompardo y La Nava”, se citan los siguientes:

- Resolución de la Junta de Gobierno de la Escuela Politécnica Superior de Linares, de septiembre de 2016, que aprobaba la propuesta de Proyecto Fin de Grado.
- Estudio de Viabilidad “Autovía A-306 entre Villardompardo y La Nava”, junio de 2017.

3 ANTECEDENTES TÉCNICOS

La redacción del presente proyecto de construcción de la “Autovía A-306 entre Villardompardo y La Nava”, se realiza posteriormente a un Estudio de Viabilidad realizado por el alumno Julián Ruiviejo Molina. A modo orientativo para la futura empresa contratista de las obras, se exponen las distintas alternativas que se barajaron antes de elegir la definitiva que se desarrolla en este Proyecto Constructivo.

1.1 Alternativa 1

La primera alternativa para el trazado de la Autovía A-306 comienza en el P.K. 50 de la Carretera A-306, donde da comienzo la Carretera JA-3414 con dirección Villardompardo y discurre por la zona suroeste de la actual Carretera A-306 hasta finalizar en el P.K. 41 de la Carretera A-306, si bien sus parámetros se han proyectado para atender a las especificaciones que la Norma 3.1-IC Trazado, hace para autovías.

El trazado en planta está formado por 7 tramos rectos unidos por curvas de transición.

La rasante está formada por 19 alineaciones rectas unidas por acuerdos parabólicos.

La longitud del tramo de autovía es de 8.858,741 metros, con pendientes siempre superiores al 0,5 % e inferiores al 4%.

La velocidad de proyecto en todo el tramo estudiado será de 100 km/h.

2.1 Alternativa 2

La segunda alternativa para el trazado de la Autovía A-306 comienza en el P.K. 50 de la Carretera A-306, donde da comienzo la Carretera JA-3414 con dirección Villardompardo y discurre por la zona suroeste de la actual Carretera A-306 hasta finalizar en el P.K. 41 de la Carretera A-306, si bien sus parámetros se han proyectado para atender a las especificaciones que la Norma 3.1-IC Trazado, hace para autovías.

El trazado en planta se ha modificado respecto a la alternativa 1, y está formado por 6 tramos rectos unidos por curvas de transición.

La rasante está formada por 6 alineaciones rectas unidas por acuerdos parabólicos.

La longitud del tramo de autovía es de 9.045,860 metros, con pendientes siempre superiores al 0,5 % e inferiores al 4%.

La velocidad de proyecto en todo el tramo estudiado será de 120 km/h.

3.1 Alternativa 3

La tercera alternativa para el trazado de la Autovía A-306 comienza en el P.K. 50 de la Carretera A-306, donde da comienzo la Carretera JA-3414 con dirección Villardompardo y discurre por la zona norte de la actual Carretera A-306 hasta finalizar en el P.K. 41 de la Carretera A-306, si bien sus parámetros se han proyectado para atender a las especificaciones que la Norma 3.1-IC Trazado, hace para autovías.

El trazado en planta está formado por 11 tramos rectos unidos por curvas de transición.

La rasante está formada por 9 alineaciones rectas unidas por acuerdos parabólicos.

La longitud del tramo de autovía es de 9.858,163 metros, con pendientes siempre superiores al 0,5 % e inferiores al 4%.

La velocidad de proyecto en todo el tramo estudiado será de 100 km/h.

Finalmente, la alternativa 2 fue la elegida para su realización. Las tres alternativas se encuentran desarrolladas en el Estudio de Alternativas de este Proyecto.

ANEJO 2: CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

INDICE

1.	Introducción.....	3
2.	Topografía	4
2.2	Modelo Digital del Terreno (MDT)	4
2.3	Generación de la superficie.....	4
3.	Cartografía	5
3.2	Ortofotografías digitales	5
3.3	Imagen Ráster	5
4.	Planos	7

1. INTRODUCCIÓN

El objeto del presente anejo es recoger la información relativa a la cartografía y topografía empleada en la redacción de este proyecto.

Si bien en la realización de este proyecto no se ha dispuesto de información topográfica y cartográfica detallada, se ha tratado de completar la cartografía con la que se contaba, de modo que se ha obtenido el material suficiente que permita trabajar con un nivel de detalle y corrección aceptable.

En cualquier caso, la metodología usual de trabajo para este tipo de obras de carácter lineal, comprende los siguientes trabajos:

- Establecimiento de una red topográfica principal que represente sobre la zona de acción del proyecto el sistema oficial de coordenadas U.T.M.
- Establecimiento de una red de nivelación enlazada a las líneas de nivelación de alta precisión.
- Elaboración de la cartografía base del Proyecto por medio de vuelos fotogramétricos. Aquí se encuentran los trabajos relativos a los vuelos fotogramétricos, en blanco y negro y a color; la implantación, observación, cálculo y compensación de la red topográfica principal; la implantación, observación, cálculo y compensación de la red de nivelación y la determinación, observación, cálculo y compensación del apoyo fotogramétrico.

En este proyecto, como se ha dicho, las limitaciones en cuanto a la adquisición de cartografía han llevado a seguir el procedimiento que a continuación se detalla, para obtener la cartografía apropiada sobre la cual llevar a cabo su redacción.

2. TOPOGRAFÍA

2.2 Modelo Digital del Terreno (MDT)

El proceso de obtención de la cartografía empleada en la redacción del proyecto objeto parte de la hoja 946 del mapa a escala 1:10.000, en formato TIF, proporcionada por el Instituto de Cartografía de Andalucía (ICA) de la Junta de Andalucía.

Se trata de cartografía urbana vectorial a escala 1:500, realizada entre los años 2000 y 2011. La equidistancia de curvas es de 0.5m y curvas maestras cada 2.5m. Esta cartografía se ha producido para su utilización en la redacción de planeamiento urbanístico, además de servir para obras y proyectos municipales. Están en el sistema de referencia ETRS89 y proyección UTM, husos 30 y 29.

2.3 Generación de la superficie

Para la generación de la superficie con la que vamos a trabajar en este Trabajo Fin de Grado, se ha exportado el modelo digital del terreno, obtenido gracias al Instituto de Cartografía de Andalucía (ICA) de la Junta de Andalucía, al programa Autocad Civil 3D con el cual procederemos a generar la superficie georreferenciada en el sistema geodésico ETRS89.

Con mencionado programa podremos realizar una visualización del terreno mediante la representación de este a través de las curvas de nivel con la equidistancia deseada y utilizar toda la información incluida en la superficie del terreno, para poder obtener todos los datos necesarios para realizar los cálculos de todo tipo, desde la implantación del eje hasta la obtención de los movimientos de tierra.

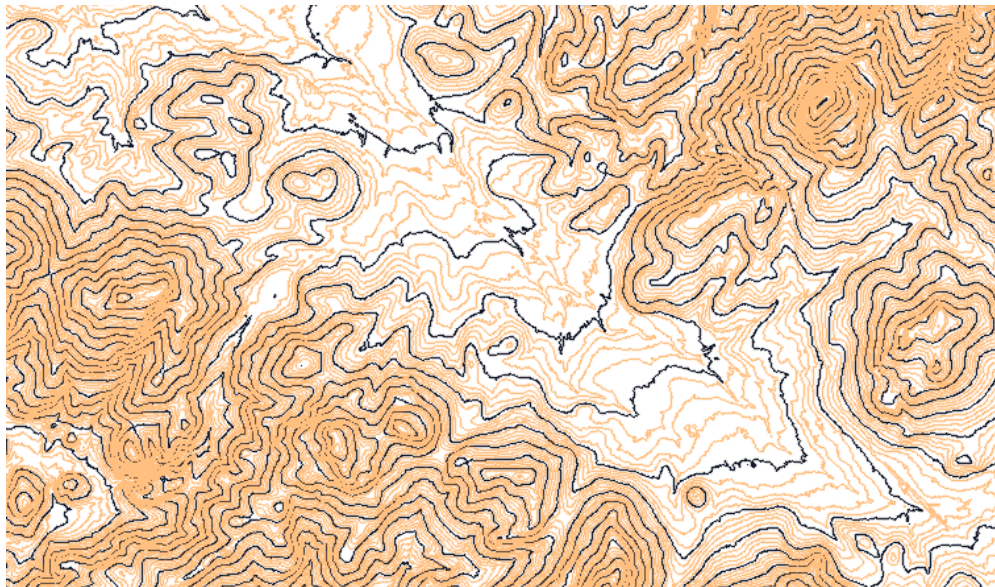


Figura 2.1 Curvas de nivel

3. CARTOGRAFÍA

La redacción del trabajo cartográfico ha consistido en la obtención de los elementos de apoyo necesarios para la realización del Trabajo Fin de Grado.

3.2 Ortofotografías digitales

Se tratan de ortofotografías en color de 0.5 metro de resolución, obtenidas de los dos vuelos fotogramétrico realizados dentro del proyecto PNOA básico 10-11, correspondientes a la mitad Sur de Andalucía y realizados en el año 2010.

Utilizando en la realización de este proyecto la hoja 946, encontrándose esta totalmente georreferenciada mediante el sistema de referencia ETRS89 y la proyección UTM.



Figura 2.2 Ortofoto PNOA

3.3 Imagen Ráster

Se ha empleado imágenes ráster correspondientes al Mapa Topográfico Nacional a escala 1:25.000 correspondientes a la hoja 946. Son archivos generados por medio de una rasterización digital con incorporación de sombreado y sin exteriores.

Anejo 2 – Cartografía y topografía

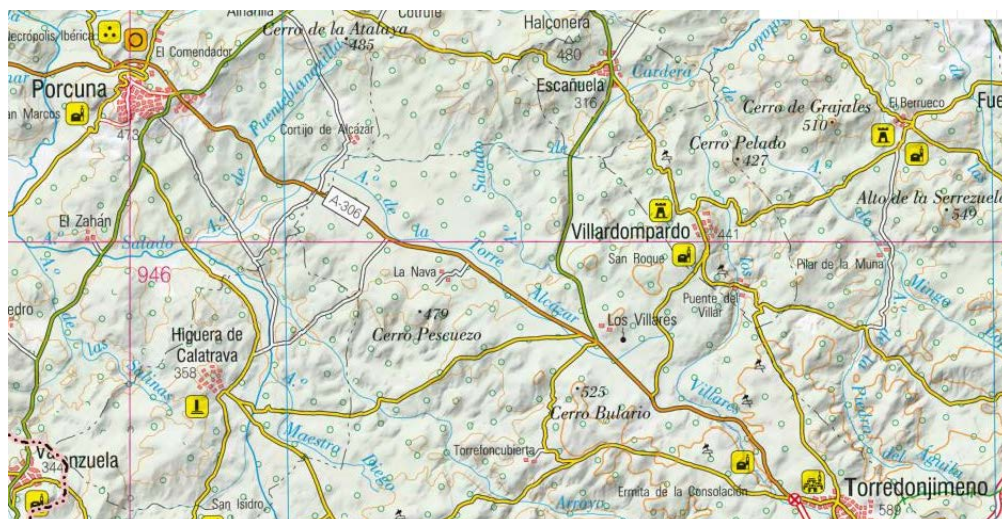


Figura 2.3 MTN 25

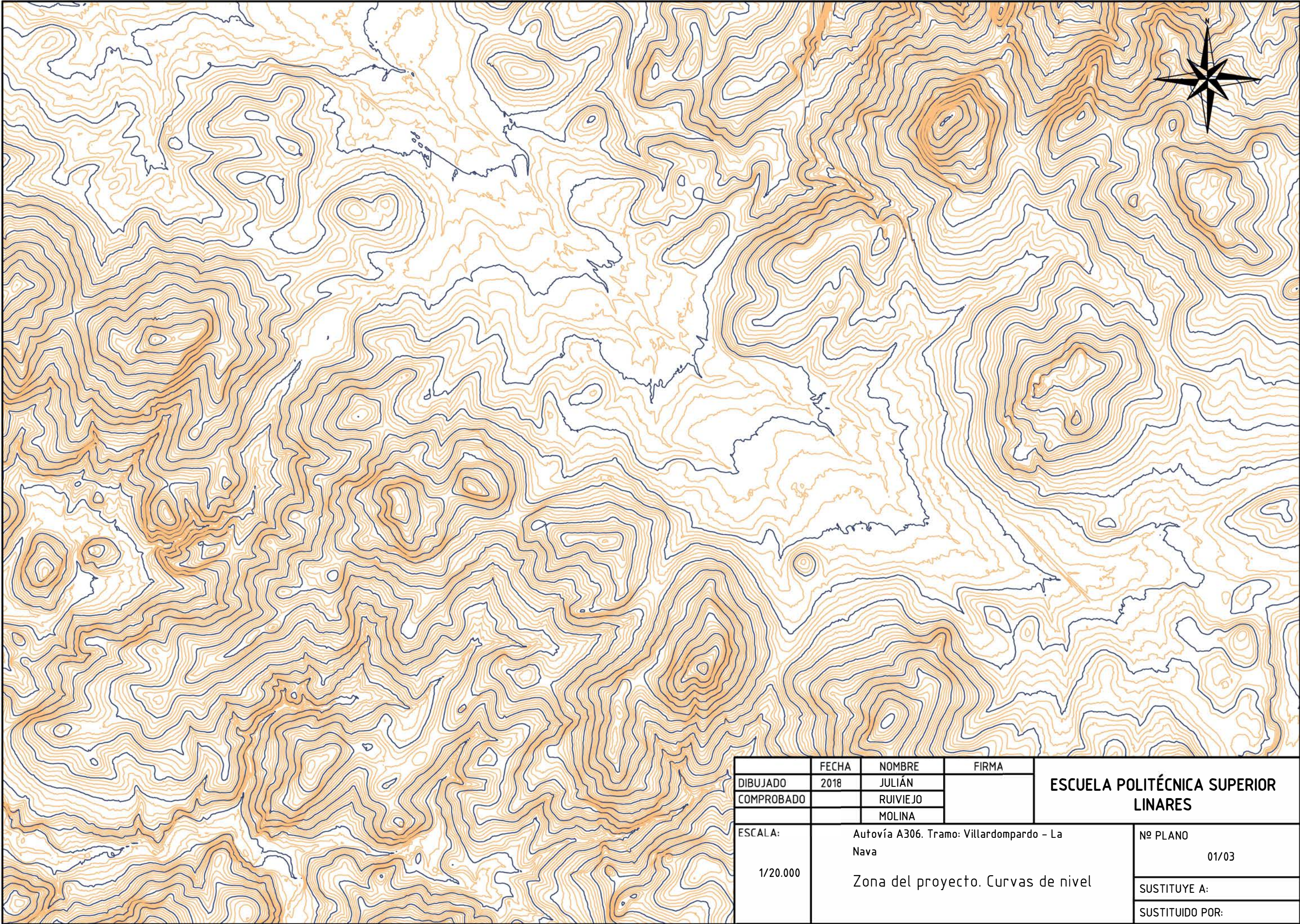
4. PLANOS

Se adjuntan una serie de planos de la cartografía utilizada en el proyecto fin de grado, delimitando en el propio plano la zona objeto de estudio.

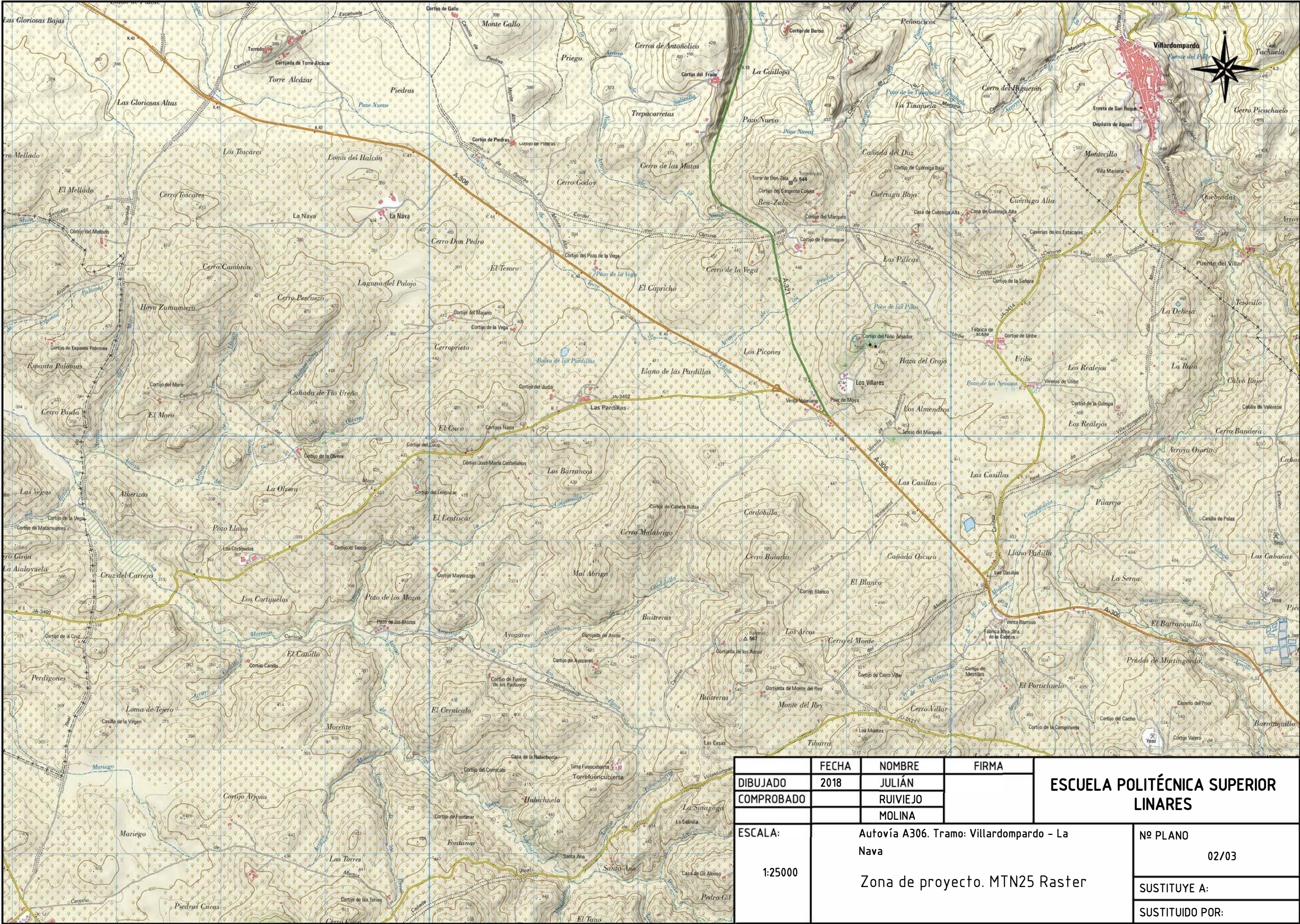
Con estos planos, se puede obtener una idea sobre el tipo de terreno y de las condiciones de altimetría que dicha zona presenta.

Planos incluidos:

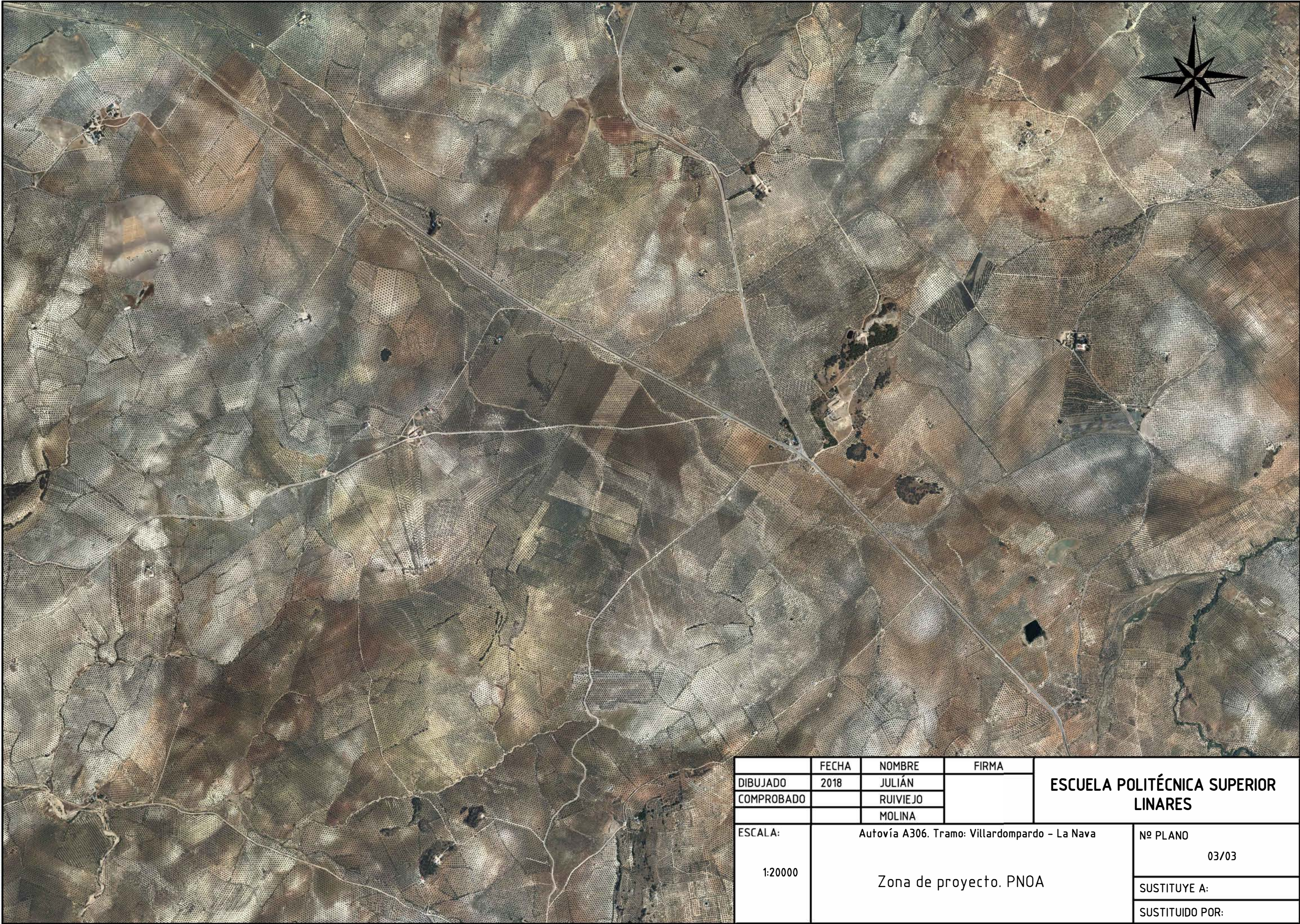
1. Zona de proyecto. Curvas de nivel.
2. Zona de proyecto. MTN25 Ráster.
3. Zona de proyecto. PNOA.



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES		
DIBUJADO	2018	JULIÁN				
COMPROBADO		RUIVIEJO				
		MOLINA				
ESCALA:	Autovía A306. Tramo: Villardompardo – La Nava			Nº PLANO		
1/20.000	Zona del proyecto. Curvas de nivel			01/03		
SUSTITUYE A:						
SUSTITUIDO POR:						



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO	2018	JULIÁN			
COMPROBADO		RUIVIEJO MOLINA			
ESCALA:	Autovía A306. Tramo: Villardompardo - La Nava			Nº PLANO	
1:25000				02/03	
				SUSTITUYE A:	
	Zona de proyecto. MTN25 Raster			SUSTITUIDO POR:	



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO	2018	JULIÁN			
COMPROBADO		RUIVIEJO			
		MOLINA			
ESCALA:	Autovía A306. Tramo: Villardompardo - La Nava			Nº PLANO	
1:20000	Zona de proyecto. PNOA			03/03	
				SUSTITUYE A:	
				SUSTITUIDO POR:	

ANEJO 3: Geología, geotecnia y procedencia de materiales

ÍNDICE

1.	Geología.....	3
1.1	Introducción	3
1.2	Situación Geográfica.....	3
1.3	Informe Geológico General	3
1.4	Estratigrafía.....	4
1.4.1	Trias.....	5
1.4.2	Jurasico	5
1.4.3	Cretacico.....	5
1.4.4	Mioceno	5
1.4.5	Cuaternario	6
1.5	Tectónica	6
1.6	Geomorfología	9
1.6.1	Descripción fisiográfica	9
1.6.2	Formas estructurales	10
1.6.3	Morfología fluvial y torrencial.....	10
1.6.4	Morfología de vertientes.....	11
1.7	Historia geológica.....	12
1.8	Procedencia de los materiales	15
1.8.1	Canteras y préstamos	15
1.8.2	Deposito de los materiales. Vertederos.....	16
2.	Geotecnia.....	17
2.1	Introducción	17
2.2	Estudio Geotécnico	17
2.2.1	Antecedentes.....	17
2.2.2	Trabajo Realizado	18
2.2.3	Resultados.....	19
2.2.4	Análisis de los resultados.....	20
3.	Plano	22

1. GEOLOGÍA

1.1 Introducción

Este anejo recoge todos los datos recopilados para la redacción del Trabajo Fin de Grado, referentes a los aspectos geológicos y geotécnicos de la zona objeto de actuación.

Para su realización, han servido de referencia los mapas geológicos y geotécnicos del Instituto Geológico Minero Español, IGME, a escala 1:50.000, en la hoja 946, 18-38, correspondiente al municipio de Martos. Con estos datos se ha elaborado un Plano Geológico.

1.2 Situación Geográfica

La zona en la que se centra este proyecto se localiza en el Término Municipal de Torredonjimeno, en el sector centro-occidental de la provincia de Jaén.

Más concretamente, el trazado discurre al oeste de la localidad de Torredonjimeno, con dirección este-oeste, desde la carretera autonómica A-316 y la carretera estatal N-IV

1.3 Informe Geológico General

Desde el punto de vista geológico, la zona de estudio se localiza en el sector septentrional de las Cordilleras Béticas, en el límite de las Zonas Externas con la Depresión del Guadalquivir.

El Orógeno Bético representa el extremo occidental del conjunto de cadenas alpinas europeas. Se trata, conjuntamente con la parte norte de la zona africana, de una región inestable afectada durante gran parte del Neógeno por fenómenos tectónicos mayores.

