

*Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos*
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TRAZADO DE LA VARIANTE DE LA CARRETERA CA-258

Trabajo realizado por:

TOMY SABINO MONTALVÁN ROMÁN

Dirigido:

***MARÍA ANTONIA PÉREZ HERNANDO
ANGEL VEGA ZAMANILLO***

Titulación:

Grado en Ingeniería Civil

Santander, julio 2025

TRABAJO FIN DE GRADO

Resumen del Trazado de la Variante de la Carretera CA-258

Autor: Tomy Sabino Montalván Román

Directores: María Antonia Pérez Hernando // Ángel Vega Zamanillo

Convocatoria: Julio 2025

Palabra clave: Proyecto // Trazado // Ampuero // Variante // CA-258 // Carretera

Objetivos y definición

El trazado de la variante de Ampuero se considera para poder enlazar la carretera autonómica **CA-258** con la carretera nacional **N-629** sin la necesidad de atravesar la población de Ampuero.

Este proyecto permite disminuir los tiempos de viaje y aumenta la seguridad ya que el trazado sale de la zona poblada.

Descripción de los trabajos

Se propone una carretera con las siguientes características:

- La velocidad de proyecto es de 50 km/h.
- El tipo de carretera es una convencional de único calzado con un carril para cada sentido de circulación.
- La longitud de la carretera es de 876 metros.
- Se proyecta la construcción de una nueva glorieta en el Pk 0+000. Se aprovecha la glorieta existente en el final del tramo, el correspondiente al Pk 0+876.
- Se ejecuta dos zonas de puente, uno para salvar la línea de ferrocarril que llega a la estación de Marrón y otro para cruzar el río Ason. Esta sección no será objeto de estudio del proyecto.
- El resto de la sección es de tipo pedraplén ya que existe riesgo de inundación en zona de la carretera. El ancho de los carriles es de 3.5 metros con arcén de 0.5 metros.
- El paquete de firmes consta de 5 cm de AC 16 SURF 50/70 ofita, 10 cm de AC22 BIN 50/70 caliza y 35 cm de zahorra artificial.

Summary of the CA-258 Bypass Route Layout

Author: Tomy Sabino Montalván Román

Supervisors: María Antonia Pérez Hernando // Angel Vega Zamanillo

Submission date: July 2025

Keywords: Project // Route Design // Ampuero // Bypass // CA-258 // Road

Objectives and Definition

The Ampuero bypass is designed to connect the CA-258 regional highway with the N-629 national highway without having to cross the town of Ampuero.

This project helps reduce travel time and improve safety, since the route goes outside the populated area.

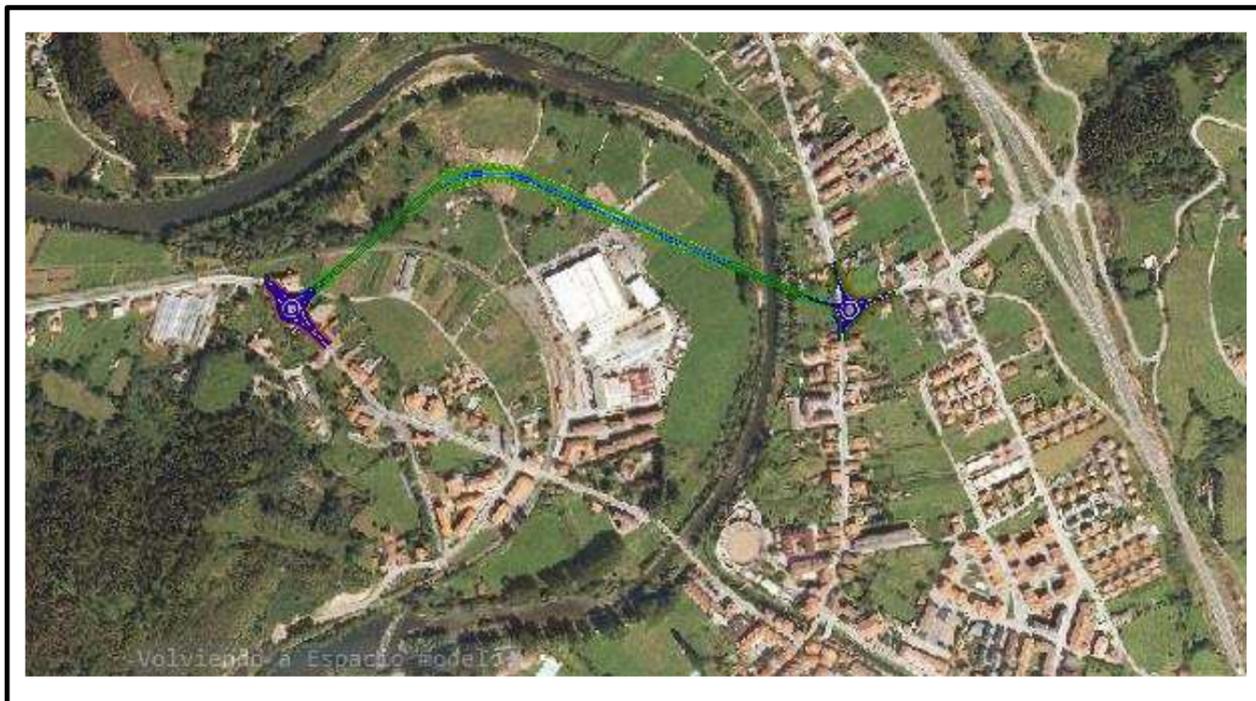
Description of the Works

The project includes the construction of a road with the following characteristics:

- The design speed is 50 km/h.
- The road is a conventional single carriageway, with one lane in each direction.
- The total length of the road is 876 metres.
- A new roundabout is planned at kilometre point 0+000. The existing roundabout at the end of the road (Pk 0+876) will be used.
- There are two bridge areas: one over the railway line to Marrón station and another over the Asón River. These bridges are not part of the technical study in this project.
- The rest of the road is built on rock fill embankments due to the flood risk in the area.
- Each traffic lane is 3.5 metres wide, with 0.5 metres of shoulder.
- The pavement structure includes 5 cm of AC 16 SURF 50/70 ofite, 10 cm of AC 22 BIN 50/70 limestone, 35 cm of artificial gravel base.

Relación del Trazado de la variante de la carretera CA-258 con la meta número 9 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Industria, innovación e infraestructura.

Meta ODS 9	Descripción resumida	Contribución del proyecto
9.1	Infraestructura fiable, sostenible y de calidad	Desarrolla una carretera resiliente y segura, mejorando el acceso regional y la equidad territorial.
9.2	Industrialización inclusiva y sostenible	Facilita el transporte y la movilidad, impulsando el empleo y la actividad económica local.
9.3	Acceso a servicios financieros y cadenas de valor	Mejora la integración de pequeñas empresas en redes logísticas y servicios accesibles.
9.4	Modernización sostenible y eficiencia de recursos	Usa soluciones técnicas sostenibles y materiales adecuados para minimizar el impacto ambiental.
9.5	Innovación y capacidad tecnológica	Aplica herramientas digitales y datos geotécnicos oficiales, promoviendo innovación técnica.
9.a	Apoyo a infraestructuras sostenibles en países en desarrollo	Refuerza capacidades locales mediante el uso de recursos técnicos regionales.
9.b	Desarrollo de tecnologías e innovación nacional	Emplea tecnologías accesibles y fomenta la diversificación técnica en entornos rurales.
9.c	Acceso universal a TIC e Internet	La mejora del acceso físico puede facilitar el despliegue futuro de redes digitales e Internet.



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE
 CAMINOS, CANALES Y PUERTOS**
 ÁREA DE PROYECTOS

TIPO	TRABAJO FINAL DE GRADO
TÍTULO en castellano	TRAZADO DE LA VARIANTE DE LA CARRETERA CA-258
TÍTULO en ingles	CA-258 BYPASS ROUTE LAYOUT
PROVINCIA	CANTABRIA
TÉRMINO MUNICIPAL	AMPUERO
TOMO	I (Y ÚNICO)
PARTES	ANEJOS
	PLANOS
GRUPO	TRANSPORTES
AUTOR	TOMY SABINO MONTALVAN ROMAN
FECHA	JULIO 2025

	FECHA:	JULIO 2025	
	Área de Proyectos de Ingeniería		
	Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y		
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA			

FIRMA DEL ALUMNO AUTOR DEL PROYECTO

TOMY SABINO MONTALVÁN ROMÁN



ANEJOS





ANEJO 1: CARTOGRAFÍA



Índice

1. INTRODUCCIÓN	2
2. TOPOGRAFÍA.....	2
3. ORTOFOTOGRAFÍA	2



1. INTRODUCCIÓN

La cartografía topográfica y la ortofotografía utilizadas en el presente proyecto han sido obtenidas a través del archivo oficial del Gobierno de Cantabria, mediante el *Visualizador de Información Geográfica Mapas Cantabria* (<https://mapas.cantabria.es/>). Esta herramienta permite acceder a datos geospaciales precisos y actualizados, fundamentales para la correcta planificación y desarrollo del trazado de la infraestructura viaria.

2. TOPOGRAFÍA

Para la elaboración de la cartografía básica topográfica del ámbito del proyecto se han empleado las hojas 0036-3-7, 0036-3-8, 0036-2-7 y 0036-2-8 pertenecientes a la Base Topográfica Armonizada (BTA) a escala 1:5.000, basada en el vuelo fotogramétrico realizado en el año 2007.

Estas hojas abarcan el territorio correspondiente al municipio de Ampuero, proporcionando una base precisa y detallada sobre la cual se ha apoyado el diseño del trazado.

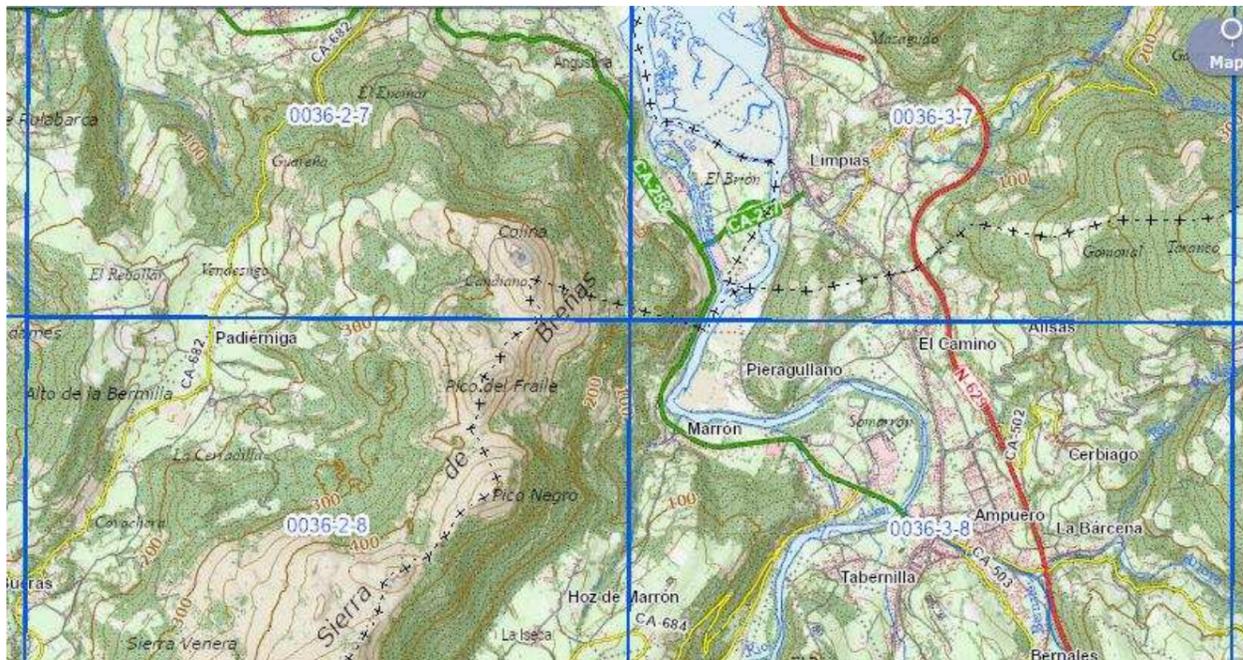


Figura 1.1. Hojas a emplear de Mapas Cantabria.

3. ORTOFOTOGRAFÍA

Para la ortofotografía se han utilizado las hojas 0036-0307, 0036-0207, 0036-208 y 0036-0308, correspondientes a la serie de Ortofotografías de Cantabria del año 2014 PNOA 0,25 m por pixel.



Figura 1.2. Ortofotos de la zona.



ANEJO 2: GEOLOGÍA Y PROCEDENCIA DE MATERIALES



Índice

1. INTRODUCCIÓN	2
2. GEOLOGÍA.....	2
1.1. Marco geológico	2
1.2. Estratificación	4
1.1.1. Triásico.....	4
1.1.2. Jurásico	4
1.1.3. Cretácico.....	4
1.1.4. Cuaternario.....	4
1.3. Tectónica.....	4
1.4. Hidrogeología.....	5
1.5. Mapa Geológico de Cantabria	6
3. PLANO DE GEOLOGÍA	7



1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo tiene como finalidad describir las características geológicas de la zona objeto de estudio, con el fin de identificar las propiedades del suelo y de las formaciones rocosas presentes. Esta información resulta fundamental para establecer los criterios constructivos adecuados y definir la metodología de ejecución más apropiada para el trazado de la carretera.

Los datos geológicos han sido obtenidos a través del Instituto Geológico y Minero de España (IGME) y del visor cartográfico "Mapas Cantabria".

2. GEOLOGÍA

1.1. MARCO GEOLÓGICO

La zona de estudio se encuentra situada en el norte de la Península Ibérica, concretamente en las proximidades del cauce del río Asón, en una región caracterizada por una compleja y variada geología. Debido al relieve montañoso y la presencia de numerosos afluentes, es habitual encontrar depósitos aluviales y una diversidad de unidades geológicas.

Predominan las formaciones del Cretácico Inferior (Era Mesozoica), representadas por materiales correspondientes a distintas edades geológicas: Hauteriviense, Barremiense, Aptiense y Albiense. Estas unidades constituyen la mayor parte del terreno sobre el cual se desarrolla el trazado.

Asimismo, es frecuente la presencia de depósitos aluviales recientes, típicos de las zonas fluviales, pertenecientes al Cuaternario, y más concretamente al Holoceno, resultado de la actividad erosiva y sedimentaria de los numerosos ríos de la región.

En menor proporción, se identifican también formaciones del Triásico, representadas por ofitas, arcillas abigarradas, yesos y sales, localizadas principalmente en zonas próximas al río.

Al norte, en las inmediaciones de Santoña, se reconocen unidades geomorfológicas propias del medio litoral y estuarino, como marismas, dunas y cubetas de descalcificación, también atribuibles al Cuaternario.

Por último, cabe destacar la presencia de materiales jurásicos, pertenecientes al Lías y Dogger, con un hallazgo geológicamente significativo en la zona de Ampuero.

A continuación, se incluye una imagen representativa del área de estudio, acompañada de su correspondiente leyenda geológica para facilitar la interpretación de las unidades descritas.



LEYENDA

CUATER.	HOLOCENO		20	19	18	17	16	15	21
	PLEISTOCENO		14						
CRÉTICO	SUPERIOR	MAESTRICHTIENSE		13					
		CAMPANIENSE							
		SANTONIENSE							
		CONIACIENSE							
		TURONIENSE		12					
		CENOZANENSE	SUPERIOR						
	MEDIO								
	INFERIOR		11						
	INFERIOR	IIENSE	SUPERIOR	10					
			MEDIO						
			INFERIOR						
		APTIENSE	CLANSAY.	7					
			GARGASL.						
			BEDOUL.						
		EN F. WEALD	BARREMIENSE		6				
HAUTERVIENSE									
VALANGINIENSE			SUP.						
			MED.						
	INF.								
BERRIASIENSE									
EN F. PURBECK	PORTLANDIENSE								
	KIMMERIDIENSE								
	OXFORDIENSE								
	DOGGER		5						

- 21 Cuaternario indiferenciado
- 20 Aluviones
- 19 Marismas
- 18 Playas
- 17 Dunas
- 16 Cubetas de descalcificación
- 15 Sedimentos antrópicos
- 14 Terrazas
- 13 Margas y calizas arcillosas
- 12 Margas hojosas y calizas arcillosas
- 11 Intercalaciones de caliza
- 10 Areniscas, margas y calizas
- 9 Areniscas y arcillas limolíticas
- 8 Calizas arcillosas con espículas
- 7 Calizas con Rudistos y Orbitolinas
- 6 Areniscas y limos arcillosos
- 5 Calizas y margas
- 4 Margas y calizas arcillosas
- 3 Dolomías, brechas calizo-dolomíticas y calizas microcristalinas
- 2 Arcillas abigarras, yesos y sales
- 1 Ofitas

JURASICO	LIAS	TOARCIENSE		4
		PLIENSBAHIENSE		
		SINEMURIENSE	SUPERIOR	
			MEDIO	
			INFERIOR	
HETTANGIENSE		3		
TRIASICO	KEUPER		2	
	MUSCHELKALK			
	BUNTSANDSTEIN			



Figura 2.1. Detalle mapa geológico MAGNA50000



1.2. ESTRATIFICACIÓN

Tal como se ha descrito en el apartado anterior, las unidades geológicas predominantes en la zona del proyecto pertenecen al Cuaternario, Cretácico, Jurásico y Triásico. A continuación, se detallan las principales características estratigráficas de cada uno de estos periodos:

1.1.1. TRIÁSICO

En las proximidades de la bahía de Santoña y la ría de Colindres afloran materiales correspondientes al Keuper. Este se presenta en forma de arcillas abigarradas, que en ocasiones se agrupan con dolomías vacuolares o dolomías compactas de color negro. Además, son frecuentes los afloramientos de masas volcánicas en las mismas zonas, lo cual indica una actividad tectónica y volcánica significativa durante el Triásico.

1.1.2. JURÁSICO

Afloramiento del Lías Inferior son los que aparecen en las proximidades de Ampuero. Se presenta en condiciones muy desfavorables dolomías y calizas microcristalinas estratificadas en bancos de 30-70 cm.

1.1.3. CRETÁCICO

Esta unidad es una de las más representativas en el área de estudio, especialmente en sus facies del Aptiense y Albiense inferiores. Estratigráficamente, se puede dividir en tres niveles principales:

- Nivel inferior: constituido por aproximadamente 90 metros de calcarenitas bioclásticas, bien estratificadas.
- Nivel intermedio: compuesto por unos 30 metros de margas compactas intercaladas con calizas y calcarenitas.
- Nivel superior: el más extenso, con hasta 680 metros de calizas y calcarenitas masivas, que dominan el paisaje geológico de la zona.

1.1.4. CUATERNARIO

En los fondos de los ríos Asón, Clarín y Agüera se encuentran depósitos aluviales formados por gravas, arenas, arcillas y restos de materia orgánica. En las áreas próximas al litoral, la acción del viento ha movilizad las arenas para formar sistemas dunares. Estos depósitos recientes pertenecen al Holoceno y reflejan la dinámica sedimentaria actual de la región.

1.3. TECTÓNICA

Desde el punto de vista tectónico, uno de los fenómenos más relevantes es el ascenso de materiales del Keuper a través de zonas de debilidad estructural, afectando a las formaciones más jóvenes y provocando una intensa deformación tectónica en estas.

