



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

**PROYECTO DE
CONSTRUCCIÓN. AUTOVÍA
JAÉN A CÓRDOBA. TRAMO:
LÍMITE DE PROVINCIA
JAÉN-CÓRDOBA - CAÑETE
DE LAS TORRES**

Alumno: Carlos José Zafra Ramírez

Tutor: Prof. D. Antonio M. Montañés López
Depto.: Ingeniería Mecánica y Minera

Septiembre, 2017

ÍNDICE GENERAL DEL PROYECTO

I.- DOCUMENTO N°1 MEMORIA

Memoria Descriptiva

Anejos:

Anejo 1: Antecedentes

Anejo 2: Cartografía y Topografía

Anejo 3: Geología, geotecnia y procedencia de materiales

Anejo 4: Estudio de Alternativas

Anejo 5: Climatología e hidrología

Anejo 6: Planeamiento y tráfico

Anejo 7: Trazado geométrico

Anejo 9: Firmes y pavimentos

Anejo 10: Drenaje

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

Anejo 12: Señalización, balizamiento y defensas

Anejo 13: Estudio de Impacto Ambiental

Anejo 14: Integración Ambiental

Anejo 15: Obras complementarias

Anejo 16: Coordinación con otros organismos

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 construcción y demolición

Anejo 25: Estudio de Seguridad y Salud

Anejo 26: Presupuesto para Conocimiento de la Administración

II.- DOCUMENTO N°2 PLANOS

1. Situación

2. Trazado

3. Perfiles longitudinales

4. Sección tipo

5. Secciones transversales

6. Drenaje

7. Señalización

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

3.1. Disposiciones generales

3.2. Descripción de las obras

3.3. Materiales

3.4. Unidades de obra

IV.- DOCUMENTO N°4 PRESUPUESTO

4.1. Mediciones

4.2. Cuadros de precios

4.3. Presupuestos parciales

4.4. Resumen de presupuesto

DOCUMENTO N° 1: MEMORIA

MEMORIA

1. Introducción	4
2. Objeto del proyecto	4
3. Situación actual	5
3.1. Conexión Jaén – Córdoba	5
3.2. Ámbito del proyecto	6
4. Justificación de la solución adoptada	6
5. Descripción de la solución proyectada	7
5.1. Información del medio y del entorno	7
5.1.1. Geología	7
5.1.2. Climatología	8
5.1.3. Hidrología	9
5.1.4. Aspectos ambientales	9
5.2. Aspectos constructivos	10
5.2.1. Trazado	10
5.2.2. Estudio hidrológico	11
5.2.3. Drenaje	13
5.2.4. Movimiento de tierras	14
5.2.5. Tráfico	15
5.2.6. Firmes y pavimentos	16
5.2.7. Señalización balizamiento y defensas	18
5.2.8. Soluciones propuestas al tráfico durante la ejecución de las obras	18
5.2.9. Obras complementarias	18
5.2.10. Expropiaciones	19
5.2.11. Valoración de ensayos	20
5.2.12. Coordinación con otros organismos	20
5.2.13. Reposición de servicios	20
5.2.14. Gestión de residuos	21
5.2.15. Plan de obra	23
5.2.16. Formula de revisión de precios	23
5.2.17. Clasificación del contratista	24
5.3. Estudio de impacto ambiental	24
5.4. Estudio de seguridad y salud	25
5.5. Resumen de presupuestos	25
6. Declaración de obra completa	26
7. Índice de los documentos del proyecto	26

8. Conclusión 27

MEMORIA DESCRIPTIVA

1. INTRODUCCIÓN

El Real Decreto 1393/2007 de 29 de octubre, 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 los apartados 3 y 7 del artículo 12, respecto del 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, deberá realizarse en la fase final del plan de estudios y estar orientada a la evaluación de competencias asociadas al título.”*

En concordancia con lo anterior, en cumplimiento de la norma, se realiza el presente Trabajo de Fin de Grado (TFG) de 12 créditos con el título “Proyecto de Construcción. Autovía Jaén a Córdoba. Tramo: Límite de Provincia Jaén-Córdoba – Cañete de las Torres” por parte del alumno Carlos José Zafra Ramírez. La realización de este trabajo ha sido supervisada por el profesor Don Antonio M. Montañés López, ingeniero de caminos.

Este TFG es del tipo Proyecto de Obras. Su contenido se adecua a lo establecido en el Artículo 123.1 del Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público, donde se establecen los contenidos mínimos de proyectos de obras que son:

- Una memoria y sus anejos correspondientes
- Planos de conjunto y de detalle
- El pliego de prescripciones técnicas particulares
- Un presupuesto (integrado o no por presupuestos parciales)
- Un plan de obra o programa de trabajos
- Referencias de todo tipo en las que se fundamentará el replanteo.
- Estudio de seguridad y Salud, o en su caso Estudio Básico de Seguridad y Salud
- Cuanta normativa venga prevista en normas de carácter legal o reglamentario.

2. OBJETO DEL PROYECTO

La finalidad del proyecto consiste en la construcción de un tramo de una nueva autovía, autovía que conecte las capitales de provincia de Jaén y Córdoba. El tramo en cuestión se encuentra entre el límite de las dos provincias y Cañete de las Torres (Córdoba). En realidad, el primer punto no se encuentra en el propio límite de provincia, sino que se localiza dentro del municipio de Porcuna (Jaén), pero debido a la distribución

y denominación de cada uno de los tramos que conforman la autovía se decidió titular así el proyecto.

Las coordenadas exactas de los puntos donde debe partir y finalizar el tramo son para el extremo Este: $04^{\circ} 14' 34.75''$, $N37^{\circ} 52' 53.30''$ y para el extremo Oeste $04^{\circ} 18' 03.20''$, $N37^{\circ} 52' 07.13''$. Los puntos vienen representados en la siguiente figura:



Figura 1. Puntos inicial y final de la infraestructura

3. SITUACIÓN ACTUAL

3.1. Conexión Jaén-Córdoba

La zona de proyecto se encuentra en el interior de Andalucía, como se ha comentado anteriormente entre las provincias de Jaén y Córdoba. Las conexiones de las que disponen las capitales de estas dos provincias por transporte terrestre se reducen a tres posibilidades. Partiendo desde Jaén, estas posibilidades son:

1. Carretera convencional (108 km, 1 h 41 min)
 - 19 km por la carretera autonómica andaluza A-316 hasta Torredonjimeno
 - 62 km por la carretera autonómica andaluza A-306 hasta El Carpio
 - 27 km por la autovía A-4 hasta Córdoba

2. Autovía (147 km, 1 h 33 min)
 - 42 km por la A-44 hasta Bailén
 - 105 km por la A-4 hasta Córdoba

3. Carretera convencional / Autovía (116 km, 1 h 28 min)
 - 40 km por la carretera autonómica andaluza A-311 hasta Andújar

- 76 km por la A-4 hasta Córdoba

Los tres recorridos presentan inconvenientes, el primero por la menor seguridad y comodidad que presentan las carreteras convencionales respecto a las autopistas, autovías y vías rápidas, el segundo el largo trayecto que hay que realizar, yendo incluso en el primer tramo de Jaén a Bailen hacia el Noreste y el tercero supone una combinación de las razones expuestas para las rutas anteriores, además de que la A-311 tiene un gran concentración de accidentes.

3.2. Ámbito del proyecto

El tramo que estudia este proyecto, se integra en una región donde la A-306 atraviesa las localidades de Porcuna, Cañete de las Torres siguiendo hasta la cercana Bujalance.

La principal fuente de ingresos de la zona es la agricultura, mayoritariamente el cultivo del olivar, rasgo que caracteriza a los campos del interior de Andalucía, sobre todo en estas dos provincias.

Esto explica, como ya se verá más adelante con datos más precisos, el alto porcentaje de vehículos pesados que existe en esta carretera, máxime en los meses de recogida de la aceituna.

El estado actual de la carretera, según observaciones propias, es de que se encuentra en condiciones óptimas y sin ninguna incidencia apreciable.

4. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

La autovía en la que se engloba el tramo proyectado ha sido desde hace muchos años una reivindicación histórica por parte de los habitantes de estas dos provincias. Los ciudadanos de las capitales verían recortado notablemente el tiempo de viaje, así como los kilómetros recorridos y por supuesto la seguridad de la conducción.

Los municipios intermedios además de beneficiarse de estas ventajas podrían dar un impulso a su economía, porque, aunque no es una regla exacta que desarrollo de infraestructuras sea igual a desarrollo económico ya que influyen más factores, en la mayoría de los casos se cumple y viendo las condiciones de la región, la optimización de las conexiones supondrá una mejora indudable de la economía y calidad de vida.

Atendiendo a la intensidad y volumen de tráfico es cierto que la construcción de esta infraestructura no se vería justificada, pero estos datos se deben a que la mayoría de la población elige la ruta que discurre en su mayor parte por autovía ya que la comodidad, y sobre todo la seguridad, es un valor muy a tener en cuenta, y precisamente por esto es por lo que la construcción de esta autovía se ve justificada.

Además de que, por el alto porcentaje de vehículos de pesados, la conducción por la A-306 en ocasiones se vuelve muy lenta debido a las bajas velocidades de estos vehículos, situación que empeora aún más las conexiones, así como la seguridad por la necesidad de adelantamientos.

5. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROYECTADA

5.1. Información del medio y del entorno

5.1.1. Geología

El ámbito de la infraestructura se encuentra entre las unidades geológicas morfoestructurales de la Cordillera Subbética y la Depresión Bética del Guadalquivir.



Figura 2. Mapa geología del sur peninsular

Un estudio geológico más detallado, como el obtenido en el Instituto Geológico y Minero de España, ofrece información más precisa:

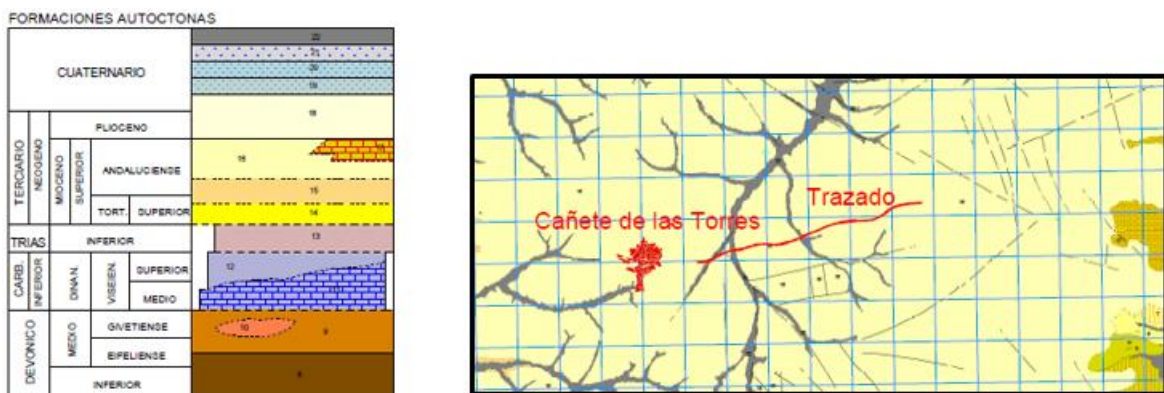


Figura 3. Detalle de la geología de la zona

Finalmente, cabe destacar que tras el estudio de diversas calicatas de la zona, el cual será desarrollado en el correspondiente anejo, el suelo de la zona queda clasificado como “Tolerable” según el criterio del PG-3.

5.1.2. Climatología

La zona de proyecto presenta un clima mediterráneo subcontinental. Este clima se caracteriza, como su propio nombre indica, por tener características de ambos climas, el mediterráneo y el continental; y se da en aquellas zonas mediterráneas pero alejadas considerablemente de la costa.

Este clima presenta grandes extremos de temperatura entre los meses cálidos y fríos del año y entre el día y la noche, esto es lo que le asemeja al continental. Por otro lado, su similitud con el mediterráneo se da en el régimen de precipitaciones que oscilan entre 400-650 mm al año.

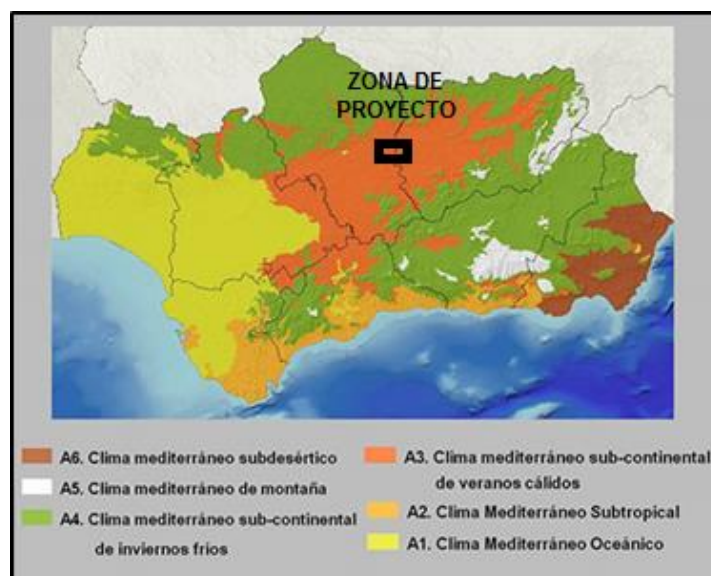


Figura 4. Mapa climatológico de Andalucía

En cuanto a las condiciones climatológicas de la zona de proyecto tras estudiar los datos de la estación meteorológica más cercana, situada a 17 km, en el municipio de El Carpio se obtienen los siguientes resultados:

Temperatura (°C)	media	17,44
	máximas	25,03
	mínima	10,16
	media 10 máx	45,39
	media 10 mín	-6,76
Precipitación (mm)	media	1,41
	media 10 máx	73,60
Humedad (%)	media	62,15
	máxima	84,41
	mínima	36,25
	media 10 máx	101,11
Viento (m/s)	velocidad	1,70
	media 10 máx	6,99
	dirección (°)	192,62

Tabla 1. Datos climatológicos de la zona

5.1.3. Hidrología

En el ámbito de la infraestructura se encuentran numerosos cauces de diferentes caudales. Entre los arroyos que discurren por la zona, destacan el arroyo del Tazonar y el arroyo de San Pantaleón como los más importantes.

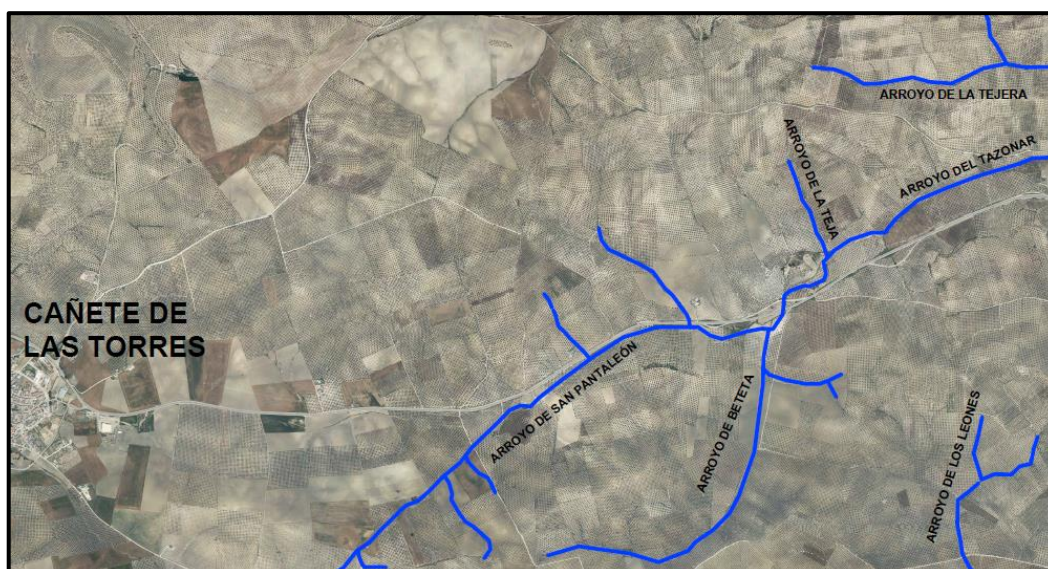


Figura 5. Arroyos de la zona

5.1.4. Aspectos ambientales

En lo referente a las características ambientales, esta zona no destaca especialmente por su singularidad, aunque encontramos numerosas especies de flora y faun (detalladas en el posterior Inventario Ambiental) no es una zona que esté bajo ninguna figura de protección, ni nacional, ni autonómica ni integrada en la Red Natura 2000.

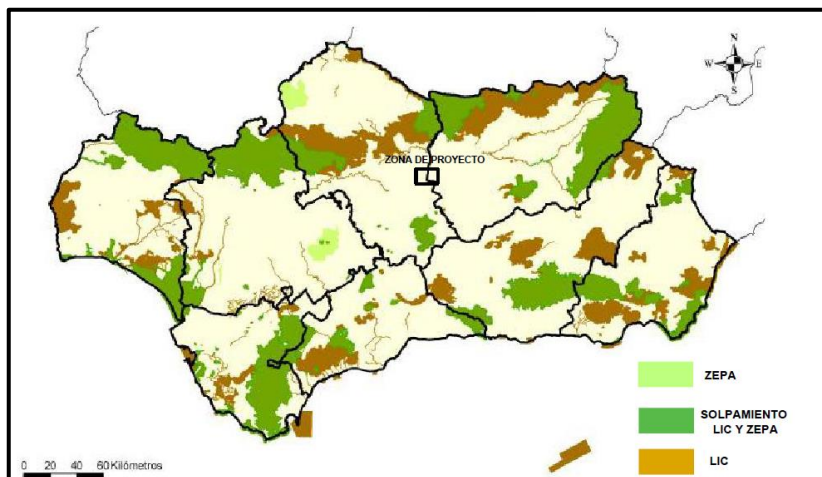


Figura 6. Red Natura 2000 en Andalucía

Lo que si es destacable de este territorio es la gran cantidad de pequeños yacimientos arqueológicos presentes en la zona cercana a Cañete de las Torres.

Se ha tenido muy en cuenta a la hora de diseñar el trazado de la autovía que no afecte a estos yacimientos, que van desde la Edad de Bronce hasta la Edad Media.



Figura 7. Yacimientos arqueológicos cercanos a Cañete de las Torres

5.2. Aspectos constructivos

5.2.1. Trazado

El diseño del trazado (planta, alzado y sección transversal) se ha regido por lo establecido en la Norma de Trazado 3.1-IC.

Se establece como velocidad de proyecto 120 km/h con lo cual la autovía, según la tabla 4.4. de la Norma, es del tipo A-120 perteneciente al grupo 2 teniendo como radio mínimo 700 m y peralte máximo 8,00 %.

Los capítulos de la Norma utilizados para cada tipología de trazado son:

- Trazado en planta: capítulo 4 de la Norma 3.1-IC
- Trazado en alzado: capítulo 5 de la Norma 3.1-IC
- Sección transversal: capítulo 7 de la Norma 3.1-IC

Se ha diseñado también siguiendo las indicaciones del capítulo 9 de la Norma, una propuesta de enlace con la A-306, el cual será objeto de un proyecto independiente.

5.2.2. Estudio hidrológico

Para el cálculo de los caudales de las cuenca vertientes a los elementos de drenaje, se ha seguido el método racional descrito en la Instrucción 5.2-I.C. de Drenaje Superficial.

La norma establece la división entre cuencas principales que son aquellas cuyo punto de desagüe es un puente o una obra de drenaje transversal a la carretera y cuencas secundarias que son las generadas por la construcción de la carretera y que vierten en las cunetas, que serán de guarda de desmonte o de pie de terraplén.

Las cuencas que se han determinado para la autovía son las siguientes:

Cuencas principales	
Nº	Área (km ²)
3	0,1760
7	0,0511
11	0,3703
13	0,0333
17	0,0188
19	0,4840
21	0,0644
23	0,0804
26	0,9233
28	0,3776
31	0,3348
36	0,8327
37	10,5741

Tabla 2. Cuencas principales

Secundarias guarda de desmonte	
Nº	Área (km ²)
1	0,0187
5	0,0150
9	0,0171
15	0,0016
20	0,0135
22	0,0007
24	0,0239
30	0,0011
32	0,0086
34	0,0260

Secundarias pie de terraplén	
Nº	Área (km ²)
2	0,0008
4	0,0007
6	0,0024
8	0,0011
10	0,0019
12	0,0075
14	0,0001
16	0,0003
18	0,0093
25	0,0063
27	0,0281
29	0,0002
33	0,0059
35	0,0109
38	0,0045
40	0,0097

Tabla 3. Cuencas secundarias (guarda de desmonte)

Tabla 4. Cuencas secundarias (pie de terraplén)

Para determinar los caudales de cálculo con los que dimensionar las obras de drenaje se ha escogido para las cuencas de guarda de desmonte y de pie de terraplén la cuenca con mayor área. También las de mayor área para la de cunetas desmonte y de mediana.

Para las ODT se calculará los caudales para la cuenca de mayor área, la cuenca intermedia y la menor. Debido a las dimensiones de la cuenca de mayor área (cuenca 37), casi 3 veces mayor que el conjunto de las demás cuencas, se estudiará ésta y la segunda de mayor superficie.

Otro factor a tener en cuenta es el punto de desagüe de la cuenca 31. En ese punto confluye también el cauce de la cuenca 37, la cuenca de mayor área citada anteriormente. Ante la imposibilidad de construir dos ODT en ese punto se realizará una canalización para enlazar aguas abajo con el cauce de la cuenca 37.

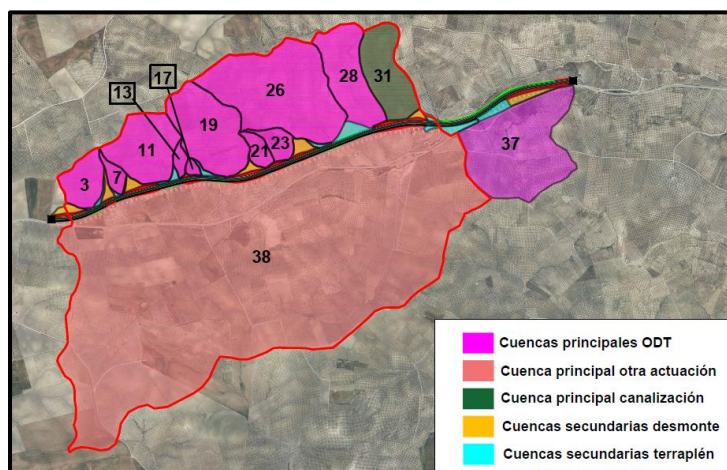


Figura 8. Plano de cuencas

Finalmente, los caudales obtenidos para cada una de las cuencas escogidas son:

	Identificación	Área (km ²)	Caudal (m ³ /s)
Guarda de desmonte	34	0,026	0,148
Pie de terraplén	27	0,028	0,133
Mediana	P.K. 0+866.28 a P.K. 1+458.28	0,0285	0,319
Desmonte	P.K. 1+515.28 a P.K. 2+050	0,0155	0,272
Cuencas principales (ODT tubo)	26	0,923	3,836
	3	0,176	1,428
	17	0,019	0,192
	37	10,574	40,961
Cuenca principal canalización	31	0,3348	1,447

Tabla 5. Cuencas para el cálculo de caudales

5.2.3. Drenaje

Para el diseño de los elementos de drenaje se han utilizado los caudales mencionados en el apartado anterior. El dimensionamiento se ha desarrollado siguiendo las directrices de la Instrucción 5.2-I.C. de Drenaje Superficial.

Tras realizar los cálculos pertinentes se establece estas dimensiones para las cunetas triangulares de guarda, de pie de terraplén y de desmonte:

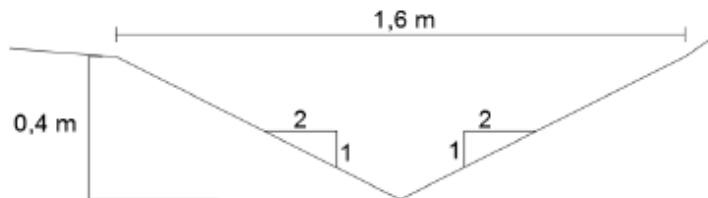


Figura 9. Cuneta

Para la mediana y la canalización serán las siguientes cunetas trapezoidales:

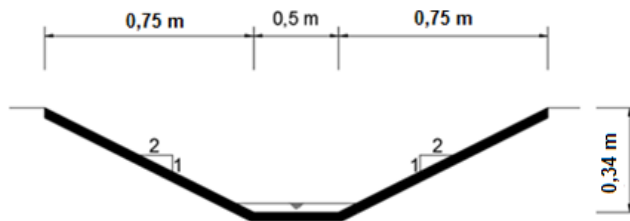


Figura 10. Cuneta para mediana

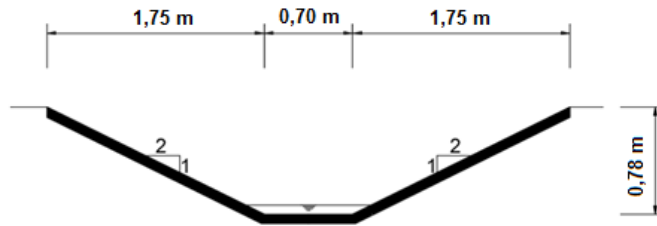


Figura 11. Cuneta para canalización

Los diámetros de los tubos de las ODT se recogen en la siguiente tabla:

Cuencas principales		ODT	
Nº	Área (km ²)	Nº	Diámetro (m)
3	0,1760	1	2,0
7	0,0511	2	1,8
11	0,3703	3	2,0
13	0,0333	4	1,8
17	0,0188	5	1,8
19	0,4840	6	2,5
21	0,0644	7	1,8
23	0,0804	8	2,0
26	0,9233	9	2,5
28	0,3776	10	2,0
36	0,8327	11	2,5

Tabla 6. Diámetro de las ODT

5.2.4. Movimiento de tierras

Para el cálculo de los volúmenes de movimiento de tierras de desmonte y terraplén se ha utilizado el programa AutoCAD Civil 3D utilizando el método del área media, que consiste en sumar el área de terreno de un P.K. y del P.K. siguiente y estableciendo la media entre ambos. Este valor medio se va multiplicando por la distancia entre P.K.

Una vez calculados los volúmenes, se aplica el coeficiente de esponjamiento y el factor de contracción que se determinan en 12 % y 14 % respectivamente.

Se fijará además como 20 % el porcentaje de tierras vegetales no aprovechables.

Teniendo en cuenta todo lo indicado anteriormente la tabla con los volúmenes de movimiento de tierras son:

Volúmenes	m³
Desmonte total	903.959,83
Desmonte no aprovechable	180.791,97
Desmonte aprovechable	723.167,86
Desmonte aprovechable esponjado	809.948,01
Terraplén total	466.380,60
Terraplén con factor de contracción	531.673,88
Terraplén obtenido de préstamo con factor de contracción	8.572,12
Volumen sobrante	269.702,01

Tabla 7. Volúmenes de movimiento de tierras

Se determinan a su vez los volúmenes de las capas del firme y el cimiento del firme:

Volúmenes	m³
Volumen de suelo estabilizado	58.300,00
Zahorra artificial	29.521,11
Mezcla bituminosa total	30.316,00
Mezcla bituminosa rodadura	7.908,62
Mezcla bituminosa intermedia	9.226,61
Mezcla bituminosa base	17.135,13

Tabla 8. Capas del firme y cimiento del firme

5.2.5. Planeamiento y tráfico

Con el estudio del tráfico se pretende obtener el número acumulado de ejes equivalentes de 13 t que pasarán sobre el carril del proyecto durante el periodo de proyecto. En primer lugar, se obtienen datos de estaciones de aforo cercanas. En este caso se encuentran 2, en Porcuna (SC-650) y en Cañete de las Torres (SC-327). Finalmente, tras observar los datos de ambas estaciones se determina que:

- IMD: 3.656 vehículos
- Porcentaje de vehículos pesados: 13 %

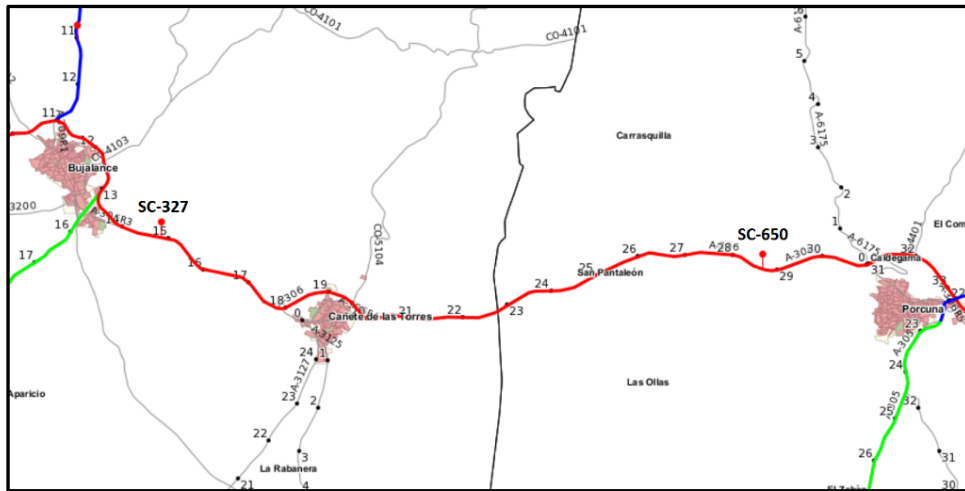


Tabla 9. Situación de las estaciones de aforo.

Con estos datos y siguiendo la Instrucción para el Diseño de Firmes de la Red de Carreteras de Andalucía se calculan los siguientes parámetros:

- Intensidad media diaria de vehículos pesados: 218 vehículos
- Coeficiente de equivalencia: 0,6
- Factor de crecimiento del tráfico de vehículos pesados: 26,9%
- Coeficiente de seguridad por mayoración de cargas: 1,10

El número acumulado de ejes equivalentes de 13 t previstos que pasarán sobre el carril de proyecto durante el periodo de proyecto son 1.412.686 ejes.

Por último, siguiendo el procedimiento del Highway Capacity Manual 2010, para 20 años después de la entrada en servicio, el nivel de servicio de la autovía es de nivel A.

5.2.6. Firmes y pavimentos.

Para calcular el dimensionamiento del firme y la dotación de cada uno de los materiales a emplear se ha seguido lo establecido en la Instrucción para el Diseño de Firmes de la Red de Carreteras de Andalucía.

Para el dimensionamiento de las capas de firme se ha utilizado el programa ICAFIR, partiendo de los datos de zona térmica, categoría de tráfico pesado, número de ejes de 13 t equivalentes y otros parámetros calculados en el estudio de tráfico.