Tradicionalmente se distinguen las Zonas Internas y las Zonas Externas, en comparación con cordilleras de desarrollo geosinclinal. En éstas se puede distinguir una parte intensamente deformada y metamorfizada (Interna), y otra que ha actuado de cobertera, y se encuentra plegada y, a veces, con estructuras en manto de corrimiento (Externa).

En el caso de las Béticas podemos decir que las Zonas Externas corresponden a un conjunto de sedimentos de edades comprendidas entre el Trías y el Terciario, que se depositaron en el margen meridional del Macizo Hespérico, en continuidad con la Cordillera Ibérica. Las Zonas Internas representan un bloque exótico, de evolución geológica ajena a la del Margen Ibérico.

Tradicionalmente la Zonas Externas se han dividido en dos grandes Zonas: Prebético y Subbético, aunque algunos autores han distinguido una tercera más, Unidades Intermedias; como su propio nombre indica, paleo geográficamente se situaría entre las dos anteriores.

El Prebético es la zona más próxima a la costa y en él predominan los sedimentos asociados a medios marinos someros, e incluso continentales.

En función de las facies de los materiales del Cretácico y Paleógeno, se divide en Externo e Interno, representando la primera zona los sectores más próximos a costas y la segunda las cercanas a áreas de cuenca abierta.

El Subbético se sitúa en la actualidad al Sur del anterior y presenta facies pelágicas, más o menos profundas, durante gran parte del Jurásico y todo el Cretácico.

En base a las características sedimentarias que reinaron durante el Jurásico, se divide en tres dominios: Externo, Medio e Interno (de Norte a Sur respectivamente).

Tanto el Subbético Externo como el Interno representan sectores en los que se registró una pequeña subsidencia durante el Jurásico, siendo muy frecuentes las facies condensadas. El Subbético Medio se situaría entre los anteriores y en él se dio una notable tasa de sedimentación, con facies fundamentalmente margosas y emisión de rocas volcánicas.

La sedimentación en las Zonas Externas es continua hasta el Mioceno inferior (Burdigaliense inferior), registrándose tan sólo discordancias de carácter local.

Hacia el Mioceno inferior-medio colisionan las zonas Internas y Externas y se producen importantes cambios paleogeográficos, pudiéndose decir que la "Cuenca Bética" pierde su uniformidad.

En el Langhiense superior se desarrolla una tectónica transtensiva de componente OSO, que produce la fragmentación de las Zonas Externas en bloques y crea pronunciadas fosas entre ellas. Estas cuencas son rápidamente rellenadas por vertidos gravitacionales, de materiales poco consistentes (margas), desde los relieves adyacentes, y por importantes extrusiones de materiales triásicos. Una de las principales cuencas entonces creadas corresponde a la Depresión del Guadalquivir.

1.4 Estratigrafía

En el área de estudio se localizan secuencias litológicas asimilables al Subbético, Unidades Intermedias, Prebético y Depresión del Guadalquivir.

El Subbético está escasamente representado por pequeños afloramientos alóctonos al Sureste de la Hoja y por olistolitos incluidos en sedimentos cretácicos y neógenos.

Las Unidades Intermedias se sitúan en el sector suroriental de la Hoja, representadas en la Sierra de la Grana y en el amplio valle del Río Eliche. Este sector se corresponde con la terminación occidental del afloramiento de Jabalcuz-Los Villares, ubicado en la vecina Hoja de Jaén.

El Prebético está representado únicamente al Este de Torredelcampo, en un pequeño afloramiento que es continuación de otro más extenso, también situado en la Hoja de Jaén.

Los sedimentos pertenecientes a la Depresión del Guadalquivir representan más del 70% del área estudiada, habiéndose determinado en ellos un conjunto de unidades o formaciones litoestratigráficas. Las edades de las mismas están comprendidas entre el Mioceno Medio y Superior.

1.4.1 Trias

Los afloramientos de materiales asignables a esta edad en la zona de estudio, se localizan en pequeñas masas aisladas dentro de una formación caótica de edad neógena, o bien en la base de algunas estructuras de cabalgamiento.

1.4.2 Jurasico

Dentro del área de estudio se pueden distinguir varias secuencias-tipo para los sedimentos de esta edad, que quedarían englobadas en el Subbético Externo y Unidades Intermedias.

1.4.3 Cretacico

Los sedimentos de esta edad ocupan la mayor parte de los valles localizados en la esquina suroriental de la Hoja. Al mismo tiempo existe un cortejo de afloramientos, ubicados entre los materiales neógenos de la Depresión del Guadalquivir.

Si mientras que para el Jurásico había cierta convergencia de facies y procesos sedimentarios para los dos grandes dominios paleogeográficos, en el Cretácico se da el caso contrario. Así pues el Subbético y las Unidades Intermedias tienen facies pelágicas, mientras que en el Prebético dominan las facies someras.

Ambos dominios están enfrentados en la actualidad por importantes accidentes tectónicos, sin que se observen series de transición entre ellos.

1.4.4 Mioceno

Los materiales depositados en esta edad cubren más de 2/3 de la Hoja.

Se han distinguido tres unidades litoestratigráficas, que se han formado en un intervalo de tiempo diferente. Estas unidades son de muro a techo las siguientes:

- Unidad Olistostrómica.
- Unidad de Castro del Río.
- Unidad de Porcuna.
- Formaciones detríticas.

1.4.5 Cuaternario

Las formaciones cuaternarias no alcanzan un especial desarrollo en el ámbito de la Hoja. Las principales formas están asociadas a procesos fluviales.

1.5 Tectónica

El área de estudio se sitúa en el borde septentrional de las Zonas Externas de las Cordilleras Béticas y en parte de la Depresión del Guadalquivir. En ella se han registrado las deformaciones ligadas a la Orogenia Alpina, principalmente las que se produjeron en el Neógeno.

El hecho más notable que influye directamente en la estructuración de la Cordillera, ha sido el emplazamiento de las Zonas Internas. Comúnmente se admite, que el límite Norte de este emplazamiento corresponde con el accidente Cádiz-Alicante; este accidente está representado por una alineación de fracturas de salto en dirección (N 60° E y dextrorsa), con un desplazamiento conjunto de varios cientos de kilómetros.

La estructuración de las Zonas Externas parece estar controlada por el emplazamiento de las Zonas Internas, y se manifiesta en una aloctonía generalizada, de acuerdo con las observaciones realizadas sobre su arquitectura estructural.

Esta aloctonía parece estar condicionada por dos niveles de despegue, que por su gran plasticidad, actúan como lubricantes en el movimiento; dichos niveles corresponden a las arcillas del Trías, para el muro (floor thrust), y las margas del Cretácico, para el techo (roof thrust). Estos desplazamientos producen una deformación y una fragmentación de las diversas unidades que componen las Zonas Externas.

Dentro del área, la estructura de los diversos afloramientos se puede asimilar a la de bloques separados por fallas de gran ángulo. Estos bloques están relacionados con materiales brechoides, constituidos en su mayor parte por rocas de edad triásica y otras más modernas.

La unidad brechoide (Unidad Olistostrómica), se ha formado por procesos gravitacionales genéticamente ligados a fenómenos tectónicos (Unidad tectosedimentaria). Esta tectónica en su mayor parte se debe a movimientos

transcurrentes que han producido, en las Zonas Externas, una compartimentación en grandes bloques. Dichos bloques han conservado en gran medida su arquitectura estratigráfica que es la que se conoce en la actualidad.

Según la mayor parte de la bibliografía consultada, no hubo grandes discontinuidades en la sedimentación de las Zonas Externas entre el Trías y el Burdigaliense inferior. Las discordancias sólo tendrían carácter local o sectorial, como así se infiere de algunas series que presentan una secuencia estratigráfica ininterrumpida desde el Trías hasta el Burdigaliense inferior.

En el Burdigaliense superior emergen los Dominios Subbético y Prebético, según se deduce de las observaciones de VAN COUVERING, porque hace 18 m.a. mamíferos pequeños migraron de África a Europa, que abogan por la unión de África y Europa en el Burdigaliense. Esto produjo un levantamiento generalizado de las Zonas Externas.

A partir del Mioceno medio, la sedimentación se localiza en cuencas de morfología alargada, según dirección N 60°-80° E. El relleno de estas cuencas comienza con depósitos de tipo gravitacional, muy potentes, que engloban olistolitos de gran tamaño. Estos depósitos pasan a turbiditas, que acaban por desaparecer y ser reemplazadas por una secuencia margosa que se someriza.

Circunscribiéndonos a esta área según las dataciones de los materiales implicados en los diversos accidentes tectónicos detectados, se puede indicar que la estructuración de este sector de la Cordillera es polifásica. Se han localizado dos fases principales, una en el Mioceno medio y otra en el superior, y más concretamente en el Langhiense superior-Serravalliense inferior, y en el Tortoniense.

Al impulso tectónico del Langhiense superior-Serravalliense inferior, se le asocia la mayor parte de la configuración actual del área de estudio, como es el cabalgamiento del Subbético Externo sobre Unidades Intermedias, el desenraizamiento de éstas y la formación de importantes acumulaciones olistostrómicas (Unidad Olistostrómica).

El cabalgamiento del Subbético presenta en su superficie basal retazos de material brechoide, de componente esencialmente triásica.

En la Hoja de Jaén se ha deducido que este cabalgamiento se realizó en el Mioceno medio, al tiempo que se formaba la Unidad Olistostrómica, con dirección N60°E y sentido de desplazamiento al Suroeste.

En el contacto entre el bloque Subbético más Unidades Intermedias con los sedimentos de la Depresión del Guadalquivir, se encuentra una serie de afloramientos prebéticos, que tradicionalmente han sido considerados como "ventanas tectónicas", al suponer que se extendían hacia el Norte bajo los materiales neógenos y hacia el Sur, bajo un cabalgamiento de Unidades Intermedias.

Anejo 3 – Geología, geotecnia y procedencia de materiales

Estos afloramientos serían grandes bloques que estarían encajados en el conjunto olistostrómico. A esta conclusión se ha llegado tras reconocer los tipos de contactos de estos afloramientos prebéticos con los materiales olistostrómicos y deducir que los solapamientos de las Unidades Intermedias sobre ellos no deben ser de mucha entidad. También se ha observado en la superficie que los limita, una rampa cabalgada representa la zona de inicio de un cabalgamiento.

El accidente que separa dos Dominios paleogeográficos tan distintos debe corresponder a un desgarre.

En definitiva, se puede considerar a la Unidad Olistostrómica en este sector como un depósito asociado a una rampa lateral del edificio tectónico, formado en el Mioceno medio, el cual se desplazó en sentido Suroeste y produjo cabalgamientos en sus sectores frontales.

En el Mioceno superior (intra-Tortonense) se registra otra importante etapa tectónica, con una componente en la dirección de esfuerzos hacia el Norte.

En el área de estudio la mayor parte del edificio estructurado en la fase anterior (bloque de Unidades Intermedias + Subbético), se traslada solidariamente y se superpone al conjunto olistostrómico (incluido el Prebético), produciéndose su plegamiento de directriz Este-Oeste.

Los elementos de la Unidad Olistostrómica también se pliegan y deforman según esta misma dirección, produciendo estructuras apretadas en algunos puntos del afloramiento prebético. Hacia el Norte los afloramientos de la Unidad Castro del Río prácticamente están horizontales.

En Jabalcuz también se observa una morfología de flats (paralelismo de capas), en la superficie de cabalgamiento que lo separa del Prebético. Esta superficie está bastante verticalizada por las deformaciones adquiridas al estructurarse el afloramiento infrayacente.

Los sedimentos depositados con posterioridad a esta etapa tectónica, se pueden considerar como postorogénicos, pero aún es posible distinguir actividad tectónica de edad Plioceno, posiblemente inferior, que produce un marcado basculamiento del afloramiento pliocuaternario próximo a Martos. En Mengíbar esta etapa se ha establecido de carácter compresivo.

Todas estas etapas tectónicas tienen asociados uno o varios sistemas conjugados de fracturas normales, algunas de las cuales han podido reactivarse en el tiempo. Las más frecuentes tienen dirección N30°E, N60°-80°E y N 150°E.

1.6 Geomorfología

Se realiza una explicación fisiográfica y al mismo tiempo se describen los distintos sistemas morfogénéticos que configuran la morfología actual del relieve. Estos sistemas son los siguientes: Formas estructurales, Morfología fluvial y torrencial y Morfología de vertientes.

1.6.1 Descripción fisiográfica

La zona de estudio se caracteriza por presentar una morfología de relieves variados, donde contrastan las formas suaves y alomadas en los dos tercios occidentales de la misma, con los relieves accidentados de las sierras que ocupan el tercio oriental. En el primer caso los materiales que dominan son de litología margosa y en el segundo, fundamentalmente dominan los elementos calcáreos. El relieve máximo en la parte occidental no supera los 600 m, mientras que en la parte oriental se superan los 1.200 m.

La zona de estudio tiene varios núcleos de población, tres de ellos muy importantes, que son Martos, Torredonjimeno, Torre del Campo, Villardompardo, Santiago e Higuera de Calatrava. Además hay varias aldeas que dependen de estos municipios.

Las comunicaciones en general son buenas y abundantes, dado el gran número de núcleos urbanos existentes. Al mismo tiempo existe gran cantidad de caminos utilizables para la recolección de la aceituna; hay que reseñar que Martos es el término municipal que produce más aceite del mundo.

La red hidrográfica, de igual manera que el tipo de relieve, está condicionada por la naturaleza del substrato sobre la que se asienta. Esto determina la densidad y grado de encajamiento de los cauces. En la parte occidental de la zona de estudio los barrancos que se originan son amplios, poco desarrollados y con caudal generalmente periódico. En cambio en el tercio oriental de la misma los arroyos están encajados y suelen tener caudales continuos durante toda la ronda solar.

Los arroyos más importantes que presentan un caudal continuo, nacen en la Sierra de La Grana al ESE de Martos; son el Arroyo Eliche y el Arroyo del Salado. El primero vierte sus aguas a la cuenca del Río Guadalbullón, mientras que el segundo va a desembocar directamente al Río Guadalquivir en las inmediaciones de Villa del Río (Córdoba)

Existen varias zonas endorreicas en el tercio occidental de la zona de estudio y en algunas de ellas persisten lagunas durante la casi totalidad del año, como es la Charca del Hiruelo, 9 km al Este Santiago de Calatrava. Normalmente estas zonas endorreicas se desarrollan donde la presencia de materiales salinos es grande, y los procesos de

disolución son importantes de manera que se crean zonas deprimidas de escaso o nulo drenaje.

La actividad canteril está muy desarrollada en esta la zona de estudio, y lo es en relación con la extracción de calizas y yesos con fines de obtener cemento Portland. Existe una industria de fabricación de cemento situada en Torredonjimeno.

1.6.2 Formas estructurales

En la zona de estudio se han diferenciado seis tipos de formas estructurales, la aparición de la mayoría de ellas tiene un control litológico

Desde el punto de vista geológico los materiales pueden agruparse en cuatro unidades litoestratigráficas, que van a tener un modelado estructural diferente.

En la Unidad Jurásica fundamentalmente calcárea, resistente a la erosión frente a materiales margosos, las formas estructurales que predominan son: los escarpes, espolones y barras rocosas; las dos últimas formas serán muy predominantes si el jurásico en cuestión presenta mayor proporción de materiales margosos y los elementos calizos están más o menos buzantes.

En la Unidad Cretácica, cuya litología está formada por una serie rítmica de margas y areniscas, las formas estructurales más comunes son los escarpes y las barras rocosas. Los primeros se generan cuando generalmente los estratos de areniscas están subhorizontales y la erosión ha dejado un escalón importante. Los segundos se han producido a partir de estratos subverticales de areniscas.

La Unidad de Castro del Río únicamente desarrolla algunas barras rocosas debido a la presencia de niveles de areniscas intercaladas. Sólo en un punto, en el centro de la Hoja, esta Unidad forma un escarpe con una pequeña superficie estructural asociada y próxima al contacto con la unidad subyacente.

1.6.3 Morfología fluvial y torrencial

La morfología fluvial de la zona de estudio está condicionada de una parte por los relieves situados en el cuadrante suroriental de la misma, y de otra por la presencia de materiales margosos-salinos en el resto.

La presencia de acuíferos de consideración en la Sierra de La Grana, sobre materiales calizos, es fundamental en el desarrollo fluvial de la zona. En este sentido los tres cursos fluviales con caudal permanente parten de la mencionada Sierra. Los arroyos Salado y Arjona, discurren sobre materiales margoso-salinos, elaborando una red hidrográfica con fondo plano o en cuna. En ocasiones se aprecian algunos fondos en V o acarcavados, debido a la incisión de algunos arroyos de formación reciente.

El Arroyo Salado en su transcurso por la Hoja forma dos niveles de terrazas. La terraza alta, actualmente muy degradada, está representada por dos retazos pequeños. Uno situado en las cercanías del Cortijo de Mediapiñilla (5 km al E de Monte Lope Álvarez); el otro 4 km al Sur de Martas. La terraza baja adquiere gran extensión en las inmediaciones de Higuera de Calatrava. Ambas terrazas están constituidas por clastos procedentes de los relieves subbéticos.

El Arroyo Eliche, fuertemente encajado al Sur de la Sierra de La Grana, vierte sus aguas al Río Guadalbullón en la vecina Hoja de Jaén.

Finalmente señalar, que sobre la red fluvial, instalada en los materiales margoso-salinos, y desarrollada con fondos planos por lo general, existen a veces depósitos coluviales. Estos depósitos se originan por el desmantelamiento o erosión superficial de los materiales margosos circundantes, a partir de tormentas, que los transportan en masa hasta las zonas más deprimidas. En aquellas zonas que han quedado peneplanizadas y la acción fluvial apenas tiene incidencia, se produce la formación de suelos hidromorfos, que son especialmente aptos y están actualmente utilizados en las tareas agrícolas.

1.6.4 Morfología de vertientes

Dentro de este sistema morfogenético existen dos unidades morfogenéticas diferentes. Por un lado están los glaciares y derrubios de ladera y por otro los deslizamientos de ladera de bloques o masas de rocas y los flujos de barro.

Los glaciares tienden a equilibrar las pendientes que se generan por la acción de la red fluvial, por tanto su ubicación está asociada a la implantación de dicha red. La génesis de los mismos, en la zona de estudio, viene condicionada principalmente por procesos de solifluxión, que se desarrollan sobre materiales margosos de extremada plasticidad.

Los derrubios de ladera se asocian a escarpes producidos por los cursos fluviales o por otros procesos. Su litología es de cantos angulosos a subangulosos, embebidos en una matriz limo-arcillosa. Hacia las partes más distales de estos cuerpos, se puede pasar a glaciares de inundación. Estos materiales están bien representados geomorfológicamente, en la parte oriental de la Hoja.

Los deslizamientos con flujo de barro asociado, se dan preferentemente cuando la naturaleza litológica del material que se desliza es margosa y tiene gran plasticidad. Hay buenos ejemplos en la parte oriental de la zona de estudio, principalmente originados por el gran relieve existente y la presencia casi constante de un nivel piezométrico que mantiene la plasticidad en su grado más elevado.

Los deslizamientos de masas de rocas son relativamente escasos, aunque pueden apreciarse siempre ligados a los materiales margoso-salinos, en la parte nororiental de la Hoja.

Los procesos de deslizamiento, especialmente los desprendimientos de masas de rocas, son tendentes a establecer un equilibrio en el relieve. Normalmente estos procesos se originan, como consecuencia de la relativa bajada del nivel de base de los cursos fluviales.

1.7 Historia geológica

La evolución geológica en este sector de la Cordillera se establece a partir del Trías. En esta edad imperan unas condiciones de sedimentación predominantemente continentales (fluvial o fluvial o deltaíca), con episodios marinos en los que se depositaron carbonatos en facies de plataforma somera. También destacan episodios evaporíticos, que dieron lugar a la formación de importantes masas de yeso.

Con el inicio del Jurásico en todo el ámbito del Mediterráneo occidental, se instauró una plataforma carbonatada, en la que predominaron, al menos en el sector estudiado, facies mareales. Este ambiente deposicional se muestra muy estable hasta el Carixierise, en el que se produce su fragmentación, y la emersión temporal de determinados bloques, con procesos de carstificación asociados.

Del Carixiense medio al Domeriense inferior la tasa de sedimentación es muy pequeña, estando muy generalizados en toda la cuenca los niveles de condensación y los hiatos sedimentarios. Estos últimos quedan representados por hard ground.

A partir de esta edad se produce una progresiva transgresión, que se traduce por el depósito de carbonatos en un medio abierto de baja energía, llegando a acumularse potencias superiores a 1.000 metros (caso de Jabalcuz). En áreas más externas de la cuenca (Subbético), hacia los niveles de techo se pasa a una sedimentación hemipelágica.

Ya en el Dogger (Bajociense), se produce una cierta disminución de la velocidad de sedimentación, con el depósito de niveles nodulosos condensados. A continuación se vuelve a instalar una plataforma somera de morfología irregular, en la que se distinguen sectores energéticos. En éstos se producen y acumulan complejos oolíticos. En otros sectores más protegidos, se depositan carbonatos en facies de baja energía y se llegan a sedimentar oolitos procedentes de los sectores anteriores.

En el Malm se instaura un talud, donde se depositan turbiditas carbonatadas en las Unidades Intermedias, y calizas nodulosas y brechas en el Subbético. Este episodio representa el comienzo de la sedimentación pelágica en estos dominios paleogeográficos.

Anejo 3 – Geología, geotecnia y procedencia de materiales

Para el Cretácico podemos seguir la historia geológica en dos áreas paleogeográficas distintas representada por el Prebético, de un lado, y de otro por las Unidades Intermedias y el Subbético.

Para los afloramientos prebéticos de la Hoja de Martas, durante el Cretácico Inferior imperaron unas condiciones alternantes entre pelágicas y neríticas. Se depositaron margas y margocalizas con intercalaciones de episodios carbonatados.

Con el paso al Cenomaniense, la cuenca se homogeneiza y se instaura una extensa plataforma carbonatada somera, con algunas pasadas pelágicas. La serie del arroyo del Reguchillo representaría el tránsito de esta plataforma carbonatada a la deposición de cuenca por medio de las facies de talud.

En las Unidades Intermedias, igual que en la totalidad del Dominio Subbético, el Cretácico comienza en facies hemipelágicas, llegando a acumularse un importante espesor de sedimentos.

En el Barremiense la subsidencia es favorecida por la acción de fracturas normales, que son utilizadas por materiales plásticos triásicos para extruir hasta la superficie; a la vez, se producen taludes y escarpes pronunciados, cuya dismantelación gravitacional da lugar a vertidos olistostrómicos.

El surco creado comienza a rellenarse rápidamente con una potente secuencia turbidítica de características distales, asociadas a un sistema de abanicos submarinos coalescentes. Estas turbiditas muy posiblemente estaban conectadas, en mayor o menor grado, con un episodio detrítico de influencia continental (facies weald), localizado en gran parte del Dominio Prebético. En los afloramientos prebéticos de la zona de estudio, este episodio no se ha localizado.

La mayor parte de los sedimentos del Cretácico superior, Paleógeno y Mioceno inferior, han sido erosionados, si bien a partir de datos regionales se puede indicar que en esta época imperaron condiciones pelágicas de un modo generalizado.

A continuación, se origina una acusada tectónica de fractura de salto en dirección, como consecuencia de la colisión de las Zonas Internas con las Zonas Externas (v.g. accidente Cádiz-Alicante); este fenómeno ocasiona un levantamiento generalizado de la Cordillera. Levantamiento que debió generar un conjunto de fosas donde se desarrollaron las cuencas de sedimentación.

Estas cuencas sedimentarias fueron asiento, durante el Langhiense superior-Serravalliense inferior (quizás medio), de importantes cantidades de materiales, que se depositaron mediante procesos gravitacionales (Unidad Olistostrómica). La tectónica de desgarre condiciona, en gran medida, la naturaleza litológica del Olistostroma, constituido fundamentalmente por arcillas y margas de edades triásicas, cretácicas y terciarias, que corresponden a los materiales de mayor plasticidad; las series afectadas con litologías

más competentes (Jurásico, Cretácico en facies carbonatadas, etc.), originan depósitos que se denominan olistolitos, donde es común observar la estructura original de la serie.

Asociadas a estas cuencas sedimentarias, debieron existir áreas emergidas, que están representadas, al menos en parte, por el mosaico de bloques de edades Mesozoico y Terciario, que se observa en la actualidad, y que pertenecen a diversos dominios de las Zonas Externas.

En una etapa posterior, y para el intervalo Serravalliense medio-superior a Tortoniense inferior, la actividad tectónica pasa por un período de relativa calma. Las cuencas generadas anteriormente y parcialmente cubiertas de materiales olistostrómicos, se van rellenando paulatinamente de sedimentos, los cuales muestran, en este segmento de la Cordillera, una considerable variabilidad de facies, controladas en gran medida por la morfología del fondo de la cuenca.

Así, en zonas algo más profundas se depositan secuencias turbidíticas, que lateralmente y en la vertical pasan a margas. En las zonas de menor profundidad, tiene lugar el depósito de sedimentos carbonatados (calizas de algas y calcarenitas), que deben representar facies asociadas a una plataforma somera o a zonas de altos fondos de la cuenca.

Después del Tortoniense inferior se produce una nueva etapa tectónica, con el desarrollo de cuencas marinas, en algunos casos controladas por fenómenos de desgarre.

En esta parte de la Cordillera la actividad tectónica se manifiesta por una compresión de componente Norte, que hace cabalgar gran parte de los afloramientos (bloques) mesozoicos y terciarios, pertenecientes a las Zonas Externas. De esta manera, actualmente se observa una distribución geográfica irregular de estos "bloques", con respecto a su ubicación paleogeográfica inicial. Distribución que queda reflejada, cartográficamente, por la superposición de series que pertenecen a dominios paleogeográficos diferentes.

Esta etapa tectónica produce, simultáneamente con los fenómenos citados anteriormente, que se forme un surco subsidente al Norte, sobre el que se asientan sedimentos constituidos por margas gris-azuladas y areniscas calcáreas. Estos depósitos, constituyen el relleno final de la Depresión del Guadalquivir.