En particular, destaca la zona de debilidad Ampuero–Colindres, activa durante el Albiense Superior. Este fenómeno dio lugar a una diferenciación de facies en el Cretácico Inferior a ambos lados de esta estructura.

En función de estas características, la región se divide en tres sectores tectónicos principales:

- Mitad oriental
- Zona centro-occidental
- Borde occidental

Ampuero se sitúa en el borde occidental, el cual se distingue por la presencia de fallas inversas asociadas al Keuper, que contrastan con las estructuras tectónicas del resto de las zonas. Esta diferenciación estructural es clave para la interpretación geológica regional y para el análisis del comportamiento del terreno ante obras de infraestructura.



1.4. HIDROGEOLOGÍA

La presencia de calizas del Albiense-Aptiense cuentan con suficiente facilidad de recarga ya que es una zona en la que las lluvias son abundantes y estas calizas son fácilmente karstificables.

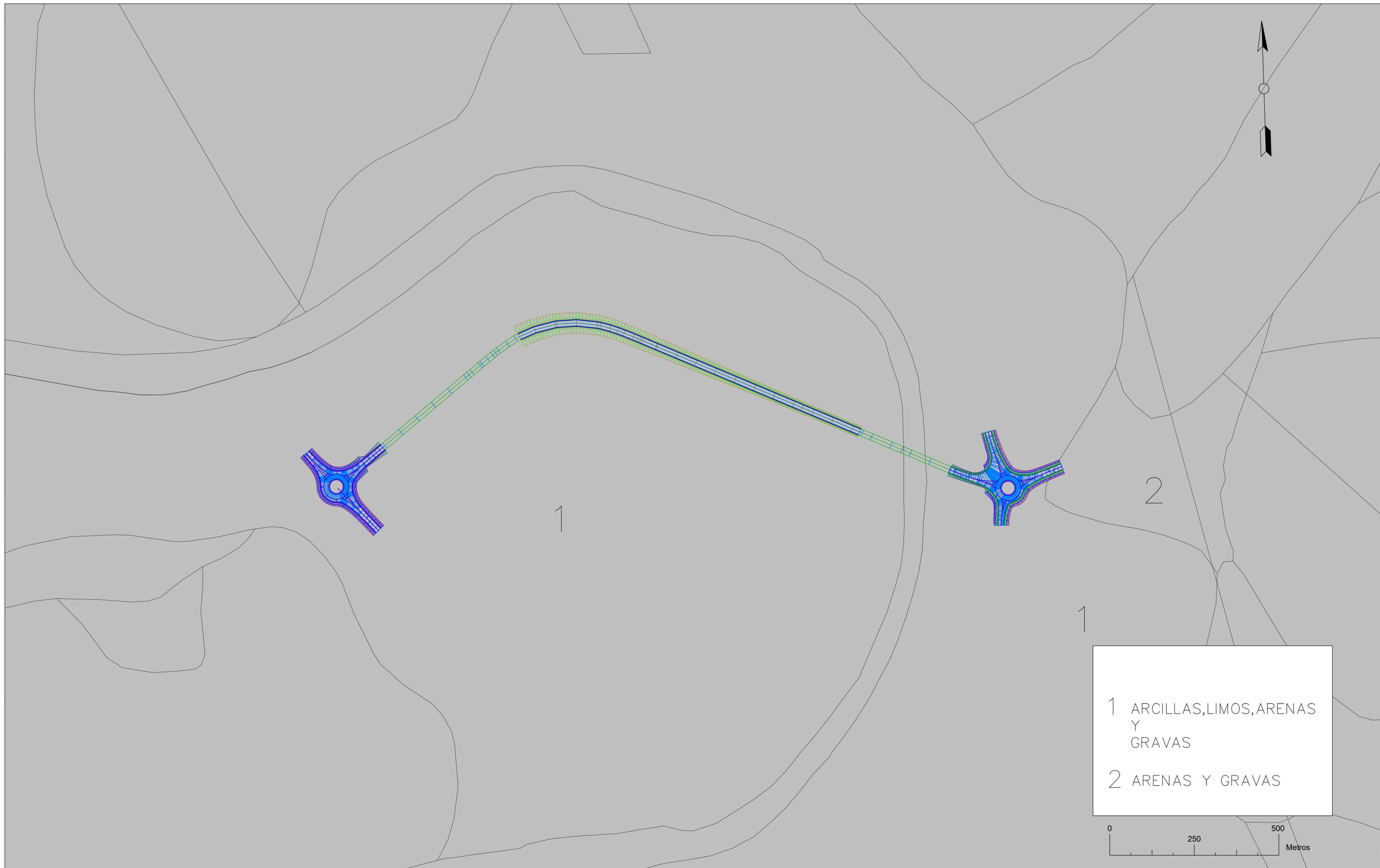
El carácter alternante de la arcilla arenosa que constituye gran parte de la zona hace que sea un material poco fiable de formar acuíferos de importancia.

Los cultivos en la zona son escasos por lo que no es necesaria una demanda alta de agua. Eso ha generado que no se efectúen sondeos de investigación en la zona y que nos dejan a la espera de encontrar más datos hidrogeológicos de la zona.



3. PLANO DE GEOLOGÍA

Se incluye a continuación un plano de la geología en el entorno de la variante, elaborado a partir de los datos obtenidos de Mapas Cantabria.



1 ARCILLAS,LIMOS,ARENAS Y GRAVAS
 2 ARENAS Y GRAVAS



	ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO	TITULO	TERMINO MUNICIPAL	TITULO DEL PLANO	AUTOR	ESCALA	FECHA	PLANO
		TRAZADO	VARIANTE DE CA-258	AMPUERO	GEOLOGIA	TOMY MONTALVAN ROMAN	1:2000	JULIO 25	HOJA 1 DE 1
				PROVINCIA CANTABRIA					



ANEJO 3: EFECTOS SÍSMICOS



Índice

1.	SISMICIDAD.....	2
1.1.	Consideraciones generales	2
1.2.	Peligrosidad sísmica en la zona de proyecto	2
1.3.	Conclusiones	2



1. SISMICIDAD

1.1. CONSIDERACIONES GENERALES

En el presente anejo se comprueba las condiciones de peligrosidad sísmica para la zona en la cual se va a llevar a cabo nuestro proyecto.

Se usarán dos normativas:

- Norma de Construcción Sismorresistente: Parte general y Edificación (NCSE-02)
- Norma de Construcción Sismorresistente: Puentes (NCSP-07)

1.2. PELIGROSIDAD SÍSMICA EN LA ZONA DE PROYECTO

Consultando el mapa de peligrosidad del Instituto Geografico Nacional se observa que la aceleración sísmica horizontal básica se encuentra entre 0.03-0.04 g.

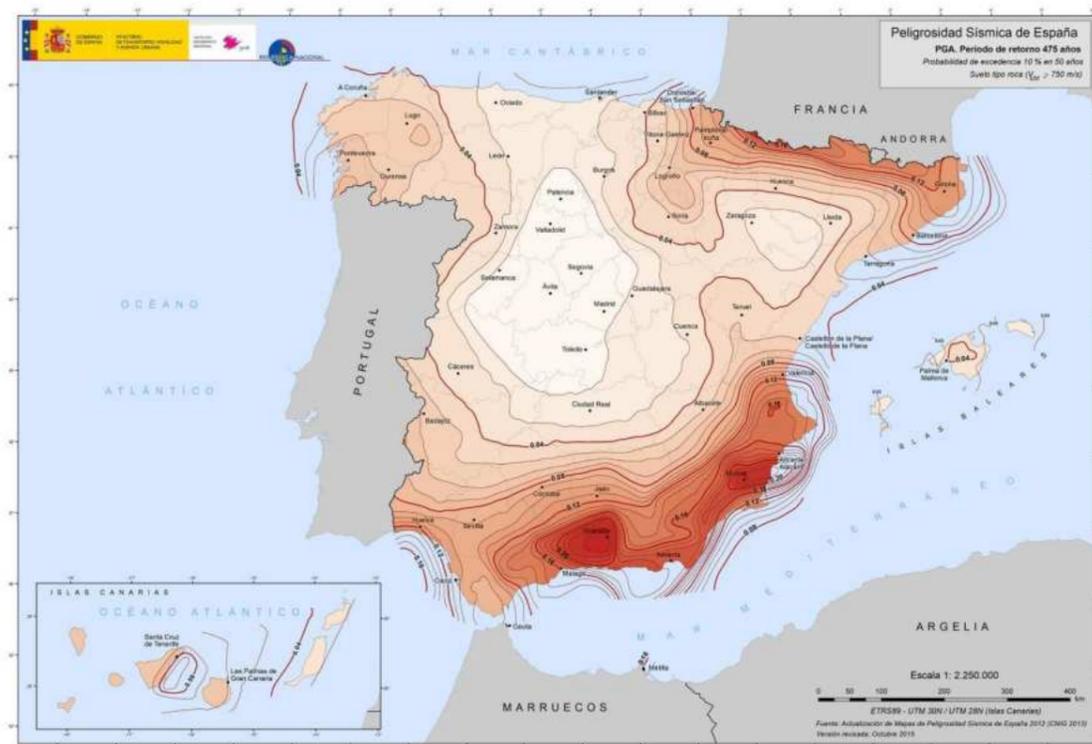


Figura 3.1. Mapa de peligrosidad sísmica de España.

1.3. CONCLUSIONES

De acuerdo con las normativas NCSE-02 y NCSP-07, únicamente deben considerarse los efectos sísmicos cuando la aceleración sísmica básica es igual o superior a 0,04 g.

Teniendo en cuenta que el valor de aceleración en la zona del proyecto no alcanza este umbral, se concluye que no es necesario contemplar medidas sismorresistentes específicas en las fases de estudio ni de ejecución del proyecto.



ANEJO 4: CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA



Índice

1. INTRODUCCIÓN	2
2. CLIMATOLOGÍA.....	2
2.1. clasificación del clima	2
2.1.1. Temperatura.....	3
2.1.2. Precipitación.....	5
3. HIDROLOGÍA.....	6
3.1. Cursos fluviales	6
3.2. Zonas inundables	7



1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se va a hacer una recopilación de información en materia climática e hidrológica. Sacaremos datos de la AEMET (Agencia Estatal de Meteorología). Identificaremos las cuencas que transcurren por nuestro proyecto, los ríos y afluentes que se verán afectados en la zona del proyecto. Esto será necesario para dimensionar correctamente nuestros sistemas de drenaje.

2. CLIMATOLOGÍA

2.1. CLASIFICACION DEL CLIMA

Se ha recurrido al Atlas climático Ibero, que proporciona datos climatológicos, de observaciones meteorológicas, temperatura y precipitación. Esta disponible en la web de la AEMET. Las observaciones están tomadas entre 1971-2000.

Según la clasificación de Köppen-Geiger nos encontramos ante un clima considerado seco, del tipo C que se caracteriza por tener una temperatura del mes mas frio entre 0 y 18 grados.

Dentro de este grupo, se divide en un subtipo que se denomina Cfb que significa que no hay estacion seca ni en invierno ni en verano. La estacion de verano se considera templada. Abarca la Zona Cantabrica, los Pirineos, parte de la zona norte de La Meseta con excepcion de las zonas con una altitud considerables.

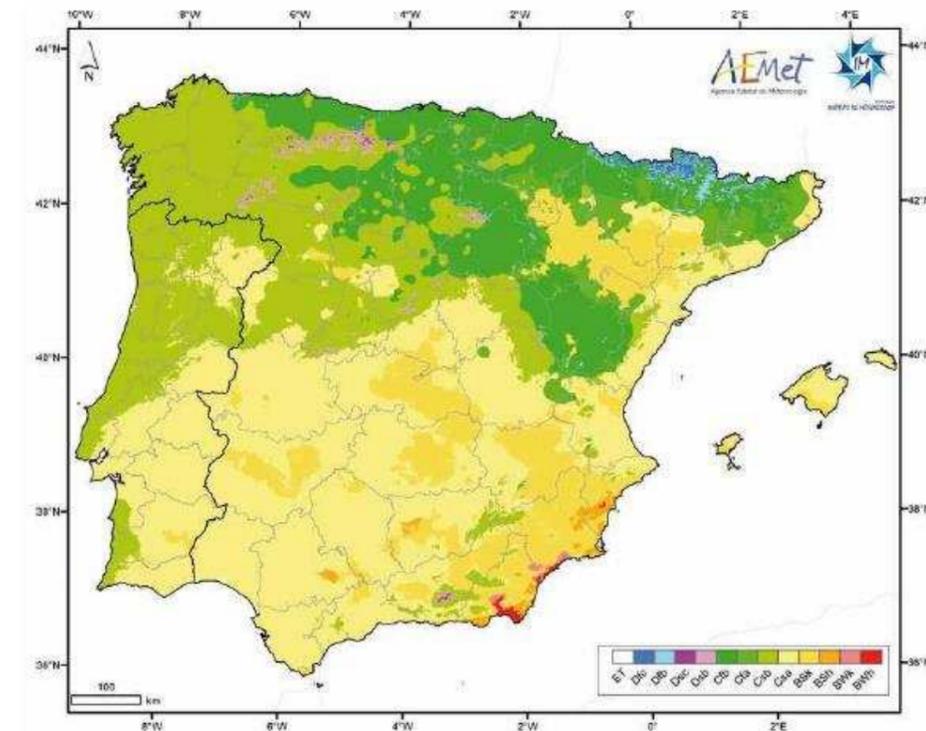


Figura 4.1. Mapa proporcionado por la AEMET: Clima por meses del año.



2.1.1. TEMPERATURA

En el Atlas se describe la forma en que se obtienen los valores de la temperatura.

La temperatura se obtienen de termómetros que están instalados en garitas meteorológicas. Los termómetros se encuentran en depósitos de 1.5 metros de altura del suelo expresando sus datos en grados Celsius. La estación meteorológica usada es la de Santander Aeropuerto, la más cercana y representativa de la zona. Se muestra la red de estaciones destinada a la recopilación de datos en la Península ibérica e Islas Baleares.

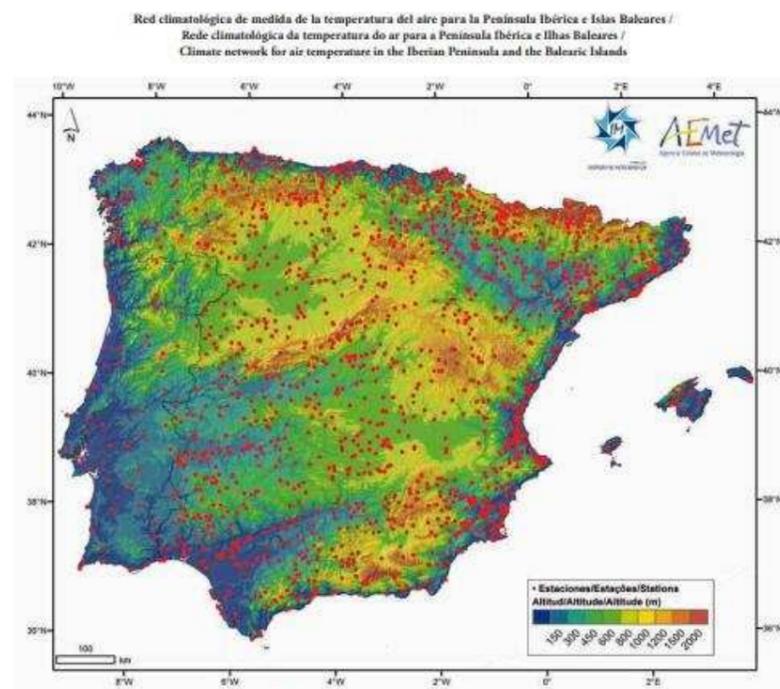


Fig. 4. Red de estaciones climatológicas de la temperatura del aire para la Península Ibérica e Islas Baleares. Rede climatológica da temperatura do ar para a Península Ibérica e Ilhas Baleares. Climatological network for air temperature in the Iberian Peninsula and the Balearic Islands.

Figura 4.2. Red climatológica de la Península Ibérica.

Se tienen datos de los valores medios de las temperaturas (TM), los valores medios de las temperaturas mínimas (TMm) y de las temperaturas máximas (TMM), todo ello para cada uno de los meses del año. Se ha elaborado una tabla con estos datos y también se dejan los mapas que se obtienen del Atlas mencionado con anterioridad expresados en grados Celsius. Esto nos puede ayudar a saber en qué meses es probable tener una temperatura adversa que intervenga en los rendimientos de equipos y máquinas.

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
TM	9.45	9.8	10.75	12	14.65	17.1	19.35	19.9	18.35	15.4	12.15	10.6
TMm	5.6	5.8	6.5	8	10.7	13.4	15.6	16.1	14.1	11.3	8.2	6.9
TMM	13.3	13.8	15	16	18.6	20.8	23.1	23.7	22.6	19.5	16.1	14.3

Tabla 4.1. Valores de temperatura por meses del año.