La sección obtenida es la siguiente:

Mezcla Semidensa	6 cm
Mezcla Semidensa	7 cm
Mezcla Gruesa	13 cm
Zahorra Artificial (40)	25 cm

Figura 12. Capas de firme

Suelo Estabilizado in situ Tipo 3	25 cm
Suelo Estabilizado in situ Tipo 3	25 cm
Suelo Adecuado - CBR 5	20 cm
Suelo Tolerable - CBR 3 Terreno natural subyacente	Indefinido

Figura 13. Capas de cimiento de firme y explanada

Las mezclas bituminosas que se determinan para cada capa del pavimento son:

CAPA DE RODADURA	Mezcla semidensa	AC 22 S
CAPA INTERMEDIA	Mezcla semidensa	AC 22 S
CAPA BASE	Mezcla gruesa	AC 32 G

Tabla 10. Mezclas bituminosas

Las dotaciones de los riegos de imprimación y de adherencia se resumen en la siguiente tabla:

Material	Dotación
Riego de imprimación	0,0008 t/m ²
Riego de adherencia	0,0014 t/m ²

Tabla 11. Dotaciones de riegos

Finalmente, las dotaciones del filler se recoge a continuación:

	Relación filler / ligante	Porcentaje de filler de aportación	Arcenes
Rodadura	1,2	100	≥ 50
Intermedia	1,1	≥ 50	≥ 50
Base	1	≥ 50	≥ 50

Tabla 12. Dotaciones de filler

5.2.7. Señalización balizamiento y defensas

Las normativas utilizadas para la determinación de este apartado son las siguientes:

- Señalización horizontal: Norma 8.2-IC de Marcas Viales
- Señalización vertical: Norma 8.1-IC de Señalización Vertical
- Defensas y sistemas de contención: Orden Circular 35/2014 de Criterios de Aplicación de Sistemas Contención de Vehículos.

En lo referente a señalización horizontal y vertical, se ha establecido la señalización típica para autovías incluyendo la de la salida y entrada de la autovía al enlace con la carretera actual.

Por último, en sistemas de contención se ha determinado un nivel normal de riesgo de accidente y se han incluido en las curvas defensas especiales para motoristas.

5.2.8. Soluciones propuestas al tráfico durante la ejecución de las obras

Este apartado se ha regido por lo establecido en la Norma 8.3 I.C. “Señalización fija de obras”.

Aunque la autovía no cruza la A-306 en ningún punto, en ambos extremos se encuentra próxima a esta carretera. Concretamente a 20 m en el extremo Este y a 15 m en el Oeste. Por ello se ha establecido posibles casos en el que las obras ocupen el arcén, parte de un carril o ambos carriles y la actuación y señalización correspondientes.

5.2.9. Obras complementarias

Se han contemplado dos actuaciones en este aspecto, el cerramiento y los hitos de deslinde.

El cerramiento consistirá en una valla de ancho de malla progresivo, con 2,35 m de altura total con 2,05 m de altura sobre el terreno y 0,3 m enterrados para evitar el paso de animales a través del subsuelo. El cerramiento dispondrá de dispositivos de escape unidireccionales que faciliten la salida de animales que hayan podido adentrarse en la autovía.

Los hitos de deslinde estarán fabricados en hormigón HM-20 y tendrán las siguientes dimensiones: 1,15 m de altura, base inferior de 0,19 m x 0,19 m y base superior de 0,16 m x 0,16 m acabando en punta piramidal facilitando el deslizamiento del agua. Será empotrada al terreno mediante una zapata de hormigón HM-20 apoyada a 40 cm de profundidad.

5.2.10. Expropiaciones

En los respectivo a expropiaciones la finalidad del correspondiente anejo es determinar con la suficiente precisión la superficie que se deberá expropiar para ejecutar la obra proyectada, incluyendo según el Reglamento de la Ley de Expropiación Forzosa (art.15.16) toda la superficie necesaria para su funcionamiento.

La Ley 37/2015 de 29 de septiembre de carreteras, en su Artículo 29, establece como dominio público los terrenos ocupados por las propias carreteras del Estado, sus elementos funcionales y una franja de terreno a cada lado de la vía de 8 metros en autopistas y autovías medidos horizontalmente desde la arista exterior de la explanación y perpendicularmente a dicha arista.

Los datos sobre las parcelas a expropiar han sido recabados directamente de la Sede Electrónica del Catastro. El total de las 50 parcelas expropiadas son de clase rústica.



Figura 14. Expropiaciones

El coste de expropiaciones que se incluirá en el Presupuesto para Conocimiento de la Administración es el siguiente:

Coste unitario (rústico)	Superficie de expropiación	Coste
6 € / m ²	351.520 m ²	2.109.120 €

Tabla 13. Coste de expropiaciones

5.2.11. Valoración de ensayos

Teniendo en cuenta el carácter indicativo de la valoración, se determinarán en el anejo correspondiente los ensayos mínimos a realizar, siendo la Dirección Facultativa quien a la vista de la realidad que encuentre, del ritmo de la obra, las circunstancias que se produzcan y de los medios que disponga el Contratista y la Asistencia Técnica, determine, tanto cualitativa como cuantitativamente, las características de los ensayos.

El coste de los ensayos que se incluirá en el Presupuesto para Conocimiento de la Administración es el siguiente:

Plan de ensayos de recepción de Movimiento de Tierras	5.734,74 €
Plan de ensayos de recepción de Obras de Drenaje	2.890,60 €
Plan de ensayos de recepción de Afirmados	5.713,86 €
Plan de ensayos de recepción de Señalización y Balizamiento	2.095,45 €
<u>Total de Ensayos de Recepción</u>	<u>16.434,65 €</u>
21 % I.V.A.	3.451,28 €
Presupuesto Total de Ensayos a Realizar	19.885,93 €

Tabla 14. Presupuesto Total de Ensayos a Realizar

5.2.12. Coordinación con otros organismos

Resulta imprescindible para un correcto desarrollo de las obras el contacto con las diferentes Administraciones, Organismos Oficiales y Compañías de Servicios que serán afectados por la ejecución del proyecto, para poder determinar planes y posibilidades de actuación en la zona de proyecto.

En el correspondiente anejo se establece el listado de Administraciones, Organismos Oficiales y Compañías de Servicios a contactar.

5.2.13. Reposición de servicios

Después de la búsqueda de información de servicios que hayan podido verse afectados por la construcción de la autovía proyectada, se llega a la conclusión de que el nuevo trazado afecta a dos líneas eléctricas de alta tensión y una vía pecuaria.

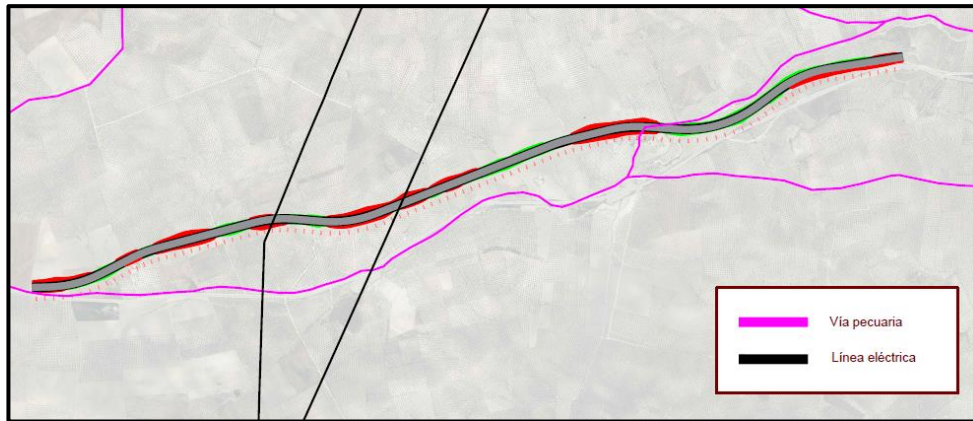


Figura 15. Reposición de servicios

La solución planteada para la reposición de la vía pecuaria es un marco inferior de 2 m de luz horizontal y 2,5 de luz vertical que se situaría en el P.K. 1+440 y sería de 62,35 metros de longitud.

Las actuaciones previstas para la línea eléctrica son la implantación de una nueva torre metálica en el margen izquierdo del trazado (dirección Jaén-Córdoba) a la altura del P.K. 3+030, para asegurar el cumplimiento en el vano de cruce de las condiciones de seguridad reforzada.

El coste de los ensayos que se incluirá en el Presupuesto para Conocimiento de la Administración es el siguiente:

Servicio	Actuación	Coste unitario	Cant.	Coste
Vía pecuaria	Marco prefabricado	816,15 € / m	62,35	50.886,95 €
Línea eléctrica	Apoyo de celosía	3638,74 € / ud	2	7.277,48 €.
				58.164,43 €

Figura 16. Coste

5.2.14. Gestión de residuos

El R.D. 105/2008 de 1 de febrero (BOE de 13-02-2008) sobre gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) obliga a incluir en todo Proyecto de Construcción, con carácter de norma básica y sea cual fuere la administración, un estudio de gestión de RCD.

Se definen además en quien recaerá las figuras de la gestión de RCD:

- Productor de los residuos: el promotor.
- Poseedor de los residuos: empresa constructora que resulte adjudicataria de las obras relativas al Proyecto de Construcción
- Gestor de los residuos: Empresa gestora de residuos

De entre los numerosos gestores de residuos autorizados de las provincias de Córdoba y Jaén se han seleccionado aquellas plantas cercanas a las obras y que realicen un tratamiento completo de los residuos incluyendo procesos de reciclado de los mismos.

La localización de estas plantas se encuentra en la siguiente figura. La correspondencia de cada una con su numeración además de las características se establece en el anejo correspondiente.



Figura 17. Localización de plantas de gestión de RCD con tratamiento completo cercanas a las obras

La estimación de los volúmenes de residuos generados en obra es la siguiente:

ESTIMACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS	
Material	m ³
Hormigón	3.672,30
Áridos	193.923,06
Betunes	2432,23
Metales	2,85

Tabla 15. Estimación de los residuos generados

Finalmente, la estimación del coste de la gestión de residuos será:

Canon de vertido	Cantidad de residuos	Coste
1,74 € / m ³	200.030,44 m ³	1.4496.227,69 €

Figura 18. Estimación del coste de la gestión de residuos

5.2.15. Plan de obra

El Artículo 123.1 del Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público aprobado por el Real decreto 3/2011 establece los documentos que debe tener los proyectos de obra y entre ellos se encuentra “un plan de obra de carácter indicativo”.

Como menciona el artículo, el carácter del plan de obra es indicativo, siendo responsable el Contratista adjudicatario de las obras de la elaboración de un programa de trabajos detallado y acorde a los medios de que disponga.

Se ha establecido finalmente una duración de las obras de 28 meses en base a los días útiles de cada actividad.

Se ha elaborado el correspondiente diagrama de Gantt con las siguientes actividades:

- Trabajos previos
- Movimiento de tierras
- Firmes y pavimentos
- Drenaje
- Señalización, balizamiento y defensas
- Gestión de residuos
- Seguridad y salud

5.2.16. Formula de revisión de precios

Se establecerá la siguiente fórmula de revisión de precios, que tras comprobar con la Formula 141 “Construcción de carretas con firmes de mezclas bituminosas” resulta válida.

	PEM	%	Fórmula	A	B	C	E	F	L	M	O	P	Q	R	S	T	U	V	X	Z
TRABAJOS PREVIOS	121.445,07	1,13%	245	0,00	0,01	0,11	0,15	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,22	0,13	0,00	0,00	0,00	0,01	0,34
MOVIMIENTO DE TIERRAS	3.882.264,62	35,97%	245	0,00	0,01	0,11	0,15	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,22	0,13	0,00	0,00	0,00	0,01	0,34
FIRMES	3.964.941,90	36,74%	151	0,00	0,03	0,05	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,15	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,29
DRENAJE	496.946,03	4,60%	511	0,00	0,01	0,06	0,05	0,00	0,00	0,01	0,05	0,05	0,00	0,12	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,57
SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	18.116,48	0,17%	161	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,01	0,00	0,00	0,08	0,00	0,44
SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y BALIZAMIENTO	65.648,44	0,61%	171	0,04	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,01	0,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29
DEFENSAS	332.438,51	4,75%	172	0,00	0,00	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19
GESTIÓN DE RESIDUOS	1.496.227,69	13,86%	9999	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
SEGURIDAD Y SALUD	234.580,60	2,17%	9999	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
				0,00	0,02	0,06	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,14	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43
			Formula 141	0,01	0,05	0,09	0,11	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,01	0,12	0,17	0,00	0,01	0,00	0,00	0,39

Tabla 16. Fórmula de revisión de precios

5.2.17. Clasificación del contratista

Se ha determinado la Clasificación del Contratista que ha de exigirse en la licitación de las obras definidas en el presente Proyecto, en cumplimiento de lo previsto en:

- Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas aprobado por el Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre.
- 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.
- Real Decreto 773/2015, de 28 de agosto, por el que se modifican preceptos del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por el Real Decreto 1098/2001.

Atendiendo a los criterios establecidos en las normativas anteriores se ha clasificado al contratista tal y como se recoge en la siguiente tabla:

GRUPO		SUBGRUPO		CATEGORÍA
A	Movimiento de tierras y perforaciones	2	Explanaciones	5
G	Viales y pistas	4	Con firmes de mezclas bituminosas	5

Tabla 17. Clasificación del contratista

5.3. Estudio de impacto ambiental

En la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental, se enumeran los proyectos que han de ser sometidos obligatoriamente a Estudio de Impacto Ambiental. En dicha Ley se determinan los criterios para su realización, se definen los conceptos técnicos utilizados y se regula el desarrollo del procedimiento administrativo a seguir.

Se ha elaborado el Estudio de Impacto Ambiental correspondiente cuyo fin es identificar y evaluar los efectos ambientales que se pueden producir como consecuencia de la ejecución y explotación del proyecto, así como las posibles repercusiones originadas sobre la salud y bienestar humanos de su entorno. En función de los resultados de esa evaluación y de la importancia de los impactos identificados, también se incluyen las medidas correctoras que se consideren necesarias.

5.4. Estudio de Seguridad y Salud

En el R.D. 1627/97, de 24 de octubre, en su art. 4.- Obligatoriedad del Estudio de Seguridad y Salud (ESS) o del Estudio Básico de Seguridad y Salud en las obras (EBSS), se expone:

1. El promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio de seguridad y salud en los proyectos de obras en que se den alguno de los supuestos siguientes:
 - Que el Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC), supere un importe de 450.000 €.
 - Cuando la duración estimada sea mayor de 30 días laborales, empleándose en algún momento más de 20 trabajadores simultáneamente.
 - Si el volumen de mano de obra (suma de jornadas de todos los trabajadores) es superior a 500 jornadas.
 - Que las obras se realicen en túnel, galerías o conducciones subterráneas y presas

El Estudio de seguridad y salud se redacta en cumplimiento de lo dispuesto en el Real Decreto 1627/1997, teniendo como objetivos la prevención de accidentes laborales, enfermedades profesionales y daños a terceros que las actividades y medios materiales previstos puedan ocasionar durante la ejecución del proyecto de construcción.

El Estudio consta de cuatro documentos:

- I.- Memoria
- II.- Planos
- III.- Pliego de prescripciones.
- IV.- Presupuesto.

5.5. Resumen de presupuestos

El Presupuesto de Ejecución material asciende a la cantidad de DIEZ MILLONES SETECIENTOS NOVENTA Y DOS MIL NOVECIENTOS CUARENTA Y SEIS CON SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS DE EURO (10.792.946,64 €).

El Presupuesto Base de Licitación asciende a la cantidad de QUINCE MILLONES QUINIENTOS CUARENTA MIL SETECIENTOS SESENTA Y TRES CON OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS DE EURO (15.540.763,87 €).

El Presupuesto para Conocimiento de la Administración asciende a la cantidad de QUINCE MILLONES SEISCIENTOS VEINTE MIL NOVECIENTOS VEINTE TRES CON TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS DE EURO (15.620.923,35 €).

6. DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA

Se hace constar que las obras contenidas en este Proyecto cumplen la exigida en el artículo 125 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas "Proyectos de Obra", ya que se trata de obras completas, susceptibles de ser entregadas al uso en el momento de su terminación.

Igualmente se cumple lo dispuesto 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, de forma que las obras que nos ocupan constituyen una "obra completa" en el sentido expresado en el Art. 125 del citado Reglamento.

7. ÍNDICE DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO

- **Documento nº1 : Memoria**

- Memoria Descriptiva
- Anejos:
 - *Anejo 1: Antecedentes*
 - *Anejo 2: Cartografía y Topografía*
 - *Anejo 3: Geología, geotecnia y procedencia de materiales*
 - *Anejo 4: Estudio de Alternativas*
 - *Anejo 5: Climatología e hidrología*
 - *Anejo 6: Planeamiento y tráfico*
 - *Anejo 7: Trazado geométrico*
 - *Anejo 9: Firmes y pavimentos*
 - *Anejo 10: Drenaje*
 - *Anejo 11: Soluciones propuestas al tráfico durante la ejecución de las obras*
 - *Anejo 12: Señalización, balizamiento y defensas*
 - *Anejo 13: Estudio de Impacto Ambiental*
 - *Anejo 14: Integración Ambiental*
 - *Anejo 15: Obras complementarias*
 - *Anejo 16: Coordinación con otros organismos*
 - *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 construcción y demolición*
- *Anejo 25: Estudio de Seguridad y Salud*
- *Anejo 26: Resumen de presupuestos*

- **Documento nº2 : Planos**

1. Situación
2. Trazado en planta
3. Perfiles longitudinales
4. Sección tipo
5. Secciones Transversales
6. Drenaje
7. Señalización

- **Documento nº3 : Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares**

- Capítulo 1. Disposiciones Generales
- Capítulo 2. Descripción de las Obras
- Capítulo 3. Unidades de Obra
- Capítulo 4. Materiales

- **Documento nº4: Presupuesto**

- 4.1. Mediciones
- 4.2. Cuadros de precios
- 4.3. Presupuestos parciales
- 4.4. Resumen de presupuesto

8. CONCLUSIÓN

Considerando haber definido el presente Proyecto con suficiente detalle para poder ejecutar las obras en él definidas, se firma la presente Memoria y se somete a la

consideración del tribunal de Trabajos Fin de Grado de la Escuela Politécnica Superior de Linares para su aprobación.

Linares, septiembre de 2017

El autor del proyecto

A rectangular box containing a handwritten signature in black ink. The signature is stylized and appears to be 'C. J. Zafra Ramírez'.

Fdo. Carlos José Zafra Ramírez

ANEJO 1: ANTECEDENTES

ANEJO 1. ANTECEDENTES

1.1. Introducción	3
1.2. Conexión entre las capitales	3
1.3. Red vial existente	3
1.4. Vías pecuarias	4
1.4. Líneas eléctricas	5
1.5. Yacimientos arqueológicos	5
1.6. Hidrología	6
1.7. Economía	6

1. ANTECEDENTES

1.1. INTRODUCCIÓN

El objeto de este anejo es establecer las características existentes en la zona de proyecto antes de la incidencia que supondrá la ejecución del mismo.

1.2. CONEXIÓN ENTRE LAS CAPITALS

La autovía se sitúa entre las localidades de Porcuna y Cañete de las Torres, en el límite de provincia entre Jaén y Córdoba. Las conexiones de las que disponen las capitales de estas dos provincias por transporte terrestre se reducen a tres posibilidades. Partiendo desde Jaén estas posibilidades son:

1. Carretera convencional (108 km, 1 h 41 min)
 - 19 km por la carretera autonómica andaluza A-316 hasta Torredonjimeno
 - 62 km por la carretera autonómica andaluza A-306 hasta El Carpio
 - 27 km por la autovía A-4 hasta Córdoba

2. Autovía (147 km, 1 h 33 min)
 - 42 km por la A-44 hasta Bailén
 - 105 km por la A-4 hasta Córdoba

3. Carretera convencional / Autovía (116 km, 1 h 28 min)
 - 40 km A-311 hasta Andújar
 - 76 km por la A-4 hasta Córdoba

Los tres recorridos presentan inconvenientes, el primero por la menor seguridad y comodidad que presentan las carreteras convencionales respecto a las autopistas, autovías y vías rápidas, el segundo el largo trayecto que hay que realizar, yendo incluso en el primer tramo de Jaén a Bailen hacia el Noreste y el tercero supone una combinación de las razones expuestas para las rutas anteriores.

1.3. RED VIAL EXISTENTE

La principal carretera presente en la región es la A-306, carretera autonómica andaluza que discurre por los pueblos que encuentra entre Torredonjimeno y el Carpio.

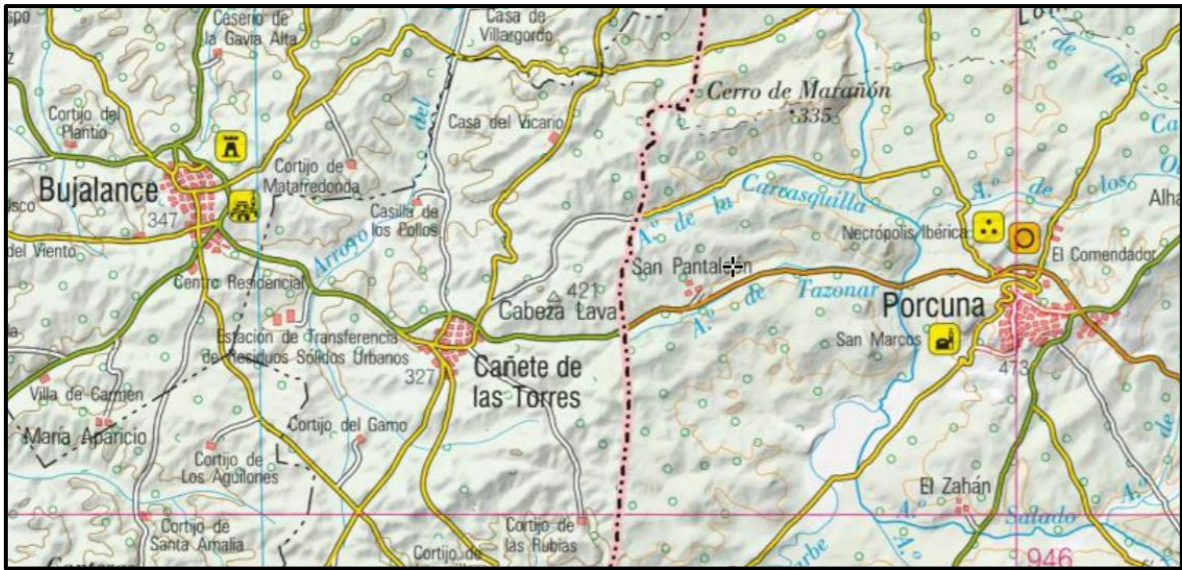


Figura.1 1. Red vial

1.4. VÍAS PECUARIAS

Existen numerosas vías pecuarias en la zona, las cuales se muestran en la siguiente imagen:



Figura.1 2. Vías pecuarias

1.4. LÍNEAS ELÉCTRICAS

Existen dos líneas eléctricas de Alta Tensión en el ámbito de la infraestructura, las cuales se muestran en la siguiente imagen:



Figura.1 3. Líneas eléctricas

1.5. YACIMIENTOS ARQUEOLÓGICOS

Se encuentran numerosos yacimientos arqueológicos en la zona cercana a Cañete de las Torres, yacimientos que van desde la Edad de Bronce hasta la Edad Media. Su localización es la siguiente:



Figura.1 4. Yacimientos arqueológicos

1.6. HIDROLOGÍA

Se encuentra diversos arroyos en la zona de proyecto los cuales se muestran en la siguiente figura:

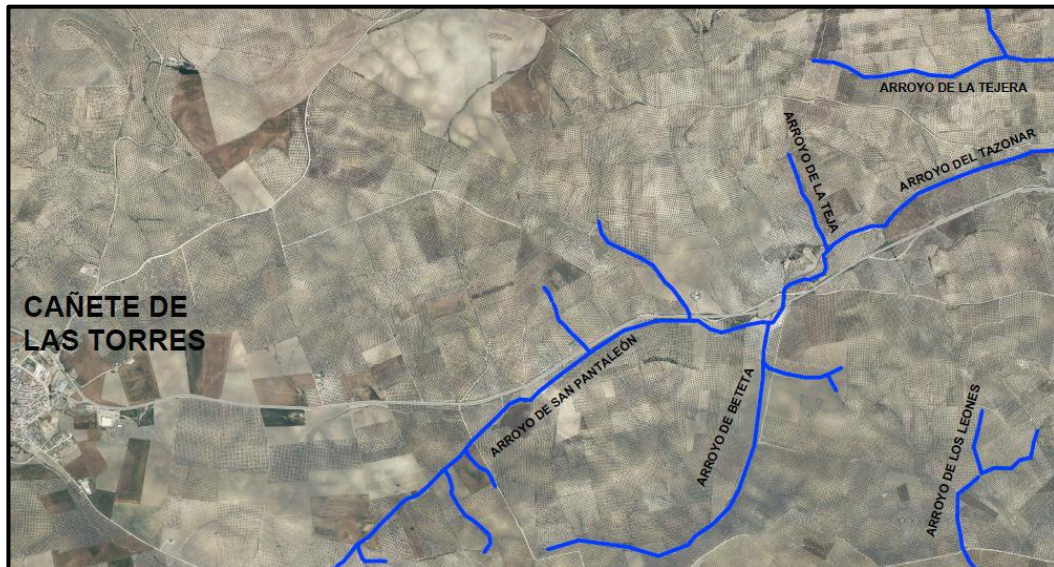


Figura.1 5. Hidrología

1.7. ECONOMÍA

El tramo que estudia este proyecto, se integra en una región donde la A-306 atraviesa las localidades de Porcuna, Cañete de las Torres y se podría añadir Bujalance por la cercanía con ésta última.

La principal fuente de ingresos de la zona es la agricultura, mayoritariamente el cultivo del olivar, rasgo que caracteriza a los campos del interior de Andalucía, sobre todo en estas dos provincias.

Esto explica, como ya se verá más adelante con datos más precisos, el alto porcentaje de vehículos pesados que existe en esta carretera, máxime en los meses de recogida de la aceituna.

ANEJO 2: CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

2. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

2.1. Introducción	3
2.2. Origen	3
2.2.1. Ortofotos	3
2.2.1. Curvas de nivel	4
2.2.1. Otras cartografías	4

2. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

2.1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este anejo es establecer el origen y las características de la cartografía y topografía que se utilizarán en el proyecto.

2.2. ORIGEN

2.2.1. Ortofotos

Respecto a su origen en los Proyectos de Construcción se recomienda obtener cartografía mediante fotogrametría por vuelo aéreo y restitución fotogramétrica o bien por otros procedimientos de levantamiento de topografía clásica. Debido a que estos métodos no son objeto de Trabajo de Fin de Grado la cartografía se obtendrá de la web de diferentes Organismos Oficiales.

Del Instituto Geográfico Nacional se ha utilizado ortofotos del PNOA del año 2013 de 0,5m por píxel y el modelo digital de terreno MDT05-LIDAR con información de elevaciones cada 5 metros. La hoja donde se localiza la infraestructura es la 0924.

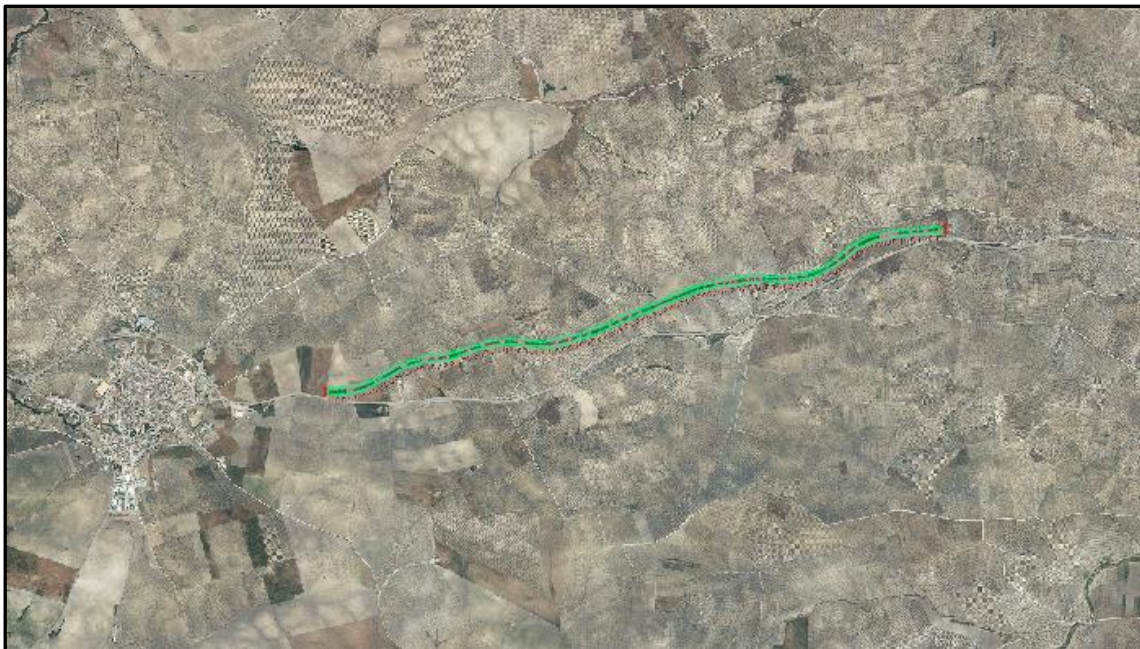


Figura 2. 1. Ortofoto del PNOA delimitado por el ámbito de la infraestructura

Como cartografía adicional, del Localizador de Información Espacial de Andalucía, se ha obtenido ortofotos del año 2011 de 0,5 metros por píxel.

2.2.1. Curvas de nivel

Las curvas de nivel se han calculado mediante el programa AutoCAD Civil 3D utilizando el MDT05-LIDAR obtenido en la web del Instituto Geológico Nacional.

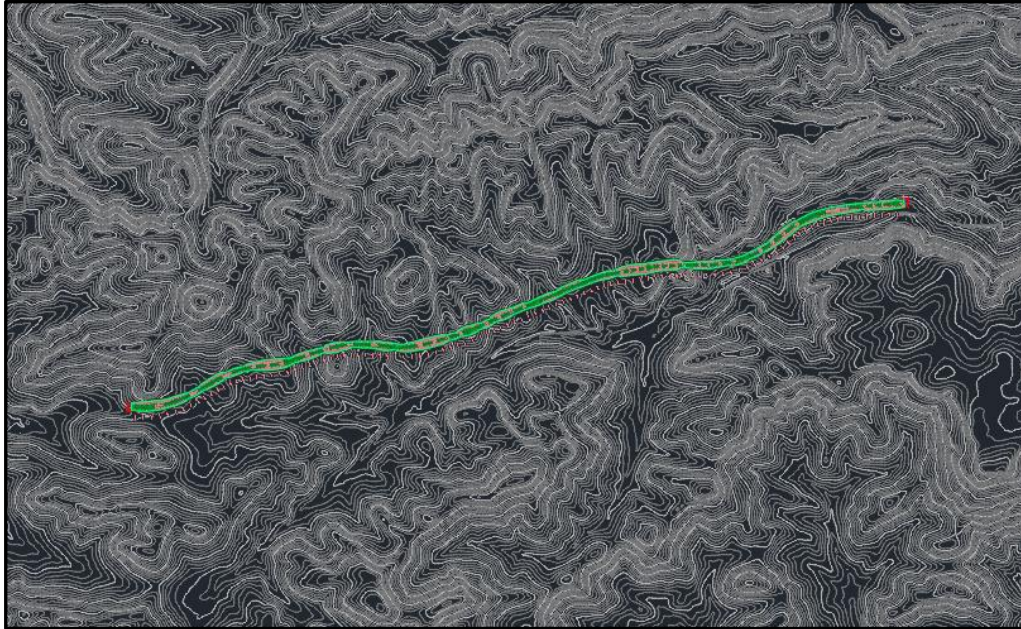


Figura 2. 2. Curvas de nivel obtenidas mediante el MDT05-LIDAR delimitadas por el ámbito de la infraestructura

2.2.1. Otras cartografías

La cartografía temática utilizada (cultivos, catastro, líneas eléctricas, etc) se ha obtenido de los diferentes Organismo y Administraciones y se detallará su origen y características en los correspondientes anejos. Cabe destacar como fuente, los Datos Espaciales de Referencia de Andalucía (DERA).