En el Mioceno terminal hay un levantamiento generalizado de las Zonas Externas, que determina la definitiva retirada del mar y al que se asocian facies de abanicos aluviales, producto de la erosión de los relieves creados.

Este régimen deposicional continuó hasta el Pleistoceno, en el que se registra un importante descenso del nivel de base erosivo, proceso que continua en la actualidad, con el encajamiento de la red fluvial.

1.8 Procedencia de los materiales

1.8.1 Canteras y préstamos

En este epígrafe se estudian las canteras cercanas a la zona de las obras para el empleo de los materiales que de ellas se extraen en las distintas capas del firme.

La mayoría de las extracciones de la zona son de carácter calizo, lo que hace que estos materiales únicamente puedan emplearse en capas de base e intermedia del paquete de firmes, ya que sus características de pulimento y resistencia al deslizamiento los desaconsejan para la capa de rodadura.

Por su parte, las explotaciones de material de naturaleza ofítica, con alta resistencia al deslizamiento, las hacen aptas para su uso en capa de rodadura, presentando un Coeficiente de Pulimento Acelerado, CPA, superior a 0,45.

Como material granular para subbase se podrá emplear el resultado del machaqueo de las canteras de caliza de la zona.

A continuación se describen las características de las principales canteras de la zona. Por definición, se encuentran en explotación. No se citan yacimientos por la mayor dificultad de ponerlos en explotación para esta obra. También se citan préstamos en lugares cercanos a la traza, a los cuales se puede recurrir en caso de necesidad.

1.8.1.1 Cantera Yealsal

Situada en la antigua carretera de Jaén, a las afueras de Alcaudete, sus materiales son de carácter calizo, quedando limitados a capa base y subbase y a la obtención de material granular mediante el procesado y machaqueo de sus extracciones.

La distancia media a la traza es de 32,4 Km, es decir, unos 27 minutos de trayecto.

1.8.1.2 Cantera de Alcaudete

Se encuentra a las afueras de la localidad de Alcaudete, en el PK 0+500 de la carretera JA-4309.

El tipo de roca es caliza gris, masiva y diaclasada en los bordes del frente, excavada en trinchera desde la máxima cota.

Consta de instalación de machaqueo con un primario de mandíbula y machacadoras de martillo.

El acceso a la cantera, desde la A-316 es bueno. La distancia media a la traza es de aproximadamente 37 Km, es decir 27 minutos de trayecto.

1.8.1.3 Áridos Santo Nicasio

Se encuentra en la Carretera A-316 - Km. 77 a las afueras de Martos. Sus materiales son de carácter calizo, dedicados a la obtención de material granular mediante el procesado y machaqueo de sus extracciones.

La distancia media a la traza es de 14 Km, es decir, unos 12 minutos de trayecto.

Como conclusión, se puede considerar asegurado el suministro de material para la obra, por la localización de las canteras cercanas, con material suficiente.

1.8.2 Depósito de los materiales. Vertederos.

Para la eliminación del material sobrante de la obra se citan los siguientes vertederos para tratamiento de residuos inertes:

Planta de Torredonjimeno (Jaén). Distante 7 Km de la traza.

Planta de Martos (Jaén). Distante 16 Km de la traza.

Planta de Alcaudete (Jaén) situada a aproximadamente 40 km de la traza.

Como conclusión, para la eliminación de material contamos en las proximidades con vertederos suficientes.

2. GEOTECNIA

2.1 Introducción

En este Anejo se presentan las conclusiones del estudio geotécnico realizado para la zona tramo a realizar en el Trabajo Fin de Grado. Por tanto, se va a utilizar este estudio para la realización del Anejo.

El estudio geotécnico se lleva a cabo por CEMOSA, un laboratorio acreditado por la Junta de Andalucía en edificación, obra civil y mecánica de suelos. Han realizado una serie de prospecciones geológicas y ensayos de laboratorio.

El tramo a estudiar, como ya se ha comentado en Anejos anteriores, se sitúa en la provincia de Jaén entre las localidades de Torredonjimeno, Villardompardo y La Nava.

Este informe geotécnico incluye lo siguiente:

- Antecedentes, se resumen los preliminares adoptados.
- Trabajos realizados, donde se realizará una exposición de los trabajos así como la metodología seguida en la ejecución de los mismos.
- Resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio y un pequeño reportaje fotográfico.

2.2 Estudio Geotécnico

2.2.1 Antecedentes

Se solicitó a CEMOSA la realización del estudio geotécnico para realizar un análisis general desde el punto de vista geológico-geotécnico del trazado y en base a las observaciones realizadas en la obra y ensayos de las muestras tomadas, caracterizar desde el punto de vista geotécnico los distintos materiales por los que discurre el trazado, estableciéndose:

- Inclinación de los desmontes
- Idoneidad de los materiales para el empleo en terraplenes
- Identificación de los materiales en desmonte para la posterior calificación de la explanada
- Recomendaciones

Teniendo en cuenta los datos recopilados y bibliografía geológica geotécnica existente, se planificó la campaña geotécnica a realizar que se describirá a continuación.

2.2.2 Trabajo Realizado

2.2.2.1 Trabajo de campo

- Geología de superficie
- Reconocimiento general del área
- 6 Calicatas de reconocimiento en explanación y desmonte
- 6 Tomas de muestras alteradas en calicatas de explanación y desmonte

2.2.2.2 Trabajo de laboratorio

Las muestras extraídas se ensayaron en el laboratorio de acuerdo con las necesidades del informe y las características de los suelos aparecidos.

2.2.2.3 Trabajo de gabinete

Teniendo en cuenta los datos recopilados en la obra, prospecciones y resultados de los ensayos de laboratorio, se procedió al análisis geológico geotécnico de la zona de estudio, estableciéndose algunas consideraciones generales referentes a:

- Drenaje
- Rasantes
- Idoneidad de los suelos para el empleo en terraplenes
- Categoría de explanada
- Taludes

2.2.2.4 Geología de superficie

Se ha realizado una inspección general del área de trabajo por un geólogo.

2.2.2.5 Prospección con calicatas

Se realizó el día 20 de Mayo de 2017 procediéndose a la inspección de estas y toma de muestras de las litologías prospectadas.

Se utilizó una retroexcavadora mista de 3'50 metros de profundidad de prospección.

2.2.2.6 Ensayos de laboratorio

Sobre las muestras extraídas en los sondeos y en las calicatas, y siguiendo las correspondiente Normas UNE y/o NLT, se realizaron los siguientes ensayos:

- 6 Clasificaciones USCS, incluyendo análisis granulométricos por tamizado según la Norma NLT 104, y determinando los Límites de Atterberg según

Anejo 3 – Geología, geotecnia y procedencia de materiales

Norma UNE 7377 y UNE 7378 o comprobación de la no plasticidad según NLT 102

- 6 Ensayos de Proctor Normal
- 6 Ensayos de C.B.R.
- 6 Determinaciones de materia orgánica

2.2.3 Resultados

2.2.3.1 Prospección con calicatas

Reunimos las litologías prospectadas, cotas a la que afloran así como otras características u observaciones de interés en cada calicata. También se han identificado la formación geología a la que corresponde cada calicata.

LOCALIZACION	CATA	COTA (m)	LITOLOGIAS	OBSERVACIONES
0+500	1	0,00 a 0,70	Terreno vegetal	No se intercepta el freático. Paredes de la excavación estables, presencia de caliches
		0,70 a 2,70	COLUVIO-ALUVIAL Arcillas y limos con pequeños cantos redondeados	
		2,70 a 3,30	U. DETRIT. CARBONATADA Margas blancas	
2+000	2	0,00 a 0,50	Terreno vegetal	No se intercepta el freático. Paredes de la excavación estables
		0,50 a 2,00	COLUVIO-ALUVIAL Arcillas y limos con pequeños cantos redondeados	
		2,00 a 3,00	ALUVIAL Arenas y limos con cantos redondeados	
3+500	3	0,00 a 0,50	Terreno vegetal	No se intercepta el freático. Paredes de la excavación estables
		0,50 a 1,50	ALUVIAL Limos arcillosos color marrón con pequeños cantos redondeado y módulos de cal	
		1,50 a 2,00	ALUVIAL Arenas limosas color anaranjado con pequeños cantos redondeados	
5+000	4	0,00 a 0,50	Terreno vegetal	No se intercepta el freático. Paredes de la excavación estables
		0,50 a 1,00	ALUVIAL Gravas en matriz areno limosa	
		1,00 a 2,30	U. OLISTOSTROMICA Margas verdosas con yesos	
6+500	5	0,00 a 0,20	Terreno vegetal	No se intercepta el freático. Paredes de la excavación estables
		0,20 a 1,00	ALUVIAL Limos arcillosos color marrón con pequeños cantos redondeado	
		1,00 a 2,20	U. OLISTOSTROMICA Margas abigarradas con yesos	
8+000	6	0,00 a 0,30	Terreno vegetal	No se intercepta el freático. Paredes de la excavación estables
		0,30 a 1,20	ALUVIAL Limos arcillosos color marrón con pequeños cantos	

Anejo 3 – Geología, geotecnia y procedencia de materiales

			redondeado	
		2,00 a 3,30	U. OLISTOSTROMICA Margas abigarradas con yesos	

Tabla 2.1. Prospección con calicatas

2.2.3.2 Ensayos de laboratorio

En el siguiente cuadro se resumen los resultados obtenidos de los ensayos realizados.

Nº	FORMAC	% PASA TAMIZ 0'008 UNE	PLASTICIDAD		PROCTOR NORMAL		C.B.R.		CLASIFICACION			CLASIFICACION P.G.3.75
			L.L.	I.P.	Ddad gr/cm ³	Hdad %	100%	95%	USCS	HRB	IG	
1	C-AL	61,3	63,4	40,7	1,64	14,4	2,4	1,0	CH	A-7-6	20	INADECUADO
2	C-AL	60,5	48,8	26,7	1,65	18,3	7,8	5,9	CL	A-7-6	20	TOLERABLE
3	AL	75,2	41	18,7	1,57	18,1	6,1	4,4	CL	A-7-6	14	TOLERABLE
4	AL	25,1	34,1	16,3	1,95	10,8	5,2	3,2	GC	A-2-6	0	TOLERABLE
5	TK	85,2	71,3	39,4	1,46	27,5	2,5	2,4	CH	A-7-5	20	INADECUADO
6	TK	93,3	64,1	37,9	1,52	23,6	5,3	3,0	CH	A-7-6	20	TOLERABLE

Tabla 2.2. Ensayos de laboratorio

Siendo:

C-AL – Depósitos coluvio aluviales

AL – Depósitos aluviales

TK – Margas abigarradas de la Unidad Olistostrómica

2.2.4 Análisis de los resultados

Seguidamente resumimos los resultados de los ensayos más significativos realizados en las formaciones hechas un muestreo.

UNIDAD DETRITICO CARBONATADA

No se ha ensayado en su estado inalterado, sino los depósitos coluvio-aluviales que la recubren y que proceden de la erosión de la misma.

Información disponible

- Granulometría y Límites
 - o Pasa por el tamiz 200 (%) 61,3 a 60,5
 - o Límite Líquido (%) 63,4 a 48,8
 - o Índice de Plasticidad (%) 40,7 a 26,7
- Ensayos de compactación y capacidad portante
 - o Densidad seca (gr/cm³) 1,65 a 1,64
 - o Humedad óptima 18,3 a 14,4
 - o Índice C.B.R. (100% P.N.) 7,8 a 2,4

Anejo 3 – Geología, geotecnia y procedencia de materiales

- o Índice C.B.R. (95% P.N.) 5,9 a 1,0

Se corresponden con arcillas de alta plasticidad (CH y CL)

De acuerdo con los ensayos de laboratorio y según el PG3-75, este terreno se puede clasificar como Suelo inadecuado a tolerable. Según la AASHTO pertenece al grupo A-7-8 con índice de grupo IG=20.

DEPOSITOS ALUVIALES

Información geotécnica disponible

- Granulometría y Límites
 - o Pasa por el tamiz 200 (%) 75,2 a 25,1
 - o Límite Líquido (%) 41,0 a 34,1
 - o Índice de Plasticidad (%) 18,7 a 16,3

Se corresponde con arcillas de media plasticidad (CL) y gravas arcillosas (GC).

De acuerdo con los ensayos de laboratorio y según el PG3-75, este terreno se puede clasificar como Suelo tolerable a adecuado. Según la AASHTO pertenece al grupo A-7-6 y A-2-6, con índice de grupo IG de 0 a 14.

UNIDAD OLISTOSTROMICA

Información geotécnica disponible

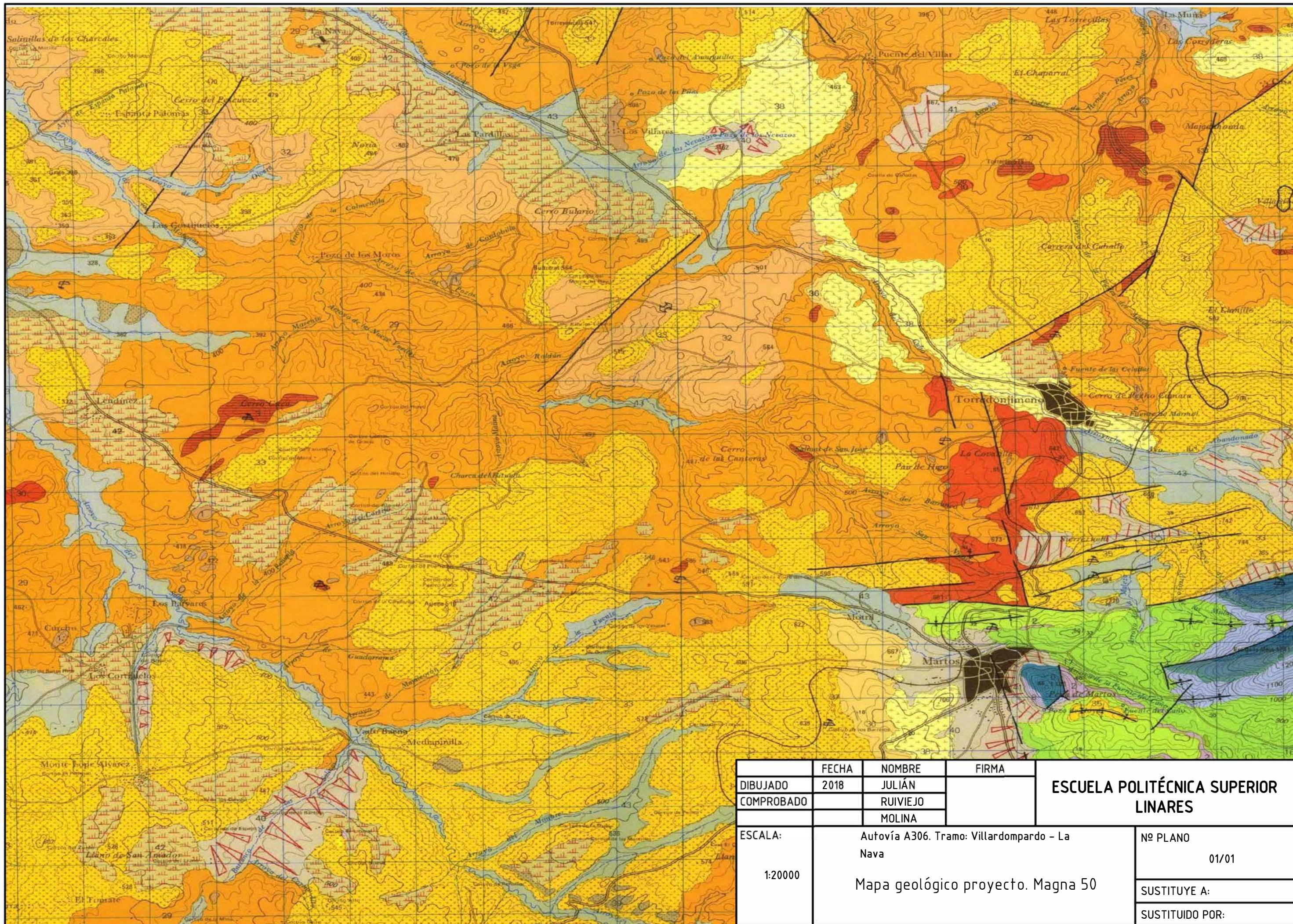
- Granulometría y Límites
 - o Pasa por el tamiz 200 (%) 93,3 a 85,2
 - o Límite Líquido (%) 71,3 a 64,1
 - o Índice de Plasticidad (%) 39,4 a 37,9

Se corresponde con arcillas de alta plasticidad (CH).

De acuerdo con los ensayos de laboratorio y según el PG3-75, este terreno se puede clasificar como Suelo inadecuado tolerable. Según la AASHTO pertenece al grupo A-7-6 y A-7-5, con índice de grupo IG=20.

3. PLANO

Se adjunta el mapa geológico referente donde se desarrollará el tramo estudiado para el Trabajo Fin de Grado.



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO	2018	JULIÁN			
COMPROBADO		RUIVIEJO MOLINA			
ESCALA:	Autovía A306. Tramo: Villardompardo - La Nava			Nº PLANO	
1:20000	Mapa geológico proyecto. Magna 50			SUSTITUYE A:	01/01
				SUSTITUIDO POR:	

ANEJO 4: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

ÍNDICE

1.	Objeto y alcance	3
2.	Antecedentes.....	4
3.	Planteamiento de alternativas.....	6
3.1.	Alternativa 1	6
3.2.	Alternativa 2	7
3.3.	Alternativa 3	8
3.4.	Resumen de las alternativas	10
4.	Elección de la alternativa.....	11
4.1.	Fundamento teórico del Método AHP.....	11
4.2.	Proceso del Método AHP	11
4.3.	Análisis AHP de las Alternativas	17
4.3.1	Alternativa 1.....	17
4.3.2	Alternativa 2.....	19
4.3.3	Alternativa 3.....	21
4.4.	Conclusión	24
5.	Planos	25

1. OBJETO Y ALCANCE

El presente Estudio de Viabilidad queda integrado en el Proyecto Fin de Carrera “Proyecto de Construcción. Autovía Jaén a Córdoba. Tramo Villadompardo – La Nava”, de Julián Ruiviejo Molina, siendo los tutores del mismo D. Antonio M. Pérez de la Torre.

El itinerario de la A-306 entre Torredonjimeno y El Carpio, es la vía más directa entre las capitales de provincia de Jaén y Córdoba, configurándose como la unión de la Autovía A-4 (Madrid – Córdoba – Sevilla – Cádiz) y la Autovía del Olivar (Úbeda – Jaén – Lucena – Estepa).

Además también permite el acceso a las localidades de Villadompardo, Porcuna, Cañete de las Torres y Bujalance.

Esta carretera ha sido objeto de actuaciones de mejora, eliminándose en gran medida las travesías de las poblaciones servidas.

Los objetivos que persigue el presente proyecto se concretan en:

- Mejora de la carretera A-306, mediante su desdoblamiento como autovía, en el Término Municipal de Torredonjimeno (Jaén).
- Búsqueda de la mejor alternativa de trazado para la conexión de la Autovía A-4 con la Autovía A-316.

2. ANTECEDENTES

La carretera A-306 que une El Carpio con Torredonjimeno tiene una longitud total de 62 kms, con origen en la carretera N-IV en El Carpio y final en la carretera autonómica andaluza A-316. Presenta una sección formada por calzada única de 7 metros de anchura y arcenes de 1,5 metros de anchura a ambos lados, con carriles de vehículos lentos en los tramos de mayor pendiente. Actualmente la carretera A-306 no discurre en travesía por ninguna población.

La carretera A-306 se configura como uno de los grandes ejes de actuación regional según el Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía (POTA) y el Plan Director de Infraestructuras de Andalucía (PDIA) y constituye una vía de comunicación más directa entre las capitales de provincia de Jaén y Córdoba, al conectar la Autovía del Olivar (A-316 Úbeda – Jaén – Lucena – Estepa) y la Autovía A-4 (Madrid – Córdoba – Sevilla – Cádiz).



Figura 4.1 Situación de la zona de proyecto

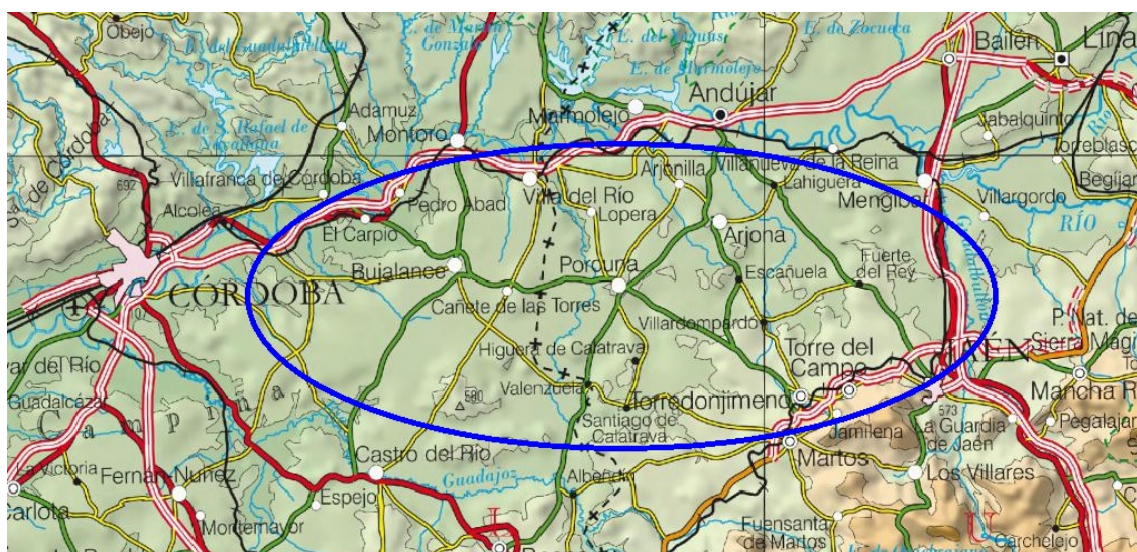


Figura 4.2 Itinerario A-306. Fuente: MTN25

Anejo 4 – Estudio de alternativas

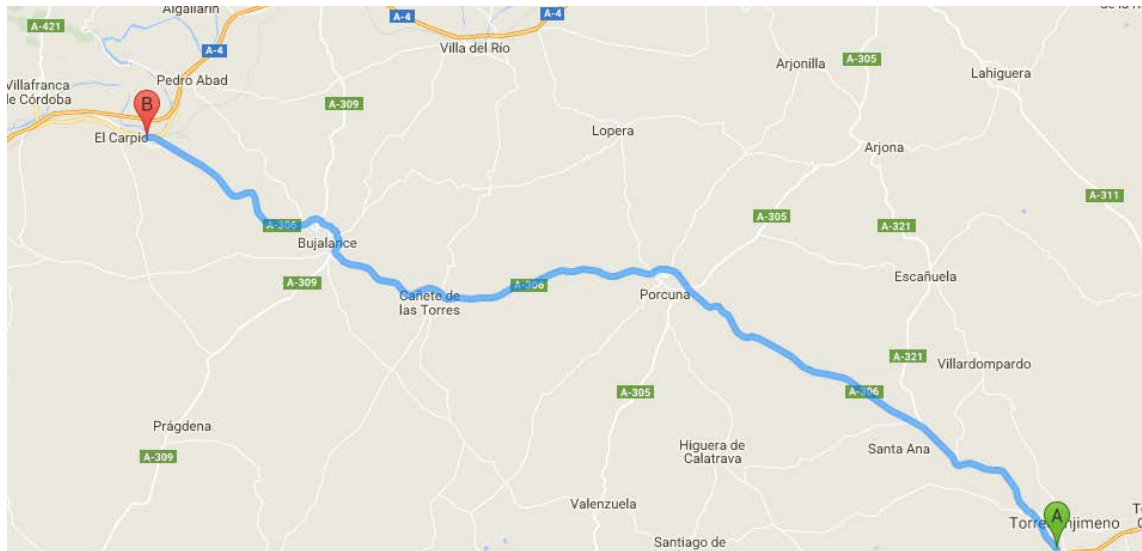


Figura 4.3 Itinerario actual A-306. Fuente: Google Maps

3. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS

Este proyecto se ha planteado diseñando tres alternativas diferentes para el posterior desarrollo y ejecución de la Autovía A-306, buscando la mejor solución posible para dicha ejecución.

A continuación, se van a explicar las diferentes alternativas adoptadas para el nuevo trazado de la Autovía A-306, de las cuales se elegirá la más apropiada para la ejecución de dicho trazado comprendido entre Torredonjimeno y El Carpio.

Para el estudio de las alternativas de trazado de la autovía se seguirá la normativa propuesta en la Norma 3-1 IC “Trazado” (Orden FOM/273/2016, 19 de Febrero).

Las tres alternativas comienzan en el P.K. 50 de la Carretera A-306, donde comienza la Carretera JA-3414 con dirección a Villadompardo, y finaliza en el P.K. 41 de la Carretera A-306.

Coordenadas U.T.M. Huso 30 ETRS89:

Coordenadas U.T.M. Huso 30 ETRS89:	X	Y
Inicio	410.296,390	4.183.671,660
Fin	402.889,160	4.188.235,220

Tabla 4.1. Coordenadas UTM de inicio y final de los tramos.

3.1. Alternativa 1

La primera alternativa propuesta para el trazado de la Autovía A-306 discurre por la zona suroeste de la actual Carretera A-306, con una longitud de recorrido de 8.858,741 m y una velocidad de proyecto en todo el tramo estudiado de 100 km/h.

Está compuesta por siete tramos rectos, cada uno de ellos respetando la longitud mínima para trazados en “S” de 139 m, la longitud mínima para el resto de los casos de 278 m y la longitud máxima de 1.670 m según la Norma 3-1 IC “Trazado”. También se conforma de seis curvas de transición, cada una de ellas superando un radio mínimo de 450 m según la Norma 3-1 IC “Trazado”.