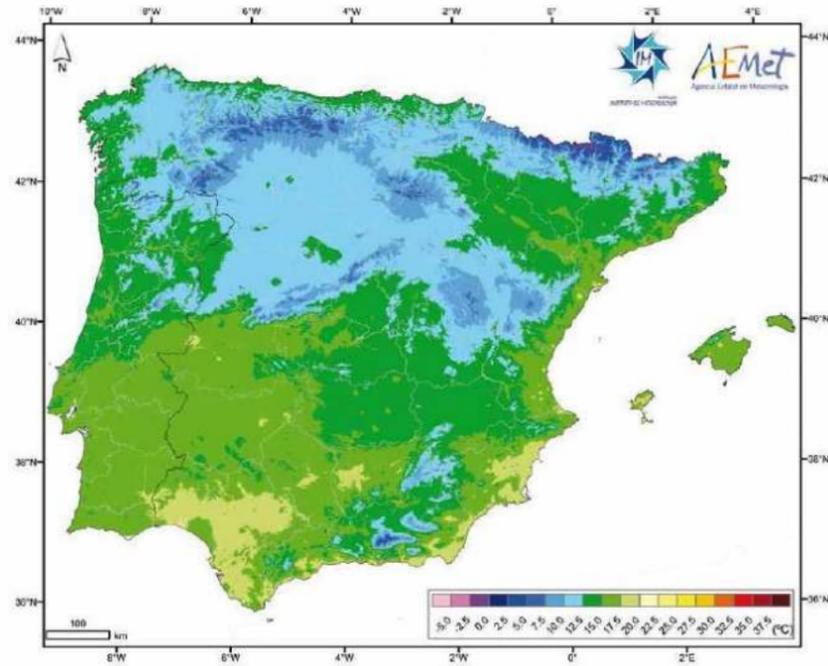


Figura 4.3. Mapa Península Ibérica: temperaturas medias

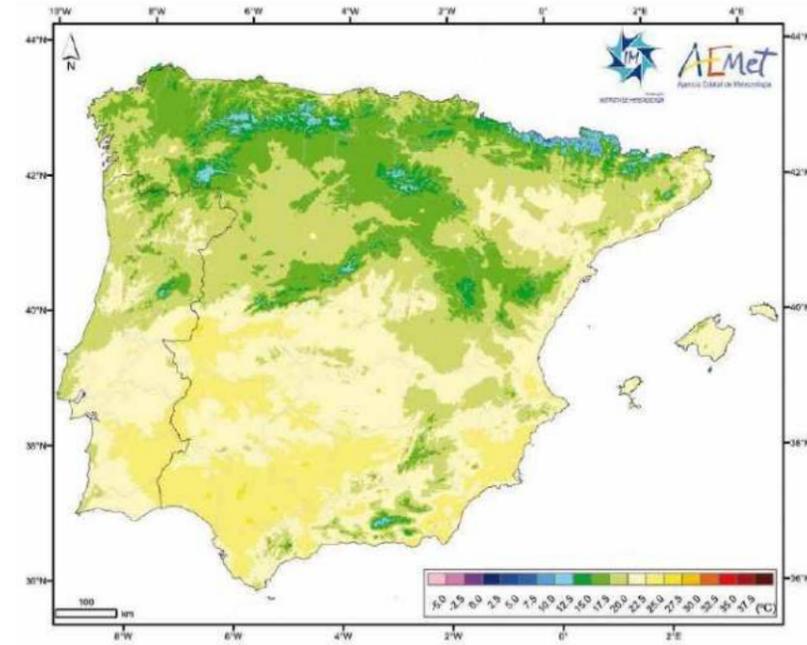


Figura 4.4. Mapa Península Ibérica: temperaturas medias mínimas

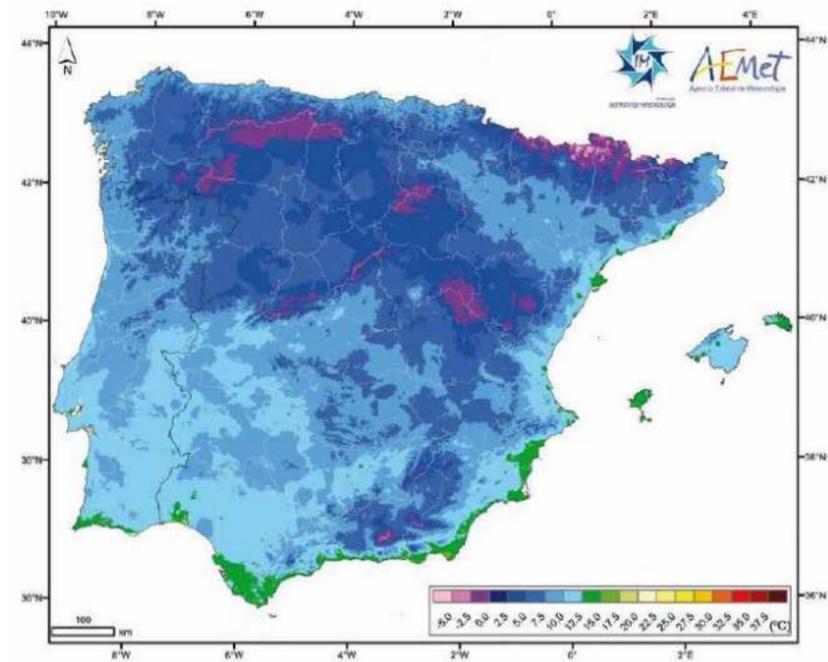


Figura 4.5. Mapa Península Ibérica: temperaturas medias máximas



2.1.2. PRECIPITACIÓN

Los datos de precipitación se toman de pluviómetros que están en estaciones repartidas por toda la superficie de la Península Ibérica y las Islas Canarias e Islas Baleares. El mes mas seco de toda la Península es julio y el más lluvioso es diciembre. Para nuestro estudio de la zona coincide julio como el mes mas seco, pero a la vista de los datos se encuentra que noviembre presenta una cantidad mayor de precipitación media.

Coincidiendo con la estación de Santander Aeropuerto para los datos de climatología, esta estación también nos da valores de las precipitaciones máximas diarias (PM) y las precipitaciones totales medias (P).

Se muestra un mapa con la red de estaciones destinada a los datos de precipitación

Se realiza una tabla con los valores mencionados anteriormente expresado en mm:

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
P	122.7	103.7	105.4	129.1	89.3	61.8	52.1	72.1	84.8	134.9	149.9	116.8
PM	74	66	58.7	83.2	61.9	102.2	45.3	134.4	78	119.4	70.8	68.3

Tabla 4.2. Valores pluviométricos por meses del año.



Figura 15. Red de estaciones pluviométricas de AEMET utilizadas para la elaboración de los mapas de precipitación.

Figura 4.6. Mapa España de la red de estaciones pluviométricas.



3. HIDROLOGÍA

3.1. CURSOS FLUVIALES

Existen una serie de cursos fluviales que bañan nuestra zona del proyecto.

El Rio Ason tiene una gran relevancia en nuestra carretera puesto que parte de nuestro trazado transcurre sobre el en forma de puente. Hace una forma de herradura en la zona entre Ampuero y Marrón. Subiendo hacia el norte, nos encontramos con la Ria de Limpias que va desde Limpias hasta Colindres. Allí se intercepta con la Ria de Rada para juntas formar la Ria de Treto desembocando en la Bahía de Santoña, pasando junto a la Playa del Regatón que pertenece a Laredo y de ahí al Mar Cantábrico.



Figura 4.7. Visualización en Civil 3D de la zona del proyecto y los cursos fluviales.



3.2. ZONAS INUNDABLES

Nuestra carretera está planteada en una zona de inundaciones. Debido a que transcurre casi paralela al Río Ason y a que toda esa zona es bastante llana, se necesita tener en consideración la posible inundación de nuestra obra para dimensionar y crear medidas correctivas para ello.

Se muestra una imagen de Mapas Cantabria en la que aparece la zona posible de inundación para periodos de retorno de T10 en rojo, amarillo para T100 y azul para T500.

Nuestra carretera se corresponde con T10.

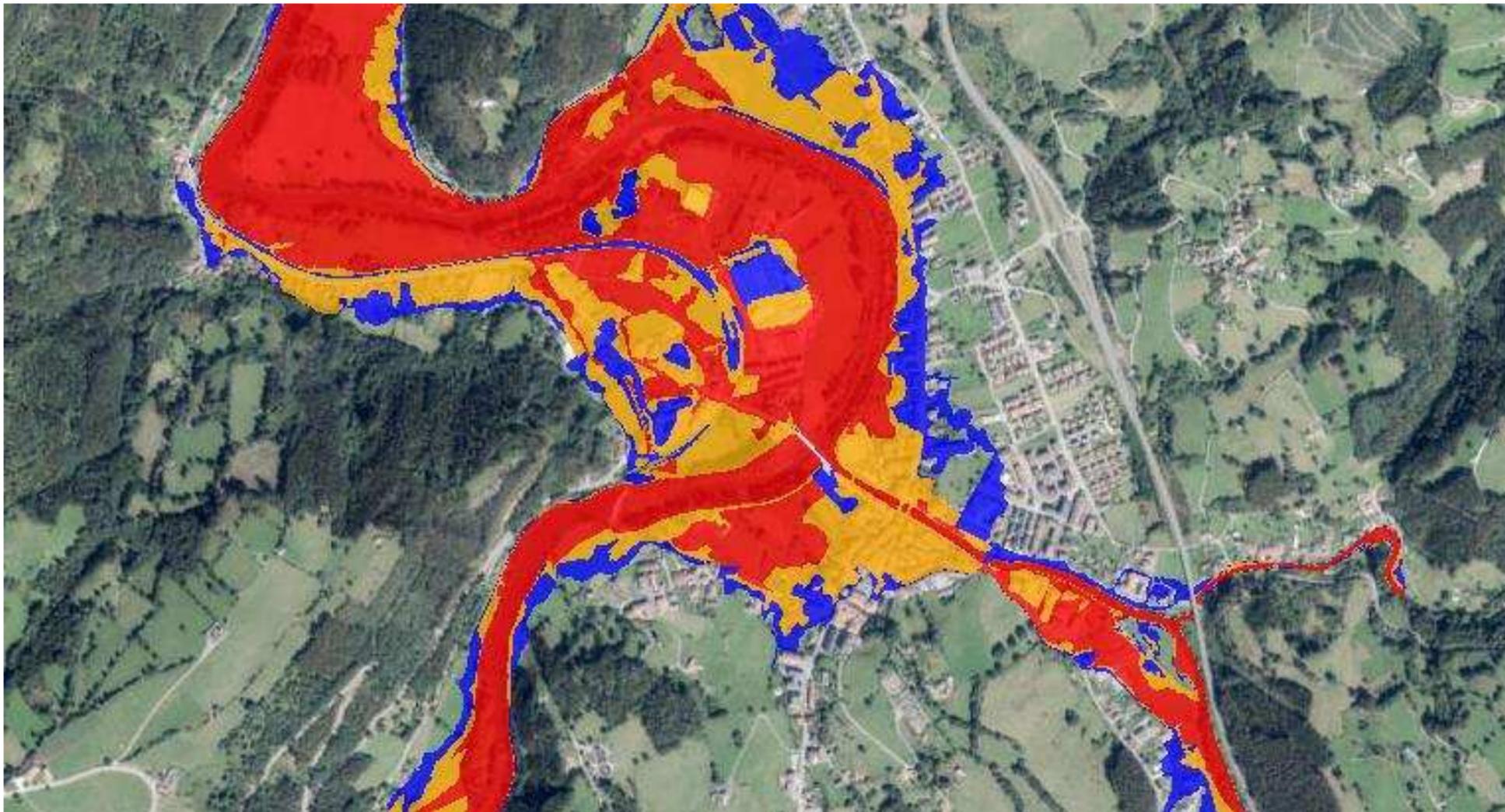


Figura 4.8. Visualización en Mapas Cantabria de las zonas de inundación con sus respectivos periodos de retorno.



ANEJO 5: PLANEAMIENTO DEL TRÁFICO



Índice

1. INTRODUCCIÓN	2
2. DATOS DE PARTIDA	2
3. PREVISIÓN DE TRÁFICO	3
4. NIVEL DE SERVICIO	4



1. INTRODUCCIÓN

Se procede a obtener datos de tráfico disponible en el Plan de Aforos para poder evaluar y hacer una previsión del tráfico que habrá en el momento de puesta en servicio de la carretera. Con ello también podemos obtener las características del tipo de firme a disponer en nuestra carretera.

2. DATOS DE PARTIDA

Los datos de tráfico se toman de el Plan de Aforos del Gobierno de Cantabria de 2023. Para la zona próxima a Ampuero se toman los datos de la estación EC 258-01, EC 258-02 y EC 258-03. Se va a hacer un promedio de estas tres estaciones para poder hacer de la manera más representativa el cálculo de tráfico.

Estas estaciones presentan los siguientes datos

Estación	IMD (vehículos/día)	% vehículos pesados
EC 258-01	1437	4
EC 258-02	2297	4
EC 258-03	1702	8
Promedio	1812	6

Tabla 5.1. Datos de tráfico



Figura 5.1. y 5.2 Mapa y datos del Plan de Aforos del Gobierno de Cantabria de 2023. Zona del trazado.

EC	256-02	VEGUILLA - LA GÁNDARA	501	16
EC	256-03	VEGUILLA - REGULES	648	16
EC	256-05	REGULES - SOBA	656	10
EC	257-01	LIMPIAS - LAS VIÑAS	1.399	5
EC	258-01	MARRÓN - MARRÓN	1.437	4
EC	258-02	MARRÓN - AMPUERO	2.297	4
EC	258-03	CARASA - AMPUERO	1.702	8
EC	260-01	LIÉRGANES - SAN ROQUE	3.162	5
EC	260-02	LINTO	439	3
EC	260-03	LINTO - LIÉRGANES	463	3
EC	260-04	SAN ROQUE - LIÉRGANES	343	10
EC	260-05	SAN ROQUE - SAN ROQUE	326	7



3. PREVISIÓN DE TRÁFICO

Para obtener la IMD del año en puesta en servicio usamos la siguiente expresión:

$$IMD_T = IMD_0(1 + r)^n$$

donde IMD_T es la Intensidad Media Diaria del año en puesta en servicio, IMD_0 es la Intensidad Media Diaria del año que se tienen los datos de aforo, r es la tasa de crecimiento anual y n es el número de años transcurridos.

La Nota de Servicio 5/2014, prescripciones y recomendaciones técnicas para realización de estudios de tráfico de los Estudios informativos, Anteproyectos y Proyectos de Carreteras, del Ministerio de Fomento nos da el valor de la tasa de crecimiento anual r .

Periodo	r
2013-2016	1.08%
2017 en adelante	1.44%

Tabla 5.2. Valores de r Tasa de crecimiento anual.

Se estima que en 2029 la carretera este en plena explotación.

$$IMD_{2029} = 1812 \cdot \left(1 + \frac{1,44}{100}\right)^6 = 1975 \frac{veh}{día}$$

$$IMD_{2029, vh \text{ pesados}} = \frac{6}{100} \cdot 1975 = 119 \frac{veh \text{ pesados}}{día}$$

$$IMD_{2029, vh \text{ pesados, carril}} = \frac{1}{2} \cdot 119 = 59.5 \frac{veh \text{ pesados}}{día * carril}$$

Lo que se necesita conocer es la $IMD_{T, carril, vhpesados}$ por lo que se divide entre 2 el valor final de los vehículos pesados ya que consideramos un reparto del 50% para cada carril.



4. NIVEL DE SERVICIO

Para el cálculo del nivel de servicio, se emplea la metodología descrita en el Highway Capacity Manual (HCM), estándar utilizado internacionalmente en el diseño y evaluación de carreteras.

El nivel de servicio (LOS) es un sistema de clasificación cualitativa que representa las condiciones de circulación en una vía. Se expresa mediante una escala de A (óptimo) a F (congestión crítica), según el HCM.

En este estudio, para evaluar la eficiencia del tramo analizado, se consideran como parámetros clave la velocidad media y la densidad de vehículos demorados. Este enfoque se ajusta a las características de una carretera convencional de dos carriles (uno por sentido), donde la interacción entre vehículos condiciona significativamente la fluidez.

Los cálculos se realizan en base a unas condiciones ideales que son las siguientes:

- Ancho de carril de 12 pies
- Ancho de arcén pavimentado de 6 pies
- Tráfico compuesto por coches
- Terreno llano, alineación recta
- Sin restricciones de movimiento
- Buena condición ambiental

Se estudia de manera separada segmentos que se consideren diferentes a los demás por condiciones geométricas de los carriles, la posibilidad de adelantar, las pendientes y los límites de velocidad. El conjunto de cada nivel de servicio nos da el nivel de servicio total de la carretera.

En este caso se estudia un único tramo, que corresponde al tramo del inicio de la carretera, que incluye el tramo de pendiente más desfavorable y la curva en planta.

Los pasos a seguir son los siguientes:

- Demanda de tráfico: intensidades (d), capacidades (c) y relaciones (d/c)

$$v_i = \frac{V_i}{FHP} \text{ (Ecuación 1)}$$

Donde v_i es la intensidad en la dirección considerada, V_i es el volumen en la dirección considerada y FHP es el factor de hora punta, que lo tomamos con un valor de 0.94.

Se necesita conocer la IMD calculado en el año horizonte de un firme flexible de mezcla bituminosa que se estima en 20 años. Si por lo contrario fuese un firme rígido, como puede ser de hormigón, el año horizonte está fijado en 30 años.

$$IMD = 1812 * (1 + 0.0144)^{26}$$

$$V_i = IMD * K30$$

Para el cálculo de este volumen necesito el valor de K30, que es el valor de la intersección del número de horas en el año con tráfico mayor que el indicado y el porcentaje de la intensidad media diaria sabiendo que tratamos con una carretera que tiene carácter de rural interurbana. El valor está dado en tanto por 1. En este caso tenemos un valor de $K30=0.105$.

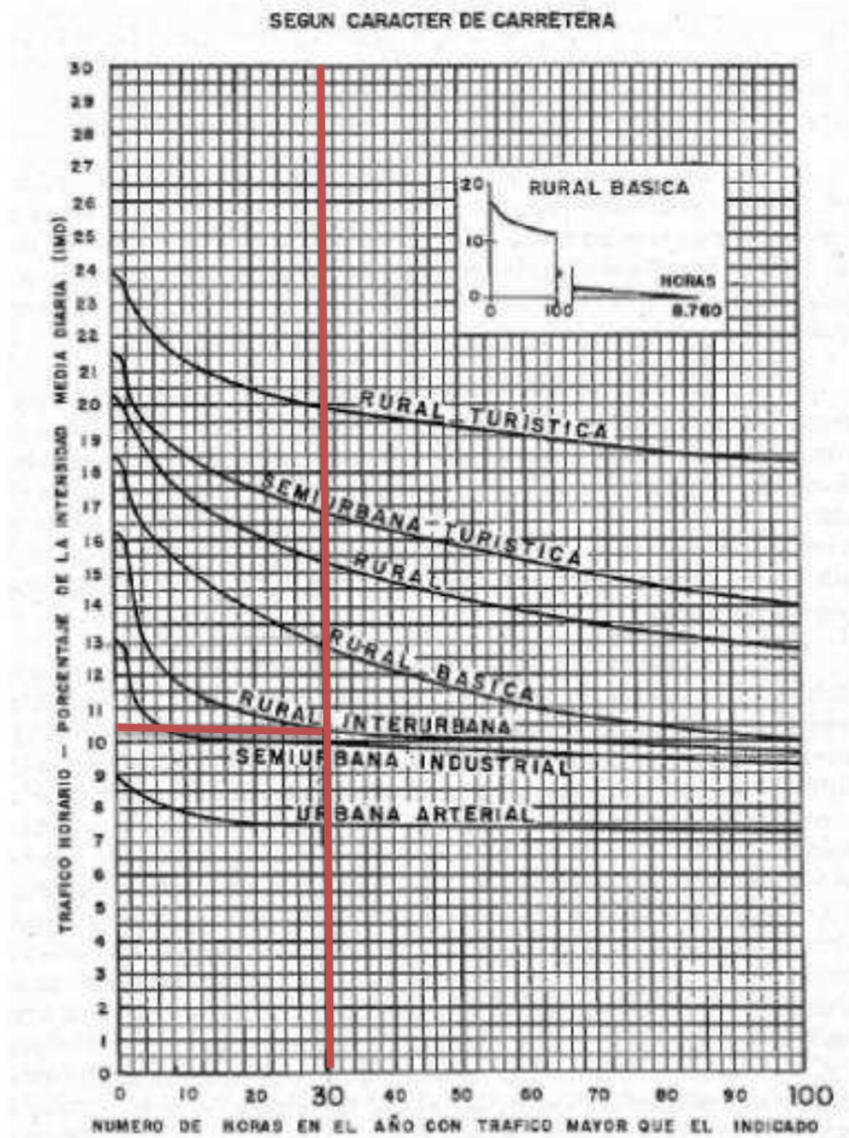


Figura 5.3. Tabla trafico horario- Porcentaje de IMD-Tipo de carretera.

Ahora somos capaces de calcular la ecuación 1. Si este valor es menor a 1700 veh/h se puede emplear la formulación detallada en el HCM, ya que es la capacidad límite que tienen las carreteras convencionales de dos carriles.