ANEJO 3: GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PROCEDENCIA DE MATERIALES

ANEJO 3. GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PROCEDENCIA DE MATERIALES.

3.1. Geología.....	3
3.1.1. Introducción.....	3
3.1.2. Características geológicas	4
3.1.2. Tectónica	4
3.1.3. Características geomorfológicas	4
3.2. Geotecnia.....	5
3.2.1. Introducción.....	5
3.2.2. Calicatas	5
3.2.3. Ensayo de penetración dinámica	5
3.2.3.1. Procedimiento teórico	5
3.2.4. Ensayos	6
3.2.5.1. Muestra 1.....	6
3.2.5.2. Muestra 2	9
3.2.5.3. Muestra 3	12
3.3. Procedencia de materiales.....	14
3.3.1. Introducción.....	14
3.3.2. Materiales necesarios para la ejecución de las obras	14
3.1.3. Empresas	15

ANEXO 1: PLANOS

3.1.3. Tectónica

Se encuentran dos conjuntos litológicos en el subsuelo que son un zócalo paleozoico formado por rocas metamórfica (pizarras y metaraeniscas) y magmáticas (granitos) y una cobertera mesozoica.

En el zócalo se encuentran rocas metamórficas, principalmente pizarras y areniscas del Carbonífero Inferior, que fueron plegadas durante la orogenia hercínica que se encuentran además afectadas por un leve metamorfismo regional.

En la cobertera mesozoica se encuentran dos tramos: el Inferior y el Superior. El Inferior lo forman areniscas silíceas rojizas de espesor 20 metros. Por otro lado el tramo Superior lo forman arcillas y limos rojizos con intrusiones de arenas. Esra cobertera aflora en las zonas este y oeste del ámbito.

En la zona este encontramos también la Unidad Detrítica Basal del Mioceno Medio. Arenas silíceas y limos se encuentran en un gran porcentaje y en menor medida gravas de facies de llanura o frente deltáico.

Sobre esta capa encontramos limos y margas grises y amarillentas del Mioceno Superior.

3.1.4. Características geomorfológicas

En este apartado se tratan los materiales postorogénicos desde el Mioceno Inferior hasta el Cuaternario, ya que en el anterior ya se describió las unidades anteriores, y se procede a describir ciertas particularidades estratigráficas de estos niveles.

En primer lugar cabe recalcar que su litología variará notablemente de un punto a otro y habrá discontinuidades en la disposición de los materiales.

Del Mioceno Inferior se encuentran margas azules y grises y niveles calcáreos detríticos donde se encuentran numerosos restos macrofauna. Gracias a la microfauna fue posible datar estos estratos del Mioceno.

En esta comentada discontinuidad de los términos también encontramos niveles de conglomerados en diversos puntos.

Tratando ya de los estratos cercanos al Cuaternario, aunque propiamente del Plioceno, aparecen (aunque no hay dataciones precisas) arcillas rosadas con intrusiones bancos conglomeráticos.

Ya plenamente del Cuaternario se encuentran depósitos aluviales, de ladera y terrazas fluviales.

3.2. GEOTECNIA

3.2.1. Introducción

En este apartado se definirán las características y propiedades mecánicas del terreno que determinarán su comportamiento frente a las cargas que actúen sobre él.

Al no ser objeto del Trabajo de Fin de Grado y no disponer de los medios necesarios para ello, el estudio geotécnico del corredor se basará en el realizado para el proyecto “Mejora de la carretera A-306, PK 16+000, 34+000” por el laboratorio acreditado de la Junta de Andalucía en Edificación, Obra Civil y Mecánica de Suelos Auxilabor del Sur S.L.

Para este estudio se realizaron diversas calicatas de reconocimiento de terreno con toma de muestras y ensayos de penetración dinámica.

3.2.2. Calicatas

El objetivo de las calicatas consiste en caracterizar de visu el terreno de la zona del ámbito de la infraestructura.

Consisten en excavaciones de unos 3 o 4 metros de profundidad y una anchura entre 60 y 90 cm realizadas por una retroexcavadora de tipo mixto.

Se obtienen muestras alteradas en saco y muestras inalteradas en bloque.

3.2.3. Ensayo de penetración dinámica

3.2.3.1. Procedimiento teórico

El ensayo de penetración dinámica es tipo DPSH (siglas en inglés de Penetración Dinámica Superpesada) y norma UNE 103-801 y la maquinaria utilizada para la penetración dinámica es el Rolatec ML-60 A.

La resistencia del terreno a la penetración es definida por el número de golpes preciso para que una puntaza acoplada a un varillaje avance a una distancia de 20 cm. Esta puntaza se hinca mediante el golpeo de una maza (a 30 golpes por minuto) que cae de una altura normalizada.

La prueba finaliza cuando la puntaza alcanza los 20 cm o si se da alguna de los siguientes casos:

- El número de golpes N20 sea superior a 100
- Cuando 3 valores de N20 sean mayor o igual a 75 de forma consecutiva
- El par de rozamiento tenga un valor superior a 200 N·m.

Se expone a continuación la correlación existente entre N20 del ensayo DPSH y N30 del SPT que es el número de golpes para el Ensayo de Penetración Estándar.

Correlación entre N20,DSH y N30,SPT					
Cohesivos			Granulares		
N20,DSH	Consistencia	N30,SPT	N20,DSH	Compacidad	N30,SPT
1	Muy blanda	0-2	<2	Muy floja	<4
1-2	Blanda	2-4	2-5	Floja	4-10
2-4	Media	4-8	5-15	Semidensa	10-30
4-8	Firme	8-15	15-25	Densa	30-50
8-15	Muy firme	15-30	>25	Muy densa	>50
>15	Dura	>30			

Tabla 3. 1. Correlación entre N20,DSH y N30,SPT

Mediante la fórmula de los holandeses la cual relaciona la energía del golpeo y el área de la superficie donde se percute se calcula el valor de la resistencia en punta que determina el valor de la resistencia del terreno.

$$R_p = \frac{(P_m)^2 \cdot h}{(P_m + P_v) \cdot S \cdot d} \quad (1)$$

donde:

R_p = Resistencia dinámica en punta.

P_m = Peso de la maza de golpeo.

P_v = Peso sobre la puntaza

S = Superficie de la puntaza.

d = Penetración por golpe.

h = Altura de la caída.

3.2.4. Ensayos

3.2.4.1. Muestra 1

Cota: -1,90 m

- PROCTOR (UNE 103500:1994)

Punto	Densidad seca	Humedad
1	1,62	6,4
2	1,76	12
3	1,71	17,6
4	1,59	22

Tabla 3. 2.

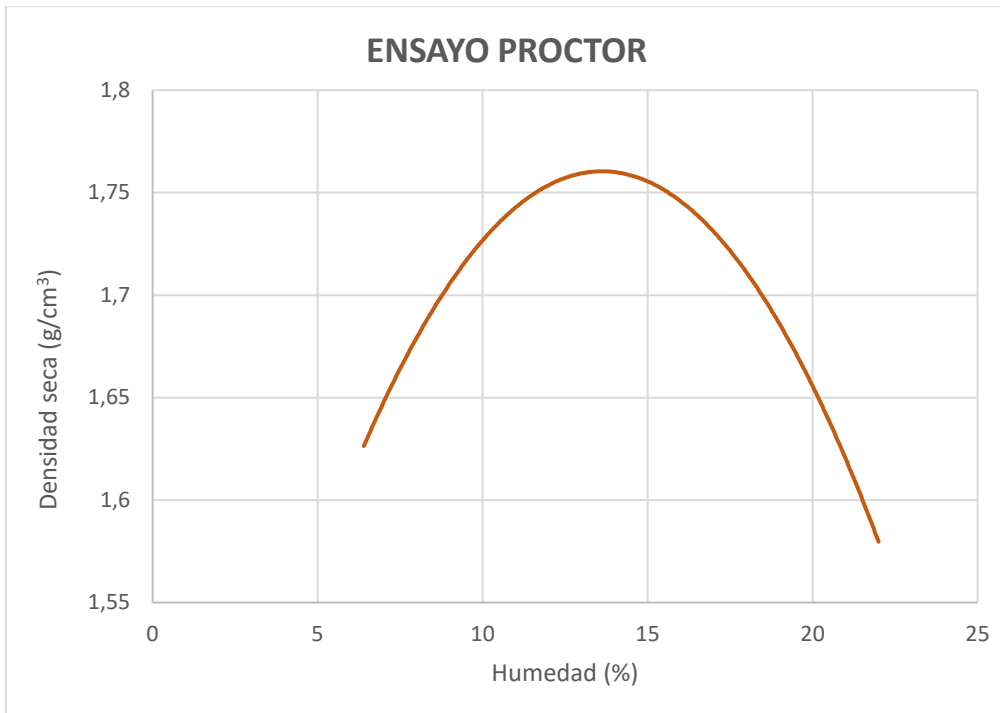


Figura 3. 2.

Densidad máxima	1,76 g/cm ³
Humedad óptima	13,2 %

Tabla 3. 3

- LIMITES DE ATTENBERG (UNE 103103:1994-103104:1993)

Límite líquido	46,1
Límite plástico	37
Índice de plasticidad	9,1

Tabla 3. 4

- HINCHAMIENTO LIBRE EN EDÓMETRO (UNE 103601:1996)

Energía de compactación	100% Proctor normal
Humedad inicial (%)	13,5
Humedad final (%)	21,1
Densidad seca (g/cm ³)	1,74
Hinchamiento (%)	1,10

Tabla 3. 5

- CBR (UNE 103502:1995)

Retenido Tamiz 20 UNE	0,0 %	X ^o	
Sobrecarga (Incluyendo base ranurada)	5500 g		
Energía de compactación	Proctor normal		
	100 %	50 %	25 %
Dens. seca (g/cm ³)	1,76	1,66	1,61
Humedad (%)	13,2	13,2	13,2

Adsorción (%)	10,28	14,84	18,92
Hinchamiento (%)	2,43	2,23	2,11
Índice CBR	2,58	2,13	1,89

Tabla 3. 6

Índice CBR 95 % Próctor normal	2,17
Índice CBR 100 % Próctor normal	2,58

Tabla 3. 7

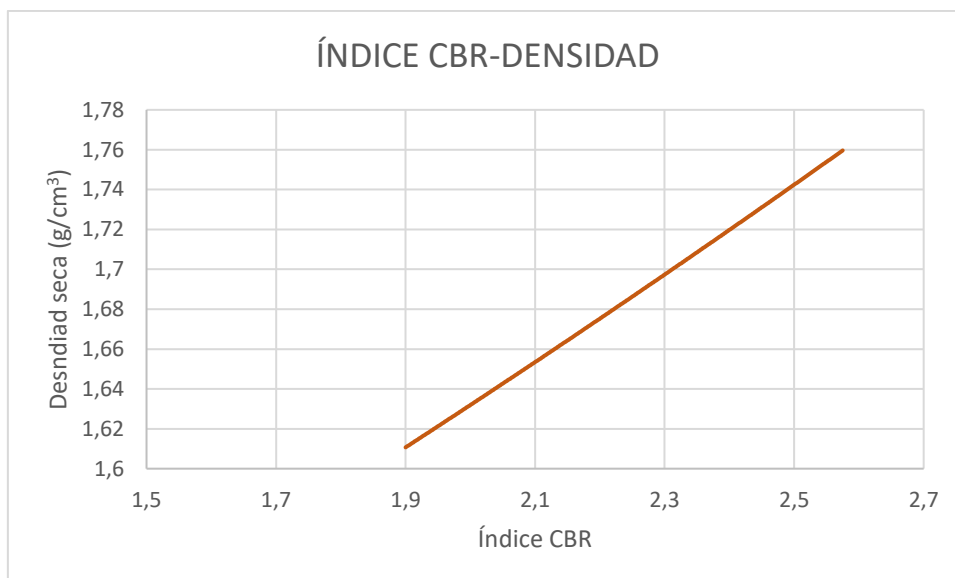


Figura 3. 3.

- CONTENIDO EN SULFATOS (UNE 103201:96)

Contenido en Sulfatos	<0,01 %
-----------------------	---------

Tabla 3. 8

- CONTENIDO EN MATERIA ORGÁNICA (UNE 103204:1993-103204:1993 ERRATUM)

Contenido en M.O.	0,37%
-------------------	-------

Tabla 3. 9

- CONTENIDO EN CARBONATOS (UNE 103200:93)

CONTENIDO EN CARBONATOS	31,8 % CaCO ₃
-------------------------	--------------------------

Tabla 3. 10

- GRANULOMETRÍA (UNE 103101:1995)

TAMIZ (mm)	% QUE PASA
80	100
63	100
50	100
40	100
20	100
10	100
5	100

2	99,9
0,4	99,5
0,2	77,1

Tabla 3. 11

– CLASIFICACIÓN DEL SUELO

Clasificación española PG-3	Tolerable
Clasificación ATSM	Limos orgánicos y arcillas limosas. CL
Clasificación AASHTO (Índice de grupo)	A-5

Tabla 3. 12

77,1% de arena y 22,9 % de arcilla

3.2.4.2. Muestra 2

Cota: -2,00 m

– PROCTOR (UNE 103500:1994)

Punto	Densidad seca	Humedad
1	1,4	6,3
2	1,51	12,5
3	1,59	19,2
4	1,49	26

Tabla 3. 13

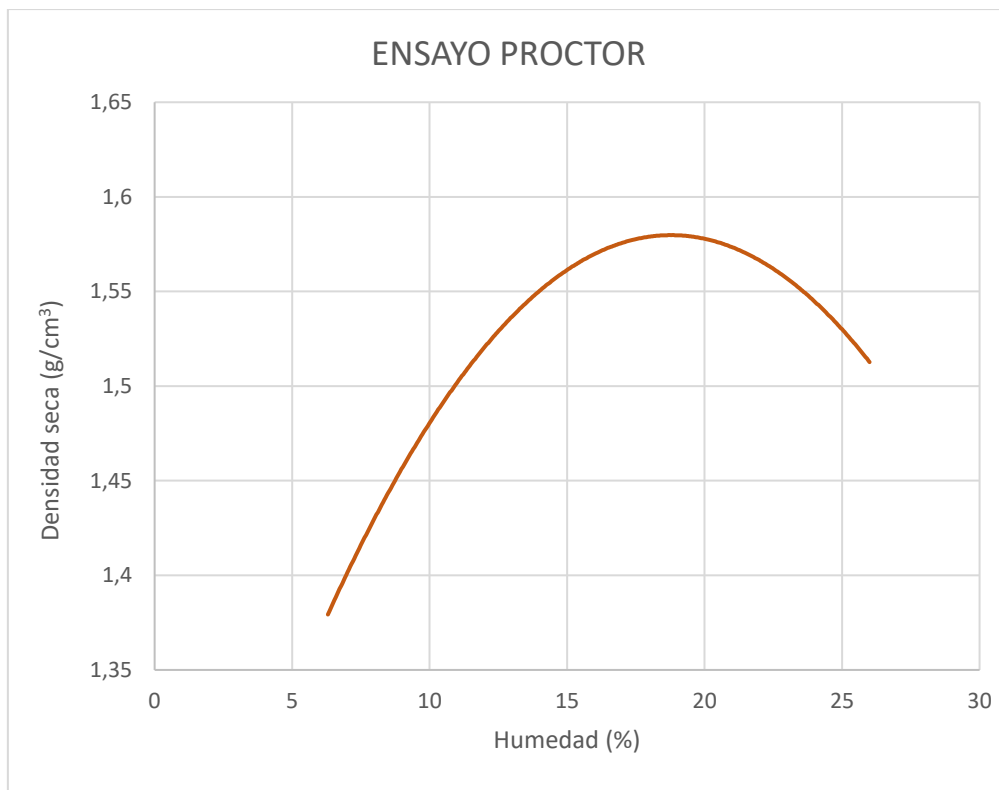


Figura 3. 4

Densidad máxima	1,59 g/cm ³
Humedad óptima	19,8 %

Tabla 3. 14

- LIMITES DE ATTENBERG (UNE 103103:1994-103104:1993)

Límite líquido	52,0
Límite plástico	43,2
Índice de plasticidad	8,8

Tabla 3. 15

- HINCHAMIENTO LIBRE EN EDÓMETRO (UNE 103601:1996)

Energía de compactación	100% Proctor normal
Humedad inicial (%)	20
Humedad final (%)	34,8
Densidad seca (g/cm ³)	1,57
Hinchamiento (%)	2,23

Tabla 3. 16

- CBR (UNE 103502:1995)

Retenido Tamiz 20 UNE	0,0 %
Sobrecarga (Incluyendo base ranurada)	5500 g
Energía de compactación	Proctor normal

	100 %	50 %	25 %
Dens. seca (g/cm ³)	1,59	1,52	1,42
Humedad (%)	19,8	19,8	19,8
Adsorción (%)	13,05	14,81	18,80
Hinchamiento (%)	4,29	4,22	4,08
Índice CBR	2,36	1,68	1,01

Tabla 3. 17

*Incluyendo base ranurada

Índice CBR 95 % Próctor normal	1,61
Índice CBR 100 % Próctor normal	2,36

Tabla 3. 18

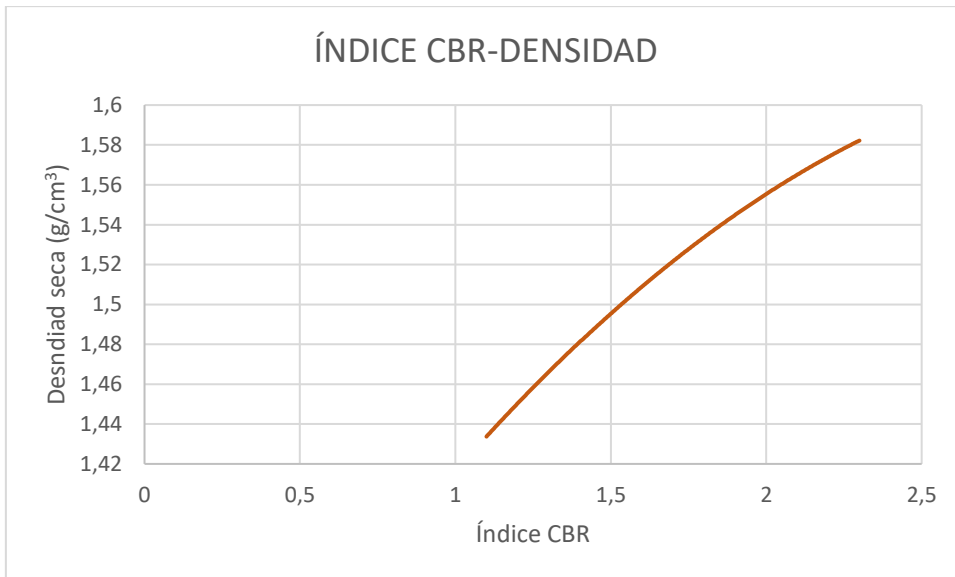


Figura 3. 5

- CONTENIDO EN SULFATOS (UNE 103201:96)

Contenido en Sulfatos	< 0,1 %
-----------------------	---------

Tabla 3. 19

- CONTENIDO EN MATERIA ORGÁNICA (UNE 103204:1993-103204:1993 ERRATUM)

Contenido en M.O.	0,14%
-------------------	-------

Tabla 3. 20

- CONTENIDO EN CARBONATOS (UNE 103200:93)

CONTENIDO EN CARBONATOS	32,5 % CaCO ₃
-------------------------	--------------------------

Tabla 3. 21

- GRANULOMETRÍA (UNE 103101:1995)

TAMIZ (mm)	% QUE PASA
80	100
63	100
50	100
40	100
20	100
10	100
5	100
2	100
0,4	99,7
0,2	97,3

Tabla 3. 22

- CLASIFICACIÓN DEL SUELO

Clasificación española PG-3	Tolerable
-----------------------------	-----------

Clasificación ATSM	Limos orgánicos y arcillas limosas. CL
Clasificación AASHTO (Índice de grupo)	A-5

Tabla 3. 23

97,3% arcilla de alta plasticidad y 2,7 % de arena

3.2.4.3. Muestra 3

Cota: -1,90 m

- PROCTOR (UNE 103500:1994)

Punto	Densidad seca	Humedad
1	1,55	10,3
2	1,63	15,8
3	1,64	21,7
4	1,49	27,5

Tabla 3. 24

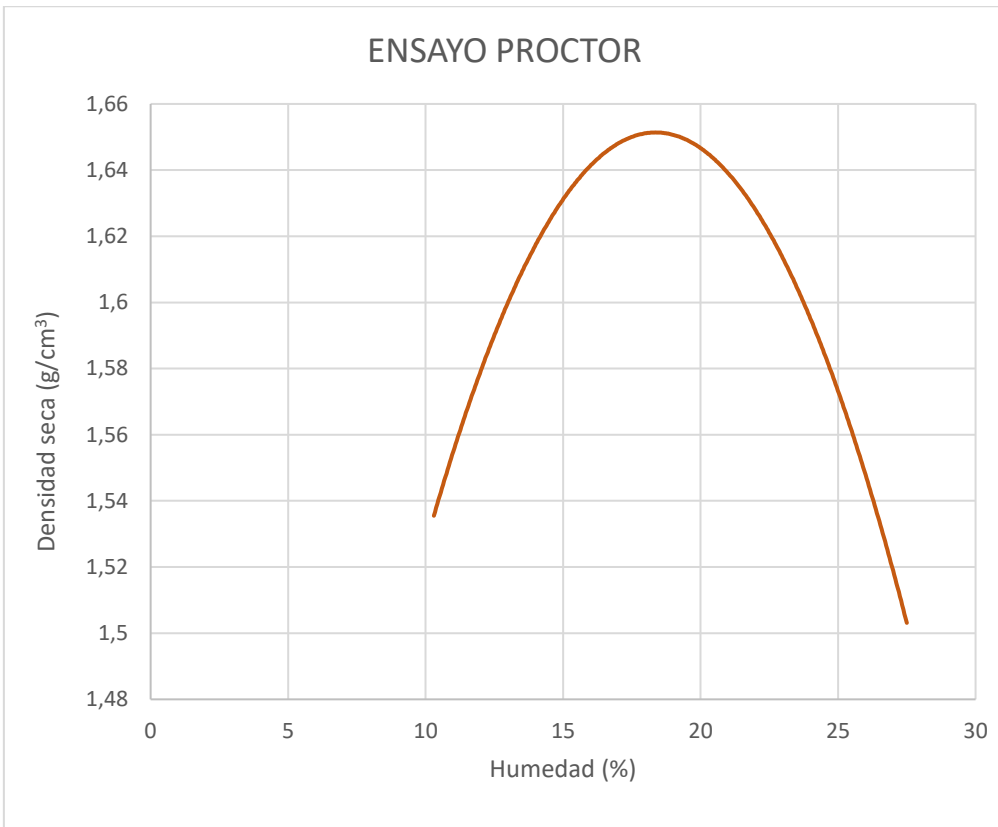


Figura 3. 6

Densidad máxima	1,65 g/cm ³
Humedad óptima	19,4 %

Tabla 3. 25

- LIMITES DE ATTENBERG (UNE 103103:1994-103104:1993)

Límite líquido	49,6
Límite plástico	41,9

Índice de plasticidad	9,7
-----------------------	-----

Tabla 3. 26

– HINCHAMIENTO LIBRE EN EDÓMETRO (UNE 103601:1996)

Energía de compactación	100% Proctor normal
Humedad inicial (%)	19,8
Humedad final (%)	28,3
Densidad seca (g/cm ³)	1,64
Hinchamiento (%)	2,40

Tabla 3. 27

– CBR (UNE 103502:1995)

Retenido Tamiz 20 UNE	0,0 %
Sobrecarga (Incluyendo base ranurada)	5500 g
Energía de compactación	Proctor normal

	100 %	50 %	25 %
Dens. seca (g/cm ³)	1,65	1,54	1,43
Humedad (%)	19,4	19,4	19,4
Adsorción (%)	11,33	14,58	15,84
Hinchamiento (%)	4,70	4,18	3,91
Índice CBR	2,14	1,89	1,66

Tabla 3. 28

Índice CBR 95 % Próctor normal	1,94
Índice CBR 100 % Próctor normal	2,14

Tabla 3. 29

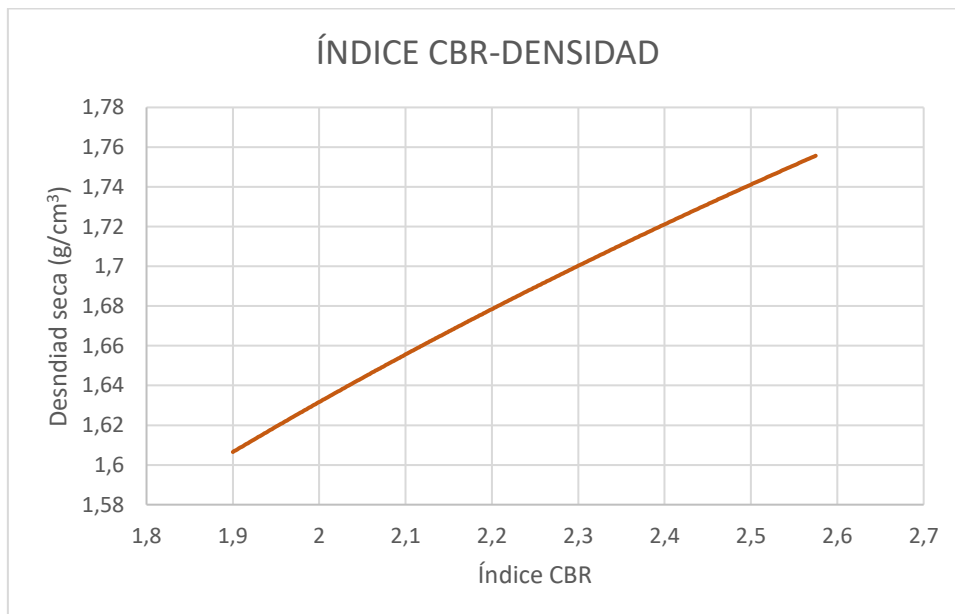


Figura 3. 7

– CONTENIDO EN SULFATOS (UNE 103201:96)

Contenido en Sulfatos	<0,01 %
-----------------------	---------

Tabla 3. 30

- CONTENIDO EN MATERIA ORGÁNICA (UNE 103204:1993-103204:1993 ERRATUM)

Contenido en M.O.	0,55%
-------------------	-------

Tabla 3. 31

- CONTENIDO EN CARBONATOS (UNE 103200:93)

CONTENIDO EN CARBONATOS	38,3 % CaCO ₃
-------------------------	--------------------------

Tabla 3. 32

- GRANULOMETRÍA (UNE 103101:1995)

TAMIZ (mm)	% QUE PASA
80	100
63	100
50	100
40	100
20	100
10	100
5	100
2	99,9
0,4	99,3
0,2	94,9

Tabla 3. 33

- CLASIFICACIÓN DEL SUELO

Clasificación española PG-3	Tolerable
Clasificación ATSM	Limos orgánicos y arcillas limosas. CL
Clasificación AASHTO (Índice de grupo)	A-5

Tabla 3. 34

94,9% de arcilla y 5,1 % de arena.

3.3. PROCEDENCIA DE MATERIALES

3.3.1 Introducción

El objeto de este apartado es definir la mejor ubicación de los materiales necesarios para ejecutar la solución proyectada, teniendo en cuenta las características, la calidad, la cantidad necesaria y la distancia a la obra.

3.3.2. Materiales necesarios para la ejecución de la obra

Los materiales precisos para la formación de las unidades de obra son los siguientes:

- Materiales para la formación de rellenos: núcleo y cimientos.
- Materiales para la formación de la explanada o cimiento del firme.

- Zahorras naturales.
- Zahorras artificiales.
- Zahorras para gravas.
- Áridos suelo-cemento.
- Áridos gruesos y finos para hormigón vibrado, magro y/o compactado, etc.
- Mezclas bituminosas para base y/o capa de rodadura.

En el anejo 8 Movimiento de Tierras, aparece especificado los m³ que se necesitarán de cada material.

3.3.3. Empresas

La siguiente figura muestra la localización en un mapa, de una relación de diversas empresas de la zona cercana a las obras donde poder obtener los materiales necesarios para la ejecución de las obras



Figura 3. 8. Empresas donde obtener los materiales necesarios para la obra

El número que aparece en el plano se corresponde con la tabla siguiente donde además del nombre de la empresa la tabla presenta características de las mismas como la localidad, dirección y una pequeña descripción de su actividad.

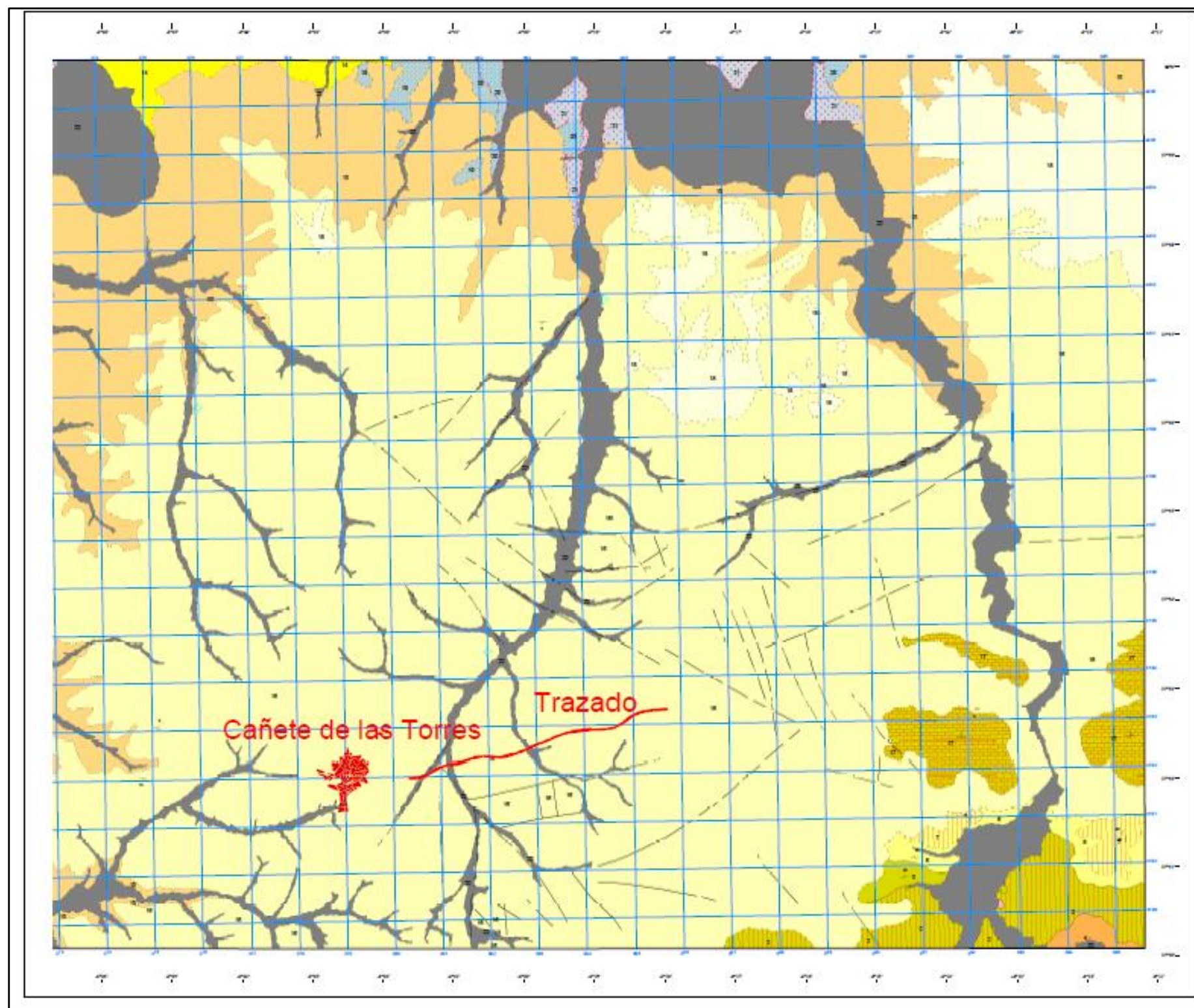
Nº	EMPRESA	LOCALIDAD	DIRECCIÓN	DESCRIPCIÓN
1	Áridos El Cañuelo Bajo S.L.	Córdoba	Pol. Industrial La Torrecilla S/N	Extracción y distribución de gravas y áridos
2	Áridos y Hormigones Carbonell S.L.	Córdoba	Camino de Carbonell S/N, 14010	Fabricación de hormigón fresco
3	Hormigones Prebesur S.A.	Córdoba	Pol. Industrial Las Quemadas S/N, 14014	Fabricación y distribución de hormigón preparado y de mortero
4	Áridos y Hormigones El Castillo, S.A.	Alcolea	Dehesilla del León S/n - 14610	Fabricación, lavado, clasificación y trituración de áridos, para la fabricación de hormigones hidráulicos y mezclas bituminosas
5	Santiago Carmona S.A.	Alcolea	C/ta Madrid, S/N, 14610	Explotación y extracción de áridos, tanto de canteras naturales como artificiales.
6	Hormigones El Carpio S.L.	El Carpio	C/ta. Madrid Cádiz Km 372 14620	Producción y comercio de hormigones
7	Hermanos Chafino Lopez S.L.	Bujalance	Polígono Industrial Cerro de la Virgen, 37, 14650	Fabricación de hormigón y transporte y bombeo del mismo para obras. Transporte de áridos.
8	Hormialia 2007 S.L.	Baena	C/ Los Llanos 7 14850	Fabricación, transporte y bombeo de hormigón y mortero, así como al tratamiento y la clasificación de áridos.
9	Áridos Dehesa del Álamo S.L.	Las Casillas (Martos)	Avenida Jaén Km 0077,0, 23614	Explotación de canteras y el triturado de <u>áridos de</u> naturaleza caliza
10	Áridos Santo Nicasio (ARISAN) S.L.	Martos	C/ta. A-316 km 77	Gravas y arenas. Zahorra natural y artificial Suelo seleccionado. Mezclas bituminosas en caliente. Escolleras
11	Hormigones Cañada de la Fuente S.L.	Martos	C/Fresadores P.I. Cañada de la Fuente S/N, 23600	Fabricación y venta de hormigones y morteros. Explotación de canteras y el triturado de áridos
12	JICAR S.A.	Córdoba	Avda. de las Quemadillas, S/N, 14014 Córdoba	Planta de mezclas bituminosas

Tabla 3. 35. Empresas de áridos y hormigones de la zona.