La rasante del trazado diseñado en la alternativa 1 tiene su inicio y su fin en las mismas coordenadas que el trazado en planta, se conforma de ocho acuerdos verticales convexos, teniendo el parámetro de la parábola, K_v , de dicho acuerdos verticales convexos un valor mínimo de 5.200 m y once acuerdos verticales cóncavos, teniendo el parámetro de la parábola, K_v , de dicho acuerdos verticales cóncavos un valor mínimo de

4.800 m según la Norma 3-1 IC “Trazado”. La altura de inicio es de 450,608 m y la altura final es de 351,062 m. La pendiente máxima permitida por la norma es de un 4% siendo la pendiente máxima de la alternativa de 3,97%.

Respecto al volumen de tierras afectadas por la realización del nuevo trazado nos encontramos con un volumen de desmonte acumulado de 684.280,280 m³, un volumen de terraplén acumulado de 597.857,430 m³, resultando un volumen neto sobrante que debe ir al vertedero de 91.422,850 m³. Sería necesario tomar medidas especiales para la contención de taludes tanto en desmonte como en terraplén por la elevada diferencia (mayor de 15 metros en algunos casos) entre la rasante de la carretera y la superficie del terreno mediante la ejecución de muros de contención, bermas, muro de escollera o gavión, etc.

El trazado atraviesa dos vías secundarias (J-220 y JV-2101), cuatro caminos para el acceso a fincas de olivares y cortijos. También atraviesa dos cauces donde habría que acometer una obra de drenaje.

El tramo diseñado afectaría a una línea de alta tensión y no afectaría a ninguna edificación existente por la zona estudiada. Todo el trazado discurrirá por suelo rustico no urbanizable el cual será necesario expropiar, en función de las zonas de dominio público y el tipo de cultivo que se desarrolle.

En cuanto a la geología, el trazado de la alternativa 1 se encuentra situado sobre zonas de areniscas y margas en alternancia. Debido a esto este terreno no sería competente por lo que habría que analizar con detalle los estudios geotécnicos realizados.

Respecto al impacto ambiental se debe de analizar la afección producida por el trazado a los cursos de agua presentes en la zona y el terreno de olivar atravesado, pudiendo afectar a la flora y fauna de la zona de estudio.

3.2. Alternativa 2

La siguiente alternativa propuesta para el trazado de la Autovía A-306 también discurre por la zona suroeste de la actual Carretera A-306, con una longitud de recorrido de 8.875,610 m y una velocidad de proyecto en todo el tramo estudiado de 120 km/h.

Está compuesta por seis tramos rectos, cada uno de ellos respetando la longitud mínima para trazados en “S” de 167 m, la longitud mínima para el resto de los casos de 333 m y la longitud máxima de 2.004 m según la Norma 3-1 IC “Trazado”. También se conforma de cinco curvas de transición, cada una de ellas superando un radio mínimo de 7.450 m según la Norma 3-1 IC “Trazado”.

La rasante del trazado diseñado en la alternativa 2 tiene su inicio y su fin en las mismas coordenadas que el trazado en planta, se conforma de tres acuerdos verticales convexos, teniendo el parámetro de la parábola, K_v , de dicho acuerdos verticales convexos un valor mínimo de 11.000 m y cuatro acuerdos verticales cóncavos, teniendo el parámetro de la parábola, K_v , de dicho acuerdos verticales cóncavos un valor mínimo de 7.100 m según la Norma 3-1 IC "Trazado". La altura de inicio es de 450,608 m y la altura final es de 351,062 m. La pendiente máxima permitida por la norma es de un 4% siendo la pendiente máxima de la alternativa de -2,7%.

Respecto al volumen de tierras afectadas por la realización del nuevo trazado nos encontramos con un volumen de desmonte de 933.589,880 m³, un volumen de terraplén de 899.522,550 m³, resultando un volumen neto sobrante de 34.067,330 m³.

El trazado atraviesa dos vías secundarias (J-220 y JV-2101), cuatro caminos para el acceso a fincas de olivares y cortijos y dos cauces donde habría que acometer una obra de drenaje.

El trazado atraviesa dos vías secundarias (J-220 y JV-2101), cuatro caminos para el acceso a fincas de olivares y cortijos. También atraviesa dos cauces donde habría que acometer una obra de drenaje.

El tramo diseñado afectaría a una línea de alta tensión y no afectaría a ninguna edificación existente por la zona estudiada. Todo el trazado discurrirá por suelo rustico no urbanizable el cual será necesario expropiar, en función de las zonas de dominio público y el tipo de cultivo que se desarrolle.

En cuanto a la geología, el trazado de la alternativa 2 se encuentra situado sobre zonas de areniscas y margas en alternancia. Debido a esto este terreno no sería competente por lo que habría que analizar con detalle los estudios geotécnicos realizados.

Respecto al impacto ambiental se debe de analizar la afección producida por el trazado a los cursos de agua presentes en la zona y el terreno de olivar atravesado, pudiendo afectar a la flora y fauna de la zona de estudio.

3.3. Alternativa 3

La última alternativa propuesta para el trazado de la Autovía A-306 también discurre por la zona norte de la actual Carretera A-306, con una longitud de recorrido de 9.858,163 m y una velocidad en todo el tramo estudiado de proyecto de 100 km/h.

Está compuesta por once tramos rectos, cada uno de ellos respetando la longitud mínima para trazados en "S" de 139 m, la longitud mínima para el resto de los casos de 278 m y una longitud máxima de 1.670 m según la Norma 3-1 IC "Trazado". También se

conforma de diez curvas de transición, cada una de ellas superando un radio mínimo de 450 m según la Norma 3-1 IC “Trazado”.

La rasante del trazado diseñado en la alternativa 3 tiene su inicio y su fin en las mismas coordenadas que el trazado en planta, se conforma de cuatro acuerdos verticales convexos, teniendo el parámetro de la parábola, K_v , de dicho acuerdos verticales convexos un valor mínimo de 5.200 m y cinco acuerdos verticales cóncavos, teniendo el parámetro de la parábola, K_v , de dicho acuerdos verticales cóncavos un valor mínimo de 4.800 m según la Norma 3-1 IC “Trazado”. La altura de inicio es de 450,608 m y la altura final es de 351,062 m. La pendiente máxima permitida por la norma es de un 4% siendo la pendiente máxima de la alternativa de -3,47%.

Respecto al volumen de tierras afectadas por la realización del nuevo trazado nos encontramos con un volumen de desmonte de 1.176.811,110 m³, un volumen de terraplén de 1.287160,490 m³, resultando un volumen neto de prestamo de 110.349,390 m³.

El trazado atraviesa la carretera autonómica A-321, cinco caminos para el acceso a fincas de olivares y cortijos, a una vía pecuaria y al Arroyo de los Prados y el Arroyo de Torre Alcázar en dos ocasiones donde habría que plantear puentes para el paso de la autovía sobre los mismos.

El tramo diseñado afectaría a una balsa y a dos líneas de alta tensión pero a ninguna edificación por la zona estudiada. Todo el trazado discurrirá por suelo rustico no urbanizable el cual será necesario expropiar, en función de las zonas de dominio público y el tipo de cultivo que se desarrolle.

En cuanto a la geología, el trazado de la alternativa 1 se encuentra situado sobre zonas de areniscas y margas en alternancia. Debido a esto este terreno no sería competente por lo que habría que analizar con detalle los estudios geotécnicos realizados.

Respecto al impacto ambiental se debe de analizar la afección producida por el trazado a los cursos de agua presentes en la zona y el terreno de olivar atravesado, pudiendo afectar a la flora y fauna de la zona de estudio.

3.4. Resumen de las alternativas

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Longitud (m)	8.858,741	8.875,610	9.858,163
Movimiento de tierras (m³)	91.422,850	34.607,330	-110.349,390
Pendiente máxima (%)	3,97	-2,70	-3,47
Velocidad de trayecto (m/s)	100	120	100
Afección a vías y ríos	Si	Si	Si
Obras de paso/puentes	Si	Si	Si
Medidas especiales para taludes	Si	Si	Si
Geología y geotecnia	Arcilla y margas	Arcilla y margas	Arcilla y margas
Impacto ambiental	Medio	Medio	Alto
Expropiaciones	Si (Cultivo)	Si (Cultivo)	Si (Cultivo y balsa)
Servicios afectados	Si	Si	Si

Tabla 4.2. Resumen de los factores de las distintas alternativas.

4. ELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA

4.1. Fundamento teórico del Método AHP

Vivimos en un entorno complejo donde los problemas que se plantean son cada vez más difíciles de resolver y para su resolución se necesitan cantidad de criterios y motivos o justificaciones que den peso a la decisión a tomar.

Es por esto que se necesita de un método que pueda hacer frente a este tipo de decisiones complejas. El método AHP muestra fuertes ventajas en el interés de identificar y priorizar los problemas y las consiguientes acciones, y también cuando uno o varios decisores tiene que establecer una prioridad entre diferentes alternativas en base a diferentes criterios. Es por ello que se ha seleccionado este método.

Algunas de las ventajas del AHP frente a otros métodos de decisión multicriterio son:

- Presenta un sustento matemático
- Permite desglosar y analizar un problema por partes
- Permite medir criterios cuantitativos y cualitativos
- Permite verificar el índice de consistencia y si es necesario realizar correcciones

El Proceso de Análisis Jerárquico, desarrollado por Thomas L. Saaty se basa en la idea de un problema complejo de criterio múltiple que se puede resolver mediante la jerarquización de los problemas planteados. Se requieren evaluaciones subjetivas respecto a la importancia relativa de cada uno de los criterios y además su preferencia con respecto a cada una de las alternativas de decisión. El resultado del AHP es una jerarquización con prioridades que muestran la preferencia global para cada una de las alternativas de decisión.

Según Thomas L. Saaty el método AHP “trata de desmenuzar un problema y luego unir todas las soluciones de los subproblemas en una conclusión”.

4.2. Proceso del Método AHP

En esta primera etapa del modelo se realiza la jerarquización del problema, se organizan las ideas y se definen los objetivos, los criterios que se emplearán y las diferentes alternativas que serán objeto de estudio.

Se comienza definiendo cual es el objetivo del proceso según el decisor.

A continuación se definen las diferentes alternativas de las cuales queremos saber cuál será la mejor para cumplir nuestro objetivo.

El siguiente paso será determinar cuáles van a ser los criterios a valorar, estos deben representar al problema de la forma más completa posible y deben identificar los atributos que contribuyen a la solución.

Los criterios deben poder medirse y cuantificar, de lo contrario no podrían utilizarse para este método. Los criterios podrán ser tanto criterios medibles numéricamente como criterios medibles subjetivamente, donde se emplearán escalas de comparación que se explicarán más adelante.

En resumen, el problema se estructura en tres niveles, el primer nivel será el objetivo del problema, en el segundo nivel estarán definidos los criterios que se construyen siguiendo una estructura jerárquica descendente desde uno o varios objetivos y desglosándose en subobjetivos que permitirán, en un paso posterior, valorar las alternativas para cada criterio. En el tercer nivel estarán las alternativas consideradas en el problema decisión.

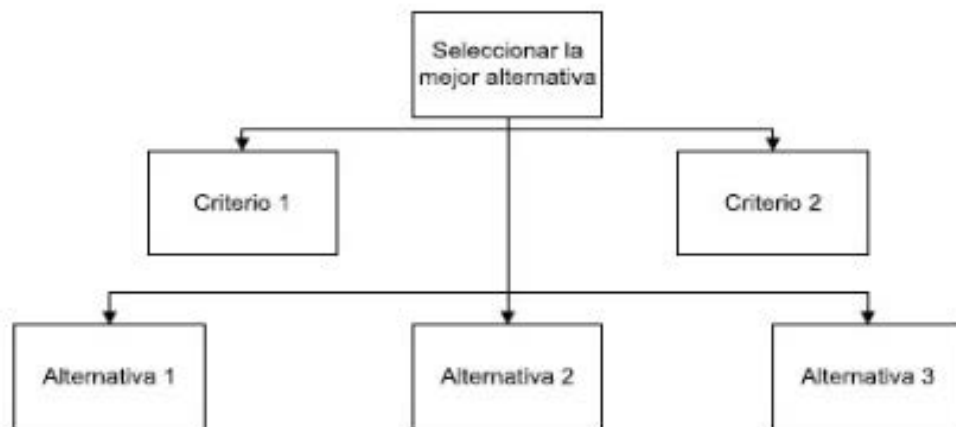


Figura 4.4. Esquema jerárquico. Fuente: Nuevos métodos de valoración: modelos multicriterio. (Aznar y Guijarro, 2011).

Conocidas las alternativas y definidos los criterios debe procederse a ordenar y ponderar el diferente interés de cada uno de los criterios en la selección de las alternativas. El objetivo de esta etapa consiste en medir la importancia que el decisor le asigna a cada uno de los criterios.

Esto se realiza mediante comparaciones pareadas, es decir, se compara cada criterio o alternativa "i" con cada criterio o alternativa "j". Se utiliza una escala subyacente con valores del 1 al 9 para calificar las preferencias relativas de los elementos. La siguiente tabla muestra la correlación entre valoración numérica y cualitativa.

Valor	Definición
1	Igual importancia
3	Importancia moderada
5	Importancia grande
7	Importancia muy grande
9	Importancia extrema
2, 4, 6 y 8	Valores intermedios a los anteriores cuando es necesario matizar

Tabla 4.3. Escala fundamental de comparación por pares (Saaty, 1980).

Con esto se pasa a construir la matriz de comparaciones pareadas, será una matriz cuadrada.

Sea A una matriz $n \times n$ donde $n \in \mathbb{Z}^+$. Sea a_{ij} el elemento (i,j) de A para $i=1,2,\dots,n$ y $j=1,2,\dots,n$. Decimos que A es una matriz de comparaciones pareadas de n criterios, si a_{ij} es la medida de la preferencia de la alternativa en el reglón i cuando se le compara con la alternativa de la columna j . cuando $i=j$, el valor de a_{ij} será igual a 1, pues se está comparando la alternativa consigo misma.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

Además se cumple que: $a_{ij} \cdot a_{ji}=1$; es decir:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1/a_{n1} & 1/a_{n2} & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

El método AHP sustenta esto con los siguientes axiomas:

- Axioma 1: referido a la condición de juicios recíprocos: Si A es una matriz de comparaciones pareadas se cumple que $a_{ij}=1/a_{ji}$.
- Axioma 2: referido a la condición de homogeneidad de los elementos, los cuales se comparan si son del mismo orden, magnitud o jerarquía.
- Axioma 3: referido a la condición de estructura jerárquica o estructura dependiente. Existe dependencia jerárquica en los elementos de dos niveles consecutivos.
- Axioma 4: referido a la condición de expectativas de orden de rango: las expectativas deben estar representadas en la estructura en términos de criterios y alternativas.

Una vez que se elabora la matriz de comparaciones pareadas, se puede calcular lo que se denomina prioridad de cada uno de los elementos que se comparan. A esta

parte del AHP se le conoce como sintetización. El proceso matemático preciso que se requiere para realizar tal sintetización implica el cálculo de valores y vectores característicos. El siguiente procedimiento de tres pasos, proporciona una buena aproximación de las prioridades sintetizadas:

- 1) Sumar los valores en cada columna de la matriz de comparaciones pareadas.
- 2) Dividir cada elemento de tal matriz entre el total de su columna; a la matriz resultante se le denomina matriz de comparaciones pareadas normalizada.
- 3) Calcular el promedio de los elementos de cada renglón de las prioridades relativas de los elementos que se comparan.

Se considera las prioridades de cada criterio en términos de la meta global:

Meta Global

$$\begin{matrix} \text{Criterio 1} \\ \text{Criterio 2} \\ \dots \\ \text{Criterio m} \end{matrix} \begin{pmatrix} P'_{11} \\ P'_{12} \\ \dots \\ P'_{1m} \end{pmatrix}$$

Donde m es el número de criterios y P'_j es la prioridad del criterio i con respecto a la meta global, para $i=1,2,\dots, m$.

Se denomina matriz de prioridades a la que resume las prioridades para cada alternativa en términos de cada criterio. Para m criterios y n alternativas tenemos:

$$\begin{matrix} \text{Alternativa 1} \\ \text{Alternativa 2} \\ \dots \\ \text{Alternativa n} \end{matrix} = \begin{pmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{n1} & P_{n2} & \dots & P_{nm} \end{pmatrix}$$

Criterio 1 Criterio 2 Criterio 3

Donde P_{ij} es la prioridad de la alternativa i con respecto al criterio j, para $i=1,2,\dots,n$; y $j=1,2,\dots,m$.

La prioridad global para cada alternativa de decisión se resume en el vector columna que resulta del producto de la matriz de prioridades con el vector de prioridades de los criterios.

$$\begin{pmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{n1} & P_{n2} & \dots & P_{nm} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P'_{11} \\ P'_{12} \\ \dots \\ P'_{1m} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Pg_1 \\ Pg_2 \\ \dots \\ Pg_n \end{pmatrix}$$

Donde Pg_i es la prioridad global (respecto a la meta global de la alternativa i ($i=1,2,\dots, n$)).

El AHP ofrece un método para medir el grado de consistencia entre las opiniones pareadas que proporciona el decisor. Si el grado de consistencia es aceptable, puede continuarse con el proceso de decisión. Si el grado de consistencia es inaceptable, quien

toma las decisiones debe reconsiderar y posiblemente modificar sus juicios sobre las comparaciones pareadas antes de continuar con el análisis.

De forma matemática, decimos que una matriz de comparación A $n \times n$ es consistente si: $a_{ij} \cdot a_{jk} = a_{ik}$, para $i, j, k = 1, 2, \dots, n$. Esta matriz debe tener la propiedad de ser linealmente dependiente.

Para determinar si un nivel de consistencia es o no razonable, necesitamos desarrollar una medida cuantificable para la matriz de comparación A $n \times n$ (donde n es el número de alternativas a comparadas). Se sabe que si la matriz A es perfectamente consistente produce una matriz N $n \times n$ normalizada, de elementos w_j (para $i, j = 1, 2, \dots, n$), tal que:

$$N = \begin{pmatrix} w_1 & w_1 & \dots & w_1 \\ w_2 & w_2 & \dots & w_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_n & w_n & \dots & w_n \end{pmatrix}$$

Se concluye entonces que la matriz de comparación correspondiente A , se puede determinar a partir de N , dividiendo los elementos de la columna i entre w_i (que es el proceso inverso de determinación de N a partir de A). Entonces tenemos:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & 1 & \dots & w_2/w_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

De la definición dada de A , tenemos:

$$\begin{pmatrix} 1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & 1 & \dots & w_2/w_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \dots \\ w_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} nw_1 \\ nw_2 \\ \dots \\ nw_n \end{pmatrix} = n \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \dots \\ w_n \end{pmatrix}$$

De forma más compacta, decimos que A es consistente si y sólo si,

$$AW = nW$$

Donde W es un vector columna de pesos relativos w_i ($j = 1, 2, \dots, n$) se aproxima con el promedio de los n elementos del reglon en la matriz normalizada N . haciendo $\bar{W}$ el estimado calculado, se puede mostrar que:

$$A\bar{W} = n_{\max} \bar{W}$$

Donde $n_{\max} \geq n$. En este caso, entre más cercana sea $n_{\max}$ a n , más consistente será la matriz de comparación A . como resultado, el AHP calcula la razón de consistencia (RC) como el cociente entre el índice de consistencia de A y el índice de consistencia aleatorio

$$RC = \frac{IC}{IA}$$

Donde IC es el índice de consistencia de A y se calcula como sigue:

$$IC = \frac{n_{\max} - n}{n - 1}$$

Anejo 4 – Estudio de alternativas

El valor de $n_{\max}$ se calcula de $A \bar{W} = n_{\max} \bar{W}$ observando que la i -ésima ecuación es:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} \bar{w}_j = n_{\max} \bar{w}_i, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

Dado que:

$$\sum_{i=1}^n \bar{w}_i = 1$$

Obtenemos:

$$\sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^n a_{ij} \bar{w}_j \right) = n_{\max} \sum_{i=1}^n \bar{w}_i$$

Esto significa que el valor de $n_{\max}$ se determina al calcular primero el vector columna A y después sumando sus elementos.

IA es el índice de consistencia aleatoria de A , es el índice de consistencia de una matriz de comparaciones pareadas generadas en forma aleatoria. Se puede mostrar que el IA depende del número de elementos que se comparan, y asume los siguientes valores:

Nº de elementos que se comparan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Índice aleatorio de Consistencia (IA)	0	0	0,58	0,89	1,11	1,24	1,32	1,4	1,45	1,49

Tabla 4.4. Índices aleatorios de Consistencia (IA)

Algunos autores sugieren la siguiente estimación para el IA:

$$IA = \frac{1.98(n-2)}{n}$$

Se calcula la razón de consistencia (RC) (o CR, de Consistency Ratio). Esta razón o cociente está diseñado de manera que los valores que exceden de 0.10 son señal de juicios inconsistentes; es probable que en estos casos el tomador de decisiones debe reconsiderar y modificar los valores originales de la matriz de comparaciones pareadas. Se considera que los valores de la razón de consistencia de 0.10 o menos son señal de un nivel razonable de consistencia en las comparaciones pareadas:

$$RC = \frac{IC}{IA}$$

$RC \leq 0.10$: Consistencia Razonable

$RC > 0.10$: Inconsistencia

4.3. Análisis AHP de las Alternativas

Para realizar el análisis AHP de las alternativas se ha utilizado el programa BPMSG AHP Online System. Distribuido por BPMSG (Business Performance Management Singapore) que es un sitio web no comercial, y la información se comparte con fines educativos. A continuación, se irán detallando los valores asignados a cada criterio de comparación y los resultados obtenidos en cada una de las alternativas propuestas.

Se comenzará realizando las comparaciones pareadas entre los criterios de las tres alternativas para así conocer el peso de cada uno de los criterios asignados en cada una de las alternativas, que variaran en función de las relaciones existentes entre cada criterio y la alternativa valorada.

4.3.1 Alternativa 1

Las relaciones se comparan entre ellas, estando el círculo relleno las que tienen más influencia en la alternativa y con el valor se cuantifica esta importancia numéricamente de acuerdo a los criterios de la tabla 4.3.

Importancia			Valor
1	○ Longitud	● Movimiento de tierras	2
2	○ Longitud	● Pendiente	2
3	● Longitud	○ Velocidad de proyecto	4
4	○ Longitud	● Afección a vías y ríos	3
5	● Longitud	○ Obras de paso	2
6	○ Longitud	● Impacto ambiental	3
7	● Longitud	○ Expropiaciones	1
8	● Longitud	○ Servicios afectados	2
9	○ Movimiento de tierras	● Pendiente	1
10	● Movimiento de tierras	○ Velocidad de proyecto	2
11	○ Movimiento de tierras	● Afección a vías y ríos	2
12	● Movimiento de tierras	○ Obras de paso	2
13	○ Movimiento de tierras	● Impacto ambiental	3
14	● Movimiento de tierras	○ Expropiaciones	1
15	● Movimiento de tierras	○ Servicios afectados	2
16	● Pendiente	○ Velocidad de proyecto	4
17	○ Pendiente	● Afección a vías y ríos	1
18	● Pendiente	○ Obras de paso	3

Anejo 4 – Estudio de alternativas

19	○ Pendiente	● Impacto ambiental	3
20	● Pendiente	○ Expropiaciones	2
21	● Pendiente	○ Servicios afectados	2
22	○ Velocidad de proyecto	● Afección a vías y ríos	2
23	○ Velocidad de proyecto	● Obras de paso	2
24	○ Velocidad de proyecto	● Impacto ambiental	3
25	○ Velocidad de proyecto	● Expropiaciones	2
26	● Velocidad de proyecto	○ Servicios afectados	2
27	● Afección a vías y ríos	○ Obras de paso	1
28	● Afección a vías y ríos	○ Impacto ambiental	1
29	● Afección a vías y ríos	○ Expropiaciones	2
30	● Afección a vías y ríos	○ Servicios afectados	1
31	○ Obras de paso	● Impacto ambiental	3
32	○ Obras de paso	● Expropiaciones	3
33	● Obras de paso	○ Servicios afectados	3
34	● Impacto ambiental	○ Expropiaciones	3
35	● Impacto ambiental	○ Servicios afectados	3
36	● Expropiaciones	○ Servicios afectados	2
CR = 7.3% OK			

Tabla 4.5. Comparación de los factores de la Alternativa 1

Introduciendo los criterios en el programa online se generarán automáticamente los datos que se necesitaran para valorar las alternativas.

Categoría		Prioridad	Rango
1	Longitud	9.3%	6
2	Movimiento de tierras	10.7%	4
3	Pendiente	14.3%	3
4	Velocidad de proyecto	5.2%	9
5	Afección a vías y ríos	14.7%	2
6	Obras de paso	7.6%	7
7	Impacto ambiental	22.9%	1
8	Expropiaciones	9.8%	5
9	Servicios afectados	5.6%	8

Tabla 4.6. Resultado de pesos y rango de cada criterio de la Alternativa 1

Anejo 4 – Estudio de alternativas

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	0.50	0.50	4.00	0.33	2.00	0.33	1.00	2.00
2	2.00	1	1.00	2.00	0.50	2.00	0.33	1.00	2.00
3	2.00	1.00	1	4.00	1.00	3.00	0.33	2.00	2.00
4	0.25	0.50	0.25	1	0.50	0.50	0.33	0.50	2.00
5	3.00	2.00	1.00	2.00	1	1.00	1.00	2.00	1.00
6	0.50	0.50	0.33	2.00	1.00	1	0.33	0.33	3.00
7	3.00	3.00	3.00	3.00	1.00	3.00	1	3.00	3.00
8	1.00	1.00	0.50	2.00	0.50	3.00	0.33	1	2.00
9	0.50	0.50	0.50	0.50	1.00	0.33	0.33	0.50	1

Tabla 4.7. Matriz de valores de comparación pareados de criterios Alternativa 1

Tras la realización de los cálculos se obtiene distintos parámetros, prestándole especial atención al ratio de consistencia (CR), que al ser menor que 10%, nos indica que los resultados obtenidos en la aplicación tienen consistencia y por tanto son válidos.