- Clasificación de la carretera en función de su trazado en alzado

De cada uno de los segmentos que hemos dispuesto los debemos de diferenciar en función de la longitud de cada tramo y su inclinación. Se puede clasificar entre los valores 1 y 5

TABLA 11- CLASIFICACION DE LA CARRETERA EN FUNCION DE SU TRAZADO EN ALZADO

Segment Length (mi)	Segment Percent Grade (%)									
	≤1	>1 ≤2	>2 ≤3	>3 ≤4	>4 ≤5	>5 ≤6	>6 ≤7	>7 ≤8	>8 ≤9	>9
≤0.1	1 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (1)	2 (1)	2 (2)	2 (2)
>0.1 ≤0.2	1 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (1)	2 (1)	2 (2)	2 (2)	3 (2)	3 (3)	3 (3)
>0.2 ≤0.3	1 (1)	1 (1)	1 (1)	2 (1)	2 (2)	3 (2)	3 (3)	4 (3)	4 (4)	5 (5)
>0.3 ≤0.4	1 (1)	1 (1)	2 (1)	2 (2)	3 (2)	3 (3)	4 (4)	5 (4)	5 (5)	5 (5)
>0.4 ≤0.5	1 (1)	1 (1)	2 (1)	2 (2)	3 (3)	4 (3)	5 (4)	5 (5)	5 (5)	5 (5)
>0.5 ≤0.6	1 (1)	1 (1)	2 (1)	3 (2)	3 (3)	4 (4)	5 (5)	5 (5)	5 (5)	5 (5)
>0.6 ≤0.7	1 (1)	1 (1)	2 (1)	3 (2)	4 (3)	4 (4)	5 (5)	5 (5)	5 (5)	5 (5)
>0.7 ≤0.8	1 (1)	1 (1)	2 (1)	3 (3)	4 (4)	5 (4)	5 (5)	5 (5)	5 (5)	5 (5)
>0.8 ≤0.9	1 (1)	1 (1)	2 (1)	3 (3)	4 (4)	5 (5)	5 (5)	5 (5)	5 (5)	5 (5)
>0.9 ≤1.0	1 (1)	1 (1)	2 (2)	3 (3)	4 (4)	5 (5)	5 (5)	5 (5)	5 (5)	5 (5)
>1.0 ≤1.1	1 (1)	1 (1)	2 (2)	3 (3)	4 (4)	5 (5)	5 (5)	5 (5)	5 (5)	5 (5)
>1.1	1 (1)	1 (1)	2 (2)	4 (4)	4 (4)	5 (5)	5 (5)	5 (5)	5 (5)	5 (5)

(1) Los valores entre paréntesis corresponden a pendientes (inclinación negativa)

Tabla 5.3. Clasificación vertical según HCM.



- Determinar la velocidad libre

$$BFFS = 1.14 * S_{pl} \text{ (Ecuación 2)}$$

BFFS= Velocidad libre básica (mi/h)

S_{pl} = Límite de velocidad (mi/h)

$$FFS = BFFS - a * (HV\%) - f_{LS} - f_A \text{ (Ecuación 3)}$$

FFS= Velocidad libre (mi/h)

HV%= porcentaje vehículos pesados

f_{LS} = factor ajuste anchura de arcenes

f_A = factor ajuste por puntos de acceso

- Calcular la velocidad media

$$S = \begin{cases} FFS & \text{si } vd < 100 \\ FFS - m \left(\frac{vd}{1000} - 0.1 \right)^p & \text{si } vd > 100 \end{cases} \text{ (Ecuación 7)}$$

S= velocidad en dirección analizada

m= coeficiente de pendiente

P=coeficiente de exponente

- Determinar la clasificación en función del trazado en planta

Se consideran curvas horizontales aquellas que contienen un radio menor a 777 metros. Se asigna un valor entre 1 y 5 según el radio y el peralte de acuerdo a la siguiente tabla:

TABLA 22- CLASIFICACIÓN EN FUNCION DEL TRAZADO EN PLANTA

Radius (ft)	Superelevation (%) (Peralte)										
	<1	≥1 <2	≥2 <3	≥3 <4	≥4 <5	≥5 <6	≥6 <7	≥7 <8	≥8 <9	≥9 <10	≥10
<300	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
300-449	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
450-599	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
600-749	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2
750-899	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
900-1,049	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1
1,050-1,199	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
1,200-1,349	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1,350-1,499	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	—
1,500-1,649	1	1	1	1	1	1	1	1	—	—	—
1,650-1,799	1	1	1	1	1	1	—	—	—	—	—
1,800-1,949	1	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—
1,950-2,099	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—
2,100-2,249	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—
2,250-2,399	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2,400-2,549	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
≥2550	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Note: — means that the curve does not restrict speeds and can be treated as a tangent section.

Tabla 5.4. Clasificación en planta.



- Calcular la velocidad media en cada segmento curvo

$$S_{Hci} = \min \left[\{S\}, \left\{ FFS_{Hci} - m * \sqrt{\frac{v0}{1000}} - 0.1 \right\} \right] \text{ (Ecuación 12)}$$

FFS_{Hci}= Velocidad libre del subtramo curvo en la dirección analizado

- Calcular la velocidad media de cada tramo

$$S = \frac{\sum(Si * Li)}{L}$$

S= Velocidad media del tramo en la dirección analizada

S_i= Velocidad del subtramo recto o curvo

L_i= Longitud del subtramo recto o curvo

L= Longitud total del tramo

- Porcentaje de vehículos en seguimiento

$$PF = 100 * \left[1 - e^{(m * \left\{ \frac{vd}{1000} \right\}^p)} \right] \text{ (Ecuación 17)}$$

PF= Porcentaje de vehículos demorados

- Calcular la densidad de vehículos en seguimiento o demorados

$$FD = \frac{PF}{100} * \frac{vd}{S} \text{ (Ecuación 35)}$$

FD= Densidad de vehículos demorados

Por último, nos queda clasificar la categoría del nivel de servicio en relación a los valores obtenidos y la siguiente tabla:

LOS	LIMITE DE VELOCIDAD >= 50 mi/h	LIMITE DE VELOCIDAD < 50 mi/h
A	<=2	<=2.5
B	>2-4	>2.5-5
C	>4-8	>5-10
D	>8-12	>10-15
E	>12	>15
F	LA DEMANADA SUPERA LA CAPACIDAD	LA DEMANDA SUPERA LA CAPACIDAD

Tabla 5.5. Valores de nivel de servicio en función del porcentaje de vehículos demorados.

A continuación, se muestra los cálculos del segmento escogido, en los que se llega a la conclusión de que se tiene un nivel de servicio (LOS) tipo B.

Debido a que es el tramo más desfavorable de la obra, se considera que toda ella posee el nivel de servicio B.



TRAMO	PK INICIAL	PK FINAL	L (MI)	INCLINACION (%)	CLASE VERTICAL	LIMITE VELOCIDAD KM/H	Slp(mi/h)	BFFS(mi/h)	COEF EC.3
1	0	428.6	0.266320355	5.39	3	50	31.06855	35.418147	0.0333

FFS(mi/h)	m	p	S(mi/h)	LONGITUD RECTA	LONGITUD CURVA	RADIO	CLASE HORIZONTAL	FFSHci	BFFSHci
35.218347	2.062039987	0.42699268	34.1956051	0.139830614	0.126492848	459.3175853	4	29.8988852	30.0518852

m	Shci	$\sum s$	Pfcap	PF25cap	m	p	PF(%veh)	FD(veh/mi/carril)	LOS
0.277	29.7770199	32.0973307	87.0880808	55.6400346	-1.43522418	0.92224524	37.08862	3.392021249	B



ANEJO 6: ESTUDIO GEOTÉCNICO DEL CORREDOR



Índice

1. INTRODUCCIÓN	2
2. GEOTECNIA	2
3. CÁLCULO DE TALUDES	3
1.1. DESMONTE.....	3
1.2. TERRAPLÉN.....	3
4. EXPLANADA	5



1. INTRODUCCIÓN

Se procede a caracterizar la geotécnica de la zona del proyecto. Nos ayudamos de los datos del Instituto Geológico y Minero de España (IGME) que nos permite saber el tipo de terreno y su comportamiento geotécnico para el diseño de taludes, su comportamiento en presencia de agua entre otras cosas.

2. GEOTECNIA

El Mapa Geotécnico General 1:200.000 de interpretación geotécnica está dividido en hojas que representan toda la Península Ibérica. Para Ampuero, se recurre a la hoja 4 (5-1) SANTANDER.

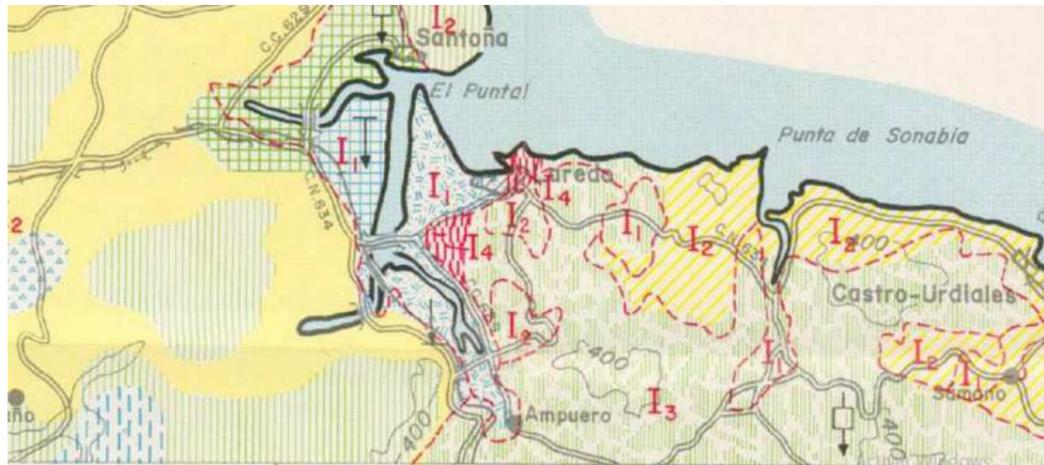


Figura 6.1. Detalle del Mapa Geotécnico de la zona

Se observa que es una zona con condiciones aceptables de construcción que presenta problemas litológicos e hidrológicos debido a la proximidad del Rio Ason.

CONDICIONES CONSTRUCTIVAS ACEPTABLES	
	Problemas de tipo Litológico, Hidrológico y Geotécnico (p.d.).
	Problemas de tipo Hidrológico y Litológico.
	Problemas de tipo Litológico.
	Problemas de tipo Hidrológico.
	Problemas de tipo Geomorfológico.

Figura 6.2. Leyenda del Mapa geotécnico

Según los criterios de división geotécnica y las características generales del terreno, la zona de estudio se clasifica dentro del área I3, caracterizada principalmente por la presencia de materiales detríticos, entre los que destacan areniscas, arcillas y facies Weald. Estas últimas corresponden a sedimentos continentales depositados en ambientes fluviales.

Las arcillas y areniscas de la zona presentan buzamientos variables, son materiales altamente alterables y están cubiertos por un espesor considerable de suelo superficial, lo que condiciona su comportamiento geotécnico.

El relieve es suavemente ondulado, y aunque no se detectan signos evidentes de inestabilidad profunda, pueden presentarse fenómenos de inestabilidad superficial localizada debido a la heterogeneidad de los materiales y su estado de meteorización.

En cuanto a su comportamiento hidrogeológico, se trata de un terreno de baja permeabilidad y drenaje dificultoso. Existen algunos acuíferos locales, aunque son escasos, de pequeño tamaño y generalmente aislados, sin continuidad regional significativa.



I	REGION COSTERO - CANTABRA	
	MATERIALES DETRITICOS - ARENISCAS Y ARCILLAS - FACIES WEALD.	<p>Areniscas y arcillas, muy alterables con buzamientos variados y fuerte recubrimiento superficial de suelo. Relieve suavemente ondulado ; inestabilidad de tipo superficial.</p> <p>Permeabilidad baja y drenaje difícil. Acuíferos aislados poco importantes.</p> <p>Cargas unitarias bajas o medias asientos de tipo medio a largo plazo.</p>

Figura 6.3. Leyenda de la zona del Mapa geotécnico.

1.2. TERRAPLÉN

Se necesita de dotar al suelo de la clasificación AASHTO.

Se puede clasificar como un A-3 debido a la falta exacta de datos. Gracias al estudio previo de hidrología que se hizo sabemos que es una zona propensa a inundaciones por lo que las pendientes serán mas estrictas que en el caso de que no fuera probable las inundaciones.

Es por lo que se escoge unos terraplenes con inclinaciones 2:1 (H:V).

3. CÁLCULO DE TALUDES

No existen datos en cuanto a estudios geotécnicos que nos puedan dar detalles para este cálculo así que se toman como referencia lo descrito en el apartado anterior.

1.1. DESMONTE

Teniendo en cuenta que se trata de materiales que son cohesivos (arcillas) y su baja permeabilidad y además el ángulo es el mismo para cualquier altura vemos que deben tener una inclinación de 1.5:1 (H:V).

TABLA 12.22. VALORES DE ÁNGULOS DE TALUD APROXIMADOS (H/V)

TIPO DE TERRENO	ALTURA DEL DESMONTE en metros.	
	H < 3	3 ≤ H ≤ 6
Granular	Gravas y zahorras	
	Arenas gruesas y medias, no limosas	1,5:1
	Arenas finas limosas uniformes	1,75:1
Coherente	Limos y limos arenosos	1,5:1
	Arcillas arenosas y limos arcillosos de IP de 10 a 20	1,25:1
	Arcillas de IP de 20 a 30	1,25:1
	Arcillas de IP > 30	1,25:1

En taludes para ajardinar conviene tomar pendiente única de 1,5:1.

Tabla 6.1. Angulos de taludes de desmonte.

TABLA 12.23. VALORES DE ÁNGULOS DE TALUD APROXIMADOS (H/V)

AASHTO	SUCS	CONDICIONES DE SITUACIÓN			
		No sujeto a inundación		Sujeto a inundación	
		Altura terraplén en m.	Pendiente del talud (H/V)	Altura terraplén en m.	Pendiente del talud (H/V)
A-1	GW, GP, SW	NO CRÍTICA	1,5:1	NO CRÍTICA	2:1
A-3	SP	NO CRÍTICA	1,5:1	NO CRÍTICA	2:1
A-2-4	GM, SM	< 15	2:1	< 10	3:1
A-2-5				3 < H < 10	3:1
A-2-6, A-2-7	GC, SC	< 15	2:1	< 15	3:1
A-4, A-5	ML, MH	< 15	2:1	< 15	3:1
A-6, A-7	CL, CH	< 15	2:1	< 15	3:1
A-8	Pl, OL, OH	NO CONVENIENTES			

Figura 6.2. Angulos de taludes de terraplen.



12.2.d. VALORACIÓN DE LOS SUELOS AASHTO

TABLA 12.12.

Clasificación	Composición del material	Permeabilidad	Capilaridad	Elasticidad	Cambios de volumen	Para capa de rodadura	Para base	Para subbase	Para terraplenes >de 15m	Para terraplenes <de 15m	Comportamiento después de compactado	Fallos que presenta el terreno
A-1	Mezcla de grava, arena, limo y arcilla, en cantidades bien proporcionadas	Baja	Baja	Casi nula	Muy pequeños	Excelente	Bueno a excelente	Bueno a excelente	Bueno a excelente	Excelente	Excelente. Estable en tiempo seco y húmedo	Prácticamente ninguno
A-2	Mezcla mal proporcionada de grava, arena, limo y arcilla. Tiene limo o arcilla en exceso	Baja a mediana	Baja a mediana. A veces perjudicial	Casi nula	A veces perjudiciales cuando son plásticos	Regular a bueno	Regular a excelente	Regular a excelente	Regular a bueno	Bueno	Bueno a excelente. Estable en tiempo seco. A veces polvoriento. Se reblandece en tiempo húmedo	Se reblandece cuando llueve. En tiempo seco se vuelve sucio y polvoriento
A-3	Arena o mezcla de grava y arena, con poco o nada de material fino	Mediana a elevada	Baja	Casi nula	Muy pequeños	Malo a regular	Regular a excelente	Regular a excelente	Regular a bueno	Bueno	Bueno a excelente. Es más estable en condiciones húmedas	Es inestable cuando se halla seco. Tiende a deslizarse cuando no está debidamente confinado. No tiene suficiente cohesión
A-4	Material limoso sin grava, ni arena gruesa. Contiene algo de arena fina y mediana. Su contenido de arcilla no es elevado	Baja a mediana	Muy elevada perjudicial	Baja	Regulares a grandes. Perjudiciales en época de heladas	Malo a pésimo	Malo a regular	Malo a regular	Malo a bueno	Malo a bueno	Regular en tiempo seco. Inestable en tiempo húmedo	Absorbe agua rápidamente perdiendo estabilidad. Susceptible de erosiones y lavados en época de lluvia. Posibilidad de hinchamientos de terreno
A-5	Material limoso semejante a A-4 pero con cierta cantidad de mica ó diatomáceas que le da elasticidad	Baja	Regular a elevada	Elevada perjudicial	Regulares a grandes. A veces perjudiciales cuando llueve	Pésimo	Malo	Malo	Pésimo	Malo a pésimo	Semejante al A-4	Presenta además una elasticidad perjudicial que impide una buena compactación

Tabla 6.3. Clasificación AASTHO.



4. EXPLANADA

No están disponibles datos que nos den los valores del modulo de compresibilidad en el segundo ciclo. Es por lo que suponemos las características de una explanada intermedia, de categoría E2.

Los materiales que se encuentran son areniscas y arcillas que como recoge la siguiente tabla presenta una capacidad de carga media-alta con un riesgo de que se produzcan asentamientos bajo. La presencia de agua se considera que produce cambios medios-bajos siendo un material con una capacidad de compactación buena-media.

Existe un riesgo de deslizamiento de talud que tomaremos como bajo.

Con todo ello, se considera que el suelo es un suelo tolerable.

Debido a que la llanura de inundación del periodo de retorno T10 esta presente en todo el trazado de la carretera se toma la decisión de colocar pedraplenes, exceptuando la zona de puente que salva el ferrocarril y cruza el rio.

Los taludes de los pedraplenes se consideran 1:1.



TABLA 12.11. CARACTERÍSTICAS DE LOS PRINCIPALES TIPOS DE SUELOS EN CUANTO A APTITUD PARA CIMIENTOS Ó PARA FORMAR PARTE DE TERRAPLENES

SÍMBOLO	TIPO DE SUELO	CAPACIDAD DE CARGA	RIESGO DE ASIENTOS	MODIFICACIÓN DE RESISTENCIA POR CAMBIOS DE HUMEDAD	COMPACTABILIDAD	RIESGO DE DESLIZAMIENTO DE TALUDES
GW	Gravas limpias bien graduadas	Muy alta	Bajísimo	Muy baja	Muy buena	Muy bajo
GP	Gravas limpias mal graduadas	Alta	Muy bajo	Muy baja	Buena	Bajo
SW	Arenas limpias bien graduadas	Muy alta	Bajísimo	Muy baja	Muy buena	Muy bajo
SP	Arenas limpias mal graduadas	Alta	Muy bajo	Muy baja	Buena	Bajo
GC	Gravas arcillosas	Alta	Bajo	Baja a media	Buena a media	Muy bajo
SC	Arenas arcillosas	Alta o media	Bajo	Baja a media	Buena a media	Bajo
GM	Gravas limosas	Alta	Bajo	Baja	Media	Bajo
SM	Arenas limosas	Alta a media	Bajo	Baja	Media	Bajo a medio
ML	Limos de baja plasticidad	Media a baja	Medio	Media a alta	Mala	Medio
CL	Arcillas de baja plasticidad	Baja	Medio	Media a alta	Media a mala	Medio a alto
MH	Limos de alta plasticidad	Baja	Alto	Alta	Muy mala	Medio a alto
CH	Arcillas de alta plasticidad	Muy baja	Muy alto	Alta	Mala	Alto
O	Suelos orgánicos	Bajísima	Altísimo	Altísima	Muy mala	-

Tabla 6.4. Aptitudes para cimientos y terraplenes.