ANEXO 1: PLANOS


FORMACIONES AUTOCTONAS			
CUATERNARIO			22
			21
			20
			19
TERCIARIO	NEOGENO	PLIOCENO	
			18
	MIOCENO	ANDALUCIENSE	
		TORT. SUPERIOR	15
		14	

- 22 Cuarta terraza y aluviones recientes
- 21 Tercera terraza
- 20 Segunda terraza
- 19 Primera terraza
- 18 Conglomerados; arenas; limos rojos y caliches
- 17 Caliza detrítica
- 16 Alternancia de areniscas y margas
- 15 Margas gris-azuladas
- 14 Conglomerados; arenas y calizas (facies de borde)



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	Junio 2017	Carlos José		
COMPROBADO		Zafra		
		Ramírez		
ESCALA:	1: 50000			Nº PLANO A3.1
Proyecto de Construcción. Autovía de Jaén a Córdoba. Tramo: Límite de provincia Jaén-Córdoba-Cañete de las Torres				SUSTITUYE A:
Mapa Geológico				SUSTITUIDO POR:



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	Junio 2017	Carlos José		
COMPROBADO		Zafra Ramírez		
ESCALA:	Proyecto de Construcción. Autovía de Jaén a Córdoba. Tramo: Límite de provincia Jaén-Córdoba-Cañete de las Torres			Nº PLANO
1: 250000	Procedencia de materiales			A3.2
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

ANEJO 4: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

4. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

4.1. Introducción	3
4.2. Descripción y aspectos generales	3
4.3. Alternativas de trazado	4
4.3.1. Alternativa 1	4
4.3.2. Alternativa 2	5
4.3.3. Alternativa 3	7
4.4. Evaluación de las alternativas	8
4.4.1. Evaluación de alternativas según factores	8
4.4.2. Matriz de decisión	11
4.4.2.1. Conceptos teóricos	12
4.4.2.2. Aplicación del método	18
4.5. Conclusión	26

ANEXO 1: PLANOS

4. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

4.1. INTRODUCCIÓN

Los habitantes de las provincias de Córdoba y Jaén han reclamado en los últimos años una conexión vial mediante autovía entre las dos capitales de provincia. En estos momentos para realizar este trayecto en autovía desde Jaén debemos desplazarnos al norte por la A-44 y enlazar desde Bailén con la A-4 hasta llegar a la capital cordobesa.

El tramo que se diseña en este proyecto se engloba dentro de las construcción de la infraestructura que satisface esta necesidad. El tramo en cuestión se encuentra entre la localidad jiennense de Porcuna y la localidad cordobesa de Cañete de las Torres, aunque como ya se explicó en la memoria el proyecto por cuestión de organización de la denominación de cada uno de los tramos se titula “Proyecto de Construcción. Autovía de Jaén a Córdoba. Tramo: Límite de Provincia Jaén-Cordoba – Cañete de las Torres”.

4.2. DESCRIPCIÓN Y ASPECTOS GENERALES

Porcuna consta de una población de 6.532 habitantes y Cañete de las Torres 3.033, en el ámbito del proyecto no existe además ningún núcleo secundario de ninguna de los municipios.

La zona de proyecto presenta una orografía que se caracteriza por ser terrenos ondulados con oscilaciones en la cota no muy elevadas, teniendo como cotas mas bajas en torno a los 250 metros en la zona cercana al inicio del tramo, y las más altas en torno a los 420 metros en zonas próximas al núcleo urbano de Cañete de las Torres.

En cuanto a la hidrografía existen diversos cauces en la zona de proyecto como son principalmente el arroyo del Tazonar, el arroyo Salado de Porcuna, arroyo de San Pantaleón, arroyo de la Carrasquilla y de menos importancia como arroyo del Beteta, arroyo de los Alamillos, arroyo del Guindo, arroyo de la Teja, arroyo de la Tejera, arroyo de los Leones, arroyo del Pozo de los Leones, arroyo del Saladillo.

Aparecen también numerosos restos arqueológicos que se han localizado y considerado para el diseño de los distintos trazados. Estos yacimientos que van desde el Paleolítico hasta la Edad Media se explicarán de una manera más detallada en el inventario ambiental dentro del anejo de Impacto Ambiental.

Para el diseño y trazado de las alternativas se ha fijado un ensamblaje que no se corresponderá con el finalmente utilizado en el proyecto para la alternativa seleccionada que dependerá de las conclusiones extraídas del anejo de geología y geotecnia. Se ha fijado además como 3:2 la inclinación de los taludes.

En este Estudio de Alternativas se valorará la idoneidad de las 3 propuestas para la

construcción de esta conexión vial atendiendo a motivos económicos, ambientales, sociales y de construcción.

En primer lugar, se explicará las principales características de cada una de las alternativas a comparar ordenándolas desde el sur al norte exponiendo la incidencia de cada una de ellas en diversos factores que se expondrán a continuación.

4.3. ALTERNATIVAS DE TRAZADO

4.3.1. Alternativa 1

El diseño del trazado de la alternativa 1 se ha regido según lo establecido en la Norma 3.1-IC. La planta y perfil longitudinal de esta alternativa se representan en las siguientes figuras:



Figura 4. 1. Trazado en planta de Alternativa 1

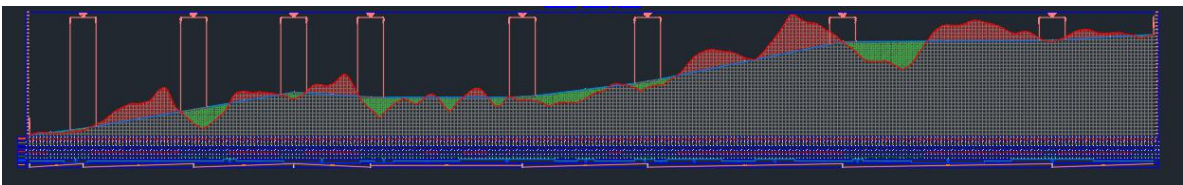


Figura 4. 2. Perfil longitudinal de Alternativa 1

Longitud de trazado

6510,92 metros

Movimiento de tierras

Terraplén 526.833,39 m³

Desmorte 1.786.550,84 m³

Pendientes

Pendiente (%)	Longitud (m)	Porcentaje del trazado
(0 - 1,5)	4161,46	63,91 %
(1,5 - 3)	2349.57	36,09 %
(3 - 4)	0	0 %

Tabla 4. 1

Pendiente máxima tramo de 1129,47 m de 2,04 %

4.3.2. Alternativa 2

El diseño del trazado de la alternativa 2 se ha regido según lo establecido en la Norma 3.1-IC. La planta y perfil longitudinal de esta alternativa se representan en las siguientes figuras:



Figura 4. 3. Trazado en planta de Alternativa 2

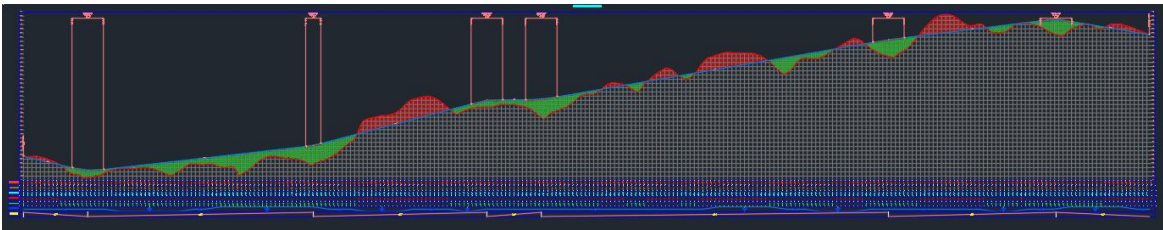


Figura 4. 4. Perfil longitudinal de Alternativa 2

Longitud de trazado

5370,98 metros

Movimiento de tierras

Terraplén 450.576,64 m³

Desmorte 586.964,81 m³

Pendientes

Pendiente (%)	Longitud (m)	Porcentaje del trazado
(0 - 1,5)	2135,91	39,77 %
(1,5 - 3)	3235,07	60,23%
(3 - 4)	0	0 %

Tabla 4. 2

Pendiente máxima tramo de 828,11 m de 2,62 %

4.3.3. Alternativa 3

El diseño del trazado de la alternativa 3 se ha regido según lo establecido en la Norma 3.1-IC. La planta y perfil longitudinal de esta alternativa se representan en las siguientes figuras:



Figura 4. 5. Trazado en planta de Alternativa 3

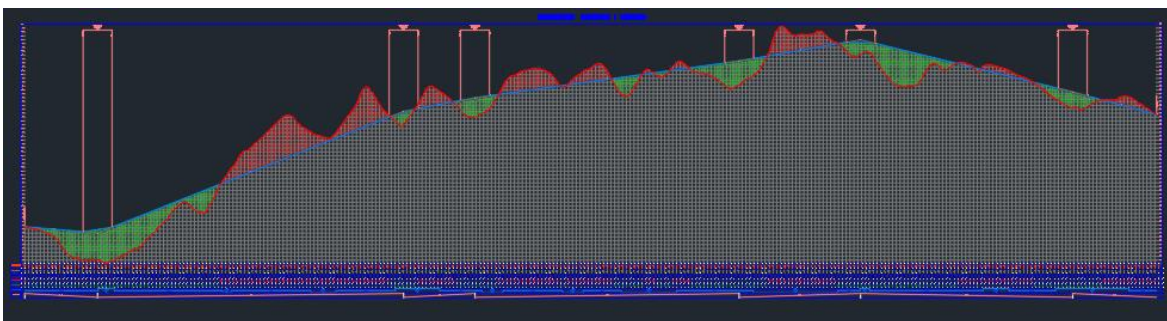


Figura 4. 6. Perfil longitudinal de Alternativa 3

Longitud de trazado

5.870,05 m

Movimiento de tierras

Terraplén 1.100.432,38 m³

Desmonte 1.543.615,56 m³

Pendientes

Pendiente (%)	Longitud (m)	Porcentaje del trazado
(0 - 1,5)	1747,5	29,77 %
(1,5 - 3)	2535,05	43,19%
(3 - 4)	1587,50	27,04 %

Tabla 4. 3

Pendiente máxima: tramo de 1587,50 m de 3,97 %.

4.4. EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

En este apartado se valorará cada una de las alternativas atendiendo a diversos factores. Esta evaluación servirá más adelante para elaborar una matriz de decisión que indique que cual de las alternativas es la más idónea.

4.4.1. Evaluación de alternativas según factores

Como se indicaba en el apartado 4.2., se valorarán la idoneidad de las 3 alternativas propuestas atendiendo a motivos económicos, ambientales, sociales y de construcción.

Para determinar que indicadores serán los que se evalúen para cada alternativa se ha especificado en aspectos más concretos con el fin de elegir con una mayor certeza la alternativa más adecuada. Así para cada uno de los indicadores, en su valoración global en el proceso de evaluación de alternativas, se ha tenido en cuenta motivos económicos, ambientales, sociales y de construcción que determinan el peso que tiene cada indicador dentro de la matriz de decisión.

– Longitud de trazado

La longitud de trazado supone un gran inconveniente para la alternativa

1 respecto a las otras ya que ésta es de 6510,92 m y supone 600 m más que la alternativa 3 y 1200 m más que la alternativa 2. Una mayor longitud de trazado se traduce en primer lugar en un mayor coste de materiales, mayor de volumen de movimiento de tierras, m² de expropiación, gasto en el tiempo de viaje, etc. En este sentido la alternativa 2 es la más adecuada por ser la que menos longitud de trazado tiene. Por otro lado, al ir en muchos tramos en paralelo con la carretera actual, la incidencia en el entorno es menor ya que existe una infraestructura previa en la zona.

– Movimiento de tierras

Con una gran diferencia la alternativa más idónea en este aspecto es la alternativa 2. El volumen de desmonte es de 586.964,81 m³, la mitad que la alternativa 1 y un tercio de la alternativa 3. Por otro lado, el volumen de terraplén con 450.576,64 m³ es ligeramente inferior al de la alternativa 1 y más de la mitad del de la alternativa 3. Con estos datos se puede afirmar que la alternativa 2 es la más idónea en lo referente al movimiento de tierras lo que supondría un menor coste por horas de trabajo, transporte de material, uso de maquinaria, ect, además de un menor impacto ambiental en la zona de proyecto.

En cuanto al equilibrio entre desmonte y terraplén la alternativa 2 y 3 si se ajustan a ello presentando valores similares entre el volumen de corte y relleno, no así la alternativa 1 donde el desmonte resulta más del doble que el terraplén.

– Pendientes

En cuanto la pendiente se ve en los datos antes expuestos que la alternativa menos adecuada sería la alternativa 3, ya que además de tener la pendiente más alta de las 3 con un 3,97% en un tramo además de cierta longitud (1587,50 m) presenta un 70,23 % del trazado con pendientes superiores al 1,5 %. Las otras dos alternativas están igualadas en este aspecto ya que ninguna presenta inclinaciones superiores al 3% , aunque sería adecuada la alternativa 1 al tener menos pendiente máxima (2,04 frente a 2,62%) y tener mayor número de pendientes menores del 1,5 %.

– Impacto ambiental

En lo referente al impacto ambiental, las 3 alternativas presentan prácticamente la misma incidencia sin destacar ninguna característica que haga que afecte más al entorno, exceptuando claro está que a una mayor longitud de trazado y volumen de movimiento de tierras es evidente que la incidencia es mayor. Con lo cual la según lo anterior dicho sobre estos factores la alternativa que menor impacto ambiental presenta sería la alternativa 2.

Ninguna de las alternativas interfiere en los diversos yacimientos arqueológicos que se encuentran en la zona.

– Impacto social

Las tres alternativas presentan un impacto social parecido sin que haya muchas diferencias entre ellas. La alternativa 2 podría ser más adecuada en este aspecto, por el hecho de que presentar un menor impacto ambiental y tener una longitud de trazado menor que supone un menor tiempo de viaje.

Una mayor superficie expropiación se valorará además negativamente en lo referente al impacto social. A mayor longitud y superficie de los taludes mayor será el número de m² expropiados, con lo cual en este sentido la alternativa 1 es la menos favorable seguida de la 3 y la 2.

– Muros de contención y otras actuaciones en taludes

Se ha fijado 10 m el límite de altura de talud a partir del cual sea necesario proyectar muros u otras soluciones en los taludes.

La alternativa 2 resulta como la más adecuada ya que en ningún punto del trazado presenta taludes mayores de 10 metros estando el máximo en torno a los 9 m.

La alternativa 1 presenta un tramo de 250 m donde se encuentran taludes de altura de 10 a 20 metros. En el resto del trazado existen diversos tramos donde la altura ronda los 10 metros.

La alternativa 3 es la más desfavorable ya que existen varios tramos en los que llega a los 20 metros.

– Afección a la A-306

Las alternativas 2 y 3 son las que resultan más adecuadas ya que no atraviesan la A-306. La alternativa 1 la cruza en dos ocasiones, del P.K. 0+050

al P.K. 0+375 y del P.K. 6+400 al P.K.6+475.

– Pasos inferiores y otras estructuras

La vía pecuaria existente en la zona así como los diversos cauces que se encuentran en la zona serían los elementos del entorno que podrían generar la necesidad de obras estructurales.

La alternativa 1 no atraviesa ninguna vía pecuaria y los cauces que cruza son diversos arroyos que se encuentran en su curso alto y con los que sería suficiente una obra transversal de drenaje.

La alternativa 2 cruza en una ocasión la vía pecuaria y atraviesa el arroyo del Tazonar el cual presenta una cuenca que puede ser susceptible de necesitar obra de mayor envergadura que una ODT.

La alternativa 3 atraviesa como la alternativa 2 pasa el arroyo del Tazonar y en una ocasión la vía pecuaria.

En la siguiente tabla resumen se puede apreciar el orden de idoneidad de cada una de las alternativas para cada uno de los factores.

Factor	Orden de idoneidad
Longitud de trazado	A2 > A3 > A1
Movimiento de tierras	A2 > A2 > A3
Pendientes	A1 > A2 > A3
Impacto ambiental	A2 > A3 > A1
Impacto social	A2 > A3 > A1
Muros y otras actuaciones en taludes	A2 > A1 > A3
Afección a la A-306	A3 > A2 > A1
Pasos inferiores y otras estructuras	A3 > A2 > A1

Tabla 4. 4. Orden de idoneidad de las alternativas por factores

4.4.2. Matriz de decisión

En este apartado se procederá a determinar la matriz de decisión que indique cuál de las tres alternativas es la más adecuada.

4.4.2.1. Conceptos teóricos

El método utilizado para la matriz de decisión será en Método AHP, por sus siglas en inglés Analytic Hierarchy Process, en español Proceso Analítico Jerárquico.

El Método AHP señala una preferencia o prioridad con respecto a cada alternativa de decisión en términos de la medida en la que contribuya a cada criterio. Teniendo la información sobre la importancia relativa y las preferencias, se utiliza el proceso matemático denominado síntesis para resumir la información y para proporcionar una jerarquización de prioridades de las alternativas, en términos de la preferencia global.

En este método se realizan comparaciones pareada. Se utiliza una escala subyacente con valores de 1 a 9 para calificar las preferencias relativas de las alternativas. En la siguiente tabla se presentan las calificaciones numéricas seguidas para evaluarlas:

Escala numérica	Escala verbal	Explicación
1	Igual importancia	Dos actividades contribuyen por igual al objeto
3	Importancia moderada de un elemento sobre otro	La experiencia y el juicio están a favor de un elemento sobre otro
5	Importancia fuerte de un elemento sobre otro	Un elemento es fuertemente favorecido
7	Importancia muy fuerte de un elemento sobre otro	Un elemento es muy dominante
9	Extrema importancia de un elemento sobre otro	Un elemento es favorecido por al menos un orden de magnitud de diferencia
2,4,6,8	Valores intermedios entre los dos juicios adyacentes	Se usan como compromiso entre juicios
<i>Incremento de 0.1</i>	Valores intermedios de incrementos	Utilización para graduación más fina de juicios

Tabla 4. 5. Escala de valores

La matriz de comparaciones que se aplica en este método es una matriz cuadrada que contiene las comparaciones de los criterios frente a cada una de las alternativa propuestas.

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.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & 1 \end{pmatrix} \quad (1)$$

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

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ 1/a_{21} & 1 & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{n1} & 1/a_{n2} & \cdots & 1 \end{pmatrix} \quad (2)$$

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 condijio 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 ha elaborado la matriz de comparaciones pareadas, el siguiente paso es calcular la prioridad de cada uno de los elementos que se comparan. A esta parte del método AHP se la 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:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Criterio 1} \\ \text{Criterio 2} \\ \vdots \\ \text{Criterio } m \end{array} \right. \rightarrow \begin{pmatrix} P'_{11} \\ P'_{21} \\ \vdots \\ P'_{m1} \end{pmatrix} \quad (3)$$

Meta Global

donde:

m : es el número de criterios y P'_{ij} 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:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Alternativa 1} \\ \text{Alternativa 2} \\ \vdots \\ \text{Alternativa } n \end{array} \right. \rightarrow \begin{pmatrix} P_{11} & P_{12} & \cdots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & \cdots & P_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ P_{n1} & P_{n2} & \cdots & P_{nm} \end{pmatrix} \quad (4)$$

Criterio 1 Criterio 2 Criterio m

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.

$$\begin{pmatrix} P_{11} & P_{12} & \cdots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & \cdots & P_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ P_{n1} & P_{n2} & \cdots & P_{nm} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} P'_{1} \\ P'_{2} \\ \vdots \\ P'_{m} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Pg_1 \\ Pg_2 \\ \vdots \\ Pg_n \end{pmatrix} \quad (5)$$

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 mediada 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:

$$N = \begin{pmatrix} w_1 & w_1 & \cdots & w_1 \\ w_2 & w_2 & \cdots & w_2 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n & w_n & \cdots & w_n \end{pmatrix} \quad (6)$$

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:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & w_1/w_2 & \cdots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & 1 & \cdots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \cdots & 1 \end{pmatrix} \quad (7)$$

De la definición dada de A , tenemos:

$$\begin{pmatrix} 1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & 1 & \dots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} n \cdot w_1 \\ n \cdot w_2 \\ \vdots \\ n \cdot w_n \end{pmatrix} = n \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{pmatrix} \quad (8)$$

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

$$A \cdot W = n \cdot W \quad (9)$$

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 de la fila en la matriz normalizada N. haciendo \bar{W} el estimado calculado, se puede mostrar que:

$$A \cdot \bar{W} = n_{\max} \cdot \bar{W} \quad (10)$$

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.

$$RC = \frac{IC}{IA} \quad (11)$$

donde:

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

$$IC = \frac{n_{\max} - n}{n - 1} \quad (12)$$

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

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot \bar{w}_j = n_{\max} \cdot \bar{w}_i \rightarrow i = 1, 2, \dots, n \quad (13)$$

Dado que:

$$\sum_{i=1}^n \bar{w}_i = 1 \quad (14)$$

Obtenemos:

$$\sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^n a_{ij} \bar{w}_i \right) = n_{max} \sum_{i=1}^n \bar{w}_i \quad (15)$$

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 compararan	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	1.40	1.45	1.49

Tabla 4. 6

Algunos autores sugieren la siguiente estimación para el IA:

$$IA = \frac{1.98(n - 2)}{n} \quad (16)$$

Se calcula la razón de consistencia (RC) (o CR, por sus siglas en inglés, *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 desde 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, como hemos comentado previamente en la Ecuación (11):

$$RC = \frac{IC}{IA} \quad (17)$$

siendo:

$RC \leq 0.10$: Consistencia Razonable

$RC > 0.10$: Inconsistencia

Para finalizar, se aplicaría el método *TOPSIS*, el cual es un método para múltiples atributos, que identifica soluciones a partir de un conjunto finito de alternativas. El principio básico es que la alternativa elegida debe tener la distancia más corta a la solución ideal y la distancia más lejana a la solución no ideal. Esta elección se determina por el planteamiento anterior, cuando se compara cada alternativa mediante la razón de consistencia y se elige el valor mayor.

4.4.2.2. Aplicación del método.

Siguiendo el planteamiento teórico expuesto en este apartado se va a utilizar un software que se rige por este proceso para comprobar los resultados. El programa en cuestión se llama “BPMSG AHP Priority Calculator“, es de licencia libre y disponible para utilizarlo online.

En primer lugar, se determina el peso pareado de cada factor respecto a los demás tal y como refleja la siguiente tabla:

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1,00	3,00	7,00	3,00	7,00	5,00	3,00	7,00
2	0,33	1,00	7,00	3,00	7,00	5,00	3,00	7,00
3	0,14	0,14	1,00	0,14	3,00	0,33	0,14	1,00
4	0,33	0,33	7,00	1,00	7,00	5,00	1,00	7,00
5	0,14	0,14	0,33	0,14	1,00	0,14	0,14	0,33
6	0,20	0,20	3,00	0,20	7,00	1,00	0,20	1,00
7	0,33	0,33	0,14	1,00	7,00	5,00	1,00	7,00
8	0,14	0,14	1,00	0,14	3,00	1,00	0,14	1,00

Tabla 4. 7. Peso pareado entre criterios

La relación entre los números y los criterios se establecen en la tabla siguiente:

	Número
Longitud de trazado	1
Movimiento de tierras	2
Pendientes	3
Impacto Ambiental	4
Impacto social	5
Muros de contención	6
Afección a la A-306	7
Pasos inf. y otras estr.	8

Tabla 4. 8. Numeración de los criterios

La importancia que se ha calculado de cada criterio es la que aparece a continuación:

	Longitud de trazado	Movimiento de tierras	Pendientes	Impacto Ambiental
Importancia	0,318	0,239	0,030	0,152

Tabla 4. 9. Importancia de cada criterio (1)

	Impacto social	Muros de contención	Afección a la A-306	Pasos y inferiores y otras estructuras
Importancia	0,019	0,055	0,152	0,034

Tabla 4. 10. Importancia de cada criterio (2)

El software confirma los datos de esta tabla y además nos ofrece el valor de la razón de consistencia que nos indica si es razonable o hay que cambiar el peso de los criterios y el principal valor propio.

Razón de consistencia	8,6 % Razonable
Principal valor propio	8,842

Tabla 4. 11. Razón de consistencia y valor propio

El siguiente paso será determinar la importancia de cada alternativa respecto cada uno de los criterios. Con el software nuevamente comprobaremos la validez de los datos, y obtendremos el valor de la razón de consistencia y principal valor propio.

- **Longitud de trazado**

Longitud de Trazado	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Alternativa 1	1,00	0,20	0,33
Alternativa 2	5,00	1,00	3,00
Alternativa 3	3,00	0,33	1,00
	9,00	1,53	4,33

Tabla 4. 12

Longitud de Trazado	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Importancia
Alternativa 1	0,11	0,13	0,08	0,11
Alternativa 2	0,56	0,65	0,69	0,63
Alternativa 3	0,33	0,22	0,23	0,26

Tabla 4. 13

Razón de consistencia	4 % Razonable
Principal valor propio	3,039

Tabla 4. 14

- **Movimiento de tierras**

Movimiento de Tierras	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Alternativa 1	1,00	0,20	3,00
Alternativa 2	5,00	1,00	7,00
Alternativa 3	0,33	0,14	1,00

6,33	1,34	11,00
------	------	-------

Tabla 4. 15

Movimiento de tierras	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Importancia
Alternativa 1	0,16	0,15	0,27	0,19
Alternativa 2	0,79	0,74	0,64	0,72
Alternativa 3	0,05	0,11	0,09	0,08

Tabla 4. 16

Razón de consistencia	6,8 % Razonable
Principal valor propio	3,065

- **Pendientes**

Pendientes	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Alternativa 1	1,00	3,00	5,00
Alternativa 2	0,33	1,00	3,00
Alternativa 3	0,20	0,33	1,00
	1,53	4,33	9,00

Tabla 4. 17

Pendientes	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Importancia
Alternativa 1	0,65	0,69	0,56	0,63
Alternativa 2	0,22	0,23	0,33	0,26
Alternativa 3	0,13	0,08	0,11	0,11

Tabla 4. 18

Razón de consistencia	4 % Razonable
Principal valor propio	3,039

Tabla 4. 19

- **Impacto ambiental**

Impacto ambiental	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Alternativa 1	1,00	0,33	1,00
Alternativa 2	3,00	1,00	3,00
Alternativa 3	1,00	0,33	1,00
	5,00	1,67	5,00

Tabla 4. 20

Impacto ambiental	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Importancia
Alternativa 1	0,20	0,20	0,20	0,20
Alternativa 2	0,60	0,60	0,60	0,60
Alternativa 3	0,20	0,20	0,20	0,20

Tabla 4. 21

Razón de consistencia	0 % Razonable
Principal valor propio	3

Tabla 4. 22

- **Impacto social**

Impacto social	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Alternativa 1	1,00	0,33	0,50
Alternativa 2	3,00	1,00	2,00
Alternativa 3	2,00	0,50	1,00
	6,00	1,83	3,50

Tabla 4. 23

Impacto social	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Importancia
Alternativa 1	0,17	0,18	0,14	0,16
Alternativa 2	0,50	0,55	0,57	0,54
Alternativa 3	0,33	0,27	0,29	0,30

Tabla 4. 24

Razón de consistencia	1 % Razonable
Principal valor propio	3,009

Tabla 4. 25

- **Muros de contención**

Muros de contención	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Alternativa 1	1,00	0,20	3,00
Alternativa 2	5,00	1,00	7,00
Alternativa 3	0,33	0,14	1,00
	6,33	1,34	11,00

Tabla 4. 26

Muros de contención	Alternativa sur	Alternativa central	Alternativa norte	Importancia
Alternativa 1	0,16	0,15	0,27	0,19
Alternativa 2	0,79	0,74	0,64	0,72
Alternativa 3	0,05	0,11	0,09	0,08

Tabla 4. 27

Razón de consistencia	6,8 % Razonable
Principal valor propio	3,065

Tabla 4. 28

- **Afección a la A-306**

Afección A-306	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Alternativa 1	1,00	0,14	0,14
Alternativa 2	7,00	1,00	1,00
Alternativa 3	7,00	1,00	1,00
	15,00	2,14	2,14

Tabla 4. 29

Afección A-306	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Importancia
Alternativa 1	0,07	0,07	0,07	0,07
Alternativa 2	0,47	0,47	0,47	0,47
Alternativa 3	0,47	0,47	0,47	0,47

Tabla 4. 30

Razón de consistencia	3 % Razonable
Principal valor propio	0

Tabla 4. 31

- **Pasos inferiores y otras infraestructuras**

Pasos inf, otras estr	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Alternativa 1	1,00	7,00	7,00
Alternativa 2	0,14	1,00	1,00
Alternativa 3	0,14	1,00	1,00
	1,29	9,00	9,00

Tabla 4. 32

Pasos inf, otras estr	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Importancia
Alternativa 1	0,78	0,78	0,78	0,78
Alternativa 2	0,11	0,11	0,11	0,11
Alternativa 3	0,11	0,11	0,11	0,11

Tabla 4. 33

Razón de consistencia	3 % Razonable
Principal valor propio	0

Tabla 4. 34

El último paso será determinar los cálculos para ver que alternativa es la más adecuada de las 3 multiplicando el valor de la importancia de cada criterio por cada uno de los valores de cada alternativa relacionado con ese criterio y sumándolos.