Número de comparaciones = 36

Ratio de Consistencia CR = 7.3%

Valor de la prioridad principal = 9.840

Solución del vector prioridad: 6 iteraciones, delta = 1.5E-8

4.3.2 Alternativa 2

Las relaciones se comparan entre ellas, estando el círculo relleno las que tienen más influencia en la alternativa y con el valor se cuantifica esta importancia numéricamente de acuerdo a los criterios de la tabla 4.3.

	Importancia		Valor
1	○ Longitud	● Movimiento de tierras	2
2	○ Longitud	● Pendiente	3
3	● Longitud	○ Velocidad de proyecto	2
4	○ Longitud	● Afección a vías y ríos	3
5	● Longitud	○ Obras de paso	2
6	○ Longitud	● Impacto ambiental	2
7	● Longitud	○ Expropiaciones	1
8	● Longitud	○ Servicios afectados	2

Anejo 4 – Estudio de alternativas

9	○ Movimiento de tierras	● Pendiente	1
10	● Movimiento de tierras	○ Velocidad de proyecto	3
11	○ Movimiento de tierras	● Afección a vías y ríos	2
12	● Movimiento de tierras	○ Obras de paso	2
13	○ Movimiento de tierras	● Impacto ambiental	2
14	● Movimiento de tierras	○ Expropiaciones	1
15	● Movimiento de tierras	○ Servicios afectados	2
16	● Pendiente	○ Velocidad de proyecto	3
17	○ Pendiente	● Afección a vías y ríos	1
18	● Pendiente	○ Obras de paso	2
19	○ Pendiente	● Impacto ambiental	2
20	● Pendiente	○ Expropiaciones	2
21	● Pendiente	○ Servicios afectados	2
22	○ Velocidad de proyecto	● Afección a vías y ríos	2
23	○ Velocidad de proyecto	● Obras de paso	2
24	○ Velocidad de proyecto	● Impacto ambiental	4
25	○ Velocidad de proyecto	● Expropiaciones	2
26	● Velocidad de proyecto	○ Servicios afectados	2
27	● Afección a vías y ríos	○ Obras de paso	1
28	● Afección a vías y ríos	○ Impacto ambiental	1
29	● Afección a vías y ríos	○ Expropiaciones	2
30	● Afección a vías y ríos	○ Servicios afectados	1
31	○ Obras de paso	● Impacto ambiental	2
32	○ Obras de paso	● Expropiaciones	3
33	● Obras de paso	○ Servicios afectados	3
34	● Impacto ambiental	○ Expropiaciones	2
35	● Impacto ambiental	○ Servicios afectados	2
36	● Expropiaciones	○ Servicios afectados	2
CR = 6.1% OK			

Tabla 4.8. Comparación de los factores de la Alternativa 2

Introduciendo los criterios en el programa online se generarán automáticamente los datos que se necesitaran para valorar las alternativas.

	Categoría	Prioridad	Rango
1	Longitud	8.8%	6

Anejo 4 – Estudio de alternativas

2	Movimiento de tierras	12.1%	4
3	Pendiente	14.9%	3
4	Velocidad de proyecto	5.4%	9
5	Afección a vías y ríos	15.0%	2
6	Obras de paso	8.6%	7
7	Impacto ambiental	18.3%	1
8	Expropiaciones	10.8%	5
9	Servicios afectados	6.1%	8

Tabla 4.9. Resultado de pesos y rango de cada criterio de la Alternativa 2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	0.50	0.33	2.00	0.33	2.00	0.50	1.00	2.00
2	2.00	1	1.00	3.00	0.50	2.00	0.50	1.00	2.00
3	3.00	1.00	1	3.00	1.00	2.00	0.50	2.00	2.00
4	0.50	0.33	0.33	1	0.50	0.50	0.25	0.50	2.00
5	3.00	2.00	1.00	2.00	1	1.00	1.00	2.00	1.00
6	0.50	0.50	0.50	2.00	1.00	1	0.50	0.33	3.00
7	2.00	2.00	2.00	4.00	1.00	2.00	1	2.00	2.00
8	1.00	1.00	0.50	2.00	0.50	3.00	0.50	1	2.00
9	0.50	0.50	0.50	0.50	1.00	0.33	0.50	0.50	1

Tabla 4.10. Matriz de valores de comparación pareados de criterios Alternativa 2

Tras la realización de los cálculos se obtiene distintos parámetros, prestándole especial atención al ratio de consistencia (CR), que al ser menor que 10%, nos indica que los resultados obtenidos en la aplicación tienen consistencia y por tanto son válidos.

Número de comparaciones = 36

Ratio de Consistencia CR = 6.1%

Valor de la prioridad principal = 9.706

Solución del vector prioridad: 6 iteraciones, delta = 7.1E-9

4.3.3 Alternativa 3

Las relaciones se comparan entre ellas, estando el círculo relleno las que tienen más influencia en la alternativa y con el valor se cuantifica esta importancia numéricamente de acuerdo a los criterios de la tabla 4.3.

Anejo 4 – Estudio de alternativas

	Importancia		Valor
1	○ Longitud	● Movimiento de tierras	4
2	○ Longitud	● Pendiente	4
3	● Longitud	○ Velocidad de proyecto	4
4	○ Longitud	● Afección a vías y ríos	5
5	● Longitud	○ Obras de paso	3
6	○ Longitud	● Impacto ambiental	5
7	● Longitud	○ Expropiaciones	1
8	● Longitud	○ Servicios afectados	3
9	○ Movimiento de tierras	● Pendiente	1
10	● Movimiento de tierras	○ Velocidad de proyecto	4
11	○ Movimiento de tierras	● Afección a vías y ríos	4
12	● Movimiento de tierras	○ Obras de paso	3
13	○ Movimiento de tierras	● Impacto ambiental	4
14	● Movimiento de tierras	○ Expropiaciones	1
15	● Movimiento de tierras	○ Servicios afectados	3
16	● Pendiente	○ Velocidad de proyecto	5
17	○ Pendiente	● Afección a vías y ríos	1
18	● Pendiente	○ Obras de paso	4
19	○ Pendiente	● Impacto ambiental	3
20	● Pendiente	○ Expropiaciones	2
21	● Pendiente	○ Servicios afectados	3
22	○ Velocidad de proyecto	● Afección a vías y ríos	3
23	○ Velocidad de proyecto	● Obras de paso	3
24	○ Velocidad de proyecto	● Impacto ambiental	4
25	○ Velocidad de proyecto	● Expropiaciones	2
26	● Velocidad de proyecto	○ Servicios afectados	3
27	● Afección a vías y ríos	○ Obras de paso	1
28	● Afección a vías y ríos	○ Impacto ambiental	1
29	● Afección a vías y ríos	○ Expropiaciones	3
30	● Afección a vías y ríos	○ Servicios afectados	1
31	○ Obras de paso	● Impacto ambiental	4
32	○ Obras de paso	● Expropiaciones	3
33	● Obras de paso	○ Servicios afectados	3
34	● Impacto ambiental	○ Expropiaciones	4

Anejo 4 – Estudio de alternativas

35	● Impacto ambiental	○ Servicios afectados	4
36	● Expropiaciones	○ Servicios afectados	3
CR = 14%			

Tabla 4.11. Comparación de los factores de la Alternativa 3

Introduciendo los criterios en el programa online se generarán automáticamente los datos que se necesitaran para valorar las alternativas.

Categoría		Prioridad	Rango
1	Longitud	7.5%	6
2	Movimiento de tierras	11.7%	4
3	Pendiente	14.9%	3
4	Velocidad de proyecto	4.1%	9
5	Afección a vías y ríos	17.9%	2
6	Obras de paso	6.5%	7
7	Impacto ambiental	24.9%	1
8	Expropiaciones	8.3%	5
9	Servicios afectados	4.3%	8

Tabla 4.12. Resultado de pesos y rango de cada criterio de la Alternativa 3

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	0.25	0.25	4.00	0.20	3.00	0.20	1.00	3.00
2	4.00	1	1.00	4.00	0.25	3.00	0.25	1.00	3.00
3	4.00	1.00	1	5.00	1.00	4.00	0.33	2.00	3.00
4	0.25	0.25	0.20	1	0.33	0.33	0.25	0.50	3.00
5	5.00	4.00	1.00	3.00	1	1.00	1.00	3.00	1.00
6	0.33	0.33	0.25	3.00	1.00	1	0.25	0.33	3.00
7	5.00	4.00	3.00	4.00	1.00	4.00	1	4.00	4.00
8	1.00	1.00	0.50	2.00	0.33	3.00	0.25	1	3.00
9	0.33	0.33	0.33	0.33	1.00	0.33	0.25	0.33	1

Tabla 4.13. Matriz de valores de comparación pareados de criterios Alternativa 3

Tras la realización de los cálculos se obtiene distintos parámetros, prestándole especial atención al ratio de consistencia (CR), que al ser mayor que 10%, nos indica que los resultados obtenidos en la aplicación no tienen consistencia y por tanto son válidos.

Número de comparaciones = 36

Ratio de Consistencia CR = 14%

Valor de la prioridad principal = 10.603

Solución del vector prioridad: 6 iteraciones, delta = 7.2E-9

4.4. Conclusión

Tras realizar la valoración de las alternativas mediante el método AHP, llegamos a la conclusión de que la Alternativa 2 es la que mejor valoración ha obtenido de las 3 alternativas estudiadas. Los resultados obtenidos son subjetivos, por lo que en cierta manera la elección está limitada. Sin embargo, al haber sido las tres alternativas de la misma manera en cuanto a subjetividad, el procedimiento de valoración llevado a cabo se puede tomar como válido.

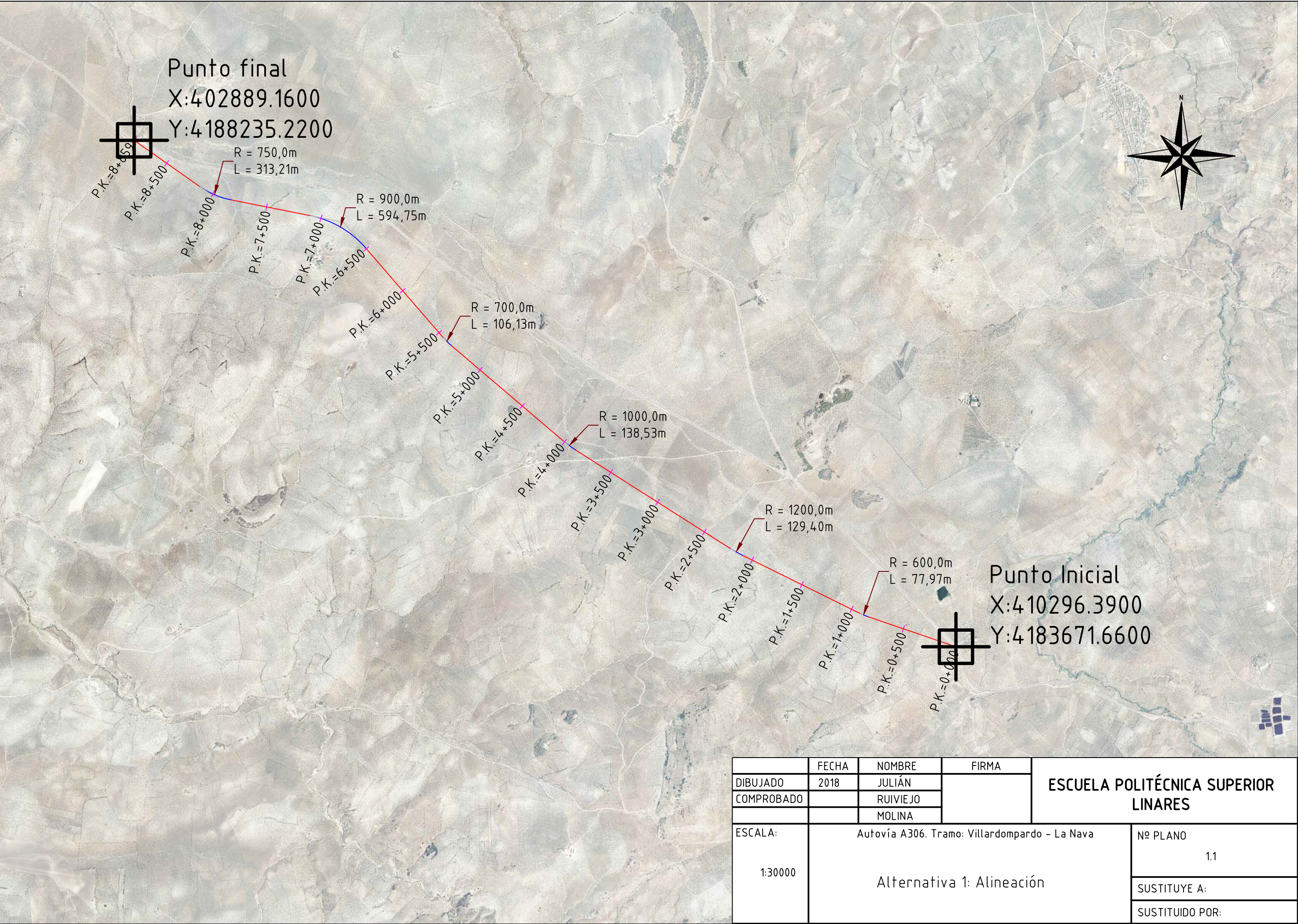
Por tanto, la Alternativa 2 será la que se desarrollará en toda su extensión en el presente Trabajo Fin de Grado. Esta alternativa se verá alterada en el desarrollo del este Trabajo Fin de Grado para una mejor optimización de sus parámetros.

5. PLANOS

A continuación, se adjuntan una serie de planos donde se desarrollan las alternativas propuestas. Dichos planos servirán de referencia a los criterios comentados en este anejo y poder comprobar los valores adoptados en cada alternativa. De cada alternativa se incluyen planos dedicados al estudio del trazado en planta y planos dedicados al estudio del perfil longitudinal así como de las rasantes propuestas.

El índice de los planos adjuntos es el siguiente:

1. Alternativas Alineación (Curvas de nivel)
 - a. Alternativa 1
 - b. Alternativa 2
 - c. Alternativa 3
2. Alternativas Alineación (PNOA)
 - a. Alternativa 1
 - b. Alternativa 2
 - c. Alternativa 3
3. Perfil longitudinal
 - a. Alternativa 1 (6 tramos)
 - b. Alternativa 2 (7 tramos)
 - c. Alternativa 3 (6 tramos)

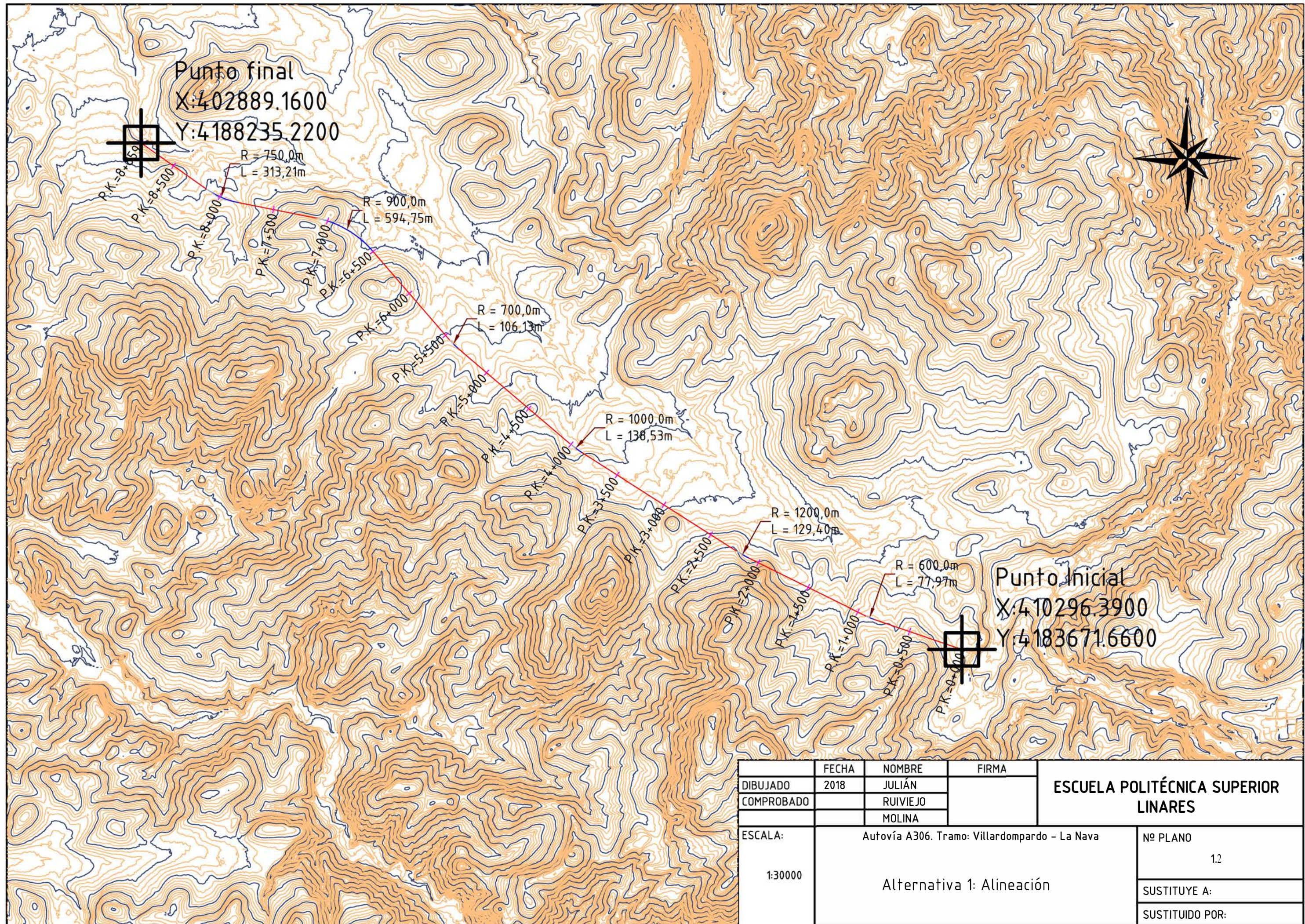


Punto final
X:402889.1600
Y:4188235.2200

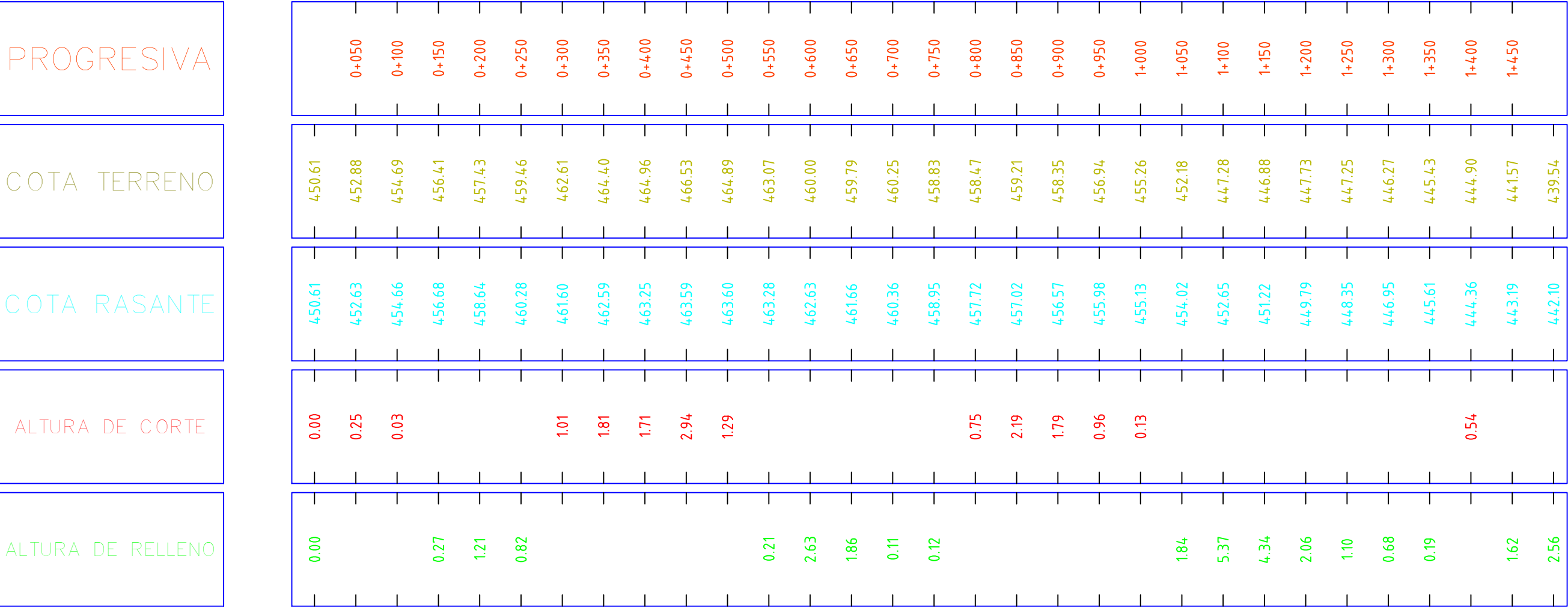


Punto Inicial
X:410296.3900
Y:4183671.6600

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO	2018	JULIÁN			
COMPROBADO		RUIVIEJO			
		MOLINA			
ESCALA:	Autovía A306. Tramo: Villardompardo - La Nava			Nº PLANO	
1:30000				1.1	
				SUSTITUYE A:	
	Alternativa 1: Alineación			SUSTITUIDO POR:	

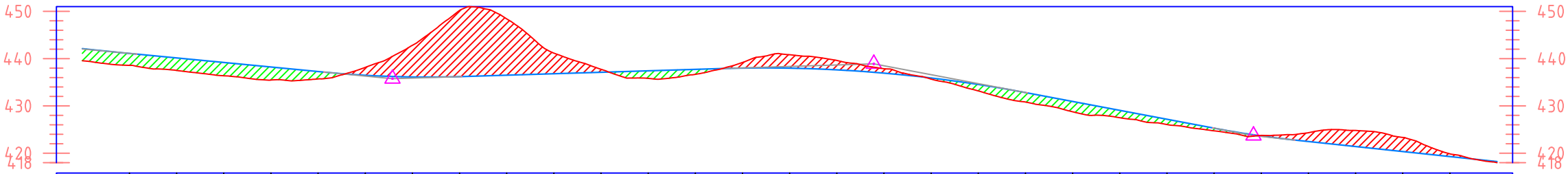


Alineación Alternativa 1



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES		
DIBUJADO	2018	JULIÁN				
COMPROBADO		RUIVIEJO				
		MOLINA				
ESCALA:	Autovía A306. Tramo: Villardompardo - La Nava					Nº PLANO
1:5500	Alineación 1: Perfil longitudinal					1.2.1
						SUSTITUYE A:
						SUSTITUIDO POR:

Alineación Alternativa 1



PROGRESIVA

1+550 1+600 1+650 1+700 1+750 1+800 1+850 1+900 1+950 2+000 2+050 2+100 2+150 2+200 2+250 2+300 2+350 2+400 2+450 2+500 2+550 2+600 2+650 2+700 2+750 2+800 2+850 2+900 2+950

COTA TERRENO

442.10 441.10 440.14 439.18 438.22 437.27 436.48 436.12 436.19 436.50 436.81 437.11 437.42 437.73 438.00 437.98 437.63 436.94 435.91 434.54 432.83 430.94 429.06 427.17 425.29 423.65 422.48 421.41 420.35 419.29 418.22

COTA RASANTE

439.54 438.57 437.50 436.38 435.47 435.71 438.15 442.82 450.19 448.39 441.16 437.75 435.83 436.68 439.20 440.84 439.61 437.85 435.67 433.18 430.82 428.76 427.50 426.06 424.73 423.76 424.33 424.81 423.33 419.86 418.00

ALTURA DE CORTE

2.56 2.53 2.64 2.80 2.75 1.56 1.60 1.05 0.24 1.36 2.00 2.18 1.56 1.11 0.56 0.22

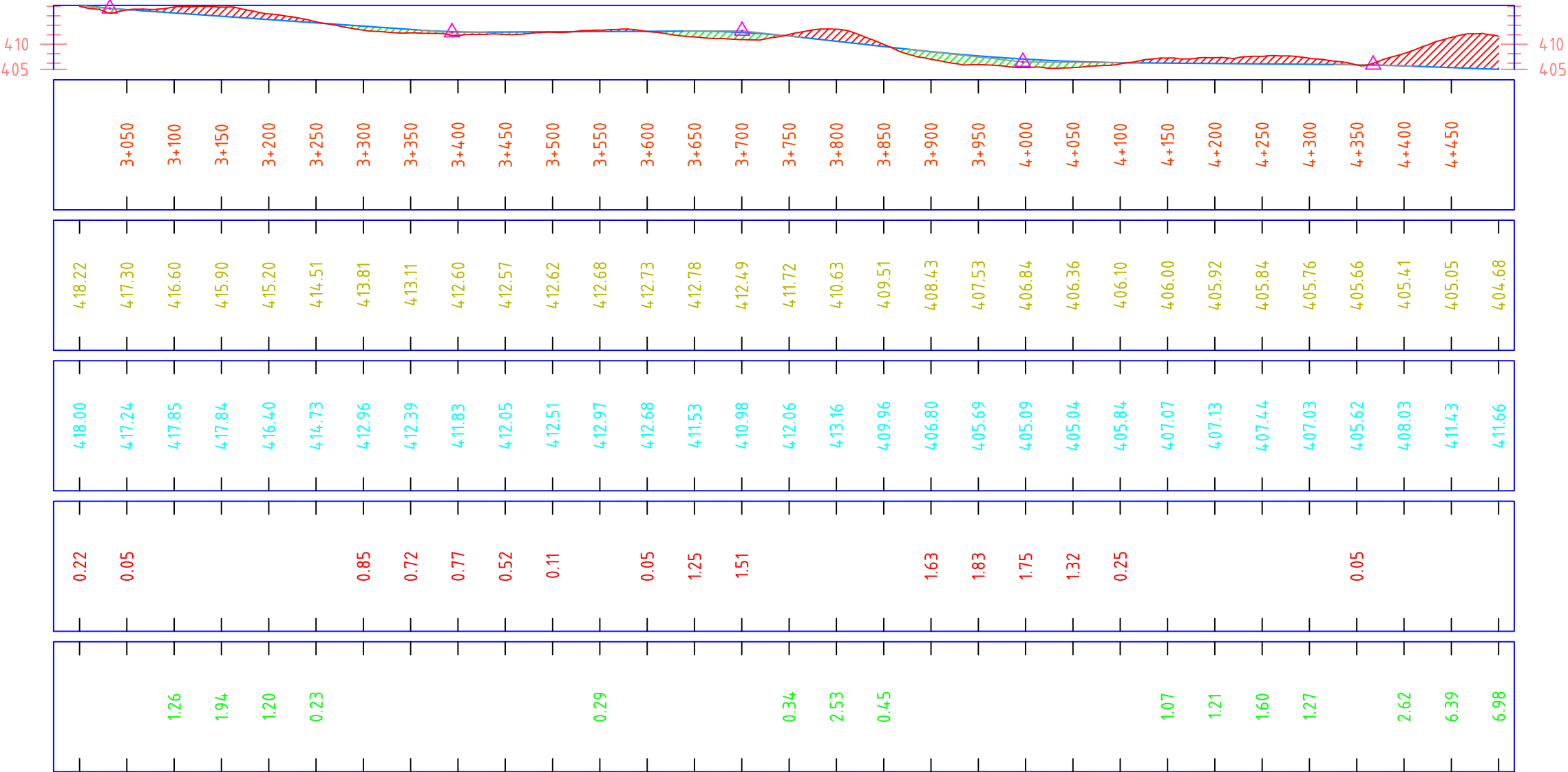
ALTURA DE RELLENO

1.67 6.70 13.99 11.89 4.35 0.63 1.20 2.85 1.98 0.91 0.10 1.86 3.40 2.98 0.58

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO	2018	JULIÁN			
COMPROBADO		RUIVIEJO			
		MOLINA			
ESCALA:	Autovía A306. Tramo: Villardompardo - La Nava			Nº PLANO	
1:5500	Alineación 1: Perfil longitudinal			1.2.2	
				SUSTITUYE A:	
				SUSTITUIDO POR:	