ANEJO 7: TRAZADO GEOMÉTRICO



Índice

1. INTRODUCCIÓN	2
2. TRAZADO	2
2.1. Trazado en planta	2
2.1.1. Informe de trazado en planta.....	4
2.2. Trazado en alzado	5
2.2.1. Informe de trazado en alzado	5
3. SECCIÓN TRANSVERSAL.....	6



1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se presentará un informe del trazado geométrico tanto en planta como en alzado de nuestra carretera, que se hace bajo la Norma 3.1-IC "Trazado" publicada por el Ministerio de Fomento en el año 2016. Así mismo, se muestra como es la sección transversal de la carretera.

2. TRAZADO

2.1. TRAZADO EN PLANTA

El trazado en planta se puede dividir en dos alineaciones rectas y una curva de transición en forma de clotoide que une a estas alineaciones.

Se plantea una nueva glorieta en el inicio del trazado. En su parte final la carretera se une a la glorieta ya existente.

Para las rectas se hace el cálculo de las máximas y mínimas longitudes para cumplir con las normas de seguridad, deslumbramiento y comodidad.

$$L_{\min,s} = 1,39 \cdot V_p$$

$$L_{\min,o} = 2,78 \cdot V_p$$

$$L_{\max} = 16,70 \cdot V_p$$

Siendo:

$L_{\min,s}$ = Longitud mínima (m) para trazados en "S" (alineación recta entre alineaciones curvas con radios de curvatura de sentido contrario).

$L_{\min,o}$ = Longitud mínima (m) para el resto de casos (alineación recta entre alineaciones curvas con radios de curvatura del mismo sentido).

L_{\max} = Longitud máxima (m).

V_p = Velocidad de proyecto del tramo (km/h).

Activar Windows
Ve a Configuración para

	L _{MIN,S} (M)	L _{MIN,O} (M)	L _{MAX} (M)	L(M)	VP(KM/H)
RECTA 1	69.5	139	835	225	50
RECTA 2	69.5	139	835	448	50

Tabla 7.1 Longitudes máximas y mínimas en tramos rectos

Para la curva circular la norma fija una relación velocidad de proyecto-peralte-radio mínimo que se muestra en la siguiente tabla

VELOCIDAD DE PROYECTO (V_p) (km/h)	GRUPO 1		GRUPO 2		GRUPO 3	
	A-140 Y A-130		A-120, A-110, A-100, A-90, A-80 Y C-100		C-90, C-80, C-70, C-60, C-50 Y C-40	
	RADIO MÍNIMO (m)	PERALTE MÁXIMO (%)	RADIO MÍNIMO (m)	PERALTE MÁXIMO (%)	RADIO MÍNIMO (m)	PERALTE MÁXIMO (%)
140	1 050	8,00	--	--	--	--
130	850	8,00	--	--	--	--
120	--	--	700	8,00	--	--
110	--	--	550	8,00	--	--
100	--	--	450	8,00	--	--
90	--	--	350	8,00	350	7,00
80	--	--	250	8,00	265	7,00
70	--	--	--	--	190	7,00
60	--	--	--	--	130	7,00
50	--	--	--	--	85	7,00
40	--	--	--	--	50	7,00

Tabla 7.2. Velocidad – peralte – radio mínimo



Se puede observar que para nuestra carretera de 50 km/h, que se considera un grupo 3 y dentro de ella como una C-50 el radio mínimo es de 85 metros y el peralte máximo es del 7%.

Estos valores se cumplen que nuestra curva circular tiene un radio de 140 metros con un peralte del 2%.

Las curvas de acuerdo de transición se emplean para que exista en todo momento una continuidad en el trazado que asegura la seguridad y la comodidad.

La curva de acuerdo empleada es la clotoide:

$$R \cdot L = A^2$$

Siendo:

R = Radio de curvatura en un punto cualquiera.

L = Longitud de la curva entre su punto de inflexión ($R=\infty$) y el punto de radio R.

A = Parámetro de la clotoide, característico de la misma.

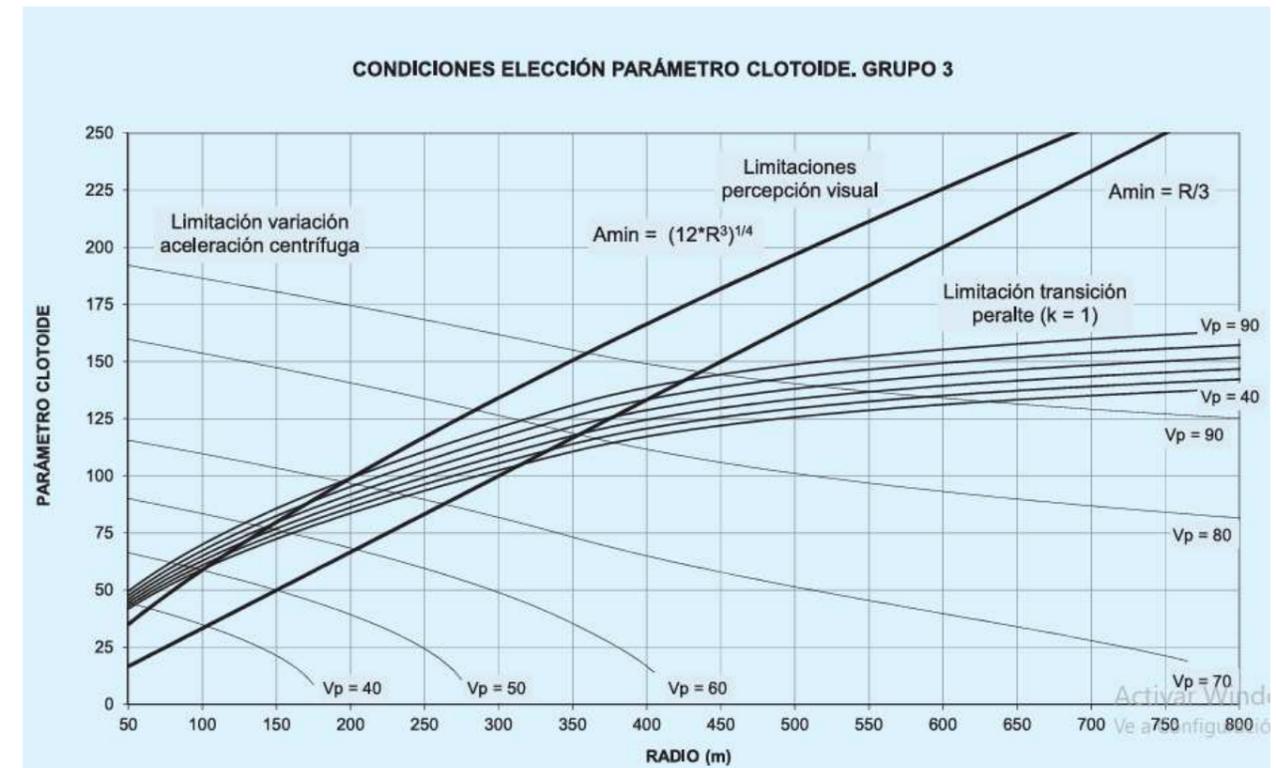


Figura 7.1. Parámetro de clotoide – radio- velocidad de proyecto

Para que exista una adecuada condición de visibilidad se emplea el uso de un gráfico que relaciona la velocidad de proyecto con el radio de la curva circular que acompaña para que se asegure en todo momento los valores mínimos del parámetro de la clotoide que se necesitan para garantizar el confort y la seguridad del conductor.

**2.1.1. INFORME DE TRAZADO EN PLANTA**

Gracias al programa Civil 3D de Autodesk se puede generar un informe detallado con los datos del trazado en planta.

<u>Tangent Data</u>			
Length:	225.035	Course:	N 51° 47' 46.3268" E

<u>Spiral Curve Data: clothoid</u>			
Length:	50.000	L Tan:	33.389
Radius:	140.000	S Tan:	16.717
Theta:	10° 13' 53.0011"	P:	0.743
X:	49.841	K:	24.973
Y:	2.969	A:	83.666
Chord:	49.929	Course:	N 55° 12' 20.6769" E

<u>Circular Curve Data</u>			
Delta:	42° 23' 11.4622"	Type:	RIGHT
Radius:	140.000		
Length:	103.570	Tangent:	54.283
Mid-Ord:	9.469	External:	10.156
Chord:	101.224	Course:	N 83° 13' 15.0590" E

<u>Spiral Curve Data: clothoid</u>			
Length:	50.000	L Tan:	33.389
Radius:	140.000	S Tan:	16.717
Theta:	10° 13' 53.0011"	P:	0.743
X:	49.841	K:	24.973
Y:	2.969	A:	83.666
Chord:	49.929	Course:	S 68° 45' 50.5589" E

<u>Tangent Data</u>			
Length:	448.121	Course:	S 65° 21' 16.2088" E



2.2. TRAZADO EN ALZADO

Los cambios de pendiente se solucionan con acuerdos verticales libre de tipo parábola. Estas parábolas unen las alineaciones rectas.

Para los valores de pendiente máxima y mínima la norma muestra una tabla con valores para los diferentes tipos de carreteras y velocidades de proyecto:

VELOCIDAD DE PROYECTO (v_p) (km/h)	INCLINACIÓN MÁXIMA (%)	INCLINACIÓN EXCEPCIONAL (%)
100	4	5
90 y 80	5	7
70 y 60	6	8
50 y 40	7	10

Tabla 7.3. Inclinaciones máximas en función de la velocidad de proyecto.

El trazado en alzado presenta una fuerte pendiente en el inicio para salvar la línea de ferrocarril, pero esta cumple con la norma ya que es menor al 7%.

2.2.1. INFORME DE TRAZADO EN ALZADO

Al igual que en el trazado en planta, Civil 3D genera este informe de trazado en alzado:

PVI	Station	Elevation (m)	Grade Out (%)	Curve Length (m)
1	0+00.000	5.090	5.394 %	0.000
2	1+34.124	12.324	-0.941 %	215.137
3	7+00.130	7.000	0.623 %	128.053
4	8+76.726	8.099		

Tabla 7.4. Datos en alzado de Civil 3D.



3. SECCIÓN TRANSVERSAL

La norma de trazado tiene unos valores mínimos de los anchos de carril, arcenes y bermas que en función del tipo de carretera y su velocidad de proyecto se deben de cumplir. En en caso de nuestra carretera, se toma como inexistente la berma.

Se adopta unas medidas de 3.5 metros para los carriles y 0.5 metros para los arcenes.

CLASE DE CARRETERA	VELOCIDAD DE PROYECTO (V_p) (km/h)	ANCHO (m)				NIVEL DE SERVICIO MÍNIMO EN LA HORA DE PROYECTO DEL AÑO HORIZONTE
		CARRILES	ARCENES		BERMAS (MÍNIMO)	
			INTERIOR / IZQUIERDO	EXTERIOR / DERECHO		
Autopista y autovía	140, 130 y 120	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	C
	110 y 100	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	D
	90 y 80	3,50	1,00	2,50	1,00	D
Carretera multicarril	100	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	D
	90 y 80	3,50	1,00	2,50	1,00	D
	70 y 60	3,50	0,50 / 1,00	1,50 / 2,50	1,00	E
	50 y 40	3,25 a 3,50	0,50 / 1,00	1,00 / 1,50	0,50	E
Carretera convencional	100	3,50	2,50		1,00	D
	90 y 80	3,50	1,50		1,00	D
	70 y 60	3,50	1,00 / 1,50		0,75	E
	50 y 40	3,00 a 3,50	0,50 / 1,00		0,50	E

Tabla 7.5. Secciones transversales tipo en función de tipo de carretera y velocidad de proyecto.



ANEJO 8_FIRMES Y PAVIMENTOS



Índice

1. INTRODUCCIÓN	2
2. DATOS DE PARTIDA	2
2.1. Categoría de tráfico pesado.....	2
2.2. Tipo de suelo.....	2
3. DIMENSIONAMIENTO DE LA EXPLANADA	2
4. DIMENSIONAMIENTO DEL FIRME.....	3
5. CONCLUSIÓN	4



1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se dimensiona la explanada y el firme de la carretera que serán necesarias para el correcto funcionamiento y explotación de nuestra carretera. Se toman como datos de partida la IMD de vehículos pesados por carril que se ha calculado en el anejo de tráfico y las características geotécnicas de la zona por la que transcurre la variante. Para ellos usamos la normativa descrita a continuación:

- Norma 6.1-IC “Secciones de firme” (Orden FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la Norma 6.1-IC Secciones de firme, de la Instrucción de Carreteras).
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3).

2. DATOS DE PARTIDA

2.1. CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO

La IMD calculada en el Anejo_ Planeamiento del Trafico nos dio un resultado de 59.5 vehículos pesados por carril y día. Sabiendo esto, la categoría de tráfico pesado es T32.

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T31	T32	T41	T42
IMDp (vehículos pesados/día)	< 200 ≥ 100	< 100 ≥ 50	< 50 ≥ 25	< 25

Tabla 8.1. Categoría tráfico pesado

2.2. TIPO DE SUELO

El tipo de suelo que se emplea en la explanada se considera un suelo tolerable (0).

SÍMBOLO	DEFINICIÓN DEL MATERIAL	ARTÍCULO DEL PG-3	PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS
IN	Suelo inadecuado o inestable	330	- Su empleo sólo será posible si se estabiliza con cal o con cemento para conseguir S-EST1 o S-EST2.
0	Suelo tolerable	330	- CBR ≥ 3 (*). - Contenido en materia orgánica < 1%. - Contenido en sulfatos solubles (SO ₃) < 1%. - Límite líquido ≤ 40.
1	Suelo adecuado	330	- CBR ≥ 5 (*)(**).
2	Suelo seleccionado	330	- CBR ≥ 10 (*) (**).
3	Suelo seleccionado	330	- CBR ≥ 20 (*)
S-EST1 S-EST2 S-EST3	Suelo estabilizado in situ con cemento o con cal	512	- Espesor mínimo: 25 cm. - Espesor máximo: 30 cm.

Tabla 8.2. Tipo de suelo

3. DIMENSIONAMIENTO DE LA EXPLANADA

Para conocer la categoría de la explanada es necesario saber la resistencia que se obtiene del NLT-357 Ensayo de carga con placa, correspondiente al segundo ciclo de carga.

Como no se tienen datos reales de dicho ensayo, se supone que se trata de una categoría de suelo E2, que tiene como mínimo un módulo de compresibilidad de 120 MPa.

CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1	E2	E3
E _{v2} (MPa)	≥ 60	≥ 120	≥ 300

Tabla 8.3. Categoría de la explanada



Sabiendo que tenemos un tipo de suelo tolerable (0) y una categoría de explanada E2 podemos pasar a la tabla de diseño de la explanada proporcionada en la Norma 6.1-IC:

		TIPOS DE SUELOS DE LA EXPLANACION (DESMONTES) O DE LA OBRA DE TIERRA SUBYACENTE (TERRAPLENES, PEDRAPLENES O RELLENOS TODO-UNO)				
		SUELOS INADECUADOS Y MARGINALES (IN)	SUELOS TOLERABLES (0)	SUELOS ADECUADOS (1)	SUELOS SELECCIONADOS (2) y (3)	ROCA (R)
CATEGORIA DE EXPLANADA	E1 E _{exp} > 100MPa					
	E2 E _{exp} > 100MPa					
	E3 E _{exp} > 200MPa					

Tabla 8.4. Tipos de suelo y espesor a emplear.

Para obtener unos óptimos acabados y una oferta ajustada económicamente, se decide emplear la solución de 75 centímetros de suelo seleccionado.

4. DIMENSIONAMIENTO DEL FIRME

Dadas las categorías de la explanada (E2) y del tráfico pesado (T32), se determinan las secciones de firme que se emplearan en el proyecto:

		CATEGORIA DE TRAFICO PESADO											
		T31		T32		T41		T42					
CATEGORIA DE EXPLANADA	E1												
	E2												
	E3												

Tabla 8.5. Espesores de Mezcla Bituminosa y zahorra artificial.

Se elige la solución 3221, que consta 15 centímetros de mezcla bituminosa (MB) sobre una capa de 35 centímetros de zahorra artificial (ZA), ya que no requiere la instalación de una planta de fabricación de suelo cemento.

La mezcla bituminosa se dispone en dos capas (intermedia y rodadura) cuyo espesor se determina cumpliendo con la tabla siguiente.



5. CONCLUSIÓN

La composición de la explanada y el firme, con el grosor de cada capa, es la siguiente:

TABLA 6. ESPESORES DE CAPA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE O SEMICALIENTE

TIPO DE CAPA	TIPO DE MEZCLA ¹	TIPO SEGÚN TASA DE ASFALTO RECUPERADO ⁴	TAMAÑO NOMINAL	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO		
				T1 y superior	T2 y T31	T32 e inferior
Rodadura	AC tipos D y S	0 y 1	16		4-5	
			22		5-6	
	BBTM ² tipos A y B	0	8	2		
			11	3		
	PA ²	0	11	4		
	SMA	0	8	2-3		
			11	3-5		
	AUTL ²	Ninguno	5	1-1,5		
8			1,5-2			
11				2		
Intermedia	AC tipos D y S	Todos	22	5-10 ³		
	MAM	0 y 1	22	6-10		
	SMA	0	16	5-9		
Base	AC, tipo S	Todos	22	7-10		
			32	10-13		
	MAM	0 y 1	22	7-13	7-13	

Tabla 8.6. Espesores de mezcla bituminosa.

	Capa	Espesor (cm)
Firme	Mezcla bituminosa AC16 SURF 50/70 D OFITA	5
	Riego de adherencia C60B3 ADH	-
	Mezcla bituminosa AC22 BIN 50/70 S CALIZA	10
	Riego de imprimación C60BF4 IMP	-
	Zahorra Artificial	35
Explanada (solo en tramos sobre suelo tolerable)	Suelo seleccionado (2)	75

Tabla 8.7. Resumen espesores y tipos de capas del firme a emplear.



PLANOS



1. ÍNDICE

- 1.1. SITUACIÓN
- 1.2. UBICACIÓN
- 1.3. CONJUNTO
- 2.1. REPLANTEO
- 2.2. PERFIL LONGITUDINAL
- 2.3. PLANTA
- 2.4. PLANTA DE LAS GLORIETAS
- 3.1.1. SECCION TIPO
- 3.1.2. SECCION TIPO PEDRAPLEN
- 3.2. PERFILES TRANSVERSALES



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO
TRAZADO

TÍTULO
VARIANTE DE CA-258

TERMINO MUNICIPAL
AMPUERO
PROVINCIA
CANTABRIA

TÍTULO DEL PLANO
SITUACIÓN

AUTOR
TOMY MONTALVAN ROMAN



ESCALA
SE

FECHA
JULIO 25

PLANO 1.1
HOJA 1 DE 1



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO
TRAZADO

TÍTULO
VARIANTE DE CA-258

TERMINO MUNICIPAL
AMPUERO
PROVINCIA
CANTABRIA

TÍTULO DEL PLANO
UBICACIÓN

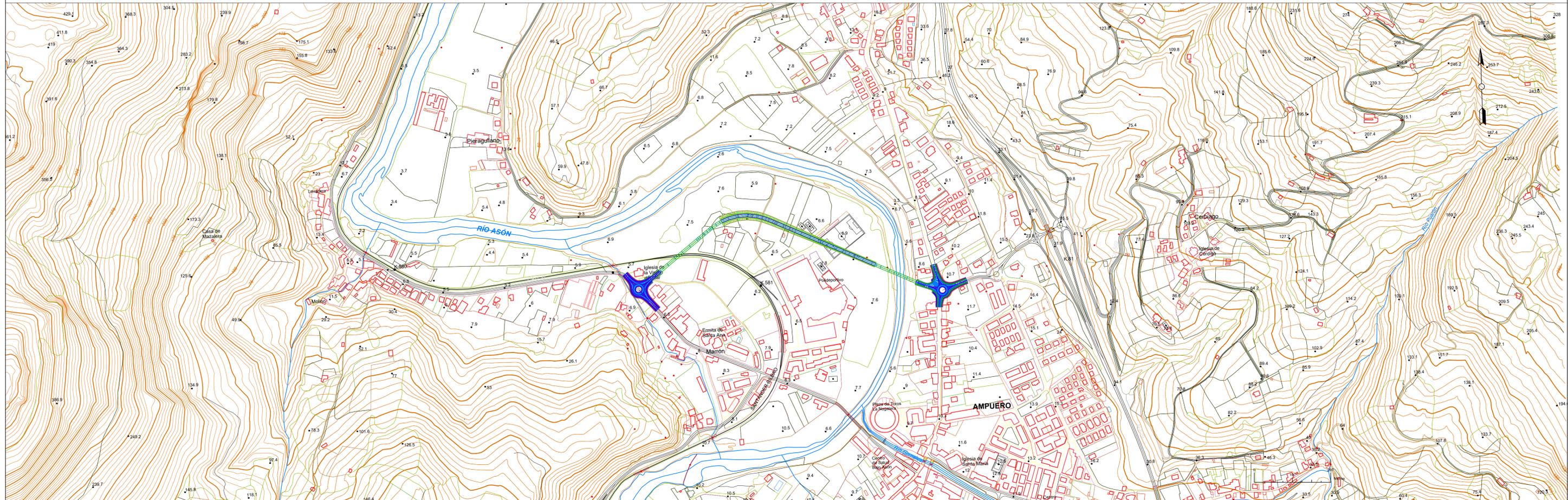
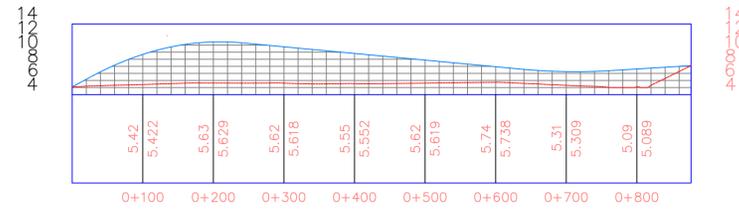
AUTOR
TOMY
MONTALVÁN ROMÁN

ESCALA
1:5000

FECHA
JULIO 25

PLANO 1.2
HOJA 1 DE 1

PERFIL: ALINEACION_VARIANTE



ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO
TRAZADO

TITULO
VARIANTE DE CA-258

TERMINO MUNICIPAL
AMPUERO
PROVINCIA
CANTABRIA

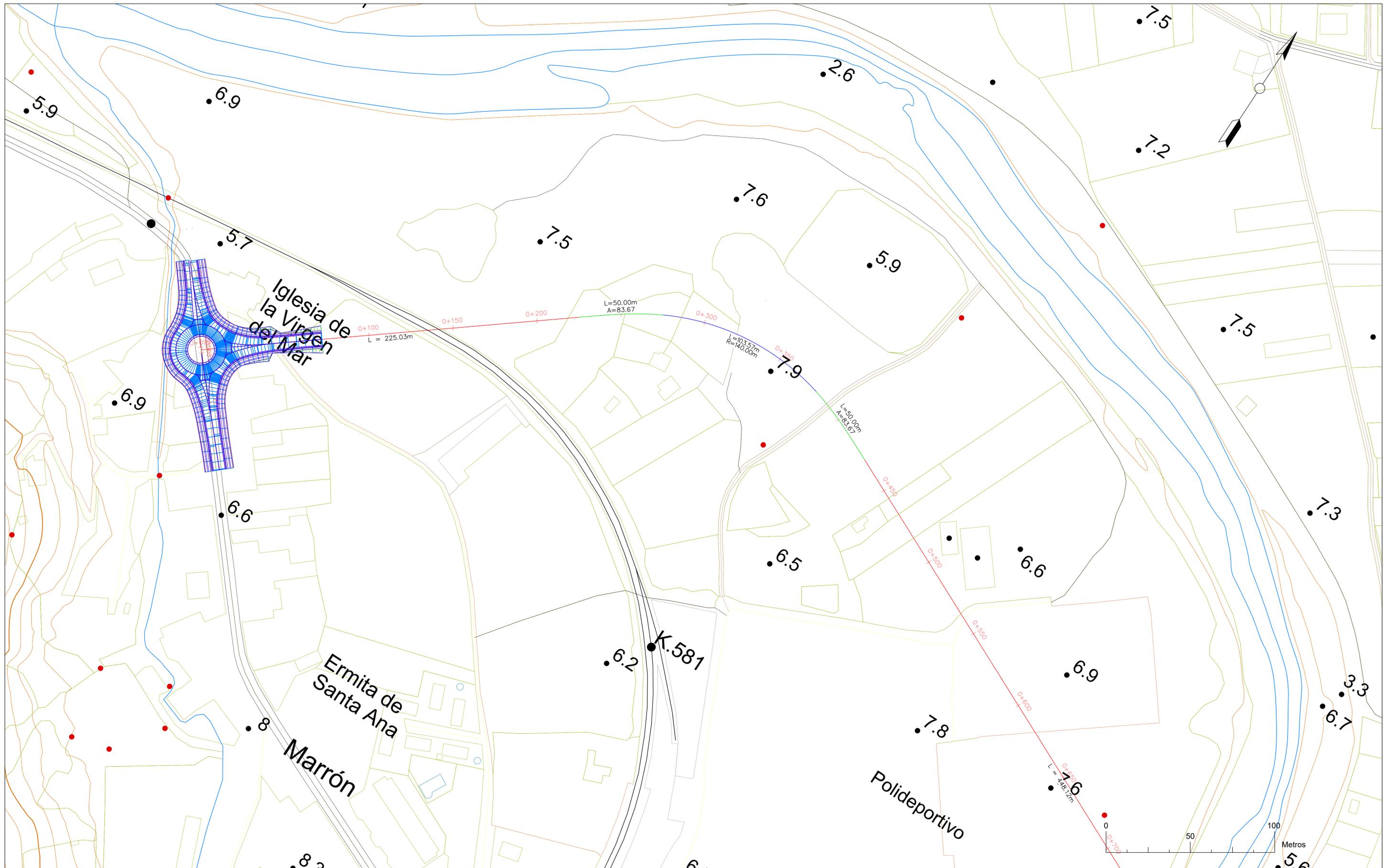
TITULO DEL PLANO
CONJUNTO

AUTOR
TOMY
MONTALVÁN ROMÁN

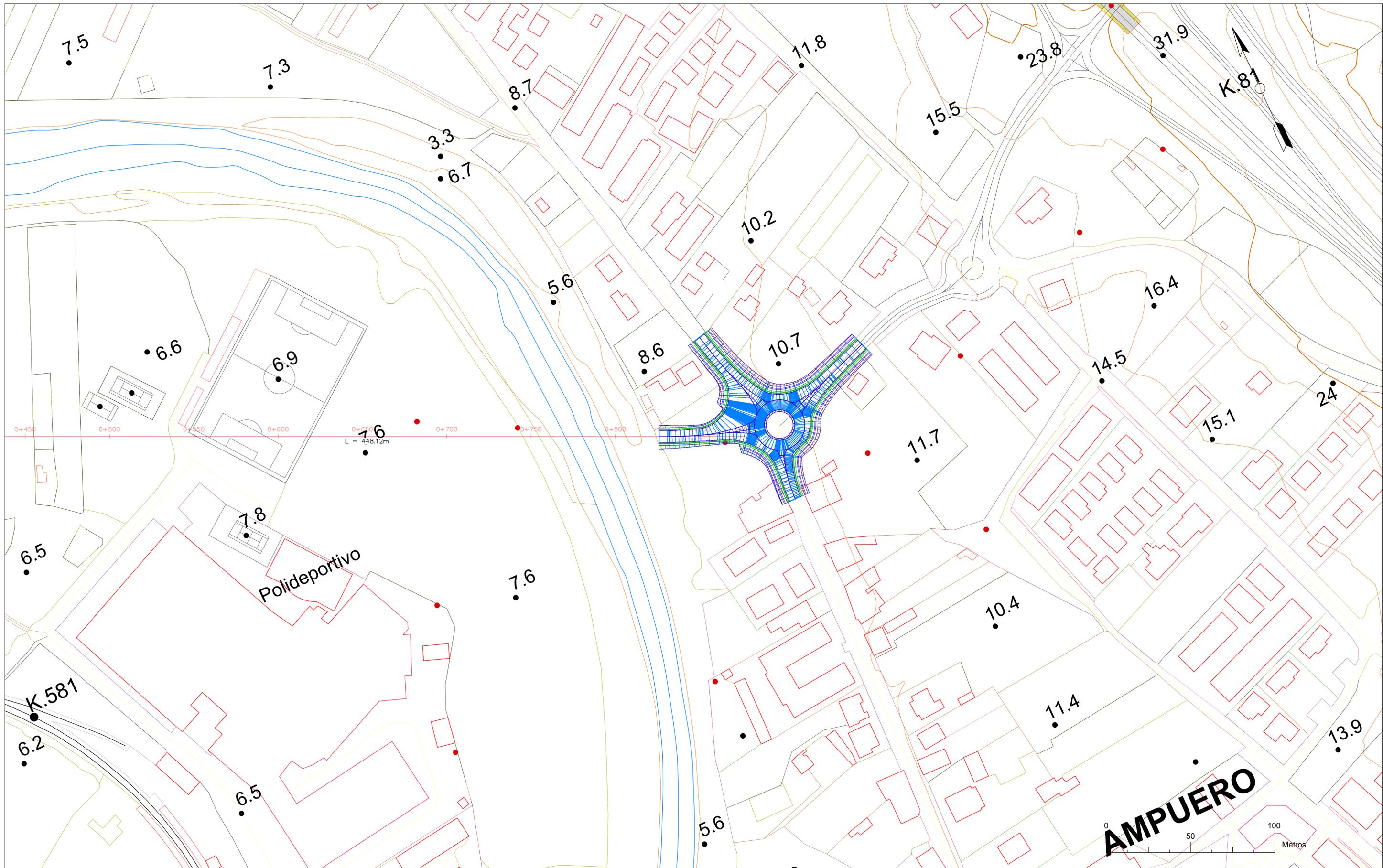
ESCALA
1/5.000

FECHA
JULIO 25

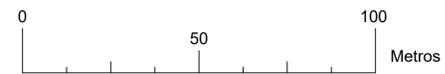
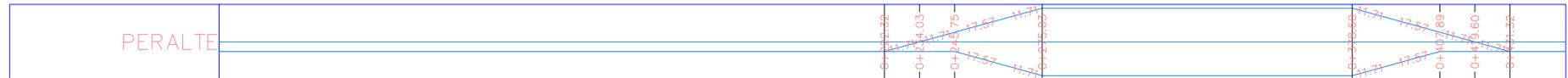
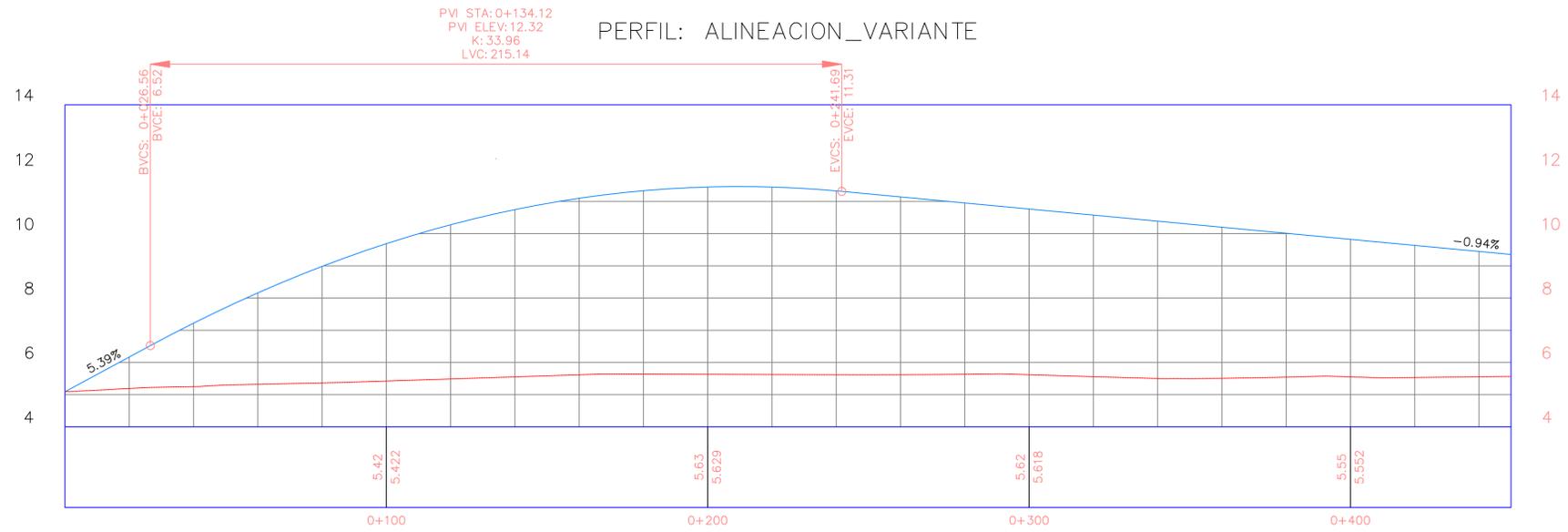
PLANO 1.3
HOJA 1 DE 1



 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO	TÍTULO	TERMINO MUNICIPAL	TÍTULO DEL PLANO	AUTOR	ESCALA 1:1000	FECHA JULIO 25	PLANO 2.1 HOJA 1 DE 2
	TRAZADO	VARIANTE DE CA-258	AMPUERO	REPLANTEO	MONTALVÁN ROMÁN 			
			PROVINCIA CANTABRIA					

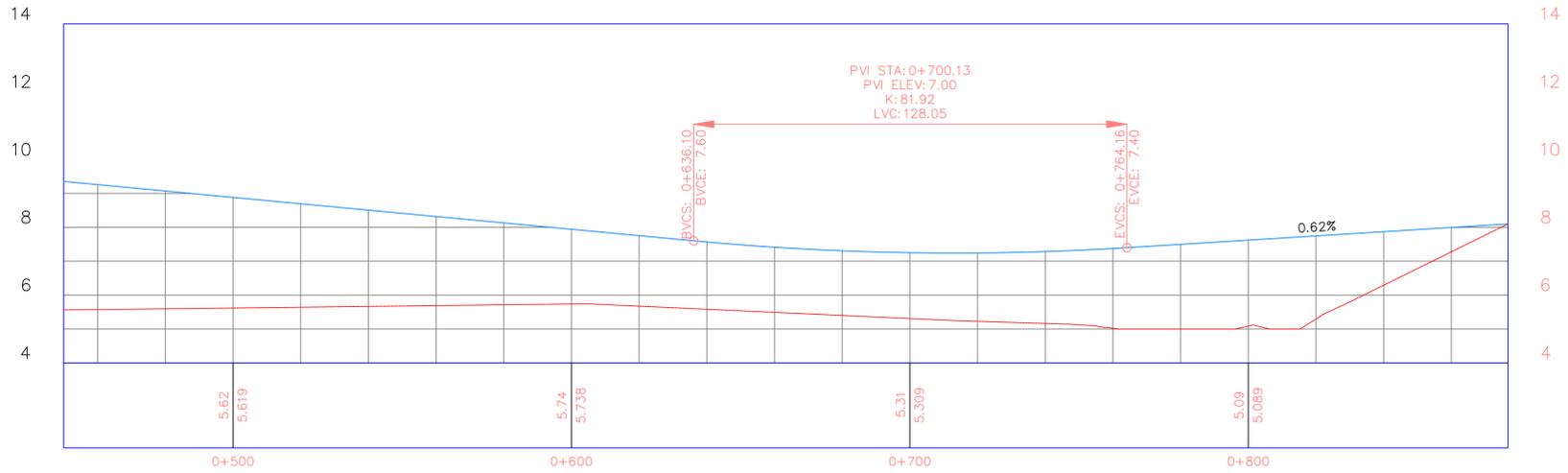


 ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO	TITULO	TERMINO MUNICIPAL	TITULO DEL PLANO	AUTOR	ESCALA	FECHA	PLANO 2.1
	TRAZADO	VARIANTE DE CA-258	AMPUERO	REPLANTEO	TOMY MONTALVÁN ROMÁN	1:1000	JULIO 25	HOJA 2 DE 2
			PROVINCIA CANTABRIA					



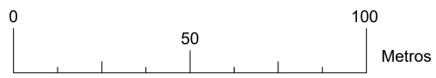
	ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO TRAZADO	TITULO VARIANTE DE CA-258	TERMINO MUNICIPAL AMPUERO	TITULO DEL PLANO PERFIL LONGITUDINAL	AUTOR TOMY MONTALVÁN ROMÁN	ESCALA H1:1000 V1:100	FECHA JULIO 25	PLANO 2.2
				PROVINCIA CANTABRIA					HOJA 1 DE 2

PERFIL: ALINEACION_VARIANTE

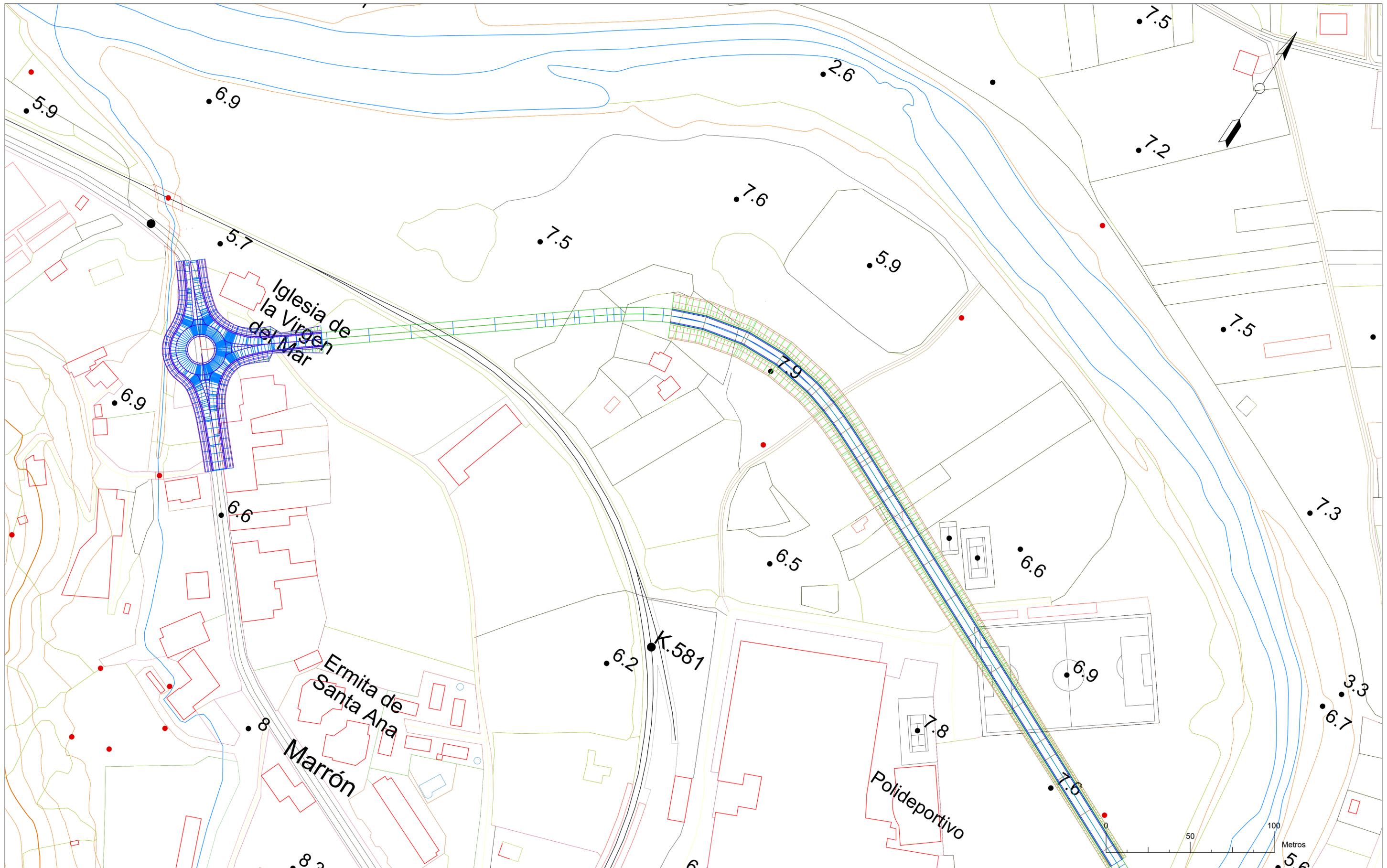


CURVATURA	
	L=448.12m

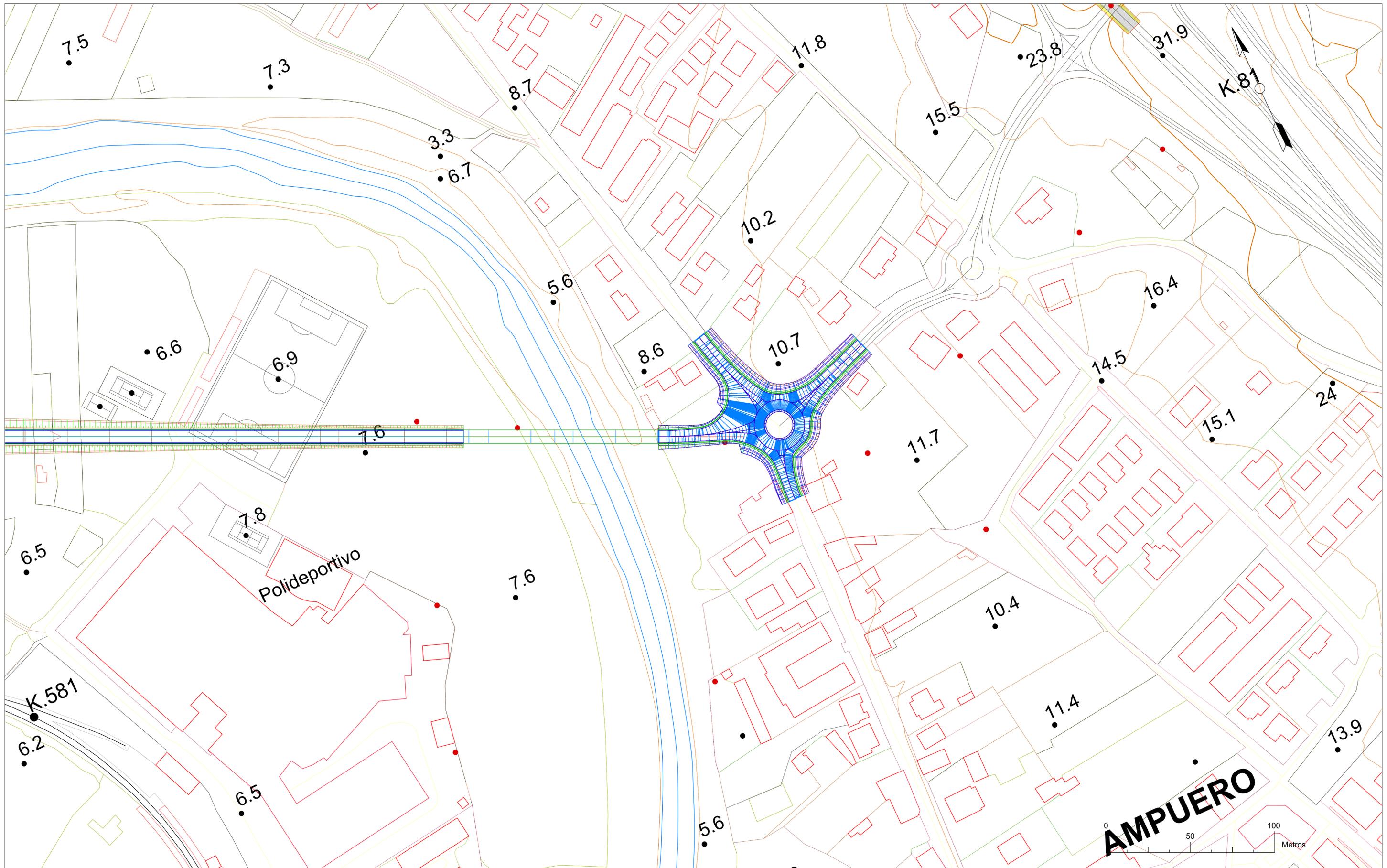
PERALTE	



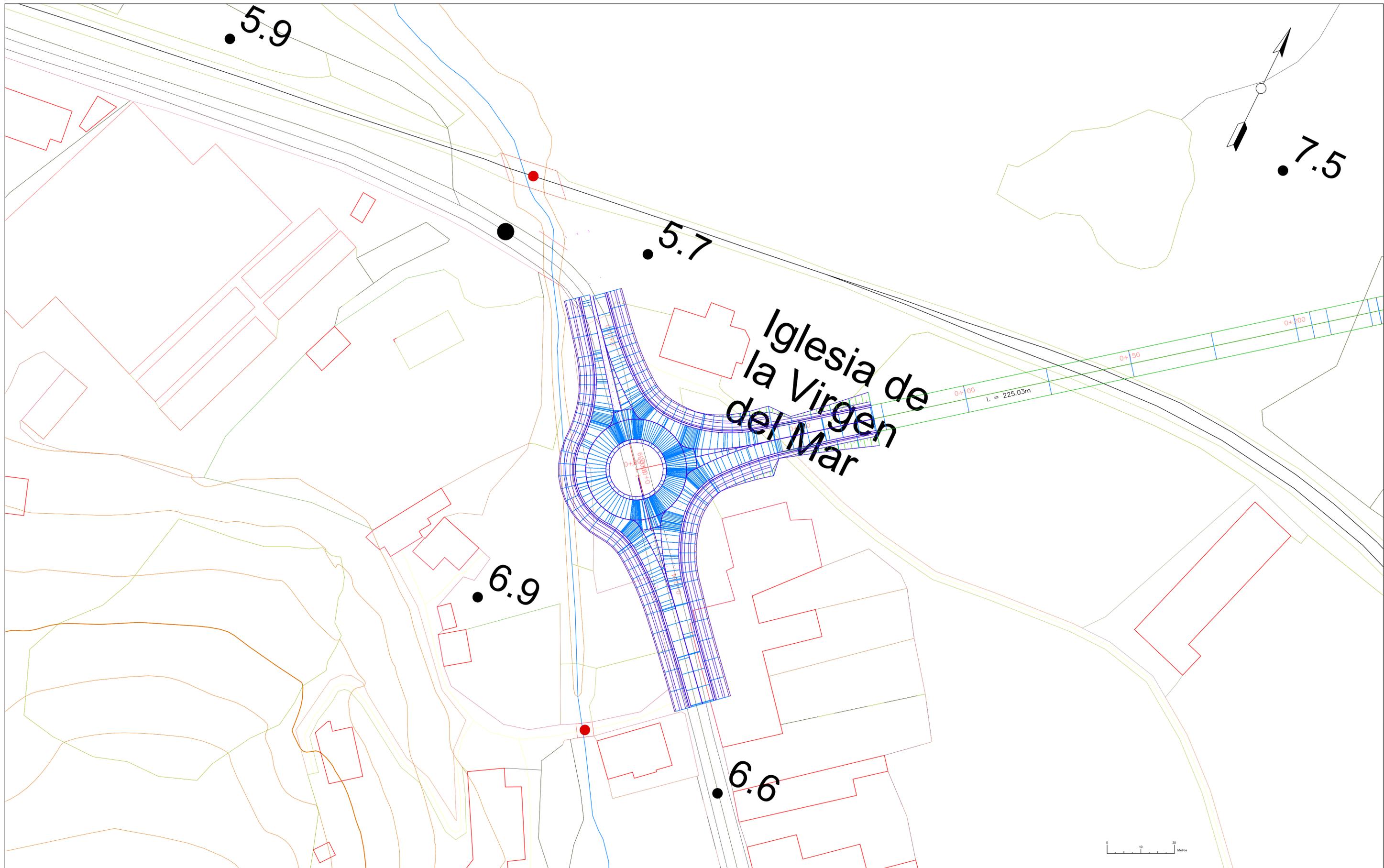
	ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO TRAZADO	TITULO VARIANTE DE CA-258	TERMINO MUNICIPAL AMPUERO	TITULO DEL PLANO PERFIL LONGITUDINAL	AUTOR TOMY MONTALVÁN ROMÁN	ESCALA H1:1000 V1:100	FECHA JULIO 25	PLANO 2.2
				PROVINCIA CANTABRIA					HOJA 2 DE 2



 <p>ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA</p>	TIPO	TÍTULO	TERMINO MUNICIPAL	TÍTULO DEL PLANO	AUTOR	ESCALA	FECHA	PLANO 2.3
	TRAZADO	VARIANTE DE CA-258	AMPUERO	PLANTA	TOMY MONTALVÁN ROMÁN	1:1000	JULIO 25	HOJA 1 DE 2
			PROVINCIA CANTABRIA					

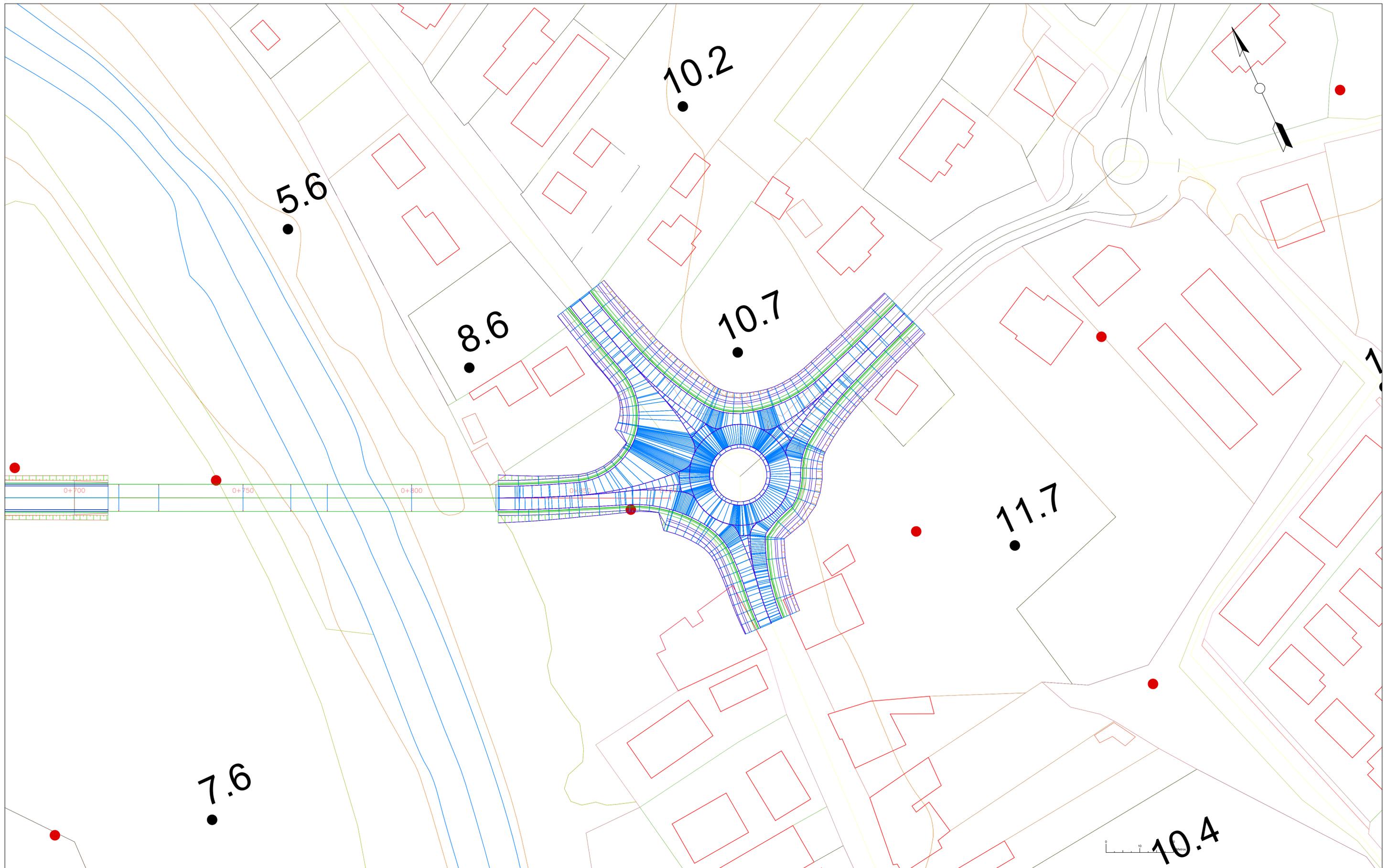


	ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO	TITULO	TERMINO MUNICIPAL	TITULO DEL PLANO	AUTOR	ESCALA	FECHA	PLANO 2.3
		TRAZADO	VARIANTE DE CA-258	AMPUERO	PLANTA	MONTALVÁN ROMÁN	1:1000	JULIO 25	HOJA 2 DE 2
				PROVINCIA					
				CANTABRIA					



Iglesia de la Virgen del Mar

	ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO TRAZADO	TITULO VARIANTE DE CA-258	TERMINO MUNICIPAL AMPUERO	TITULO DEL PLANO PLANTA GLORIETA PK 0+000	AUTOR TOMY MONTALVÁN ROMÁN	ESCALA 1/500	FECHA JULIO 25	PLANO 2.4.1
				PROVINCIA CANTABRIA					HOJA 1 DE 1



ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO
TRAZADO

TITULO
VARIANTE DE CA-258

TERMINO MUNICIPAL
AMPUERO
PROVINCIA
CANTABRIA

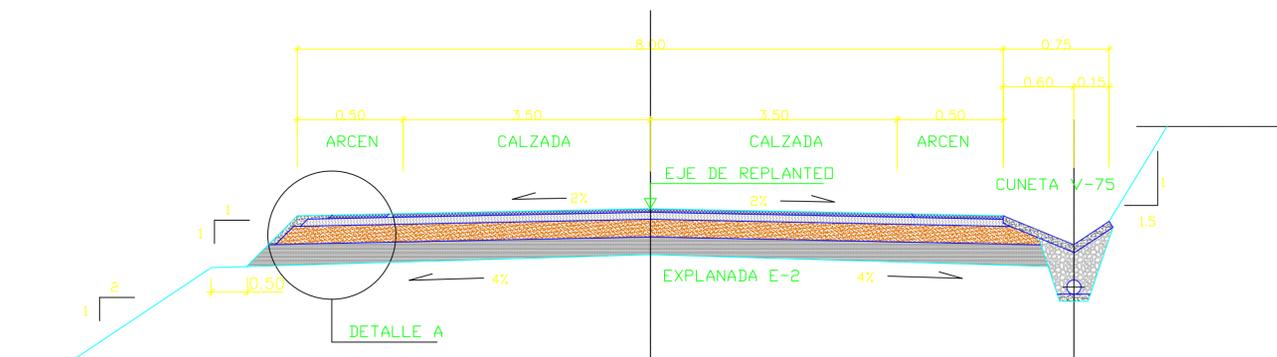
TITULO DEL PLANO
PLANTA GLORIETA PK 0+876