	Longitud de trazado	Movimiento de tierras	Pendientes	Impacto Ambiental
Importancia	0,318	0,239	0,030	0,152
Alternativa 1	0,106	0,193	0,633	0,200
Alternativa 2	0,633	0,724	0,260	0,600
Alternativa 3	0,260	0,083	0,106	0,200

Tabla 4. 35

	Impacto social	Muros de contención	Afección a la A-306	Pasos inferiores y otras estructuras
Importancia	0,019	0,055	0,152	0,034
Alternativa 1	0,164	0,193	0,067	0,778
Alternativa 2	0,539	0,724	0,467	0,111
Alternativa 3	0,297	0,083	0,467	0,111

Tabla 4. 36

Alternativa 1	15,7 %
Alternativa 2	61,4 %
Alternativa 3	22,9 %

Tabla 4. 37. Porcentajes de idoneidad de cada alternativa

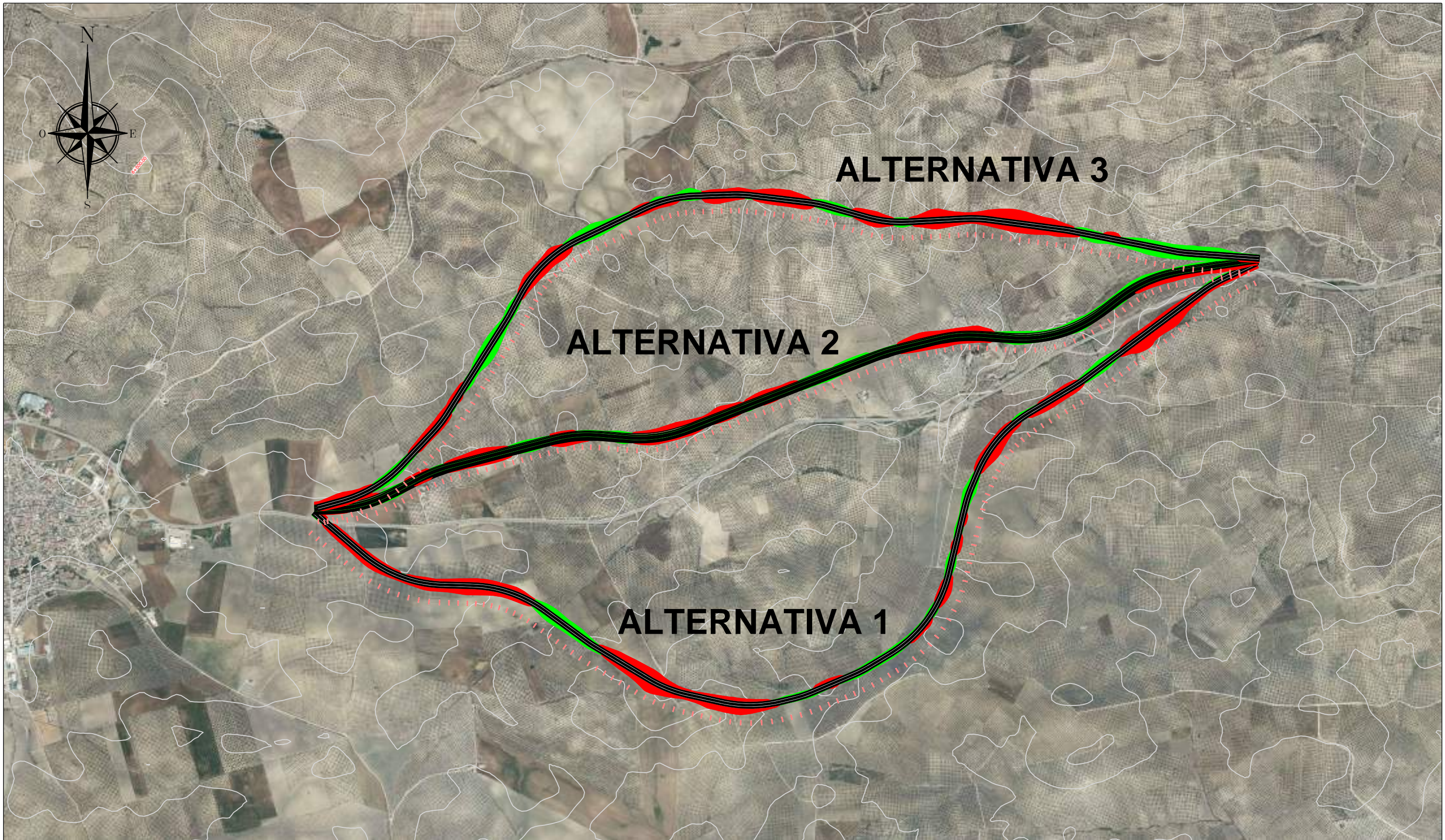
4.5. CONCLUSIÓN

Tras estudiar las características de cada alternativa y aplicar el método de decisión descrito en apartados anteriores se llega a la conclusión de que con un porcentaje del 61,4 % LA ALTERNATIVA 2 ES LA MÁS IDÓNEA de las 3 analizadas en este estudio y por lo tanto la alternativa que se será analizada y dimensionada en el presente proyecto.

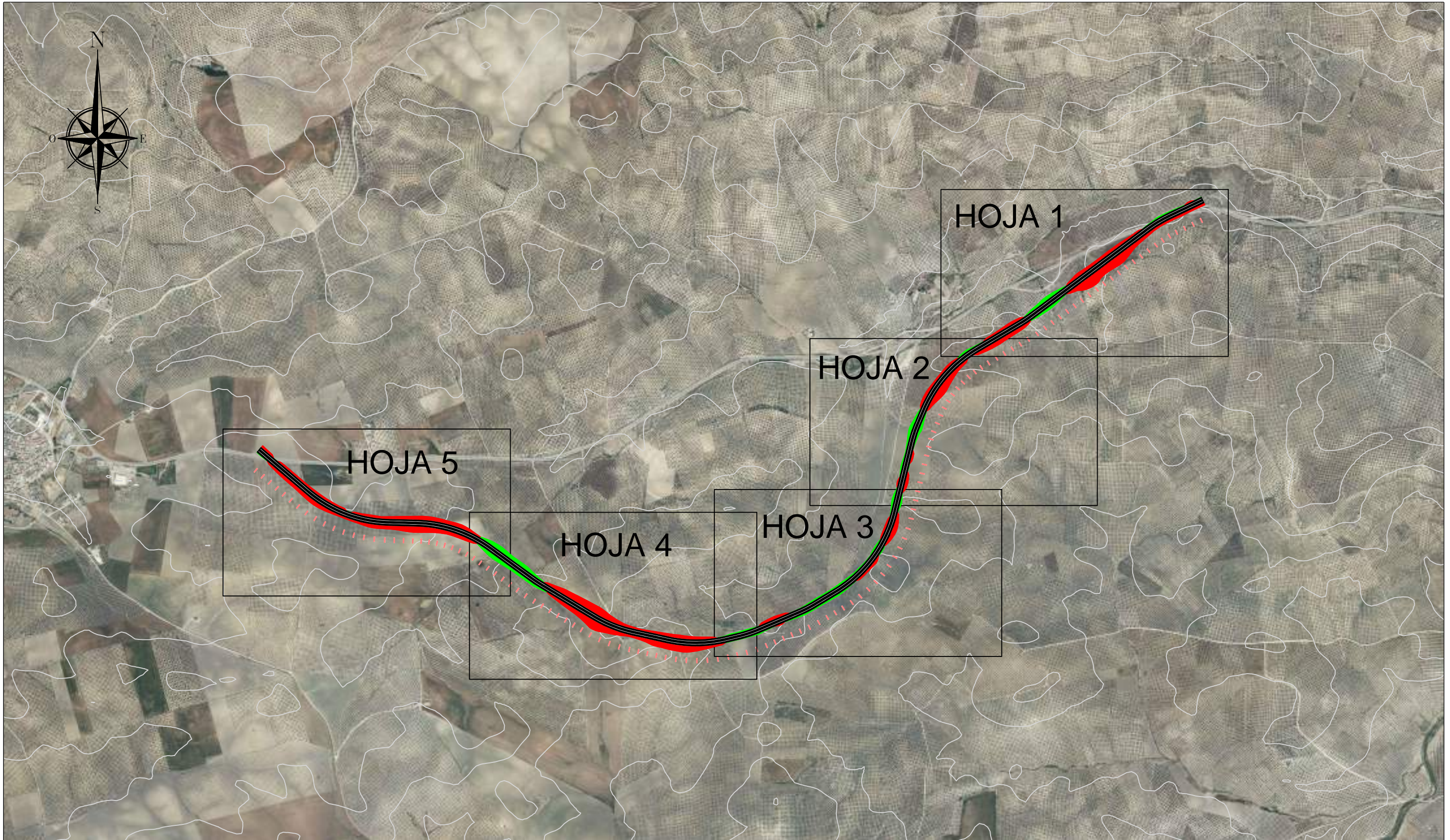
ANEXO 1: PLANOS



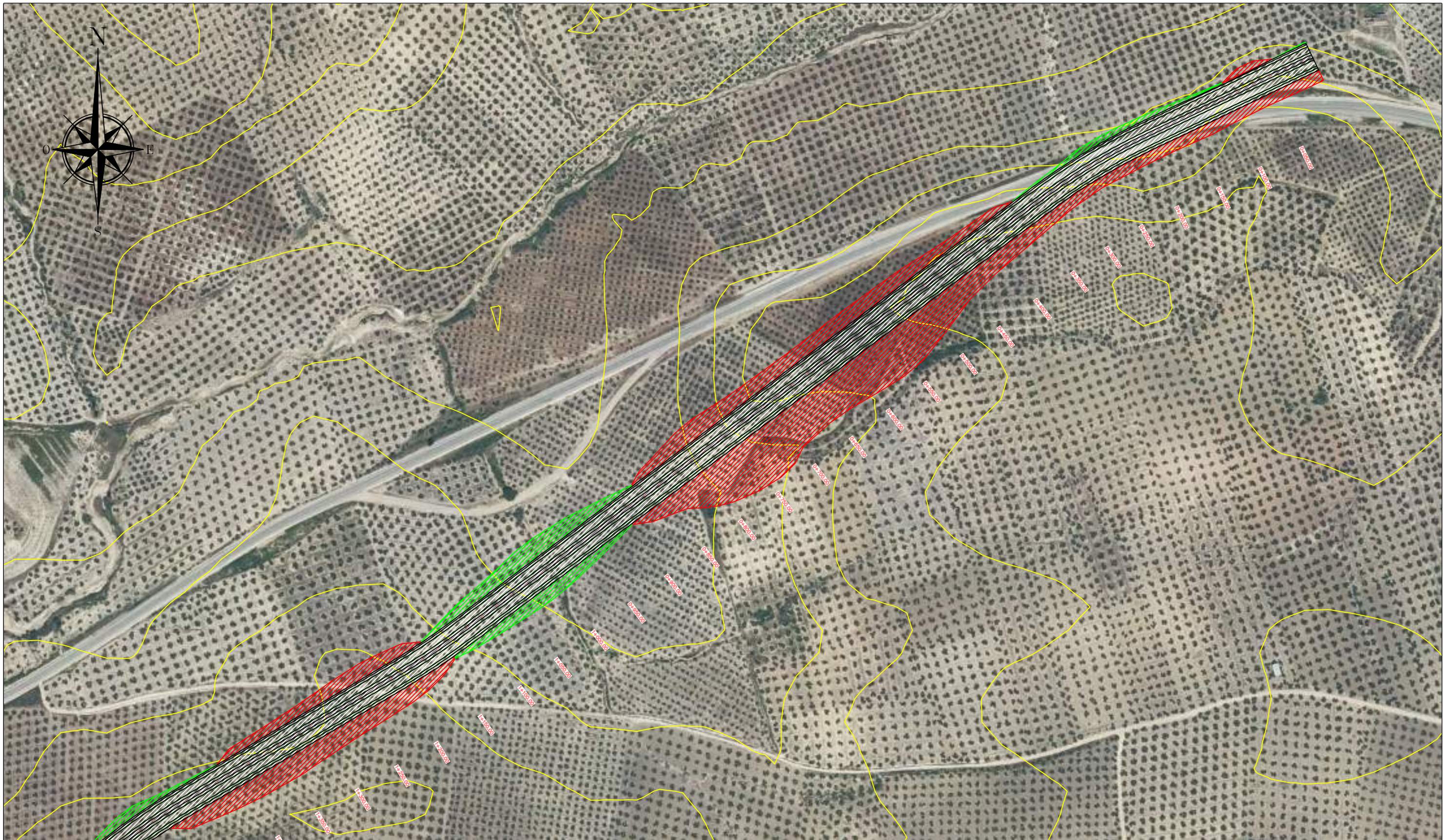
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	Junio 2017	Carlos José		
COMPROBADO		Zafra		
		Ramírez		
ESCALA:	Proyecto de Construcción. Autovía de Jaén a Córdoba. Tramo: Límite de provincia Jaén-Córdoba-Cañete de las Torres			Nº PLANO
1: 250000	Plano de Situación			A4.1
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



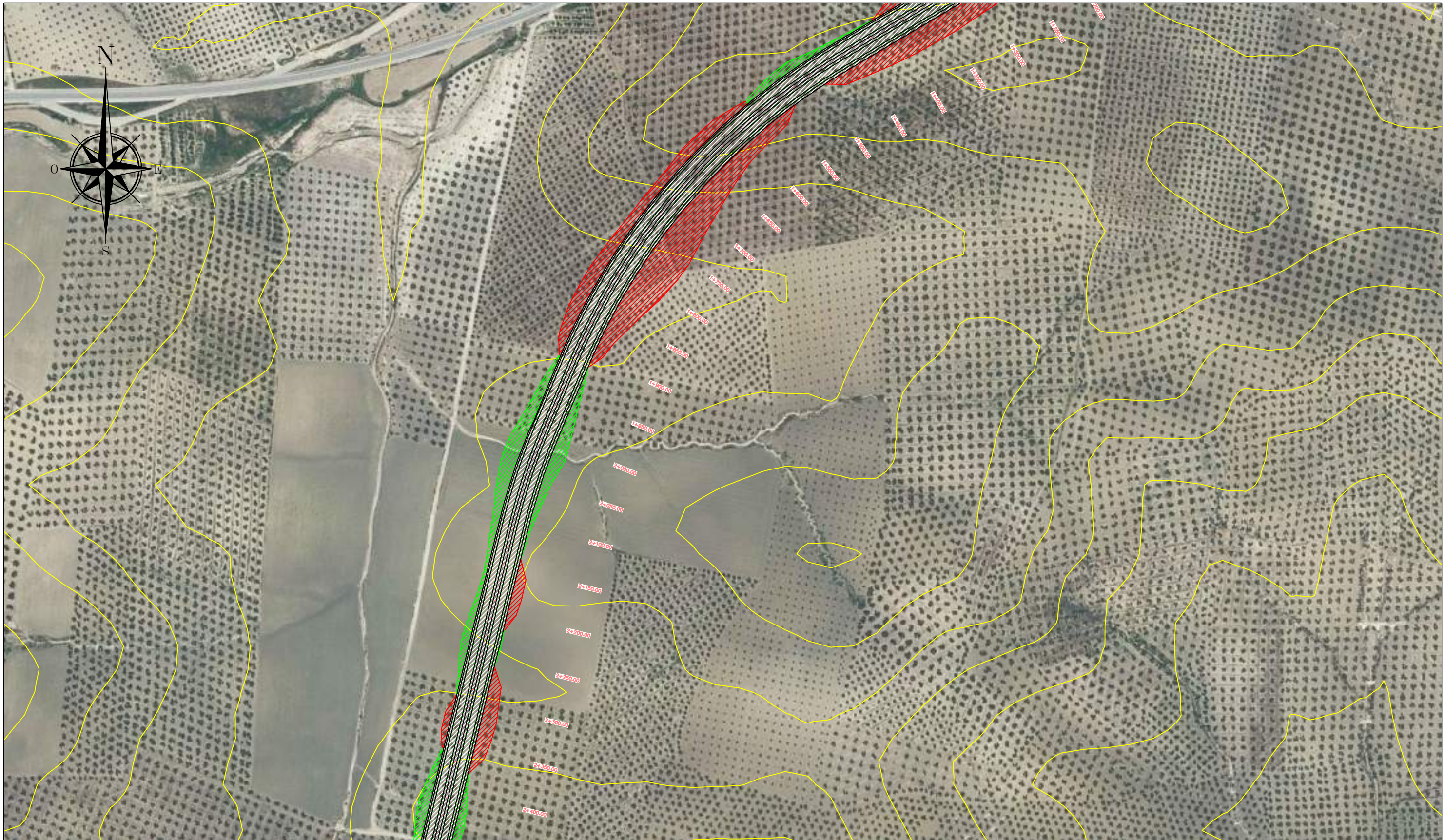
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	Junio 2017	Carlos José		
COMPROBADO		Zafra Ramírez		
ESCALA:	Proyecto de Construcción. Autovía de Jaén a Córdoba. Tramo: Límite de provincia Jaén-Córdoba-Cañete de las Torres			Nº PLANO
1:20000	Alternativas de Trazado Trazado en Planta			A4.2.1
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



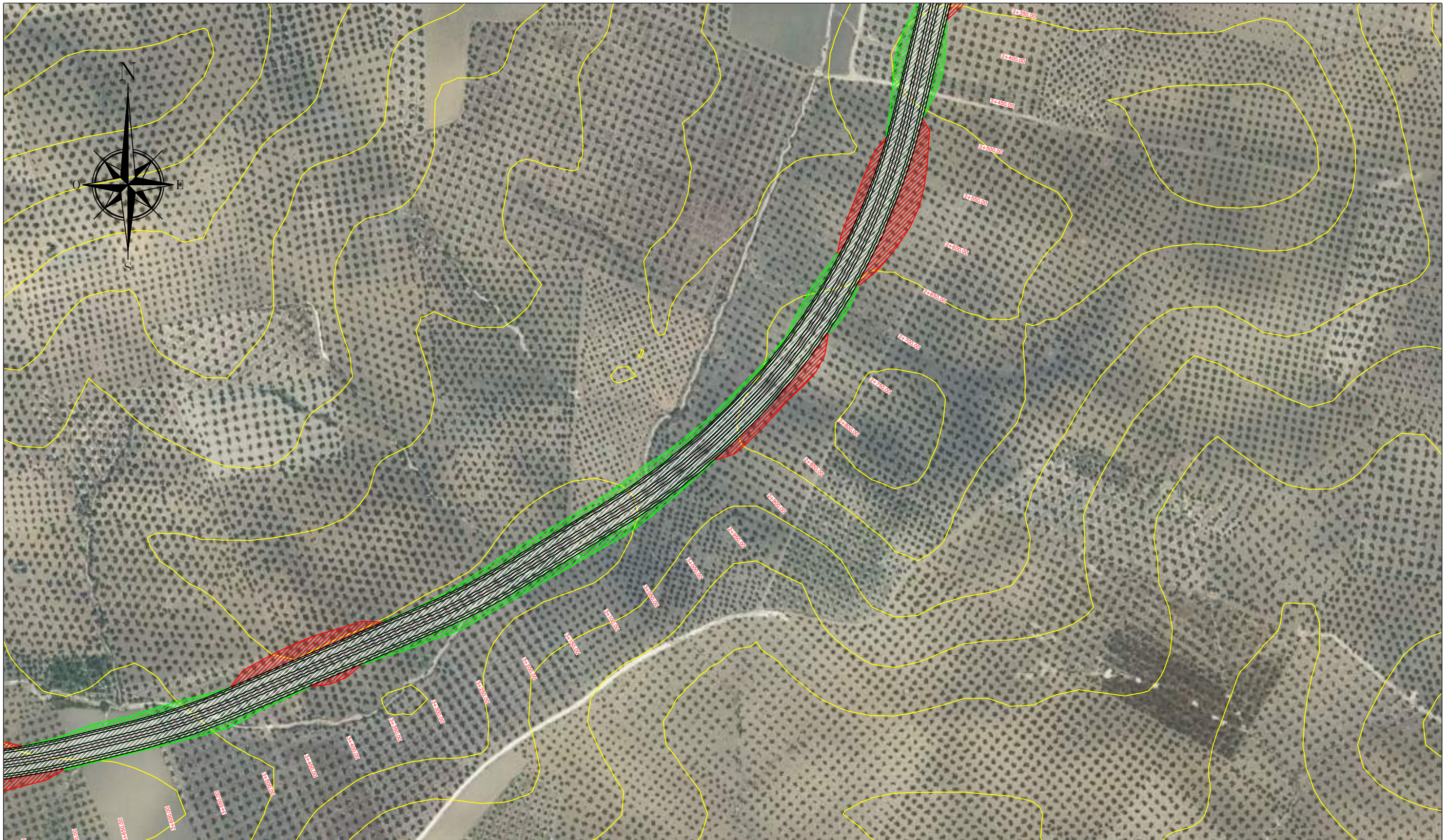
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	Junio 2017	Carlos José		
COMPROBADO		Zafra Ramírez		
ESCALA:	Proyecto de Construcción. Autovía de Jaén a Córdoba. Tramo: Límite de provincia Jaén-Córdoba-Cañete de las Torres Alternativa 1. Trazado en Planta			Nº PLANO A4.2.2
1:20000				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



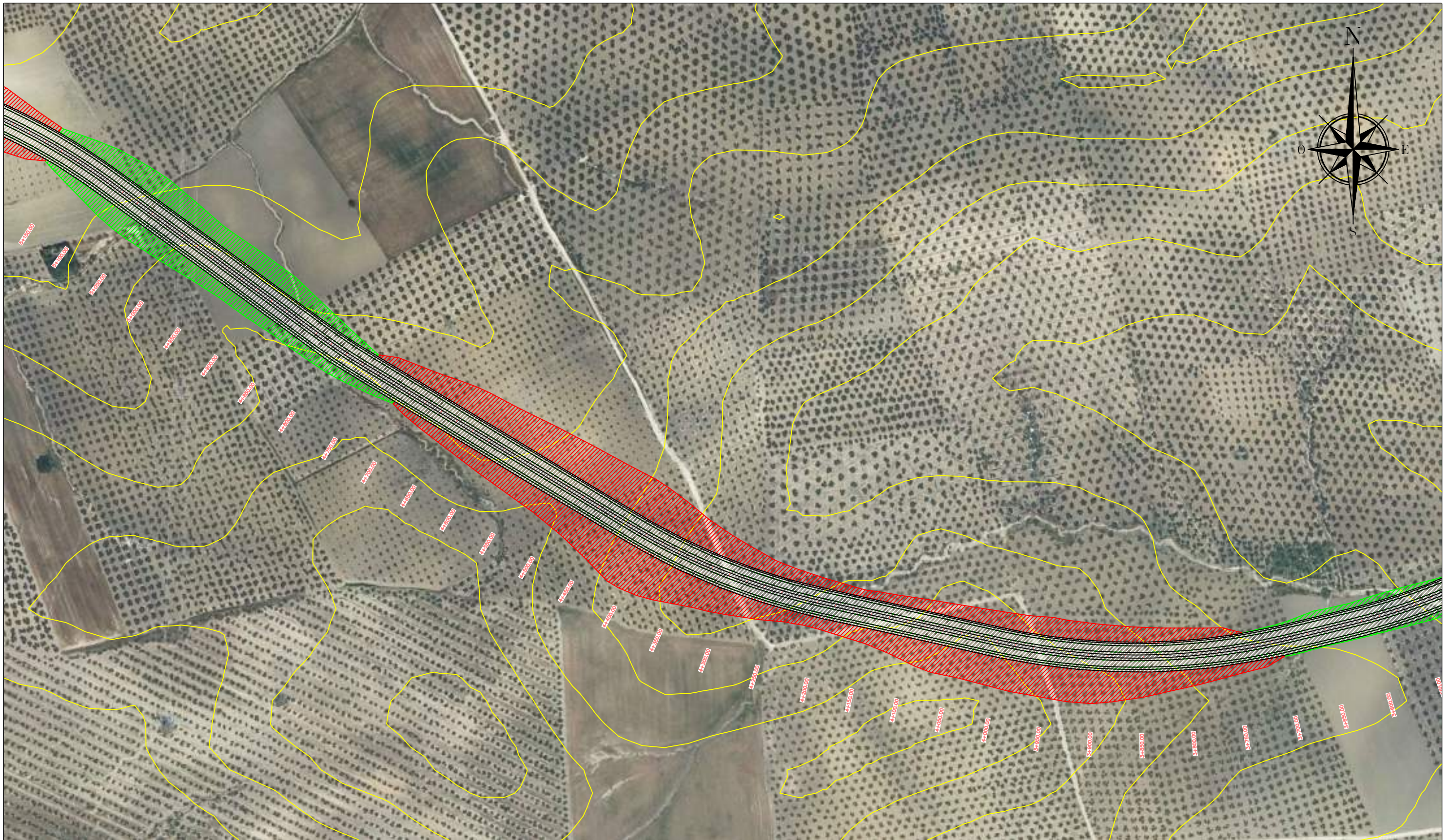
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	Junio 2017	Carlos José		
COMPROBADO		Zafra		
		Ramírez		
ESCALA:	Proyecto de Construcción. Autovía de Jaén a Córdoba. Tramo: Límite de provincia Jaén-Córdoba-Cañete de las Torres			Nº PLANO
1:4000	Alternativa 1. Trazado en Planta 1			A4.2.3
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	Junio 2017	Carlos José		
COMPROBADO		Zafra		
		Ramírez		
ESCALA:	Proyecto de Construcción. Autovía de Jaén a Córdoba. Tramo: Límite de provincia Jaén-Córdoba-Cañete de las Torres			N° PLANO
1:4000	Alternativa 1. Trazado en Planta 2			A4.2.4
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:




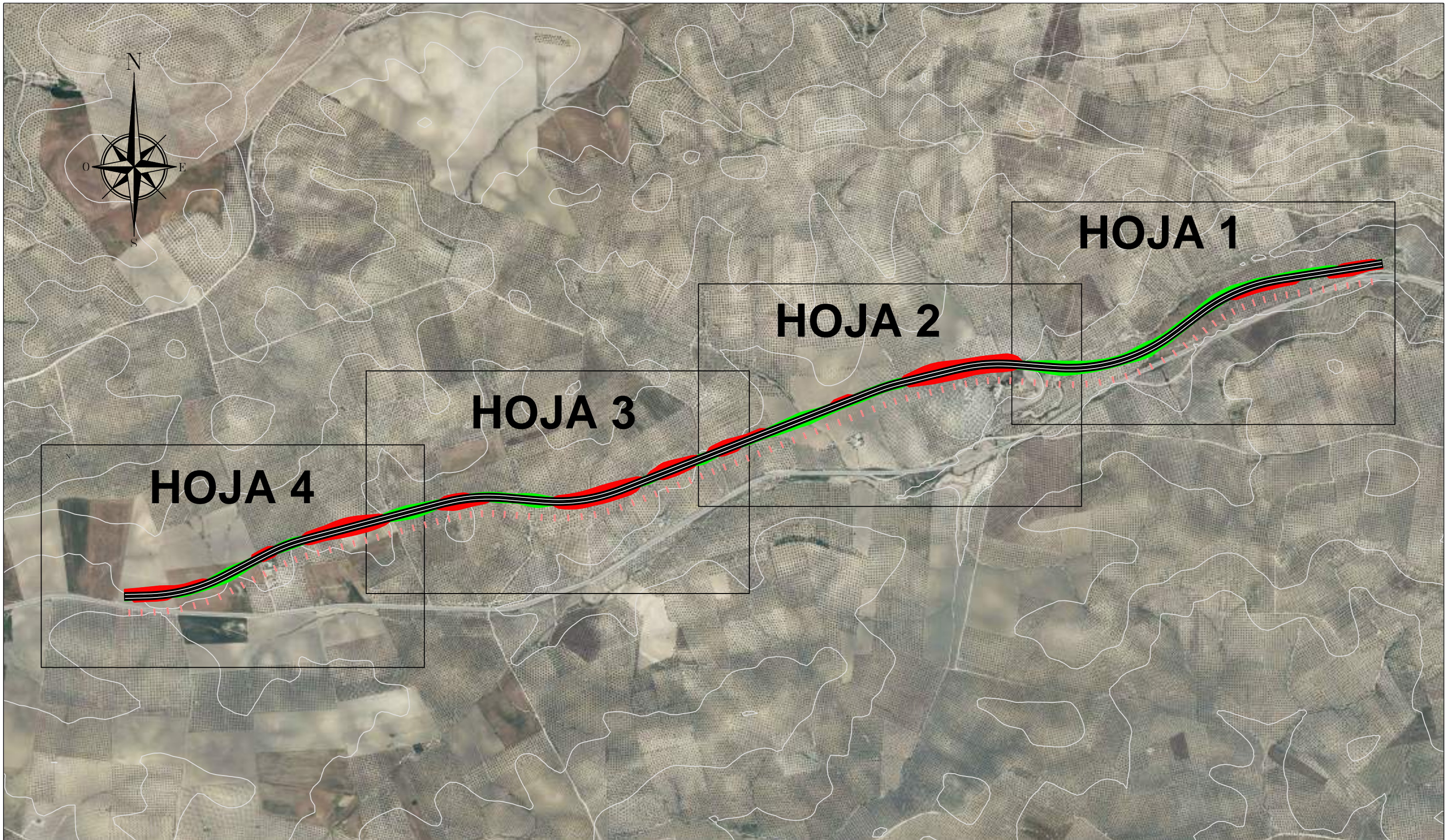
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	Junio 2017	Carlos José		
COMPROBADO		Zafra		
		Ramírez		
ESCALA:	Proyecto de Construcción. Autovía de Jaén a Córdoba. Tramo: Límite de provincia Jaén-Córdoba-Cañete de las Torres			Nº PLANO
1: 4000	Alternativa 1. Trazado en Planta 3			A4.2.5
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	Junio 2017	Carlos José		
COMPROBADO		Zafra		
		Ramírez		
ESCALA:	Proyecto de Construcción. Autovía de Jaén a Córdoba. Tramo: Límite de provincia Jaén-Córdoba-Cañete de las Torres			Nº PLANO
1: 4000	Alternativa 1. Trazado en Planta 4			A4.2.6
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	Junio 2017	Carlos José		
COMPROBADO		Zafra Ramírez		
ESCALA:	Proyecto de Construcción. Autovía de Jaén a Córdoba. Tramo: Límite de provincia Jaén-Córdoba-Cañete de las Torres			Nº PLANO
1: 4000	Alternativa 1. Trazado en Planta 5			A4.2.7
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