Alineación Alternativa 1

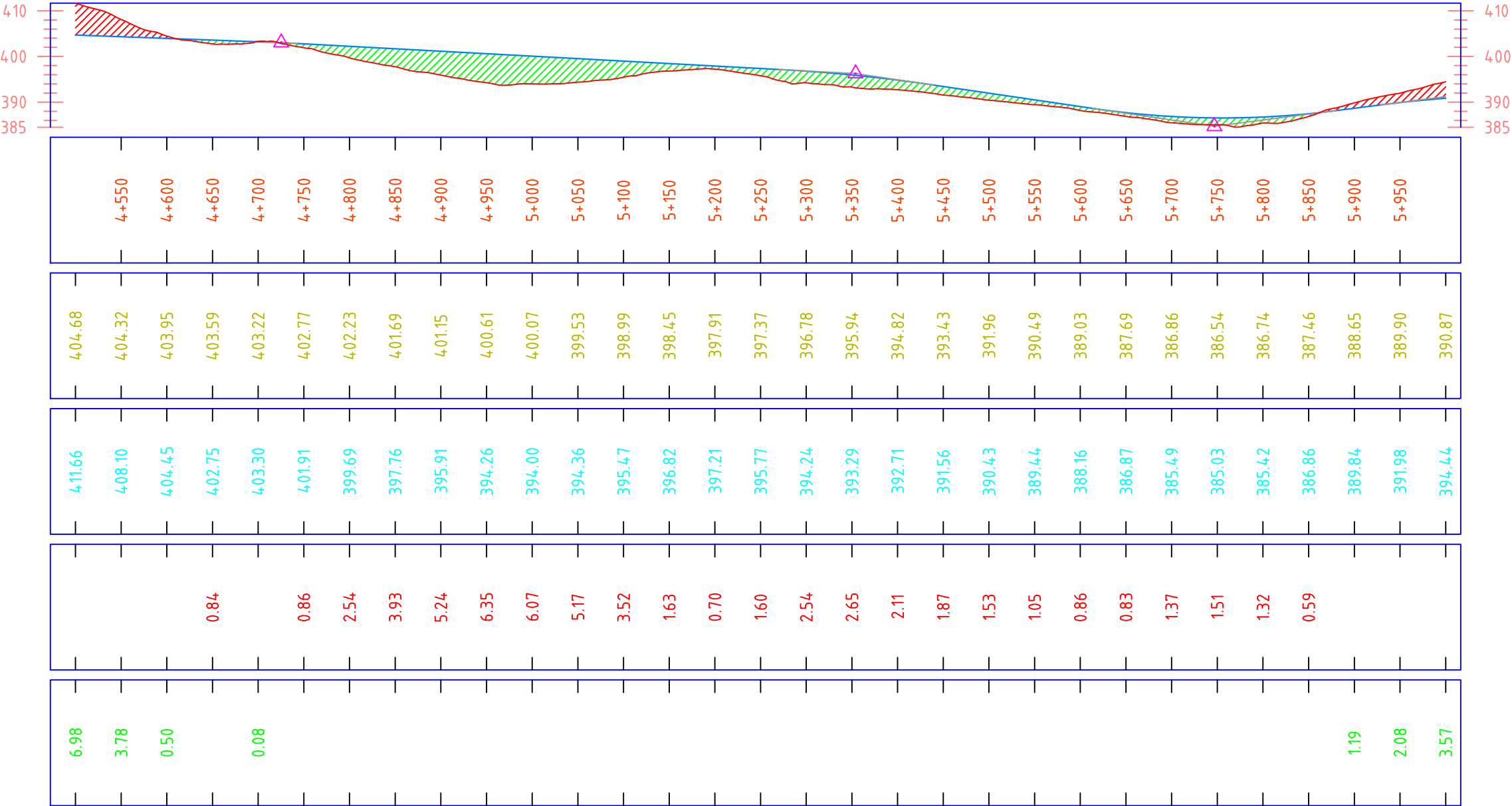
PROGRESIVA
COTA TERRENO
COTA RASANTE
ALTURA DE CORTE
ALTURA DE RELLENO



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES		
DIBUJADO	2018	JULIÁN				
COMPROBADO		RUIVIEJO				
		MOLINA				
ESCALA:	Autovía A306. Tramo: Villardompardo - La Nava					Nº PLANO
1:5500	Alineación 1: Perfil longitudinal					1.2.3
						SUSTITUYE A:
						SUSTITUIDO POR:

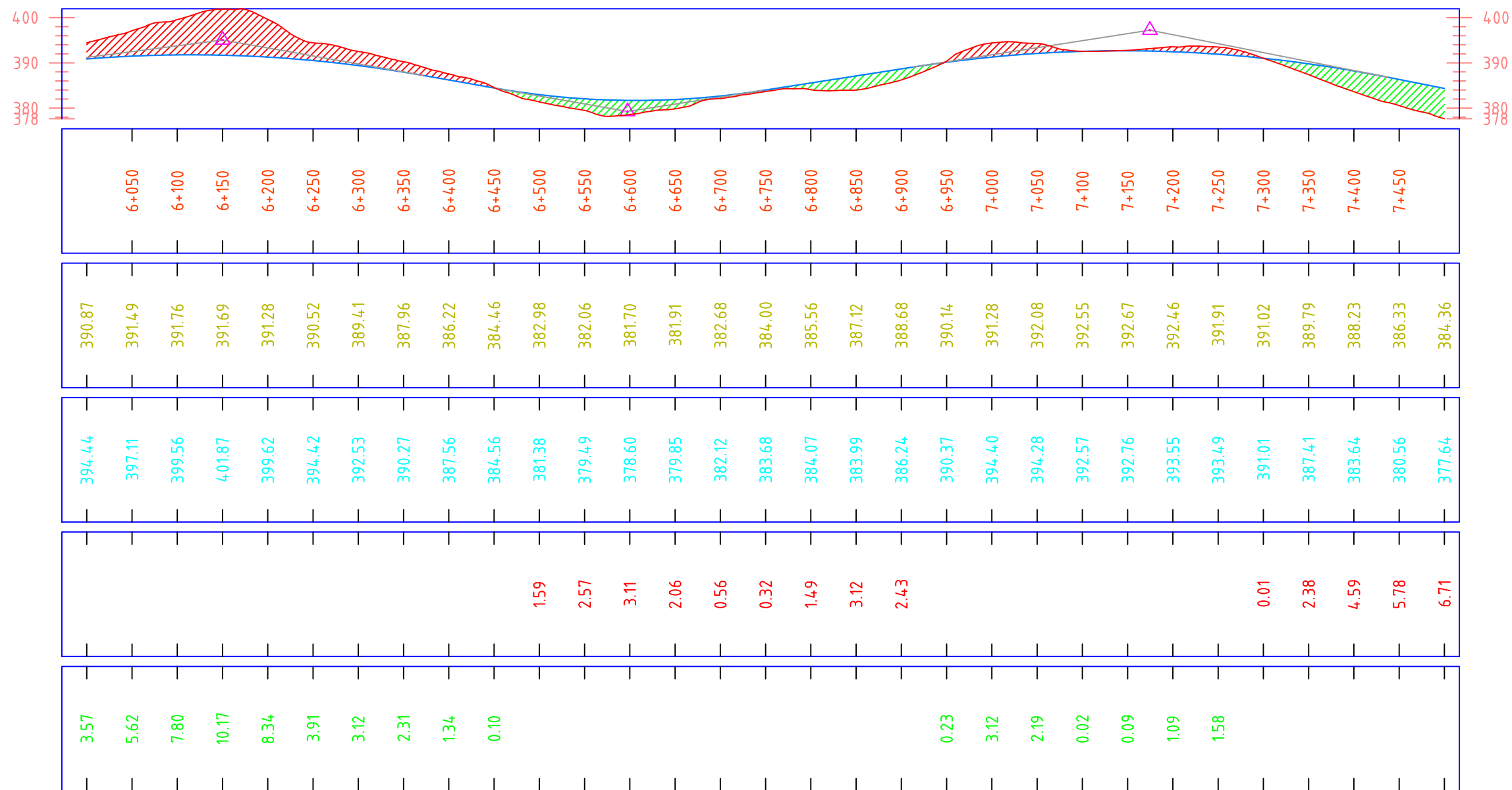
Alineación Alternativa 1

PROGRESIVA
COTA TERRENO
COTA RASANTE
ALTURA DE CORTE
ALTURA DE RELLENO



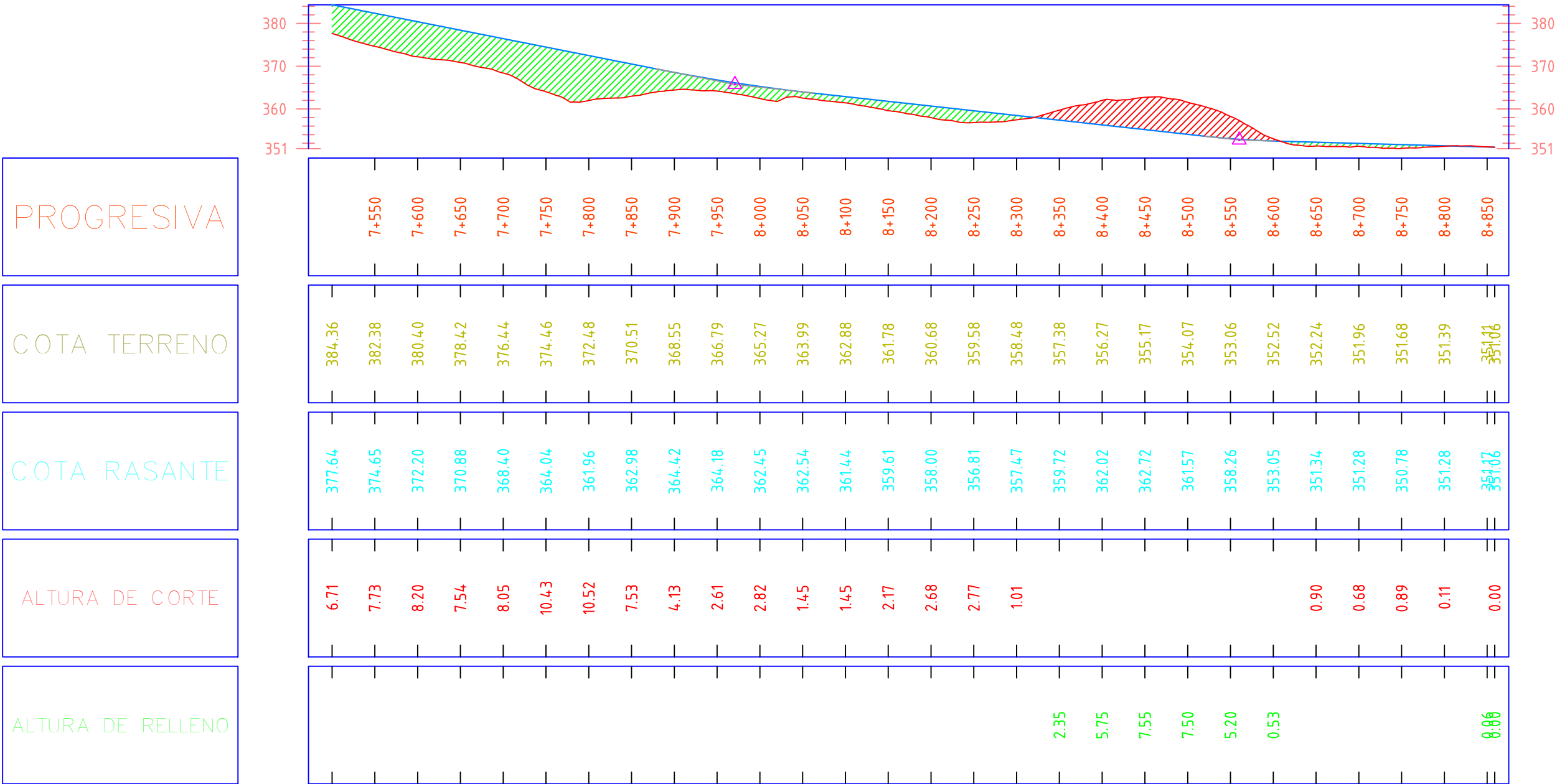
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO	2018	JULIÁN			
COMPROBADO		RUIVIEJO			
		MOLINA			
ESCALA:	Autovía A306. Tramo: Villardompardo - La Nava				Nº PLANO
1:5500	Alineación 1: Perfil longitudinal				1.2.4
					SUSTITUYE A:
					SUSTITUIDO POR:

Alineación Alternativa 1



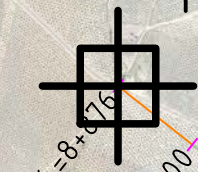
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES		
DIBUJADO	2018	JULIÁN				
COMPROBADO		RUIVIEJO				
		MOLINA				
ESCALA:	Autovía A306. Tramo: Villardompardo - La Nava					Nº PLANO
1:5500	Alineación 1: Perfil longitudinal					1.2.5
						SUSTITUYE A:
						SUSTITUIDO POR:

Alineación Alternativa 1



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO	2018	JULIÁN			
COMPROBADO		RUIVIEJO			
		MOLINA			
ESCALA:	Autovía A306. Tramo: Villardompardo - La Nava			Nº PLANO	
1:5500				1.2.6	
				SUSTITUYE A:	
	Alineación 1: Perfil longitudinal			SUSTITUIDO POR:	

Punto FINAL
X:402889.1600
Y:4188235.2200



P.K.=8+000
P.K.=8+500
R = 700,0m
L = 138,60m
P.K.=7+500
P.K.=7+000
R = 700,0m
L = 122,92m
P.K.=6+500
P.K.=6+000

P.K.=5+500
P.K.=5+000
R = 700,0m
L = 56,11m
P.K.=4+500
P.K.=4+000

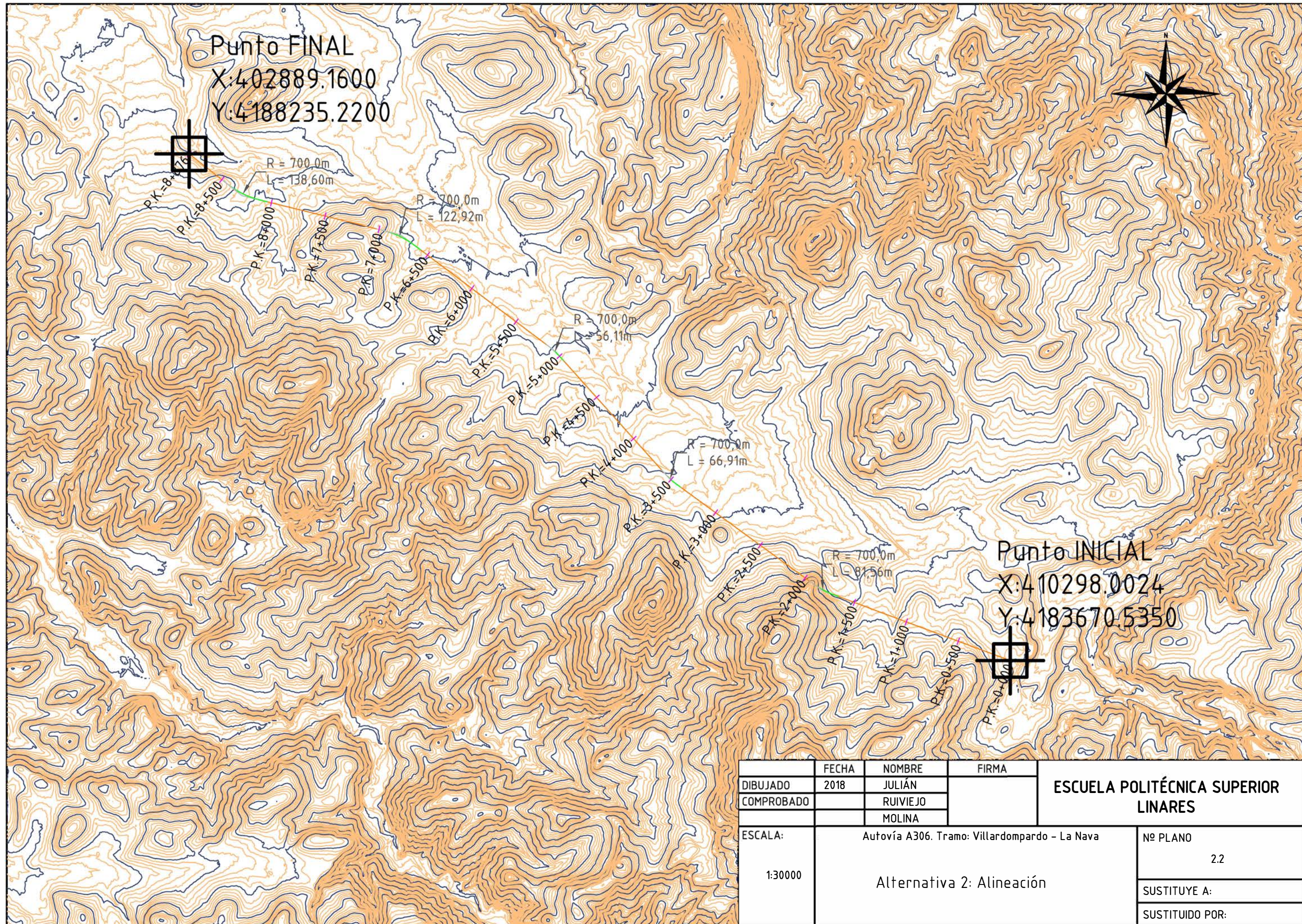
P.K.=3+500
P.K.=3+000
R = 700,0m
L = 66,91m
P.K.=2+500
P.K.=2+000

P.K.=1+500
P.K.=1+000
R = 700,0m
L = 81,56m
P.K.=0+500
P.K.=0+000

Punto INICIAL
X:410298.0024
Y:4183670.5350



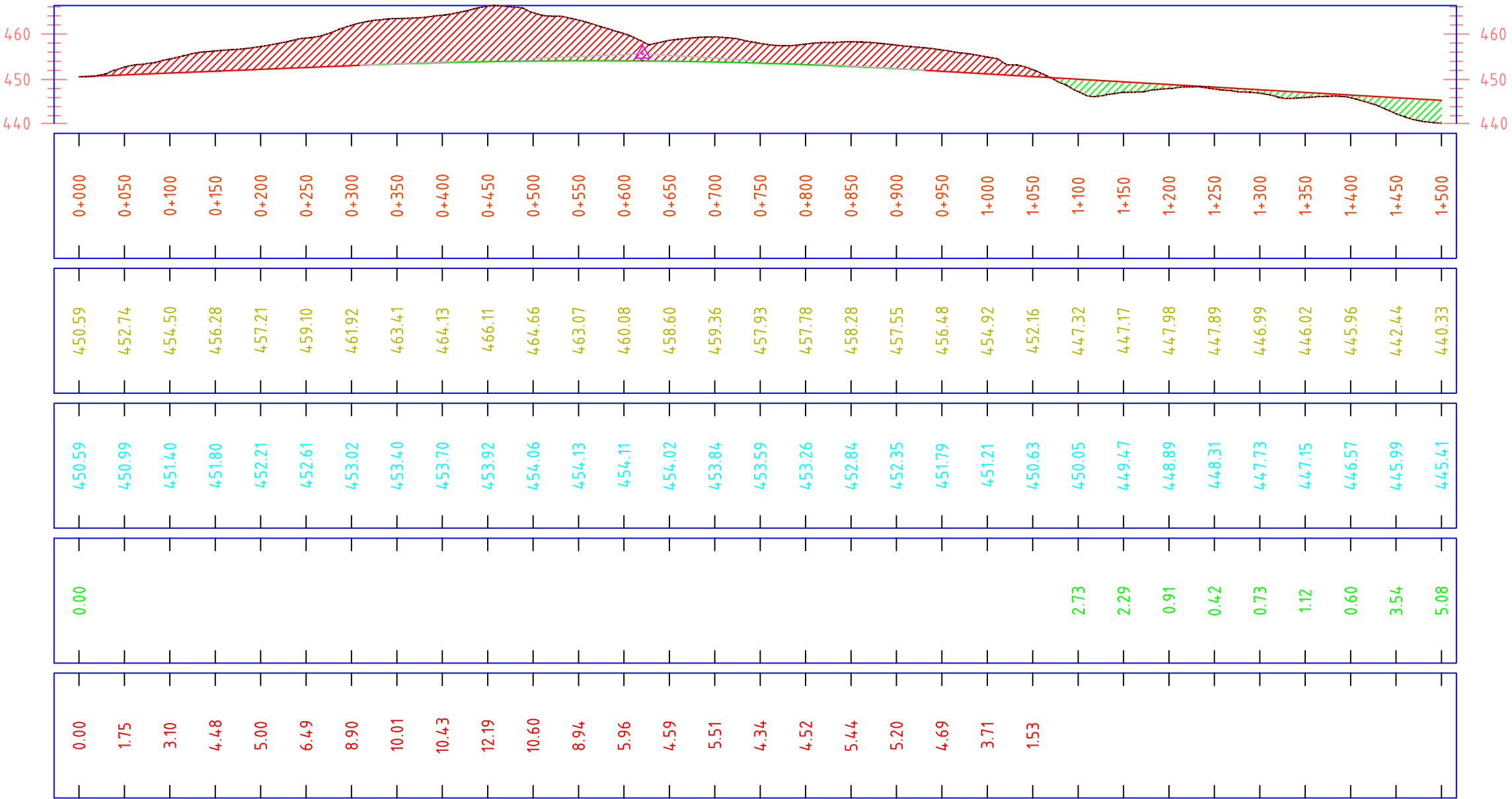
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES		
DIBUJADO	2018	JULIÁN				
COMPROBADO		RUIVIEJO				
		MOLINA				
ESCALA:	Autovía A306. Tramo: Villardompardo – La Nava			Nº PLANO		
1:30000	Alternativa 2: Alineación			2.1		
SUSTITUYE A:						
SUSTITUIDO POR:						



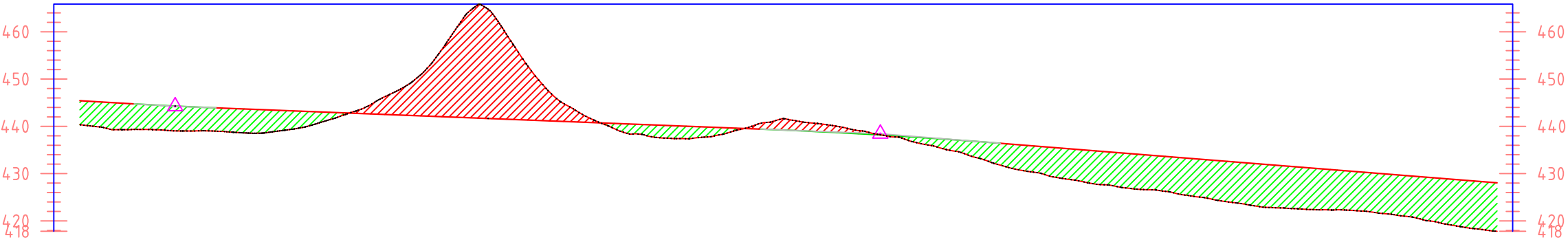
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO	2018	JULIÁN			
COMPROBADO		RUIVIEJO MOLINA			
ESCALA:	Autovía A306. Tramo: Villardompardo - La Nava			Nº PLANO	
1:30000	Alternativa 2: Alineación			2.2	
				SUSTITUYE A:	
				SUSTITUIDO POR:	