AUTOR
TOMY
MONTALVÁN ROMÁN

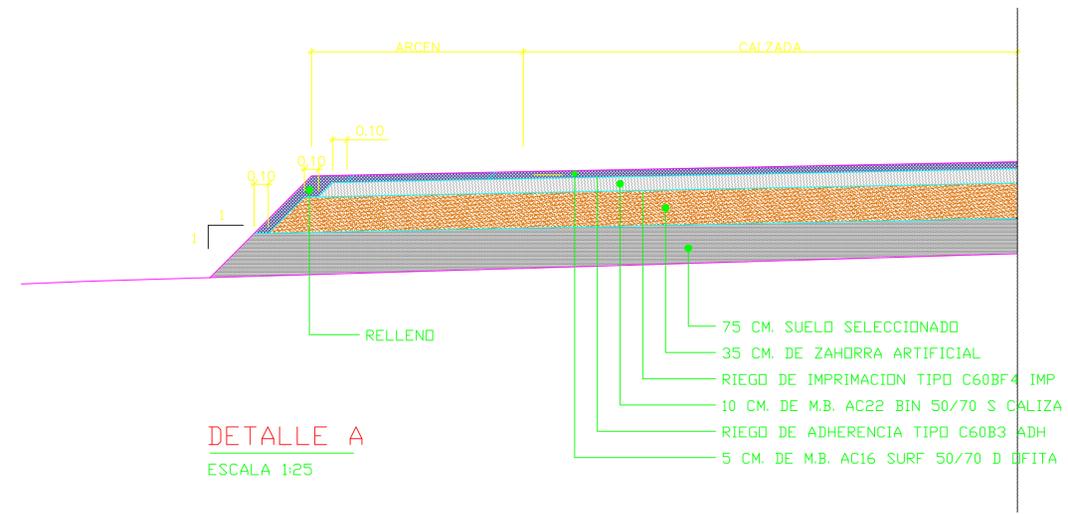
ESCALA
1/500

FECHA
JULIO 25

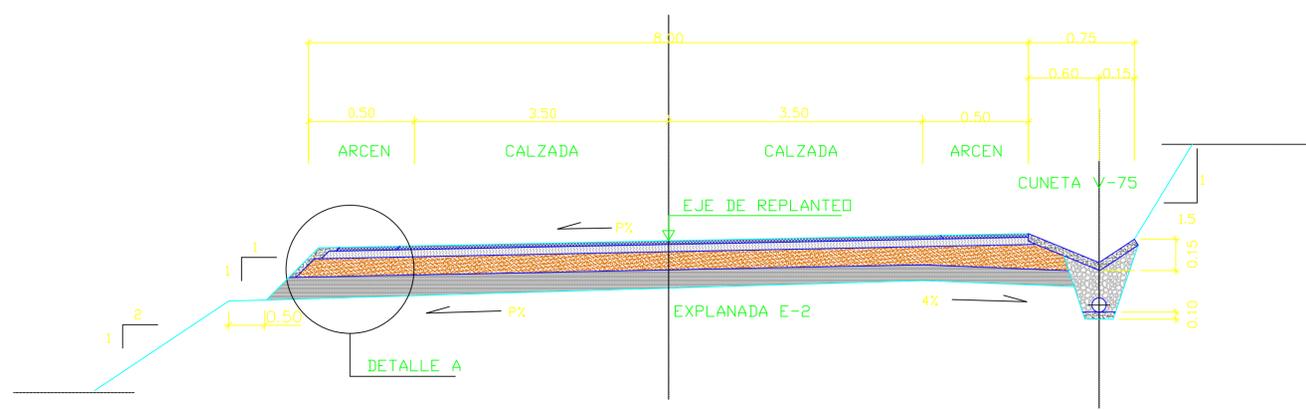
PLANO 2.4.2
HOJA 1 DE 1



SECCION TIPO EN RECTA TRONCO
ESCALA 1:50



DETALLE A
ESCALA 1:25



SECCION TIPO EN CURVA TRONCO
ESCALA 1:50



ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO
TRAZADO

TITULO
VARIANTE DE CA-258

TERMINO MUNICIPAL
AMPUERO
PROVINCIA
CANTABRIA

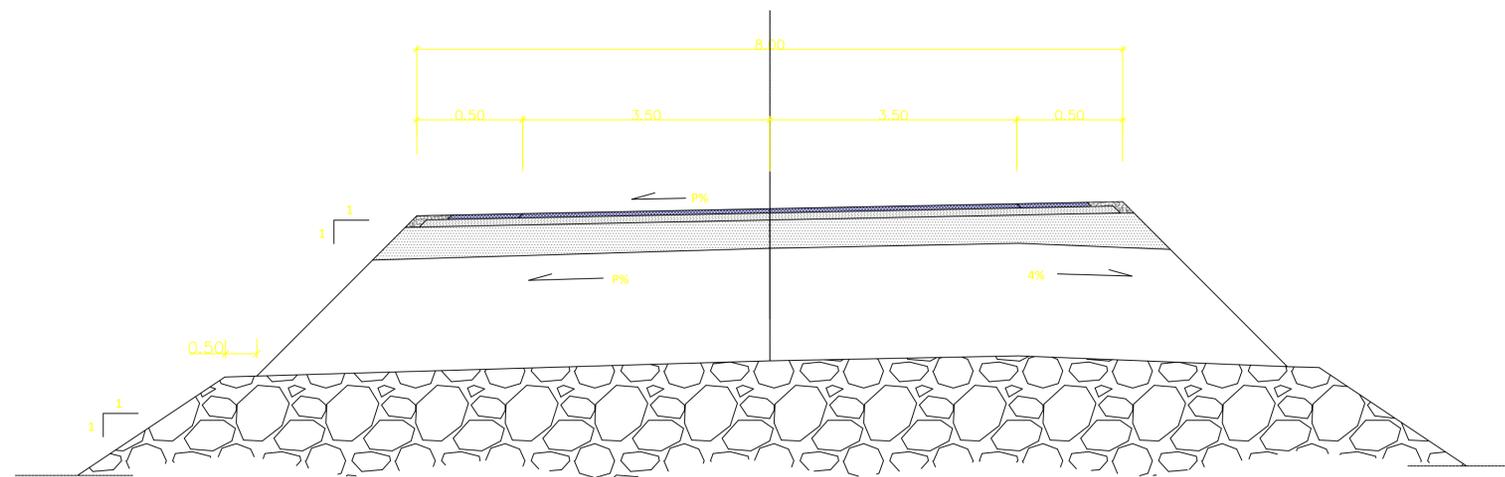
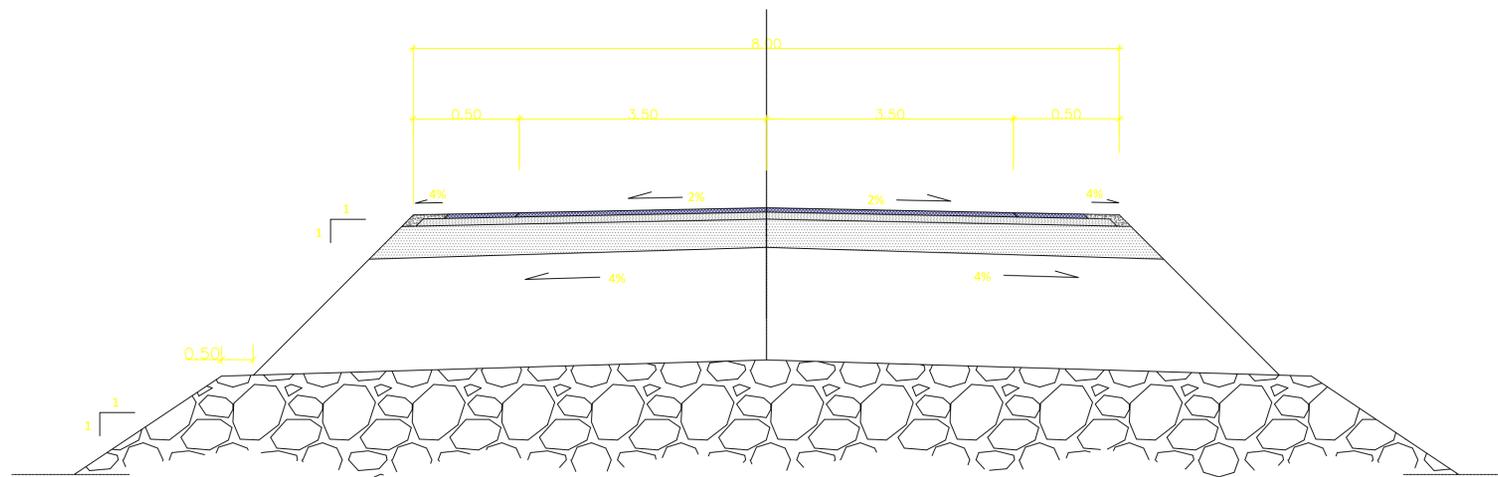
TITULO DEL PLANO
SECCIÓN TIPO

AUTOR
TOMY
MONTALVÁN ROMÁN

ESCALA
SE

FECHA
JULIO 25

PLANO 3.1.1
HOJA 1 DE 1



ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO
TRAZADO

TITULO
VARIANTE DE CA-258

TERMINO MUNICIPAL
AMPUERO
PROVINCIA
CANTABRIA

TITULO DEL PLANO
SECCIÓN TIPO
PEDRAPLÉN

AUTOR
TOMY
MONTALVÁN ROMÁN

ESCALA
SE

FECHA
JULIO 25

PLANO 3.1.2
HOJA 1 DE 1



PERFIL TRANSVERSAL 0+100



PERFIL TRANSVERSAL 0+120



PERFIL TRANSVERSAL 0+140



PERFIL TRANSVERSAL 0+160



PERFIL TRANSVERSAL 0+060



PERFIL TRANSVERSAL 0+080



ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO
TRAZADO

TITULO
VARIANTE DE CA-258

TERMINO MUNICIPAL
AMPUERO
PROVINCIA
CANTABRIA

TITULO DEL PLANO
PERFILES TRANSVERSALES

AUTOR
TOMY MONTALVÁN ROMÁN

ESCALA
1/200

FECHA
JULIO 25

PLANO 3.2

HOJA 1 DE 6



PERFIL TRANSVERSAL 0+180



PERFIL TRANSVERSAL 0+200



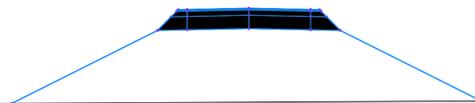
PERFIL TRANSVERSAL 0+220



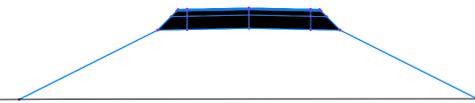
PERFIL TRANSVERSAL 0+240



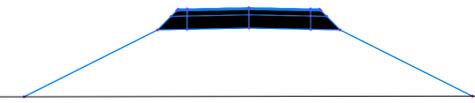
PERFIL TRANSVERSAL 0+260



PERFIL TRANSVERSAL 0+280



PERFIL TRANSVERSAL 0+300



PERFIL TRANSVERSAL 0+320



ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO
TRAZADO

TITULO
VARIANTE DE CA-258

TERMINO MUNICIPAL
AMPUERO
PROVINCIA
CANTABRIA

TITULO DEL PLANO
PERFILES TRANSVERSALES

AUTOR
TOMY
MONTALVÁN ROMÁN

ESCALA
1/200

FECHA
JULIO 25

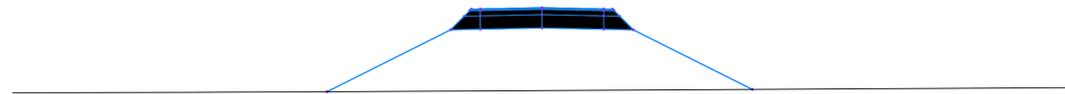
PLANO 3.2
HOJA 2 DE 6



PERFIL TRANSVERSAL 0+340



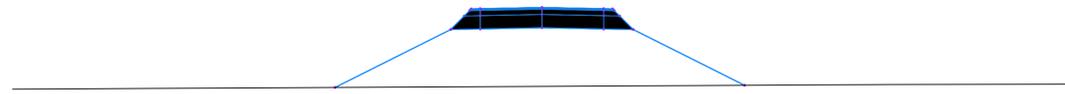
PERFIL TRANSVERSAL 0+420



PERFIL TRANSVERSAL 0+360



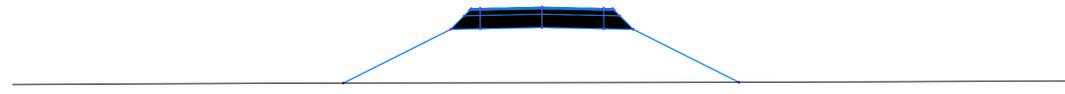
PERFIL TRANSVERSAL 0+440



PERFIL TRANSVERSAL 0+380



PERFIL TRANSVERSAL 0+460



PERFIL TRANSVERSAL 0+400



PERFIL TRANSVERSAL 0+480



ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO
TRAZADO

TITULO
VARIANTE DE CA-258

TERMINO MUNICIPAL
AMPUERO
PROVINCIA
CANTABRIA

TITULO DEL PLANO
PERFILES TRANSVERSALES

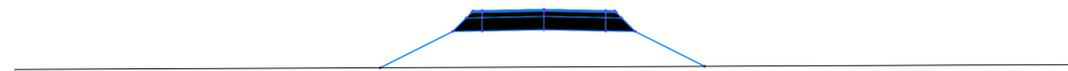
AUTOR
TOMY
MONTALVÁN ROMÁN

ESCALA
1/200

FECHA
JULIO 25

PLANO 3.2

HOJA 3 DE 6



PERFIL TRANSVERSAL 0+500



PERFIL TRANSVERSAL 0+580



PERFIL TRANSVERSAL 0+520



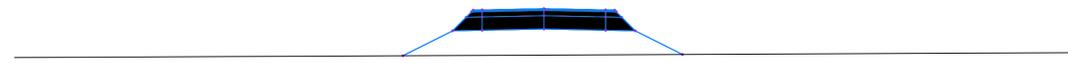
PERFIL TRANSVERSAL 0+600



PERFIL TRANSVERSAL 0+540



PERFIL TRANSVERSAL 0+620



PERFIL TRANSVERSAL 0+560



PERFIL TRANSVERSAL 0+640



ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO
TRAZADO

TITULO
VARIANTE DE CA-258

TERMINO MUNICIPAL
AMPUERO
PROVINCIA
CANTABRIA

TITULO DEL PLANO
PERFILES TRANSVERSALES

AUTOR
TOMY
MONTALVÁN ROMÁN

ESCALA
1/200

FECHA
JULIO 25

PLANO 3.2

HOJA 4 DE 6



PERFIL TRANSVERSAL 0+660



PERFIL TRANSVERSAL 0+740



PERFIL TRANSVERSAL 0+680



PERFIL TRANSVERSAL 0+760



PERFIL TRANSVERSAL 0+700



PERFIL TRANSVERSAL 0+780



PERFIL TRANSVERSAL 0+720



PERFIL TRANSVERSAL 0+800



ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO
TRAZADO

TITULO
VARIANTE DE CA-258

TERMINO MUNICIPAL
AMPUERO
PROVINCIA
CANTABRIA

TITULO DEL PLANO
PERFILES TRANSVERSALES

AUTOR
TOMY MONTALVÁN ROMÁN

ESCALA
1/200

FECHA
JULIO 25

PLANO 3.2
HOJA 5 DE 6



PERFIL TRANSVERSAL 0+820



ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO
TRAZADO

TITULO
VARIANTE DE CA-258

TERMINO MUNICIPAL
AMPUERO
PROVINCIA
CANTABRIA

TITULO DEL PLANO
PERFILES TRANSVERSALES

AUTOR
TOMY
MONTALVÁN ROMÁN

ESCALA
1/200

FECHA
JULIO 25

PLANO 3.2

HOJA 6 DE 6

Trazado de la variante de la carretera CA-258

DIRECTORES

María Antonia Pérez Hernando
Ángel Vega Zamanillo

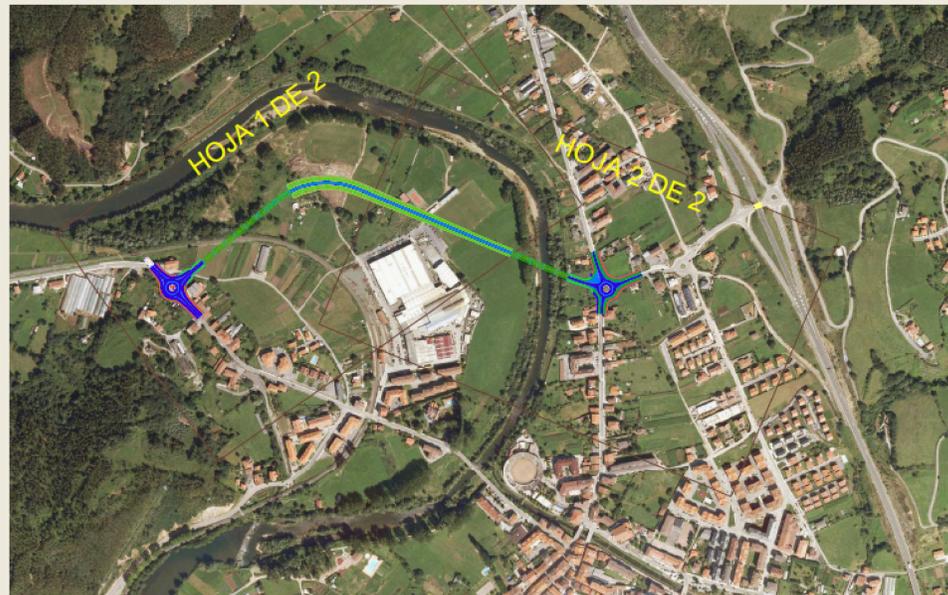
AUTOR

Tomy Sabino Montalván Román

FECHA

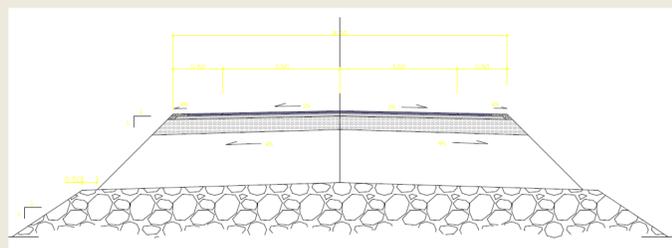
Julio 2025

Diseño de una variante para la carretera CA-258 que mejora la conexión regional y reduce el impacto urbano en Ampuero mediante un trazado eficiente, seguro y adaptado al entorno natural.



¿Qué problema resuelve?

- Elimina el paso por el núcleo urbano de Ampuero.
- Mejora la seguridad y la fluidez del tráfico.
- Reduce tiempos de desplazamiento.
- Aumenta la eficiencia regional de movilidad.



Propuesta técnica del trazado

- Longitud total: 876 metros.
- Carretera convencional: 1 carril por sentido (3.5 metros) + arcenes (0.5 metros)
- Glorieta nueva en inicio (Pk 0+000), se reutiliza la existente en Pk 0+876
- Zona inundable: se diseña sobre pedraplén
- Paquete de firme: AC16, AC22 BIN, zahorra

Análisis de tráfico y nivel de servicio

- IMD 1812 veh/día → LOS tipo B
- Diseño según HCM (Highway Capacity Manual)

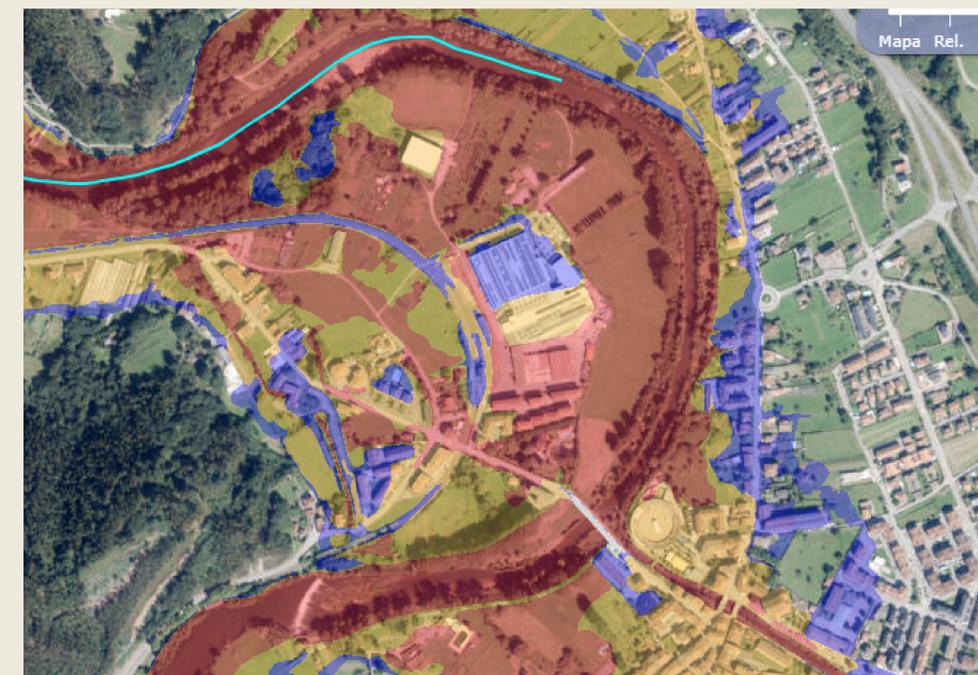
ODS 9: Contribución destacada

- Mejora conectividad rural
- Uso de materiales locales
- Reducción del impacto ambiental



Condiciones naturales y técnicas

- Inundabilidad: retorno T10 → pedraplén + diseño elevado.
- Sismicidad baja → no se requieren medidas especiales.
- Clima Cfb (templado, húmedo, sin estación seca).



Tiempos de retorno

- Rojo: T10
- Naranja: T100
- Azul: T500