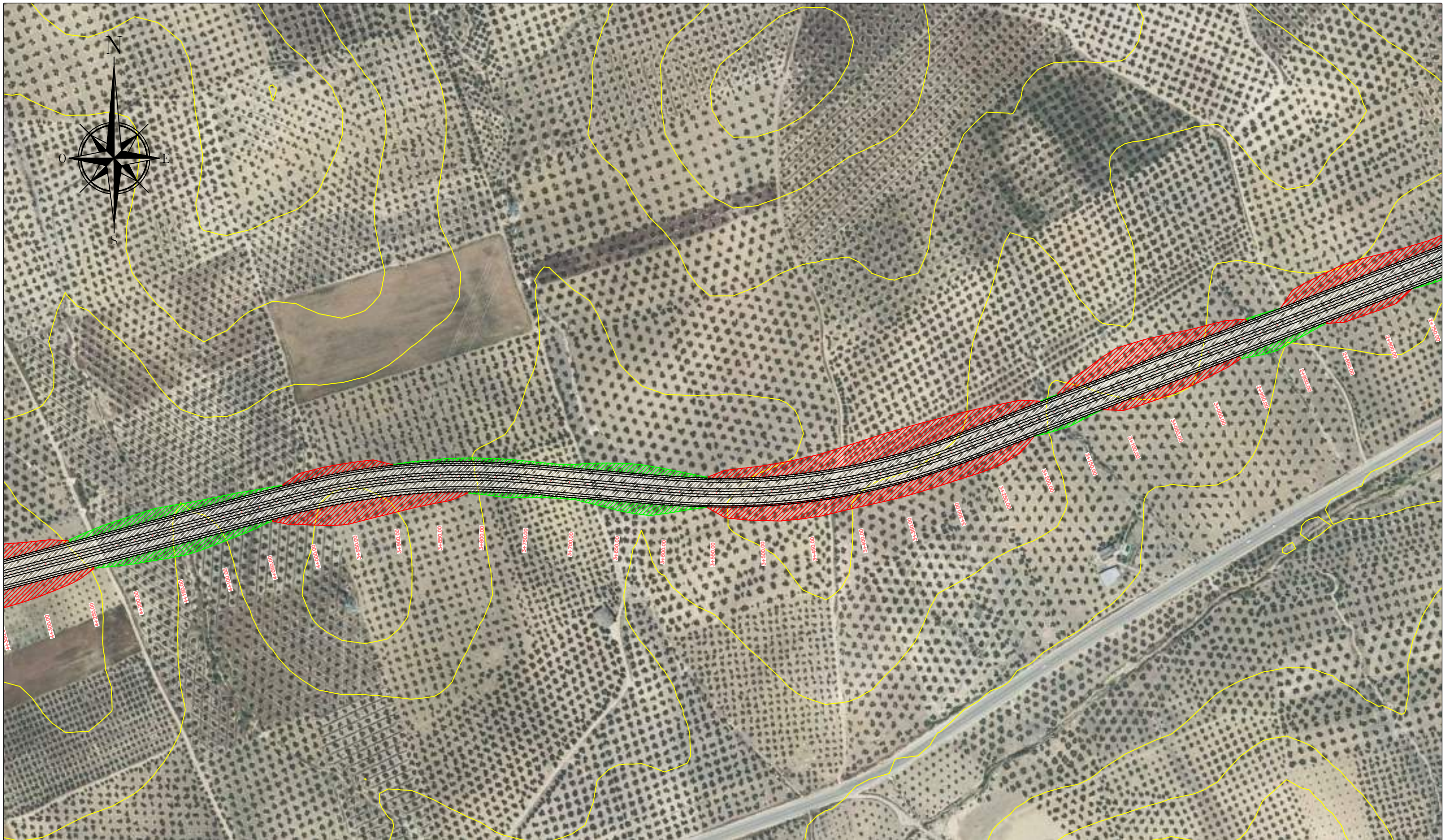
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	Junio 2017	Carlos José		
COMPROBADO		Zafra Ramírez		
ESCALA:	Proyecto de Construcción. Autovía de Jaén a Córdoba. Tramo: Límite de provincia Jaén-Córdoba-Cañete de las Torres Alternativa 2. Trazado en Planta			N° PLANO A4.2.8
1: 4000				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



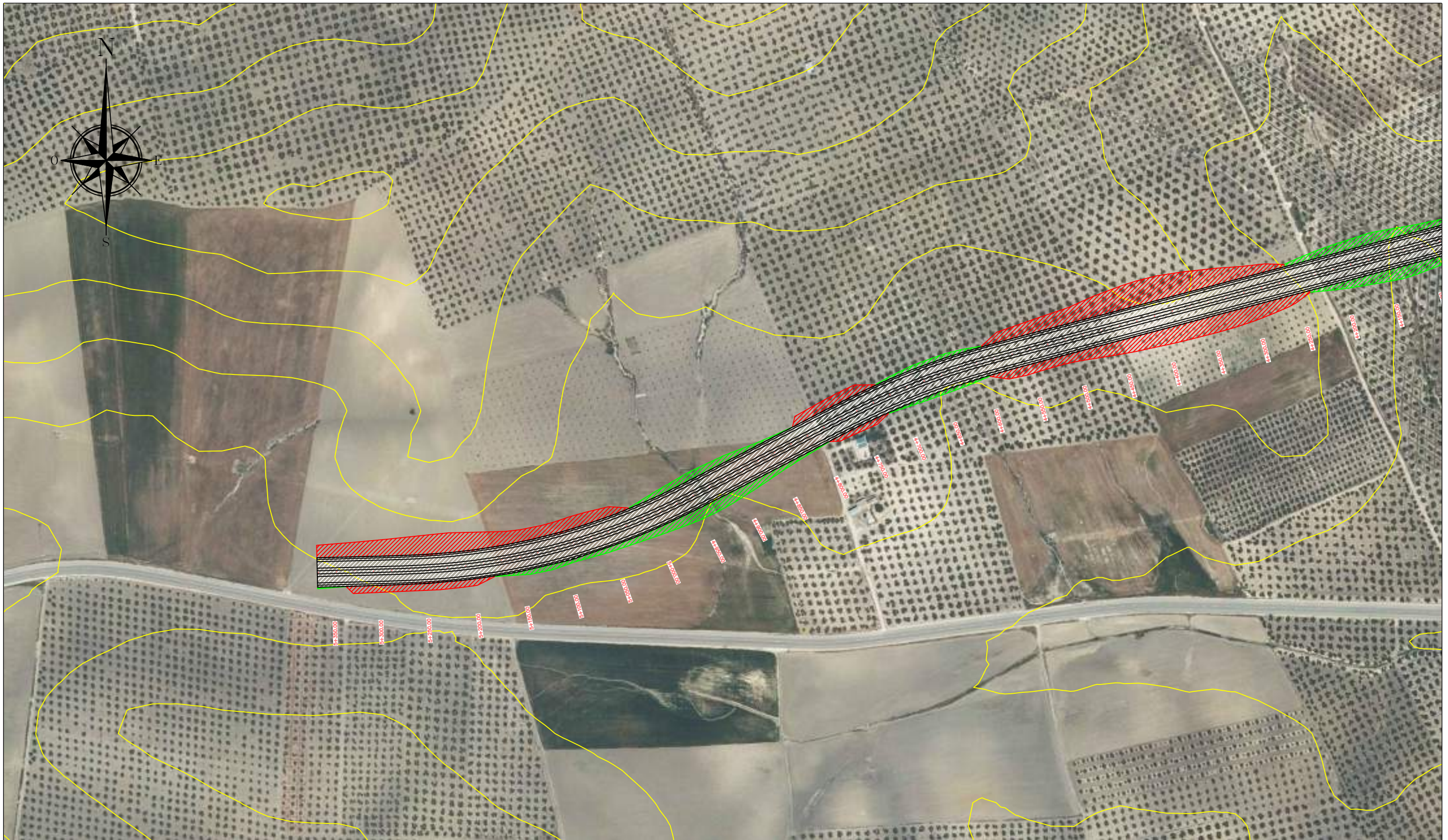
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	Junio 2017	Carlos José		
COMPROBADO		Zafra		
		Ramírez		
ESCALA:	Proyecto de Construcción. Autovía de Jaén a Córdoba. Tramo: Límite de provincia Jaén-Córdoba-Cañete de las Torres			N° PLANO
1:4000	Alternativa 2. Trazado en Planta 1			A4.2.9
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



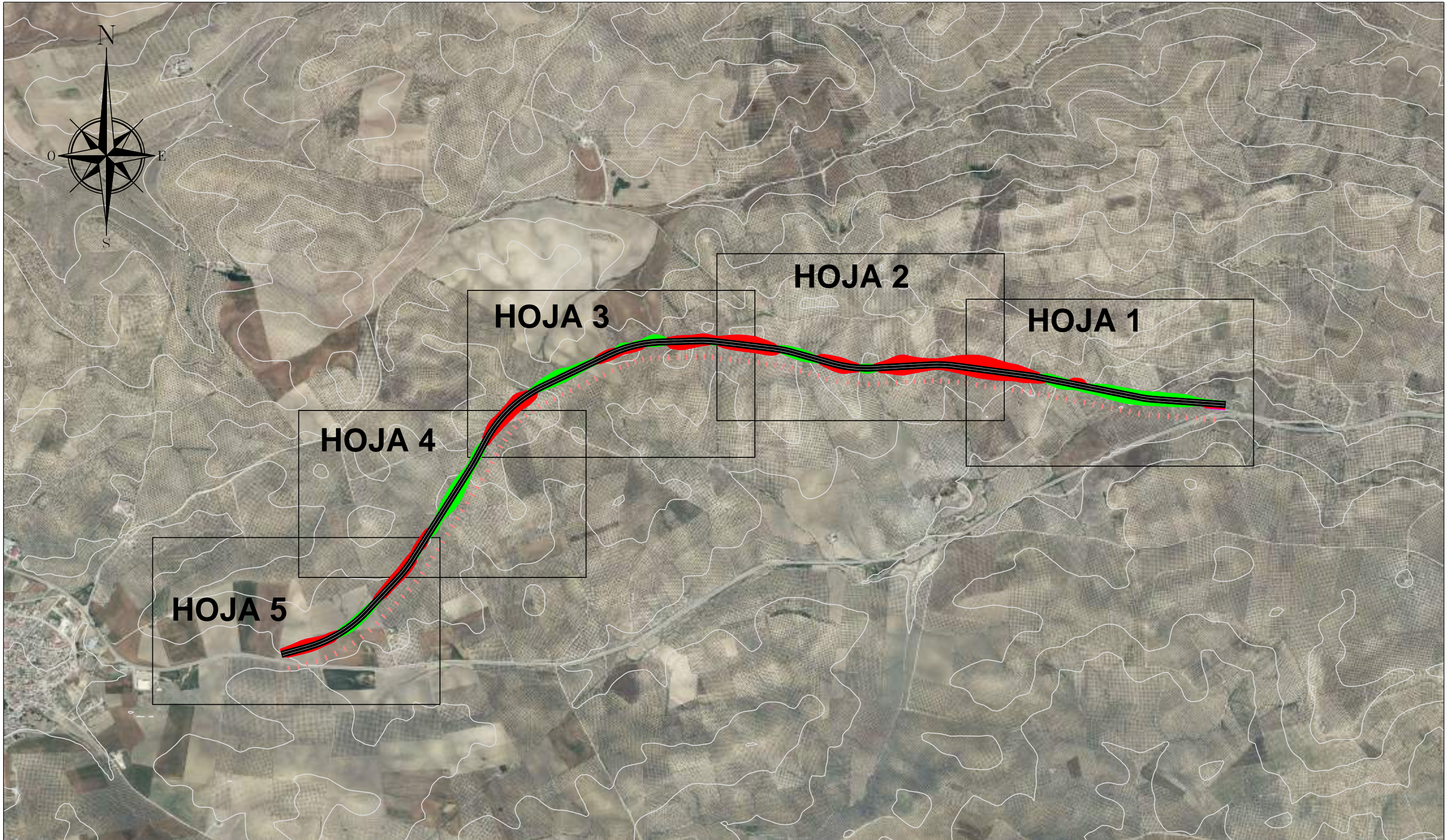
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	Junio 2017	Carlos José		
COMPROBADO		Zafra		
		Ramírez		
ESCALA:	Proyecto de Construcción. Autovía de Jaén a Córdoba. Tramo: Límite de provincia Jaén-Córdoba-Cañete de las Torres			Nº PLANO
1: 4000	Alternativa 2. Trazado en Planta 2			A4.2.10
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



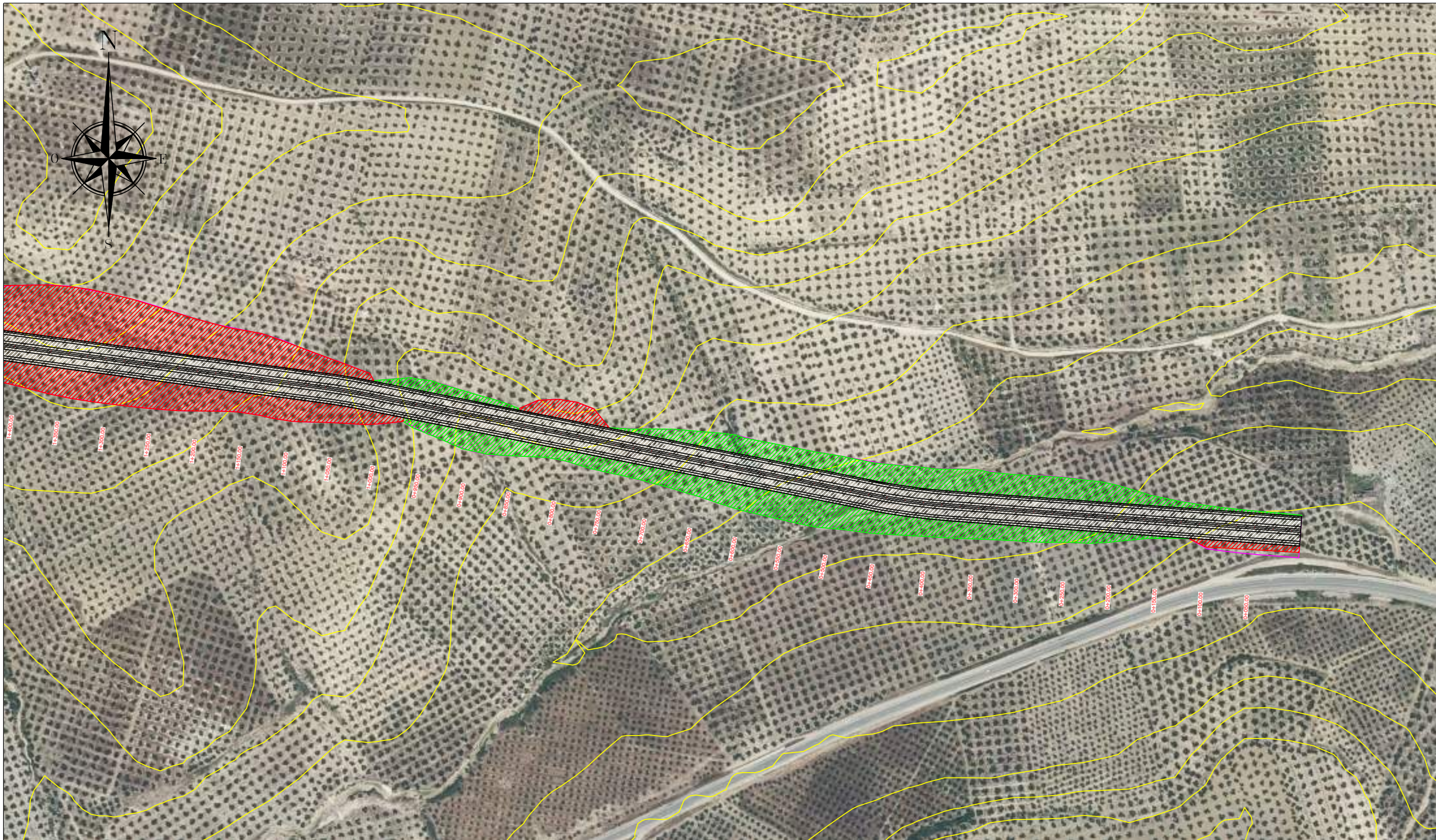
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	Junio 2017	Carlos José		
COMPROBADO		Zafra Ramírez		
ESCALA:	Proyecto de Construcción. Autovía de Jaén a Córdoba. Tramo: Límite de provincia Jaén-Córdoba-Cañete de las Torres Alternativa 2. Trazado en Planta 3			N° PLANO A4.2.11
1: 4000				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:




	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	Junio 2017	Carlos José		
COMPROBADO		Zafra Ramírez		
ESCALA:	Proyecto de Construcción. Autovía de Jaén a Córdoba. Tramo: Límite de provincia Jaén-Córdoba-Cañete de las Torres Alternativa 2. Trazado en Planta 4			N° PLANO A4.2.12
1: 4000				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	Junio 2017	Carlos José		
COMPROBADO		Zafra Ramírez		
ESCALA:	Proyecto de Construcción. Autovía de Jaén a Córdoba. Tramo: Límite de provincia Jaén-Córdoba-Cañete de las Torres Alternativa 3. Trazado en Planta			N° PLANO A4.2.13
1:20000				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



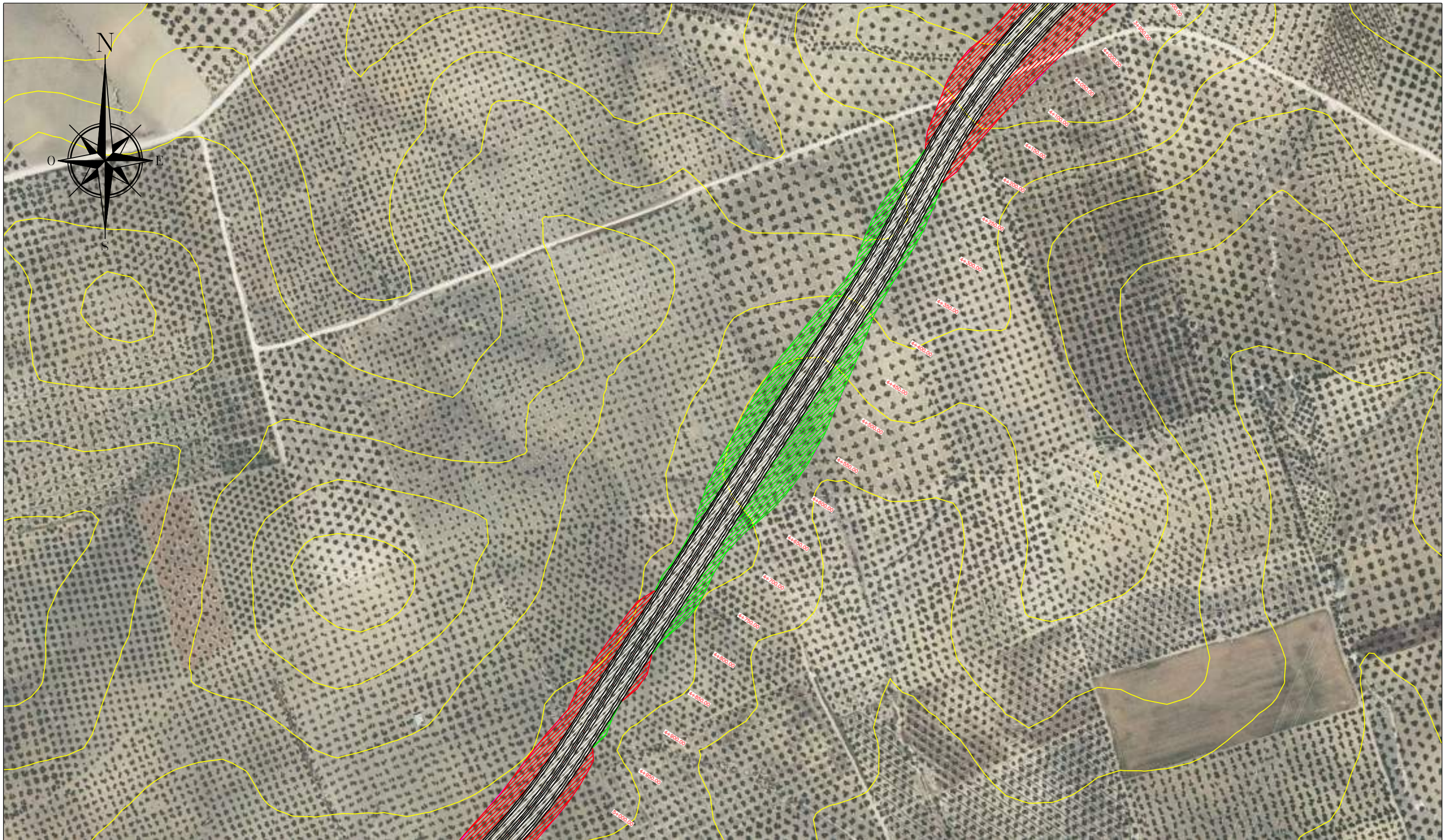
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	Junio 2017	Carlos José		
COMPROBADO		Zafra Ramírez		
ESCALA:	Proyecto de Construcción. Autovía de Jaén a Córdoba. Tramo: Límite de provincia Jaén-Córdoba-Cañete de las Torres			N° PLANO
1:4000	Alternativa 3. Trazado en Planta 1			A4.2.14
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



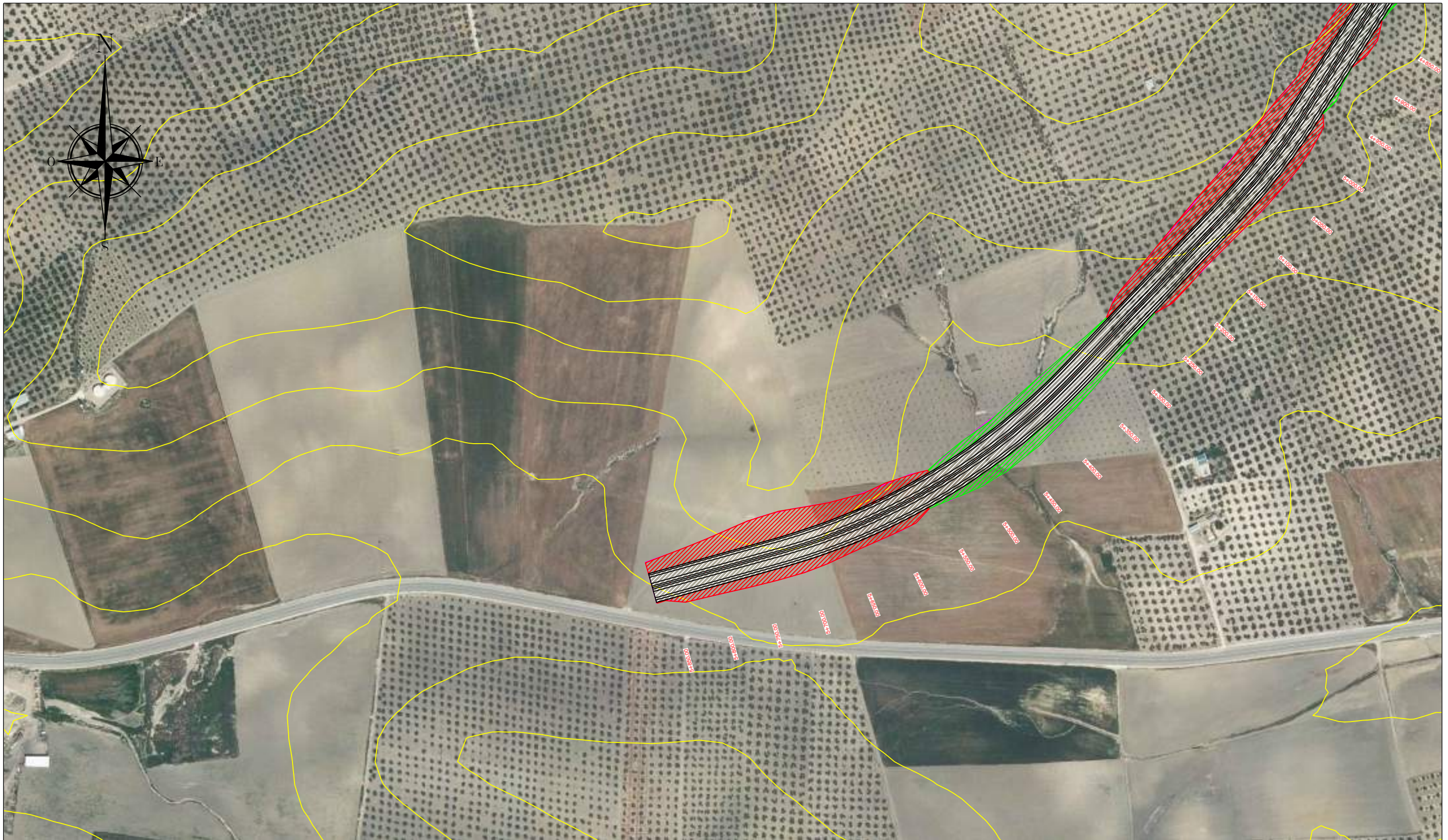
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	Junio 2017	Carlos José		
COMPROBADO		Zafra Ramírez		
ESCALA:	Proyecto de Construcción. Autovía de Jaén a Córdoba. Tramo: Límite de provincia Jaén-Córdoba-Cañete de las Torres Alternativa 3. Trazado en Planta 2			Nº PLANO A4.2.15
1:4000				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	Junio 2017	Carlos José		
COMPROBADO		Zafra Ramírez		
ESCALA:	Proyecto de Construcción. Autovía de Jaén a Córdoba. Tramo: Límite de provincia Jaén-Córdoba-Cañete de las Torres Alternativa 3. Trazado en Planta 3			Nº PLANO A4.2.16
1: 4000				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

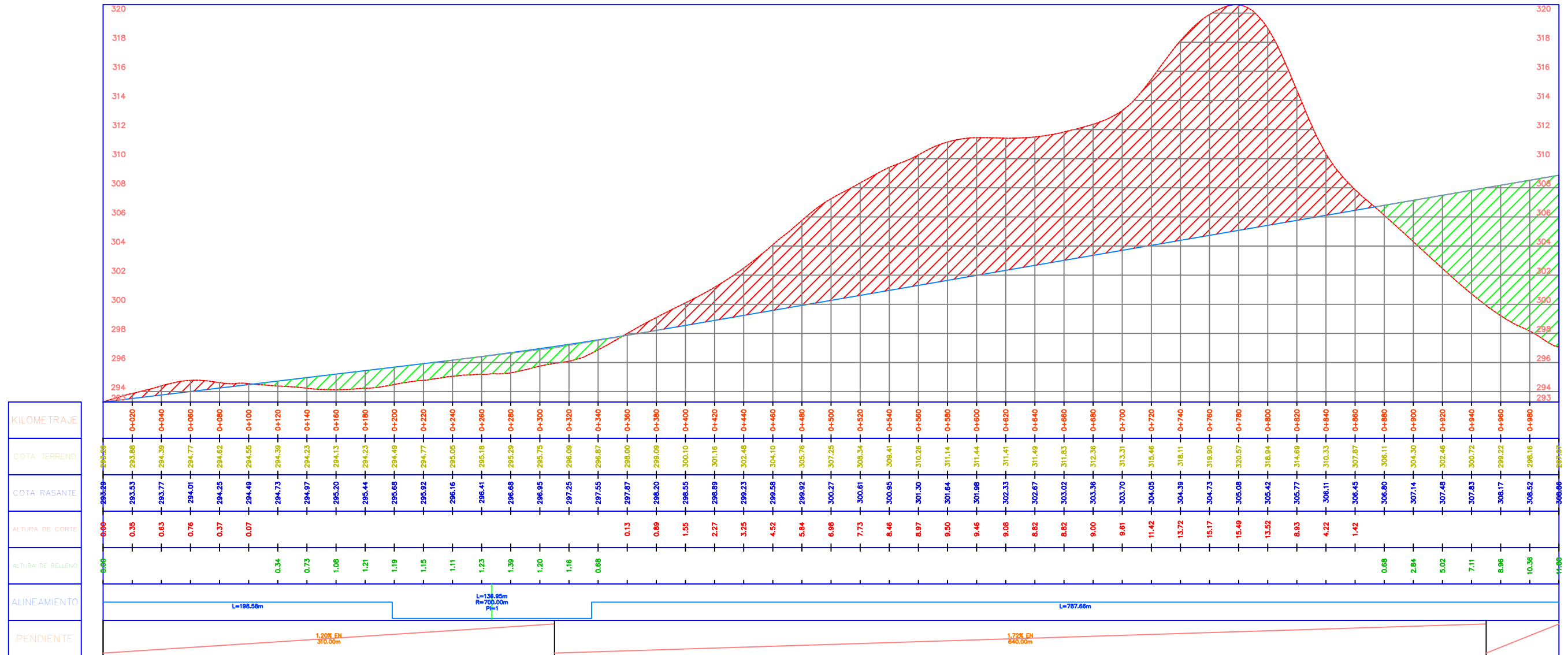


	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	Junio 2017	Carlos José		
COMPROBADO		Zafra		
		Ramírez		
ESCALA:	Proyecto de Construcción. Autovía de Jaén a Córdoba. Tramo: Límite de provincia Jaén-Córdoba-Cañete de las Torres			Nº PLANO
1: 4000	Alternativa 3. Trazado en Planta 4			A4.2.17
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



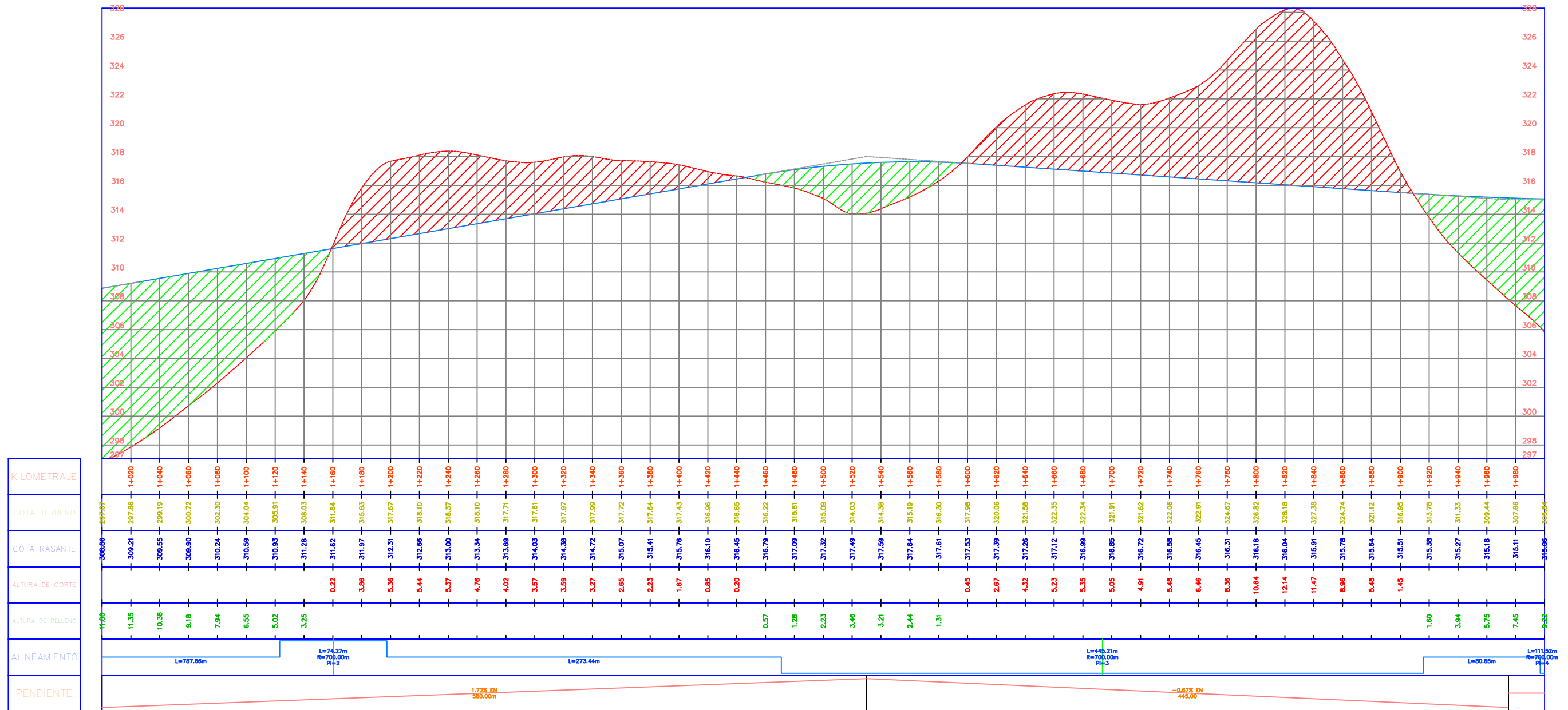
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	Junio 2017	Carlos José		
COMPROBADO		Zafra Ramírez		
ESCALA:	Proyecto de Construcción. Autovía de Jaén a Córdoba. Tramo: Límite de provincia Jaén-Córdoba-Cañete de las Torres Alternativa 3. Trazado en Planta 5			N° PLANO A4.2.18
1: 4000				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