Alineación Alternativa 2

PROGRESIVA
COTA TERRENO
COTA RASANTE
ALTURA DE RELLENO
ALTURA DE CORTE



Alineación Alternativa 2



PROGRESIVA

COTA TERRENO

COTA RASANTE

ALTURA DE RELLENO

ALTURA DE CORTE

1+500	1+550	1+600	1+650	1+700	1+750	1+800	1+850	1+900	1+950	2+000	2+050	2+100	2+150	2+200	2+250	2+300	2+350	2+400	2+450	2+500	2+550	2+600	2+650	2+700	2+750	2+800	2+850	2+900	2+950	3+000
440.33	439.30	439.04	438.93	438.73	440.53	443.80	449.14	461.15	459.94	446.69	440.81	438.03	437.51	439.39	441.45	440.05	438.13	435.97	433.33	430.57	428.70	427.17	426.22	424.50	422.96	422.41	422.17	421.04	419.18	417.80
445.41	444.83	444.29	443.86	443.47	443.08	442.69	442.30	441.91	441.52	441.13	440.74	440.36	439.97	439.58	439.17	438.70	438.14	437.51	436.79	436.00	435.21	434.42	433.62	432.83	432.03	431.24	430.44	429.65	428.85	428.06
5.08	5.53	5.25	4.93	4.73	2.55							2.33	2.45	0.19			0.01	1.53	3.46	5.43	6.51	7.25	7.40	8.32	9.07	8.83	8.27	8.61	9.67	10.26
						1.11	6.84	19.24	18.42	5.56	0.07				2.27	1.35														

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES		
DIBUJADO	2018	JULIÁN				
COMPROBADO		RUIVIEJO				
		MOLINA				
ESCALA:	Autovía A306. Tramo: Villardompardo - La Nava					Nº PLANO
1:5500	Alternativa 2: Perfil longitudinal					2.2.2
						SUSTITUYE A:
						SUSTITUIDO POR:

Alineación Alternativa 2

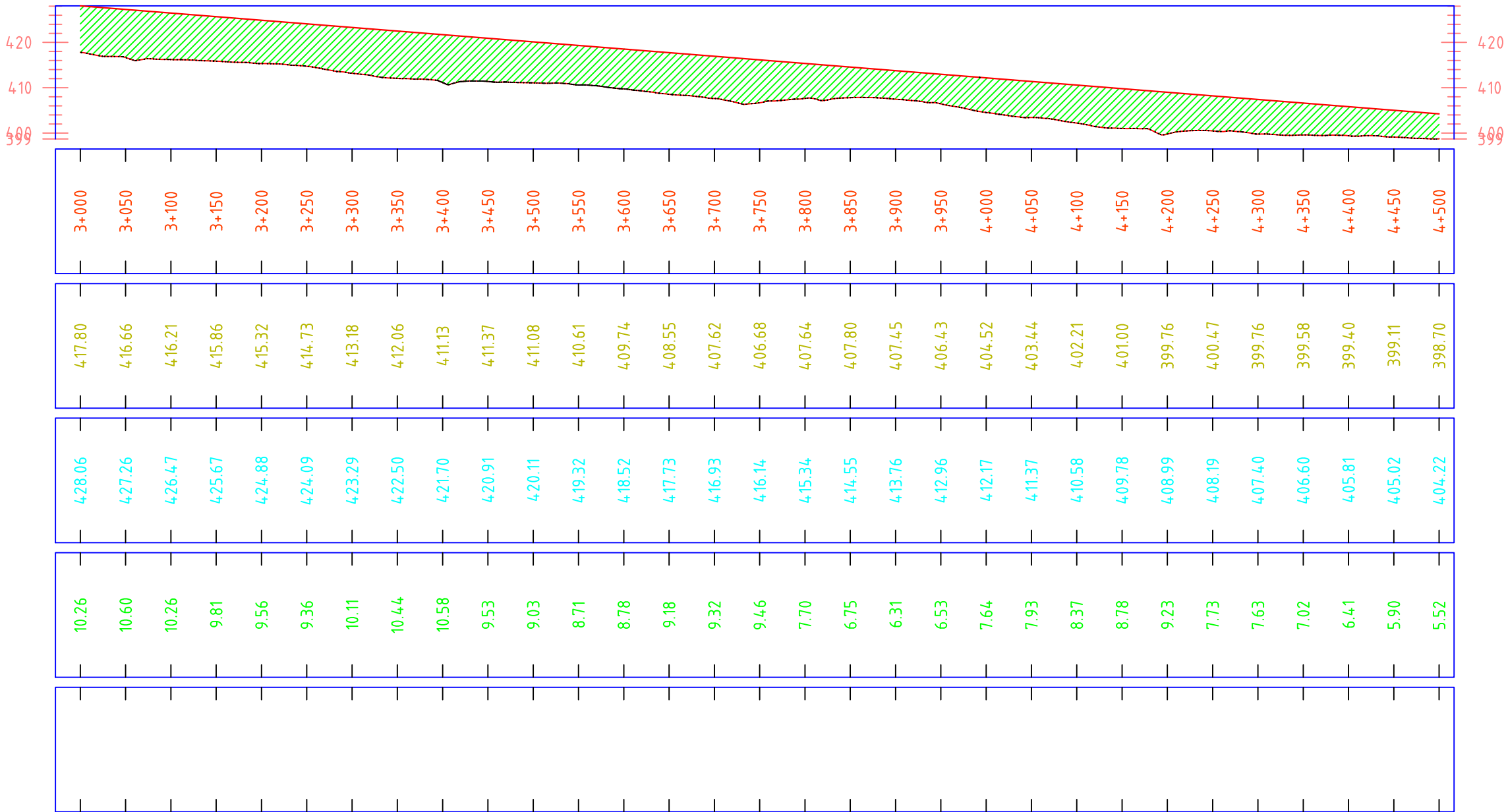
PROGRESIVA

COTA TERRENO

COTA RASANTE

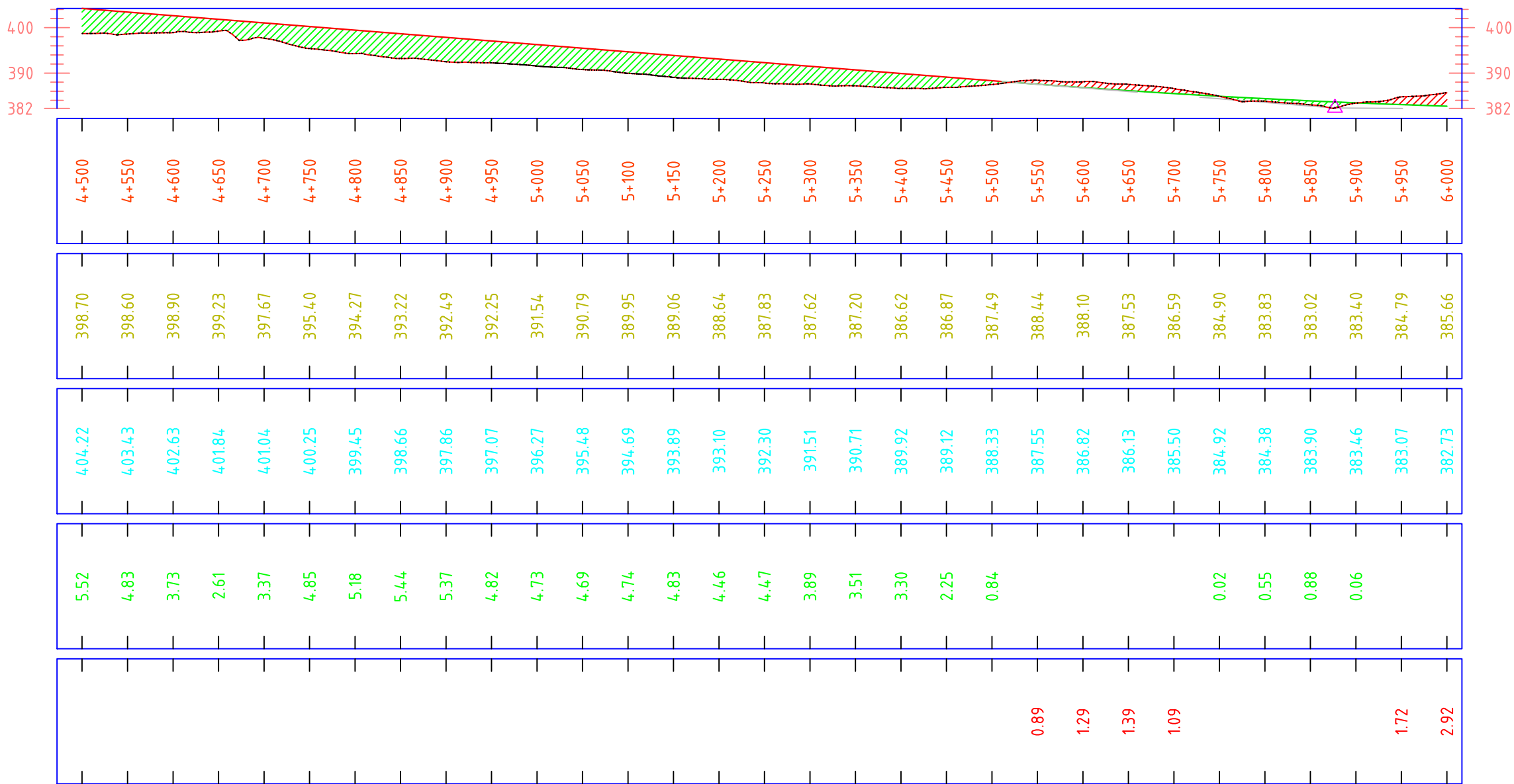
ALTURA DE RELLENO

ALTURA DE CORTE



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO	2018	JULIÁN			
COMPROBADO		RUIVIEJO			
		MOLINA			
ESCALA:	Autovía A306. Tramo: Villardompardo - La Nava				Nº PLANO
1:5500	Alternativa 2: Perfil longitudinal				2.2.3
					SUSTITUYE A:
					SUSTITUIDO POR:

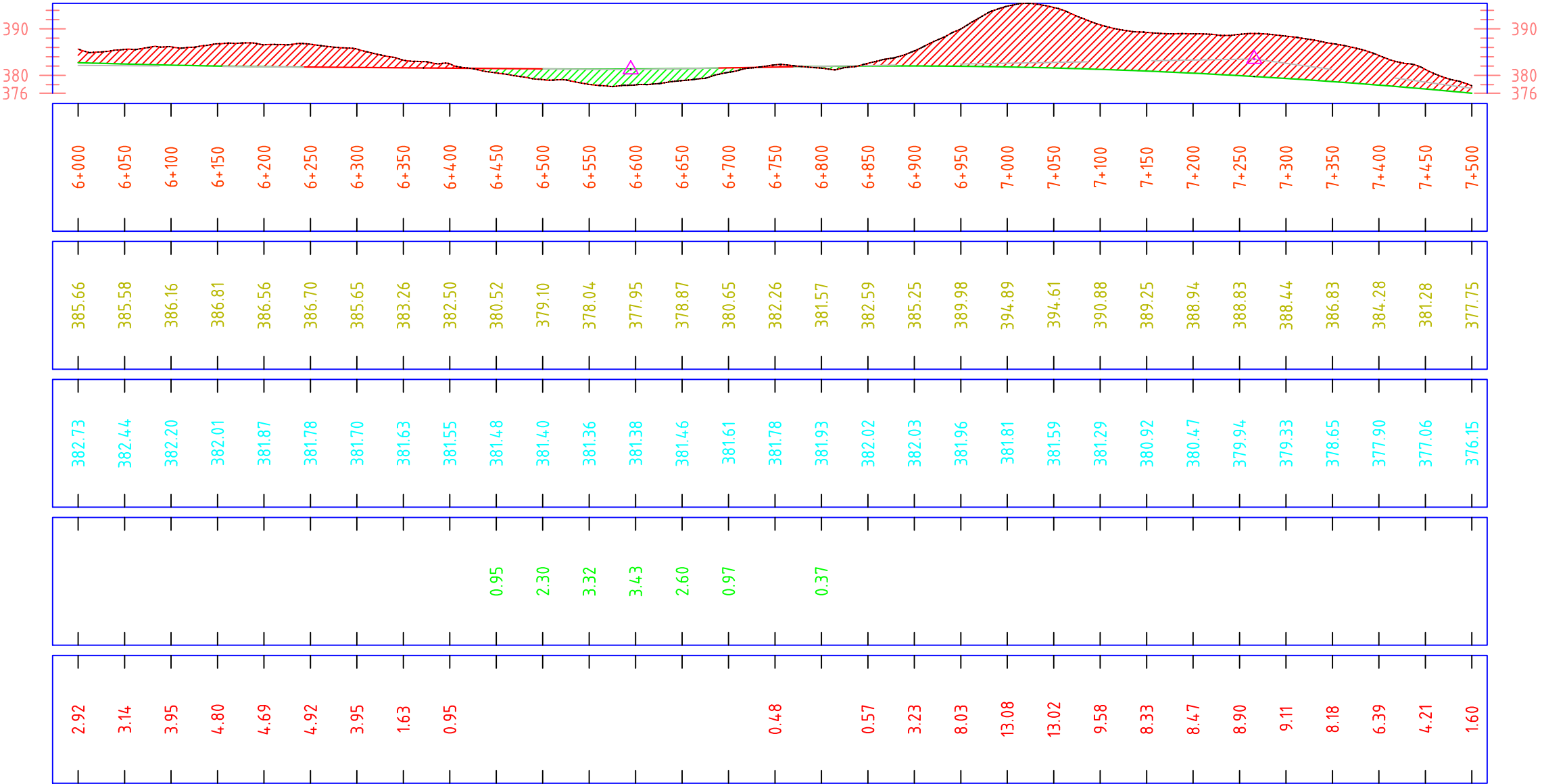
Alineación Alternativa 2



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO	2018	JULIÁN			
COMPROBADO		RUIVIEJO			
		MOLINA			
ESCALA:	Autovía A306. Tramo: Villardompardo - La Nava				Nº PLANO
1:5500	Alternativa 2: Perfil longitudinal				2.2.4
					SUSTITUYE A:
					SUSTITUIDO POR:

Alineación Alternativa 2

PROGRESIVA
COTA TERRENO
COTA RASANTE
ALTURA DE RELLENO
ALTURA DE CORTE



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO	2018	JULIÁN			
COMPROBADO		RUIVIEJO			
		MOLINA			
ESCALA:	Autovía A306. Tramo: Villardompardo - La Nava Alternativa 2: Perfil longitudinal			Nº PLANO	
1:5500				2.2.5	
				SUSTITUYE A:	
				SUSTITUIDO POR:	

Alineación Alternativa 2

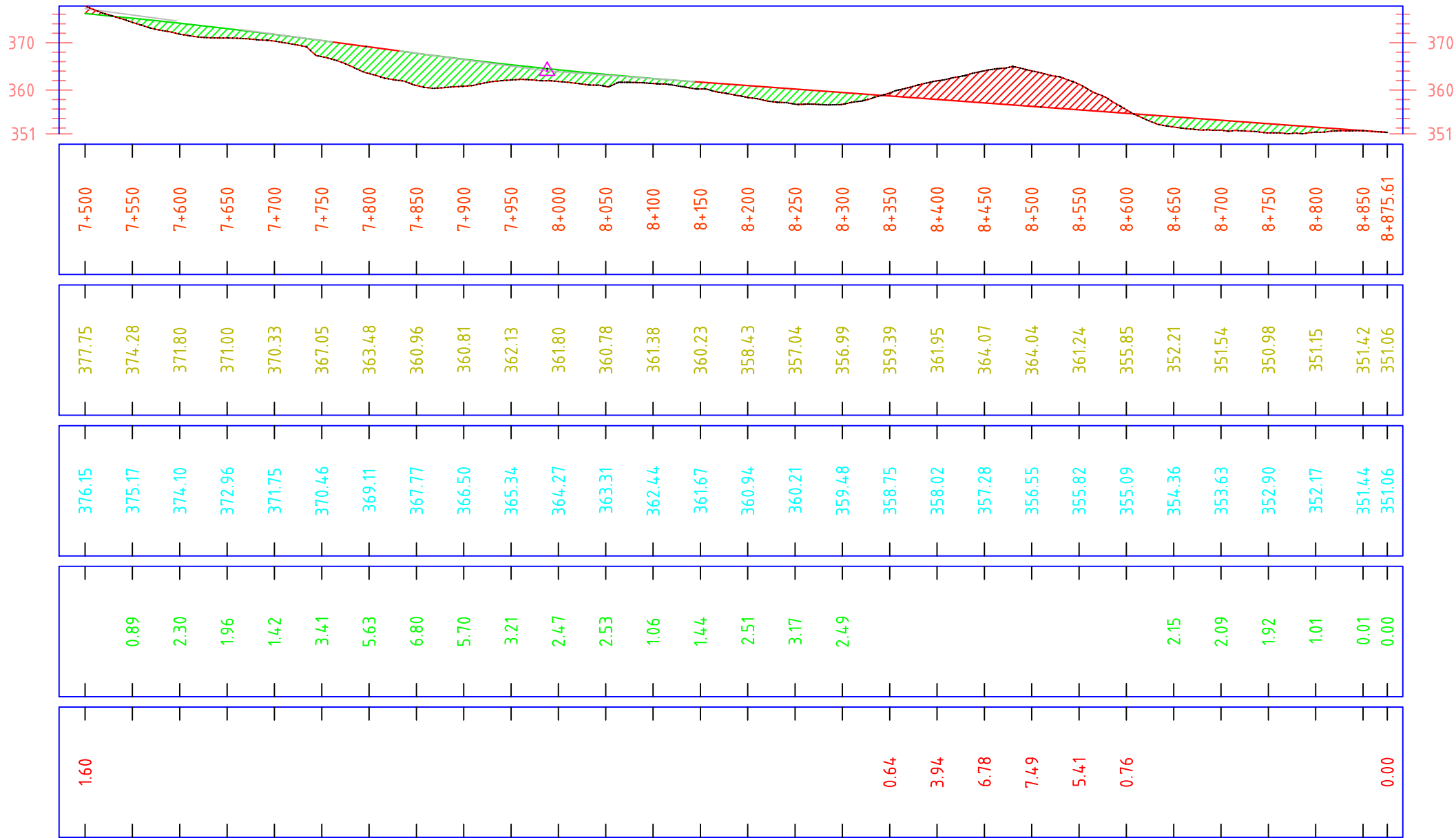
PROGRESIVA

COTA TERRENO

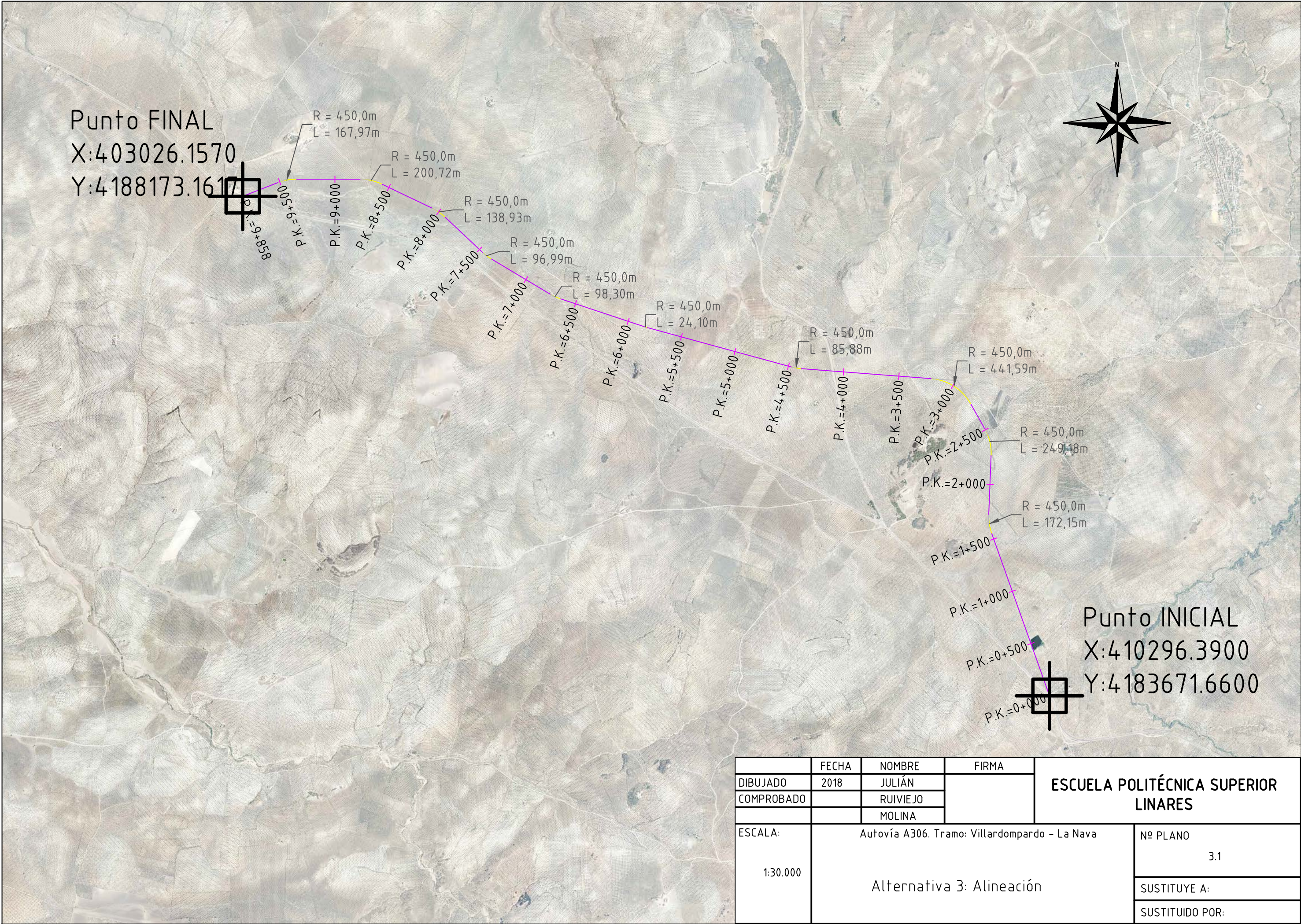
COTA RASANTE

ALTURA DE RELLENO

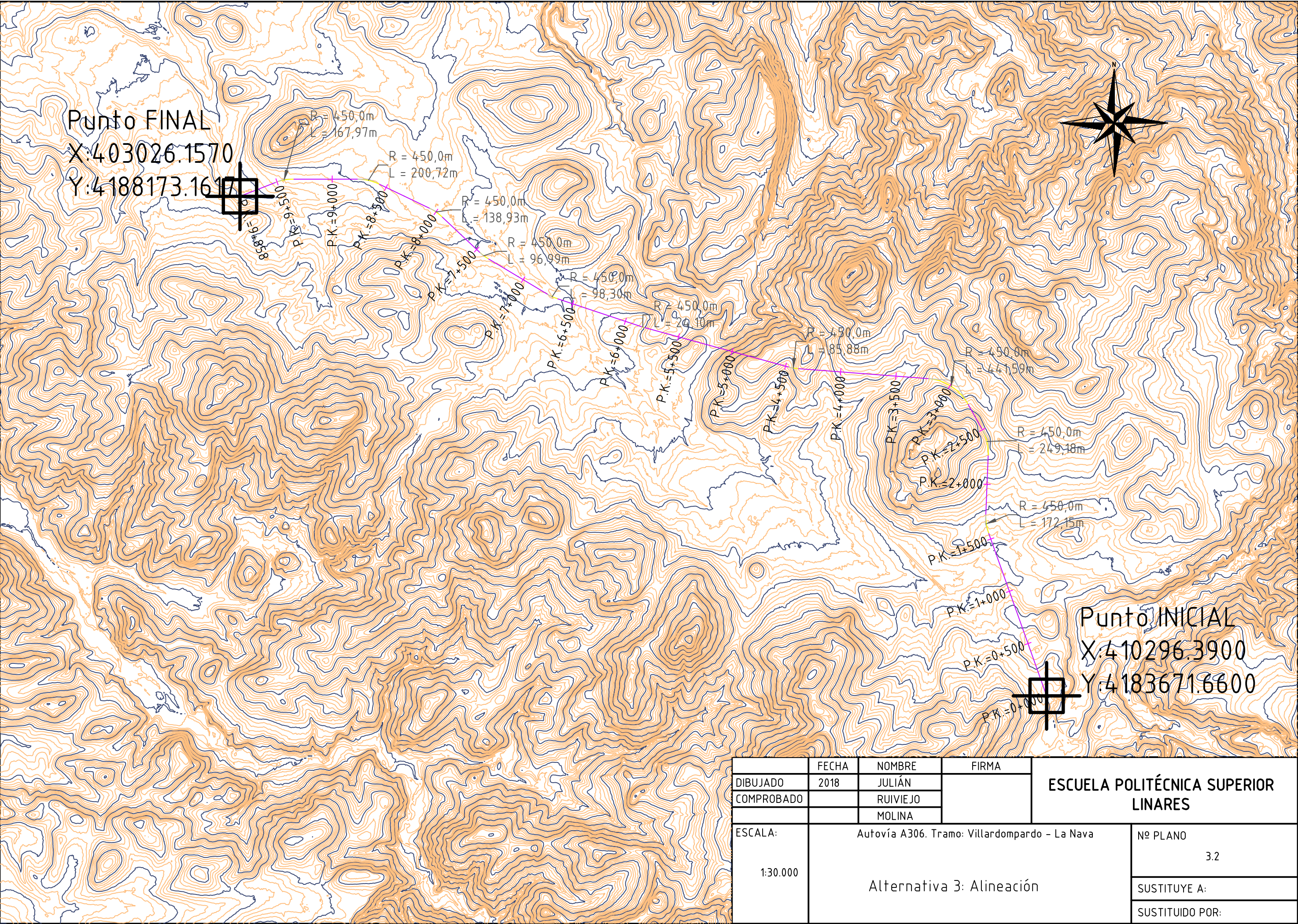
ALTURA DE CORTE



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO	2018	JULIÁN			
COMPROBADO		RUIVIEJO			
		MOLINA			
ESCALA:	Autovía A306. Tramo: Villardompardo - La Nava			Nº PLANO	
1:5500	Alternativa 2: Perfil longitudinal			2.2.6	
				SUSTITUYE A:	
				SUSTITUIDO POR:	



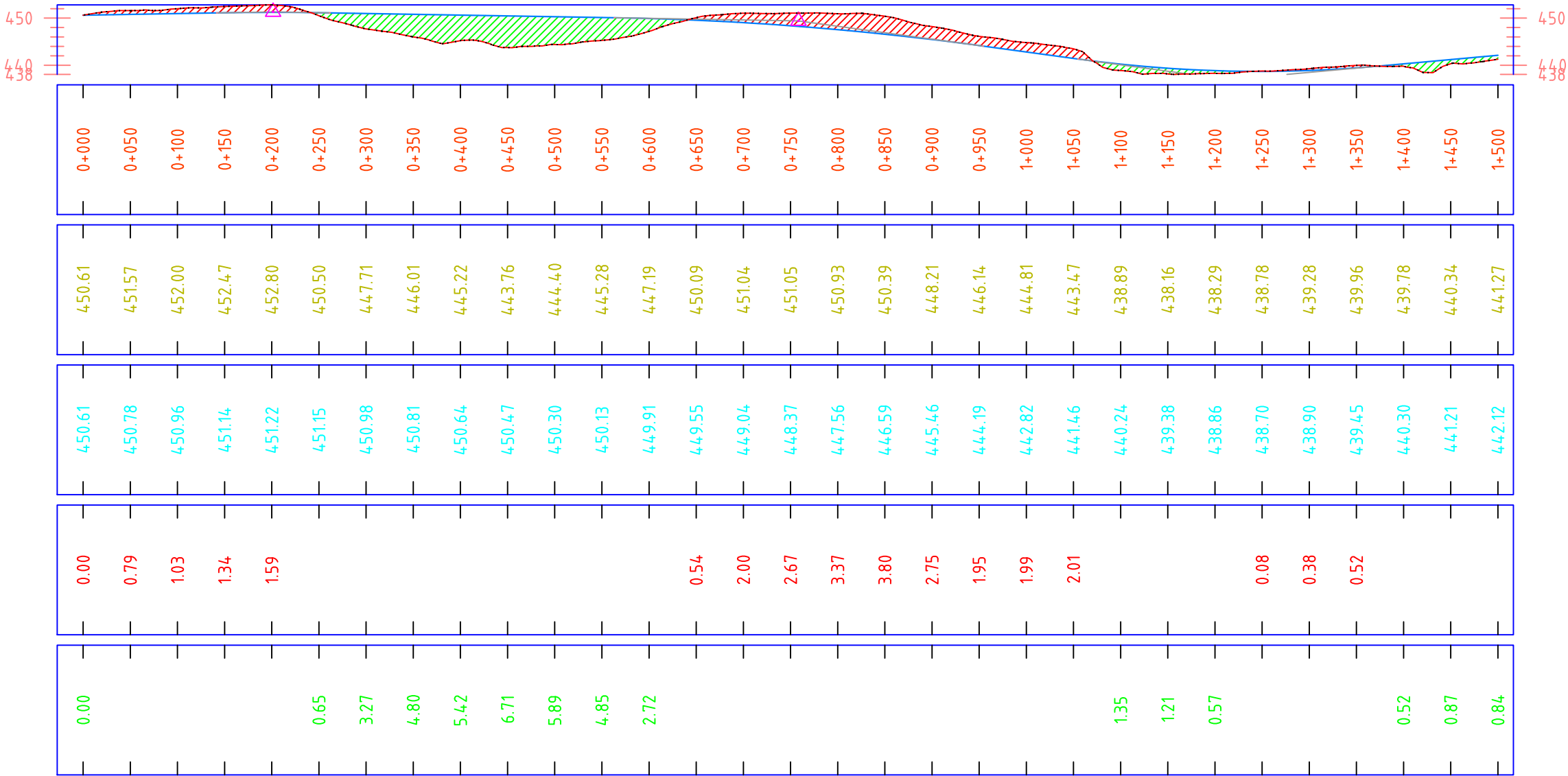
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO	2018	JULIÁN			
COMPROBADO		RUIVIEJO			
		MOLINA			
ESCALA:	Autovía A306. Tramo: Villardompardo - La Nava				Nº PLANO
1:30.000	Alternativa 3: Alineación				3.1
					SUSTITUYE A:
					SUSTITUIDO POR:



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO	2018	JULIÁN			
COMPROBADO		RUIVIEJO MOLINA			
ESCALA:	Autovía A306. Tramo: Villardompardo - La Nava			Nº PLANO	
1:30.000	Alternativa 3: Alineación			3.2	
				SUSTITUYE A:	
				SUSTITUIDO POR:	

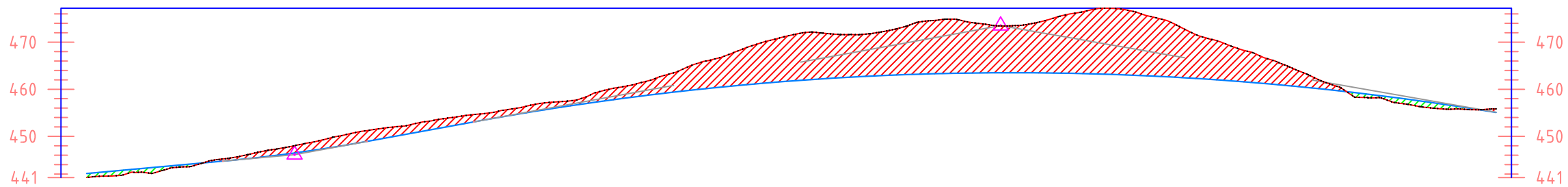
Alineación Alternativa 3

PROGRESIVA
COTA TERRENO
COTA RASANTE
ALTURA DE CORTE
ALTURA DE RELLENO



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO	2018	JULIÁN			
COMPROBADO		RUIVIEJO			
		MOLINA			
ESCALA:	Autovía A306. Tramo: Villardompardo - La Nava				Nº PLANO
1:5500	Alternativa 3: Perfil longitudinal				3.2.1
					SUSTITUYE A:
					SUSTITUIDO POR:

Alineación Alternativa 3



PROGRESIVA

COTA TERRENO

COTA RASANTE

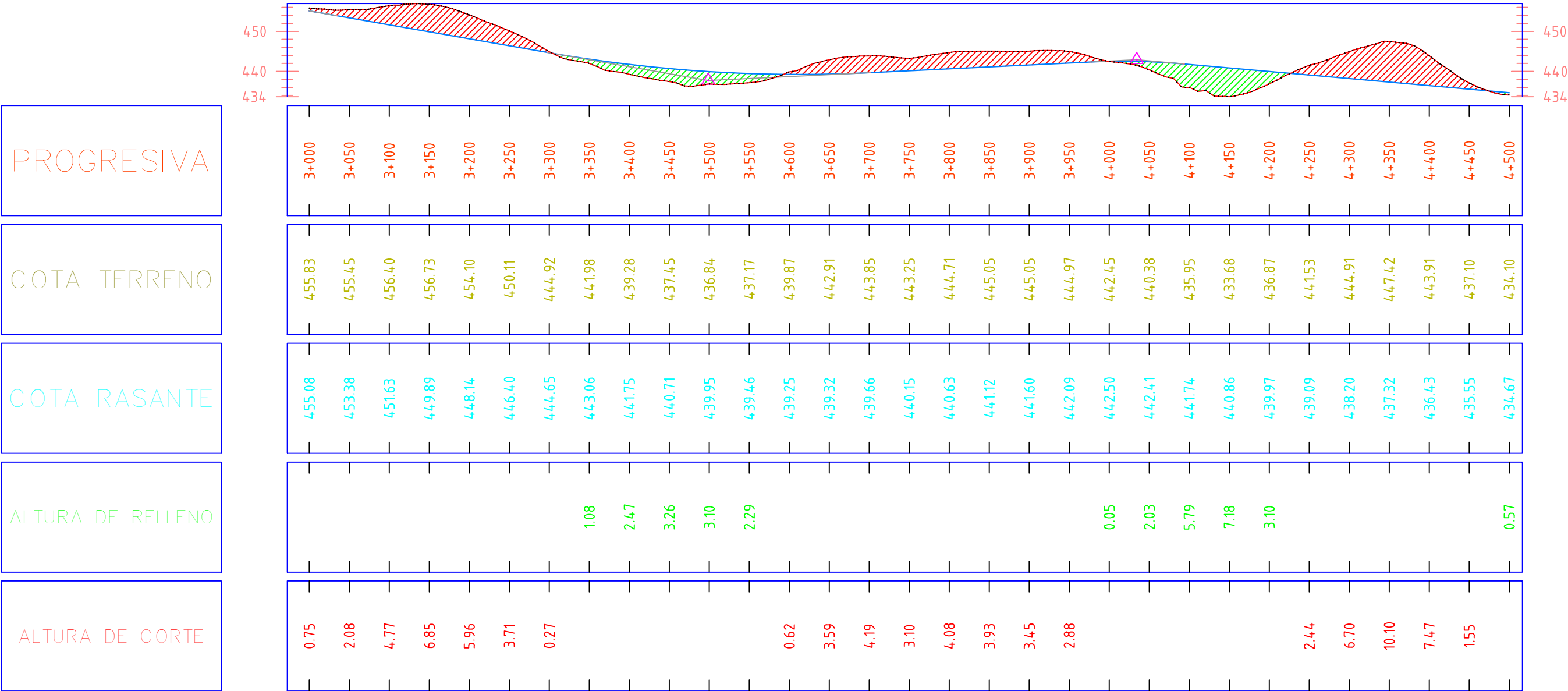
ALTURA DE RELLENO

ALTURA DE CORTE

—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

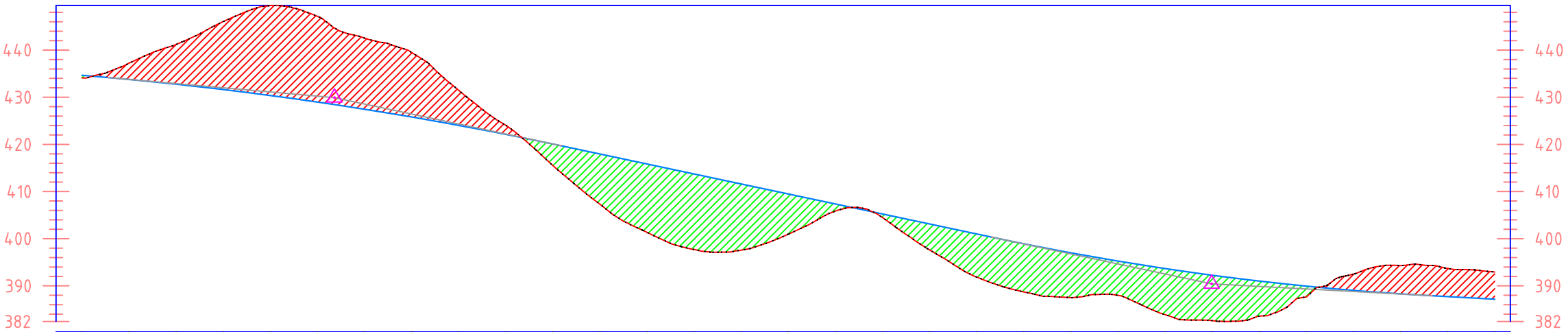
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO	2018	JULIÁN			
COMPROBADO		RUIVIEJO			
		MOLINA			
ESCALA:	Autovía A306. Tramo: Villardompardo - La Nava				Nº PLANO
1:5500	Alternativa 3: Perfil longitudinal				3.2.2
					SUSTITUYE A:
					SUSTITUIDO POR:

Alineación Alternativa 3



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO	2018	JULIÁN			
COMPROBADO		RUIVIEJO			
		MOLINA			
ESCALA:	Autovía A306. Tramo: Villardompardo - La Nava			Nº PLANO	
1:5500				3.2.3	
				SUSTITUYE A:	
	Alternativa 3: Perfil longitudinal			SUSTITUIDO POR:	

Alineación Alternativa 3



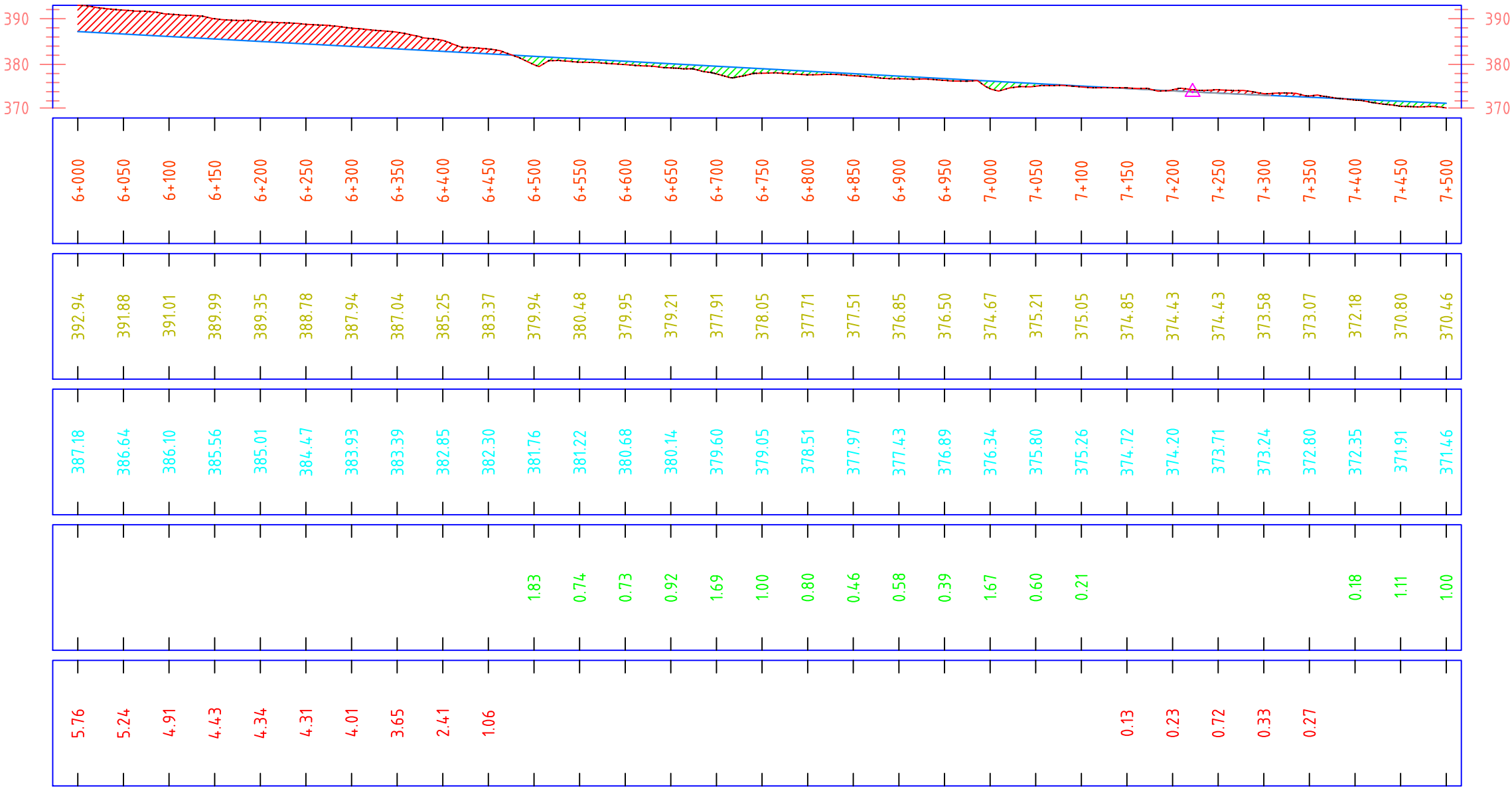
PROGRESIVA
COTA TERRENO
COTA RASANTE
ALTURA DE RELLENO
ALTURA DE CORTE

4+500	4+550	4+600	4+650	4+700	4+750	4+800	4+850	4+900	4+950	5+000	5+050	5+100	5+150	5+200	5+250	5+300	5+350	5+400	5+450	5+500	5+550	5+600	5+650	5+700	5+750	5+800	5+850	5+900	5+950	6+000
434.10	437.23	441.19	446.04	449.44	447.16	442.55	439.49	431.47	424.07	415.52	407.32	401.33	397.71	397.57	400.97	405.87	404.48	397.61	391.86	388.72	387.52	387.99	383.89	382.62	383.58	387.65	392.50	394.30	393.70	392.94
434.67	433.77	432.76	431.63	430.37	428.98	427.46	425.81	424.03	422.13	420.09	417.97	415.85	413.73	411.61	409.49	407.37	405.25	403.13	401.01	398.93	397.01	395.26	393.68	392.26	391.02	389.94	389.04	388.30	387.72	387.18
0.57										4.58	10.66	14.52	16.02	14.04	8.53	1.50	0.78	5.52	9.15	10.21	9.49	7.27	9.79	9.64	7.43	2.29				
3.46	8.43	14.41	19.07	18.18	15.09	13.68	7.44	1.94																			3.46	6.00	5.97	5.76

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES		
DIBUJADO	2018	JULIÁN				
COMPROBADO		RUIVIEJO				
		MOLINA				
ESCALA:	Autovía A306. Tramo: Villardompardo - La Nava					Nº PLANO
1:5500	Alternativa 3: Perfil longitudinal					3.2.4
						SUSTITUYE A:
						SUSTITUIDO POR:

Alineación Alternativa 3

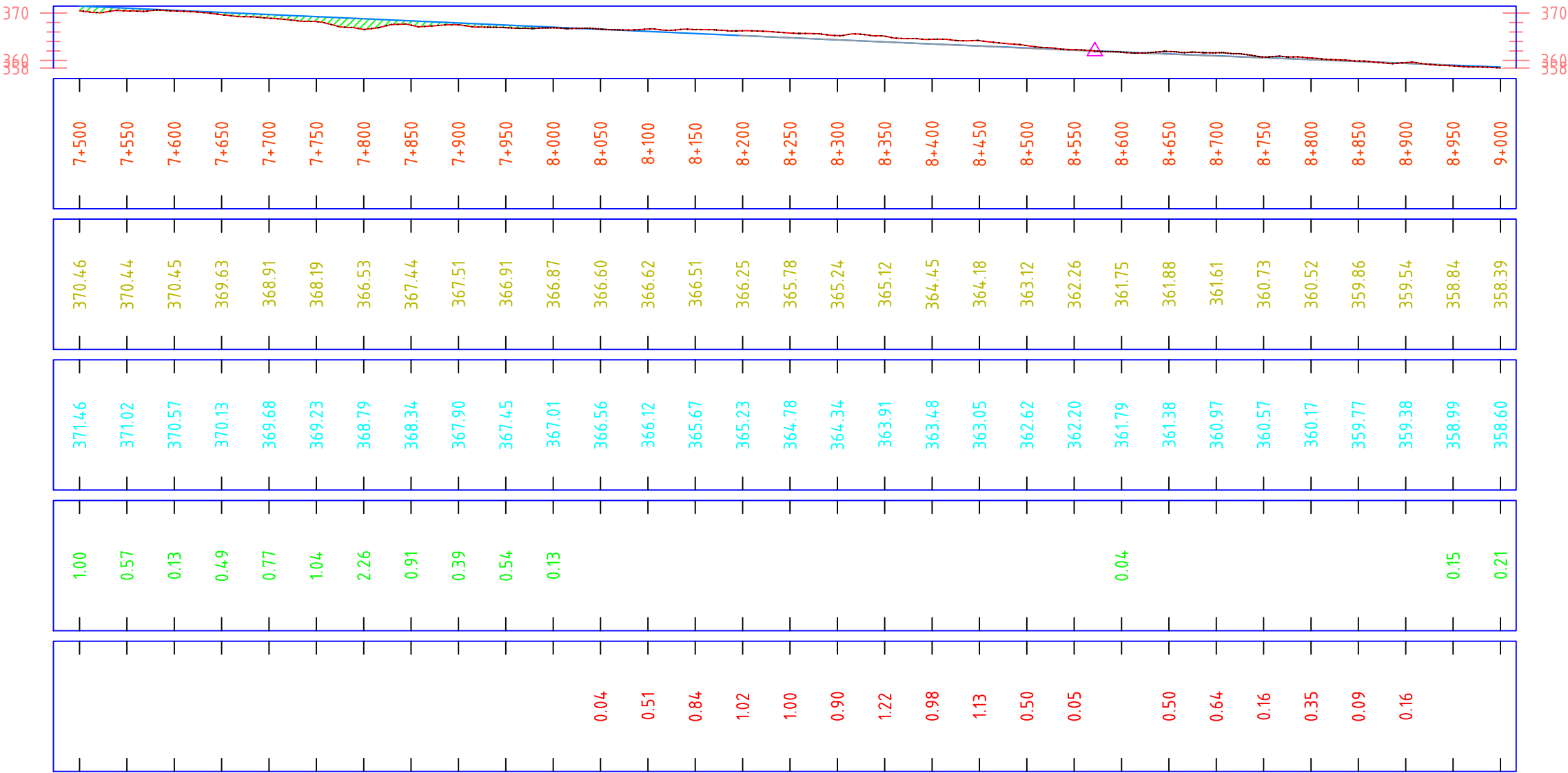
PROGRESIVA
COTA TERRENO
COTA RASANTE
ALTURA DE RELLENO
ALTURA DE CORTE



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES		
DIBUJADO	2018	JULIÁN				
COMPROBADO		RUIVIEJO				
		MOLINA				
ESCALA:	Autovía A306. Tramo: Villardompardo - La Nava					Nº PLANO
1:5500	Alternativa 3: Perfil longitudinal					3.2.5
						SUSTITUYE A:
						SUSTITUIDO POR:

Alineación Alternativa 3

PROGRESIVA
COTA TERRENO
COTA RASANTE
ALTURA DE RELLENO
ALTURA DE CORTE



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO	2018	JULIÁN			
COMPROBADO		RUIVIEJO			
		MOLINA			
ESCALA:	Autovía A306. Tramo: Villardompardo - La Nava				Nº PLANO
1:5500	Alternativa 3: Perfil longitudinal				3.2.6
					SUSTITUYE A:
					SUSTITUIDO POR:

Alineación Alternativa 3

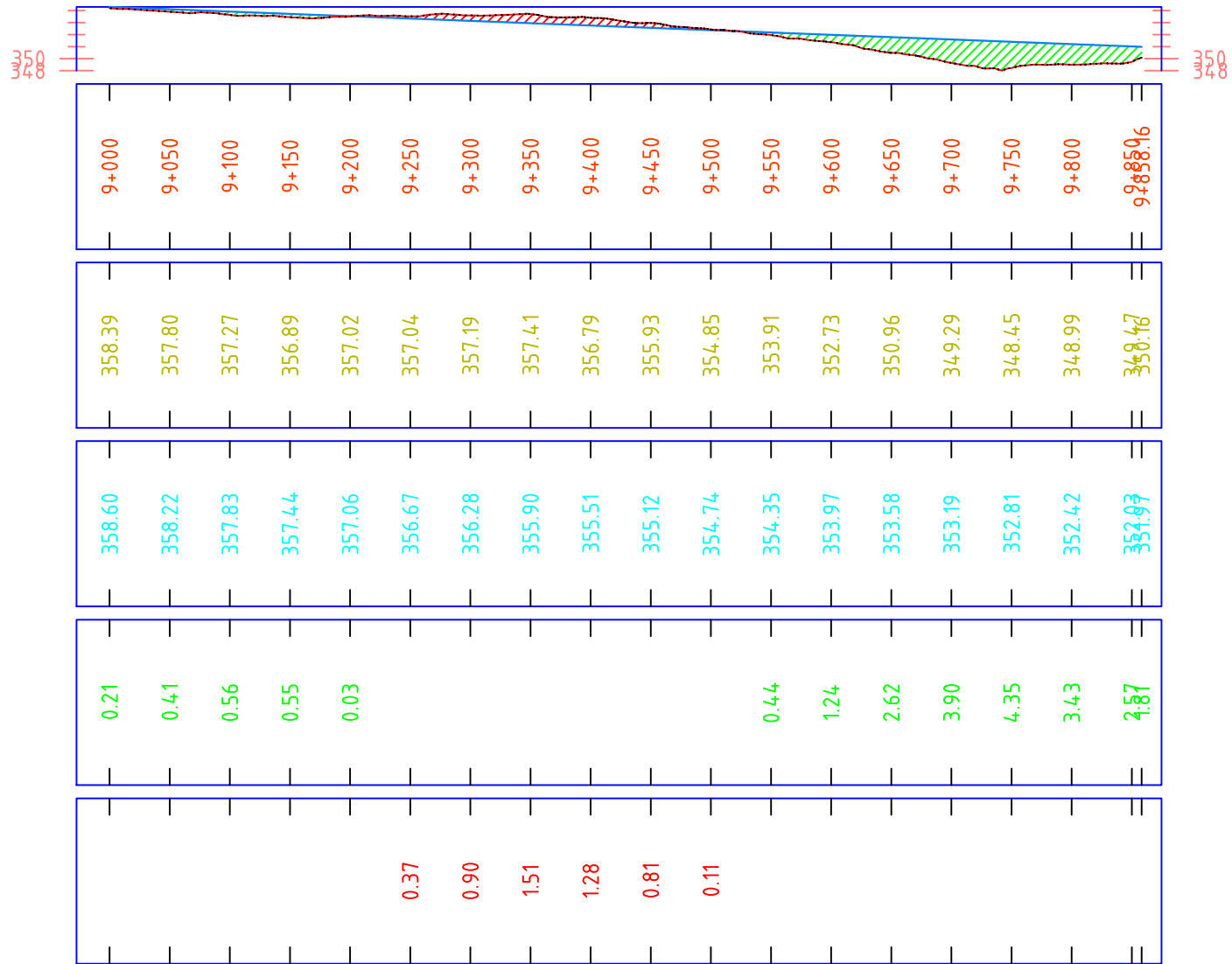
PROGRESIVA

COTA TERRENO

COTA RASANTE

ALTURA DE RELLENO

ALTURA DE CORTE



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO	2018	JULIÁN			
COMPROBADO		RUIVIEJO			
		MOLINA			
ESCALA:	Autovía A306. Tramo: Villardompardo - La Nava			Nº PLANO	
1:5500	Alternativa 3: Perfil longitudinal			3.2.7	
				SUSTITUYE A:	
				SUSTITUIDO POR:	