Perfil Longitudinal 0+000.00 – 1+000.00



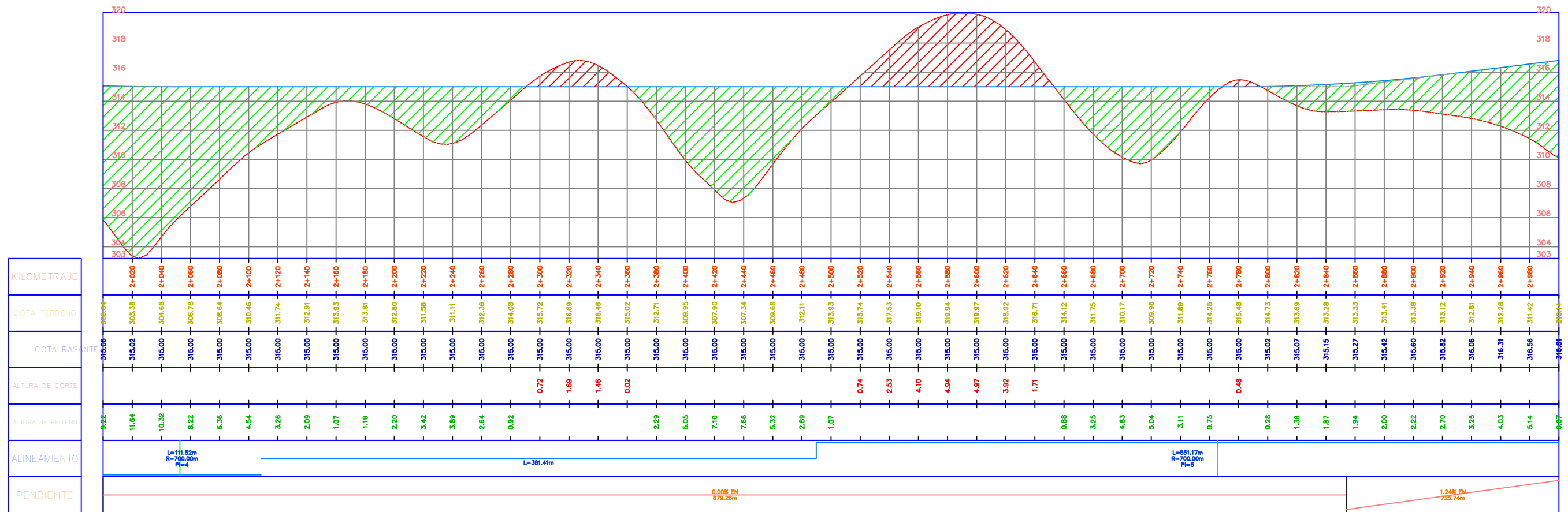
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	Junio 2017	Carlos José		
COMPROBADO		Zafra		
		Ramírez		
ESCALA:	Proyecto de Construcción. Autovía de Jaén a Córdoba. Tramo: Límite de provincia Jaén-Córdoba-Cañete de las Torres Alternativa 1. Perfil Longitudinal 1			N° PLANO
1: 3000				A4.3.1
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

Perfil Longitudinal 1+000.00 – 2+000.00



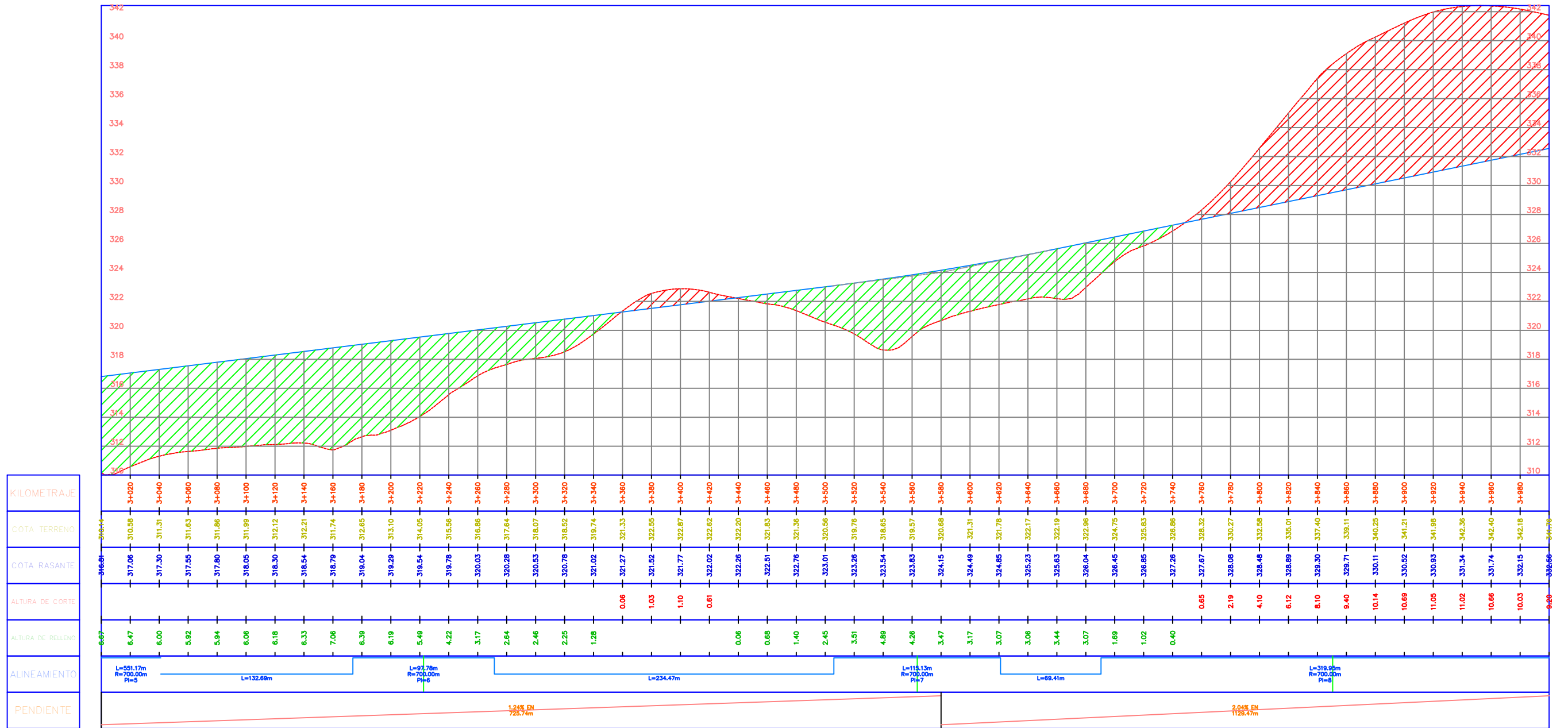
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	Junio 2017	Carlos José		
COMPROBADO		Zafra		
		Ramírez		
ESCALA:	Proyecto de Construcción. Autovía de Jaén a Córdoba. Tramo: Límite de provincia Jaén-Córdoba-Cañete de las Torres Alternativa 1. Perfil Longitudinal 2			Nº PLANO
1: 3000				A4.3.2
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

Perfil Longitudinal 2+000.00 – 3+000.00



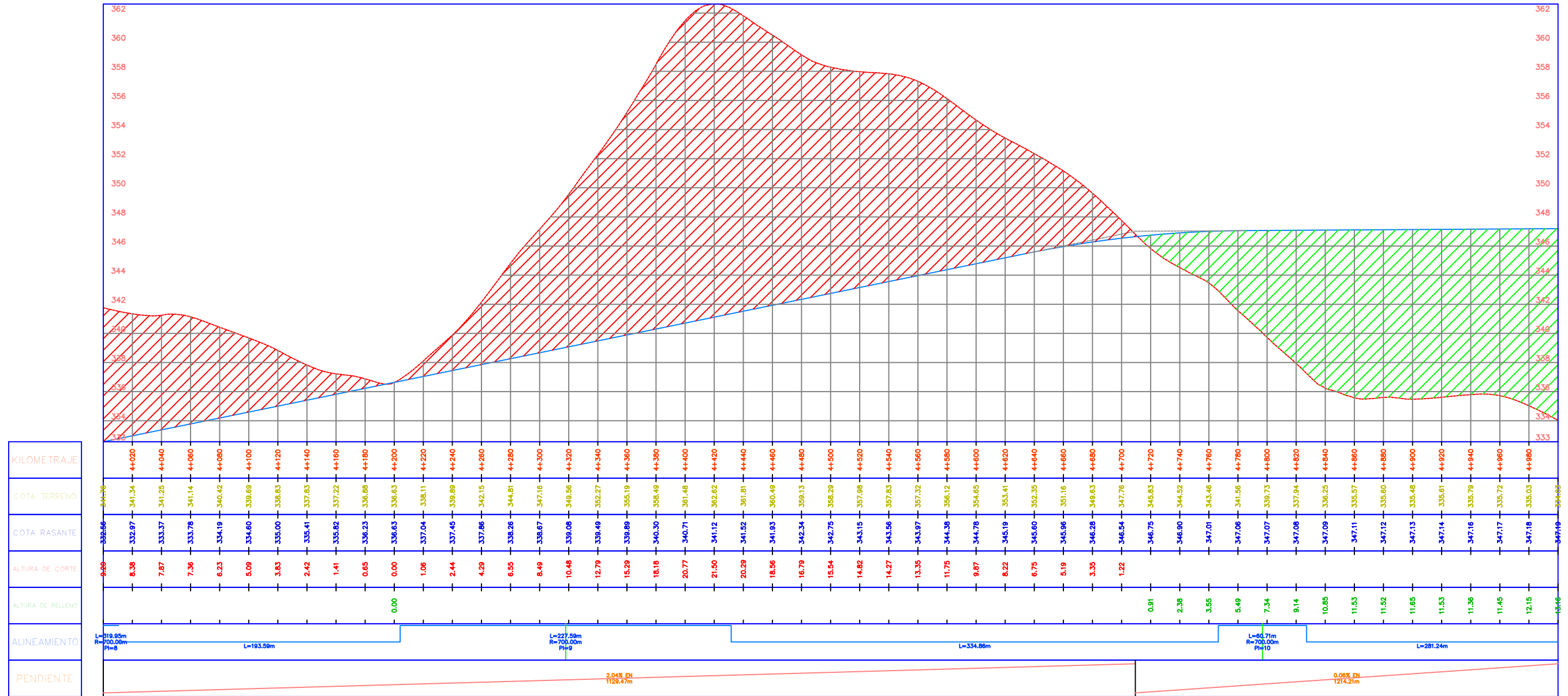
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	Junio 2017	Carlos José		
COMPROBADO		Zafra		
		Ramírez		
ESCALA:	Proyecto de Construcción. Autovía de Jaén a Córdoba. Tramo: Límite de provincia Jaén-Córdoba-Cañete de las Torres Alternativa 1. Perfil Longitudinal 3			N° PLANO
1: 3000				
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

Perfil Longitudinal 3+000.00 – 4+000.00



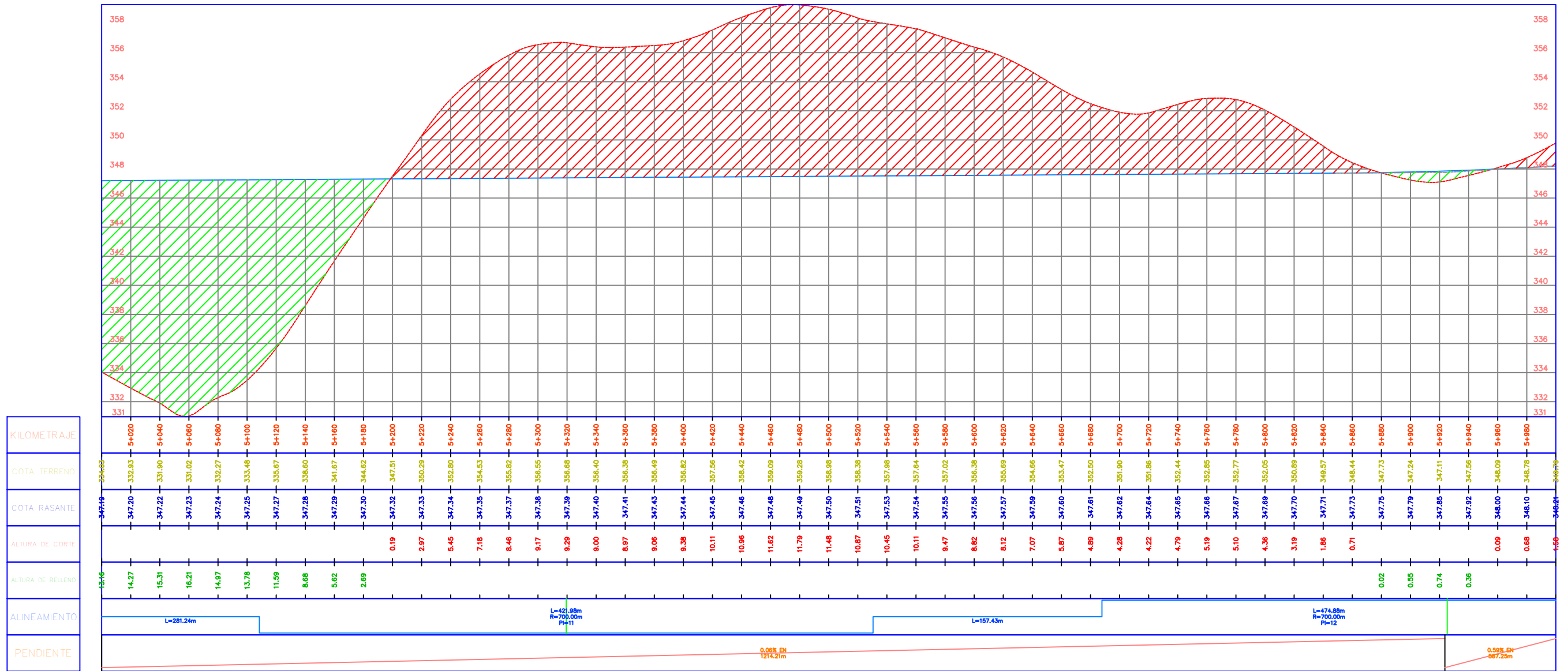
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	Junio 2017	Carlos José		
COMPROBADO		Zafra		
		Ramírez		
ESCALA:	Proyecto de Construcción. Autovía de Jaén a Córdoba. Tramo: Límite de provincia Jaén-Córdoba-Cañete de las Torres			Nº PLANO
1: 3000	Alternativa 1. Perfil Longitudinal 4			A4.3.4
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

Perfil Longitudinal 4+000.00 – 5+000.00



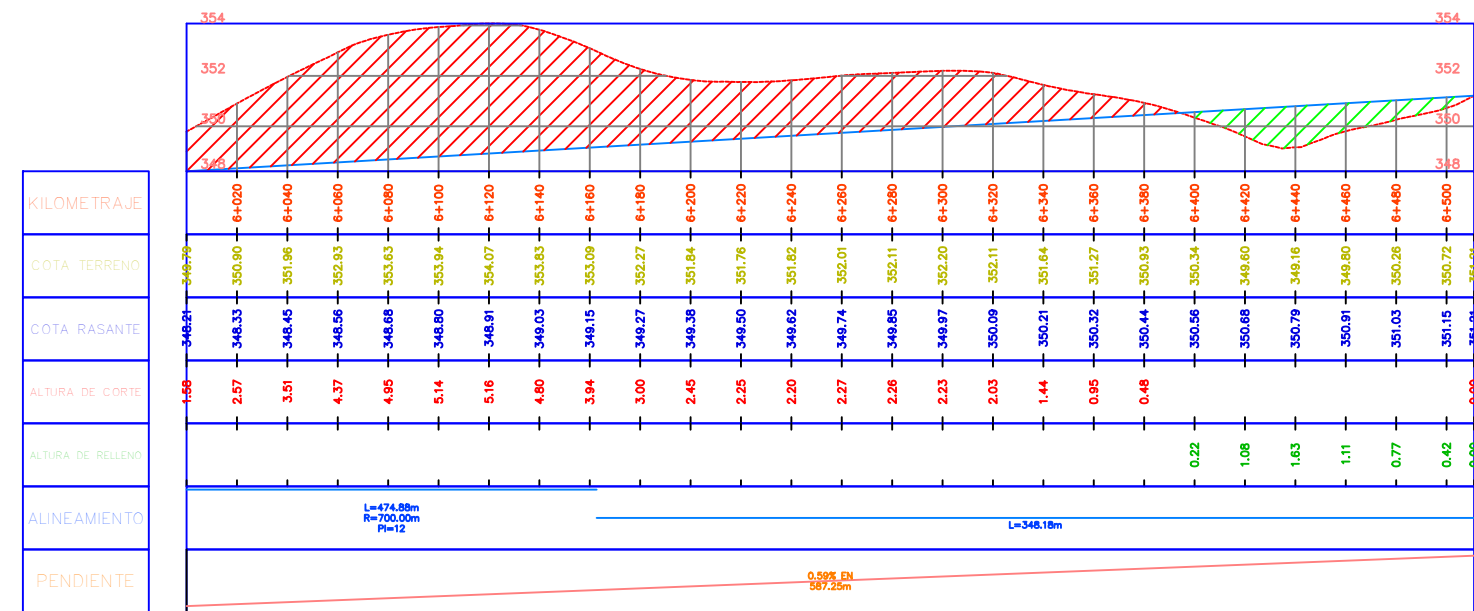
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	Junio 2017	Carlos José		
COMPROBADO		Zafra		
		Ramírez		
ESCALA:	Proyecto de Construcción. Autovía de Jaén a Córdoba. Tramo: Límite de provincia Jaén-Córdoba-Cañete de las Torres Alternativa 1. Perfil Longitudinal 5			Nº PLANO
1: 3000				A4.3.5
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

Perfil Longitudinal 5+000.00 – 6+000.00



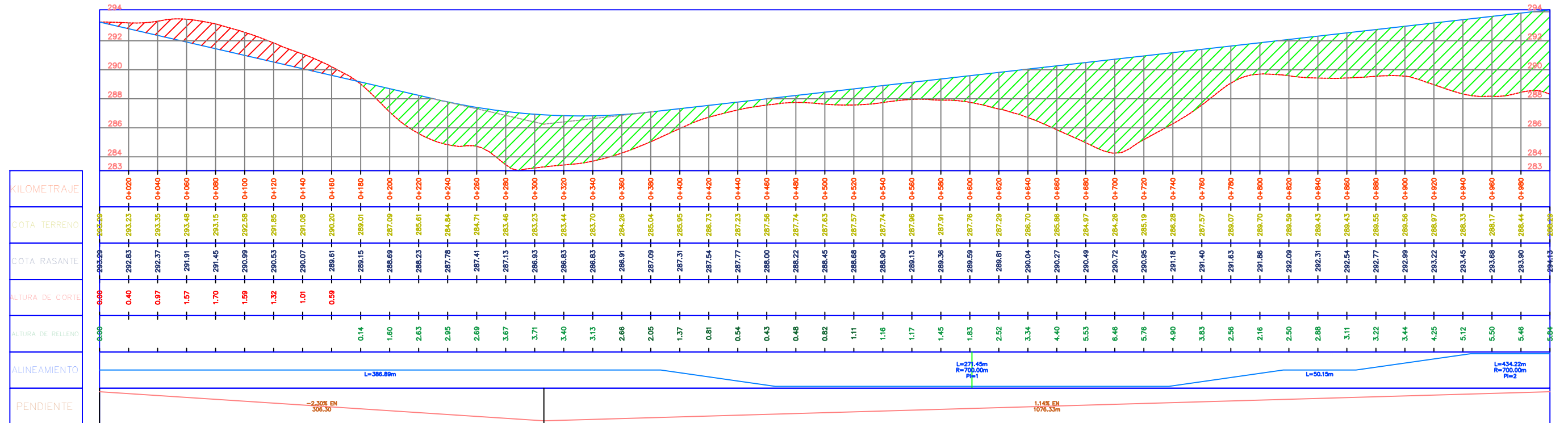
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	Junio 2017	Carlos José		
COMPROBADO		Zafra		
		Ramírez		
ESCALA:	Proyecto de Construcción. Autovía de Jaén a Córdoba. Tramo: Límite de provincia Jaén-Córdoba-Cañete de las Torres Alternativa 1. Perfil Longitudinal 6			Nº PLANO
1: 3000				A4.3.6
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

Perfil Longitudinal 6+000.00 - 6+510.92



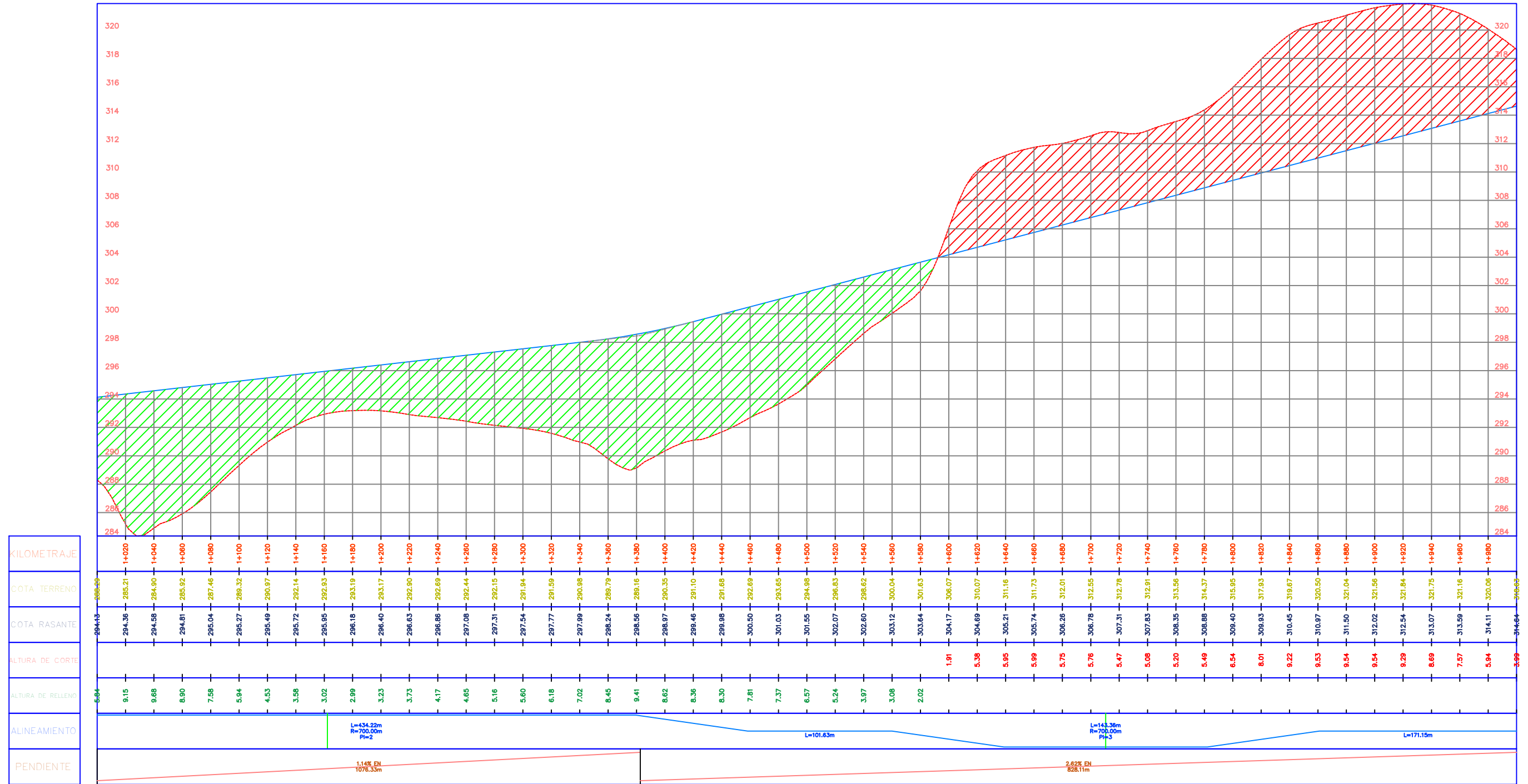
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	Junio 2017	Carlos José		
COMPROBADO		Zafra		
		Ramírez		N° PLANO A4.3.7
ESCALA:	Proyecto de Construcción. Autovía de Jaén a Córdoba. Tramo: Límite de provincia Jaén-Córdoba-Cañete de las Torres			SUSTITUYE A:
1: 3000	Alternativa 1. Perfil Longitudinal 7			SUSTITUIDO POR:

Perfil Longitudinal 0+000.00 – 1+000.00



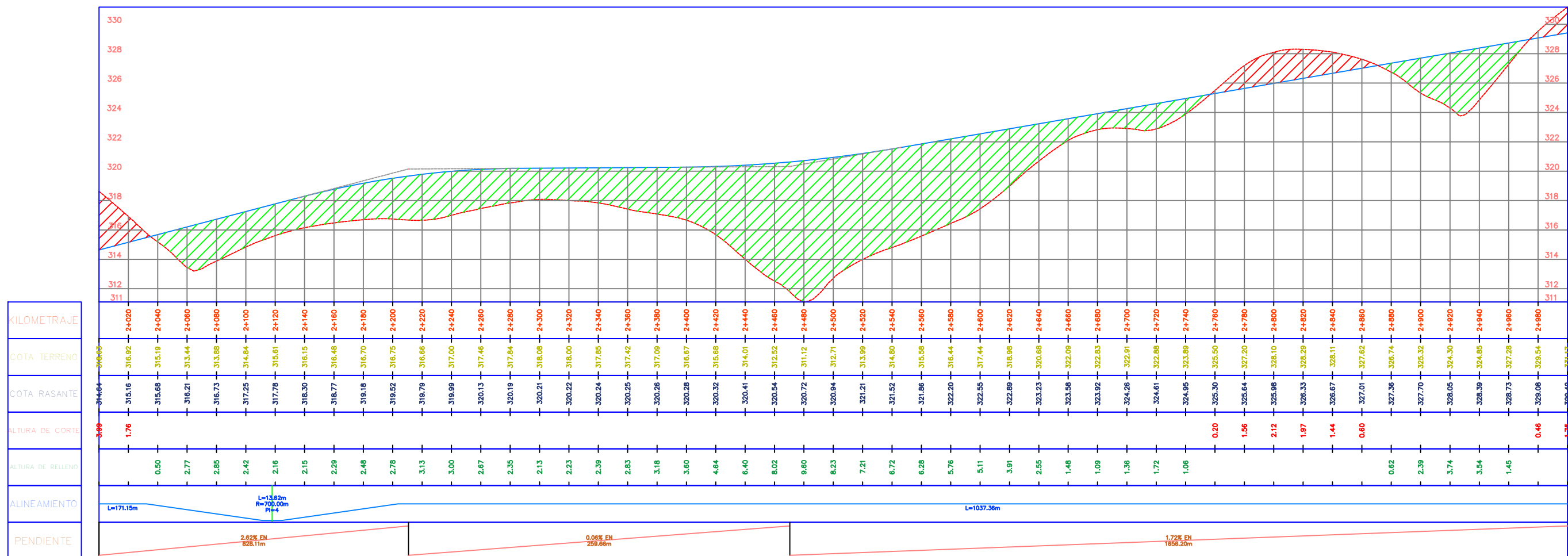
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	Junio 2017	Carlos José		
COMPROBADO		Zafra		
		Ramírez		Nº PLANO A4.3.8
ESCALA:	Proyecto de Construcción. Autovía de Jaén a Córdoba. Tramo: Límite de provincia Jaén-Córdoba-Cañete de las Torres Alternativa 2. Perfil Longitudinal 1			SUSTITUYE A:
1: 3000				SUSTITUIDO POR:

Perfil Longitudinal 1+000.00 – 2+000.00



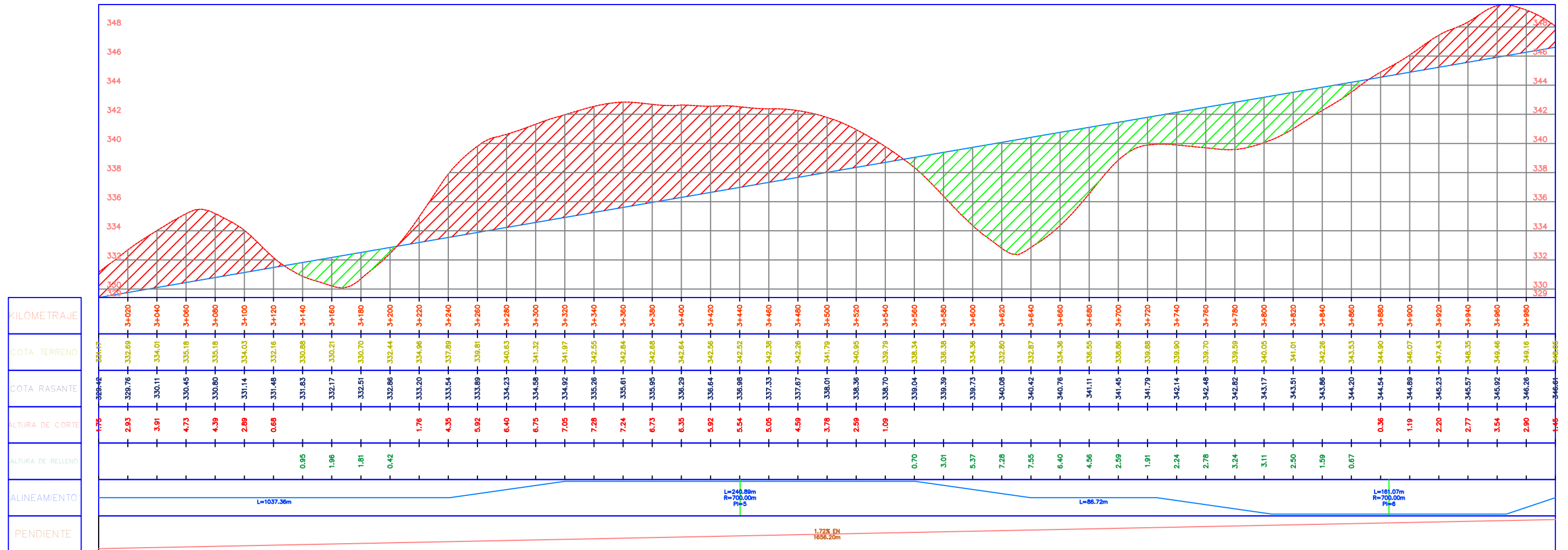
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	Junio 2017	Carlos José		
COMPROBADO		Zafra		
		Ramírez		Nº PLANO A4.3.9
ESCALA:	Proyecto de Construcción. Autovía de Jaén a Córdoba. Tramo: Límite de provincia Jaén-Córdoba-Cañete de las Torres			SUSTITUYE A:
1:3000	Alternativa 2. Perfil Longitudinal 2			SUSTITUIDO POR:

Perfil Longitudinal 2+000.00 – 3+000.00



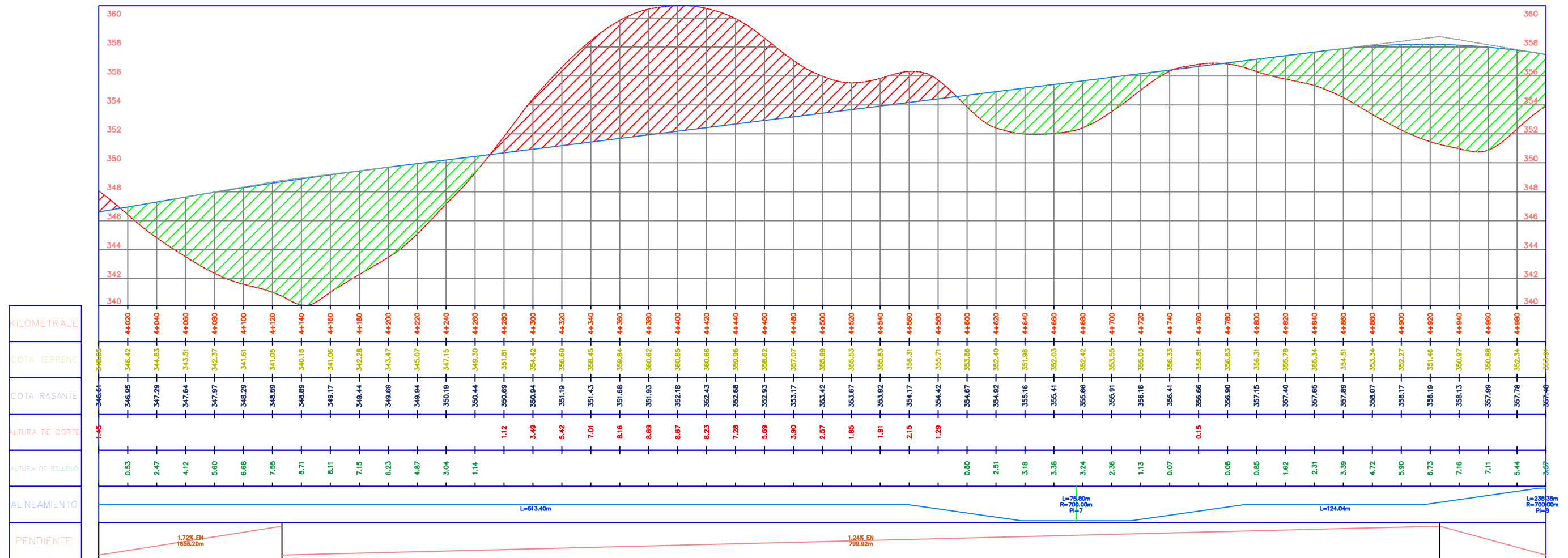
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	Junio 2017	Carlos José		
COMPROBADO		Zafra		
		Ramírez		
ESCALA:	1: 3000			Nº PLANO A4.3.10
	Proyecto de Construcción. Autovía de Jaén a Córdoba. Tramo: Límite de provincia Jaén-Córdoba-Cañete de las Torres Alternativa 2. Perfil Longitudinal 3			SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

Perfil Longitudinal 3+000.00 – 4+000.00



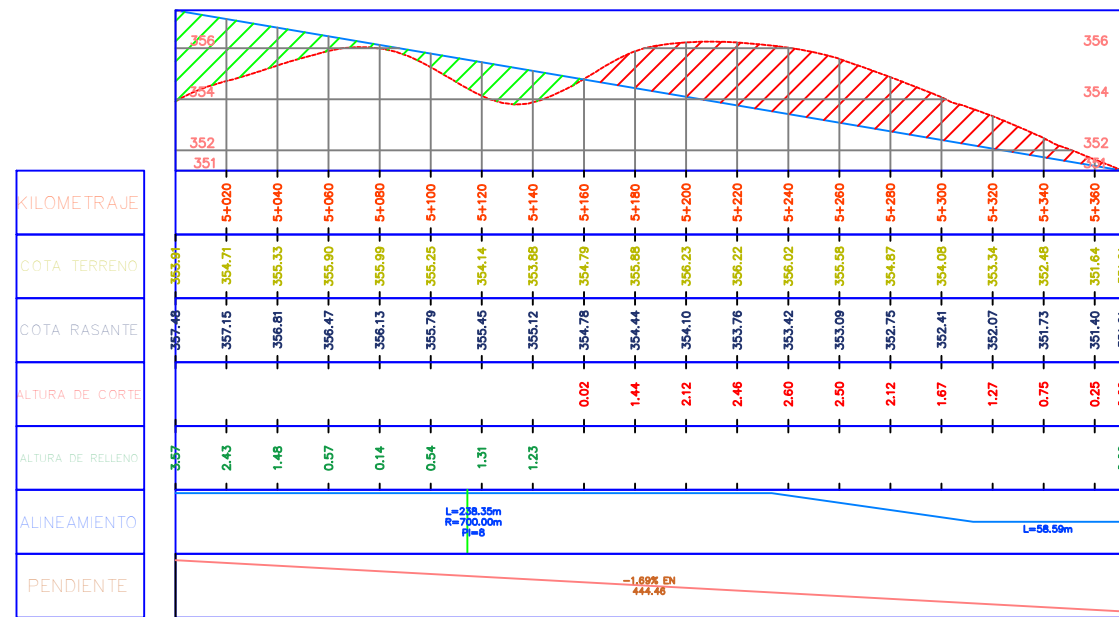
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	Junio 2017	Carlos José		
COMPROBADO		Zafra Ramírez		
ESCALA:	Proyecto de Construcción. Autovía de Jaén a Córdoba. Tramo: Límite de provincia Jaén-Córdoba-Cañete de las Torres Alternativa 2. Perfil Longitudinal 4			N° PLANO A4.3.11
1: 3000				

Perfil Longitudinal 4+000.00 – 5+000.00



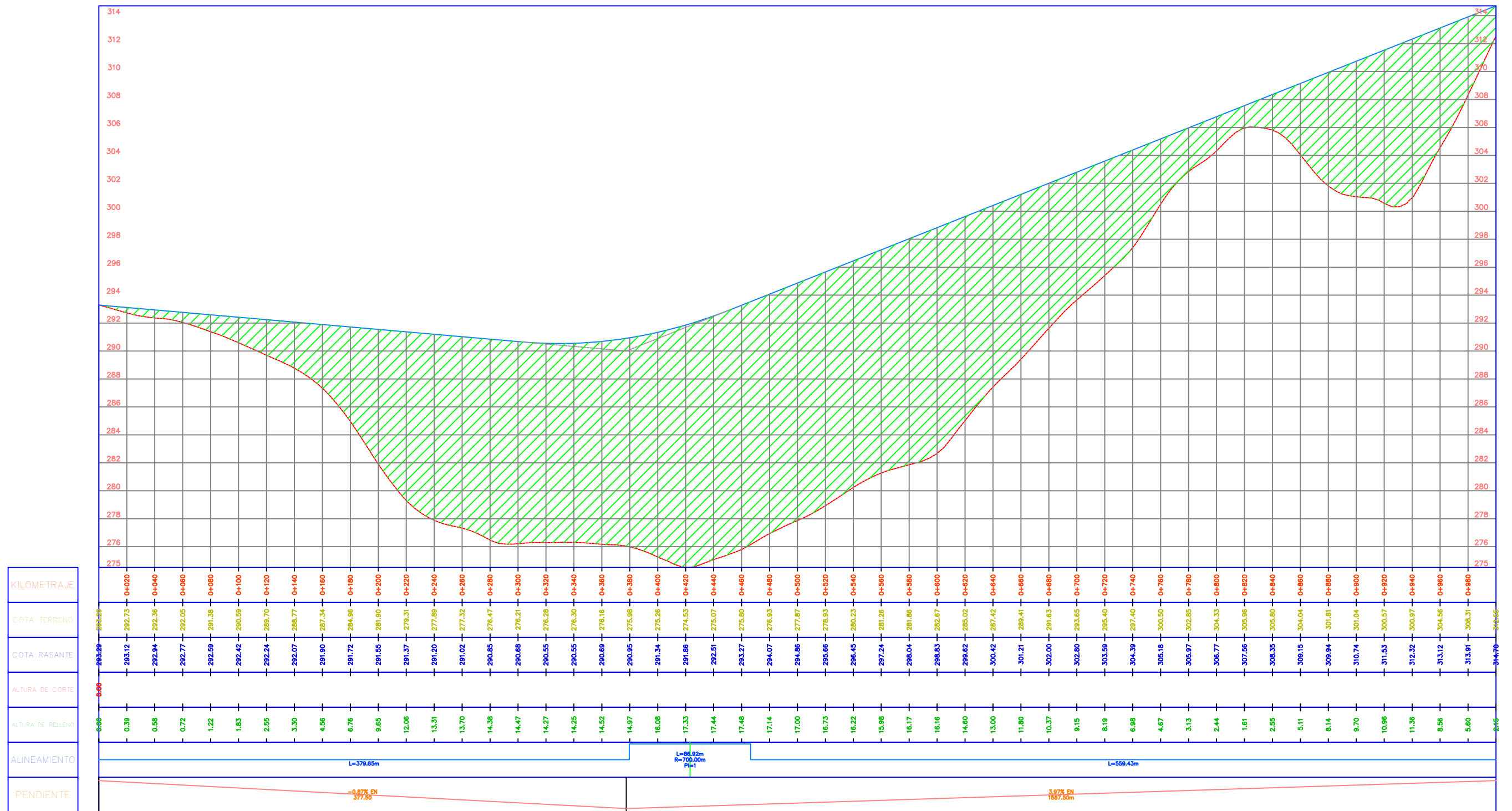
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	Junio 2017	Carlos José		
COMPROBADO		Zafra		
		Ramírez		N° PLANO A4.3.12
ESCALA:	Proyecto de Construcción. Autovía de Jaén a Córdoba. Tramo: Límite de provincia Jaén-Córdoba-Cañete de las Torres Alternativa 2. Perfil Longitudinal 5			SUSTITUYE A:
1: 3000				SUSTITUIDO POR:

Perfil Longitudinal 5+000.00 – 5+370.98



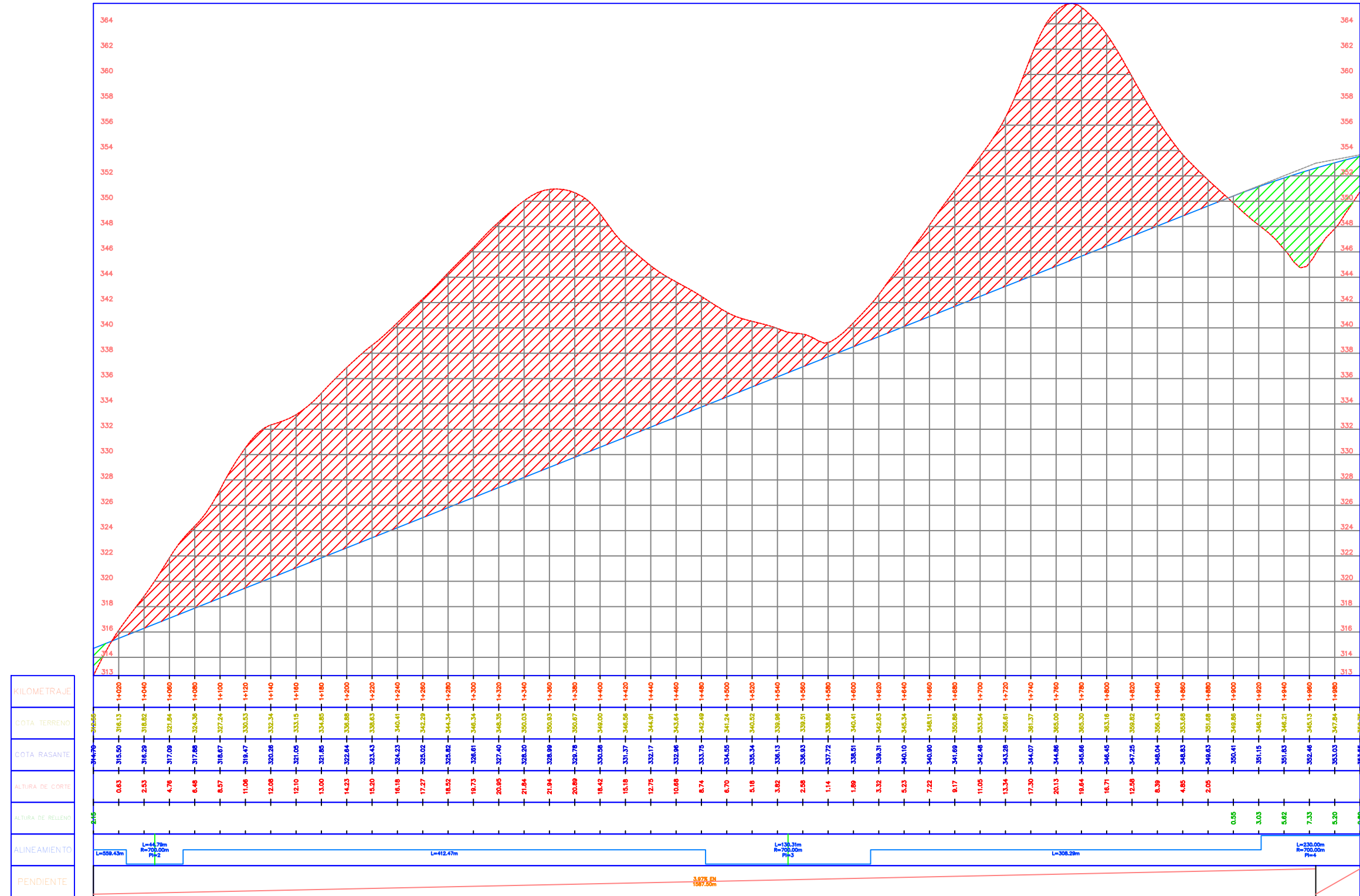
		FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	Junio 2017	Carlos José	Ramírez		
COMPROBADO		Zafra			
ESCALA:	Proyecto de Construcción. Autovía de Jaén a Córdoba. Tramo: Límite de provincia Jaén-Córdoba-Cañete de las Torres Alternativa 2. Perfil Longitudinal 6				Nº PLANO A4.3.13
1:3000					SUSTITUYE A:
					SUSTITUIDO POR:

Perfil Longitudinal 0+000.00 – 1+000.00



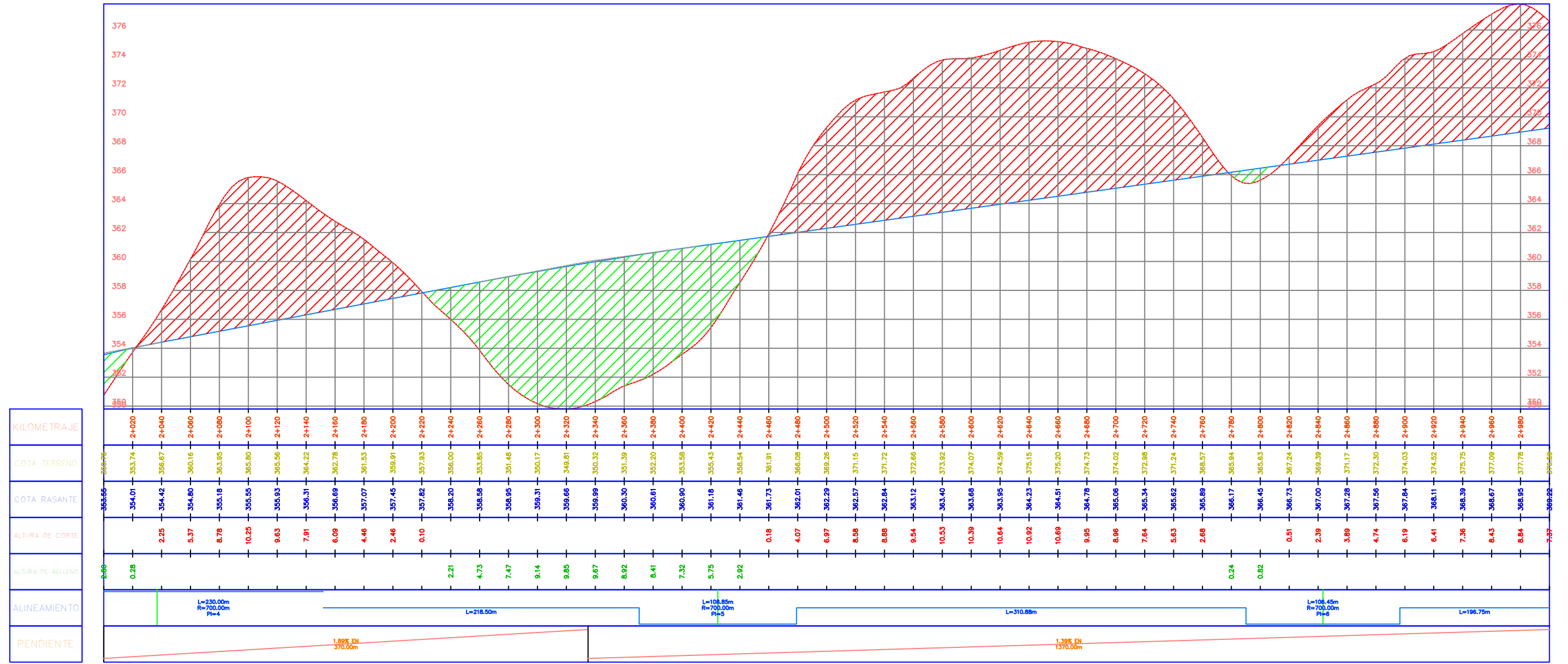
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	Junio 2017	Carlos José		
COMPROBADO		Zafra		
		Ramírez		Nº PLANO A4.3.14
ESCALA:	Proyecto de Construcción. Autovía de Jaén a Córdoba. Tramo: Límite de provincia Jaén-Córdoba-Cañete de las Torres			SUSTITUYE A:
1:3000	Alternativa 3. Perfil Longitudinal 1			SUSTITUIDO POR:

Perfil Longitudinal 1+000.00 – 2+000.00



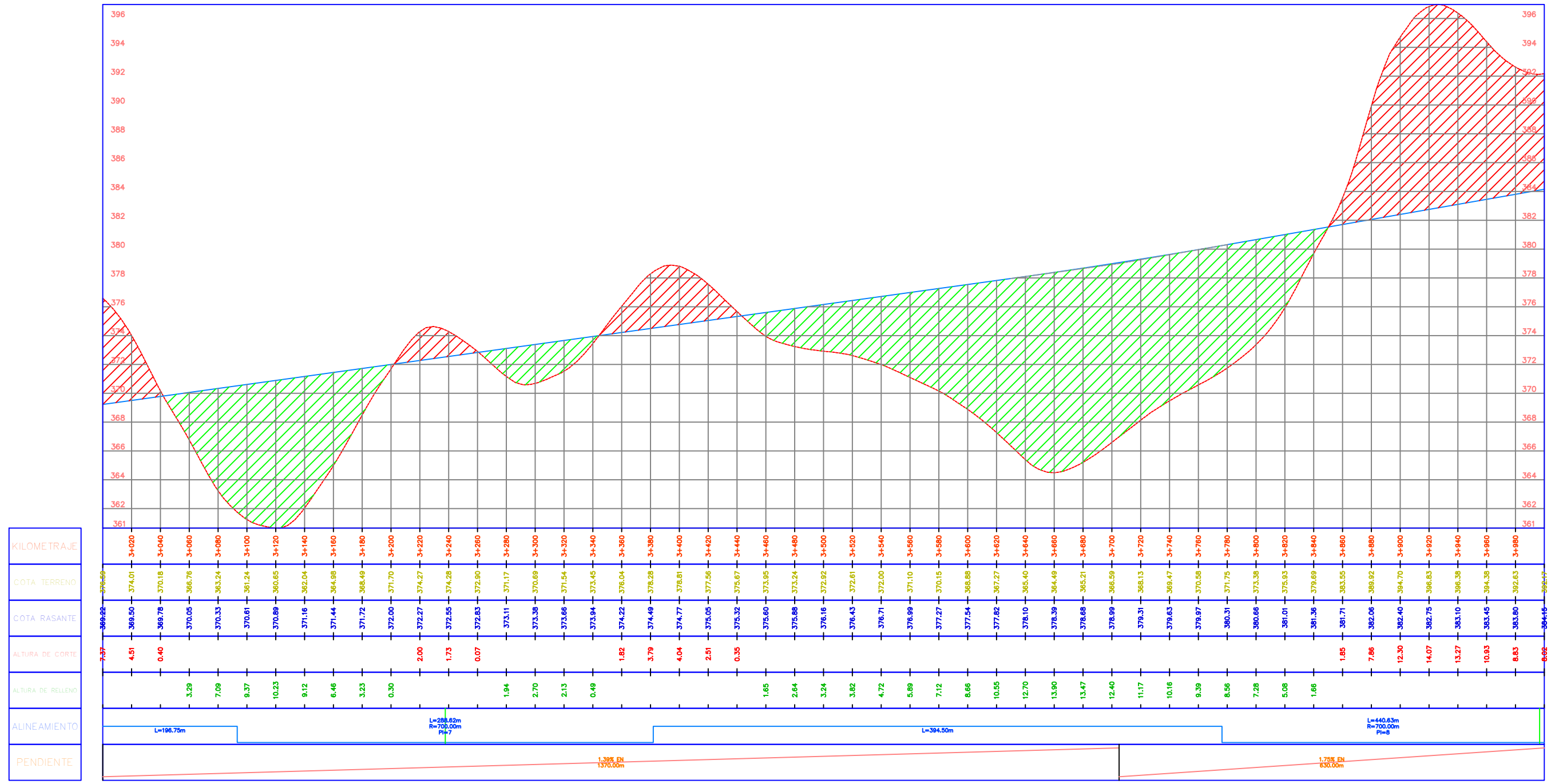
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	Junio 2017	Carlos José		
COMPROBADO		Zafra		
		Ramírez		N° PLANO A4.3.15
ESCALA:	Proyecto de Construcción. Autovía de Jaén a Córdoba. Tramo: Límite de provincia Jaén-Córdoba-Cañete de las Torres			SUSTITUYE A:
1: 3000	Alternativa 3. Perfil Longitudinal 2			

Perfil Longitudinal 2+000.00 – 3+000.00



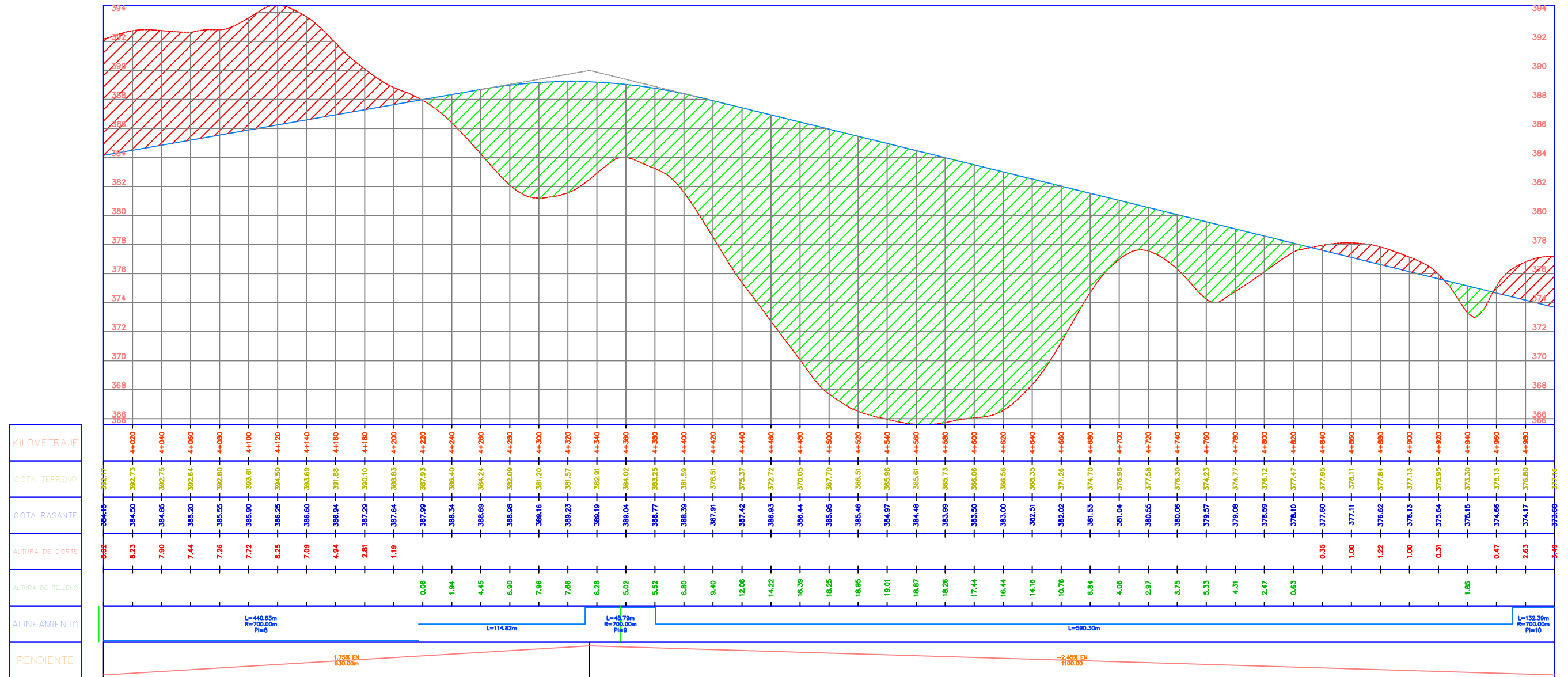
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	Junio 2017	Carlos José		
COMPROBADO		Zafra		
		Ramírez		
ESCALA:	Proyecto de Construcción. Autovía de Jaén a Córdoba. Tramo: Límite de provincia Jaén-Córdoba-Cañete de las Torres Alternativa 3. Perfil Longitudinal 3			N° PLANO
1: 3000				A4.3.16
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

Perfil Longitudinal 3+000.00 – 4+000.00



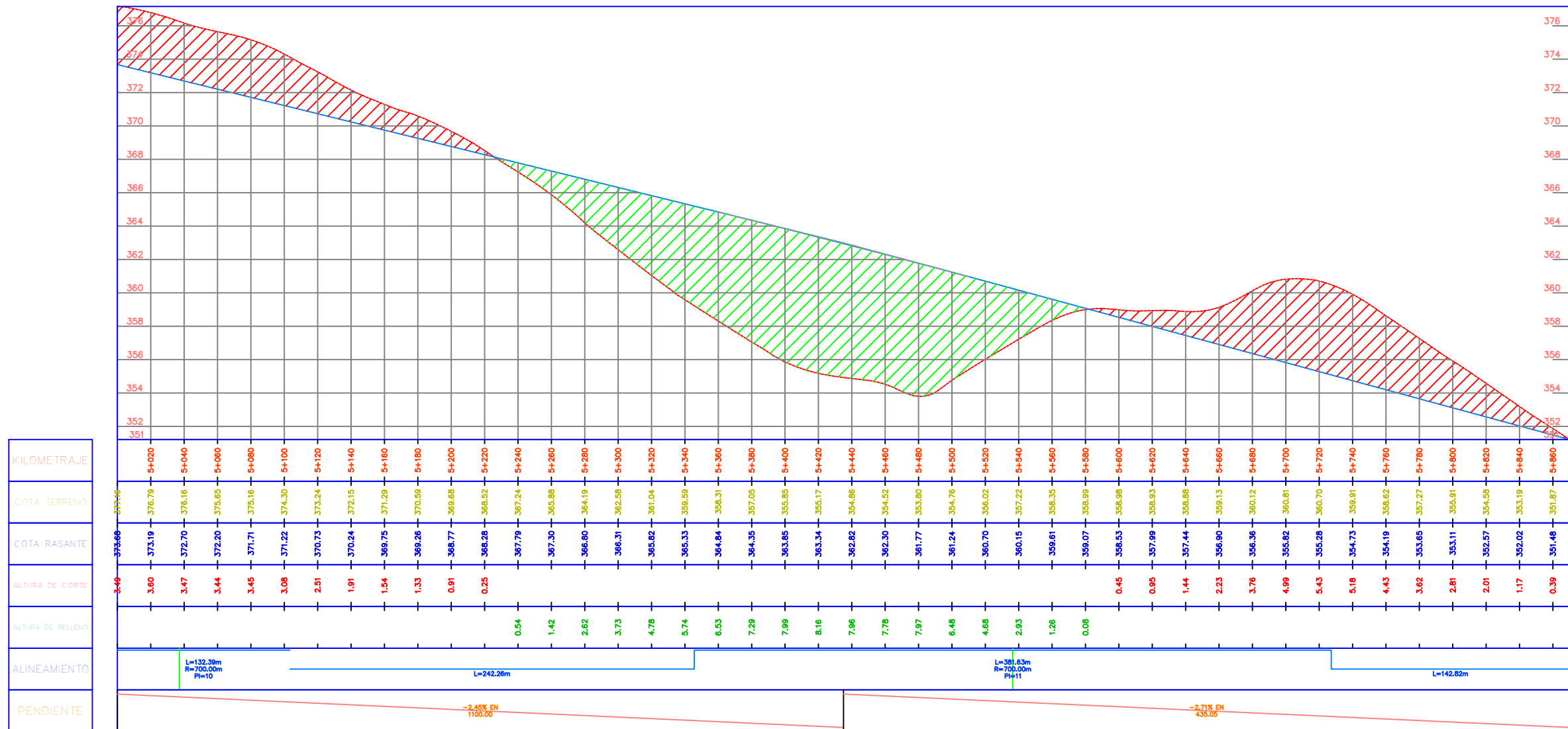
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	Junio 2017	Carlos José		
COMPROBADO		Zafra		
		Ramírez		
ESCALA:	Proyecto de Construcción. Autovía de Jaén a Córdoba. Tramo: Límite de provincia Jaén-Córdoba-Cañete de las Torres			Nº PLANO
1: 3000	Alternativa 3. Perfil Longitudinal 4			A4.3.17
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

Perfil Longitudinal 4+000.00 – 5+000.00



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	Junio 2017	Carlos José		
COMPROBADO		Zafra		
		Ramírez		
ESCALA:	Proyecto de Construcción. Autovía de Jaén a Córdoba. Tramo: Límite de provincia Jaén-Córdoba-Cañete de las Torres			Nº PLANO
1: 3000				Alternativa 3. Perfil Longitudinal 5
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

Perfil Longitudinal 5+000.00 – 5+870.05



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	Junio 2017	Carlos José		
COMPROBADO		Zafra		
		Ramírez		
ESCALA:	Proyecto de Construcción. Autovía de Jaén a Córdoba. Tramo: Límite de provincia Jaén-Córdoba-Cañete de las Torres Alternativa 3. Perfil Longitudinal 6			N° PLANO
1: 3000				A4.3.19
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR: