



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA

SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTE, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS

DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN CATALUÑA

TIPO DE ESTUDIO	CLAVE
ESTUDIO INFORMATIVO	EI2-E-207

TÍTULO COMPLEMENTARIO
ACONDICIONAMIENTO DE LA CARRETERA N-230 ENTRE SOPEIRA Y LA BOCA SUR DEL TÚNEL DE VIELLA

CLASE DE OBRA	TRAMO
ACONDICIONAMIENTO CTRA. CONVENCIONAL	SOPEIRA - BOCA SUR DEL NUEVO TÚNEL DE VIELLA

CARRETERA	DESIGNACIÓN	PUNTOS KILOMÉTRICOS
N-230	CARRETERA DE TORTOSA A FRANCIA POR EL VALLE DE ARÁN	107+000 AL 150+500

LOCALIDADES QUE DEFINEN EL TRAMO	PROVINCIA
SOPEIRA-VIELLA	HUESCA-LLEIDA

INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO
D. JUAN A. ROMERO LACASA

DOCUMENTOS
DOCUMENTO RESUMEN DE LA FASE B
DOCUMENTO Nº1 : MEMORIA Y ANEJOS

EMPRESA CONSULTORA



FECHA DE REDACCIÓN

OCTUBRE 2022

HOJA DE FIRMAS

Barcelona, Octubre de 2022

EL INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Juan Antonio Romero Lacasa

LOS INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO

Fdo.: Josep Secanell Nadales
META ENGINEERING, S.A.

Fdo.: Esther Mas Lorente
META ENGINEERING, S.A.

ÍNDICE GENERAL

DOCUMENTO nº 1: MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA Y PLANOS DE LA OPCIÓN SELECCIONADA

ANEJOS DE LA MEMORIA

ANEJO nº 1:	ANTECEDENTES
ANEJO nº 2:	CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA
ANEJO nº 3:	ESTUDIO DE TRÁFICO
ANEJO nº 4:	GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
ANEJO nº 5:	PROCEDENCIA DE MATERIALES
ANEJO nº 6:	CLIMATOLOGÍA, HIDROLOGÍA Y DRENAJE
ANEJO nº 7:	DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS ESTUDIADAS
ANEJO nº 8:	SECCIONES TIPO Y FIRMES
ANEJO nº 9:	TRAZADO Y SEGURIDAD VIAL
ANEJO nº 10:	MOVIMIENTO DE TIERRAS
ANEJO nº 11:	COORDINACIÓN CON OTROS ORGANISMOS
ANEJO nº 12:	REPOSICIÓN DE CARRETERAS Y CAMINOS
ANEJO nº 13:	ESTUDIO GEOTÉCNICO DE CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS Y TÚNELES
ANEJO nº 14:	TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL Y TÚNELES
ANEJO nº 15:	EXPROPIACIONES Y REPOSICIONES
ANEJO nº 16:	PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE RENTABILIDAD
ANEJO nº 17:	ESTUDIO DE ENLACES
ANEJO nº 18:	ANÁLISIS MULTICRITERIO
ANEJO nº 19:	EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LAS INFRAESTRUCTURAS VIARIAS EN LA SEGURIDAD
ANEJO nº 20:	SISTEMAS DE TRANSPORTE INTELIGENTE

DOCUMENTO nº 2: PLANOS

1.	PLANO ÍNDICE Y DE SITUACIÓN
2.	PLANOS DE CONJUNTO
3.	ALTERNATIVA 1
4.	ALTERNATIVA 2
5.	ALTERNATIVA 3
6.	REPOSICIONES DE CARRETERAS Y ACCESOS
7.	SECCIONES TIPO
8.	ESTRUCTURAS Y TÚNELES
9.	DRENAJE
10.	EXPROPIACIONES
11.	INVENTARIO DE SERVICIOS AFECTADOS
12.	DEFINICIÓN DE LA OPCIÓN SELECCIONADA. ALTERNATIVA 3

DOCUMENTO nº 3: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

MEMORIA

ANEJOS DE LA MEMORIA

ANEJO nº 1:	ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS
ANEJO nº 2:	DATOS CLIMÁTICOS
ANEJO nº 3:	ESTUDIO ACÚSTICO
ANEJO nº 4:	MEDIO SOCIOECONÓMICO
ANEJO nº 5:	ESTUDIO DE PATRIMONIO CULTURAL
ANEJO nº 6:	ANEJO FOTOGRÁFICO
ANEJO nº 7:	ZONAS DE PRÉSTAMO, VERTEDERO Y CANTERAS
ANEJO nº 8:	ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LAS MEDIDAS CORRECTORAS
ANEJO nº 9:	EVALUACIÓN DE LAS REPERCUSIONES DEL PROYECTO SOBRE LA RED NATURA 2000
ANEJO nº 10:	VULNERABILIDAD DEL PROYECTO
ANEJO nº 11:	PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS

PLANOS

DOCUMENTO nº 1
MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA Y PLANOS DE LA OPCIÓN SELECCIONADA

MEMORIA

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	1	7.7.2	<i>Firmes y explanadas</i>	<i>40</i>
2	ANTECEDENTES	1	7.8	Trazado y seguridad vial	41
3	OBJETO DEL ESTUDIO.....	4	7.9	Movimiento de tierras	43
4	INTERÉS GENERAL DEL ACONDICIONAMIENTO DE LA CARRETERA N-230	4	7.10	Coordinación con organismos	43
	4		7.10.1	<i>Ayuntamientos y Diputaciones</i>	<i>43</i>
5	DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO.....	4	7.10.2	<i>Organismos Ambientales</i>	<i>43</i>
6	PLANTEAMIENTO Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS EN FASE A.....	5	7.10.3	<i>Empresas y Organismos</i>	<i>44</i>
7	DEFINICIÓN DE LAS ALTERNATIVAS ESTUDIADAS EN FASE B.....	7	8	TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES	44
7.1	Modificaciones de trazado respecto a lo presentado en fase A	7	9	EXPROPIACIONES Y REPOSICIONES DE SERVICIOS.....	49
7.2	Descripción general de las alternativas estudiadas.....	7	9.1	Expropiaciones.....	49
7.2.1	<i>Tramo 1A</i>	<i>7</i>	9.2	Reposición de Servicios Afectados	51
7.2.2	<i>Tramo 1B.....</i>	<i>8</i>	10	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	52
7.2.3	<i>Tramo 2A</i>	<i>9</i>	10.1	Consideraciones generales	52
7.2.4	<i>Tramo 2B.....</i>	<i>10</i>	10.2	Estructura y contenido del Estudio de Impacto Ambiental	52
7.2.5	<i>Tramo 3A</i>	<i>10</i>	10.2.1	<i>Antecedentes, objetivos, legislación aplicable y descripción del proyecto</i>	<i>52</i>
7.2.6	<i>Tramo 3B.....</i>	<i>10</i>	10.2.2	<i>Inventario Ambiental.....</i>	<i>53</i>
7.2.7	<i>Tramo 4B tramo 2+1.....</i>	<i>11</i>	10.2.3	<i>Identificación y evaluación de impactos</i>	<i>54</i>
7.2.8	<i>Tramo 4C tramo 2+1.....</i>	<i>12</i>	10.2.4	<i>Medidas preventivas, correctoras y compensatorias.....</i>	<i>56</i>
7.2.9	<i>Tramo 5B.....</i>	<i>12</i>	10.2.5	<i>Medidas presupuestadas en el Estudio de Impacto Ambiental.....</i>	<i>57</i>
7.2.10	<i>Tramo 5C.....</i>	<i>13</i>	10.2.6	<i>Adaptaciones del proyecto a las respuestas obtenidas en el proceso de información pública.....</i>	<i>59</i>
7.2.11	<i>Tramo 6B tramo 2+1.....</i>	<i>13</i>	10.2.7	<i>Análisis de las alternativas de trazado. Valoración ambiental.....</i>	<i>59</i>
7.2.12	<i>Tramo 6C tramo 2+1.....</i>	<i>14</i>	10.2.8	<i>Programa de Vigilancia Ambiental</i>	<i>60</i>
7.2.13	<i>Tramo 7B.....</i>	<i>14</i>	10.2.9	<i>Documento de síntesis</i>	<i>60</i>
7.2.14	<i>Tramo 7C.....</i>	<i>15</i>	11	VALORACIÓN Y ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DE LAS ALTERNATIVAS ESTUDIADAS.....	60
7.2.15	<i>Tramo 8A</i>	<i>15</i>	11.1	Valoración económica de las alternativas	60
7.3	Cartografía.....	16	11.2	Rentabilidad de las alternativas estudiadas	63
7.4	Tráfico.....	17	11.2.1	<i>Indicadores de rentabilidad</i>	<i>63</i>
7.4.1	<i>Estudio de tráfico</i>	<i>17</i>	11.2.2	<i>Criterios de selección</i>	<i>63</i>
7.4.2	<i>Análisis de funcionalidad</i>	<i>26</i>	11.2.3	<i>Resultados obtenidos</i>	<i>63</i>
7.5	Geología, geotecnia y procedencia de materiales.....	27	12	RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS DE LAS ALTERNATIVAS	64
7.6	Climatología, hidrología y drenaje	31	13	SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS. ANÁLISIS MULTICRITERIO.....	65
7.7	Secciones tipo y firmes.....	40	13.1	Introducción	65
7.7.1	<i>Secciones tipo.....</i>	<i>40</i>	13.2	Descripción de la metodología	65
			13.2.1	<i>Descripción de objetivos.....</i>	<i>65</i>
			13.2.2	<i>Determinación de indicadores</i>	<i>66</i>
			13.2.3	<i>Definición de indicadores</i>	<i>66</i>
			13.2.4	<i>Ponderación</i>	<i>66</i>

13.2.5	Matriz de valoración de alternativas	66
13.2.6	Metodología empleada	66
13.3	Resultados del análisis multicriterio. Comparación cuantitativa	66
14	ALTERNATIVA SELECCIONADA.....	68
15	CONCLUSIÓN	69

APÉNDICE 1: PLANOS DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA

MEMORIA

1 INTRODUCCIÓN

La presente Memoria forma parte del Documento de Fase B del Estudio Informativo de “Acondicionamiento de la carretera N-230. Tramo: Sopeira – boca sur del nuevo Túnel de Viella”, clave EI2-E-207”, elaborado de acuerdo al art. 25 Real Decreto 1812/1994 de 2 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Carreteras.

A continuación, se resumen todos los trabajos realizados en el Estudio Informativo para la definición de las alternativas, asegurando su viabilidad técnica y realizando la valoración económica, funcional, territorial y ambiental a fin de poder elegir finalmente, mediante un análisis multicriterio, aquella que se estima más conveniente.

2 ANTECEDENTES

El 22 de marzo de 2001 se dictó el Orden de Estudio para la redacción del Estudio Informativo “Autovía Lleida – Frontera Francesa. Tramo: Lleida - Túnel de Viella. Provincias de Huesca y Lleida”, con clave EI1-E-150. Este estudio desarrollaba una de las actuaciones del Plan de Infraestructuras 2000-2007. El estudio informativo se redactó en enero de 2004.

Durante el desarrollo del citado Estudio, se redactó en julio de 2002 la Memoria Resumen para iniciar el periodo de Consultas Previas para la evaluación de impacto ambiental a los distintos Organismos que pudieran verse implicados en el Estudio. En abril de 2003 se recibieron las contestaciones a dichas consultas.

No obstante, en el documento aprobado en julio de 2005 del Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte, PEIT, sólo se incluía, dentro de las *actuaciones interurbanas de altas prestaciones* en el horizonte del plan, el tramo de la autovía A-14 entre Lleida y Sopeira. En este sentido, la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) del Estudio Informativo, de fecha 28 de marzo de 2006 (BOE de de 28 de abril) se refiere solamente a dicho tramo, y no a la totalidad del estudio redactado. Se establece que el tramo Sopeira – Túnel de Viella tendrá un

Estudio Informativo aparte debido al cambio de tipología de la carretera producido como consecuencia del nuevo Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte (PEIT).

Asimismo, la aprobación definitiva del Estudio Informativo, de fecha 24 de mayo de 2006, corrobora este punto y establece que se realizará un nuevo Estudio Informativo del tramo Sopeira – Túnel de Viella como carretera convencional para el que sean válidas las consultas realizadas (las cuales se adjuntan en el apéndice 1 del presente anejo) y se tendrán en cuenta las consideraciones de la DIA.

El 18 de julio de 2006 se dictó el Orden de Estudio para la redacción del Estudio Informativo “Acondicionamiento de la carretera N-230. Tramo: Sopeira – Boca sur del nuevo túnel de Viella” con clave: EI2-E-207.

En el segundo punto de las Instrucciones Particulares de la citada Orden de Estudio se expone que el Estudio Informativo se someterá a procedimiento reglado de Evaluación de impacto Ambiental, de acuerdo con lo establecido por la ley 6/2001, de 8 de mayo, de modificación del Real Decreto legislativo 1320/1986, de 28 de junio. Además, también se expone que se considerarán válidas las consultas ambientales realizadas para la redacción del Estudio Informativo de clave EI-1E-150, de acuerdo con lo establecido en su aprobación definitiva, así como lo indicado en su Declaración de Impacto Ambiental.

En septiembre de 2007, la Dirección General de Carreteras adjudica a AUDING S.A. la Asistencia Técnica para la redacción del Estudio Informativo “Acondicionamiento de la carretera N-230. Tramo: Sopeira – Boca sur del nuevo túnel de Viella”.

La fase A del Estudio Informativo se entregó en octubre de 2008. Posteriormente, esta primera entrega fue objeto de dos modificaciones. La primera se redactó en abril de 2009, y la segunda en marzo de 2010. En ambas modificaciones se contempló el estudio de alternativas adicionales.

En diciembre de 2008 se realizaron las consultas a los órganos ambientales de acuerdo con la DIA.

Los órganos ambientales consultados son:

- Instituto Aragonés de Gestión Ambiental del Gobierno de Aragón.
- Direcció General del Medi Natural de la Generalitat de Catalunya.
- Instituto Pirenaico de Ecología.
- Fundación para la Conservación del Quebrantahuesos.
- Seo/BirdLife.

Recibiéndose respuesta sólo del Instituto Aragonés de Gestión Ambiental del Gobierno de Aragón el 19 de febrero de 2009.

Finalmente, la fase B del Estudio Informativo se redactó con fecha mayo 2010.

En noviembre de 2010, se recibió informe de la Dirección General de Patrimonio Cultural del Gobierno de Aragón.

Posteriormente, la situación económica y la necesaria reducción del déficit público conllevaron a que el Ministerio de Fomento abordase un ajuste presupuestario, lo que obligó a replantear todo su programa de inversión pública para adaptarse al nuevo escenario presupuestario siguiendo los criterios de la *Orden FOM/3317/2010, de 17 de diciembre, por la que se aprueba la Instrucción sobre las medidas específicas para la mejora de la eficiencia en la ejecución de las obras públicas de infraestructuras ferroviarias, carreteras y aeropuertos del Ministerio de Fomento.*

De los trabajos realizados hasta ese momento se observó que las mejoras inicialmente previstas, y desarrolladas por el estudio informativo hasta el momento, no serían compatibles con los criterios de eficiencia establecidos por la Orden FOM/3317/2010, de 17 de diciembre, por lo que resultaría necesaria una redefinición conceptual del estudio a efectos de limitar el presupuesto final hasta adecuarlo en lo posible a los ratios establecidos en la Orden FOM/3317/2010.

Dado que esta circunstancia no fue posible de prever, la Dirección General de Carreteras consideró necesario reducir el alcance del estudio a efectos de limitar el presupuesto final, dando cumplimiento de la Orden FOM/3317/2010. En consecuencia, con fecha de 24 de octubre de 2011, dicta una nueva orden de estudio para el “Acondicionamiento de la carretera N-230. Tramo: Sopeira – Boca sur del nuevo túnel de Viella”, que contempla esta consideración.

En julio de 2013, la Dirección General de Carreteras adjudica a AUDING S.A. el contrato complementario al contrato de consultoría y asistencia para Redacción del Estudio Informativo “Acondicionamiento de la carretera N-230. Tramo: Sopeira – Boca sur del nuevo túnel de Viella”, de clave EI2-E-207.

En abril de 2014, AUDINGINTRAESA, S.A. redacta el Documento Inicial del Estudio Informativo. El 13 de mayo de 2014, la Subdirección General de Estudios y Proyectos remite el citado documento a la Subdirección General de Evaluación Ambiental para que esta elabore el Documento de Alcance del estudio de impacto ambiental, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 34 de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.

El 13 de junio de 2014, la Subdirección General de Estudios y Proyectos recibe de la Subdirección General de Evaluación Ambiental un escrito de requerimiento para subsanar el Documento Inicial, señalando que su contenido no es el adecuado para hacer las consultas y elaborar un documento de alcance con la suficiente garantía de utilidad.

El 9 de julio de 2014, la Subdirección General de Estudios y Proyectos remite un escrito de respuesta al escrito anterior en el que manifiesta su disconformidad con la precisión exigida en el Documento Inicial para la realización de consultas previas y, dado el carácter potestativo de la redacción del documento de alcance (art. 33 Ley 21/2013), indica su voluntad de continuar con la tramitación del estudio e iniciar el procedimiento ordinario de evaluación ambiental de acuerdo con lo establecido en el artículo 39 de la Ley 21/2013.

En enero de 2015, AUDINGINTRAESA, S.A. redacta el Documento Resumen de la Fase A y el 18 de septiembre de 2015, la Subdirección General de Estudios y Proyectos emite un informe en el que se indican las alternativas a desarrollar en la Fase B, a partir de lo desarrollado en la Fase A.

En agosto de 2017, AUDINGINTRAESA, S.A. entrega a la Subdirección General de Proyectos del Ministerio de Fomento la Fase B del Estudio Informativo, considerando las características indicadas en el orden de estudio de octubre de 2011. El estudio contiene dos alternativas (alternativa nº 1 y alternativa nº 2). Asimismo, incluye el estudio de impacto ambiental.

En diciembre de 2017, la Demarcación de Carreteras del Estado en Cataluña emite un informe en el que propone la aprobación provisional del estudio informativo, recomendando como solución más favorable la alternativa 2. Asimismo, la Dirección General de Carreteras resuelve aprobar provisionalmente el Estudio Informativo y ordena la incoación del correspondiente expediente de información pública.

El estudio informativo fue sometido al trámite de Información Pública por un plazo de 30 días hábiles, publicándose el correspondiente anuncio en el BOE n 13, de 15 de enero de 2018.

En julio de 2018, la Demarcación de Carreteras del Estado en Cataluña redacta el informe de alegaciones, en el cual se analizan y se da respuesta a las alegaciones presentadas. En dicho informe se propone una nueva alternativa (alternativa nº 3) con un mayor grado de aceptación del territorio y mejora las soluciones inicialmente propuestas a cambio de un mayor coste económico.

En septiembre de 2018, el Área de Estudios de la Subdirección General de Proyectos emite un informe en el que se estima que se deberá actualizar el Estudio informativo contemplando la nueva alternativa nº 3 y actualizando el contenido correspondiente de la Fase B entregada en 2017, para, posteriormente, someterlo a una nueva aprobación provisional y a un nuevo expediente de información pública.

La fase B del presente Estudio Informativo desarrolla el “Acondicionamiento de la carretera N-230. Tramo: Sopeira – Boca sur del nuevo túnel de Viella”, considerando las siguientes características indicadas en el Orden de Estudio:

TIPO:	<i>Estudio Informativo.</i>
SITUACIÓN:	<i>Carretera N-230 Sopeira - Frontera francesa. Tramo: Sopeira – Boca sur del nuevo túnel de Viella. PP.KK. 107+000 al 150+500. Longitud aproximada: 45 km</i>
CARACTERÍSTICAS:	Velocidad de proyecto: <i>carretera convencional C-80 (aceptable de manera esporádica la disminución de características hasta C-60). La velocidad de proyecto se determinará en función del coste por kilómetro de actuación de las alternativas propuestas, con el objetivo de que dichos costes cumplan con los parámetros de eficiencia establecidos por la Orden FOM/3317/2010.</i> Calzada: <i>7 m.</i> Arcenes: <i>1,0 – 1,50 m (con cuneta de seguridad adosada). Se considera una de las prioridades del estudio informativo la mejora de la sección transversal, actualmente sin arcenes en más del 80 % del tramo.</i> Restantes características: <i>Las contenidas en la vigente Norma 3.1-IC para una carretera convencional.</i>

PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN DE LAS OBRAS APROXIMADO:

El que se deduzca como una de las conclusiones del propio estudio y del cumplimiento de los parámetros de eficiencia de la Orden FOM/3317/2010, de 17 de diciembre, del Ministerio de Fomento.

3 OBJETO DEL ESTUDIO

El objetivo en la presente fase B del Estudio Informativo es el de seleccionar la alternativa de trazado más adecuada para el acondicionamiento de la carretera N-230 entre Sopeira (donde conectará con el Proyecto de Construcción autovía A-14 Lleida – Sopeira, PK 80+000 al 94+979, tramo: Puente de Montañana – Sopeira. Clave: 12-HU-6210, o con la carretera existente) y la boca sur del nuevo Túnel de Viella.

La elección se realiza mediante el análisis de las alternativas presentadas en la Fase B que fueron sometidas a información pública en enero de 2018, y la nueva alternativa 3 propuesta en el informe de alegaciones de fecha septiembre de 2018 del Área de Estudios de la Subdirección General de Proyectos. Así pues, esta nueva Fase B contempla los nuevos tramos 4C, 5C y 6C propuestos en la información pública que se estudian de forma homogénea con el resto de tramos actualizados, estudiándose un total de 3 alternativas.

4 INTERÉS GENERAL DEL ACONDICIONAMIENTO DE LA CARRETERA N-230

En el Plan de infraestructuras, transporte y vivienda (PITVI) 2012-2024 del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana se contemplan dentro de las actuaciones previstas las siguientes:

- La nueva autovía A-14 Lleida – Sopeira
- El Acondicionamiento de la carretera N-230 entre Sopeira y la frontera francesa

Dentro del presente Estudio Informativo se contempla la actuación de acondicionamiento de la carretera N-230 entre Sopeira y la boca sur del nuevo túnel de Viella.

De acuerdo con el PITVI con esta actuación se trata de mejorar la red convencional sin llegar a duplicar la calzada, atendiendo a criterios de rentabilidad en el horizonte temporal del PITVI, con el fin de:

- Garantizar la funcionalidad de las carreteras consideradas, y asegurar un buen nivel de servicio adecuado para la demanda previsible a medio y largo plazo.
- Satisfacer la oferta básica de accesibilidad, dotando a la totalidad de la red afectada de unas condiciones adecuadas de seguridad y comodidad adaptadas a sus características.

- Conseguir una red de itinerarios funcionales empleando para ello criterios de trazado homogéneos en itinerarios completos.
- Coordinar las actuaciones con otros programas para optimizar los recursos y obtener una red integrada
- Mejorar de forma generalizada las condiciones de seguridad y capacidad estableciendo parámetros mínimos de diseño adoptados a la normativa vigente Norma 3.1-I.C buscando parámetros más eficientes, rentables y acordes a la situación económica actual (plataforma mínima, distancia parada, altura del obstáculo niveles de servicio...)

5 DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO

El presente Estudio Informativo se redacta de acuerdo con el Pliego de Prescripciones Técnicas para la redacción de Estudios Informativos de la Subdirección General de Proyectos de la Dirección General de Carreteras.

En dicho Pliego se concreta como debe desarrollarse la redacción del Estudio, estableciendo tres fases consecutivas denominadas A, B y C cuyo objeto se describe brevemente a continuación.

Fase A: se recopilan y generan los datos básicos necesarios para definir la zona de estudio, con el objetivo de calificarla desde el punto de vista medioambiental y poder así obtener distintos posibles corredores para la nueva vía. Las restricciones del medio físico (topografía, geología y geotecnia), del medio socioeconómico y de planeamientos, si los hubiere, determinan los posibles corredores.

Toda la información recopilada y generada, con los correspondientes anejos y planos, se recoge en el Documento Resumen de la fase A, que se envía a la Subdirección General de Estudios y Proyectos. A partir de ese instante comienza el desarrollo de la Fase B.

Fase B: constituye el núcleo central del Estudio Informativo. En ella se desarrolla a una escala más detallada que en la fase A el estudio de las alternativas obtenidas y seleccionadas en la fase A. El objetivo se ha descrito en el Apartado 3 de la presente Memoria.

Dentro de la fase B se incluye un Estudio de Impacto Ambiental en el cual se tienen en consideración las respuestas a las consultas realizadas por el Órgano medioambiental en la fase A.

La fase B finaliza con el presente Documento, que servirá de base para la Información Pública y pondrá en marcha el procedimiento de Declaración de Impacto Ambiental.

Fase C: es la que finaliza el proceso. Se cumplimentan las prescripciones impuestas en la aprobación provisional del Estudio Informativo. Se estudian e informan las alegaciones a la Información Pública y se remite el informe completo al Órgano medioambiental. Una vez remitida la respuesta se consideran sus observaciones, modificando el Estudio de Impacto Ambiental si así se solicita.

A partir de ese momento el referido Órgano emitirá la Declaración de Impacto Ambiental. Las eventuales modificaciones de trazado que imponga la DIA o la Aprobación provisional se deberán corregir antes de poder remitir el Estudio para su aprobación definitiva.

6 PLANTEAMIENTO Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS EN FASE A

Tal y como se acaba de explicar en el apartado anterior, en la fase A se recopilan y generan los datos básicos necesarios para definir la zona de estudio, se establecen los corredores y se definen las alternativas de trazado. A continuación se expone con mayor detalle el proceso seguido para la selección de las alternativas a analizar en la fase B.

Todas las alternativas de trazado planteadas en fase A transcurrían por el corredor formado, en términos generales, por el valle del Río Noguera Ribagorzana. Las grandes dificultades orográficas que presenta la zona, propias de la zona pirenaica y prepirenaica en donde se halla el área de estudio, hacían imposible la adopción de corredores naturales alternativos.

Los trazados presentados en fase A se dividían en un total de ocho tramos diferenciados. El primer tramo de todos ellos, que es el más meridional, se trataba del tramo 1, que tiene su punto de inicio en Sopeira. La sucesión de tramos avanzaba hacia el norte hasta llegar al más septentrional de todos, que es el tramo 8. Este tramo tiene su punto final en la boca sur del nuevo Túnel de Viella. Dado que se presentaban diferentes variantes por tramos había un total de 20 tramos.

Las alternativas A (excepto la 8A) contemplan el control total de accesos a la carretera, e intentan no afectar el actual trazado para que éste pueda ser usado como vía de servicio de la nueva carretera. Cuando el actual trazado se vea afectado, se preverá la adopción de nuevas vías de servicio de la nueva carretera en fases posteriores del presente Estudio Informativo. La alternativa 8A corresponde al tramo más cercano al túnel de Viella y en este se aprovecha todo lo posible la plataforma actual.

Las alternativas B y C, por su parte, prevén el cruce en distintos puntos con la carretera actual o bien la ampliación de la misma. En los tramos de coincidencia con la carretera actual, se mejorará el trazado de curvas para que cumplan las exigencias geométricas que se requieren para una velocidad de proyecto de 80 km/h según la Normativa 3.1-IC (alternativas B) o de 60 km/h (alternativas C). Dos de las alternativas C corresponden a las travesías de El Pont de Suert y Vilaller respectivamente.

Se plantearon las siguientes alternativas en Fase A:

- Tramo 1: Alternativas 1A, 1B y 1C
- Tramo 2: Alternativas 2A, 2B y 2C
- Tramo 3: Alternativas 3A, 3B y 3C
- Tramo 4: Alternativa 4A y 4B
- Tramo 5: Alternativas 5A, 5B y 5C
- Tramo 6: Alternativa 6A y 6B
- Tramo 7: Alternativas 7A, 7B y 7C.
- Tramo 8: Alternativa 8A.

En el Anejo 1. Antecedentes se presentan los planos de las alternativas propuestas en Fase A.

Como parte del desarrollo de la fase A, los distintos tramos de trazado se caracterizaron a partir de los parámetros siguientes:

- Trazado.
- Impacto ambiental.
- Geología y geotecnia.
- Longitud en túnel y viaducto (aspecto económico).
- Climatología e hidrología.
- Tráfico.
- Planeamiento.
- Grado de coincidencia con otros corredores de tráfico ya existentes.

Estas diferentes opciones de trazado se compararon utilizando el denominado ANÁLISIS MULTICRITERIO.

Se entiende por un método de análisis multicriterio aquel procedimiento que permite agregar o combinar diferentes elementos de estudio que, en principio, no son fácilmente comparables dada su heterogeneidad. Se trata, en consecuencia, de hacer comparables y homogéneas una serie de magnitudes o de variables las cuales por ellas mismas son heterogéneas y no comparables.

Del análisis multicriterio se seleccionaron los tramos con mayor puntuación para que fueran estudiados con más detalle en la fase B del Estudio Informativo.

De la combinación de los diferentes factores se descartan las alternativas más desfavorables resultando las alternativas 1C, 2C, 3C, 4A, 5C, 6A y 7A que obtiene una valoración de impacto

ambiental superior, presenta más afecciones e interferencias con la actual N-230 y el trazado en planta es peor presentando curvas de radio 130 m y velocidad específica 60 Km/h (inferiores incluso en los tramos de travesía urbana). Así mismo, se descarta la alternativa 5A al quedar descartadas sus alternativas contiguas.

Las alternativas que pasarían a ser estudiadas en la fase B resultaron ser las siguientes:

- Tramo 1: Alternativas 1A y 1B.
- Tramo 2: Alternativas 2A y 2B.
- Tramo 3: Alternativas 3A y 3B.
- Tramo 4: Alternativa 4B.
- Tramo 5: Alternativas 5B.
- Tramo 6: Alternativa 6B.
- Tramo 7: Alternativas 7B y 7C.
- Tramo 8: Alternativa 8A.

En diciembre de 2017, se aprobó provisionalmente la fase B del Estudio Informativo incluyendo dichas alternativas. Sin embargo, tras el periodo de información pública y el posterior análisis de las alegaciones, el Área de Estudios de la Subdirección General de Proyectos concluyó que se debería actualizar la fase B del Estudio Informativo incorporando una nueva alternativa 3 con nuevos tramos de estudio.

En consecuencia, la fase B del estudio informativo consta de las alternativas siguientes:

- Tramo 1: Alternativas 1A y 1B.
- Tramo 2: Alternativas 2A y 2B.
- Tramo 3: Alternativas 3A y 3B.
- Tramo 4: Alternativa 4B y 4C.
- Tramo 5: Alternativas 5B y 5C.
- Tramo 6: Alternativas 6B y 6C.
- Tramo 7: Alternativas 7B y 7C.
- Tramo 8: Alternativa 8A.

siendo los tramos 4C, 5C y 6C las nuevas alternativas incorporadas.

7 DEFINICIÓN DE LAS ALTERNATIVAS ESTUDIADAS EN FASE B

7.1 Modificaciones de trazado respecto a lo presentado en fase A

En la presente fase B se han realizado ajustes puntuales de mejora del trazado del tronco y se han definido con detalle las soluciones propuestas para los nudos de conexión de la carretera, consistentes en intersecciones a nivel, semienlaces y enlaces.

7.2 Descripción general de las alternativas estudiadas

Todas las alternativas de trazado planteadas se ubican en un único corredor que se definió en la fase A. El citado corredor está formado por el valle del río Noguera Ribagorzana. Las grandes dificultades orográficas que presenta la zona, propias de la zona pirenaica y prepirenaica en donde se halla el área de estudio, hacen imposible la adopción de corredores naturales alternativos.

Los términos municipales que quedan afectados directamente por las alternativas son, por una parte, Sopeira, Bonansa y Montanuy, en la provincia de Huesca, y, por otra parte, el Pont de Suert, Vilaller y Vielha e Mijaran, en la provincia de Lleida. Respecto a los núcleos urbanos en el ámbito de estudio, cabe destacar los de El Pont de Suert y Vilaller por su población.

En la presente fase B, al igual que se hizo en la anterior fase A, los trazados que se presentan se dividen en un total de ocho tramos diferenciados y se estudiarán tres posibles combinaciones de los tramos, definiendo así tres alternativas:

ALTERNATIVA 1 (comprende los tramos 1A, 2A, 3A, 4C, 5B, 6C, 7C y 8A).

ALTERNATIVA 2 (comprende los tramos 1B, 2B, 3B, 4B, 5B, 6B, 7B y 8A).

ALTERNATIVA 3 (comprende los tramos 1A, 2A, 3A, 4C, 5C, 6C, 7B y 8A).

El primer tramo de todos ellos, que es el más meridional, se trata del tramo 1, que tiene su punto de inicio en Sopeira. La sucesión de tramos avanza hacia el norte hasta llegar al más

septentrional de todos, que es el tramo 8. Este tramo tiene su punto final en la boca sur del nuevo Túnel de Viella.

De acuerdo con la Declaración de Impacto Ambiental del Estudio Informativo “Autovía A-14. Lleida – frontera francesa, tramo: Lleida-Túnel de Viella. Clave E11-E-150”, debe realizarse un nuevo Estudio Informativo entre Sopeira y el túnel de Viella como carretera convencional contemplando nuevas alternativas, entre ellas la de mejora del trazado de la actual N-230 dónde sea posible.

Así pues, en la presente fase B se definen 3 tramos dónde se aprovecha el trazado existente. En el tramo 4B entre Pont de Suert y Vilaller, en el tramo 6B entre Vilaller y Bono y en el tramo 8A desde Aneto al final del Estudio (Boca Sur del nuevo túnel de Viella) se aprovechará casi la totalidad del trazado existente. Solamente se mejorará el trazado de algunas curvas para que cumplan las exigencias geométricas que establece la Orden de Estudio, correspondientes a una velocidad de proyecto de 80 km/h con excepciones puntuales de 60 km/h.

Por lo que respecta al control de accesos, la Orden de Estudio correspondiente al presente Estudio Informativo admite que las propiedades colindantes tengan acceso a la carretera. De todos modos, se ha procurado que, en la medida de lo posible, el acceso a fincas se realice a través de los tramos en desuso de la carretera N-230 actual y mediante la restitución de los caminos afectados por la traza.

A continuación se describen los tramos que conforman las tres alternativas:

7.2.1 Tramo 1A

El tramo 1A pertenece a las alternativas 1 y 3, y se sitúa en el origen del Estudio Informativo.

El origen del Estudio Informativo coincide con la carretera actual en el PK de explotación 107+000. Así mismo, el origen del Estudio Informativo coincide con un tramo de transición de la autovía A-14 a la carretera N-230 que se definirá en el “Proyecto de construcción autovía A-14 Lleida – Sopeira, PK 80+000 al 94+979, tramo: Puente de Montañana – Sopeira. Clave: 12-HU-6210”. En el presente Estudio se ha definido una conexión provisional entre la carretera N-230 actual y el inicio del nuevo trazado sentido Viella.

El tramo 1A tiene su inicio a unos 2 km al sur del núcleo de Sopeira, justo antes de una garganta que forma el río Noguera Ribagorzana y que recibe el nombre de *Pas d'Escales*. Es justo en esa garganta en donde se encuentra la presa del embalse de Escales.

Con el fin de salvar esa dificultad orográfica, así como la presencia del embalse, el tramo 1A discurre, en ese punto, al oeste de la actual carretera N-230 mediante un túnel (Túnel 96.1A) de 3.220 m de longitud que salva la cima denominada el *Morral Roi*. Mediante esta solución, se evita la afección a la carretera N-230 actual entre el núcleo de Sopeira y la presa de Escales, ya que esta será el acceso a la presa. Además, se evita la afección a la especie *Borderea chopardii*, cuya única población natural mundial se encuentra situada en una pequeña área próxima a la presa

En este túnel, la inclinación es del 4 % que supera la establecida en la norma de trazado 3.1 I.C pero es inferior al valor excepcional del 5% que establece la directiva Europea de seguridad en túneles (Directiva 2004/54/CE).

La salida del citado túnel se encuentra en la altura del *Barranc d'Aulet*, que se trata de un torrente de desemboca en el embalse de Escales, y que el tramo 1A lo salva mediante un viaducto de 260 m de longitud antes de apoyarse en el terreno y entrar posteriormente en un segundo túnel. El segundo túnel (Túnel 100.0A) tiene la finalidad de salvar la dificultad orográfica del *Tossal de Sant Salvador*, y presenta una longitud de 2.205 m.

Al norte de este túnel, se prevé un nuevo viaducto para salvar el *Barranc de les Casetes* y un tercer túnel para salvar la *Collada de Celles* (Túnel 102.4A). El tramo 1A finaliza en el interior de este túnel, a 500 m del emboquille sur.

En torno al PK 95+500 se dispone un espacio reservado para el centro de control de los túneles 96.1A, 100.0A, 102.4A, 103.9A y 105.8A.

En cuanto a obras de fábrica, como se ha citado anteriormente se disponen 4 viaductos de 70 m, 260 m, 80 m y 135 m, y 2 túneles de 3.140 m y 2.205 m y la mitad sur de un tercer túnel de 920 m de longitud.

En este tramo hay dos obras de drenaje tipo cajón, una de las cuales se utiliza como paso de fauna, una obra de drenaje tipo tubo, dos muros y un paso interior (O.F.-99.3A).

A la altura de Aulet, la antigua carretera N-230 que interceptada por el nuevo trazado. Para dar continuidad a la carretera, se prevé una obra de paso en el lado sur del barranco de Aulet y se prevén dos conexiones entre la antigua y la nueva carretera en el lado norte de dicho barranco.

La longitud total del tramo es de 7.842 m, la pendiente máxima es del 4,0 % y el radio mínimo es de 1.000 m.

7.2.2 Tramo 1B

El tramo 1B corresponde a la alternativa 2 y se sitúa en el origen del Estudio Informativo. El origen del Estudio Informativo coincide con la carretera actual en el PK de explotación 107+000. Así mismo, el origen del Estudio Informativo coincide con un tramo de transición de la autovía A-14 a la carretera N-230 que se definirá en el "Proyecto de construcción autovía A-14 Lleida – Sopeira, PK 80+000 al 94+979, tramo: Puente de Montañana – Sopeira. Clave: 12-HU-6210". En el presente Estudio se ha definido una conexión provisional entre la carretera N-230 actual y el inicio del nuevo trazado sentido Viella.

El tramo 1B, al igual que el tramo 1A, tiene su inicio a unos 2 km al sur del núcleo de Sopeira, justo antes de una garganta que forma el río Noguera Ribagorzana y que recibe el nombre de *Pas d'Escales*. Es justo en esa garganta en donde se encuentra la presa del embalse de Escales.

Con el fin de salvar esa dificultad orográfica, así como la presencia del embalse, el tramo 1B discurre en ese punto, al oeste de la actual carretera N-230 mediante dos túneles (túneles 96.4B y 98.4B) de 1.710 m y 350 m de longitud respectivamente que salvan la cima denominada el *Morral Roi*. Con el trazado que se propone, se evita la afección a la carretera N-230 actual entre el núcleo de Sopeira y la presa de Escales, ya que esta será el acceso a la presa. Por otra parte, mediante la solución en túnel se evita la afección a la especie *Borderea chopardii*, cuya única población natural mundial se encuentra situada en una pequeña área

próxima a la presa. En ambos túneles, la inclinación es del 5,0. Dichas inclinaciones superan la establecida en la norma de trazado 3.1 I.C pero no se supera el valor excepcional del 5% que establece la directiva Europea de seguridad en túneles (Directiva 2004/54/CE). Por otra parte, en este tramo inicial se ha definido un viaducto de longitud de 180 m, situado antes de la boca sur del primer túnel.

La salida del segundo túnel se sitúa aproximadamente entorno al PK 111 de la carretera actual y luego la nueva carretera aprovecha en lo posible el trazado de la carretera actual, mejorando las curvas hasta dotarles un radio mínimo de 265 m, hasta la llegada al núcleo de Aulet (núcleo que no se afecta), donde se cruza el embalse de Escales mediante un viaducto de 285 m de longitud, gracias al cual se evita el recorrido actual de la N-230 a lado y lado del barranco de Aulet.

A continuación, el nuevo trazado sigue paralelo a la N-230 actual, hasta unos 200 m antes de la ermita de Rocamora, donde el nuevo trazado pasa a discurrir en túnel para salvar la dificultad orográfica del *Tossal de Sant Salvador* (túnel 101.1B), y dicho túnel presenta una longitud de 1.090 m. La salida del túnel es próxima al barranco de Granet, que se supera mediante un viaducto de longitud 160 m.

Al final del tramo, el trazado es aproximadamente coincidente al de la N-230 actual, mejorando su trazado en planta, hasta alcanzar el barranco de les Casetes, que se supera mediante un viaducto de 130 m de longitud, al que le sigue un nuevo túnel (túnel 103.5B) de 960 m de longitud para salvar la Collada de Celles. El tramo 1B finaliza en el interior de este túnel, a 500 m del emboquille sur.

Entorno al PK 95+500 se dispone un espacio reservado para el centro de control de los túneles 96.1A, 100.0A, 102.4A, 103.9A y 105.8A.

En cuanto a obras de fábrica, se disponen 8 viaductos de 180 m, 285 m, 90 m, 125 m, 160 m, 150 m, 95 m y 130 m, y 5 túneles de 530 m, 245 m, 725 m y 350 m y 1.090 m y la mitad sur de un sexto túnel de 960 m de longitud.

En este tramo hay una obra de drenaje tipo cajón, que también se utiliza como paso de fauna, y nueve obras de drenaje tipo tubo y 11 muros.

En este tramo, el nuevo trazado se intercepta en distintos puntos el trazado actual de la N-230. Para aquellos tramos de la actual carretera que quedarán aislados y que requieren de acceso, se han previsto conexiones con el nuevo trazado. Del mismo modo, se han previsto reposiciones de caminos que resultan afectados por el nuevo trazado. Los tramos de la carretera actual que queden en desuso serán convenientemente restaurados.

La longitud total del tramo es de 8.731 m, la pendiente máxima es del 8 % y el radio mínimo es de 265 m.

7.2.3 Tramo 2A

El tramo 2A corresponde a las alternativas 1 y 3. En el inicio presenta túneles para salvar la *Collada de Celles* (Túnel 102.4A) y el *Serrat de la Creu* (Túnel 103.9A) y un viaducto de 220 m para salvar *una vaguada*. Los túneles presentan una longitud de 920 m y 210 m de longitud, si bien el inicio del tramo se encuentra en el interior del túnel, a 420 m de la boca norte del mismo.

Al salir del segundo túnel, el trazado cruza en viaducto el barranco de Tressarrado y continúa en terraplén hasta el Barranco de la Torre, donde se dispone un viaducto de 500 m para salvarlo.

En el PK 105+200 se proyecta la intersección a nivel tipo glorieta El Pont de Suert Sur, que presenta todos los movimientos. Dada la dificultad orográfica del tramo se ha definido en planta y alzado el ramal del enlace que da acceso desde la actual carretera N-230 en El Pont de Suert a la nueva carretera.

A 300 m al norte de la glorieta finaliza el tramo 2A.

En este tramo hay cuatro obras de drenaje tipo tubo y cinco muros.

La longitud total del tramo es de 2.730 m, la pendiente máxima es del 3,0 % y el radio mínimo es de 850 m.

7.2.4 Tramo 2B

El tramo 2B corresponde a la alternativa 2. En el inicio presenta túneles para salvar la *Collada de Celles* (Túnel 103.5B) y el *Serrat de la Creu* (Túnel 105.1B) y un viaducto de 85 m para salvar *una vaguada*. Los túneles presentan una longitud de 960 m y 220 m de longitud, si bien el inicio del tramo se encuentra en el interior del túnel, a 460 m de la boca norte del mismo.

Al salir del segundo túnel, el trazado cruza en viaducto el barranco de Tressarrado y se aproxima a la carretera N-230 actual, hasta alcanzarla a la altura del PK 105+800.

A partir de este punto y hasta el final del tramo, que se corresponde al acceso sur al núcleo urbano de El Pont de Suert, el nuevo trazado es sensiblemente coincidente en planta y en alzado con el actual, con las salvedades que suponen las mejoras de las curvas del trazado en planta. De hecho, en este tramo se contemplan tres radios en planta que son inferiores a 265 m (radios de 200 m, de 230 m y de 215 m) que, a pesar de ser inferiores a lo que correspondería para una velocidad de proyecto de 80 km/h, permiten aprovechar en mayor grado el trazado actual. La orden de Estudio admite puntualmente una velocidad de proyecto de 60 km/h. Los radios en planta adoptados están también condicionados por la relación entre radios consecutivos que establece la Norma 3.1-IC.

En el PK 107+050, se proyecta el semienlace El Pont de Suert Sur, que permite acceder a El Pont de Suert desde el sur y acceder a la N-230 sentido sur desde El Pont de Suert. No se admiten movimientos por el lado norte del nudo dada la proximidad con el emboquille del túnel proyectado al inicio del siguiente tramo.

En este tramo hay dos obras de drenaje tipo cajón, tres tubos de drenaje, y ocho muros.

La longitud total del tramo es de 3.155 m, la pendiente máxima es del 6,0 % y el radio mínimo es de 200 m.

7.2.5 Tramo 3A

El tramo 3A pertenece a las alternativas 1 y 3, y se corresponde con la variante de El Pont de Suert, que se realiza por el lado oeste del núcleo urbano.

En su inicio, el trazado sigue pegado a la ladera de la montaña, por lo que es necesario disponer de un túnel. Este túnel (Túnel 105.8A) es de 950 m para salvar la vertiente del *Tossal de la Mola*. A 200 m de la boca norte de dicho túnel, se salva el *Barranc de Sirès*, mediante un viaducto de 45 m de longitud y, posteriormente, cruza el río Noguera Ribagorzana mediante un viaducto de 281 m de longitud, hasta alcanzar la carretera N-230 actual, donde se prevé una nueva intersección que se denominará El Pont de Suert Norte.

La intersección El Pont de Suert Norte consiste en una glorieta a nivel y permitirá la conexión entre el nuevo trazado de la N-230 y la carretera actual, mediante la cual se accede al núcleo urbano de El Pont de Suert por el sur y al Polígono Industrial Sores por el norte, en este último caso a través de una reposición de la carretera actual.

En este tramo hay una obra de drenaje tipo tubo y dos muros.

Se realiza la reposición de un camino interceptado entorno al PK 106+900 a ambos lados de la carretera.

La longitud total del tramo es de 2.533 m, la pendiente máxima es del 3,0 % y el radio mínimo es de 340 m.

7.2.6 Tramo 3B

El tramo 3B pertenece a la alternativa 2 y se corresponde con la variante de El Pont de Suert, que se realiza por el lado oeste del núcleo urbano.

En su inicio, se ha previsto el semienlace El Pont de Suert Sur, con movimientos hacia el lado sur de la carretera N-230.

El trazado sigue pegado a la ladera de la montaña, por lo que es necesario disponer de un túnel. Este túnel (Túnel 105.8A) es de 950 m para salvar la vertiente del *Tossal de la Mola*. A 200 m de la boca norte de dicho túnel, se salva el *Barranc de Sirès*, mediante un viaducto de 45 m de longitud y, posteriormente, cruza el río Noguera Ribagorzana mediante un viaducto de 281 m de longitud, hasta alcanzar la carretera N-230 actual, donde se prevé una intersección a nivel tipo glorieta que se denominará El Pont de Suert Norte.

La intersección El Pont de Suert Norte permitirá la conexión entre el nuevo trazado de la N-230 y la carretera actual, mediante la cual se accede al núcleo urbano de El Pont de Suert por el sur y al Polígono Industrial Sores por el norte, en este último caso a través de una reposición de la carretera actual.

En este tramo hay cuatro obras de drenaje tipo cajón, tres tubos de drenaje, dos muros y un paso inferior.

Se realiza la reposición de un camino interceptado entorno al PK 106+900 a ambos lados de la carretera.

La longitud total del tramo es de 2.359 m, la pendiente máxima es del 3,0 % y el radio mínimo es de 340 m.

7.2.7 Tramo 4B tramo 2+1

El tramo 4B tramo 2+1 pertenece a la alternativa 2 y comprende la carretera N-230 entre el norte del núcleo urbano del Pont de Suert y el sur del núcleo urbano de Vilaller.

Vistos los condicionantes orográficos de este tramo, más favorables que en el resto, se ha previsto en este estudio como una carretera 2+1.

Lo anterior, unido a unos requisitos ambientales detectados que se estiman menores que en otros tramos y a la necesidad urgente de mejorar sus condiciones de seguridad vial, especialmente por la existencia de las intersecciones con las carreteras L-500 y N-260, ha llevado a la propuesta de redacción del proyecto de trazado y construcción

“Acondicionamiento de la carretera N-230 como carretera 2+1. Tramo: El Pont de Suert-Vilaller, pp.kk. 124+000 al 130+000” de claves T4-L-4180 y 24-L-4180.

Se contempla la conexión con la carretera L-500 de acceso al valle de Boí con una glorieta, un semienlace con la carretera de acceso a Sarroqueta y una intersección tipo glorieta con la carretera N-260 dirección Castejón de Sos. El nuevo trazado aprovecha, en lo posible, el trazado de la carretera N-230 actual, con las salvedades de las correspondientes mejoras de su trazado, a través del margen oriental del río Noguera Ribagorzana.

Al inicio del tramo, el trazado cruza el río Noguera de Tor mediante un viaducto de 195 m, y deja por el oeste el polígono industrial Sorés. Posteriormente, el trazado es aproximadamente coincidente en planta con la actual carretera N-230 hasta alcanzar la carretera L-500 de acceso al valle de Boí, donde se contempla un enlace a distinto nivel tipo glorieta a distinto nivel que permite todos los movimientos.

A partir de aquí, el trazado sigue el de la N-230 actual, mejorando los parámetros de trazado, en planta y en alzado, destacando las mejoras de curvas en los PPKK 126, 127 y 129,7 de explotación, donde se adoptan radios mínimos en planta de 265 m y de 300 m.

A la altura del PK 111+000, el nuevo trazado es coincidente en planta con el de la carretera actual, para evitar la afección al Sifón Ribagorzana existente.

A la altura del PK 111+600, se ha definido el semienlace Sarroqueta. Este nudo tiene por objeto facilitar los movimientos entre la N-230 y la carretera de acceso a la pedanía de Sarroqueta, de manera que el tráfico procedente de Sarroqueta sentido sur cruce la calzada de la N-230 a distinto nivel, evitando de este modo los eventuales accidentes que se podrían producir en caso de cruzar la calzada a nivel. También se define un ramal de entrada a la N-230 sentido norte.

Entre el PK 111+700 (semienlace Sarroqueta) y el PK 113+530, se ha definido un carril adicional para circulación lenta sentido Viella, con objeto de mejorar la capacidad de la vía y facilitar adelantamientos sin interferir el carril en sentido contrario.

En el PK 113+000 se dispone una zona de aparcamiento de emergencia para 300 vehículos pesados, a utilizar en eventuales situaciones climatológicas adversas al tráfico.

En el PK 114+000 se dispone una zona de aparcamiento de vialidad invernal.

En el PK 114+200 se ha definido el nudo N-260, que conecta la carretera N-230 con la carretera N-260. El enlace se prevé como una intersección a nivel tipo glorieta, permitiéndose todos los movimientos entre la N-230, la N-260 y la zona de servicios existente en las inmediaciones (restaurante y gasolinera).

A lo largo del tramo, se prevén distintas conexiones con caminos existentes. Entre otras, a la altura del nudo L-500 se prevé el acceso a las edificaciones de la borda de Cotori a través de un nuevo camino de conexión con la L-500. También se da acceso a las fincas en el PK 111+700 y se repone el acceso a la central hidroeléctrica de Vilaller, a la altura del PK 114+600.

El tramo finaliza al norte del cementerio de Vilaller.

En este tramo hay seis obras de drenaje tipo cajón, de los que dos están habilitados como pasos fauna, siete tubos de drenaje y ocho muros.

La longitud total del tramo es de 5.802 m, la pendiente máxima es del 6,0 % y el radio mínimo es de 265 m.

7.2.8 Tramo 4C tramo 2+1

El tramo 4C tramo 2+1 es común a las alternativas 1 y 3 y comprende la carretera N-230 entre el norte del núcleo urbano del Pont de Suert y el sur del núcleo urbano de Vilaller. En este tramo, el trazado es muy similar al tramo 4B a excepción de la zona de Las Bordas. Por lo que a continuación sólo se describe la zona comprendida entre el PK 113+600 al 114+400 dónde el trazado es diferente al del tramo 4B.

Por las mismas razones expuestas en la descripción del tramo 4B, el 4C también se ha previsto en este estudio como una carretera 2+1 y se ha incluido dentro de la propuesta de redacción del proyecto de trazado y construcción "Acondicionamiento de la carretera N-230

como carretera 2+1. Tramo: El Pont de Suert-Vilaller, pp.kk. 124+000 al 130+000" de claves T4-L-4180 y 24-L-4180.

El tramo 4C recoge las soluciones de mejora del tramo 4B propuestas en las alegaciones recibidas con motivo del proceso de información pública realizado en enero de 2018.

Del PK 113+600 al 114+400 el tramo se desplaza hacia el oeste del trazado de la actual N-230 para evitar la travesía de Las Bordas. En el PK 114+200 se ha definido el nudo N-260, que conecta la carretera N-230 con la carretera N-260. El enlace se prevé como una intersección tipo glorieta, permitiéndose todos los movimientos entre la N-230, la N-260 y la zona de servicios existente en las inmediaciones (restaurante, gasolinera y camping). El ramal de la carretera N-260 se mejora en planta y alzado respecto al actual mediante un nuevo puente sobre el río Noguera Ribagorçana.

En el PK 114+000 se dispone una zona de aparcamiento de vialidad invernal.

En este tramo hay seis obras de drenaje tipo cajón, de los que dos están habilitados como pasos fauna, siete tubos de drenaje y ocho muros.

La longitud total del tramo es de 5.812 m, la pendiente máxima es del 6,0 % y el radio mínimo es de 265 m.

7.2.9 Tramo 5B

El tramo 5B es común a las alternativas 1 y 2 y se corresponde con la variante del núcleo urbano de Vilaller.

A la altura del cementerio de Vilaller, el nuevo trazado de la N-230 se aleja de la carretera N-230 actual, para apoyarse en la vertiente occidental del río Noguera Ribagorçana. Para ello, se prevé un viaducto de 205 m sobre el río Noguera Ribagorçana.

También se prevé, al inicio del tramo, el semienlace Vilaller Sur, que permite conectar los movimientos entre el núcleo urbano de Vilaller y la carretera N-230 lado sur. Entorno a este semienlace se dispone una zona de aparcamiento para vialidad invernal.

La totalidad de la variante de Vilaller discurre por la vertiente occidental del valle del río Noguera Ribagorzana cruzando dos pequeños barrancos, el barranco del Ramader y el barranco del Molí. Entre ambos barrancos, se reponen los caminos afectados y se prevé un paso superior que da continuidad a la pista entre Vilaller y Montanuy. El tronco discurre principalmente en terraplén a lo largo de la variante.

En el extremo norte de la variante, el trazado cruza de nuevo el río Noguera Ribagorçana mediante un viaducto de 390 m de longitud y se prevé el semienlace Vilaller Norte, que permita conectar los movimientos entre el núcleo urbano de Vilaller y la carretera N-230 lado norte.

Por último, se repone el camino de acceso a la ermita de la Mare de Déu de Riupedrós.

En este tramo hay tres cajones de drenaje, uno de los cuáles se utilizan como paso de fauna, un paso superior y dos tubos de drenaje.

La longitud total del tramo es de 3.273 m, la pendiente máxima es del 5 % y el radio mínimo es de 265 m.

7.2.10 Tramo 5C

El tramo 5C pertenece a la alternativa 3 y se corresponde con la variante del núcleo urbano de Vilaller.

A la altura del cementerio de Vilaller, el trazado realiza un aprovechamiento de la actual N-230 hasta el PK 116+200 mejorando el radio en planta disponiéndose un mínimo de 265 m. En el PK 116+200 se proyecta una intersección a nivel tipo glorieta, permitiéndose los movimientos entre la N-230 hacia el sur y el norte, hacia el núcleo urbano de Vilaller (entrada sur) y hacia una finca en el lado oriental de la carretera. Entorno a la intersección de Vilaller sur se dispone una zona de aparcamiento de vialidad invernal.

A partir del PK 116+200 el nuevo trazado realiza la variante de la población por la vertiente oriental de Vilaller cruza el barranco de Vinyassola en el PK 117+120. Seguidamente, en el PK

117+210 y hasta el 117+475 atraviesa mediante un túnel de 265 m de longitud la vertiente de la Font de Casalet. Finalmente, el trazado conecta con la actual N-230 en el PK 118+000 mediante una intersección a nivel tipo glorieta, permitiéndose los movimientos entre la N-230 hacia el sur y el norte y hacia el núcleo urbano de Vilaller (entrada norte).

La longitud total del tramo es de 3.300 m, la pendiente máxima es del 6,5 % y el radio mínimo es de 265 m.

7.2.11 Tramo 6B tramo 2+1

Vistos los condicionantes orográficos de este tramo, más favorables que en el resto, se ha previsto en este estudio como una carretera 2+1. Esta actuación pertenece a la alternativa 2 y comprende la carretera N-230 entre el norte el Vilaller y el sur de Bono. En sus inmediaciones se encuentran los núcleos de Ginaste, Viñal, Forcat y Estet.

Este tramo se caracteriza por aprovechar en lo posible el trazado de la carretera actual, mejorando sus parámetros de trazado en planta y en alzado. Entre Vilaller y Viñal, el trazado discurre por la vertiente oriental del río Noguera Ribagorzana, paralelo al canal de la Ribagorçana, mientras que entre Viñal y Bono discurre por la vertiente occidental.

A la altura de Ginaste, entre el PK 119+500 y el 120+200, se contempla un nuevo acceso con vial de acceso a Ginaste mediante una intersección canalizada en "T", dos caminos paralelos a la N-230 y la reposición de dos paradas de autobús.

Entre el PK 120+100 y el 120+800, el nuevo trazado es independiente del de la carretera N-230 actual, puesto que el trazado en planta de la carretera actual presenta curvas con radios excesivamente bajos. Al final del nuevo trazado, a la altura de la Central Hidroeléctrica de Bono, se cruza el río Noguera Ribagorzana mediante un viaducto de 100 m de longitud.

A partir del PK 120+800, el trazado nuevo coincide con el de la carretera actual, mejorando sus parámetros en planta. De todos modos, al norte de Forcat, entre el PK 121+200 y el 121+600, se definen dos curvas en planta con radio mínimo de 150 m que, si bien son suficientes para una carretera C-60, son insuficientes para una carretera con velocidad de proyecto de 80 km/h. Se adoptan estos radios en planta porque permiten reproducir mejor el trazado de la carretera actual sin ocasionar excesivas afecciones a la ladera de la montaña ni al cauce del río Noguera Ribagorzana, que discurre muy cercano a la carretera en este punto. La Orden de Estudio admite puntualmente esta reducción de la velocidad de proyecto.

A partir del PK 121+600 y hasta el final del tramo, el trazado es principalmente recto con mejora de curvas con radios en planta que pasan a ser de 265 m y de 300 m.

En este tramo hay 6 cajones de drenaje, uno de los cuáles se utiliza como paso de fauna, tres tubos de drenaje y dos muros.

La longitud total del tramo es de 4.837 m, la pendiente máxima es del 6,5 % y el radio mínimo es de 150 m.

7.2.12 Tramo 6C tramo 2+1

Vistos los condicionantes orográficos de este tramo, más favorables que en el resto, se ha previsto en este estudio como una carretera 2+1.

Esta actuación pertenece a las alternativas 1 y 3 y comprende la carretera N-230 entre el norte el Vilaller y el sur de Bono. En sus inmediaciones se encuentran los núcleos de Ginaste, Viñal, Forcat y Estet.

El trazado de este tramo es muy similar al tramo 6B a excepción de la zona entorno al núcleo de Forcat.

Este tramo se caracteriza por aprovechar en lo posible el trazado de la carretera actual, mejorando sus parámetros de trazado en planta y en alzado. Entre Vilaller y Viñal, el trazado discurre por la vertiente oriental del río Noguera Ribagorzana, paralelo al canal de la Ribagorçana, mientras que entre Viñal y Bono discurre por la vertiente occidental.

Al igual que en el tramo 6B a la altura de Ginaste, entre el PK 119+500 y el 120+200, se contempla un nuevo acceso con vial de acceso a Ginaste mediante una intersección canalizada en "T", dos caminos paralelos a la N-230 y la reposición de dos paradas de autobús. El camino paralelo a la N-230 sentido norte a unos 200 m conecta con el trazado de la actual N-230, permitiendo que el camino junto con la actual ctra. N-230 hasta el núcleo de Forcat sirva como camino agrícola para el tráfico local.

A partir del PK 120+100 el nuevo trazado es independiente del de la carretera N-230 actual para realizar la variante de la travesía de Forcat por el este del río Noguera Ribagorzana. Con

la variante se mejoran los radios en planta de la carretera actual los cuales limitaban la velocidad a 60 Km/h en las inmediaciones de Forcat en la alternativa 2 dónde se preveía el aprovechamiento de la carretera en todo el tramo. El trazado discurre por la margen oriental del río Noguera Ribagorzana, cruzando el barranco de l'Obaga y cruzando el río en el PK 121+500 mediante viaducto de 125 metros de longitud.

A partir del PK 121+700 y hasta el final del tramo, el trazado coincide con el del tramo 6B siendo principalmente recto con mejora de curvas con radios en planta que pasan a ser de 265 m y de 300 m.

En este tramo hay cuatro cajones de drenaje, dos de los cuáles se utilizan como paso de fauna, cuatro tubos de drenaje y dos muros.

La longitud total del tramo es de 4.973 m, la pendiente máxima es del 6,5 % y el radio mínimo es de 265 m.

7.2.13 Tramo 7B

El tramo 7B es común a las alternativas 2 y 3 y está comprendido entre el sur del núcleo de Bono y el sur del núcleo de Aneto.

Al inicio del tramo, el nuevo trazado se aleja de la carretera actual y sigue por el oeste de la población de Bono a media ladera. Se prevé una intersección de conexión con la carretera actual, a través de la cual se accederá al núcleo de Bono. Junto a la intersección, pero accediendo a través de la carretera actual, a la altura del PK 123+700 se prevé un área de descanso.

Este tramo se caracteriza por una elevada inclinación de rasante, que se prolonga durante 1.347 m al 8 %. En consecuencia, se ha dispuesto un carril para circulación de vehículos lentos sentido Viella entre el PK 123+500 y el 125+500, y un lecho de frenado sentido Lleida en el PK 124+400.

Posteriormente, la carretera cruza el río Llauset mediante un viaducto de 65 m y entra en un túnel de 515 m de longitud y una pendiente del 2,25 %. El trazado en alzado evita la afección al salto de agua de la Central Hidroeléctrica de Senet.

El tramo finaliza a 400 m de la salida del túnel.

En este tramo hay cinco cajones de drenaje, uno de los cuáles se utiliza como paso de fauna, tres tubos de drenaje, y nueve muros.

La longitud total del tramo es de 3.500 m, la pendiente máxima es del 8 % y el radio mínimo es de 300 m.

7.2.14 Tramo 7C

El tramo 7C pertenece a la alternativa 1 y está comprendido entre el sur del núcleo de Bono y el sur del núcleo de Aneto.

En la parte inicial del tramo, el trazado se apoya en el de la carretera actual, hasta alcanzar el núcleo de Bono, donde evita las curvas existentes mediante un viaducto de 315 m de longitud. A la altura del PK 123+700 se prevé un área de descanso.

A continuación, el trazado sigue de nuevo el de la carretera actual hasta 100 m al sur del río Llauset, donde se aparta de la carretera actual para ganar desarrollo en planta y cota en alzado para cruzar en túnel la sierra del túnel existente de Bono. Para ello se requiere un viaducto de 455 m de longitud seguido de un túnel de 320 m de longitud.

La inclinación de la rasante es del 6 % en la zona de aprovechamiento de la carretera actual, del 8 % entre el río Llauset y la entrada al túnel y del 5 % en el interior del túnel. Dicha inclinación supera la establecida en la norma de trazado 3.1 I.C pero no se supera el valor excepcional del 5% que establece la directiva Europea de seguridad en túneles (Directiva 2004/54/CE).

Se ha previsto un lecho de frenado sentido Lleida en el PK 125+050.

El tramo finaliza a 400 m de la salida del túnel.

En este tramo hay 2 cajones de drenaje, cuatro tubos de drenaje y ocho muros.

La longitud total del tramo es de 3.496 m, la pendiente máxima es del 8 % y el radio mínimo es de 265 m.

7.2.15 Tramo 8A

El tramo 8A es común a las alternativas 1, 2 y 3 y está comprendido entre el sur del núcleo de Aneto y la boca sur del túnel de Viella.

Entre el inicio del tramo y el enlace actual con Aneto y Senet, el nuevo trazado se apoya en la carretera actual, mejorando puntualmente los parámetros de trazado.

En el enlace existente de Aneto, se debe remodelar el ramal de salida sentido Viella para adecuarlo a la planta y alzado de la nueva carretera.

Después del enlace de Aneto, se continúa por la carretera existente mejorando el trazado en planta solamente en algunas curvas excesivamente cerradas para la velocidad de proyecto. Las variantes de trazado en planta se realizan entre el PK 130+900 y el 131+100, y entre el PK 132+050 y el 132+400. El trazado finaliza en la boca sur del nuevo Túnel de Viella.

El trazado aprovecha los tres túneles existentes de Lladó, Colladetes y Fogá. En este tramo no hay control de accesos, debido a la orografía existente que hace prácticamente inviable la disposición de caminos de servicio.

Por último, se ha previsto un tramo adicional de circulación lenta sentido Viella entre el PK 132+750 y el 134+000 y un lecho de frenado en el PK 128+600 sentido Lleida.

En cuanto a obras de fábrica se dispone un nuevo viaducto en la segunda variante de trazado sobre el Río de Salenques. También se disponen 11 muros, 12 tubos de drenaje y 8 cajones de drenaje ya que hay algunas obras de drenaje existente que no tienen suficiente capacidad hidráulica para desguazar la avenida de 500 años de periodo de retorno.

La longitud total del tramo es de 8.548 m, la pendiente máxima es del 7,56 % y el radio mínimo es de 265 m.

En la siguiente tabla se indica la correlación de los P.K. de proyecto de cada uno de los tramos anteriormente descritos respecto a los P.K. de explotación de la carretera N-230 existente:

Tramo	PK proyecto			PK explotación	
	PK inicio	PK final	Longitud proyecto (m)	PK inicio	PK final
1A	94.957,713	102.800,000	7.842	107.000,000	118.500,000
1B	95.203,536	103.935,081	8.731		
2A	102.800,000	105.530,000	2.730	118.500,000	121.500,000
2B	103.935,081	107.090,000	3.155		
3A	105.530,000	108.062,533	2.533	121.500,000	124.150,000
3B	107.090,000	109.448,779	2.359	121.900,000	124.150,000
4B	109.388,092	115.189,997	5.802	124.150,000	130.140,000
4C	109.388,092	115.200,000	5.812		
5B	115.189,997	118.463,213	3.273	130.140,000	133.100,000
5C	115.200,000	118.500,000	3.300		
6B	118.463,213	123.300,000	4.837	133.100,000	137.900,000
6C	118.500,000	123.472,674	4.973		
7B	123.300,000	126.800,000	3.500	137.900,000	141.700,000
7C	123.300,000	126.795,488	3.496		
8A	126.800,000	135.347,657	8.548	141.700,000	150.380,000

7.3 Cartografía

Se han utilizado una cartografía a escala 1:5.000 para definir las distintas alternativas de trazado.

La cartografía a escala 1:25.000 usada en esta fase B se refiere a la colección de hojas del Instituto Geográfico Nacional (I.G.N.). Las hojas a escala 1:25.000 que se han utilizado en el presente estudio se resumen en la tabla siguiente:

Designación de la hoja	Nombre	Provincia
180-2	Pico de Aneto	Lleida - Huesca
180-4	Barruera	Lleida - Huesca
213-2	Vilaller	Lleida - Huesca
213-4	El Pont de Suert	Lleida - Huesca
251-2	Arén	Lleida - Huesca

Tabla 1: Hojas a escala de detalle 1:25.000 utilizadas en la fase A.

Esta cartografía se ha utilizado, esencialmente, para realizar planos de conjunto de la fase B.

En la fase B se han considerado las cartografías siguientes:

- Cartografía 1:5.000 utilizada en el Estudio Informativo “Autovía Lleida – Frontera Francesa. Tramo: Lleida – Túnel de Viella. Provincias de Huesca y Lleida. Clave: EI-1-E-150”, ya que en su tramo entre Sopeira y el Túnel de Viella se estudió el mismo corredor. Esa cartografía fue obtenida por métodos fotogramétricos, digitalizada con una precisión correspondiente a escala 1:5.000, con equidistancia de 5 m entre curvas de nivel. Los modelos digitales fueron confeccionados a partir de la restitución de fotografías aéreas a escala 1:20.000 con el correspondiente apoyo de campo.
- En el anejo nº 2 de Cartografía del presente Estudio Informativo se adjunta el anejo de cartografía y topografía del Estudio Informativo “Autovía Lleida – Frontera Francesa. Tramo: Lleida – Túnel de Viella. Provincias de Huesca y Lleida. Clave: EI1-E-150”.
- Cartografía 1:5000 publicada por el Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya correspondiente al año 2015. El objeto de obtener dicha cartografía ha sido el de contrastar diferencias con la cartografía anterior, de mayor antigüedad. En aquellos puntos en los que se han identificado diferencias, se ha considerado la información cartográfica más reciente. Es el caso de puntos como: el acceso actual de la N-230 al núcleo de Sopeira, el desarrollo del polígono Industrial Sores en el Pont de Suert y los accesos al nuevo túnel de Vielha Juan Carlos I.

La cartografía a escala 1:5.000 se ha utilizado, en esta fase B, para el encaje geométrico de las distintas alternativas de trazado presentadas. Esta cartografía de detalle aparece en plantas generales de las distintas soluciones de trazado adoptadas en esta fase B.

Por último, indicar que el sistema de referencia adoptado en los planos del proyecto es el ETRS89, huso 31.

7.4 Tráfico

7.4.1 Estudio de tráfico

El objetivo de esta segunda fase del estudio es realizar una prognosis de tráfico y el análisis de funcionalidad de la nueva carretera que contempla el Estudio Informativo “Acondicionamiento de la carretera N-230. Tramo Sopeira – boca sur del nuevo túnel de Vielha” de acuerdo con lo establecido en el Pliego de Prescripciones Técnicas para la redacción del Proyecto del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.

Análisis socioeconómico

Se han analizado las principales variables que definen las características socioeconómicas de los municipios y comarcas situados sobre el trazado de la vía de estudio con el fin de ayudar a definir los procesos de movilidad en torno al eje: generación/atracción y distribución de viajes.

Las variables seleccionadas para los seis municipios y las tres comarcas que conforman el área de influencia directa de la actuación han sido: la población residente, la población estacional, la tasa de motorización de vehículos ligeros, el parque de vehículos pesados, el número de empleados y la capacidad hotelera.

MUNICIPIOS	Población residente	Tasa de motorización		Número de personas con empleo	Capacidad hotelera		Turismo rural		
		Ligeros	Pesados		Establ.	Nº habit.	Establ.	Plazas	
ARAGÓN	Sopeira	107	97	50	39	0	0	4	32
	Montanuy	237	209	116	143	3	52	11	76
	Bonansa	84	56	27	29	1	8	7	54
CATALUÑA	Vilaller	566	423	104	267	5	137	3	24
	Pont de Suert	2.314	1.177	435	1.030	12	282	17	93
	La Vall de Boí	1.004	557	223	578	30	1.411	51	299

Tabla 2: Variables socioeconómicas municipales. Año 2014. Fuente: INE, IDESCAT e IAEST.

MUNICIPIOS	Población residente	Tasa de motorización		Número de personas con empleo	Capacidad hotelera		Turismo rural		
		Ligeros	Pesados		Establ.	Nº habit.	Establ.	Plazas	
ARAGÓN	La Ribagorza	12.624	7.754	3.540	5.976	82	3.277	163	1.231
CATALUÑA	Alta Ribagorça	3.884	2.086	762	1.875	47	1.830	71	416
	Val d'Aran	9.926	5.951	2.215	4.494	110	6.443	16	159

Tabla 3: Variables socioeconómicas comarcales. Año 2014. Fuente: INE, IDESCAT e IAEST.

Análisis de tráfico

En este apartado se han analizado los datos de tráfico registrados por las estaciones de aforo de la zona de estudio con el fin de determinar los siguientes parámetros:

1. Evolución de la IMD
2. Evolución mensual
3. Evolución semanal
4. Variación horaria
5. Intensidad de la hora 100

Situación actual y evolución de la IMD en los últimos años

Los valores de intensidad de tráfico más elevados se obtienen en las estaciones situadas en la carretera N-230, alcanzando el valor más elevado en la L-12-1 con prácticamente 3.900 veh./día en 2013, 4.240 veh./día en 2015, 4.799 veh./día en 2017 y 4.958 veh./día en 2019. En la N-260, la estación ubicada en la provincia de Lleida registra unos 870 veh./día y la estación de Huesca unos 1.180 veh./día. La estación situada en la carretera L-500 que proporciona acceso a la Vall de Boí registra unos 1.470 veh./día.

ESTACIONES DE AFORO							
Carretera	Estación	Categoría	Población	PK	IMD	% VP	Año
N-230	L-175-0	P	Vielha	156,25	2.657	23,4%	2019
	L-111-3	Cob.	Montanuy	137,25	3.176	12,0%	2019
	L-189-3	Cob.	El Pont de Suert	126,05	4.083	12,0%	2019
	L-12-1	1aria	El Pont de Suert	125,23	4.958	12,0%	2019
	L-68-3	Cob.	El Pont de Suert	121,67	3.036	12,0%	2019
	HU-137-3	Cob.	Sopeira	107,70	3.026	12,0%	2019
	HU-48-1	1aria	Pte. Montañana	87,36	3.044	16,9%	2019

ESTACIONES DE AFORO							
Carretera	Estación	Categoría	Población	PK	IMD	% VP	Año
N-260	L-69-3	Cob.	El Pont de Suert	346,50	869	4,8%	2019
	HU-228-3	Cob.	Noales	355,5	1.182	5,8%	2019
L-500	123325	Zaria	El Pont de Suert	4,50	1.472	2,8%	2018

Tabla 4: Estaciones de aforo analizadas. Fuente: DGC del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana y Generalitat de Catalunya. Elaboración propia.

El porcentaje de vehículos pesados que circulan por las carreteras de la zona de estudio es alto, especialmente en la N-230 donde es del 12% salvo para el aforo de Vielha, que llega al 23,4% de vehículos pesados respecto al total. En el resto de carreteras los valores son ligeramente inferiores, alrededor del 3 – 5 %.

Por lo que respecta a la evolución anual del tráfico, la variación absoluta del tráfico entre los años 1997 y 2006 ha sido positiva en todas las estaciones de aforo observando unos valores sobre el 50% de aumento del tráfico aproximadamente en prácticamente todas ellas. Únicamente la estación L-69-3 de la N-260 ha disminuido sensiblemente su intensidad de tráfico en estos primeros años consultados.

En cambio, a partir del 2006 la variación absoluta del tráfico ha sido negativa en prácticamente todas las estaciones de aforo: los valores interanuales en las estaciones L-12-1 y L-175-0 de la N-230 han sido de -3,44% y -4,96% respecto al 2013, en la estación L-69-3 de la N-260 los valores interanuales han sido de -5,02% respecto al 2012 y en la estación 123325 de la L-500 los valores interanuales han sido de -3,45% entre los años 2005 y 2012. Únicamente la estación HU-228-3 de la N-260 ha aumentado de intensidad de tráfico anualmente en un 1,93% entre los años 2006 y 2012.

En el período 2013 – 2019 se observan variaciones de la intensidad con incrementos para todas las estaciones durante el año 2014 y posterior estancamiento o crecimiento moderado hasta el año 2019.

EVOLUCIÓN DE LA IMD						
Carretera		N-230		N-260		L-500
Estación		L-12-1	L-175-0	L-69-3	HU-228-3	123325
Año	Año estudio	IMD (veh/día)				
2018	2019	4,86%	10,75%	6,23%	10,88%	-
2017	2019	1,64%	21,29%	-2,17%	5,55%	-
2016	2019	1,42%	9,28%	-11,25%	1,93%	4,89%
2015	2019	3,96%	1,79%	-8,36%	3,15%	7,59%

EVOLUCIÓN DE LA IMD						
Carretera		N-230		N-260		L-500
Estación		L-12-1	L-175-0	L-69-3	HU-228-3	123325
Año	Año estudio	IMD (veh/día)				
2014	2019	1,39%	3,01%	-7,19%	2,14%	4,89%
2013	2019	4,19%	3,25%	3,26%	0,78%	6,77%
2012	2019	0,78%	3,01%	6,13%	2,11%	2,78%
2011	2019	1,90%	3,76%	-0,37%	1,29%	2,21%
2010	2019	2,02%	2,99%	-	-	1,96%
2009	2019	-0,09%	2,33%	-	-	-
2008	2019	-1,31%	0,01%	-	-	-
2007	2019	-0,05%	-0,44%	-	-	-4,61%
2006	2019	-0,22%	-1,79%	0,45%	1,99%	-
2005	2019	-0,08%	-1,55%	0,77%	1,60%	-0,86%
2004	2019	-1,15%	-1,57%	0,99%	1,47%	-0,22%
2003	2019	-0,30%	-0,88%	1,67%	1,90%	0,55%
2002	2019	0,35%	-0,41%	2,16%	3,31%	3,54%
2001	2019	0,25%	-0,42%	2,70%	3,43%	0,77%
2000	2019	0,32%	-0,11%	0,75%	1,80%	-
1999	2019	1,05%	0,00%	-0,35%	1,78%	1,59%
1998	2019	1,78%	0,31%	-0,29%	1,86%	1,75%

Tabla 5: Evolución de la IMD. Período 1998-2019. Fuente: Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. Generalitat de Catalunya. Elaboración propia.

Evolución mensual

Las carreteras del ámbito de estudio presentan una evolución del tráfico típica de las vías turísticas de montaña. Se producen puntas en el mes de agosto y en los meses de invierno coincidiendo con las vacaciones de verano y con los días de mayor afluencia a las estaciones de esquí en invierno.

El mes que registra una mayor intensidad en la N-230 es agosto (en 2013 fue un 75 % a la media anual) siendo alrededor de un 45% superior a la IMD. En cambio, el mes que registran una menor intensidad es enero, (en 2013 la intensidad mensual fue un 25 % inferior a la IMD).

Evolución semanal

Las intensidades de los viernes en ambas estaciones se sitúan claramente por encima de la IMD. Así, en 2013, esta fue un 22% superior a la media en la estación primaria L-12-1 y un 16% en la estación permanente L-175-0.

Del análisis de la evolución semanal del tráfico se concluye que en el tramo analizado de la N-230 la movilidad vinculada a motivos de ocio o turismo tiene un peso importante ya que hace que aumente la intensidad registrada durante los días laborables.

Evolución horaria

En 2013, las horas punta del día en la estación primaria L-12-1 de la N-230 se registraron entre las 10 y las 11h, y entre las 16 y las 17h. En los días laborables la mayor intensidad se registra por la tarde (de 18 a 19h) y representa el 8,6 del total diario. En los festivos la intensidad en hora punta (de 16 a 17h) representa un 9,8% de la intensidad diaria (ver la Figura 4.8).

La variación horaria en la estación permanente L-175-0 de la carretera N-230 presenta un comportamiento muy parecido al anterior. Se producen dos períodos acentuados de máxima intensidad de tráfico: uno a media mañana y otro por la tarde. En este caso la mayor intensidad se registra entre las 10 y las 11h, y entre las 15 y las 16h, siendo la hora punta del mediodía-tarde la que presenta mayor intensidad, un 6,9% del total diario. Durante los días festivos la intensidad de la hora punta representa un 8,9% del total.

En cualquier caso, las intensidades más elevadas en ambas estaciones se producen los días festivos a primera hora de la tarde, de 15h a 17h, con valores que representan entorno al 8-9% del total diario.

Intensidad de la hora 100

En la siguiente tabla se muestran los valores de las intensidades de la H100 en el periodo 2010 - 2013 correspondientes a las estaciones L-12-1 y L-175-0 ubicadas en la carretera N-230:

INTENSIDADES DE TRÁFICO EN LA HORA 100							
Carretera	P.K.	Estación	Año	IH 100	% pesados	IMD	% IH 100 / IMD
				(veh./h)	H 100	(veh./h)	
N-230	125,2	L-12-1	2010	615	3,5	4140	14,86
			2011	675	3,8	4265	15,83
			2012	537	5,2	4695	11,44
			2013	524	7,1	3875	13,52
			media	587,75	4,9	4243,75	13,91
N-230	156,2	L-175-0	2010	231	4,5	2039	11,33
			2011	313	6,1	1977	15,83
			2012	323	4,6	2159	14,96
			2013	325	2,8	2193	14,82
			media	298	4,5	2092	14,24

Tabla 6: Intensidades de tráfico en la hora 100. Estaciones de aforo L-12-1 y L-175-0. Carretera N-230. Período 2010 – 2013. Fuente: Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. Elaboración propia.

El volumen de vehículos que circula en la hora cien, obtenido de la media entre los años 2010, 2011, 2012 y 2013, representa un porcentaje relativamente alto de la IMD: un 13,91% en la estación primaria L-12-1 y un 14,24% en la estación permanente L-175-0. Estos valores elevados son característicos de las carreteras con tráfico turístico (o de fin de semana).

El porcentaje de vehículos pesados en la H100 es muy parecido en las dos estaciones: entre 4,5 y 4,9%.

Previsión de tráfico

La previsión de tráfico se ha realizado estableciendo un horizonte temporal de 35 años tras la entrada en servicio de la nueva vía, que se ha estimado para el año 2028.

Trabajo de campo

Para llevar a cabo la prognosis de tráfico se han utilizado los datos disponibles de las estaciones de aforo de la zona y la información del estudio informativo del tramo entre Lleida y el túnel de Vielha de la autovía entre Lleida y la frontera francesa.

El trabajo de campo realizado para el presente estudio ha consistido en realizar encuestas origen/destino a los usuarios de la vía. Dichas encuestas se llevaron a cabo en las inmediaciones de tres gasolineras situadas en el tramo objeto de estudio de la N-230. La elección de las gasolineras como punto de encuesta se basó en la elevada extensión del

cuestionario y en la dificultad de encontrar puntos alternativos que reunieran las características necesarias para desarrollar el trabajo de campo.

Los puntos de encuesta fueron los siguientes:

- Punto 1. Gasolinera “Estación de servicio Bonet”. Situada en el municipio de Aren (PK 102,0 de la N-230), en la provincia de Huesca. Ubicada en sentido sur.
- Punto 2. Gasolinera “Cepsa”. Situada en el municipio de El Pont de Suert (PK 122,7 de la N-230). Ubicada en sentido norte
- Punto 3. Gasolinera “Repsol”. Situada en el municipio de Vilaller (PK 129,1 de la N-230). Ubicada en sentido norte.

En la estación de servicio Bonet se realizaron 308 encuestas, en la gasolinera Cepsa 240 y, finalmente, 251 en la gasolinera Repsol. En la Tabla 7 se detalla el número de encuestas según el tipo de vehículo encuestado:

Carretera	Punt	PK	Tipo					Total
			Turismo	Furgoneta	Pesados	Bus	Moto	
N-230	1	102,0	255	13	28	0	12	308
	2	122,7	197	19	7	1	16	240
	3	129,1	216	17	10	0	8	251
Total			668	49	45	1	36	799

Tabla 7: **Número de encuestas realizadas en la N-230.** Fuente: **Elaboración propia.**

En cada punto y para cada día de encuesta se ubicó una máquina de aforo automático para registrar la intensidad diaria que circulaba por la vía y la distribución horaria de dicha intensidad (curva horaria).

Para poder modelizar la demanda con una mayor precisión y adaptarse a las condiciones reales de la carretera actual se realizaron mediciones del tiempo de recorrido mediante la técnica del vehículo flotante.

Construcción de la matriz para el año base

Para la elaboración de la matriz origen/destino anual, se dividió el ámbito de estudio en 38 zonas en función del área de influencia de las mismas: interna o externa.

Zona	Comunidad Autónoma	Provincia	Nombre
1	Cataluña	Lleida	PONT DE SUERT
2			VILALLER
3	Aragón	Huesca	SOPEIRA
4			BONANSA
5			MONTANUY
6	Cataluña	Lleida	VALL DE BOÍ
7	Aragón	Huesca	RIBAGORZA SUR
8			RIBAGORZA NORTE
9	Cataluña	Lleida	VALL D'ARAN
10			PALLARS SOBIRÀ
11			PALLARS JUSSÀ
12			NOGUERA
13			SEGRIÀ
14			PLA D'URGELL
15			GARRIGUES
16			URGELL
17			ALT URGELL
18			SOLSONÈS
19			SEGARRA
20	CERDANYA		
21	Aragón	Huesca	LA LLITERA
22			SOBRARBE
23			SOMONTANO DE BARBASTRO
24			CINCA MEDIO
25			ALTO GÁLLEGO
26			HOYA DE HUESCA
27			LA JACETANIA

Tabla 8: **Zonificación del área interna.** Fuente: **Elaboración propia.**

Zona	Nombre
28	COMARCAS TARRAGONA
29	COMARCAS BARCELONA
30	COMARCAS GIRONA
31	PROVINCIA ZARAGOZA
32	PROVINCIA TERUEL
33	RESTO DE ESPAÑA. ZONA 1
34	RESTO DE ESPAÑA. ZONA 2
35	RESTO DE ESPAÑA. ZONA 3
36	ANDORRA
37	FRANCIA
38	RESTO DE EUROPA

Tabla 9: Zonificación del área externa. Fuente: Elaboración propia.

La construcción de la matriz para el año 2013 se ha realizado mediante diferentes fuentes de información y a partir de la elaboración de un modelo gravitatorio:

1. Encuestas origen/destino llevadas a cabo para este estudio en tres puntos de la red viaria.
2. Encuesta de Movilidad Obligada (EMO) del año 2001 (disponible sólo en Cataluña).
3. Modelo gravitatorio o de generación/distribución de viajes utilizado para aquellas zonas de las cuales no se han podido obtener los datos origen/destino de los viajes.

ENCUESTAS ORIGEN/DESTINO:

Los resultados obtenidos en las encuestas realizadas han proporcionado datos suficientes para elaborar la matriz de viajes del área interna de estudio (N-230 entre los municipios de Puente de Montañana y Vilaller).

Los orígenes y los destinos de las encuestas se han codificado en las 38 zonas definidas para el estudio. A continuación, para cada punto de encuesta y para cada día encuestado (domingo, lunes y martes), se ha procedido a la expansión de las matrices para obtener la matriz anual diaria.

Los factores de expansión utilizados han sido los siguientes:

- Factor IMD: relación entre la intensidad media anual por día de la semana respecto la intensidad diaria media de julio para el mismo día de la semana

$$factorIMD = \frac{IMD}{IMD_{julio}}$$

–Factor hora media: como el tramo de análisis de la N-230 no registra problemas habituales de congestión, se ha modelizado el comportamiento del tráfico del ámbito de estudio para una hora media diaria. El factor aplicado es la relación entre la intensidad horaria media de 9 a 20h respecto la IMD aforada

$$factor\ hora\ media = \frac{IHM(9-20h)}{IMD}$$

El porcentaje horario de tráfico que representa la hora media comprendida entre las 9 y las 20h ponderado respecto la intensidad total diaria de cada estación de aforo es del 6,5%.

–Factor laborables/festivos: relación entre el número de días laborables o festivos respecto el total de días del año

$$laborables = \frac{303}{365} = 42\%$$

$$festivos = \frac{62}{365} = 17\%$$

–Factor expansión matrices: relación entre la IMD anual durante la hora media registrada por las máquinas de aforo de cada punto respecto la intensidad diaria total de la matriz

$$factor\ expansión\ matrices = \frac{IMD\ máquina\ de\ aforo}{ID_{total\ matriz}}$$

–Factor de ocupación: reducción de la matriz para tener en cuenta la ocupación de los vehículos. El factor utilizado (1,30) es la media del valor de ocupación que se anotó en las encuestas realizadas en la campaña de trabajo de campo

ENCUESTA DE MOVILIDAD OBLIGADA (EMO 2001):

Para completar las celdas de la matriz correspondientes a la zona externa del ámbito de estudio, se han utilizado los datos de la “Encuesta de Mobilitat Obligada” para el año 2001. Dichos datos han recibido el tratamiento conveniente para representar los viajes del total diario.

De la misma manera que se ha realizado para la construcción de la matriz a partir de las encuestas del trabajo de campo, a los viajes diarios registrados en la EMO se les ha aplicado el factor para transformarlos en hora media entre las 9 y las 20h (6,5%) y el factor de reducción de la ocupación de los vehículos (1,30).

MODELO DE GENERACIÓN/DISTRIBUCIÓN DE VIAJES:

Con el fin de completar las relaciones que no han quedado cubiertas tras el proceso de construcción de la matriz explicado anteriormente, se ha elaborado un modelo de generación/distribución de viajes.

El modelo utilizado ha sido de tipo gravitatorio ya que permite relacionar flujos entre zonas sobre las que no se tiene información de la movilidad.

Se ha considerado que la variable más representativa es la población. Por tanto, para conocer el número de viajes tanto generados como atraídos por cada zona se ha realizado un modelo de regresión en base a la población.

Se han utilizado dos funciones de regresión en función del número de habitantes de cada zona:

–Función de regresión potencial: para aquellos municipios con una población inferior a los 5.000 habitantes

$$y = 0,001635 * x^{1,251184}$$

–Función de regresión lineal: para aquellos municipios con una población superior a los 5.000 habitantes

$$y = 0,026194 * x - 96,425565$$

Modelo de asignación

La asignación en la red viaria de la matriz de tráfico de vehículos totales se ha realizado mediante el modelo de equilibrio del usuario estocástico, en concreto, el método utilizado ha sido el “Single Class Traffic Assignment” incorporado en el programa TransCAD. Este método permite realizar asignaciones por costes generalizados monetarios.

Los principales parámetros que se han definido para cada arco del modelo son los siguientes:

- Longitud
- Capacidad
- Velocidad
- Número de carriles
- Tiempo de recorrido
- Costes de operación

La verificación de la utilidad del modelo se ha validado mediante la comparación de los datos de intensidad de tráfico registrados por las estaciones de aforo y los resultados obtenidos mediante la asignación.

El cálculo del error se ha realizado mediante la siguiente formulación:

$$\text{Error de calibración} = \frac{\text{Intensidad Aforada} - \text{Intensidad Modelizada}}{\text{Intensidad Aforada}}$$

Los límites de error establecidos para la red han sido los siguientes:

- <5%: para el eje de la N-230
- 5-10%: para la red de carreteras cercana al eje de la N-230
- 10-15%: resto de carreteras del ámbito de estudio.

ERROR ENTRE LA INTENSIDAD AFORADA Y LA INTENSIDAD MODELIZADA PARA LA HORA MEDIA (9 A 20H)						
Tramo	Carretera	Estación de aforo	PK	IHaf	IHm	Error
1	N-230	HU-48-1	87,50	176	178	-1,0%
2		HU-137-3	107,70	186	187	-0,3%
3		HU-189-3	117,10	168	168	-0,1%
4		L-12-1	125,23	252	239	5,0%
5		L-189-3	126,05	233	219	5,8%
6		L-175-0	156,25	161	156	2,8%
7	N-260	L-69-3	346,50	47	52	-10,5%
8		HU-55-3	370,00	53	49	7,9%
9	L-500	123325	4,50	81	79	2,7%
10	C-13	L-13-325	98,42	262	222	15,2%
11	A-139	HU-153	16,51	100	116	-15,6%
12	C-28	L-56-325	66,54	61	61	0,0%

Tabla 10: Error de calibración. Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se observa que el error de calibración de prácticamente todos los tramos del eje de estudio está dentro de los márgenes de error asumibles. El tramo 5 correspondiente a la estación de aforo L-189-3 tiene un error superior al límite establecido (5%), pero hay que tener en cuenta que el error en valor absoluto no es elevado.

Posteriormente, en base a los últimos datos aforados en las estaciones ubicadas en el ámbito de estudio y teniendo en cuenta la pandemia sufrida durante el año 2020 y el efecto de la misma durante el año 2021, se han obtenido los datos de calibración para el año base.

Prognosis de tráfico

La siguiente tabla muestra un resumen de los horizontes temporales que se han considerado en la prognosis de tráfico, así como la red viaria futura que se ha contemplado para cada uno de ellos.

RED VIARIA FUTURA POR HORIZONTES TEMPORALES	
Año 2021	Año base Red viaria actual
Año 2028	Año de puesta en servicio. Incluye las actuaciones del PITC Acondicionamiento Sopeira - boca sur túnel de Vielha Autovía lleida - Sopeira (Tramo : Lleida - Alfarràs)
Cada 5 años	Escenarios 2033, 2038, 2043, 2048, 2053, 2058 Red viaria del año 2028
Año 2063	Escenario 2063. Año horizonte Red viaria del año 2028

Tabla 11: Actuaciones previstas en la red viaria según los diferentes escenarios. Fuente: Elaboración propia.

La prognosis de tráfico se ha realizado en base a la alternativa 3 de la red futura. La tramificación realizada en el estudio de tráfico está formada por el trazado de la vía situado entre dos enlaces. La N-230 entre Sopeira y la boca sur del nuevo túnel de Vielha se ha dividido en 8 tramos diferentes para la red viaria actual y en 7 tramos para los horizontes temporales comprendidos entre el 2028 año de puesta en servicio y el 2063 año horizonte, donde se unifican los dos tramos de la red actual situados al sur.

Los factores de crecimiento utilizados se han calculado a partir de la variación de la población estimada por el "Pla Territorial de Ponent" hasta el año 2026, dándose continuidad a la misma tendencia de crecimiento durante dos años más.

ZONIFICACIÓN		VARIACIÓN DE LA POBLACIÓN
		2021 - 2028
1	Pont de Suert, el	1,10
2	Vilaller	1,10
3	Sopeira	1,16
4	Bonansa	1,16
5	Montanuy	1,16
6	Vall de Boí, la	1,10
7	Ribagorza Sur	1,16
8	Ribagorza Norte	1,16
9	Vall d'Aran	1,21
10	Pallars Sobirà	1,18
11	Pallars Jussà	1,07
12	Noguera	1,26
13	Segrià	1,41
14	Pla d'Urgell	1,31
15	Garrigues	1,08
16	Urgell	1,32
17	Alt Urgell	1,22
18	Solsonès	1,16
19	Segarra	1,45
20	Cerdanya	1,21
21	La Llitera	1,16
22	Sobrarbe	1,16
23	Somontano de Barbastro	1,16
24	Cinca Medio	1,16
25	Alto Gállego	1,16
26	Hoya de Huesca	1,16
27	La Jacetania	1,16
28	Comarcas de Tarragona	1,41
29	Comarcas de Barcelona	1,10
30	Comarcas de Girona	1,27
31	Provincia Zaragoza	1,20
32	Provincia Teruel	1,20
33	Resto de España. Zona 1	1,20
34	Resto de España. Zona 2	1,20
35	Resto de España. Zona 3	1,20
36	Andorra	1,20
37	Francia	1,20
38	Resto de Europa	1,20

Tabla 12: Factores de crecimiento poblacional. Fuente: Elaboración propia.

Para los años comprendidos entre el año de puesta en servicio 2028 y el año horizonte 2063, dado que no se dispone de previsiones socioeconómicas a tan largo plazo, se han considerado las circunstancias del corredor y se ha adoptado la siguiente estrategia de crecimiento para realizar la modelización. Esta refleja las condiciones “normales” que cabe esperar de la evolución de las condiciones que afectan a la demanda potencial y, por tanto, se han utilizado los factores de crecimiento de la variación de la población estimada por el “Pla Territorial de Ponent”.

ZONIFICACIÓN		FACORES DE CRECIMIENTO DE LA VARIACIÓN DE LA POBLACIÓN ENTRE LOS DIFERENTES HORIZONTES TEMPORALES
		1
2	Vilaller	1,03
3	Sopeira	1,05
4	Bonansa	1,05
5	Montanuy	1,05
6	Vall de Boí, la	1,03
7	Ribagorza Sur	1,05
8	Ribagorza Norte	1,05
9	Val d'Aran	1,06
10	Pallars Sobirà	1,05
11	Pallars Jussà	1,02
12	Noguera	1,07
13	Segrià	1,11
14	Pla d'Urgell	1,08
15	Garrigues	1,02
16	Urgell	1,08
17	Alt Urgell	1,06
18	Solsonès	1,05
19	Segarra	1,12
20	Cerdanya	1,06
21	La Llitera	1,05
22	Sobrarbe	1,05
23	Somontano de Barbastro	1,05
24	Cinca Medio	1,05
25	Alto Gállego	1,05
26	Hoya de huesca	1,05
27	La Jacetania	1,05
28	Comarcas de Tarragona	1,11
29	Comarcas de Barcelona	1,03
30	Comarcas de Girona	1,07
31	Provincia Zaragoza	1,05
32	Provincia Teruel	1,05
33	Resto de España. Zona 1	1,05
34	Resto de España. Zona 2	1,05
35	Resto de España. Zona 3	1,05
36	Andorra	1,05
37	Francia	1,05
38	Resto de Europa	1,05

Tabla 13: Factores de crecimiento poblacional entre los diferentes horizontes temporales. Fuente: Elaboración propia.

Resultados

La Tabla 14 contiene un resumen de las intensidades de vehículos totales para el año base:

IMD AÑO BASE			
Tramo	PK inicio	PK final	2021
1	107,0	109,7	3.093
2	109,7	122,3	3.133
3	122,3	123,0	3.197
4	123,0	125,3	4.706
5	125,3	129,1	4.185
6	129,1	131,8	3.576
7	131,8	132,1	2.046
8	132,1	150,5	3.128

Tabla 14: Intensidades de tráfico para el año 2021. Fuente: Elaboración propia.

En las siguientes tablas se muestra un resumen de la IMD correspondiente a cada año del período de proyecto según la tramificación efectuada:

IMD PERÍODO DE PROYECTO							
Vehículos ligeros							
Tramo	1	2	3	4	5	6	7
PK inicio	94,9	105,2	107,9	110,4	114,1	116,2	118
PK final	105,2	107,9	110,4	114,1	116,2	118	135,3
2057	3.919	3.084	5.183	4.532	4.019	1.817	3.423
2058	3.967	3.124	5.239	4.580	4.063	1.838	3.461
2059	4.016	3.164	5.295	4.628	4.108	1.859	3.499
2060	4.066	3.204	5.352	4.678	4.153	1.880	3.538
2061	4.116	3.246	5.410	4.727	4.198	1.901	3.577
2062	4.167	3.287	5.468	4.777	4.244	1.923	3.616
2063	4.219	3.329	5.527	4.828	4.290	1.945	3.656

IMD PERÍODO DE PROYECTO							
Vehículos ligeros							
Tramo	1	2	3	4	5	6	7
PK inicio	94,9	105,2	107,9	110,4	114,1	116,2	118
PK final	105,2	107,9	110,4	114,1	116,2	118	135,3
2028	2.738	2.125	3.806	3.342	2.927	1.304	2.485
2029	2.773	2.153	3.846	3.377	2.960	1.319	2.513
2030	2.807	2.181	3.886	3.412	2.992	1.334	2.541
2031	2.841	2.209	3.926	3.446	3.025	1.349	2.569
2032	2.875	2.237	3.966	3.481	3.057	1.365	2.597
2033	2.910	2.265	4.006	3.515	3.089	1.380	2.625
2034	2.947	2.295	4.049	3.553	3.124	1.396	2.655
2035	2.984	2.325	4.093	3.591	3.159	1.412	2.684
2036	3.021	2.355	4.136	3.628	3.193	1.429	2.714
2037	3.058	2.385	4.180	3.666	3.228	1.445	2.744
2038	3.095	2.415	4.223	3.704	3.262	1.461	2.774
2039	3.134	2.447	4.270	3.744	3.299	1.478	2.805
2040	3.174	2.479	4.316	3.784	3.336	1.496	2.837
2041	3.214	2.511	4.362	3.824	3.373	1.513	2.869
2042	3.253	2.544	4.409	3.864	3.410	1.530	2.900
2043	3.293	2.576	4.455	3.904	3.447	1.548	2.932
2044	3.336	2.611	4.505	3.947	3.486	1.566	2.966
2045	3.379	2.646	4.555	3.990	3.526	1.585	3.000
2046	3.422	2.680	4.606	4.034	3.565	1.603	3.034
2047	3.465	2.715	4.656	4.077	3.605	1.622	3.068
2048	3.508	2.750	4.706	4.120	3.644	1.640	3.101
2049	3.551	2.785	4.757	4.164	3.684	1.659	3.136
2050	3.595	2.821	4.808	4.208	3.724	1.678	3.170
2051	3.640	2.857	4.860	4.253	3.765	1.697	3.205
2052	3.685	2.894	4.912	4.298	3.806	1.717	3.240
2053	3.730	2.931	4.965	4.344	3.848	1.736	3.276
2054	3.777	2.969	5.019	4.390	3.890	1.756	3.312
2055	3.823	3.007	5.073	4.437	3.933	1.776	3.349
2056	3.871	3.045	5.127	4.484	3.976	1.796	3.386

IMD PERÍODO DE PROYECTO							
Vehículos pesados							
Tramo	1	2	3	4	5	6	7
PK inicio	94,9	105,2	107,9	110,4	114,1	116,2	118
PK final	105,2	107,9	110,4	114,1	116,2	118	135,3
2028	409	318	529	464	407	248	473
2029	414	322	534	469	411	251	479
2030	419	326	540	474	416	254	484
2031	425	330	545	479	420	257	489
2032	430	334	551	484	425	260	495
2033	435	338	557	488	429	263	500
2034	440	343	563	494	434	266	506
2035	446	347	569	499	439	269	511
2036	451	352	575	504	444	272	517
2037	457	356	581	509	448	275	523
2038	462	361	587	515	453	278	528
2039	468	366	593	520	458	282	534
2040	474	370	600	526	464	285	540
2041	480	375	606	531	469	288	546
2042	486	380	613	537	474	291	552
2043	492	385	619	542	479	295	559
2044	498	390	626	548	484	298	565
2045	505	395	633	554	490	302	571
2046	511	401	640	560	495	305	578
2047	518	406	647	567	501	309	584
2048	524	411	654	573	506	312	591
2049	531	416	661	579	512	316	597
2050	537	422	668	585	517	320	604
2051	544	427	675	591	523	323	610
2052	551	432	683	597	529	327	617
2053	557	438	690	604	535	331	624
2054	564	444	697	610	541	334	631
2055	571	449	705	616	546	338	638

IMD PERÍODO DE PROYECTO							
Vehículos pesados							
Tramo	1	2	3	4	5	6	7
PK inicio	94,9	105,2	107,9	110,4	114,1	116,2	118
PK final	105,2	107,9	110,4	114,1	116,2	118	135,3
2056	578	455	712	623	552	342	645
2057	586	461	720	630	558	346	652
2058	593	467	728	636	565	350	659
2059	600	473	736	643	571	354	666
2060	608	479	744	650	577	358	674
2061	615	485	752	657	583	362	681
2062	623	491	760	664	590	366	689
2063	630	497	768	671	596	370	696

Tabla 15 y Tabla 16. Intensidades de tráfico para los distintos horizontes temporales. Fuente: **Elaboración propia.**

La siguiente tabla recopila la información sobre los vehículos por kilómetro anuales de los diferentes horizontes temporales.

Vehículos - km/año		
Año	Tipo de vehículo	
	Ligeros	Pesados
2028	39.170.580	6.425.325
2029	39.620.883	6.499.127
2030	40.071.186	6.572.928
2031	40.521.489	6.646.730
2032	40.971.792	6.720.531
2033	41.422.095	6.794.333
2034	41.906.489	6.873.634
2035	42.390.882	6.952.934
2036	42.875.276	7.032.235
2037	43.359.670	7.111.536
2038	43.844.064	7.190.837
2039	44.361.298	7.275.508
2040	44.878.532	7.360.179
2041	45.395.766	7.444.851
2042	45.913.001	7.529.522
2043	46.430.235	7.614.193
2044	46.986.247	7.705.138
2045	47.542.260	7.796.082
2046	48.098.272	7.887.026
2047	48.654.285	7.977.971
2048	49.210.297	8.068.915
2049	49.772.690	8.160.900
2050	50.341.536	8.253.938
2051	50.916.911	8.348.040
2052	51.498.888	8.443.219

Vehículos - km/año		
Año	Tipo de vehículo	
	Ligeros	Pesados
2053	52.087.545	8.539.488
2054	52.682.959	8.636.858
2055	53.285.207	8.735.343
2056	53.894.367	8.834.956
2057	54.510.521	8.935.708
2058	55.133.748	9.037.614
2059	55.764.129	9.140.687
2060	56.401.748	9.244.940
2061	57.046.688	9.350.386
2062	57.699.033	9.457.040
2063	58.358.869	9.564.914

Tabla 17: Vehículos por kilómetro anuales para los distintos escenarios. Fuente: **Elaboración propia.**

7.4.2 Análisis de funcionalidad

Para llevar a cabo el análisis de la funcionalidad de la N-230 se ha calculado el nivel de servicio de la vía para los diferentes horizontes temporales siguiendo la metodología descrita en el Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual, 2010).

El nivel de servicio se calcula para una hora concreta de análisis, generalmente comprendida entre la 30 y la 100. Este número indica el número de veces que se supera la intensidad de la hora de estudio durante todo el año. En este caso, se ha adoptado la Hora 100 como hora de proyecto. El nivel de servicio calculado se muestra en la siguiente tabla:

NIVEL DE SERVICIO PARA LOS DIFERENTES HORIZONTES TEMPORALES								
Tramo	2028		2033		2038		2043	
	IMD	NS	IMD	NS	IMD	NS	IMD	NS
1	3.148	C	3.344	D	3.557	D	3.785	D
2	2.443	C	2.603	C	2.776	C	2.961	C
3	4.335	D	4.562	D	4.810	D	5.074	D
4	3.807	D	4.003	D	4.218	D	4.446	D
5	3.334	D	3.519	D	3.715	D	3.926	D
6	1.552	C	1.643	C	1.739	C	1.842	C
7	2.959	C	3.125	C	3.302	D	3.491	D

NIVEL DE SERVICIO PARA LOS DIFERENTES HORIZONTES TEMPORALES								
Tramo	2048		2053		2058		2063	
	IMD	NS	IMD	NS	IMD	NS	IMD	NS
1	4.032	D	4.288	D	4.560	D	4.849	D
2	3.161	D	3.369	D	3.591	D	3.827	D
3	5.360	D	5.655	D	5.966	D	6.295	D
4	4.693	D	4.948	D	5.216	D	5.499	D
5	4.150	D	4.383	D	4.628	D	4.887	D
6	1.953	C	2.067	C	2.188	C	2.316	C
7	3.692	D	3.900	D	4.120	D	4.352	D

Tabla 18: Nivel de servicio por tramos para los distintos horizontes temporales. Fuente: **Elaboración propia.**

Para el año de puesta en servicio del acondicionamiento de la N-230 entre Sopeira y la boca sur del nuevo túnel de Vielha el nivel de servicio alcanza los valores C y D, ya que las intensidades de circulación de los diferentes tramos oscilan entre los 1.550 y 4.330 vehículos/día.

Tal y como se establece en la Norma de Trazado 3.1. – I.C. vigente, para carreteras convencionales de calzada única con velocidad de proyecto de 80 km/h, el nivel de servicio para la hora 100 del año horizonte no ha de ser superior a un D.

De acuerdo con el estudio de tráfico realizado se alcanzan los niveles de servicio C o D en todos los tramos de todos los horizontes temporales.

Dado que no se supera el nivel de servicio D en ningún horizonte temporal, se concluye que el estudio cumple la norma.

7.5 Geología, geotecnia y procedencia de materiales

El tramo objeto de estudio desde un punto de vista geológico se engloba dentro de la cordillera Pirenaica como gran conjunto estructural. Esta cordillera se subdivide en tres grandes conjuntos de materiales, de distinto origen y características litológicas que presentan una orientación aproximada E-W: El zócalo; constituido por materiales precámbricos y paleozoicos, la cobertera; formada por materiales mesozoicos y paleógeno, y los terrenos postorogénicos; constituidos por rocas neógenas y cuaternarias.

Los materiales afectados por el trazado pueden englobarse, de Sur a Norte, en las 2 grandes unidades geoestructurales siguientes: Sierras Interiores y Pirineo Axial.

La primera gran unidad, la de Sierras Interiores constituye un cordón de sierras calcáreas del Mesozoico de dirección O-E, que presentan estructuras de pliegues y mantos de cabalgamiento vergentes hacia el S. Respecto al corredor en estudio, esta zona se sitúa desde aproximadamente Pont de Suert hasta el Sur de la población de Arén. Los materiales que forman esta unidad geoestructural son de edad mesozoica y naturaleza predominantemente carbonatada, calizas, margocalizas y dolomías, excepto los de edad triásica formados por areniscas de facies Bundsandstein, yesos y arcillas del Keuper y dolomías y yesos del Muschelkalk, estos últimos están muy tectonizados. Los materiales jurasicos están también

tectonizados, apareciendo pinzados por los frentes de cabalgamiento, mientras que en las rocas cretácicas los efectos de la tectónica son menos patentes.

La segunda gran unidad, el Pirineo Axial, se trata de una zona muy abrupta, con diferencias de cota muy acusadas que llegan a superar los miles de metros, laderas muy escarpadas, afiladas aristas y profundos valles en forma de “V”. Litológicamente está constituido por materiales hercínicos de naturaleza granítica y metamórfica. Los primeros forman parte de un gran batolito granodiorítico tectónico-tardío, que se encuentra atravesado por un gran número de diques de varios tipos e intrusiones básicas postectónicas, mientras que los segundos son de edad paleozoica (devónica en su mayoría) y naturaleza detrítica, pizarras y cuarcitas, hasta términos carbonatados. En estos, la intrusión granodiorítica ha producido un apreciable metamorfismo térmico en las rocas encajantes adyacentes al plutón, estando estructurados en escamas cabalgantes apiladas, vergentes al sur. El corredor atraviesa el pirineo axial desde su final, en la boca sur del nuevo túnel de Viella, hasta la población de Pont de Suert aproximadamente, donde afloran escamas cabalgantes mesozoicas. La zona axial pirenaica, en su conjunto, se encuentra formada por materiales de edad Precámbrica hasta Carbonífera superior. Los depósitos precámbricos son en su mayoría ortogneises; los Carboníferos se subdividen en dos conjuntos, el carbonífero inferior formado por sedimentos detríticos marinos profundos y el carbonífero superior de menor profundidad y de naturaleza más variada (Calizas, arrecifales...).

En total se han diferenciado 29 grupos litológicos, correspondientes a las siguientes edades geológicas:

- 7 Grupos pertenecientes al Cuaternario
- 7 Grupos pertenecientes al Cretácico
- 1 Grupo perteneciente al Jurásico
- 5 Grupos pertenecientes al Triásico
- 1 Grupo perteneciente al Carbonífero
- 4 Grupos pertenecientes al Devónico
- 1 Grupo perteneciente al Silúrico
- 1 Grupo perteneciente a Rocas Metamórficas
- 2 Grupos correspondientes a Rocas plutónicas

Se ha analizado una amplia campaña de investigación con el objetivo de obtener una aproximación al comportamiento geotécnico de las unidades identificadas en la cartografía geológica.

Los trabajos de prospección realizados en anteriores campañas se han complementado con la campaña realizada por AUDINGINTRAESA consistente en 12 sondeos a rotación y 13 calicatas mecánicas.

Finalmente para realizar los anejos de geotecnia se han utilizado 26 sondeos a rotación con batería continua que han permitido conocer la naturaleza y la localización de las diferentes capas del terreno, así como extraer muestras del mismo y realizar ensayos “in situ”. La información de 14 penetrómetros dinámicos que han permitido conocer la potencia de las capas superficiales; 57 calicatas mecánicas realizadas con una retroexcavadora que han permitido obtener muestras de la posible explanada y hasta 49 estaciones geomecánicas que han permitido caracterizar el macizo rocoso.

Los trabajos realizados han sido los siguientes: Se han realizado 12 sondeos a rotación con batería continua que permiten conocer la naturaleza y la localización de las diferentes capas del terreno, así como extraer muestras del mismo y realizar ensayos “in situ”. Se han realizado 13 calicatas mecánicas realizadas con una retroexcavadora.

Durante el avance de los sondeos se han realizado diferentes ensayos In situ, concretamente ensayos SPT y extracción de muestras inalteradas.

Se han realizado una serie de ensayos de laboratorio llevados a cabo por laboratorios debidamente acreditados.

De las muestras recogidas en las calicatas mecánicas se han realizado ensayos para la clasificación de los suelos según el “Pliego de prescripciones del PG3 “: análisis granulométricos, límites de Atterberg, ensayos de contenido en sulfatos solubles, ensayos de contenido en materia orgánica, ensayos de acidez Baumann-Gully, ensayos de contenido en sales solubles, colapsos en edómetro, compactaciones Proctor normal, compactaciones Proctor modificado.

De las muestras de suelos recuperadas en los sondeos, tanto de los ensayos SPT y de las MI (Muestras Inalteradas), como de las muestras alteradas i parafinadas de las cajas se han

realizado los siguientes ensayos de caracterización: análisis granulométricos, límites de Atterberg, ensayos de contenido en sulfatos solubles, ensayos de acidez Baumann-Gully, ensayos de agresividad del agua.

Por último, se han realizado ensayos mecánicos de resistencia en las muestras de los niveles de roca recuperadas en los sondeos, en concreto ensayos de rotura a compresión simple.

En el estudio de materiales se ha determinado las características geotécnicas de los materiales excavados a lo largo del trazado, con la finalidad de poder conocer su posible reutilización en la construcción de rellenos y para poder determinar las características y procedencia de los diferentes materiales de aporte que requerirá el proyecto.

Geográficamente todos los puntos de obtención del material se distribuyen en las proximidades de las alternativas incluidas en el estudio en un radio de acción normalmente inferior a los 12 a 15 km, salvo aquellos pertenecientes a la provincia de Huesca, (Castejón de Sos). Se han estudiado un total de cinco (5) prestamos, un (1) yacimiento granular, actualmente en explotación, y tres (3) canteras, de las cuales sólo una esta activa.

Respecto a los materiales procedentes del propio trazado de la obra a excepción de las formaciones Ty – Tcy que, por su alto contenido en yeso que será necesario retirar a vertedero, todos los materiales que se extraigan del trazado son válidos para la construcción del núcleo del relleno y, en algunos casos, se podrá usar también para la explanada. A grandes rasgos se puede dividir las formaciones en dos grupos: materiales ‘tipo suelo’ y materiales rocosos. Los materiales ‘tipo suelo’ engloban todas aquellas formaciones cuaternarias y depósitos aluviales. Los materiales rocosos engloban las rocas plutónicas, metamórficas y sedimentarias.

Los materiales de tipo suelo afectados por los desmontes de la obra proyectada serían fundamentalmente depósitos coluviales (Qcol), terrazas aluviales (Qt y Qal), conos de deyección (Qd) y, en menor parte, rellenos antrópicos (R) y roca meteorizada de la parte más superficial de los macizos (suelo eluvial). De cara a su uso, los suelos que se van a excavar en el trazado se han clasificado según el artículo 330 (Terraplenes) del PG-3.

Los materiales rocosos a excavar son predominantemente de 3 tipos: sedimentarios (formaciones Mesozoicas; cretácico, jurásico y triásico), metamórficos (formaciones Paleozoicas; carbonífero, devoniano y siluriano) y finalmente materiales plutónicos (formaciones graníticas).

Las rocas plutónicas (Gd y Gr) aparecen a partir del PK 130+900, presentan una resistencia a compresión adecuada (RCS>50MPa), así como durabilidad elevada (STD>98%) y resistencia al desgaste (CA<26%). Representan materiales homogéneos, lo cual significa que son idóneos para su utilización en pedraplenes. También presentan buenas cualidades para ser usados como árido para hormigón ya que no presentan reactividad frente a los álcalis. Las formaciones pizarrosas (Cae, Dp, Dc, Dcp y Sp) se presentan como poco adecuadas para su uso en pedraplenes de acuerdo con las indicaciones del PG-3. Estas rocas se presentan fuertemente esquistosadas, pueden presentar una RCS y SDT bajos y pueden producir granulometrías inadecuadas en su excavación y puesta en obra, de modo que su uso estaría restringido a sólo a los tramos más adecuados, siempre que fuera posible la separación de éstos. De igual manera, los tramos más pizarrosos tienen menor durabilidad. Finalmente, las rocas sedimentarias cretácicas y triásicas (Cmmc, Cm, Ct, Ccar, Cd, Cc, Tv, Td y Tc) predominan desde el inicio de este trazado PK 95+000 hasta aproximadamente el PK 115+200. Se presentan como adecuadas para terraplén, pedraplén y todo-uno, según la heterogeneidad que presenten en cada caso. En función de su utilización, deberán cumplir siempre con las exigencias fijadas en el PG-3.

Respecto a los taludes de los desmontes, en el trazado se distinguen, básicamente, materiales tipo suelo y tipo roca. En los desmontes en suelo y roca blanda, el talud propuesto para la excavación de los desmontes en las formaciones cuaternarias es de 3H:2V. Estos materiales aparecen como recubrimiento del sustrato a lo largo de todos los tramos alcanzando espesores que varían entre 2 y 6 metros, aunque puntualmente se podrían alcanzar potencias superiores.

Desde el Tramo 1A hasta el Tramo 5B, predominan las formaciones cretácicas, jurásicas y triásicas, para las cuales se ha adoptado taludes que van desde 1H:1V hasta 1H:3V, según la particularidad de cada desmonte.

La excavación de los suelos cuaternarios y rocas meteorizadas, se llevará a cabo mediante retroexcavadoras ligeras. El resto de materiales rocosos se han clasificado según su resistencia frente a la excavación.

En función del tipo de relleno, se han adoptado los siguientes criterios de diseño: Pedraplén : Pendiente 3H:2V y Terraplén y Todo-uno: Pendiente 3H:2V.

Para la definición de los sostenimientos de los túneles se han establecido un total de cinco tipos de macizo rocoso, denominados Tipo I, II, III, IV y V, que coinciden con las Clases Geomecánicas definidas por Bieniawski. Se ha subdividido el trazado de los diferentes túneles en tramos litológicamente homogéneos.

La relación de túneles proyectados en los diferentes tramos del trazado, es la siguiente:

ALT	TÚNEL	TRAMO	PK INI	PK FIN	LONGITUD (m)
1-3	96.1A	1A	96+060	99+200	3140,00
1-3	100.0A		99+930	102+135	2205,00
1-3	102.4A	1A – 2A	102+315	103+235	920,00
2	96.4B	1B	96+345	98+085	1740,00
2	98.4B		98+325	98+675	350,00
2	101.1B		101+010	102+100	1090,00
2	103.5B	1B-2B	103+440	104+400	960,00
1-3	103.9A	2A	103+885	104+095	210,00
2	105.1B	2B	105+040	105+260	220,00
1-3	105.8A	3A	105+715	106+665	950,00
2	107.3B	3B	107+295	108+150	855,00
3	117.3C	5C	117+210	117+475	265,00
2-3	125.9B	7B	125+885	126+400	515,00
1	126.1C	7C	126+075	126+395	320,00

Tabla 19: Túneles proyectados en el presente Estudio.

Se ha definido el tipo de cimentación de las estructuras según la litológica donde descansan:

ALT.	TRAMO	ESTRUCT.	TIPO	LONG. (m)	LITOLÓGÍA	CAMPAÑA DISPONIBLE	CIMENTACIÓN
1-3	1A	O.F.95.9A	V	70,0	Terraplén/ Ct	T1-S1	superficial

ALT.	TRAMO	ESTRUCT.	TIPO	LONG. (m)	LITOLÓGÍA	CAMPAÑA DISPONIBLE	CIMENTACIÓN
1-3	1A	O.F.99.2A	PI	14,0	Ty	T1-S2, PS-107, EGT-238-1	superficial
1-3	1A	O.F.99.4A	V	260,0	Ty/Tv	T1-S2, PS-107, EGT-238-1	superficial en estribos profunda en pilas
1-3	1A	O.F. 99.7A	V	80,0	Ty/Tv	T-242	superficial
1-3	1A	O.F. 102.2A	V	135,0	Cmmc/Ty	T2B-S1; T-249	superficial y semiprofunda
2	1B	O.F.96.1B	V	180,00	Ct/Qcol	T1-S1; T-229	superficial en estribos profunda en pilas
2	1B	O.F.99.8B	V	285,00	Ty/Tv	T1-S2; T-237; T-242	superficial en estribos profunda en pilas
2	1B	O.F.100.2B	V	90,00	Tv/Ty	T-242	Superficial
2	1B	O.F.100.4B	V	125,00	Ty	T-242	Superficial
2	1B	O.F.102.3B	V	160,00	Ccm/Cc	T.243; T-244; EGT-244	superficial en estribos profunda en pilas
2	1B	O.F.102.8B	V	150,00	Cc/Qcol	T-245; T-246	superficial en estribos profunda en pilas
2	1B	O.F.- 103.1B	V	95,00	Qcol	T2B-S1	superficial en estribos profunda en pilas
2	1B	O.F.- 103.3B	V	125,00	Cmmc	T2B-S1	superficial en estribos profunda en pilas
1-3	2A	O.F.103.7A	V	220,00	Qcol	SF-1	superficial y semiprofunda
1-3	2A	O.F.104.2A	V	70,00	Cb/Qcol	SF-1; CT-1; EGT-255-1	superficial y semiprofunda
1-3	2A	O.F.104.5A	V	500,00	Qcol/Ccmcm	T2B-S2; CT-2; T-257; T-259	superficial en estribos profunda en pilas
2	2B	O.F.105.3B	V	55,00	Cb/Qcol	SF-1; CT-1; T-255-1	superficial en estribos profunda en pilas
1-3	3A	O.F.107.0A	P	55,00	Qd	T2B-C2, SE-29	superficial en estribos profunda en pilas
1-3	3A	O.F.107.6A	V	282,00	Ty	T3BC-1, SE-30	superficial en estribos profunda en pilas

ALT.	TRAMO	ESTRUCT.	TIPO	LONG. (m)	LITOLÓGÍA	CAMPAÑA DISPONIBLE	CIMENTACIÓN
2	3B	O.F.107.B	PS	55,00	Qcol/Ty	CT-6; CT-7	Semiprofunda
2	3B	O.F.108.3B	P	45,00	Qcol	SE-29; T2B-C2	superficial en estribos profunda en pilas
2	3B	O.F.109.0B	V	282,50	Qcol/Qt	T3BC-C1; SE-30;	superficial en estribos profunda en pilas
1-2	4B	O.F.109.7B	V	195,00	Qt/Tcy	CD-8; SD-7; T3B-C2	superficial en estribos profunda en pilas
1-2	4B	O.F.110.4B	P	17,50	Qt	SF-6; CF-8	superficial
1-2	4B	O.F.110.5B	P	15,00	Qt	SF-6; CF-8	superficial
1-2	4B	O.F.111.7B	PS	41,00	Qcol	SE-33	superficial
1-3	4C	O.F.109.7BC	V	195,00	Qt/Tcy	CD-8; SD-7; T3B-C2	superficial en estribos profunda en pilas
1-3	4C	O.F.113.9C	V	190,00	Qt/Qalg	CT-13	superficial en estribos profunda en pilas
1-2	5B	O.F.115.6B	P	45,00	Qt/Dp	EGT-271-1; C-331; T5CA-C1	superficial en estribos profunda en pilas
1-2	5B	O.F.115.9B	V	205,00	Qt/Qcol	C-332; CD-16; SD-3	superficial en estribos profunda en pilas
1-2	5B	O.F.116.4B	PS	17,0	Qt	C-333; T6-C1	superficial
1-2	5B	O.F.117.6B	V	390,00	Dp/Qt	T7A-S1; CD-190	superficial en estribos profunda en pilas
1-2	5B	O.F.118.0B	PS	87,00	Qd	CD-20	superficial
3	5C	O.F.117.5C	P	20	Qd/Dp	-	semiprofunda
1-2	6B	O.F.120.7B	V	100,00	Qalg	C-336; P-315	superficial en estribos profunda en pilas
1-3	6C	O.F.120.6C	V	135,00	Qd/Dp	P-315	superficial en estribos profunda en pilas
1-3	6C	O.F.121.6C	V	125,00	Qd/Dc	CT-25, SE-35	superficial en estribos profunda en pilas

ALT.	TRAMO	ESTRUCT.	TIPO	LONG. (m)	LITOLÓGIA	CAMPAÑA DISPONIBLE	CIMENTACIÓN
2	7B	O.F.125.3B	V	75,00	Qcol	CT-31; SF-8; EGT-278-1	superficial en estribos profunda en pilas
2	7B	O.F.125.8B	P	10,00	Qcol/Gd	T9-S1	superficial
1-3	7C	O.F.124.2C	V	315,00	Qd	CT-29; PT-6; ST-5	superficial en estribos profunda en pilas
1-3	7C	O.F.125.3C	P	25,00	Qcol	CT-31; SF-8	semiprofunda
1-3	7C	O.F.125.6C	V	455,00	Qcol	SF-8	superficial en estribos profunda en pilas
1-2-3	8A	O.F.132.2A	V	180,00	Gr/Gd	T10-S1	superficial en estribos profunda en pilas

Tabla 20: Tipologías de estructuras y cimentaciones propuestas

7.6 Climatología, hidrología y drenaje

En el anejo de Climatología, Hidrología y Drenaje se determinan de una serie de datos climáticos generales que caracterizan la zona de estudio y que tienen sobre la nueva carretera N-230 una incidencia constructiva directa o indirecta.

El objetivo final de los trabajos hidráulicos es el de predimensionar las obras de drenaje transversal para cada una de las alternativas a estudiar. Para ello, es necesario un estudio hidrológico de las cuencas de los cauces que cruzan los ejes definidos con el fin de estimar los caudales de escorrentía que se generan para distintos períodos de retorno considerados (5, 10, 25, 50, 100 y 500 años).

En este sentido, en el presente Estudio Informativo se han delimitado cuencas de escorrentía para cada una de las alternativas planteadas. Las distintas cuencas definidas y sus correspondientes superficies y pendientes medias se adjuntan en la tabla siguiente:

Nombre Cuenca 2019	Denominación Cauce Principal	Alternativas	Superficie	Pendiente
			[km ²]	[m/m]
1	Barranco de Sant Genís	1-2-3	3.110	0.219
2	Barranco dels Lladres	1-2-3	0.219	0.255
3		1-2-3	0.551	0.476
4		2	0.232	0.536
5		2	0.263	0.624
6		2	0.532	0.428
7		2	0.225	0.232
8		2	0.090	0.400
9		2	0.029	0.364
10		1-2-3	1.081	0.310
11		2	0.314	0.408
12		2	0.018	0.547
13	Barranco de Grauet	2	0.545	0.419
14		2	0.107	0.410
15		2	0.052	0.863
16		2	0.349	0.518
17	Barranco de les Casetes	1-2-3	3.224	0.225
18		1-2-3	0.281	0.342
19		1-2-3	0.472	0.450
20a	Barranco de Tressarrado	1-3	0.647	0.323
20b	Barranco de Tressarrado	2	0.668	0.317
21a		1-3	0.103	0.405
21b		2	0.117	0.382
22a	Barranco de la Torre	1-3	4.007	0.183
22b	Barranco de la Torre	2	4.011	0.183
23a		1-3	0.101	0.432
23b		2	0.132	0.413
24		1-3	0.201	0.316
25		1-3	0.286	0.375
26		2	0.563	0.370
27		1-3	0.228	0.315
28	Barranco de Sirès	1-2-3	13.364	0.115

Nombre Cuenca 2019	Denominación Cauce Principal	Alternativas	Superficie	Pendiente
			[km ²]	[m/m]
29		1-2-3	0.134	0.658
34	Río Noguera Ribagorzana	1-2-3	539.562	
35	Río Noguera de Tor	1-2-3	247.799	
36		1-2-3	0.076	0.482
37		1-2-3	0.144	0.278
38	Barranco de les Artigues Velles	1-2-3	0.303	0.224
39		1-2-3	0.111	0.306
40		1-2-3	0.206	0.280
41	Barranco dels Bedros	1-2-3	0.475	0.183
42		1-2-3	0.131	0.243
43	Barranco de Bergamós	1-2-3	0.537	0.198
44	Barranco dels Dolars	1-2-3	1.594	0.203
45	Barranco de l'Obagueta	1-2	0.102	0.437
46	Barranco dels Arenals	1-2	0.328	0.321
47		1-2	0.141	0.531
48		1-2-3	0.270	0.363
49	Barranco de Fondo	1-2-3	1.114	0.271
50	Río Noguera Ribagorzana	1-2	178.097	
51	Barranco del Ramader	1-2	3.928	0.142
52		1-2	0.111	0.347
53	Barranco del Molí	1-2	1.848	0.142
54		1-2	0.106	0.323
55	Río Noguera Ribagorzana	1-2	161.706	
61		1-2-3	0.481	0.454
62		1-2-3	0.237	0.508
63		1-2-3	0.096	0.702
64	Barranco de Sobre-roca	1-2-3	1.620	0.385
65		1-2-3	0.508	0.573
66	Río Noguera Ribagorzana	2	136.015	
67		2	0.428	0.411
68	Barranco des Gorgs	2	0.406	0.600
69		1-2-3	0.044	0.715

Nombre Cuenca 2019	Denominación Cauce Principal	Alternativas	Superficie	Pendiente
			[km ²]	[m/m]
70	Barranco de Estet	1-2-3	7.585	0.280
71		1-2-3	0.065	0.131
72		1-2-3	0.292	0.360
73	Canal Fonda	1-2-3	0.398	0.536
74	Canal des Inglades	1-2-3	0.527	0.613
75a		2-3	0.111	0.653
75b		1	0.111	0.605
76a		2-3	0.240	0.742
76b		1	0.240	0.671
77a		2-3	0.060	0.928
77b		1	0.060	0.694
78a	Barranco de Bono	2-3	3.384	0.269
78b	Barranco de Bono	1	3.384	0.265
79a		2-3	0.105	0.771
79b		1	0.105	0.875
80		1-2-3	0.109	1.044
81a	Río de Llauset	2-3	25.431	0.154
81b	Río de Llauset	1	25.431	0.154
82		2-3	0.249	0.970
83		1-2-3	0.212	0.578
84		1-2-3	0.192	0.453
85	Barranco de Aneto	1-2-3	1.445	0.390
86		1-2-3	0.066	0.275
87		1-2-3	0.361	0.416
88		1-2-3	0.176	0.513
89	Barranco de Corbedo	1-2-3	0.988	0.540
90		1-2-3	0.194	0.754
91		1-2-3	0.037	0.752
92		1-2-3	0.035	0.676
93	Barranco de Fogar	1-2-3	0.746	0.531
94	Barranco de Riueno	1-2-3	3.525	0.257
95		1-2-3	0.145	0.582

Nombre Cuenca 2019	Denominación Cauce Principal	Alternativas	Superficie	Pendiente
			[km ²]	[m/m]
96		1-2-3	0.195	0.690
97		1-2-3	0.818	0.416
98		1-2-3	0.308	0.480
99		1-2-3	0.204	0.921
100	Río de Salenques	1-2-3	22.236	0.172
101		1-2-3	0.124	0.452
102		1-2-3	0.167	0.723
103		1-2-3	1.040	0.456
104	Barranco de Fontana	1-2-3	0.289	0.603
105		1-2-3	0.285	0.596
106		1-2-3	0.811	0.520
107		1-2-3	0.338	0.447
108	Barranco de Molières	1-2-3	13.046	0.205
109		1-3	0.115	0.393
110		1-3	0.356	0.357
111		1-3	0.146	0.495
112		3	0.143	0.344
113	Barranco de Busa	3	0.542	0.311
114		3	0.330	0.313
115		3	0.167	0.306
116		3	0.101	0.353
117	Barranco de Vinyasola	3	0.948	0.308
118	Barranco de Casós	3	3.820	0.338
119		1-3	0.155	0.562
120	Barranc de l'Obaga	1-3	1.350	0.423
121		1-3	0.168	0.687

Tabla 21: Cuencas delimitadas por las alternativas.

Las cuencas pertenecientes a los ríos Noguera Ribagorzana y Noguera de Tor no se les ha estimado el valor de su pendiente. Este hecho se debe a que en tales cuencas no ha sido necesario el cálculo de los caudales de escorrentía ya que los mismos han sido facilitados por la Confederación Hidrográfica del Ebro y la Agència Catalana de l'Aigua (ACA).

Para cada una de las cuencas definidas se han estimado los caudales de escorrentía para diferentes períodos de retorno a partir de diferentes metodologías de cálculo. Las magnitudes de caudal finalmente asignadas para cuenca definida se muestran en la siguiente tabla:

Cuenca	Alternativas	Caudales de cálculo (Q) [m ³ /s]					
		T=5 años	T=10 años	T=25 años	T=50 años	T=100 años	T=500 años
1	1-2-3	6.86	9.24	12.73	15.97	19.62	29.08
2	1-2-3	0.84	1.13	1.64	2.03	2.50	3.67
3	1-2-3	1.75	2.40	3.56	4.43	5.49	8.10
4	2	1.21	1.69	2.40	2.94	3.57	5.12
5	2	0.97	1.31	1.78	2.14	2.53	3.59
6	2	1.70	2.30	3.13	3.75	4.45	6.31
7	2	0.91	1.29	1.85	2.32	2.82	4.09
8	2	1.60	2.06	2.67	3.16	3.66	4.87
9	2	0.44	0.59	0.77	0.92	1.08	1.46
10	1-2-3	2.99	4.03	5.92	7.46	9.33	13.75
11	2	1.15	1.73	2.64	3.30	4.12	6.09
12	2	0.11	0.15	0.21	0.25	0.29	0.42
13	2	1.74	2.34	3.19	3.89	4.82	7.27
14	2	0.69	1.11	1.71	2.19	2.77	4.21
15	2	0.26	0.37	0.60	0.79	1.00	1.57
16	2	1.22	1.64	2.40	3.09	3.79	5.67
17	1-2-3	7.06	9.50	12.94	16.82	20.92	31.77
18	1-2-3	1.02	1.38	1.87	2.25	2.67	3.78
19	1-2-3	1.55	2.60	3.78	4.88	5.90	8.94
20a	1-3	1.99	2.68	3.65	4.38	5.19	7.37
20b	2	2.04	2.75	3.75	4.49	5.33	7.56
21a	1-3	0.46	0.62	0.84	1.01	1.19	1.69
21b	2	0.51	0.68	0.93	1.12	1.32	1.88
22a	1-3	8.66	12.62	18.43	23.21	28.47	42.26
22b	2	8.66	12.62	18.42	23.22	28.47	42.27
23a	1-3	0.45	0.66	1.00	1.29	1.60	2.41
23b	2	0.56	0.75	1.08	1.41	1.76	2.70
24	1-3	0.78	1.06	1.44	1.72	2.04	2.90
25	1-3	1.04	1.40	1.90	2.28	2.71	3.84

Cuenca	Alternativas	Caudales de cálculo (Q) [m3/s]					
		T=5 años	T=10 años	T=25 años	T=50 años	T=100 años	T=500 años
26	2	1.78	2.40	3.27	3.92	4.65	6.60
27	1-3	0.87	1.17	1.59	1.91	2.26	3.21
28	1-2-3	21.25	28.62	38.97	46.75	55.43	78.67
29	1-2-3	0.56	0.76	1.18	1.52	1.91	2.94
34	1-2-3	Caudal extraído de modelo hidráulico HEC-RAS existente					
35	1-2-3	Caudal extraído de modelo hidráulico HEC-RAS existente					
36	1-2-3	0.36	0.53	0.84	1.11	1.39	2.16
37	1-2-3	0.60	0.83	1.27	1.65	2.03	3.08
38	1-2-3	1.31	1.95	2.88	3.64	4.47	6.97
39	1-2-3	0.74	1.08	1.55	1.94	2.34	3.61
40	1-2-3	1.46	2.08	3.04	4.08	5.30	8.72
41	1-2-3	4.82	6.31	8.47	10.78	13.41	20.36
42	1-2-3	1.78	2.34	3.14	4.01	5.00	7.64
43	1-2-3	4.20	5.55	7.52	9.66	12.13	18.73
44	1-2-3	6.97	9.66	13.69	17.81	23.15	38.11
45	1-2	0.66	0.97	1.46	1.97	2.65	4.62
46	1-2	1.16	1.69	2.60	3.57	4.88	8.73
47	1-2	0.63	0.99	1.56	2.15	2.96	5.39
48	1-2-3	1.33	1.97	2.90	3.79	5.08	8.80
49	1-2-3	3.48	5.26	7.90	10.42	14.08	24.80
50	1-2	Caudal extraído de modelo hidráulico HEC-RAS existente					
51	1-2	10.98	15.89	23.14	29.09	38.58	65.79
52	1-2	0.83	1.20	1.76	2.20	2.89	4.96
53	1-2	4.56	6.46	9.67	12.37	15.41	24.27
54	1-2	0.53	0.81	1.25	1.59	2.14	3.86
55	1-2	Caudal extraído de modelo hidráulico HEC-RAS existente					
61	1-2-3	1.72	2.63	4.01	5.27	6.62	10.16
62	1-2-3	0.98	1.50	2.26	2.96	3.70	5.64
63	1-2-3	0.82	1.21	1.78	2.28	2.81	4.18
64	1-2-3	4.15	6.32	9.61	12.43	15.36	23.59
65	1-2-3	2.09	3.22	4.93	6.41	8.01	12.27
66	2	Caudal extraído de modelo hidráulico HEC-RAS existente					
67	2	1.80	2.67	4.00	5.05	6.34	9.56
68	2	2.68	3.88	5.72	7.15	8.90	13.25

Cuenca	Alternativas	Caudales de cálculo (Q) [m3/s]					
		T=5 años	T=10 años	T=25 años	T=50 años	T=100 años	T=500 años
69	1-2-3	0.62	0.85	1.20	1.47	1.77	2.53
70	1-2-3	22.34	32.33	47.20	59.48	73.02	109.22
71	1-2-3	1.61	2.05	2.62	3.07	3.52	4.68
72	1-2-3	2.85	3.85	5.21	6.30	7.44	10.51
73	1-2-3	3.55	4.89	6.76	8.27	9.86	14.15
74	1-2-3	3.96	5.47	7.66	9.52	11.43	16.45
75a	2-3	1.42	1.95	2.70	3.30	3.95	5.60
75b	1	1.37	1.88	2.60	3.17	3.80	5.39
76a	2-3	2.66	3.65	5.06	6.16	7.38	10.47
76b	1	2.50	3.43	4.75	5.79	6.93	9.84
77a	2-3	0.92	1.26	1.76	2.14	2.57	3.66
77b	1	0.77	1.06	1.47	1.80	2.15	3.06
78a	2-3	10.31	14.90	21.61	27.35	33.46	49.72
78b	1	10.02	14.48	21.00	26.58	32.52	48.32
79a	2-3	0.93	1.32	1.88	2.35	2.85	4.16
79b	1	0.98	1.39	1.99	2.47	3.00	4.40
80	1-2-3	1.53	2.10	2.92	3.59	4.28	6.10
81a	2-3	70.36	97.00	134.75	165.18	198.10	284.43
81b	1	70.36	97.00	134.75	165.18	198.10	284.43
82	2-3	4.01	5.43	7.42	9.06	10.68	15.08
83	1-2-3	2.12	2.92	4.08	5.04	6.00	8.67
84	1-2-3	2.61	3.47	4.64	5.62	6.52	9.01
85	1-2-3	8.44	11.79	16.47	20.36	24.46	34.95
86	1-2-3	1.58	2.08	2.72	3.23	3.75	5.02
87	1-2-3	3.90	5.32	7.23	8.79	10.41	14.50
88	1-2-3	2.03	2.78	3.83	4.69	5.60	7.90
89	1-2-3	4.81	6.96	10.13	12.83	15.71	23.26
90	1-2-3	1.26	1.86	2.74	3.49	4.30	6.43
91	1-2-3	0.27	0.40	0.58	0.74	0.91	1.35
92	1-2-3	0.29	0.43	0.64	0.81	1.01	1.51
93	1-2-3	3.03	4.53	6.75	8.65	10.72	16.17
94	1-2-3	17.19	23.68	32.90	40.46	48.47	69.16
95	1-2-3	0.98	1.43	2.08	2.63	3.19	4.80
96	1-2-3	1.63	2.33	3.33	4.14	4.99	7.37

Cuenca	Alternativas	Caudales de cálculo (Q) [m3/s]					
		T=5 años	T=10 años	T=25 años	T=50 años	T=100 años	T=500 años
97	1-2-3	2.40	3.23	4.40	5.28	6.26	8.94
98	1-2-3	1.10	1.48	2.02	2.42	2.87	4.08
99	1-2-3	0.79	1.07	1.45	1.74	2.07	3.52
100	1-2-3	37.64	56.03	83.04	105.68	130.35	198.24
101	1-2-3	1.41	1.94	2.73	3.36	4.02	5.80
102	1-2-3	1.99	2.71	3.79	4.64	5.53	7.93
103	1-2-3	7.40	10.02	13.80	16.93	19.99	28.40
104	1-2-3	2.94	4.07	5.63	6.89	8.15	11.72
105	1-2-3	2.34	3.29	4.61	5.71	6.79	9.89
106	1-2-3	6.39	8.70	11.91	14.58	17.31	24.72
107	1-2-3	2.25	3.13	4.37	5.42	6.46	9.50
108	1-2-3	40.42	56.40	78.81	97.10	117.13	171.04
109	1-3	0.77	1.11	1.64	2.20	2.94	5.05
110	1-3	1.36	2.05	3.13	4.27	5.79	10.26
111	1-3	0.61	0.97	1.53	2.12	2.92	5.32
112	3	0.65	1.03	1.56	2.05	2.80	5.02
113	3	1.73	2.57	3.95	5.09	6.93	12.46
114	3	1.16	1.77	2.67	3.42	4.61	8.18
115	3	0.67	0.91	1.39	1.79	2.44	4.39
116	3	0.45	0.68	1.06	1.37	1.87	3.40
117	3	2.79	4.37	6.76	8.75	11.65	21.11
118	3	10.94	16.14	23.79	30.41	38.22	66.75
119	1-3	0.96	1.41	2.08	2.65	3.27	4.90
120	1-3	4.00	6.07	9.15	11.67	14.54	22.08
121	1-3	0.83	1.28	1.96	2.51	3.16	4.82

Tabla 22: Caudales asignados para cada cuenca.

CUENCA			SOLUCIÓN DE DRENAJE ADOPTADA									Observaciones
Cuenca	Identificador geográfico	Caudal de cálculo (Q ₅₀₀) [m3/s]	Designación	Solución estructural	PK	Tramo	Alternativas	Ancho (B) [m]	Alto (H) / Diám. (D) [m]	Long. (L) [m]	Pend. (J) [%]	
1	Barranco de Sant Genís	29.08	OD95.2A y OD95.2B	Cajón	95+240	1A-1B	1-2-3	7.00	3.50	22.00	1.80	Paso de fauna
2	Barranco dels Lladres	3.67	OD95.5A y OD95.5B	Tubo	95+590	1A-1B	1-2-3		2.00	27.00	3.00	

Una vez estimados los diferentes caudales de cálculo se han predimensionado las distintas soluciones de drenaje con la finalidad de conseguir un correcto desguace de los mismos.

Las soluciones de drenaje adoptadas se dividen, esencialmente, en dos tipos:

- Viaductos.
- Pequeñas obras de drenaje, las cuales se dividen en dos subtipos:
 - Cajones rectangulares.
 - Tubos circulares.

La disposición de viaductos se debe, en ciertos casos, más a criterios orográficos que a hidráulicos. Esto implica que las cuencas que presentan un viaducto como solución de drenaje no tienen por qué generar, en general, mayores caudales de escorrentía que las demás. No obstante, en la mayoría de casos, la disposición de un viaducto responde a la existencia de elevados caudales de escorrentía, como en el caso de los distintos cruces sobre el río Noguera Ribagorzana.

Cuando las condiciones orográficas lo permiten y los caudales de escorrentía son poco elevados se disponen obras de drenaje menores tales como cajones o tubos.

Todo el proceso de dimensionamiento y comprobación de las distintas soluciones de drenaje se detalla en el anejo de Climatología, Hidrología y Drenaje del presente Estudio Informativo.

Las distintas soluciones de drenaje adoptadas en el presente Estudio Informativo se resumen en la tabla siguiente:

CUENCA			SOLUCIÓN DE DRENAJE ADOPTADA									Observaciones
Cuenca	Identificador geográfico	Caudal de cálculo (Q ₅₀₀) [m ³ /s]	Designación	Solución estructural	PK	Tramo	Alternativas	Ancho (B) [m]	Alto (H) / Diám. (D) [m]	Long. (L) [m]	Pend. (J) [%]	
3	0	8.10	OF 95.5AB	Viaducto		1A-1B	1-2-3					
4	0	5.12	OF 96.7B	Viaducto		1B	2					
5	0	3.59	OD 98.1B	Tubo	98+130	1B	2		2.00	15.00	1.00	
6	0	6.31	OD 98.7B	Tubo	98+710	1B	2		2.00	20.00	1.00	Escalonado en la entrada
7	0	4.09	OD 99.1B	Tubo	99+130	1B	2		2.00	35.00	4.50	Acondicionamiento entrada demolición carretera existente
8	0	4.87	OD 99.2B	Tubo	99+260	1B	2		2.00	20.00	3.50	
9	0	1.46	OD 99.5B	Tubo	99+560	1B	2		1.80	14.00	1.00	
10	0	13.75	OD 99.8 A y OF 100.4B	Cajón	99+880	1A-1B	1-2-3	7.50	3.50	35.00	6.00	Acondicionamiento entrada y salida
11	0	6.09	OD 100.7B	Tubo	100+740	1B	2		2.00	22.00	2.00	Pozo de entrada
12	0	0.42	OD 102.1B	Tubo	102+150	1B	2		1.80	14.00	5.00	
13	Barranco de Grauet	7.27	OF 102.3B	Viaducto		1B	2					
14	0	4.21	OD 102.5B	Tubo	102+540	1B	2		2.00	25.00	3.20	Acondicionamiento entrada
15	0	1.57	OF 102.8B	Viaducto		1B	2					
16	0	5.67	OF 103.1B	Viaducto		1B	2					
17	Barranco de les Casetes	31.77	OF 102.2A y OF 103.3B	Viaducto		1A-1B	1-2					
18	0	3.78	OD 103.2A y OD 104.4B	Tubo	103+280 y 104+450	2A-2B	1-2-3		1.80	20.00	2.00	Pozo de entrada
19	0	8.94	OF103.7A y OF104.9B	Viaducto		2A-2B	1-2					
20a	Barranco de Tressarrado	7.37	OF104.2A	Viaducto		2A	1					
20b	Barranco de Tressarrado	7.56	OF 105.3B	Viaducto		2B	2					
21a	0	1.69	OD 104.4A	Tubo	104+440	2A	1-3		1.80	48.00	7.00	
21b	0	1.88	OD 105.4B	Tubo	105+470	2B	2		1.80	48.00	7.00	
22a	Barranco de la Torre	42.26	OF 104.5A	Viaducto		2A	1					
22b	Barranco de la Torre	42.27	OD 105.9B	Cajón	105+990	2B	2	4.00	3.50	24.00	1.00	Acondicionamiento entrada demolición carretera existente
23a	0	2.41	OD 105.1A	Tubo	105+180	2A	1-3		1.80	14.00	1.00	
23b	0	2.70	OD 106.3B	Tubo	106+390	2B	2		1.80	14.00	1.00	
24	0	2.90	OD 105.5A	Tubo	105+540	3A	1-3		1.80	20.00	5.00	Pozo de entrada
25	0	3.84	OD 105.6A	Tubo	105+680	3A	1-3		2.00	18.00	5.00	Escalonado y pozo de entrada
26	0	6.60	OD 106.6B	Cajón	106+660	2B	2	2.50	2.50	24.00	5.00	Acondicionamiento entrada demolición carretera existente
27	0	3.21	OD 106.6A	Tubo	106+680	3A	1-3		1.80	40.00	1.00	Escalonado y pozo de entrada
28	Barranco de Sirès	78.67	OF 107.0A y OF 108.3B	Viaducto		3A-3B	1-2-3	45.00	10.00			

CUENCA			SOLUCIÓN DE DRENAJE ADOPTADA									Observaciones
Cuenca	Identificador geográfico	Caudal de cálculo (Q ₅₀₀) [m ³ /s]	Designación	Solución estructural	PK	Tramo	Alternativas	Ancho (B) [m]	Alto (H) / Diám. (D) [m]	Long. (L) [m]	Pend. (J) [%]	
29	0	2.94	OD 107.3A y OD 108.7B	Tubo	107+340 y 108+740	3A-3B	1-2-3		1.80	16.00	2.00	Pozo de entrada
34	Río Noguera Ribagorzana	0.00	OF 107.3A y OF109.0B	Viaducto		3A-3B	1-2-3					
35	Río Noguera de Tor	0.00	OF109.7B	Viaducto		4B-4C	1-2-3					
36	0	2.16	OD 110.8B y OD 110.8C	Tubo	110+890	4B-4C	1-2-3		1.80	21.00	4.50	Pozo de entrada
37	0	3.08	OD 111.2B y OD 111.2C	Tubo	111+290	4B-4C	1-2-3		1.80	28.00	1.00	Acondicionamiento entrada
38	Barranco de les Artigues Velles	6.97	OD 111.3B y OD 111.3C	Tubo	111+380	4B-4C	1-2-3		2.00	28.00	1.00	Acondicionamiento entrada
39	0	3.61	OD 111.6B y OD 111.6C	Tubo	111+660	4B-4C	1-2-3		1.80	18.00	1.00	Pozo de entrada
40	0	8.72	OD 111.9B y OD 111.9C	Cajón	111+960	4B-4C	1-2-3	2.00	2.00	23.00	2.00	
41	Barranco dels Bedros	20.36	OD 112.3B y OD 112.3C	Cajón	112+350	4B-4C	1-2-3	7.50	3.50	20.00	4.00	Paso de fauna
42	0	7.64	OD 112.7B y OD 112.7C	Tubo	112+760	4B-4C	1-2-3		2.00	30.00	1.00	Pozo de entrada
43	Barranco de Bergamós	18.73	OD 113.1B y OD 113.1C	Cajón	113+180	4B-4C	1-2-3	3.00	2.50	16.00	1.00	Acondicionamiento entrada y salida
44	Barranco dels Dolars	38.11	OD 113.3B y OD 113.3C	Cajón	113+390	4B-4C	1-2-3	7.50	3.50	35.00	1.00	Paso de fauna
45	Barranco de l'Obagueta	4.62	OD 113.7B	Tubo	113+740	4B	1-2		2.00	14.00	1.00	Pozo de entrada
46	Barranco dels Arenals	8.73	OD 114.1B	Cajón	114+100	4B	1-2	2.00	2.00	14.00	1.00	Acondicionamiento entrada
47	0	5.39	OD 114.5B	Tubo	114+550	4B	1-2		2.00	14.00	2.00	Pozo de entrada
48	0	8.80	OD 115.1B y OD 115.1C	Cajón	115+120	4B-4C	1-2-3	2.00	2.00	14.00	1.00	Acondicionamiento entrada y salida
49	Barranco de Fondo	24.80	OD115.4B y OD115.4C	Cajón	115+400	4B-4C	1-2-3	4.00	3.50	16.00	1.00	Acondicionamiento entrada
50	Río Noguera Ribagorzana	0.00	OF 115.9B	Viaducto		5B	1-2					
51	Barranco del Ramader	65.79	OF 116.2B	Cajón	116+260	5B	1-2	7.50	4.00	24.00	1.00	Paso de fauna
52	0	4.96	OD 116.6B	Tubo	116+650	5B	1-2		2.00	30.00	3.00	
53	Barranco del Molí	24.27	OD 116.9B	Cajón	116+980	5B	1-2	4.00	3.50	24.00	2.00	
54	0	3.86	OD 117.2B	Tubo	117+230	5B	1-2		2.00	30.00	2.00	
55	Río Noguera Ribagorzana	0.00	OF 117.6B	Viaducto		5B	1-2					
61	0	10.16	OD 118.2B y OD 118.2C	Cajón	118+240 y 118+270	5B-5C	1-2-3	3.00	2.00	16.00	1.00	
62	0	5.64	OD 118.8B y OD 118.8C	Tubo	118+805 y 118+845	6B-6C	1-2-3		2.00	15.00	2.00	Acondicionamiento entrada y salida
63	0	4.18	OD 119.0B y OD 119.0C	Tubo	119+000 y 119+040	6B-6C	1-2-3		1.80	18.00	1.00	Pozo de entrada
64	Barranco de Sobre-roca	23.59	OD 119.2B y OD 119.2BC	Cajón	119+240 y 119+280	6B-6C	1-2-3	7.50	3.50	15.00	1.00	Acondicionamiento entrada. Paso de fauna

CUENCA			SOLUCIÓN DE DRENAJE ADOPTADA									Observaciones
Cuenca	Identificador geográfico	Caudal de cálculo (Q ₅₀₀) [m ³ /s]	Designación	Solución estructural	PK	Tramo	Alternativas	Ancho (B) [m]	Alto (H) / Diám. (D) [m]	Long. (L) [m]	Pend. (J) [%]	
65	0	12.27	OD 120.2B y OD 120.2C	Cajón	120+210 y 120+250	6B-6C	1-2-3	3.50	2.50	27.00	0.50	
66	Río Noguera Ribagorzana	0.00	OF 120.7B	Viaducto		6B	2					
67	0	9.56	OD 120.8B	Cajón	120+840	6B	2	3.00	2.00	14.00	1.00	Acondicionamiento entrada y salida
68	Barranco des Gorgs	13.25	OD 121.4B	Cajón	121+420	6B	2	3.00	2.00	14.00	1.00	
69	0	2.53	OD 121.6B y OD 121.7C	Tubo	121+660 y 121+700	6B-6C	1-2-3		1.80	14.00	1.00	Pozo de entrada
70-71	Barranco de Estet	2.94	OD 121.9B y 121.9C	Puente	121+900 y 121+940	6B-6C	1-2-3	9.00	4.00	14.00	0.50	Paso de fauna
72-73	0	2.94	OD 122.8B y 122.8C	Cajón	122+840 y 122+880	6B-6C	1-2-3	4.00	2.50	14.00	0.50	Acondicionamiento entrada y salida
74	Canal des Inglades	16.45	OD 123.3B y OD 123.3C	Cajón	123+340	7B-7C	1-2-3	3.00	2.50	14.00	0.50	Acondicionamiento entrada y salida
75a+76a	0	5.60	OD 123.6B	Cajón	123+680	7B	2-3	4.00	2.00	28.00	0.50	
75b	0	5.39	OD 123.5C	Tubo	123+500	7C	1		2.00	14.00	0.50	Acondicionamiento entrada y salida
76b+77b	0	9.84	OD 123.9C	Cajón	123+960	7C	1	3.00	2.00	14.00	0.50	Acondicionamiento salida
77a	0	3.66	OD 124.1B	Tubo	124+140	7B	2-3		1.80	15.00	3.00	Pozo de entrada
78a	Barranco de Bono	49.72	OD 124.3B	Cajón	124+340	7B	2-3	7.50	3.50	20.00	1.00	Acondicionamiento entrada
78b	Barranco de Bono	48.32	OF 124.2C	Viaducto		7C	1					
79a	0	4.16	OD 124.6B	Tubo	124+640	7B	2-3		2.00	18.00	2.00	Escalonado entrada
79b	0	4.40	OD 124.6C	Tubo	124+650	7C	1		2.00	14.00	2.00	Pozo de entrada
80	0	6.10	OD 124.9B y OD 124.9C	Tubo	124+920	7B-7C	1-2-3		2.00	14.00	2.00	Escalonado entrada
81a	Río de Llauset	284.43	OF 125.3B	Viaducto		7B	2-3					
81b	Río de Llauset	284.43	OF 125.3C	Viaducto		7C	1					
82	0	15.08	OF 125.8B	Viaducto		7B	2-3					
83	0	8.67	OD 126.4C y OD 126.4B	Tubo	126+460 y 126+465	7B-7C	1-2-3		2.00	20.00	1.00	Escalonado entrada
84	0	9.01	OD 126.8A	Tubo	126+850	8A	1-2-3		2.00	24.00	1.00	Acondicionamiento entrada y salida
85	Barranco de Aneto	34.95	OD 127.0A	Cajón	127+060	8A	1-2-3	4.00	3.50	14.00	1.00	Acondicionamiento entrada
86	0	5.02	OD 127.3A	Tubo	127+360	8A	1-2-3		2.00	16.00	1.00	Pozo de entrada
87	0	14.50	OD 127.7A	Cajón	127+780	8A	1-2-3	3.00	2.50	22.00	2.00	Acondicionamiento entrada demolición carretera existente
88	0	7.90	OD 128.0A	Tubo	128+080	8A	1-2-3		2.00	22.00	1.00	
89	Barranco de Corbedo	23.26	OF 128.2A EXISTENTE	Puente	128+230	8A	1-2-3	10.00	2.00	14.00	4.00	
90	0	6.43	OD 128.6A	Tubo	128+630	8A	1-2-3		2.00	18.00	1.00	
91	0	1.35	OD 128.8A	Tubo	128+800	8A	1-2-3		1.80	16.00	1.00	Pozo de entrada
92	0	1.51	OD 129.2A	Tubo	129+270	8A	1-2-3		1.80	14.00	1.00	Pozo de entrada

CUENCA			SOLUCIÓN DE DRENAJE ADOPTADA									Observaciones
Cuenca	Identificador geográfico	Caudal de cálculo (Q ₅₀₀) [m ³ /s]	Designación	Solución estructural	PK	Tramo	Alternativas	Ancho (B) [m]	Alto (H) / Diám. (D) [m]	Long. (L) [m]	Pend. (J) [%]	
93	Barranco de Fogar	16.17	Puente Existente	Puente	129+600	8A	1-2-3	4.00	2.00	14.00	1.00	
94	Barranco de Riueno	69.16	Puente Existente	Viaducto		8A	1-2-3					
95	0	4.80	OD 130.5A	Tubo	130+580	8A	1-2-3		2.00	14.00	1.00	Acondicionamiento entrada
96	0	7.37	OD 130.8A	Tubo	130+850	8A	1-2-3		2.00	12.00	1.00	Acondicionamiento entrada
97	0	8.94	OD 131.2A	Cajón	131+320	8A	1-2-3	3.00	2.00	14.00	1.00	
98	0	4.08	OD 131.5A	Tubo	131+580	8A	1-2-3		2.00	16.00	1.00	
99	0	3.52	OD 132.0A	Tubo	132+000	8A	1-2-3		2.00	16.00	1.00	
100	Río de Salenques	198.24	OF 132.2A	Viaducto		8A	1-2-3					
101	0	5.80	OD 132.5A	Tubo	132+520	8A	1-2-3		2.00	18.00	1.00	
102	0	7.93	OD 132.8A	Tubo	132+820	8A	1-2-3		2.00	22.00	1.00	
103	0	28.40	OD 133.1A	Cajón	133+150	8A	1-2-3	4.00	3.00	18.00	1.00	
104	Barranco de Fontana	11.72	OD 133.6A	Cajón	133+650	8A	1-2-3	3.00	2.00	18.00	1.00	
105	0	9.89	OD 134.1A	Cajón	134+100	8A	1-2-3	3.00	2.00	14.00	1.00	Acondicionamiento entrada y salida
106	0	24.72	OD 134.4A	Cajón	134+460	8A	1-2-3	5.00	2.50	16.00	1.00	Acondicionamiento entrada y salida
107	0	9.50	OD 134.8A	Cajón	134+840	8A	1-2-3	3.00	2.00	16.00	1.00	
108	Barranco de Molières	171.04	Puente Existente	Viaducto		8A	1-2-3					
109	0	5.05	OD 113.7C	Tubo	113+760	4C	1-3		2.00	18.00	3.00	Acondicionamiento entrada y salida
110	0	10.26	OD 114.1C	Cajón	114+100	4C	1-3	3.00	2.00	25.00	2.00	Acondicionamiento entrada y salida
111	0	5.32	OD 114.3C	Tubo	114+300	4C	1-3		1.80	28.00	2.50	Acondicionamiento entrada y salida
112	0	5.02	OD 115.7C	Tubo	115+735	5C	3		1.80	14.00	3.00	Será OD existente
113	Barranco de Busa	12.46	OD 116.0C	Cajón	116+000	5C	3	3.50	2.00	14.00	2.00	Será OD existente
114	0	8.18	OD 116.3C	Cajón	116+300	5C	3	2.50	2.00	22.00	3.00	Será OD existente
115	0	4.39	OD 116.4C	Tubo	116+475	5C	3		1.80	14.00	3.00	Acondicionamiento entrada y salida
116	0	3.40	OD 116.8C	Tubo	116+800	5C	3		1.80	14.00	3.00	Acondicionamiento entrada y salida
117	Barranco de Vinyasola	21.11	OD 117.1C	Cajón	117+130	5C	3	4.50	2.50	34.00	3.00	Acondicionamiento entrada y salida
118	Barranco de Casós	66.75	OD 117.5C	Cajón	117+550	5C	3	7.50	3.50	14.00	2.00	
119	0	4.90	OF 120.6C	Viaducto		6C	1-3					
120	Barranc de l'Obaga	22.08	OD 120.9C	Cajón	120+900	6C	1-3	6.00	2.50	14.00	3.00	
121	0	4.82	OD 121.1C	Tubo	121+180	6C	1-3		2.00	14.00	3.00	

Tabla 23: Características geométricas y físicas de las soluciones de drenaje transversal

7.7 Secciones tipo y firmes

7.7.1 Secciones tipo

Las dimensiones de la calzada y arcenes de la nueva carretera N-230 entre Sopeira y la boca sur del Túnel de Viella se han proyectado según lo exigido en la Orden de Estudio. En la misma se contempla una nueva carretera de 7 m de ancho de calzada (dos carriles de 3,5 m) y, de manera general, arcenes de 1,5 m con cuneta de seguridad adosada, dimensiones que verifican los mínimos establecidos en la Norma 3.1-IC para una carretera de velocidad de proyecto 80 km/h. En el tramo 7, los arcenes se han definido de 1,0 m por razones orográficas, siendo admitido por la Orden de Estudio.

Para tramos en terraplén se dispone, además de una berma de 0,75 m de ancho. En tramos en desmonte se contempla una cuneta de pie de desmonte de ancho total 1,5 m. Entre la cuneta y el talud de desmonte se dispone de una berma de 1 m.

En los tramos 4B, 4C, 6B y 6C (tramos 2+1) se prevé una sección de 3 carriles, 2 carriles de 3,50 m cada uno en un sentido de circulación y 1 carril de 3,50 m en el otro sentido separados por una mediana central de 2,00 m; con arcenes exteriores de 1,50 m. En las zonas en terraplén se dispone además de berma de 0,75 m y en las zonas en desmonte una cuneta a pie de desmonte de 1,50 m.

En lo que se refiere a la sección en viaductos (obras de paso), ésta será la misma que la contemplada en calzada a cielo abierto, es decir, dos carriles de 3,5 de ancho con arcenes de 1,5 m de ancho a cada lado, excepto en los viaductos de longitud superior a 100 m dónde el arcén se reduce a 1m. Esta sección es la que se exige en la Instrucción 3.1-IC para carreteras convencionales con velocidad de proyecto 80 km/h en obras de paso.

La sección considerada en túneles, tal y como se exige en la Norma 3.1-IC para carreteras convencionales C-80, consiste en dos carriles de 3,5 m de ancho, arcenes exteriores e interior (separador de carriles) 1,0 m de ancho y aceras de anchura 0,75 m a lado y lado de la calzada.

7.7.2 Firmes y explanadas

La sección de firme adoptada en la nueva carretera N-230 dependerá de los factores siguientes:

- La categoría de tráfico en el año de puesta en servicio de la nueva carretera. Dicha categoría de tráfico es función de la intensidad media diaria de vehículos pesados en el carril de proyecto.
- El tipo de suelo de la explanación, en caso de desmontes, o de la obra de tierra subyacente, en el caso de terraplenes.
- Coste económico de cada uno de los firmes y las formaciones de explanada disponibles.

Tal y como se especifica en el anejo de Secciones Tipo y Firmes, la categoría de tráfico considerada para la nueva carretera N-230 es la T2.

Por otra parte, y siguiendo lo indicado en el anejo de Estudio Geotécnico del Corredor, la tipología de suelo subyacente se clasifica como tolerable (0), adecuado (1), roca y suelo marginal dependiendo del tramo.

Con estos datos, y a partir de un estudio comparativo económico de las secciones de firme y explanadas disponibles, se ha decidido, finalmente, adoptar el siguiente conjunto de explanada+firme:

Explanada

Los componentes de la explanada serán los siguientes:

En terraplén:

- 30 cm de suelo estabilizado con cemento S-EST3.

En desmonte sobre suelo adecuado:

- 30 cm de suelo estabilizado con cemento S-EST3.

En desmonte sobre roca:

- Hormigón de regularización.

En desmonte sobre suelo tolerable:

- ➔ 30 cm de suelo estabilizado con cemento S-EST3, como capa superior.
- ➔ 30 cm de suelo seleccionado tipo 2, como capa inferior.

En desmonte sobre suelo marginal:

- ➔ 30 cm de suelo estabilizado con cemento S-EST3, como capa superior.
- ➔ 50 cm de suelo seleccionado tipo 2, como capa inferior.

Estos componentes dan como resultado una explanada de categoría E3.

Sección de firme

Sobre la formación de explanada se dispondrá la **sección de firme 231**, cuyos componentes serán los siguientes:

- ➔ 20 cm de mezcla bituminosa en como capa superior, la cual se divide en las siguientes capas:
 - 5 cm de mezcla bituminosa en caliente AC16 surf B50/70 S (antigua mezcla S-12) como capa de rodadura.
 - 6 cm de mezcla bituminosa en caliente AC22 bin B50/70 S (antigua mezcla S-20) como capa de intermedia.
 - 9 cm de mezcla bituminosa en caliente AC22 base B50/70 G (antigua mezcla G-20) como capa de base.
- ➔ 25 cm de zahorra artificial debajo de las capas de mezcla bituminosa.
- ➔ Riego de adherencia con emulsión termoadherente tipo C60B3 TER sobre las capas de firme AC22 bin B50/70 S (capa de intermedia) y AC22 base B50/70 G (capa de base)
- ➔ Riego de imprimación tipo C50BF4IMP sobre la capa de zahorra artificial.

En el caso de los tramos en viaducto, en el presente Estudio Informativo se adoptará una sección de firme consistente en una única capa de rodadura de 5 cm de la mezcla tipo AC22 surf B50/70 S.

Para los tramos en túnel, se dispondrá de una capa de 5 cm de rodadura de la mezcla AC16 surf B50/70 S. Ésta estará colocada sobre una capa de 25 cm de hormigón HF-4,5, la cual se colocará sobre el hormigón de limpieza.

7.8 Trazado y seguridad vial

El trazado de las distintas alternativas propuestas se ha proyectado en base a la Instrucción de Carreteras 3.1-IC, "Trazado", vigente. Las características de diseño consideradas son, de acuerdo con la Orden de Estudio EI2-E-207, las que se muestran a continuación:

Clase de carretera:	carretera convencional
Velocidad de proyecto:	80 km/h (aceptable puntualmente 60 km/h)
Calzada:	7,0 m
Arcenes:	1,50 m, o 1,0 m con cuneta de seguridad adosada.

Existen algunos tramos donde se realizan aprovechamientos parciales de la calzada existente, de acuerdo con lo indicado en la Orden de Estudio al respecto. Estos tramos son el tramo 4B, 6B, 7C y 8A. En particular, en el tramo 8A, debido a la dificultad orográfica de la zona que presenta un terreno muy accidentado y el mejor estado general de la carretera actual, se han realizado sólo dos variantes de trazado en planta, pero el resto de trazado en planta y el trazado en alzado se han adaptado totalmente a la carretera existente.

En las tablas que se muestran a continuación se muestran algunos de los parámetros más representativos referentes al trazado en planta y alzado de las diferentes alternativas:

Alternativas	Planta						
	Longitud [m]	L en curva [m]	L en clotoide [m]	L en recta [m]	R máx [m]	R mín [m]	R medio [m]
Alternativa 1	39.205,76	16.117,39	12.868,84	10.219,52	5.000	265	901,65
Alternativa 2	40.204,82	15.528,25	12.315,74	12.360,78	5.000	150	769,44
Alternativa 3	39.237,06	17.016,39	13.095,77	9.124,90	5.000	265	975,65

Tabla 24: Características del trazado en planta referentes a las alternativas

Alternativas	Alzado					
	L en rampa [m]	L en pendiente [m]	i máx [%]	i mín [%]	i media [%]	p x l
Alternativa 1	30.536,27	8.669,30	8,00%	0,20%	2,97%	3.275,11
Alternativa 2	29.887,64	10.317,17	8,00%	0,20%	3,21%	1.720,39
Alternativa 3	30.155,47	9.081,69	8,00%	0,20%	2,70%	3.276,45

Tabla 25: Características del trazado en alzado referentes a las alternativas

La alternativa 1 es la que presenta una menor longitud total, siendo la longitud de la alternativa 3 muy similar. Analizando los tramos, se puede observar que la alternativa 2 es la que presenta mayor longitud de tramos rectos, pero el radio medio de sus curvas es sensiblemente inferior al de las otras dos alternativas. En lo que respecta al alzado, las tres alternativas presentan una longitud de tramos en rampa muy similar y la pendiente media de la alternativa 2 es ligeramente superior a la de las alternativas 1 y 3.

Las tres alternativas presentan unas buenas condiciones de trazado para una carretera C-80 de acuerdo con la Norma 3.1-I.C., (con las salvedades en las que la velocidad de proyecto se reduce a 60 km/h puntualmente en la alternativa 2).

La reposición de las vías interceptadas por la traza se realiza, bien disponiendo obras transversales de paso, bien comunicando dichos caminos con las obras o intersecciones más próximas a través de caminos de servicio, y a través de conexiones directas a la carretera de accesos y caminos a las propiedades colindantes, este último supuesto lo admite la Orden de Estudio para la redacción del Estudio Informativo.

Dado que las intensidades del tráfico son bajas y por razones de eficiencia, algunos enlaces se proponen a nivel (glorietas, intersecciones...).

La situación de los enlaces y/o intersecciones se han ubicado en función de los accesos a núcleos de población existentes y las carreteras que intersecan con la actual N-230. Así pues se han propuesto enlaces y/o intersecciones con las siguientes poblaciones o carreteras:

DENOMINACIÓN	TIPOLOGÍA	CONECTA CON
Conexión provisional Sopeira	Intersección a nivel	Núcleo urbano Sopeira
El Pont de Suert sur (ALT.1-3)	Intersección a nivel (glorieta)	Travesía de El Pont de Suert (Todos los movimientos)
El Pont de Suert sur (ALT.2)	Semienlace	Travesía de El Pont de Suert (Movimientos a / desde el sur)
El Pont de Suert norte	Intersección a nivel (glorieta)	Núcleo urbano El Pont de Suert y acceso a Polígono Industrial Sores (Todos los movimientos)
Carretera L-500	Enlace (glorieta a distinto nivel)	Carretera L-500 (Valle de Boí) (Todos los movimientos)
Sarroqueta	Semienlace	Pista de acceso a Sarroqueta (Movimientos a / desde el sur y hacia el norte)
Carretera N-260	Intersección a nivel (glorieta)	Carretera N-260 (Castejón de Sos) e instalaciones de servicios (Todos los movimientos)
Vilaller sur (ALT. 1-2)	Semienlace	Travesía de Vilaller (Movimientos a / desde el sur)
Vilaller sur (ALT. 3)	Intersección a nivel (glorieta)	Travesía de Vilaller (Todos los movimientos)

DENOMINACIÓN	TIPOLOGÍA	CONECTA CON
Vilaller norte (ALT. 1 -2)	Semienlace	Travesía de Vilaller (Movimientos a / desde el norte)
Vilaller norte (ALT. 3)	Intersección a nivel (glorieta)	Travesía de Vilaller (Todos los movimientos)
Ginaste – Viñal	Intersección a nivel	Núcleos de Ginaste y Viñal (Todos los movimientos)
Bono (ALT. 2)	Intersección a nivel	Núcleo de Bono (Todos los movimientos)
Aneto	Enlace (remodelación enlace existente)	Núcleos de Aneto y Senet (Todos los movimientos)

Tabla 26: Relación de nudos previstos en el trazado del Estudio Informativo

Se han estudiado las zonas en las que está permitido el adelantamiento así como la visibilidad de parada, con los criterios que establece la Norma 3.1-IC Trazado.

Por otra parte, se ha estudiado la necesidad de carriles adicionales según lo que establece la Norma de trazado. Del análisis se concluye que, en los tramos en los que se produce una mayor reducción de la velocidad, o bien se mantiene el nivel de servicio o bien sólo se disminuye un nivel de servicio respecto los tramos adyacentes.

De acuerdo con los resultados obtenidos, junto con el análisis de la seguridad vial en los distintos tramos y con criterios de eficiencia, se propone el establecimiento de carril adicional sentido Viella en los siguientes puntos:

- Tramo 4B tramo 2+1 y 4C tramo 2+1 (alternativas 1, 2 y 3): del PK 111+735 al 113+530.
- Tramo 7B (alternativas 2 y 3): del PK 123+500 al 125+400.
- Tramo 8A (alternativas 1, 2 y 3): del PK 132+790 al 134+000.

En el tramo entre Sopeira y el embalse de Escales no se ha dispuesto carril adicional de acuerdo con el apartado 1.2 de la Norma 3.1-IC se considera justificado disminuir las condiciones exigidas en virtud de que se trata de una carretera de montaña y que la inclusión de un tercer carril en el túnel implicaría su prolongación en 6 Km debido a la sucesión de túneles y viaductos dirección norte, con el correspondiente sobre coste económico que haría inviable cumplir la Orden de Eficiencia. (Ap1.2 Norma 3.1-IC “En estudios y proyectos de carreteras de montaña, de carreteras que discurran por espacios naturales de elevado interés ambiental o acusada fragilidad y de actuaciones en carreteras existentes, podrán disminuirse las condiciones exigidas en la presente Norma, justificándose adecuadamente”)

También se ha estudiado la necesidad de lechos de frenado según lo que establece la Norma 3.1-IC y, debido a la existencia de tramos con pendientes prolongadas, se ha previsto un lecho de frenado en el sentido descendente en los siguientes puntos:

- Tramo 7B: PK 124+520
- Tramo 7C: PK 125+115
- Tramo 8A: PK 128+620

Se ha previsto la construcción de áreas de descanso en los trazados que se plantean, atendiendo a las características de la obra proyectada, entorno al PK 120+900 (tramo 6B) se disponen dos áreas de descanso, una para los vehículos dirección Viella y la otra para los vehículos dirección Lleida respectivamente.

Por último, indicar que el tramo de carretera objeto del Estudio Informativo está incluido dentro de la Red Transeuropea de Carreteras, y de acuerdo al Real Decreto 345/2011, de 11 de marzo, sobre gestión de la seguridad de las infraestructuras viarias en la Red de Carreteras del Estado, se ha realizado una Evaluación del Impacto de las Infraestructuras viarias en la Seguridad Vial (EISV), para el trazado planteado, que se ha incluido como un anejo dentro del Estudio Informativo.

7.9 Movimiento de tierras

En el anejo de Movimiento de Tierras se incluyen todos los cálculos necesarios para determinar el movimiento de tierras que se debe realizar en cada una de las alternativas estudiadas.

Los materiales excavados serán mayoritariamente roca, con una composición tipo todo-uno y/o pedraplén. En estas condiciones el coeficiente de paso tiene un valor de 1,182, considerando un esponjamiento del 18% y un 3 % en pérdidas durante el transporte:

Coeficiente de paso: $(1,00/0,82) \times 0,97 = 1,182$

En resumen, y aplicado el coeficiente de paso, se obtienen los resultados siguientes:

	VOLUMEN VERTEDERO	VOLUMEN PRÉSTAMO
ALTERNATIVA 1	629.246 m ³	-
ALTERNATIVA 2	670.699 m ³	-
ALTERNATIVA 3	728.495 m ³	-

Tabla 27: Balance de tierras para cada una de las alternativas propuestas.

Todas las alternativas generan excedentes de tierras. En el Anejo nº5 “Procedencia de materiales” se describen en el Apartado 2.4.3 “Vertederos” se describe la situación y el volumen de tierras que pueden asumir los depósitos controlados, zonas para vertederos y actividades extractivas abandonadas próximos a la traza. Se proponen bastantes zonas de vertedero, entre ellas posibles mejoras de fincas, teniendo en cuenta que las actividades extractivas abandonadas con mayor capacidad se encuentran bastante alejadas y son de difícil acceso.

7.10 Coordinación con organismos

Se indica a continuación la relación de los Organismos y entidades a los que se solicitó información sobre los posibles servicios afectados. Se ordenan siguiendo la siguiente clasificación: Ayuntamientos, Empresas y Organismos.

7.10.1 Ayuntamientos y Diputaciones

Se han establecido contacto con seis ayuntamientos ubicados en la zona de estudio, repartidos entre las provincias de Lleida (Catalunya) y Huesca (Aragón). Estos son los Ayuntamientos de Vielha e Mijaran, Sopeira, Bonansa, Montanuy, El Pont de Suert y Vilaller. También se ha contactado con las Diputaciones Provinciales de Lleida y de Huesca.

7.10.2 Organismos Ambientales

Se ha contactado con los siguientes organismos ambientales, con objeto de que remitieran consideraciones a tener en cuenta durante la redacción del Estudio Informativo:

- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente:
 - o Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural.
 - o Dirección General para la Biodiversidad.

- Dirección General de Desarrollo Rural y Política Forestal.
- Confederación Hidrográfica del Ebro.
- Ministerio de Economía y Competitividad:
 - Instituto Geológico y Minero de España.
- Gobierno de Aragón:
 - Dirección General de Calidad Ambiental.
 - Dirección General de Conservación del Medio Natural.
 - Dirección General de Gestión Forestal.
 - Instituto Aragonés de Gestión Forestal (INAGA).
 - Instituto Aragonés del Agua.
 - Dirección General de Patrimonio Cultural.
- Generalitat de Catalunya:
 - Direcció General de Qualitat Ambiental.
 - Direcció General de Medi Natural i Biodiversitat.
 - Agència Catalana de l'Aigua.
 - Subdirecció General del Patrimoni Arquitectònic, Arqueològic i Paleontològic.
- Asociación Española de Evaluación de impacto Ambiental.
- Sociedad Española de Ornitología (SEO/Birdlife).
- Fundación para la conservación del quebrantahuesos.
- Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC).
- WWF / Adena España.

7.10.3 Empresas y Organismos

Las empresas y organismos con los que se ha establecido contacto son de diversos sectores: energía, telecomunicaciones, servicios, etc. La relación de éstas es:

- Enagás, S.A.
- Nedgia, SDG, S.A.
- R.E.E. Red Eléctrica de España
- Telefónica de España
- FECSA-ENDESA

- Eléctrica de Eriste, S.L.
- Eléctrica de Serosense, S.A.
- El Progreso del Pirineo Herederos de Francisco Bollo Quella, S.L.

8 TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES

En toda su longitud, en cualquier caso, la carretera discurre por una orografía muy accidentada, con fuertes pendientes y profundas vaguadas. Este es el hecho que define la concepción de la nueva vía, e implica que el número de estructuras tipo puente/viaducto planteadas sea elevado, con unas alturas sobre el terreno considerables, y con métodos constructivos que resultarán ciertamente costosos en relación a otras obras en terrenos más llanos.

Además de los puentes previstos para el tronco de la carretera también se han previsto pasos inferiores y superiores para caminos y vías pecuarias, un gran número de muros y un considerable número de túneles, la mayoría de ellos de más de 500 m.

A continuación se presentan resumidas, en formato de cuadro, las características de todas las estructuras de cada uno de los tramos:

Alternativa	Tramo/s	Designación	Identificador geográfico	Pk inicial	Pk final	Tipo	Subtipo	Características viaducto tipo	Long. total(m)	Ancho tabl. (m)	Sup. Tabl. (m2)	Altura máx.(m)
1-3	1A	O.F. - 95.9A	Clotada de Pedrillos	95+870	95+940	Viaducto tipo 1	1C	Vigas "doble T" prefabricadas - 3 vanos (3x30)	70	11	770	17
1-3	1A	TÚNEL 96.1A	Sopeira - Tossal Sobirà	96+060	99+200	Túnel	1	Sistemas de excavación y sostenimiento convencionales.	3.140			-
1-3	1A	O.F.-99.2A	camino Aulet 99.2A			P.I.	1	Pórtico in situ	14	9	126	-
1-3	1A	O.F. - 99.4A	Barranco de Aulet (Embalse de Escales)	99+310	99+570	Viaducto tipo 3	3C	Vigas artesa prefabricadas - 12 vanos (12x30)	260	10	2.600	40
1-3	1A	O.F. - 99.7A	Barranco	99+680	99+760	Viaducto tipo 1	1C	Vigas "doble T" prefabricadas - 3 vanos (3x30)	80	11	880	29
1-3	1A	TÚNEL 100.0A	Serrat de Sant Salvador	99+930	102+135	Túnel	1	Sistemas de excavación y sostenimiento convencionales.	2.205			-
1-3	1A	O.F. - 102.2A	Barranco de Les Casetes	102+160	102+295	Viaducto tipo 2	2B	Vigas artesa prefabricadas - 5 vanos (5x32)	135	10	1.350	39
1-3	1A - 2A	TÚNEL 102.4A	Tossal de les Casetes - Les Socarrades	102+315	103+235	Túnel	1	Sistemas de excavación y sostenimiento convencionales.	920	(485 m en tramo 1A) (435 m en tramo 2A)		
2	1B	O.F.- 96.1B	Clotada de Pedrillos	96+070	96+250	Viaducto tipo 2	2B	Vigas artesa prefabricadas - 5 vanos (5x32)	180	10	1.800	22
2	1B	TÚNEL 96.4B	Sopeira	96+375	98+085	Túnel	1	Sistemas de excavación y sostenimiento convencionales.	1.710			-
2	1B	TÚNEL 98.4B	Bosque de Aulet	98+325	98+675	Túnel	1	Sistemas de excavación y sostenimiento convencionales.	350			-
2	1B	O.F.- 99.8B	Embalse de Escales	99+800	100+085	Viaducto tipo 3	3C	Vigas artesa prefabricadas - 12 vanos (12x30)	285	10	2.850	40
2	1B	O.F.- 100.2B	Barranco	100+200	100+290	Viaducto tipo 1	1C	Vigas "doble T" prefabricadas - 3 vanos (3x30)	90	11	990	20
2	1B	O.F.- 100.4B	Barranco del Camp de Cumó	100+380	100+505	Viaducto tipo 2	2B	Vigas artesa prefabricadas - 5 vanos (5x32)	125	10	1.250	22
2	1B	TÚNEL 101.1B	La Seuva	101+010	102+100	Túnel	1	Sistemas de excavación y sostenimiento convencionales.	1.090			-
2	1B	O.F.- 102.3B	Barranco de Granet	102+255	102+415	Viaducto tipo 2	2B	Vigas artesa prefabricadas - 5 vanos (5x32)	160	10	1.600	50
2	1B	O.F.- 102.8B	Barranco	102+710	102+860	Viaducto tipo 2	2B	Vigas artesa prefabricadas - 5 vanos (5x32)	150	10	1.500	12
2	1B	O.F.- 103.1B	Barranco	103+040	103+135	Viaducto tipo 1	1C	Vigas "doble T" prefabricadas - 3 vanos (3x30)	95	11	1.045	20
2	1B	O.F.- 103.3B	Barranco de Les Casetes	103+290	103+415	Viaducto tipo 2	2B	Vigas artesa prefabricadas - 5 vanos (5x32)	125	10	1.250	38
2	1B - 2B	TÚNEL 103.5B	Tossal de les Casetes - Les Socarrades	103+440	104+400	Túnel	1	Sistemas de excavación y sostenimiento convencionales.	960	(495 m en tramo 1B) (465 m en tramo 2B)		
1-3	2A	O.F. - 103.7A	Les Socarrades	103+615	103+835	Viaducto tipo 2	2B	Vigas artesa prefabricadas - 5 vanos (5x32)	220	10	2.200	23

Alternativa	Tramo/s	Designación	Identificador geográfico	Pk inicial	Pk final	Tipo	Subtipo	Características viaducto tipo	Long. total(m)	Ancho tabl. (m)	Sup. Tabl. (m2)	Altura máx.(m)
1-3	2A	TÚNEL 103.9A	Serrat de la Creu	103+885	104+095	Túnel	1	Sistemas de excavación y sostenimiento convencionales.	210			-
1-3	2A	O.F. - 104.2A	Barranco de Tressarrado	104+145	104+215	Viaducto tipo 1	1C	Vigas "doble T" prefabricadas - 3 vanos (3x30)	70	11	770	21
1-3	2A	O.F. - 104.5A	Barranco de Buira	104+495	104+995	Viaducto tipo 4	4C	Vigas artesa prefabricadas - 20 vanos (20x30,5)	500	10	5.000	46
2	2B	O.F. - 104.9B	Les Socarrades	104+815	104+900	Viaducto tipo 1	1C	Vigas "doble T" prefabricadas - 3 vanos (3x30)	85	11	935	13
2	2B	TÚNEL 105.1B	Serrat de la Creu	105+040	105+260	Túnel	1	Sistemas de excavación y sostenimiento convencionales.	220			-
2	2B	O.F. - 105.3B	Barranco de Tressarrado	105+300	105+355	Viaducto tipo 1	1C	Vigas "doble T" prefabricadas - 3 vanos (3x30)	55	11	605	15
1-3	3A	TÚNEL 105.8A	El Pont de Suert	105+715	106+665	Túnel	1	Sistemas de excavación y sostenimiento convencionales.	950			-
1-3	3A	O.F. - 107.0A	Barranco de Sirès	106+910	106+965	Puente tipo 0	0C	Vigas "doble T" prefabricadas - 1 vano (1x30)	55	11	605	-
1-3	3A	O.F. - 107.6A	Pont de Suert - Río La Noguera Ribagorzana	107+525	107+806,5	Viaducto tipo 3	3C	Vigas artesa prefabricadas - 12 vanos (12x30)	282	10	2.815	16
2	3B	O.F.- 107.2B	Enlace Pont de Suert Sur			P.S.	P.S.1	Tablero losa "in situ"postensada	55	9	495	-
2	3B	TÚNEL 107.3B	Pont de Suert	107+295	108+150	Túnel	1	Sistemas de excavación y sostenimiento convencionales.	855			-
2	3B	O.F.- 108.3B	Barranco de Sirès	108+305	108+350	Puente tipo 0	0C	Vigas "doble T" prefabricadas - 1 vano (1x30)	45	11	495	-
2	3B	O.F. - 109.0B	Pont de Suert - Río La Noguera Ribagorzana	108+910	109+192,5	Viaducto tipo 3	3C	Vigas artesa prefabricadas - 12 vanos (12x30)	282,5	10	2.825	16
2	4B	O.F. - 109.7B	Río La Noguera de Tor	109+645	109+840	Viaducto tipo 2	2B	Vigas artesa prefabricadas - 5 vanos (5x32)	195	11	2.145	8
2	4B	O.F. - 110.4B	Enlace L-500	110+395	110+412	Puente tipo 0	0C	Vigas "doble T" prefabricadas - 1 vano (1x30)	17,5	11	192,5	8
2	4B	O.F. - 110.5B	Enlace L-500	110+435	110+450	Puente tipo 0	0C	Vigas "doble T" prefabricadas - 1 vano (1x30)	15	11	165	8
2	4B	O.F. - 111.7B	Enlace Sarroqueta			P.S.	P.S.1	Tablero losa "in situ"postensada	41	9	369	-
1-3	4C	O.F. - 109.7C	Río La Noguera de Tor	109+645	109+840	Viaducto tipo 2	2B	Vigas artesa prefabricadas - 5 vanos (5x32)	190	11	2.090	8
1-3	4C	O.F. - 110.4C	Enlace L-500	110+395	110+412	Puente tipo 0	0C	Vigas "doble T" prefabricadas - 1 vano (1x30)	17,5	11	192,5	8
1-3	4C	O.F. - 110.5C	Enlace L-500	110+435	110+450	Puente tipo 0	0C	Vigas "doble T" prefabricadas - 1 vano (1x30)	15	11	165	8

Alternativa	Tramo/s	Designación	Identificador geográfico	Pk inicial	Pk final	Tipo	Subtipo	Características viaducto tipo	Long. total(m)	Ancho tabl. (m)	Sup. Tabl. (m2)	Altura máx.(m)
1-3	4C	O.F. - 111.7C	Enlace Sarroqueta			P.S.	P.S.1	Tablero losa "in situ"postensada	41	9	369	-
1-3	4C	O.F. - 113.9C	Río La Noguera Ribagorzana	N-260	N-260	Viaducto tipo 2	2B	Vigas artesa prefabricadas - 5 vanos (5x32)	190	11	2.090	15
1-2	5B	O.F. - 115.6B	Enlace Vilaller sur	115+605	115+650	Puente tipo 0	0C	Vigas "doble T" prefabricadas - 1 vano (1x30)	45	11	495	8
1-2	5B	O.F.- 115.9B	Río La Noguera Ribagorzana	115+825	116+030	Viaducto tipo 2	2B	Vigas artesa prefabricadas - 5 vanos (5x32)	205	10	2.050	25
1-2	5B	O.F.-116.4B	Carretera Vilaller - Montanuy			P.S.	P.S.1	Tablero losa "in situ"postensada	17	8	136	-
1-2	5B	O.F.- 117.6B	Río La Noguera Ribagorzana	117+510	119+900	Viaducto tipo 3	3C	Vigas artesa prefabricadas - 12 vanos (12x30)	390	10	3.900	12
1-2	5B	O.F.-118.0B	Enlace Vilaller Norte			Viaducto tipo 1	1C	Vigas "doble T" prefabricadas - 3 vanos (3x30)	87	11	957	-
3	5C	TÚNEL 117.3C	Vilaller	117+210	117+475	Túnel	1	Sistemas de excavación y sostenimiento convencionales.	265			
3	5C	O.F.-117.5C	Camino Vilaller - Barranco Casós			P.S.	P.S.1	Tablero losa "in situ"postensada	20	8	160	-
2	6B	O.F.- 120.7B	Río La Noguera Ribagorzana	120+625	120+725	Viaducto tipo 1	1C	Vigas "doble T" prefabricadas - 3 vanos (3x30)	100	11	1.100	5
1-3	6C	O.F.-120.6C	Río La Noguera Ribagorzana	120+560	120+695	Viaducto tipo 2	2B	Vigas artesa prefabricadas - 5 vanos (5x32)	135	10	1.350	14
1-3	6C	O.F.-121.6C	Río La Noguera Ribagorzana	121+570	121+695	Viaducto tipo 2	2A	Tablero con losa in situ aligerada postesada. 5 vanos	125	10	1.250	12
2-3	7B	O.F.- 125.3B	Río de Llauset	125+245	125+320	Viaducto tipo 1	1C	Vigas "doble T" prefabricadas - 3 vanos (3x30)	75	13,50	1.012,5	27
2-3	7B	O.F.- 125.8B	Conducción central de Senet	125+820	125+830	Puente tipo 0	0C	Vigas "doble T" prefabricadas - 1 vano (1x30)	10	11	110	-
2-3	7B	TÚNEL 125.9B	La Creueta - Aneto	125+885	126+400	Túnel	1	Sistemas de excavación y sostenimiento convencionales.	515			-
1	7C	O.F. - 124.2C	Río La Noguera Ribagorzana	124+170	124+485	Viaducto tipo 3	3C	Vigas artesa prefabricadas - 12 vanos (12x30)	315	10	3.150	20
1	7C	O.F.- 125.3C	Río de Llauset	125+260	125+285	Puente tipo 0	0C	Vigas "doble T" prefabricadas - 1 vano (1x30)	25	10	250	-
1	7C	O.F.- 125.6C	Central de Senet	125+585	126+040	Viaducto tipo 3	3C	Vigas artesa prefabricadas - 12 vanos (12x30)	455	10	4.550	50
1	7C	TÚNEL 126.1C	La Creueta - Aneto	126+075	126+395	Túnel	1	Sistemas de excavación y sostenimiento convencionales.	320			-

Alternativa	Tramo/s	Designación	Identificador geográfico	Pk inicial	Pk final	Tipo	Subtipo	Características viaducto tipo	Long. total(m)	Ancho tabl. (m)	Sup. Tabl. (m2)	Altura máx.(m)
1-2-3	8A	O.F.- 132.2A	Barranco de Salenques	132+140	132+320	Viaducto tipo 2	2B	Vigas artesa prefabricadas - 5 vanos (5x32)	180	10	1.800	14

Tabla 28: Relación de estructuras y túneles propuestas en el presente Estudio Informativo

Con el objetivo de simplificar el análisis comparativo de alternativas todas las estructuras se han agrupado en seis familias. Son las siguientes:

- ⇒ Puentes de menos de 50 m de longitud
- ⇒ Viaductos de entre 50 y 100 m de luz total
- ⇒ Viaductos entre 100 y 250 m de luz total
- ⇒ Viaductos entre 250 y 500 m de luz total
- ⇒ Viaductos de más de 500 m de luz total

Para cada una de las familias se han analizado distintas tipologías estructurales posibles, y en cada caso se ha escogido la más ventajosa desde los puntos de vista económico, constructivo y estético. En el anejo número 14, "Tipología estructural y túneles", se detalla este proceso.

Finalmente las tipologías seleccionadas son:

Puentes de menos de 50 m:

Tableros de vigas doble T prefabricadas, un vano. Coste unitario: 1.057,39 €/m².

Viaductos tipo 1 (luz total hasta 100 m):

Tablero de vigas doble T prefabricadas, tres vanos.

Coste unitario: 871,25 €/m².

Viaductos tipo 2 (luz total entre 100 y 250 m):

Tablero de vigas artesa prefabricadas. Coste unitario: 745,45 €/m².

Viaductos tipo 3 (luz total entre 250 y 500 m):

Tablero de vigas artesa prefabricadas. Coste unitario: 634,67 €/m².

Viaductos tipo 4 (luz total superior a 500 m):

Tablero de vigas artesa prefabricadas. Coste unitario: 628,57 €/m².

Respecto a los viaductos a la vista del resumen de las valoraciones de las estructuras se observa que, en general, las propuestas prefabricadas resultan más económicas que las que se deberían ejecutar in situ.

Respecto a los túneles, en el presente estudio se ha previsto la ejecución de trece túneles. A partir de las estaciones geomecánicas y de los trabajos de campo y de laboratorio efectuados se ha estimado el sostenimiento que deberá aplicarse a los túneles previstos en el presente estudio, tal como se detalla en el Anejo 13.

En cuanto a las instalaciones, el equipo mínimo necesario para los túneles objeto de estudio deberá contener todos los elementos que el RD 635/2006 de 26 de Mayo sobre los requisitos mínimos de seguridad en los túneles de Carreteras del Estado estipula en cada caso.

Cabe destacar que gran parte de los túneles proyectados disponen de una longitud superior a los 500 m, y por tanto se ven obligados a disponer de iluminación permanente y de emergencia, ventilación, galerías de evacuación cada 400 metros, etc. No obstante, hay 5 túneles de longitud comprendida entre 200 y 500 m, los cuales tienen menos instalaciones.

9 EXPROPIACIONES Y REPOSICIONES DE SERVICIOS

9.1 Expropiaciones

En el presente Estudio Informativo se ha previsto una estimación del coste de las expropiaciones a realizar para la ejecución de la nueva carretera.

Para ello se han caracterizado los terrenos afectados en función de su calificación urbanística y del uso del suelo. Estos datos han sido obtenidos a partir de la información facilitada por los Ayuntamientos afectados, de información publicada por el *Institut Cartogràfic de Catalunya* y a partir de visitas de campo.

Para la determinación de las superficies de expropiación se ha considerado como límite una paralela a 3 m del límite de la explanación, medidos en perpendicular al eje de la traza. En el caso de los viaductos y muros se considera como límite de la explanación la proyección vertical sobre el terreno de los límites de las estructuras.

Los suelos afectados están calificados desde el punto de vista urbanístico como “urbanos”, “urbanizables” y “no urbanizables”, de acuerdo con el planeamiento vigente.

En cuanto a los usos del suelo se han diferenciado siete categorías: bosque, prado, zonas agrícolas, aguas continentales, vegetación arbustiva, espacios con poca vegetación y edificaciones.

Para la valoración económica se han aplicado a las categorías de suelo mencionadas precios aplicados por los autores del Estudio en obras desarrolladas en terrenos similares de la provincia de Lleida en los últimos años.

Los precios unitarios considerados son:

Prado:	2,70 €/m ²
Bosque:	1,50 €/m ²
Zonas agrícolas:	4,00 €/m ²
Aguas continentales:	0,00 €/m ²
Vegetación arbustiva:	1,00 €/m ²
Espacios con poca vegetación:	1,00 €/m ²
Suelo urbano:	45,0 €/m ²
Edificaciones:	300 €/m ²

Las superficies de expropiación, así como su valoración, para cada una de las tres alternativas, se muestran en las tablas siguientes:

ALTERNATIVA 1															
USOS DEL SUELO	PRECIO UNITARIO [€/m ²]	T.M. Sopeira		T.M. Bonansa		T.M. El Pont de Suert		T.M. Vilaller		T.M. Montanuy		T.M. Vielha e Mijaran		TOTAL POR USO DEL SUELO	
		Sup. [m ²]	Coste [€]	Sup. [m ²]	Coste [€]	Sup. [m ²]	Coste [€]	Sup. [m ²]	Coste [€]	Sup. [m ²]	Coste [€]	Sup. [m ²]	Coste [€]	Sup. [m ²]	Coste [€]
Bosque	1,50		0,00	23.258,39	34.887,58	29.178,55	43.767,83	13.060,84	19.591,26	70.090,68	105.136,01	10.569,95	15.854,92	146.158,41	219.237,61
Prado	2,70	15.069,84	40.688,56	11.196,35	30.230,15	2.462,27	6.648,13		0,00	32.489,39	87.721,35		0,00	61.217,84	165.288,18
Zonas agrícolas	4,00	69.031,87	276.127,49		0,00	61.505,86	246.023,44	68.052,04	272.208,16		0,00		0,00	198.589,77	794.359,09
Aguas continent.	0,00	13.380,46	0,00	4.875,43	0,00		0,00		0,00	14.730,97	0,00		0,00	32.986,86	0,00
Veg. arbustiva	1,00	2.316,51	2.316,51		0,00	342.770,90	342.770,90	74.996,75	74.996,75	160.391,23	160.391,23		0,00	580.475,39	580.475,39
Espacios poca veg.	1,00		0,00		0,00	3.782,69	3.782,69		0,00		0,00	2.650,71	2.650,71	6.433,40	6.433,40
Suelo urbano	45,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	0,00	0,00
TOTAL POR MUNICIPIO		99.798,68	319.132,56	39.330,17	65.117,73	439.700,27	642.992,98	156.109,63	366.796,17	277.702,26	353.248,59	13.220,66	18.505,63	1.025.861,67	1.765.793,66

Tabla 29: Superficies y valoraciones de las expropiaciones pertenecientes a la alternativa 1.

ALTERNATIVA 2															
USOS DEL SUELO	PRECIO UNITARIO [€/m ²]	T.M. Sopeira		T.M. Bonansa		T.M. El Pont de Suert		T.M. Vilaller		T.M. Montanuy		T.M. Vielha e Mijaran		TOTAL POR USO DEL SUELO	
		Sup. [m ²]	Coste [€]	Sup. [m ²]	Coste [€]	Sup. [m ²]	Coste [€]	Sup. [m ²]	Coste [€]	Sup. [m ²]	Coste [€]	Sup. [m ²]	Coste [€]	Sup. [m ²]	Coste [€]
Bosque	1,50	10.722,36	16.083,54	22.112,21	33.168,32	4.127,40	6.191,10	13.060,84	19.591,26	107.780,36	161.670,53	10.569,95	15.854,92	168.373,12	252.559,68
Prado	2,70	37.218,26	100.489,32	4.991,73	13.477,67	299,35	808,24		0,00	24.881,22	67.179,30		0,00	67.390,56	181.954,52
Zonas agrícolas	4,00	68.211,44	272.845,75		0,00	104.650,92	418.603,67	68.052,04	272.208,16		0,00		0,00	240.914,39	963.657,57
Aguas cont.	0,00	19.389,65	0,00	6.907,65	0,00	209,96	0,00		0,00	14.730,97	0,00		0,00	41.238,23	0,00
Veg. arbustiva	1,00	17.110,44	17.110,44		0,00	312.740,78	312.740,78	74.996,75	74.996,75	165.281,40	165.281,40		0,00	570.129,36	570.129,36
Espacios poca veg.	1,00		0,00		0,00	4.438,97	4.438,97		0,00		0,00	2.650,71	2.650,71	7.089,68	7.089,68
Suelo urbano	45,00		0,00		0,00		0,00		0,00	928,66	41.789,72		0,00	928,66	41.789,72
TOTAL POR MUNICIPIO		152.652,15	406.529,04	34.011,59	46.645,99	426.467,38	742.782,75	156.109,63	366.796,17	313.602,60	435.920,96	13.220,66	18.505,63	1.096.064,01	2.017.180,55

Tabla 30: Superficies y valoraciones de las expropiaciones pertenecientes a la alternativa 2.

ALTERNATIVA 3															
USOS DEL SUELO	PRECIO UNITARIO [€/m ²]	T.M. Sopeira		T.M. Bonansa		T.M. El Pont de Suert		T.M. Vilaller		T.M. Montanuy		T.M. Vielha e Mijaran		TOTAL POR USO DEL SUELO	
		Sup. [m ²]	Coste [€]	Sup. [m ²]	Coste [€]	Sup. [m ²]	Coste [€]	Sup. [m ²]	Coste [€]	Sup. [m ²]	Coste [€]	Sup. [m ²]	Coste [€]	Sup. [m ²]	Coste [€]
Bosque	1,50		0,00	23.258,39	34.887,58	29.178,55	43.767,83	5.283,90	7.925,85	108.551,61	162.827,42	10.569,72	15.854,58	176.842,17	265.263,25
Prado	2,70	15.069,84	40.688,56	11.196,35	30.230,15	2.462,27	6.648,13		0,00	24.405,52	65.894,90		0,00	53.133,98	143.461,73
Zonas agrícolas	4,00	69.031,87	276.127,49		0,00	61.505,86	246.023,44	15.601,36	62.405,44		0,00		0,00	146.139,09	584.556,37
Aguas cont.	0,00	13.380,46	0,00	4.875,43	0,00		0,00		0,00	14.813,91	0,00		0,00	33.069,80	0,00
Veg. arbustiva	1,00	2.316,51	2.316,51		0,00	342.770,90	342.770,90	112.529,99	112.529,99	169.673,96	169.673,96		0,00	627.291,36	627.291,36
Espacios poca veg.	1,00		0,00		0,00	3.782,69	3.782,69		0,00		0,00	2.650,71	2.650,71	6.433,40	6.433,40
Suelo urbano	45,00		0,00		0,00		0,00		0,00	1.359,61	61.182,45		0,00	1.359,61	61.182,45
TOTAL POR MUNICIPIO		99.798,68	319.132,56	39.330,17	65.117,73	439.700,27	642.992,98	133.415,25	182.861,28	318.804,61	459.578,73	13.220,43	18.505,29	1.044.269,41	1.688.188,57

Tabla 31: Superficies y valoraciones de las expropiaciones pertenecientes a la alternativa 3.

Según los resultados de las tablas anteriores, para la alternativa 1 el coste de expropiaciones se estima de **1.765.793,66 €**, para la alternativa 2 de **2.017.180,55 €** y para la alternativa 3 de **1.688.188,57 €**.

9.2 Reposición de Servicios Afectados

De acuerdo con el Pliego de Prescripciones y con el objetivo de realizar una correcta estimación de la valoración de las obras proyectadas, es necesario realizar un inventario de todos los servicios existentes en la zona, ya sean públicos, privados, municipales o de compañías.

El inventario ha sido realizado a partir de información facilitada por los Ayuntamientos y las compañías de servicios, comprobada y ampliada en diversas visitas de campo.

Una vez plasmada toda la información recopilada en los planos del área de estudio y representados los trazados de las distintas alternativas se han identificado los servicios afectados y se han propuesto y valorado variantes de los mismos para mantener todas las líneas en servicio.

Las compañías afectadas son Telefónica, FECSA-ENDESA, GAS NATURAL y Red Eléctrica de España. Dentro del anejo de Expropiaciones y Reposiciones se adjunta una tabla resumen de las diferentes afecciones a servicios existentes. En esa tabla también se indican las descripciones de las reposiciones contempladas para cada una de las afecciones.

Los precios unitarios previstos para las distintas afecciones son los siguientes:

CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO (€)
Reposición en aéreo de línea eléctrica de alta tensión (≥ 110 kV)	m	420
Acondicionamiento de amarres. Cruce bajo línea eléctrica de alta tensión (≥ 110 kV)	ud	30.000
Acondicionamiento de amarres. Cruce bajo línea eléctrica de media tensión (≥ 11 kV)	ud	12.000
Reposición en aéreo de línea eléctrica de media tensión (11 kV a 25 kV)	m	80
Reposición soterrada de línea eléctrica de media tensión (11 kV a 25 kV)	m	135
Reposición en aéreo de línea eléctrica de baja tensión	m	60
Reposición soterrada de línea eléctrica de baja tensión	m	105
Reposición en aéreo de línea telefónica	m	28

CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO (€)
Reposición soterrada de línea telefónica	m	95
Losa de hormigón armado para protección de servicios	m	220
Camisa o tubo de hormigón armado	m	900
Partida para acondicionamiento de instalaciones en accesos a túnel de Viella	ud	30.000
Protección de tubería de gas con medias cañas y respiraderos	m	850

Tabla 32: Precios unitarios para las diferentes afecciones previstas en el presente Estudio Informativo.

Aplicando los precios unitarios a las mediciones estimadas se obtiene la valoración de cada alternativa. Las valoraciones obtenidas se resumen a continuación:

TRAMO	PEM (€)	PBL (€)
1A	682.000	838.860
1B	937.400	1.153.002
2A	201.400	247.722
2B	93.000	114.390
3A	793.560	976.079
3B	627.560	771.899
4B	441.695	543.285
4C	456.995	562.104
5B	65.650	80.750
5C	74.100	91.143
6B	467.640	575.197
6C	730.640	898.687
7B	1.088.690	1.339.089
7C	402.540	495.124
8A	366.700	451.041

Tabla 33: Valoración de las afecciones para cada tramo del Estudio Informativo.

	PEM (€)	PBL (€)
ALTERNATIVA 1: 1a+2a+3a+4c+5b+6c+7c+8a	3.699.485	4.550.367
ALTERNATIVA 2: 1b+2b+3b+4b+5b+6b+7b+8a	4.088.335	5.028.652
ALTERNATIVA 3: 1a+2a+3a+4c+5c+6c+7b+8a	4.394.085	5.404.725

Tabla 34: Valoración de las afecciones para cada alternativa del Estudio Informativo.

10 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

10.1 Consideraciones generales

El Estudio de Impacto Ambiental (en adelante EIA) que acompaña al presente Estudio Informativo, cumplirá con las consideraciones establecidas por la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental y la Ley 9/2018, de 5 de diciembre, que modifica la anterior.

El EIA, como documento integrante de la Fase B del Estudio Informativo, se ha desarrollado de forma simultánea y coordinada con el citado estudio, precediéndolo en determinados casos para aportar información ambiental relevante, en determinados momentos de la redacción del proyecto.

En la primera fase, que correspondió con la Fase A del Estudio Informativo, se realizó una caracterización zonal del corredor contemplando tanto los aspectos medioambientales como los estrictamente físicos, culturales y territoriales. Este trabajo permitió identificar ciertas zonas del corredor en las que la afección causada por el nuevo trazado era más compatible.

En una segunda fase, correspondiente a la Fase B del Estudio Informativo de la que forma parte este documento, los estudios ambientales se han centrado en aportar la información ambiental necesaria para definir los trazados y proponer las medidas necesarias para la mitigación y minimización de los impactos previstos.

El objetivo general del Estudio de Impacto Ambiental es la valoración y prevención de los impactos ambientales que puede originar en el medio la ejecución del acondicionamiento de la carretera N-230, entre los núcleos de Sopeira y Viella (en las provincias de Huesca y Lérida). Esta evaluación comprende la valoración de los efectos que comporta la actuación sobre la fauna, la vegetación, la geología, el suelo, los cursos de agua, el aire, el clima y el paisaje, entre otros. El estudio incorpora también la valoración de la incidencia que el proyecto provoca sobre los elementos del patrimonio histórico, las relaciones sociales y las condiciones de bienestar público (el ruido y las vibraciones) y la de cualquier otra incidencia ambiental derivada de su ejecución.

A su vez, el presente Estudio de Impacto Ambiental incluye un análisis de alternativas técnicamente viables, que tiene como finalidad seleccionar el trazado más conveniente desde el punto de vista ambiental. Cabe señalar que todas las alternativas que se analizan transcurren a través de un mismo corredor que se distribuye de sur a norte, en paralelo al curso del río Noguera Ribagorzana. En este sentido, cabe indicar que como criterio general, se ha priorizado, en la medida de lo posible, el aprovechamiento de la calzada actual para minimizar las fragmentaciones del territorio.

10.2 Estructura y contenido del Estudio de Impacto Ambiental

Así pues, la estructura del Estudio de Impacto Ambiental es la siguiente:

- Antecedentes, Objetivo, Legislación aplicable y Descripción del proyecto.
- Inventario Ambiental.
- Identificación y evaluación de impactos.
- Medidas preventivas, correctoras y compensatorias.
- Medidas presupuestadas en el Estudio de Impacto Ambiental.
- Adaptaciones del proyecto a las respuestas obtenidas en el proceso de información pública.
- Análisis de las alternativas de trazado. Valoración ambiental.
- Programa de Vigilancia Ambiental.
- Documento de síntesis.

El contenido de cada uno de los apartados del EIA se detalla en los siguientes apartados.

10.2.1 Antecedentes, objetivos, legislación aplicable y descripción del proyecto

En este conjunto de apartados se realiza la introducción al EIA, estableciendo la finalidad del mismo e identificando la legislación sectorial básica que resultará de aplicación en el ámbito de estudio. Asimismo, se describen brevemente las principales características de las alternativas objeto de estudio, con la finalidad de estructurar la posterior identificación de impactos y valoración de alternativas.

10.2.2 Inventario Ambiental

Se trata de un apartado que incluye todos los trabajos de caracterización ambiental y territorial realizados en el marco del Estudio de Impacto Ambiental a partir de los cuales se identifican los principales condicionantes situados en el entorno de la intervención, diferenciando entre condicionantes físicos, bióticos, sociales y culturales. Este capítulo concluye con la elaboración de un mapa de sensibilidad ambiental que aglutina la información obtenida en el inventario en base a su especial interés estableciendo hasta cuatro categorías de zonas sensibles, desde las muy altas hasta las bajas.

Del Inventario Ambiental se deduce que el ámbito de estudio, entre el municipio de Sopeira (en la provincia de Huesca) hasta la boca sur del túnel de Viella (en la provincia de Lérida), consiste en una zona de alta montaña donde se interceptan desniveles considerables que se salvan mediante la proyección de varios túneles y viaductos. El área de estudio, de unos 40 km de longitud aproximada, además de tener un relieve muy accidentado, se caracteriza por la presencia de varios núcleos urbanos con una baja densidad de población.

Geológicamente, el ámbito de estudio queda incluido dentro de la macroestructura de la cordillera pirenaica, en la que se encuentran relieves de gran pendiente, con cotas superiores a los 2.000 metros. Se observa la formación de valles en forma de V, cuyo resultado es el efecto de la erosión fluvial, y de pequeñas vaguadas en forma de U, como resultado de la erosión glacial. En contraposición con estos escarpados relieves, se abre paso el valle del río Noguera Ribagorzana, responsable de la mayor parte de las depresiones fluviales del ámbito. Los materiales presentes son mesozoicos y paleozoicos, aunque también pueden encontrarse algunos depósitos más modernos, correspondientes al cuaternario.

Entre los riesgos geológicos estudiados en el entorno del proyecto, destacan los deslizamientos y desprendimientos por la inestabilidad de taludes y nuevas superficies generadas, el riesgo sísmico entre las localidades de Aneto y Senet, el riesgo de inundaciones y aludes (especialmente en la parte más septentrional), y los fenómenos de karstificación en el entorno de la localidad de Sopeira.

El corredor avanza encajado a lo largo del valle del río Noguera Ribagorzana, que constituye un afluente del río Segre cuyo nacimiento se encuentra en el macizo pirenaico de la Maladeta. Además de este, cabe destacar la presencia de los ríos Noguera de Tor y del río Llauset y de numerosos barrancos que conducen las aguas desde las vertientes montañosas al Noguera

Ribagorzana entre los que se encuentran el Barranco de Aulet, el de les Casetes, el de Riupedrós, el de Aneto y el de Besiberri, entre otros. También destaca la presencia de dos embalses, el de Escales y el de Baserca, con una capacidad de 152 y 22 hm³ respectivamente, cuya finalidad es la producción de energía hidroeléctrica.

Respecto a la hidrología subterránea, todos los acuíferos presentes en el ámbito de estudio pertenecen a la Cuenca Hidrográfica del Ebro, identificándose las siguientes unidades hidrogeológicas:

- Unidad hidrogeológica U.H. 3.01. Alto Ésera – Valle de Arán.
- Unidad hidrogeológica U.H. 3.02. Cotiella – Turbón.
- Unidad hidrogeológica U.H. 3.03. Tremp – Isona.

En cuanto al medio biótico, a lo largo del corredor se desarrollan varias cubiertas vegetales, identificándose diversas tipologías de vegetación forestal, matorrales, pastizales, turberas, vegetación de gleras y roquedos, así como cultivos o prados de siega. Este diverso mosaico de cubiertas permite el establecimiento de varias especies vegetales y animales protegidas, muchas de las cuales emplean los ríos con agua permanente como corredores biológicos. Entre las especies de fauna protegidas es destacable la presencia del quebrantahuesos y de la nutria, ambas protegidas por sendos planes de conservación y recuperación. Entre la fauna más sensible de la zona cabe destacar diversas especies de avifauna de alta sensibilidad como el alimoche, el águila real, el halcón peregrino, el buitre leonado, además del quebrantahuesos, identificándose un total de 25 sectores de nidificación utilizados por diversas especies y 1 dormitorio de cormorán cercanos al ámbito de las obras. Finalmente, cabe destacar la presencia de *Borderea chouardii*, especie en catalogada “en peligro de extinción” por el Decreto 49/1995 de 28 de marzo, y el Decreto 166/2010 de 7 de septiembre del Gobierno de Aragón, y que constituye un endemismo muy restringido en la sierra prepirenaica de Sopeira, siendo esta su única área de distribución.

En relación a los espacios protegidos, en el ámbito de estudio se identifican las siguientes figuras de protección. Entre los espacios incluidos en la Red Natura 2000 dentro del ámbito de estudio, de sur a norte se encuentran:

- Valle Alto de Serradell – Sierra de Sant Gervàs (ES5130012), cualificado como LIC y ZEPA.
- Congosto de Sopeira (ES2410026), cualificado como LIC.

- El Turbón y Sierra de Sis, (ES0000281), cualificado como ZEPA.
- La Faiada de Malpas y Cambatiri, (ES5130024), cualificado como LIC y ZEPA.
- Aigüestortes, (ES0000022), cualificado como LIC y ZEPA.
- Posets – Maladeta, (ES0000149), cualificado como LIC y ZEPA.

Entre los espacios protegidos a nivel estatal, la única figura se sitúa a una distancia de más de 1 km de la zona de obras, tratándose del Parque Nacional de Aigüestortes y Estany de Sant Maurici. A nivel autonómico, en la comunidad de Aragón, se encuentra el Parque Natural de Posets – Maladeta, así como su área de influencia socioeconómica, que ocupa una gran porción de territorio, distribuyéndose a lo largo del trazado por el término municipal de Montanuy. En la comunidad de Cataluña, se localizan diversos espacios pertenecientes al Plan de Espacios de Interés Natural como son el Valle Alto de Serradell – Terreta – Sierra de Sant Gervàs, La Faiada de Malpàs, Aigüestortes, Gelada y Cabecera de la Noguera Ribagorzana.

Cabe indicar que muchos de estos espacios forman parte del ámbito de Áreas de Importancia para las Aves (IBA) identificadas por la Sociedad Española de Ornitología (SEO-BirdLife), tratándose de la IBA nº 131, Sierra de Sant Gervàs; la IBA nº 129, Turbón – Estés – Sis; la IBA nº130, San Mauricio – Bohí – Beret; y la IBA nº 128, Posets – Maladeta.

En el área de estudio también se identifican numerosos Hábitats de Interés Comunitario, siendo cinco (5) de ellos de carácter prioritario, mientras que las veintinueve (29) tipologías restantes están catalogadas como no prioritarias.

Entre las demás figuras de interés identificadas, cabe destacar el humedal de la Cola del Pantano de Escalles (Código 0121700). También se encuentran dos puntos de interés geológico (Sección de Sopeira y Panorámica del cabalgamiento de Bono) así como diversas zonas de interés geológico como son los Depósitos glaciares de Sant Mamés en Vilaller, las Minas de Cierco, el Alud de derrubios de Senet, el Valle glacial de Molières (que incluye el Salto de Molières y el complejo morrénico del Hospital de Viella), las Ofitas de Aulet, el yacimiento de Aneto y el Parque Natural Posets-Maladeta.

Asimismo, indicar que entre los planes de conservación de especies de fauna que tienen relación con el ámbito de territorio estudiado destacan el Plan de Recuperación del Quebrantahuesos (que abarca todo el área de estudio); el Plan de Conservación y Reintroducción de la Nutria en Cataluña; los proyectos LIFE destinados a la conservación del

Quebrantahuesos y del Oso pardo en el Parque Nacional de Aigüestortes y Estany de Sant Maurici; así como planes de conservación de diversas especies a nivel autonómico como el buitre común, el alimoche, el aguilucho cenizo, el águila-azor perdicera, el halcón peregrino, el lagópodo alpino, el urogallo, el mochuelo boreal, el peto negro, el sisón y la ganga ortega.

A nivel territorial, el paisaje del ámbito de estudio ha sido transformado por la influencia de la actividad agraria, los núcleos rurales dispersos, los cursos de agua y las infraestructuras humanas, dando lugar a la aparición de seis unidades paisajísticas (pastizales de alta montaña y turberas, masas forestales en las laderas de montaña, matorrales y vegetación de zonas rocosas, valle del río Noguera Ribagorzana y vegetación de ribera, cultivos y prados de siega y, finalmente, núcleos urbanos y áreas denudadas).

Los núcleos urbanos más importantes son El Pont de Suert y Vilaller, que actualmente están sometidos a niveles de ruido originados principalmente por la propia N-230, en la que se produce una carga importante de tráfico pesado.

A nivel de planeamiento urbanístico, el sector está cualificado por la planificación local mayoritariamente como suelo no urbanizable, identificándose también zonas urbanas y urbanizables en los núcleos de población y algún polígono minoritario clasificado como suelo industrial.

Por último, a nivel de patrimonio cultural, se han identificado en el ámbito de estudio un total de veinte (20) yacimientos arqueológicos, veintidós (22) elementos de patrimonio arquitectónico, dos (2) Bienes Culturales de Interés Nacional, tres (3) Zonas de Expectativa Arqueológica, ocho (8) edificaciones no catalogadas pero que forman parte de la arquitectura tradicional del entorno, cuatro (4) estructuras viarias y una (1) Estructura hidráulica. Asimismo, el sector cuenta con la presencia de diversas vías pecuarias inventariadas y otras rutas y sendas de interés cultural y social.

10.2.3 Identificación y evaluación de impactos

A partir de los vectores ambientales identificados en el Inventario Ambiental, se analizan las afecciones que suponen la ejecución de cada alternativa de trazado, así como su magnitud. Se han identificado los impactos que pueden producirse en Fase de proyecto y planeamiento, en Fase de Obras y en Fase de Explotación, así como también se han realizado las evaluaciones de los impactos sobre el medio terrestre, el medio hídrico, el medio atmosférico,

el ruido, la vegetación, la fauna, las alteraciones paisajísticas, los efectos sobre los usos del suelo, el medio humano y el patrimonio cultural, entre otros. Esta evaluación se ha llevado a cabo de forma cuantitativa y cualitativa, caracterizando los impactos según establece el Reglamento por signo, complejidad, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, efecto y periodicidad, y los resultados de la misma se han incorporado al análisis multicriterio incluido en el Estudio Informativo. Asimismo, en este apartado se incluye un capítulo en el que se comentan las observaciones recibidas durante el período de consultas.

Entre los impactos identificados en este apartado del proyecto destaca el asociado a la necesidad de espacios de vertedero para las tres alternativas propuestas, aunque resulta más impactante en este sentido la opción 3. También relacionado con los impactos sobre la geología, cabe resaltar el que se produce como consecuencia de los cambios morfológicos en el territorio, caracterizado como severo en todos los casos debido a la necesidad de creación de nuevas superficies. Este hecho asociado a la complicada orografía del terreno, que obliga a encajar el trazado propuesto en zonas muy accidentadas, provoca la aparición de desmontes y terraplenes que en algunos casos pueden adoptar alturas considerables, de hasta 20 m.

En relación con el medio biótico, se producen impactos sobre las cubiertas vegetales, siendo las comunidades mayormente afectadas, la vegetación arbustiva y/o herbácea y los bosques y masas forestales. En cuanto a las superficies mínimas a desbrozar, se observa que no existen grandes diferencias entre las opciones de trazado planteadas. A nivel particular, destaca que la Alternativa 3, es la que provoca una menor afección sobre las cubiertas vegetales, especialmente de bosques y masas forestales y vegetación de ribera.

El HIC más afectado por el paso de cualquiera de las alternativas es el no prioritario de los **Prados pobres de siega de baja altitud** (código 6510), interceptado en unos 250.000 m² en los dos casos, siendo la Alternativa 2 la que genera una ocupación ligeramente mayor. Le siguen los **Brezales húmedos atlánticos de zonas templadas de *Erica ciliaris* y *Erica tetralix*** (código 4020*), considerados un HIC prioritario, e interceptados en 17.363 m² por las dos opciones de trazado.

En cuanto a la fauna destaca la presencia varias especies de rapaces que establecen sus plataformas nidificantes en las zonas rocosas y escarpadas. Los nidificantes identificados en el área de estudio que pueden verse afectados por el proyecto son mayoritariamente sedentarios, a excepción del alimoche, que se trata de una especie migradora. Se trata de Quebrantahuesos (*Gypaetus barbatus*), Alimoche (*Neophron percnopterus*), Halcón peregrino

(*Falco peregrinus*), Águila real (*Aquila chrysaetos*) y Buitre leonado (*Gyps fulvus*). Estas especies se distribuyen en las siguientes áreas a lo largo del corredor: Área de Sopeira, Área de Escalles-Malpàs, Área de El Pont de Suert y Área de Ginaste-Bono. Una vez realizado un detallado análisis de los efectos que puede generar la obra sobre estos sectores se concluye que el nuevo trazado es beneficioso para la mayor parte de los sectores de nidificación localizados entre Sopeira y El Pont de Suert debido a que se prevé la incorporación de varios tramos de túnel, que evitarán los efectos acústicos y de visibilidad desde las plataformas de anidamiento existentes. Desde El Pont de Suert hasta la boca sur del Túnel de Viella, se han detectado tres áreas de nidificación en las que se estima un aumento del nivel de afección respecto a la situación actual, mientras que en algún otro se mantiene un nivel de afección elevado, independientemente de la alternativa que se ejecute. En todos los casos, el incremento de impacto es debido a la aproximación del eje proyectado al área crítica de los sectores de nidificación identificados. No obstante, conviene indicar que, en algún caso, se produce también una mejora respecto a la situación actual, lo que se valora como un efecto positivo.

A nivel territorial, el acondicionamiento de la carretera acarreará consecuencias a nivel paisajístico, algunas de las cuales serán especialmente relevantes durante la fase de explotación de la carretera debido a la generación de nuevos viaductos y de nuevos taludes necesarios para salvar los desniveles orográficos del ámbito. Asimismo, conviene indicar que el hecho de aprovechar la calzada actual, especialmente en el sector del fondo del valle de El Pont de Suert hasta Bono y en el sector final del trazado (desde Aneto hasta fin de proyecto), minimiza las alteraciones paisajísticas del entorno.

La ejecución de las obras comportará un aumento de los niveles de ruido y polvo en las viviendas situadas en las inmediaciones de la N-230, aunque una vez finalizadas las obras mejorará tanto la calidad acústica como atmosférica de los núcleos rurales al desplazarse el tráfico por fuera de los mismos. Según el estudio acústico realizado en fase de funcionamiento solamente se han identificado una serie de receptores donde se sobrepasan los niveles acústicos permitidos. Éstos son:

- Edificio "Quadra de Marquet", TM El Pont de Suert (Alternativas 1, 2 y 3)
- Casa aislada Km. 124,9 actual N-230, TM El Pont de Suert (Alternativa 1, 2 y 3)
- Casa aislada Km. 126,5 actual N-230, TM El Pont de Suert (Alternativa 1, 2 y 3)
- Restaurant "Les Bordes", TM El Pont de Suert (Alternativa 1 y 2)
- Casa "Les Bordes", TM El Pont de Suert (Alternativa 1 y 2)

- Restaurant "Ribagorza", TM El Pont de Suert-Vilaller (Alternativa 1 y 2)
- Casa en Bono, TM Montanuy (Alternativa 1)

En cuanto al planeamiento urbanístico territorial, ninguna de las alternativas planteadas afecta suelos urbanos o urbanizables puesto que todos los ejes circulan por suelos no urbanizables.

Por último, cabe destacar el impacto previsto en relación con el patrimonio cultural presente en el ámbito de estudio. Se ha identificado un yacimiento correspondiente al campamento romano de Tor que se verá afectado directamente por las obras en las tres alternativas. Asimismo, existen dos elementos más que se sitúan muy cercanos a las obras sobre los que no se prevé su afección directa, tratándose de los yacimientos de Castell y Despoblat de Suert, Sant Pere de Montsiu (próximos a las tres alternativas), la Necrópolis y restos del monasterio de Sant Andreu de Barrabés (próximos a la Alternativa 3) y, finalmente, el yacimiento denominado Camino de la Vall d'Aran.

Respecto a los elementos de interés arquitectónico, se ha detectado un cierto riesgo por proximidad a las obras en seis casos: Despoblado de Aulet (solamente para la Alternativa 2), Ermita de San Mamés, Borda de Joaniquet, Viacrucis de Vilaller, Ermita de San Pedro de Bono y Borda Ramona de Estet. La Alternativa 1, además, supone la afección directa a dos edificaciones no catalogadas (una caseta y un hito). Finalmente, las tres soluciones implican la afección a cuatro estructuras viarias.

El apartado concluye con una matriz resumen de la valoración y caracterización de cada uno de los impactos previstos donde se obtiene una valoración global de las alternativas estudiadas. La valoración cualitativa se clasifica como Moderada - Severa en los tres casos.

ALTERNATIVA	VALORACIÓN CUANTITATIVA PONDERADA	VALORACIÓN CUALITATIVA
ALTERNATIVA 1	-270,03	MODERADO - SEVERO (SEGÚN VECTOR)
ALTERNATIVA 2	-276,59	MODERADO - SEVERO (SEGÚN VECTOR)
ALTERNATIVA 3	-268,82	MODERADO - SEVERO (SEGÚN VECTOR)

Tabla 35: Resultados matriz valoración de impactos

10.2.4 Medidas preventivas, correctoras y compensatorias

A partir de los resultados obtenidos en la identificación y caracterización de los impactos, se establecen una serie de medidas con el objeto de minimizar, corregir o compensar la incidencia de los efectos sobre el medio. El apartado finaliza con la inclusión de un matriz de impacto ambiental en la que se valora el grado de impacto residual resultante una vez aplicadas las medidas preventivas, correctoras y compensatorias establecidas en el apartado.

El Estudio de Impacto Ambiental especifica las características que deben presentar los emplazamientos seleccionados para la ubicación de las zonas de préstamo y vertederos de los que se extraerán materiales para la obra o en los que se destinarán los excedentes de tierras procedentes de la ejecución de la carretera. En este sentido, en el anejo de Procedencia de Materiales se han inventariado 2 depósitos controlados, 10 zonas de vertedero y 9 AEA "actividades extractivas abandonadas" para que, en conjunto, puedan asumir tal volumen de tierras. Se proponen bastantes zonas de vertedero, entre ellas posibles mejoras de fincas, teniendo en cuenta que las actividades extractivas abandonadas con mayor capacidad, como la de Roca de en Boruna, se encuentran bastante alejadas y son de difícil acceso. Se ha propuesto un tratamiento

Para minimizar el impacto asociado a los cambios morfológicos del territorio las únicas medidas aplicables consisten en afectar la mínima superficie durante la ejecución de las obras, y restaurar, cuando sea posible, los taludes, aplicando modelos de plantación que recreen las cubiertas situadas en el entorno de las obras. Esta medida también contribuirá a minimizar el impacto paisajístico generado por la infraestructura.

Se han identificado los torrentes y cursos de agua del ámbito así como las infraestructuras previstas para su intercepción, siendo éstas adecuadas y permitiendo la continuidad de los mismos.

Por otro lado, el impacto sobre las cubiertas vegetales podrá minimizarse siempre que se apliquen medidas de señalización y jalonamiento, se establezcan rutas para la circulación de la maquinaria, y se lleve a cabo la restauración de la cubierta vegetal mediante la revegetación de los taludes plantables y de las áreas afectadas por las ocupaciones temporales de las obras. Estas mismas medidas serán las aplicables en el caso del impacto sobre los espacios naturales y los hábitats de interés comunitario.

En cuanto a las afecciones sobre la fauna, se establece como medida preventiva básica la planificación de las obras atendiendo a los períodos críticos para la fauna del ámbito, que dependerá de la especie más sensible. Asimismo, también se establece como medida preventiva la realización de supervisiones del ámbito para detectar nidos, guaridas o madrigueras que pudieran quedar afectadas por las obras. Como medida correctora, en algunos casos se propone la instalación de dispositivos de ocultación visual en los sectores de nidificación donde no se consigue reducir el impacto.

El Estudio Informativo integra la previsión de pasos de fauna necesarios para asegurar la permeabilidad de la carretera, planteando pasos de uso específico para la fauna atendiendo al estudio faunístico realizado. Para garantizar la efectividad de estos pasos se prevé la instalación de un cierre perimetral, la realización de plantaciones de conducción, la construcción de plataformas laterales secas y el mantenimiento de la vegetación de ribera bajo los viaductos.

En fase de obras se establecerán las medidas preventivas necesarias para minimizar el impacto acústico y atmosférico sobre los núcleos rurales más próximos al ámbito de actuación, así como también se señalarán las rutas y accesos que queden afectados. En este caso, el Estudio Informativo prevé la continuidad de todos los caminos y accesos interceptados por el trazado de cualquiera de las alternativas.

En cuanto a los elementos que forman parte del patrimonio cultural, se establece como medida preventiva general el seguimiento arqueológico ocular por parte de un técnico especializado, del decapado y de los movimientos de tierra. En el caso del yacimiento del Campamento romano de Tor, directamente afectado por las obras, se establece la realización de una actuación arqueológica intensiva consistente en la apertura de zanjas antes del inicio de las obras en las zonas afectadas para comprobar la presencia o no de estructuras en el subsuelo. Así mismo, en el estudio también se identifica la afección sobre el yacimiento "Necrópolis y restos del monasterio de Sant Andreu de Barrabés" según la localización del catálogo del POUM de Vilaller. Aunque según el estudio arqueológico dicha delimitación se considera incorrecta, se propone que durante el seguimiento arqueológico de la ejecución de las obras se intensifiquen los trabajos para confirmar o descartar la existencia de restos en esta zona.

En el caso de detectarse restos se llevará a cabo una excavación en extensión, atendiendo a la legislación vigente. Para los yacimientos que se sitúan próximos al trazado, se propone intensificar el seguimiento arqueológico de cualquier afección al subsuelo y, en el caso que se detectaran restos, proceder según indiquen las administraciones competentes. En el caso de

los elementos de interés arquitectónico o edificaciones no catalogadas que se sitúan en las proximidades de las obras, se propone la delimitación mediante balizas o vallas para la protección de los elementos. Por último, ante las afecciones a edificaciones o estructuras viarias identificadas se plantean trabajos de documentación y registro de los elementos.

10.2.5 Medidas presupuestadas en el Estudio de Impacto Ambiental

En el apartado se incluye la descripción de las medidas preventivas y correctoras propuestas en el marco del Estudio de Impacto Ambiental, así como su valoración económica.

A continuación se relacionan las medidas correctoras presupuestadas en el Estudio de Impacto Ambiental cuya ejecución es necesaria para asegurar un impacto compatible sobre el medio y cuya valoración deberá ser revisada y ajustada en la fase de Proyecto Constructivo.

a) Señalización de las obras. Consiste en el jalonamiento de todo el perímetro de las obras, así como de las zonas o elementos de especial interés más cercanos.

b) Medidas de restauración paisajística. Las medidas de integración paisajística en el ámbito y en el entorno de las obras estimadas en el presupuesto del Estudio de Impacto Ambiental, consisten básicamente en el tratamiento y en el extendido de tierra vegetal, así como en la aplicación de una serie de modelos de replantación adecuados a la vegetación preexistente en cada uno de los sectores en los que se interviene. La elección de las especies, así como la densidad de plantación, se han realizado teniendo en cuenta la cubierta vegetal existente en una franja de territorio más amplia que la del propio ámbito de ocupación, con el objetivo de dar continuidad y coherencia a la vegetación empleada en las restauraciones con las cubiertas del contexto. Asimismo, las especies seleccionadas son autóctonas, por lo que se adaptarán mejor a las condiciones ambientales del ámbito y tendrán mayores posibilidades de éxito que cualquier otra especie foránea. El diseño de los modelos de plantación se ha realizado teniendo en cuenta las características propias de cada una de las zonas a restaurar, lo que ha dado lugar a la definición de los siguientes tratamientos:

- Tratamientos para la recuperación de la cubierta vegetal preexistente y la restauración de taludes, como los modelos de plantación para formaciones boscosas en la zona Sur, la central y la Norte o el de formaciones arbustivas según la misma zonificación.

- Tratamientos de los tramos de carretera que queden en desuso, incluyendo de forma previa a las plantaciones, el piconado y la retirada de los restos de aglomerado.
- Tratamientos vegetales de las comunidades de ribera, como el modelo de plantación de formaciones boscosas de ribera que también se aplicará bajo los viaductos con presencia de este tipo de vegetación.
- Plantaciones de ocultación en cabeza de talud en aquellos sectores habitados con el fin de ocultar la carretera de los observadores potenciales.
- Restauración de enlaces y rotondas.

c) Adaptación de obras de drenaje y obras de fábrica como pasos de fauna. Dadas las características del ámbito y los efectos que puede tener la implantación de una nueva barrera en el territorio, se hace necesaria la previsión de una serie de pasos de fauna que aseguren la permeabilidad a lado y lado de la carretera. Dado que el Estudio Informativo ha incluido las modificaciones necesarias en cuanto a dimensiones para permitir que las obras de drenaje actúen como pasos de fauna, las medidas contempladas en el Estudio de Impacto Ambiental, pasan por acondicionar el interior y exterior de las obras de drenaje asegurando su correcta funcionalidad. Así, entre las actuaciones previstas se encuentran:

- La realización de plantaciones de conducción a ambos lados de las obras de drenaje.
- La construcción de franjas laterales secas en el interior de las obras, para asegurar el correcto paso de los vertebrados, y así permitir el paso mixto del agua y de la fauna.
- El cerramiento lateral de las calzadas alrededor de los cajones y viaductos adaptados como paso de fauna.

d) Barreras de retención de sedimentos. Para la retención de los sedimentos que incrementarían la turbidez del agua en las zonas de los viaductos, se contempla la construcción de barreras de retención temporales que deberán desmantelarse una vez finalizadas las obras, restituyendo el terreno ocupado a sus condiciones originales. Esta medida se ha propuesto básicamente, para los cruces del río Noguera Ribagorzana y Noguera de Tor, donde se prevé un caudal de arrastre elevado.

e) Controles previos a las obras de las comunidades de fauna en ambientes ribereños.

Dado que en el Inventario ambiental realizado en el marco del Estudio de Impacto

Ambiental se han identificado varias especies faunísticas de interés, se ha considerado la realización de campañas de reconocimiento de campo de forma previa al inicio de las obras, para detectar posibles nidos, madrigueras o refugios de las especies de mayor interés. Aunque se trata de una medida aplicable a la totalidad del ámbito de actuación, la medida se extenderá a lo largo de los ambientes fluviales, básicamente a lo largo del río Noguera Ribagorzana.

f) Balsas de tratamiento de las aguas de limpieza del túnel. En cuanto a los efluentes de los túneles, se valora la instalación de balsas de decantación provisional en la embocadura situada a menor cota, que permita la captación de las aguas y su posterior control y corrección del pH, antes de ser retornadas al sistema.

g) Instalación de protectores arbóreos y trasplante de individuos de interés. Se valora una partida alzada referente a la necesidad de instalación de protectores arbóreos en los elementos que no deberán verse afectados por las obras pero su proximidad a las mismas pone en peligro su integridad. Asimismo, se valorará la viabilidad de trasplante para los individuos de interés que resulten afectados directamente por las obras.

h) Medidas de protección acústica y atmosférica. Como la instalación de barreras acústicas o el refuerzo de aislamiento acústico de la fachada en los receptores sensibles definidos en el estudio acústico, así como los riegos para la reducción de la emisión de polvo durante las operaciones de movimientos de tierras y en los caminos más transitados.

i) Seguimiento del patrimonio cultural durante las obras. Se incluye una partida que hace referencia al seguimiento arqueológico durante los movimientos de tierras, así como también se valora la realización de zanjas arqueológicas de sondeo para el yacimiento afectado directamente y el control arqueológico intensivo de la retirada de sustrato vegetal en los dos yacimientos más cercanos y en las zonas de expectativa arqueológica. Asimismo, se contemplan los trabajos necesarios para la intervención arqueológica de delimitación, excavación y registro del camino empedrado afectado.

j) Programa de Vigilancia Ambiental de las obras. Por último se incorpora la partida de asistencia técnica ambiental para el seguimiento durante las obras.

10.2.6 Adaptaciones del proyecto a las respuestas obtenidas en el proceso de información pública

En el Estudio de Impacto Ambiental se han analizado tanto los antecedentes ambientales del proyecto como las respuestas obtenidas de las consultas efectuadas a diferentes organismos durante la elaboración del presente Estudio Informativo, valorando el grado de integración de las sugerencias y observaciones en las nuevas propuestas de trazado consideradas.

10.2.7 Análisis de las alternativas de trazado. Valoración ambiental

Aglutinando los resultados de la caracterización cualitativa y cuantitativa de los impactos, se lleva a cabo un análisis para determinar cuál de las alternativas planteadas es la menos impactante para el medio.

El análisis ambiental se ha centrado en los tramos que plantean variables de trazado, obviando los tramos comunes puesto que las repercusiones ambientales se desarrollan en la identificación y valoración de impactos. Las principales diferencias entre las dos propuestas se localizan en el primer sector, desde el inicio de proyecto hasta el núcleo urbano de El Pont de Suert (Tramos 1, 2 y 3). A partir de esta población se plantea un trazado único que circula, en la medida de lo posible por la carretera actual, planteando un nuevo eje con 2 tramos de diferentes alternativas a la altura de Vilaller para desplazar el tráfico fuera de esta población. También presenta alguna variación para el enlace de la N-260 dirección Huesca y una variación de alternativa en el municipio de Forcat. Un poco más adelante, a la altura de Bono hasta Senet (en Montanuy) se plantean nuevamente dos recorridos diferentes en el Tramo 7. A partir de aquí hasta el final del proyecto, se plantea un tramo único aprovechando el trazado de la carretera actual. Así, el análisis ambiental de alternativas se ha centrado en los tramos donde se proponen diferentes opciones, se ha efectuado un extracto de los efectos o impactos más destacables que generan sobre el medio, con el objeto de justificar la elección ambiental de una u otra opción.

El acondicionamiento y la adecuación de la carretera N-230 se justifica por la mejora de la red viaria, que contribuye al avance de comarcas que actualmente no disponen de vías adecuadas para los desplazamientos por la zona, a pesar de que los efectos en el medio físico y biótico son en algunos casos, considerables. En este sentido es especialmente remarcable el sector comprendido entre Sopeira y El Pont de Suert, donde el nivel de servicio de la carretera es

deficitario y peligroso, por lo que la Alternativa 0 no garantiza en ningún caso, un buen servicio y seguro para los usuarios.

En el primero de los sectores se considera que a efectos ambientales, el Tramo 1A es más favorable por los siguientes motivos:

- El 75% del trazado se proyecta en túnel, con lo que se reducen considerablemente los cambios morfológicos, las ocupaciones de suelos, la alteración de cubiertas vegetales y los efectos paisajísticos.
- Reduce las afecciones sobre la ZEPA El Turbón y Sierra de Sis.
- Evita cualquier tipo de afección sobre los elementos de interés cultural.

No obstante, el principal efecto negativo previsto para la opción 1A es el elevado volumen de tierras sobrantes, estimado en unos 659.387 m³. Otro de los efectos negativos es que se generan taludes de grandes dimensiones (desmontes y terraplenes).

Para el segundo y el tercer sector, resulta difícil establecer una opción como la más favorable puesto que se detectan valoraciones positivas en las dos opciones dependiendo del vector ambiental lo que dificulta la elección de un trazado u otro.

En el tramo 5 es complicado decantarse por una de las dos alternativas proyectadas (tramos 5B y 5C). Los tramos básicamente se diferencian por:

- Construcción de dos viaductos de 190 y 380 m en la opción 5B que rodea Vilaller por la vertiente occidental del río Noguera Ribagorzana.
- Tramo subterráneo de 250 m de túnel en la opción 5C a la altura de Vilaller. Se rodea el núcleo urbano por la vertiente oriental del río sin cruzarlo.
- Ocupación permanente de una mayor superficie de tierras de cultivo en el tramo 5B.
- La opción 5C aprovecha aproximadamente 1 km del antiguo trazado de la N-230 desde el nudo sur de Vilaller.

En ambos casos no se encuentran diferencias significativas respecto a impacto acústico ni a afectación a patrimonio cultural.

Los pasos de fauna en ambos casos están garantizados mínimamente bien por el espacio que dejan la construcción de los viaductos en la opción 5B o por el tramo subterráneo de carretera que deja una superficie de paso en el tramo 5C. Ninguno de los dos tiene afectación directa a zonas de nidificación ni a zonas de protección especial.

Ambas opciones son de condiciones similares y se podría reducir al impacto paisajístico en todos sus sentidos que generan las infraestructuras como los viaductos o los túneles. En este sentido, a nivel ambiental el Tramo 5C es ligeramente más favorable.

Finalmente, para el último de los tramos donde se proponen opciones, se considera que a nivel ambiental el Tramo 7B es ligeramente más favorable debido a los siguientes motivos:

- Genera un volumen de tierras sobrantes ligeramente inferior.
- Reduce las afecciones sobre la fauna puesto que reduce el riesgo de afección en los sectores de nidificación identificados en la zona.
- Minimiza los efectos derivados del aumento del nivel sonoro en los receptores puesto que no se superan los límites admisibles en ninguno de los receptores localizados en este tramo.
- Disminuye el riesgo de afección sobre los elementos de interés cultural como la Ermita de San Pedro de Bono puesto que se aleja del citado elemento y evita la afección a la cabañera localizada al sur de Bono.

No obstante, esta opción implica una mayor ocupación de terrenos, lo que se traduce en unos mayores efectos sobre el Parque Natural de Posets Maladeta y su área de influencia socioeconómica puesto que dichos terrenos se encuentran dentro de este espacio natural. En este sentido, resulta difícil también establecer una de las dos opciones puesto que la elección depende del vector ambiental que se considere.

Como conclusión, tras el análisis por tramos se deduce que, a excepción del Tramo 1, resulta difícil establecer una clara preferencia desde el punto de vista ambiental por una de las opciones planteadas. Además, teniendo en cuenta las ligeras diferencias identificadas en cada una de las soluciones analizadas, la elección de una u otra Alternativa depende del vector ambiental analizado, considerándose complicado establecer una preferencia por una de las tres soluciones.

10.2.8 Programa de Vigilancia Ambiental

El Programa de Vigilancia Ambiental, incluye las recomendaciones con respecto al desarrollo posterior de medidas en fases sucesivas del proyecto, así como durante su fase de explotación, por lo que está estructurado en dos fases. Su finalidad es comprobar que se llevan a cabo las medidas protectoras y correctoras contempladas en el Estudio de Impacto Ambiental y que se prevén medidas adicionales en caso de que las medidas del Estudio de Impacto Ambiental resulten insuficientes. El programa establece la periodicidad de los controles a realizar, así como los informes a emitir en cada fase del seguimiento.

10.2.9 Documento de síntesis

El documento, elaborado según las indicaciones de la normativa vigente, incluye un resumen de los principales aspectos del proyecto en cuanto al inventario ambiental, la identificación de impactos y la previsión de medidas correctoras.

11 VALORACIÓN Y ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DE LAS ALTERNATIVAS ESTUDIADAS

11.1 Valoración económica de las alternativas

El proceso de valoración de las distintas alternativas se ha efectuado a partir de la aplicación informática TCQ2000. En el programa se miden las distintas alternativas del presente Estudio Informativo (las cuales están divididas en 8 tramos).

El presupuesto se ha estructurado a partir de los siguientes capítulos:

- ⇒Capítulo 1: Movimiento de tierras.
- ⇒Capítulo 2: Drenaje.
- ⇒Capítulo 3: Firmes.
- ⇒Capítulo 4: Estructuras y muros.
- ⇒Capítulo 5: Túneles
- ⇒Capítulo 6: Señalización, balizamiento y defensas.
- ⇒Capítulo 7: Obras complementarias.
- ⇒Capítulo 8: Medidas correctoras medioambientales.

- Capítulo 9: Reposición de servicios afectados.
- Capítulo 10: Seguridad y salud.

Los presupuestos se presentan detallados dentro del anejo de Presupuesto y Análisis de Rentabilidad del presente Estudio Informativo. En él se adjuntan las mediciones, presupuestos parciales, cuadros de precios, resúmenes de presupuestos y presupuestos generales para cada una de las alternativas.

En los tramos sin túnel, esta numeración de capítulos se altera ligeramente pasando la numeración de los capítulos 6 - 10 a 5 – 9.

CAPÍTULOS	ALTERNATIVA 1								TOTAL PEM (€)
	1A	2A	3A	4C tramo 2+1	5B	6C	7C	8A	
MOVIMIENTO DE TIERRAS	463.477,86	990.584,73	521.677,74	1.362.128,54	762.858,08	755.945,94	462.712,82	1.151.485,39	6.470.871,10
DRENAJE	703.370,00	249.750,00	253.530,00	1.570.070,00	790.580,00	1.145.080,00	389.150,00	1.514.190,00	6.615.720,00
FIRMES	480.945,17	540.102,74	455.519,99	2.314.538,88	929.795,01	1.387.551,90	715.643,72	2.303.475,49	9.127.572,90
ESTRUCTURAS Y MUROS	4.247.913,04	6.353.697,10	2.826.915,90	5.695.628,79	5.467.107,24	2.295.424,00	5.653.695,05	1.827.069,20	34.367.450,32
TÚNELES	141.038.500,00	14.289.000,00	21.850.000,00				6.528.000,00		183.705.500,00
SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS	119.144,00	160.720,00	143.376,00	551.764,00	304.956,00	347.360,00	176.400,00	613.728,00	2.417.448,00
OBRAS COMPLEMENTARIAS	1.014.000,00	61.700,00	68.700,00	1.164.000,00	110.000,00	135.500,00	449.000,00	392.500,00	3.395.400,00
MEDIDAS CORRECTORAS MEDIO AMBIENTALES	392.463,64	317.011,60	244.834,51	730.210,50	323.229,05	330.350,54	277.252,53	459.938,15	3.075.290,52
REPOSICIÓN DE SERVICIOS AFECTADOS	682.000,00	201.400,00	793.560,00	456.995,00	65.650,00	730.640,00	402.540,00	366.700,00	3.699.485,00
SEGURIDAD Y SALUD	1.430.000,00	220.000,00	260.000,00	130.000,00	80.000,00	70.000,00	140.000,00	80.000,00	2.410.000,00
GESTIÓN DE RESIDUOS	450.000,00	70.000,00	80.000,00	40.000,00	30.000,00	20.000,00	50.000,00	30.000,00	770.000,00
TOTAL PEM (€)	151.021.813,71	23.453.966,17	27.498.114,14	14.015.335,71	8.864.175,38	7.217.852,38	15.244.394,12	8.739.086,23	256.054.737,84

Tabla 36: PEM alternativa 1 por capítulos y tramos

CAPÍTULOS	ALTERNATIVA 2								TOTAL PEM (€)
	1B	2B	3B	4B tramo 2+1	5B	6B	7B	8A	
MOVIMIENTO DE TIERRAS	1.381.450,79	471.983,86	992.131,13	1.294.454,95	762.858,08	898.286,58	929.999,77	1.151.485,39	7.882.650,55
DRENAJE	792.640,00	422.400,00	240.740,00	1.576.870,00	790.580,00	1.092.420,00	721.700,00	1.514.190,00	7.151.540,00
FIRMES	1.159.894,82	645.578,12	596.610,17	2.266.983,59	929.795,01	1.410.652,92	1.164.385,51	2.303.475,49	10.477.375,63
ESTRUCTURAS Y MUROS	10.344.622,15	2.528.753,30	2.704.079,35	4.137.638,29	5.467.107,24	1.062.346,60	2.855.573,73	1.827.069,20	30.927.189,86
TÚNELES	86.565.000,00	15.183.000,00	19.665.000,00				11.845.000,00		133.258.000,00
SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS	309.308,00	169.440,00	197.688,00	551.044,00	304.956,00	350.264,00	220.420,00	613.728,00	2.716.848,00
OBRAS COMPLEMENTARIAS	1.219.600,00	170.000,00	82.800,00	1.234.000,00	110.000,00	195.500,00	292.000,00	392.500,00	3.696.400,00
MEDIDAS CORRECTORAS MEDIO AMBIENTALES	613.894,94	252.600,38	283.957,91	714.339,07	323.229,05	327.146,53	311.653,47	459.938,15	3.286.759,50
REPOSICIÓN DE SERVICIOS AFECTADOS	937.400,00	93.000,00	627.560,00	441.695,00	65.650,00	467.640,00	1.088.690,00	366.700,00	4.088.335,00
SEGURIDAD Y SALUD	990.000,00	190.000,00	240.000,00	120.000,00	80.000,00	60.000,00	190.000,00	80.000,00	1.950.000,00
GESTIÓN DE RESIDUOS	310.000,00	60.000,00	80.000,00	40.000,00	30.000,00	20.000,00	60.000,00	30.000,00	630.000,00
TOTAL PEM (€)	104.623.810,70	20.186.755,66	25.710.566,56	12.377.024,90	8.864.175,38	5.884.256,63	19.679.422,48	8.739.086,23	206.065.098,54

Tabla 37: PEM alternativa 2 por capítulos y tramos

CAPÍTULOS	ALTERNATIVA 3								TOTAL PEM (€)
	1A	2A	3A	4C tramo 2+1	5C	6C	7B	8A	
MOVIMIENTO DE TIERRAS	463.477,86	990.584,73	521.677,74	1.362.128,54	984.014,21	755.945,94	929.999,77	1.151.485,39	7.159.314,18
DRENAJE	703.370,00	249.750,00	253.530,00	1.570.070,00	923.500,00	1.145.080,00	721.700,00	1.514.190,00	7.081.190,00
FIRMES	480.945,17	540.102,74	455.519,99	2.314.538,88	1.019.585,29	1.387.551,90	1.164.385,51	2.303.475,49	9.666.104,97
ESTRUCTURAS Y MUROS	4.247.913,04	6.353.697,10	2.826.915,90	5.695.628,79	125.326,40	2.295.424,00	2.855.573,73	1.827.069,20	26.227.548,16
TÚNELES	141.038.500,00	14.289.000,00	21.850.000,00		5.406.000,00		11.845.000,00		194.428.500,00
SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS	119.144,00	160.720,00	143.376,00	551.764,00	277.600,00	347.360,00	220.420,00	613.728,00	2.434.112,00
OBRAS COMPLEMENTARIAS	1.014.000,00	61.700,00	68.700,00	1.164.000,00	130.000,00	135.500,00	292.000,00	392.500,00	3.258.400,00
MEDIDAS CORRECTORAS MEDIO AMBIENTALES	392.463,64	317.011,60	244.834,51	730.210,50	324.465,66	330.350,54	311.653,47	459.938,15	3.110.928,07
REPOSICIÓN DE SERVICIOS AFECTADOS	682.000,00	201.400,00	793.560,00	456.995,00	74.100,00	730.640,00	1.088.690,00	366.700,00	4.394.085,00
SEGURIDAD Y SALUD	1.430.000,00	220.000,00	260.000,00	130.000,00	90.000,00	70.000,00	190.000,00	80.000,00	2.470.000,00
GESTIÓN DE RESIDUOS	450.000,00	70.000,00	80.000,00	40.000,00	30.000,00	20.000,00	60.000,00	30.000,00	780.000,00
TOTAL PEM (€)	151.021.813,71	23.453.966,17	27.498.114,14	14.015.335,71	9.384.591,56	7.217.852,38	19.679.422,48	8.739.086,23	261.010.182,38

Tabla 38: PEM alternativa 3 por capítulos y tramos

A los Presupuestos de Ejecución Material (PEM) obtenidos mediante TCQ2000, se les aplica el 13 % de Gastos Generales, el 6 % de Beneficio Industrial y el 21 % de IVA, para así obtener el Presupuesto Base de Licitación (PBL). El Presupuesto para Conocimiento de la Administración (PCA) se determina añadiendo al Presupuesto Base de Licitación, el valor de las Expropiaciones más un 1,5% del Presupuesto de Ejecución Material para trabajos de conservación o enriquecimiento del Patrimonio Histórico Español.

A modo de resumen, a continuación se adjunta una tabla en la que se indican los presupuestos de Ejecución Material (PEM), Base de Licitación (PBL) y para Conocimiento de la Administración (PCA):

	Alternativa 1 [€]	Alternativa 2 [€]	Alternativa 3 [€]
Presupuesto de Ejecución Material (PEM)	256.054.737,84 €	206.065.098,54 €	261.010.182,38 €
Beneficio industrial (6% del PEM)	15.363.284,27 €	12.363.905,91 €	15.660.610,94 €
Gastos generales (13% del PEM)	33.287.115,92 €	26.788.462,81 €	33.931.323,71 €
SUBTOTAL	304.705.138,03 €	245.217.467,26 €	310.602.117,03 €
IVA (21%)	63.988.078,99 €	51.495.668,12 €	65.226.444,58 €
Presupuesto Base de Licitación (PBL)	368.693.217,02 €	296.713.135,38 €	375.828.561,61 €
Expropiaciones	1.765.793,66 €	2.017.180,55 €	1.688.188,57 €
1,5% del PEM para trabajos de conservación y enriquecimiento del Patrimonio Artístico Español	3.840.821,07 €	3.090.976,48 €	3.915.152,74 €
Presupuesto para Conocimiento de la Administración (PCA)	374.299.831,75 €	301.821.292,41 €	381.431.902,92 €

Tabla 39: Presupuestos estimados para cada alternativa.

Los resultados mostrados en la Tabla 39 indican lo siguiente:

Alternativa 1

El Presupuesto Base de Licitación asciende a **TRESCIENTOS SESENTA Y OCHO MILLONES SEISCIENTOS NOVENTA Y TRES MIL DOSCIENTOS DIECISIETE EUROS CON DOS CÉNTIMOS (368.693.217,02 €)**.

El Presupuesto para Conocimiento de la Administración asciende a **TRESCIENTOS SETENTA Y CUATRO MILLONES DOSCIENTOS NOVENTA Y NUEVE MIL OCHOCIENTOS TREINTA Y UN EUROS CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS (374.299.831,75 €)**.

Alternativa 2

El Presupuesto Base de Licitación asciende a **DOSCIENTOS NOVENTA Y SEIS MILLONES SETECIENTOS TRECE MIL CIENTO TREINTA Y CINCO EUROS CON TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS (296.713.135,38€)**.

El Presupuesto para Conocimiento de la Administración asciende a **TRESCIENTOS Y UN MILLONES OCHOCIENTOS VEINTIUN MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y DOS EUROS CON CUARENTA Y UN CÉNTIMOS (301.821.292,41 €)**.

Alternativa 3

El Presupuesto Base de Licitación asciende a **TRESCIENTOS SETENTA Y CINCO MILLONES OCHOCIENTOS VEINTIOCHO MIL QUINIENTOS SESENTA Y UN EUROS CON SESENTA Y UN CÉNTIMOS (375.828.561,61 €)**.

El Presupuesto para Conocimiento de la Administración asciende a **TRESCIENTOS OCHENTA Y UN MILLONES CUATROCIENTOS TREINTA Y UN MIL NOVECIENTOS DOS EUROS CON NOVENTA Y DOS CENTIMOS (381.431.902,92 €)**.

Finalmente, comentar que los precios aplicados a estructuras se encuentran suficientemente justificados y ajustados para el tipo de obra que se estudia, tanto por su situación geográfica como por su previsible complejidad en cuanto a ejecución y accesos.

11.2 Rentabilidad de las alternativas estudiadas

En el presente Estudio Informativo se ha realizado un estudio de rentabilidad de las alternativas de trazado propuestas partiendo de la magnitud de sus Presupuestos de Ejecución Material (PEM).

La metodología que se ha usado para realizar el análisis de rentabilidad se basa en lo especificado en la Nota de Servicio 3/2014 sobre “Prescripciones y Recomendaciones Técnicas relativas a los contenidos mínimos a incluir en los Estudios de Rentabilidad de los Estudios Informativos o Anteproyectos de la Subdirección General de Estudios y Proyectos”. En ella se establecen los contenidos mínimos que deben tenerse en cuenta en la redacción de estudios de rentabilidad. El proceso detallado del análisis de rentabilidad efectuado se encuentra dentro del anejo de Presupuesto y Análisis de Rentabilidad.

11.2.1 Indicadores de rentabilidad

Para establecer una comparativa entre las distintas alternativas se han determinado los siguientes indicadores económicos:

1. **Valor Actualizado Neto (VAN_s)**, que consiste en descontar los flujos de caja hasta un periodo común de referencia (t=0). En la evaluación económica (social) de la inversión se tomará la tasa de descuento social, que representa el coste de oportunidad de los recursos utilizados en la nueva infraestructura.

$$VAN_s = \sum_{t=0}^T \frac{\Delta BS_t}{(1+i)^t}$$

donde:

VAN_s = Valor actual Neto social.

ΔBS_t = Cambio en el beneficio social para el año t.

i = tasa de descuento social (1,506% para el presente caso).

2. **Tasa Interna de Retorno (TIR_s)**, corresponde a la tasa de descuento que iguala a 0 el VAN_s.
3. **Relación Beneficio – Coste (B/C_s)**, se define como el cociente de los beneficios y los costes descontados al año de referencia aplicando la tasa de descuento social.

11.2.2 Criterios de selección

Para que una alternativa sea rentable se deben cumplir simultáneamente los tres criterios siguientes:

- ⇒ VAN_s > 0
- ⇒ TIR_s > tasa social (0,862%)
- ⇒ B/C > 1

Se debe decir que estas tres condiciones son análogas entre sí, y que siempre van a verificarse (o no verificarse) de forma simultánea.

11.2.3 Resultados obtenidos

Los valores de los indicadores de rentabilidad obtenidos para las alternativas se resumen en la tabla siguiente

Indicador económico	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
Valor actualizado neto (VAN _s)	178.299.261,24 €	181.528.419,13 €	169.813.187,31 €
Tasa interna de retorno (TIR _s)	3,04%	3,58%	2,91%
Relación Beneficio-Coste (B/C _s)	1,63	1,80	1,59

Indicador económico	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
Periodo de recuperación de la inversión (PRI) [años]	34	31	35

Tabla 40: Indicadores de rentabilidad económica para las alternativas estudiadas.

Los valores mostrados en la tabla anterior demuestran que todas las alternativas del presente Estudio Informativo cumplen los criterios exigidos a los indicadores económicos resultantes, por lo que las tres alternativas se consideran rentables económicamente en el periodo de análisis.

La alternativa 2 es la alternativa que requiere menor inversión inicial en comparación con las otras alternativas, mientras que las alternativas 1 y 3 son las que generan más beneficios debido, principalmente, a sus menores tiempos de recorrido. Los mejores valores de tasa interna de retorno, relación beneficio / coste y periodo de recuperación de la inversión se obtienen en la alternativa 2.

Los resultados del estudio de rentabilidad económica, por tanto, recomiendan elegir la alternativa 2, si bien se considera que las diferencias entre los resultados obtenidos no son especialmente sustanciales entre las distintas alternativas.

12 RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS DE LAS ALTERNATIVAS

Una vez se han dado a conocer las características y las valoraciones económicas de las alternativas en estudio, en la tabla siguiente se resumen los datos más destacables de las mismas:

ALTERNATIVAS	Longitud [m]	Longitud en túnel [m]	Longitud en viaducto [m]	V.A.N.	T.I.R.	P.E.M.	P.B.L.
Alternativa 1	39.205,76	7.745 19,75% del total	3.044 7,76% del total	178.299.261,24 €	3,04 %	256.054.737,84 €	368.693.217,02 €
Alternativa 2	40.204,82	5.700 14,18% del total	2.865 7,13% del total	181.528.419,13 €	3,58 %	206.065.098,54 €	296.713.135,38 €
Alternativa 3	39.237,06	7.690 19,60% del total	2.257 5,75% del total	169.813.187,31 €	2,91 %	261.010.182,38 €	375.828.561,61 €

Tabla 41: Datos más destacados de las alternativas estudiadas.

13 SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS. ANÁLISIS MULTICRITERIO

13.1 Introducción

En una actuación de infraestructura territorial, como la carretera del presente Estudio Informativo, los objetivos que se persiguen son varios y heterogéneos y el grado de satisfacción que alcanza cada alternativa con respecto a estos objetivos es evidentemente distinto. Con este planteamiento la elección de la alternativa más conveniente casi nunca será un proceso evidente.

El denominado ANÁLISIS MULTICRITERIO es un conjunto de técnicas de evaluación de proyectos que permiten contribuir a fundamentar una selección en el caso de tener que ponderar objetivos múltiples. El mismo nos permitirá seleccionar una alternativa que sea técnica, social, ambiental y administrativamente viable.

Para la realización del proceso de análisis multicriterio se cumplimentan los siguientes aspectos:

- a) Definición de objetivos perseguidos con la actuación y que las distintas alternativas satisfarán en mayor o menor grado. En este caso se han definido cuatro objetivos: ambiental, económico, territorial y funcional.
- b) Dada la generalidad que expresan los objetivos perseguidos, y con el fin de objetivar al máximo la evaluación del grado de cumplimiento de los mismos por parte de las distintas alternativas, se deben establecer para cada objetivo indicadores de evaluación (por ejemplo un indicador de evaluación para analizar el grado de cumplimiento del objetivo económico será el coste de la inversión).
- c) Según la formulación propuesta en apartados posteriores se evalúa el efecto de cada alternativa sobre cada indicador. Estos indicadores deben escalar dicho efecto sobre una escala predefinida, y que será homogénea para todos los criterios de evaluación. Dicha escala será, en el presente caso, de 0 a 1, y para el ejemplo del PEM, el indicador debe conseguir que las alternativas con un PEM bajo (beneficioso para el objetivo económico perseguido) tomen evaluaciones cercanas a 1, y que las que

tengan un PEM alto (perjudiciales para el objetivo económico) tomen evaluaciones cercanas a 0.

- d) Con los indicadores anteriores obtenidos para cada una de las alternativas se obtendrá la matriz de valoración de alternativas en la que se expresa para cada alternativa la evaluación de cada objetivo, según la escala homogénea comentada anteriormente.
- e) Asignación de pesos o coeficientes de ponderación a cada objetivo, en función de su grado de aporte a la consecución del mismo.
- f) Aplicación de uno o varios métodos de análisis multicriterio (Pattern, Electre, Promethee...) en orden a seleccionar una o dos alternativas.

13.2 Descripción de la metodología

13.2.1 Descripción de objetivos

Como se ha comentado anteriormente, el primer paso debe ser el establecimiento de los objetivos que se pretenden alcanzar, y que vienen determinados, para el caso de una infraestructura pública como la contemplada, por las distintas expectativas o exigencias que la sociedad se plantea ante una inversión de este tipo.

Estos objetivos, para una carretera, pueden concretarse en los cuatro siguientes:

Objetivo ambiental

La Sociedad espera que la actuación que se realice provoque el mínimo impacto sobre el medio.

Objetivo económico

La Sociedad espera que la actuación que se realice posea la mayor rentabilidad económica.

Objetivo territorial

La Sociedad espera que la actuación que se realice actúe de forma óptima sobre la ordenación del territorio en que se encuadra.

Objetivo funcional

La Sociedad espera que la actuación que se realice sea la que ofrezca el mejor servicio al usuario de la carretera.

13.2.2 Determinación de indicadores

Como puede apreciarse, desde la generalidad de los objetivos perseguidos se hace necesaria la selección de unos indicadores que permitan evaluar el grado de cumplimiento de los mismos.

Estos indicadores deben ser representativos del objetivo perseguido, pero a la vez lo más concretos posible. Además, deben ser independientes, y evitar la redundancia. Es deseable además, que sean fácilmente aplicables (operacionales).

La selección de los indicadores de evaluación constituye el punto más importante de todo este proceso, ya que caracterizará a las distintas alternativas, y conseguirán destacar las diferencias reales entre ellas en orden al cumplimiento de los objetivos establecidos.

13.2.3 Definición de indicadores

Una vez seleccionados los indicadores, se trata de establecer una metodología para evaluar el cumplimiento de cada alternativa con respecto a cada indicador. Dicha evaluación debe ser homogénea sobre una escala de 0 a 1.

Las distintas variables contempladas en los indicadores podrán ser cuantificables. En cualquier caso los indicadores expresarán el grado de satisfacción en la escala antes comentada, bien mediante funciones numéricas de transformación (caso de variables cuantificables), bien calificación (buena, mala, regular, alta, baja, etc.) y tabla de transformación posterior.

Este proceso, y su justificación, se realizan con detalle en el anejo de Análisis Multicriterio del presente Estudio Informativo.

13.2.4 Ponderación

Debe ponderarse el grado de participación de cada indicador en la consecución del objetivo definido mediante la asignación de un peso. Asimismo debe ponderarse el mayor o menor interés o expectativa social respecto a los distintos objetivos perseguidos.

Dado que en principio en esta asignación de pesos es donde más interviene la subjetividad del evaluador, se hace necesario un estudio de sensibilidad que recoja cómo varía la valoración y

selección de alternativas al variar el peso de los objetivos y asegurar la robustez de la elección.

Dichos análisis serán más necesarios cuanto más subjetiva o más cuestionable sea la ponderación establecida.

13.2.5 Matriz de valoración de alternativas

Con los indicadores descritos, y por aplicación para cada una de las alternativas se obtendrá la matriz de valoración de alternativas, y con los pesos establecidos anteriormente tendremos lo siguiente:

Objetivo	Ambiental	Económico	Territorial	Funcional
Pesos	P_1	P_2	P_3	P_4
Alternativa 1	a_{11}	a_{12}	a_{13}	a_{14}
.
.
.
Alternativa n	a_{n1}	a_{n2}	a_{n3}	a_{n4}

donde:

P_i = pesos asignados a cada objetivo.

A_{ij} = Valor del indicador del aspecto j para la alternativa i.

13.2.6 Metodología empleada

A partir de la matriz estamos en disposición de utilizar alguno de los diferentes métodos de análisis multicriterio que se encuentran en la bibliografía especializada (Electre, Pattern, Promethee, Qualiflex, Orestes...).

13.3 Resultados del análisis multicriterio. Comparación cuantitativa

Para el análisis multicriterio del presente Estudio Informativo, se ha seleccionado el método Pattern, para así realizar una comparación cuantitativa de las alternativas.

El punto de partida para este y otros métodos, es la matriz de valoración de alternativas, la cual se adjunta en la tabla siguiente:

Alternativa	Indicadores			
	Obj. Ambiental	Obj. Económico	Obj. Territorial	Obj. Funcional
1	0,432	0,272	0,604	0,701
2	0,411	0,361	0,629	0,655
3	0,436	0,264	0,606	0,708

Tabla 42: Matriz de valoración de alternativas para el presente Estudio Informativo.

en donde se muestran, para cada una de las alternativas estudiadas, los distintos valores de los indicadores para cada objetivo establecido. El proceso de obtención de los indicadores se detalla en el anejo de Análisis Multicriterio del presente Estudio Informativo.

A partir de aquí se deberá obtener el índice de pertinencia para cada alternativa, siendo éste el resultado de la sumatoria de los diferentes productos entre los indicadores de cada objetivo por su peso asignado. La condición que exige el método de Pattern es que la suma de los pesos sea igual a 1.

El hecho de asignar una combinación previa y única a los diferentes pesos implica que el proceso adquiera un importante grado de subjetividad. Con el fin de evitar la citada subjetividad se llevará a cabo una combinación de pesos a asignar a cada uno de los objetivos, para realizar un análisis de sensibilidad con variaciones amplias a cada uno de ellos.

En la combinación de pesos se considera que, para cada objetivo, los pesos pueden adoptar un valor entre 0 y 1 redondeado hasta el primer decimal. Es decir, que para cada objetivo un peso puede adoptar 11 valores diferentes: peso 0,0; peso 0,1; peso 0,2; peso 0,3; peso 0,4; peso 0,5; peso 0,6; peso 0,7; peso 0,8; peso 0,9 y peso 1,0.

El máximo número de combinaciones diferentes de pesos es de 286. Se calculará el índice de pertinencia de cada alternativa en cada una de las diferentes combinaciones de pesos. Finalmente, se considerará como la alternativa más idónea la que más veces haya sido seleccionada o, dicho de otra forma, la que más veces haya obtenido el índice de pertinencia más elevado.

Aplicando las distintas combinaciones de pesos a los indicadores obtenidos para cada objetivo en el presente Estudio Informativo, se obtienen los siguientes resultados:

Alternativa	Indicadores				Nº veces seleccionada	Porcentaje
	Obj. Ambiental	Obj. Económico	Obj. Territorial	Obj. Funcional		
1	0,432	0,272	0,604	0,701	0	0,0%
2	0,411	0,361	0,629	0,655	173	60,5%
3	0,436	0,264	0,606	0,708	113	39,5%

Tabla 43: Resultados de la combinación de la aplicación del método Pattern mediante combinación de pesos.

A partir de los resultados de la Tabla 43, se observa que la alternativa 2 es la que más veces es seleccionada en los diferentes análisis multicriterio realizados según todas las posibles combinaciones de pesos. Este resultado demuestra que, cuantitativamente hablando, la alternativa 2 es la que se estima más conveniente.

Los resultados de los índices de pertinencia calculados para cada una de las combinaciones de pesos se adjuntan en el apéndice 1 del presente anejo.

Los resultados del análisis comparativo cuantitativo se basan, fundamentalmente, en los aspectos que se describen a continuación, los cuales representan una comparación cualitativa entre las alternativas estudiadas:

Aspectos ambientales

En cuanto a los criterios ambientales, desarrollados ampliamente en el Estudio de Impacto Ambiental, se concluye que aplicando los criterios de objetividad en el análisis de alternativas se considera que no existen diferencias muy significativas en la valoración ambiental global comparativa entre las distintas soluciones de trazado planteadas, atendiendo a que, en función del parámetro ambiental estudiado, los impactos atribuibles a una solución, según el vector, son prácticamente proporcionales a los de las demás alternativas para otro vector. No obstante, según la valoración cuantitativa, los resultados obtenidos apuntarían hacia la Alternativa 3 al presentar una valoración de impacto ligeramente más óptima. Asimismo, cualitativamente, se valora que todas las Alternativas producirán un impacto ambiental moderado o moderado/severo para la mayor parte de los vectores analizados.

Aspectos económicos

En términos económicos se debe comentar que, según los resultados del análisis de rentabilidad, todas las alternativas tienen un TIR muy similar, de valores comprendidos entre el

2, 9 % y el 3,6 % siendo éstos más de tres veces superiores a la tasa de actualización de referencia, que es del 0,862%. Los indicadores de cuantía de inversión son más favorables para la alternativa 2 por tener un coste de ejecución por kilómetro inferior al de las otras dos, principalmente porque tiene una longitud de túneles inferior a las otras dos alternativas a lo largo de su trazado.

En comparación, la alternativa 2 es sensiblemente mejor en el aspecto económico que las alternativas restantes. Esto se debe a que el valor presupuestario de la alternativa 2 es sensiblemente más económico que el que se obtiene para las otras alternativas.

Aspectos territoriales

Debido a que la ubicación y el número de enlaces son muy similares en las distintas alternativas, además de su permeabilidad, no existen diferencias perceptibles entre ellas en lo referente a los aspectos territoriales.

Aspectos funcionales

En lo referente al aspecto funcional, la alternativa 3 es la que presenta unos mejores resultados. Estos son debidos, principalmente, a que la misma se ha diseñado con unos parámetros de trazado más generosos, presenta una mayor seguridad vial y una menor afección al usuario.

14 ALTERNATIVA SELECCIONADA

Las alternativas estudiadas son 3: la alternativa 1, la alternativa 2 y la alternativa 3. Las 2 primeras se sometieron al trámite de información pública en la primera mitad de 2018 y la alternativa 3 es consecuencia de las alegaciones recibidas y del informe emitido al efecto.

Por esta razón se ha decidido compararlas de manera homogénea y someter el resultado a un nuevo trámite de información pública.

Como resultado del análisis multicriterio desarrollado en el Anejo 18 del presente Estudio (ver resultados de la Tabla 43 presente Memoria), y en base a la rentabilidad de las alternativas desarrollada en el Anejo 16 (ver resultados de la Tabla 40 de la presente Memoria), las alternativas 2 y 3 son las que presentan los mejores resultados, si bien con ventaja para la

primera de ellas, que es la que más veces ha sido seleccionada en el análisis multicriterio según todas las posible combinaciones de pesos (173 frente a 113 veces la alternativa 3).

No obstante lo anterior, es de esperar que la alternativa 3 logre un grado de aceptación del territorio muy superior a las demás. Por esta razón, y por ser superior también en los aspectos ambientales y funcionales, **se propone como alternativa óptima en este estudio informativo la denominada Alternativa 3**

15 CONCLUSIÓN

Con todo lo expuesto en la presente Memoria y en sus Anejos, así como en el resto de documentos que integran el Estudio Informativo, se cree suficientemente justificado y redactado de acuerdo a la normativa vigente, y se eleva a la consideración de la Superioridad.

Barcelona, octubre de 2022

LOS INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO

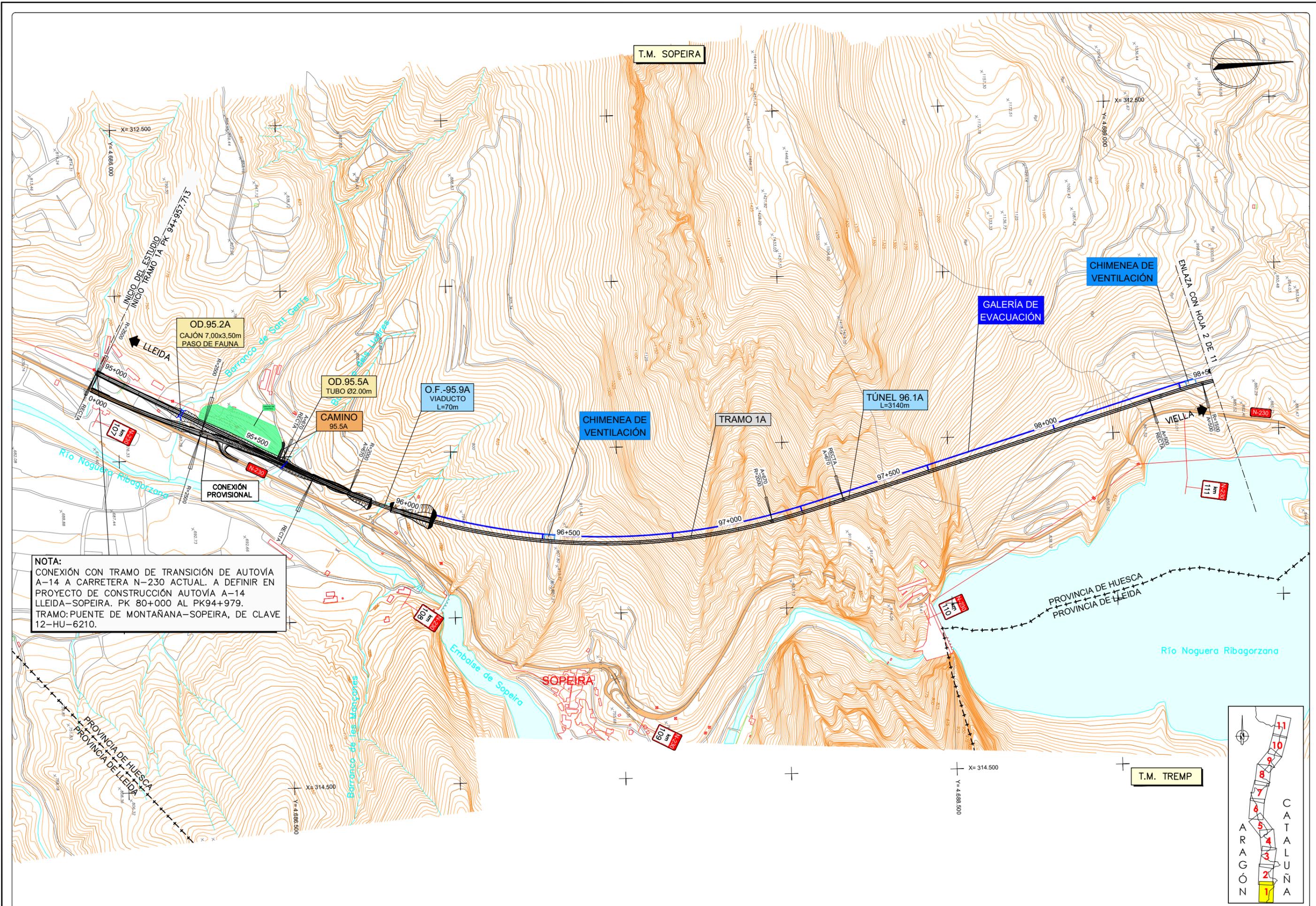
Fdo.: Josep Secanell Nadales
META ENGINEERING, S.A.

Fdo.: Esther Mas Lorente
META ENGINEERING, S.A.

EL INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Juan Antonio Romero Lacasa

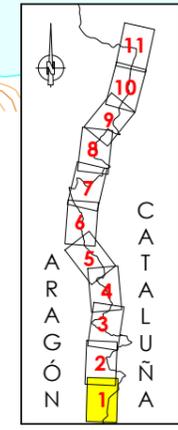
Apéndice 1:
Planos de la alternativa seleccionada

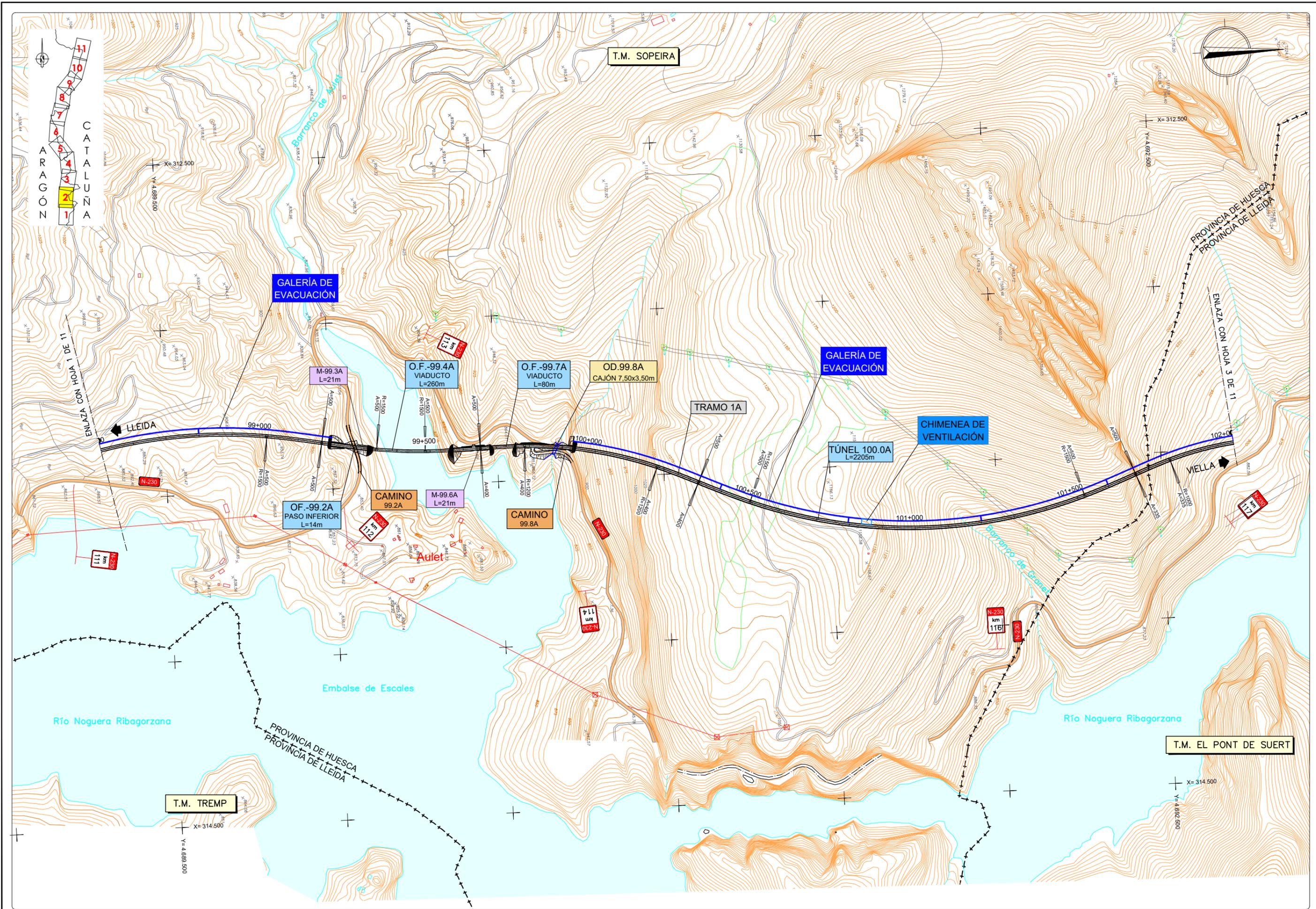


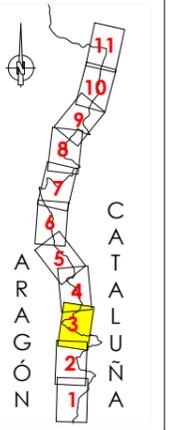
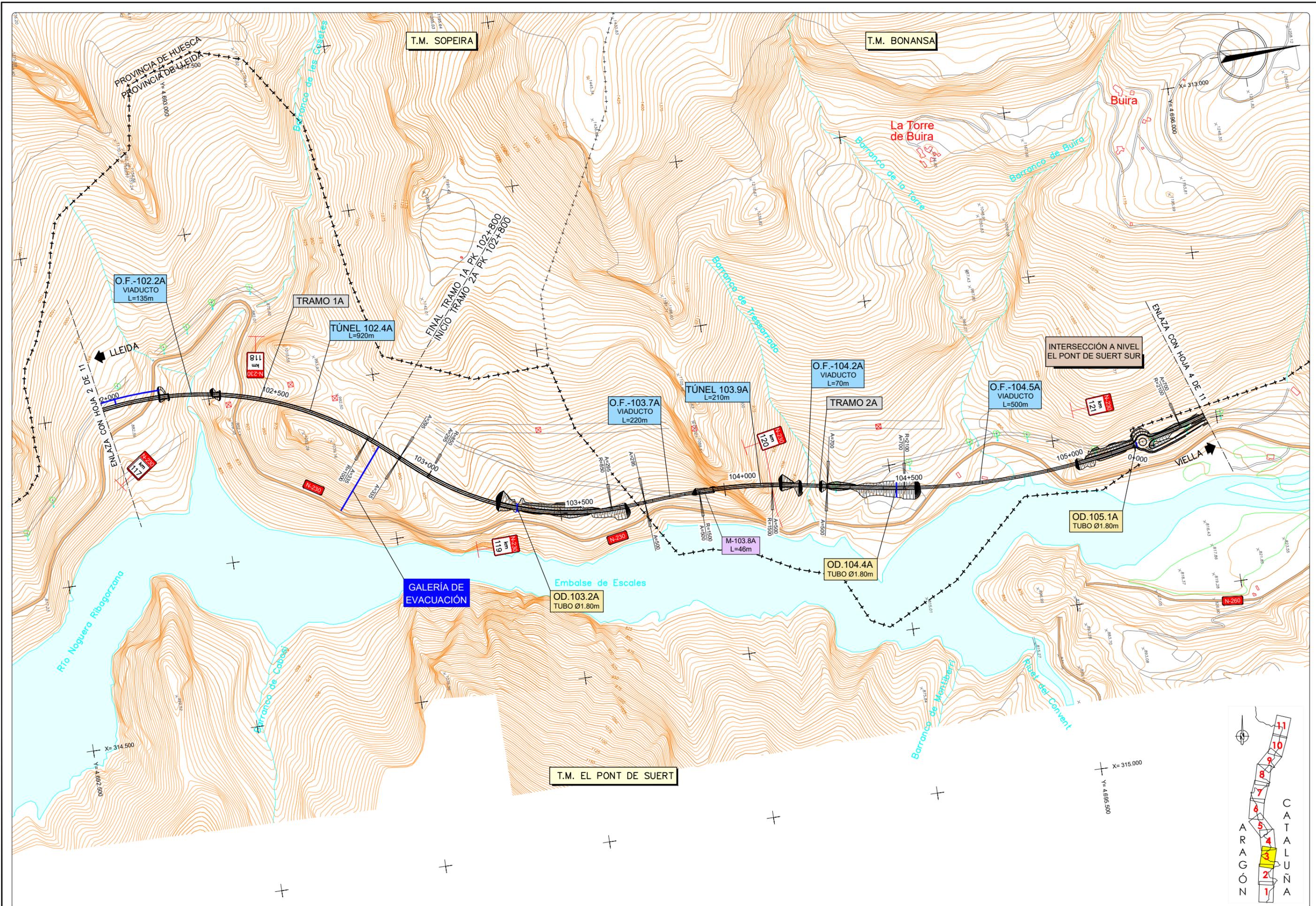
NOTA:
 CONEXIÓN CON TRAMO DE TRANSICIÓN DE AUTOVÍA A-14 A CARRETERA N-230 ACTUAL. A DEFINIR EN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN AUTOVÍA A-14 LLEIDA-SOPEIRA. PK 80+000 AL PK94+979. TRAMO: PUNTE DE MONTAÑANA-SOPEIRA, DE CLAVE 12-HU-6210.

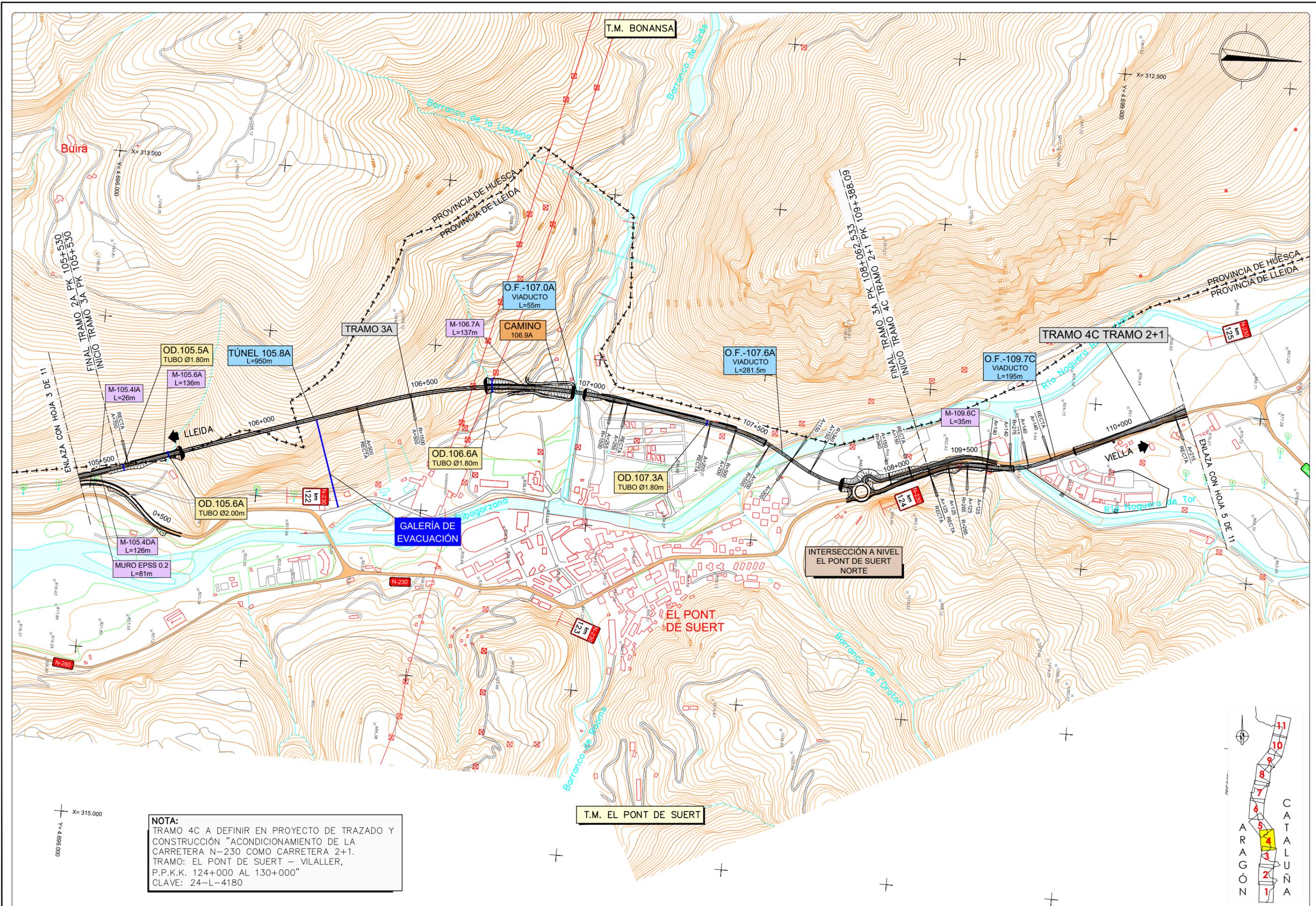
PROVINCIA DE HUESCA
 PROVINCIA DE LLEIDA

PROVINCIA DE HUESCA
 PROVINCIA DE LLEIDA

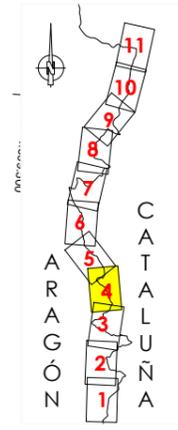


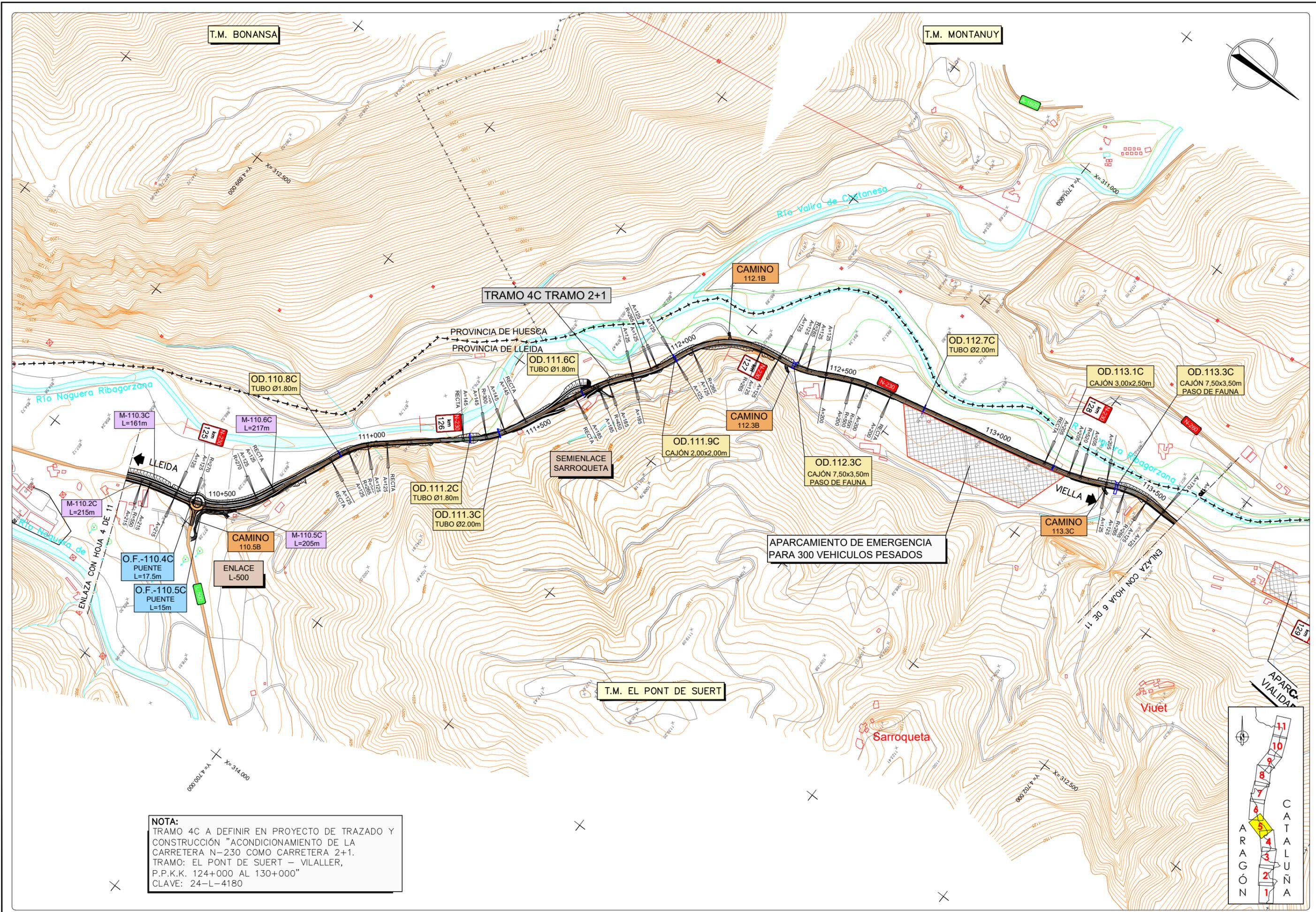




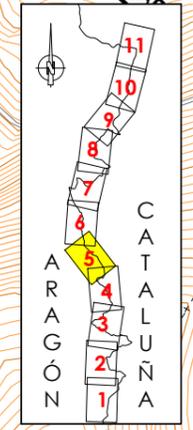


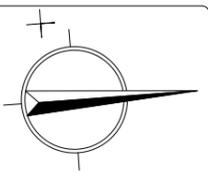
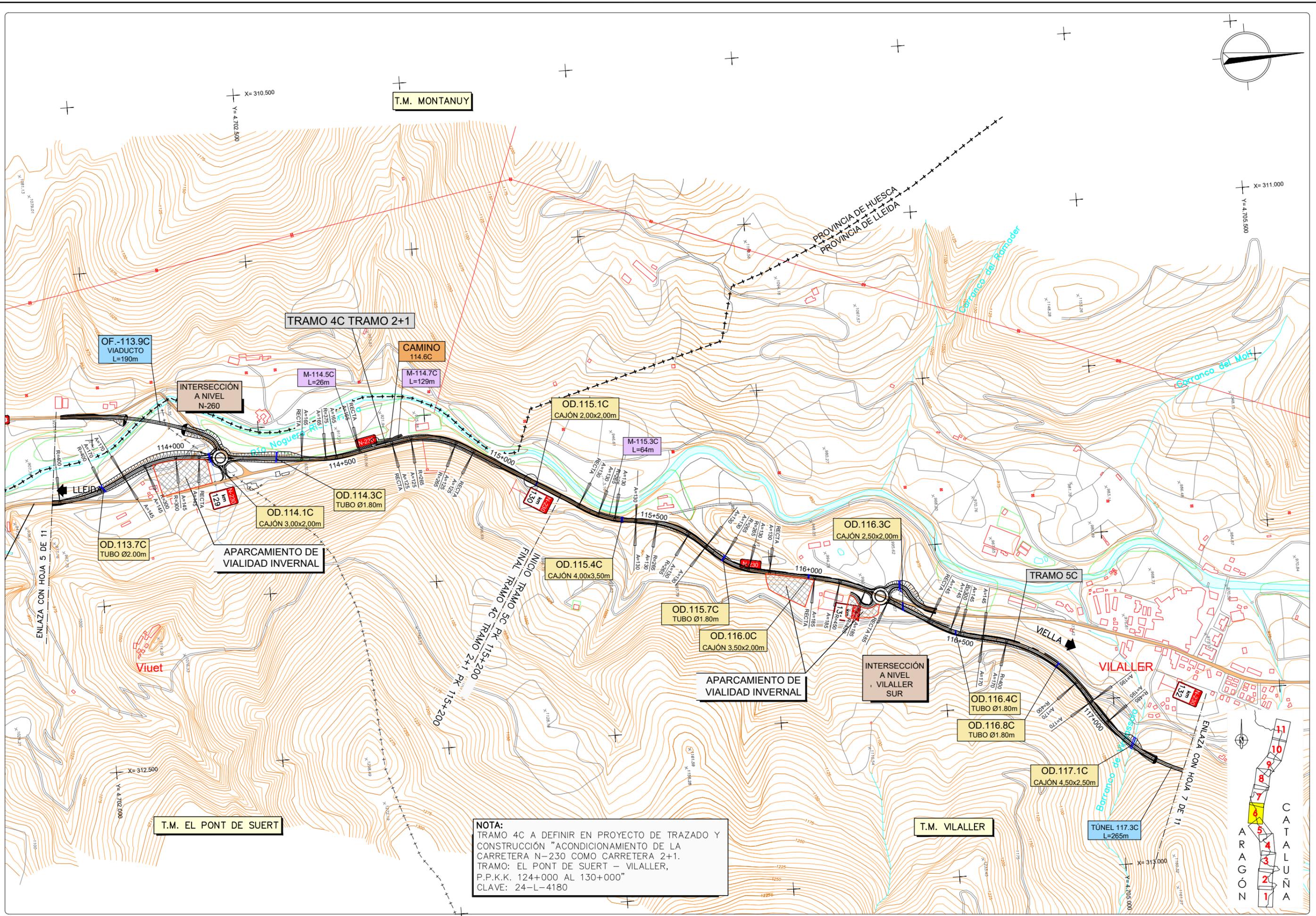
NOTA:
 TRAMO 4C A DEFINIR EN PROYECTO DE TRAZADO Y CONSTRUCCIÓN "ACONDICIONAMIENTO DE LA CARRETERA N-230 COMO CARRETERA 2+1.
 TRAMO: EL PONT DE SUERT - VILALLER, P.P.K.K. 124+000 AL 130+000"
 CLAVE: 24-L-4180





NOTA:
 TRAMO 4C A DEFINIR EN PROYECTO DE TRAZADO Y CONSTRUCCIÓN "ACONDICIONAMIENTO DE LA CARRETERA N-230 COMO CARRETERA 2+1.
 TRAMO: EL PONT DE SUERT - VILALLER, P.P.K.K. 124+000 AL 130+000"
 CLAVE: 24-L-4180





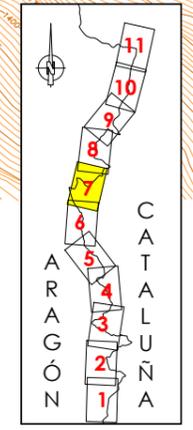
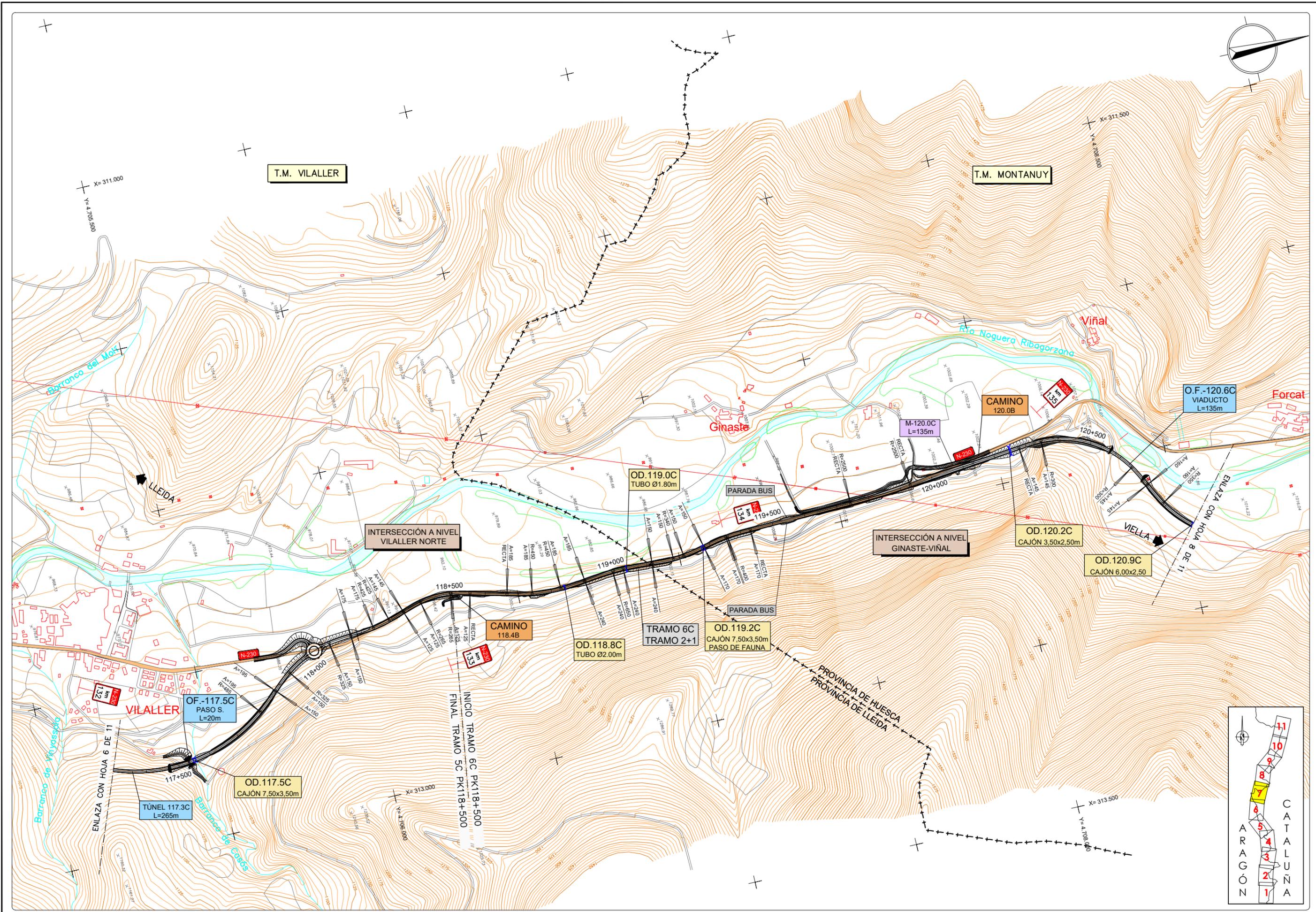
X= 311.000
Y= 4.705.500

X= 310.500
Y= 4.702.500

X= 312.500
Y= 4.702.000

X= 313.000
Y= 4.705.000

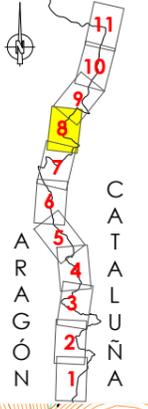
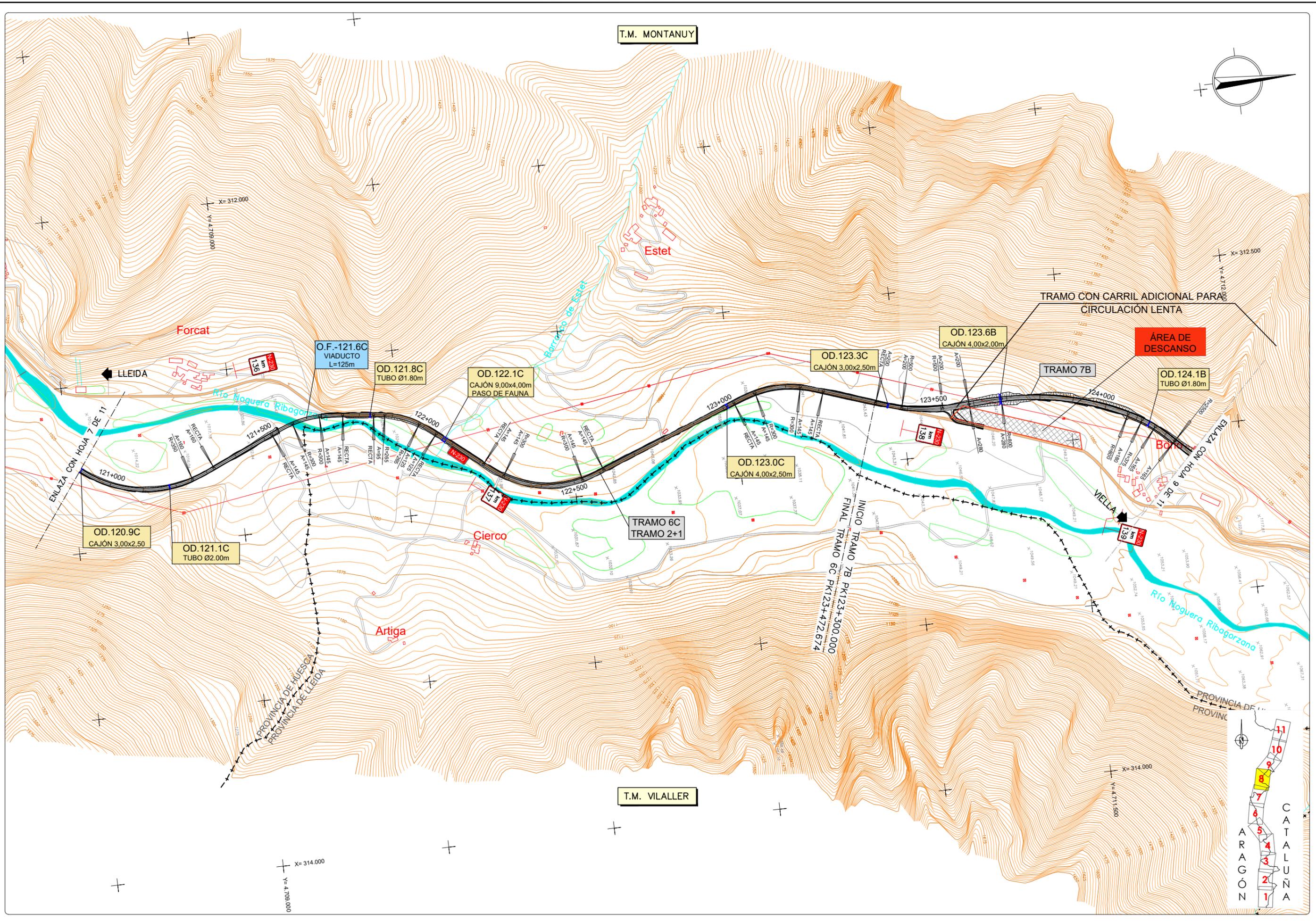
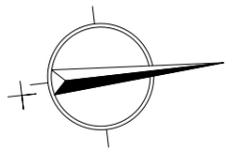
NOTA:
TRAMO 4C A DEFINIR EN PROYECTO DE TRAZADO Y CONSTRUCCIÓN "ACONDICIONAMIENTO DE LA CARRETERA N-230 COMO CARRETERA 2+1. TRAMO: EL PONT DE SUERT - VILALLER, P.P.K.K. 124+000 AL 130+000" CLAVE: 24-L-4180"

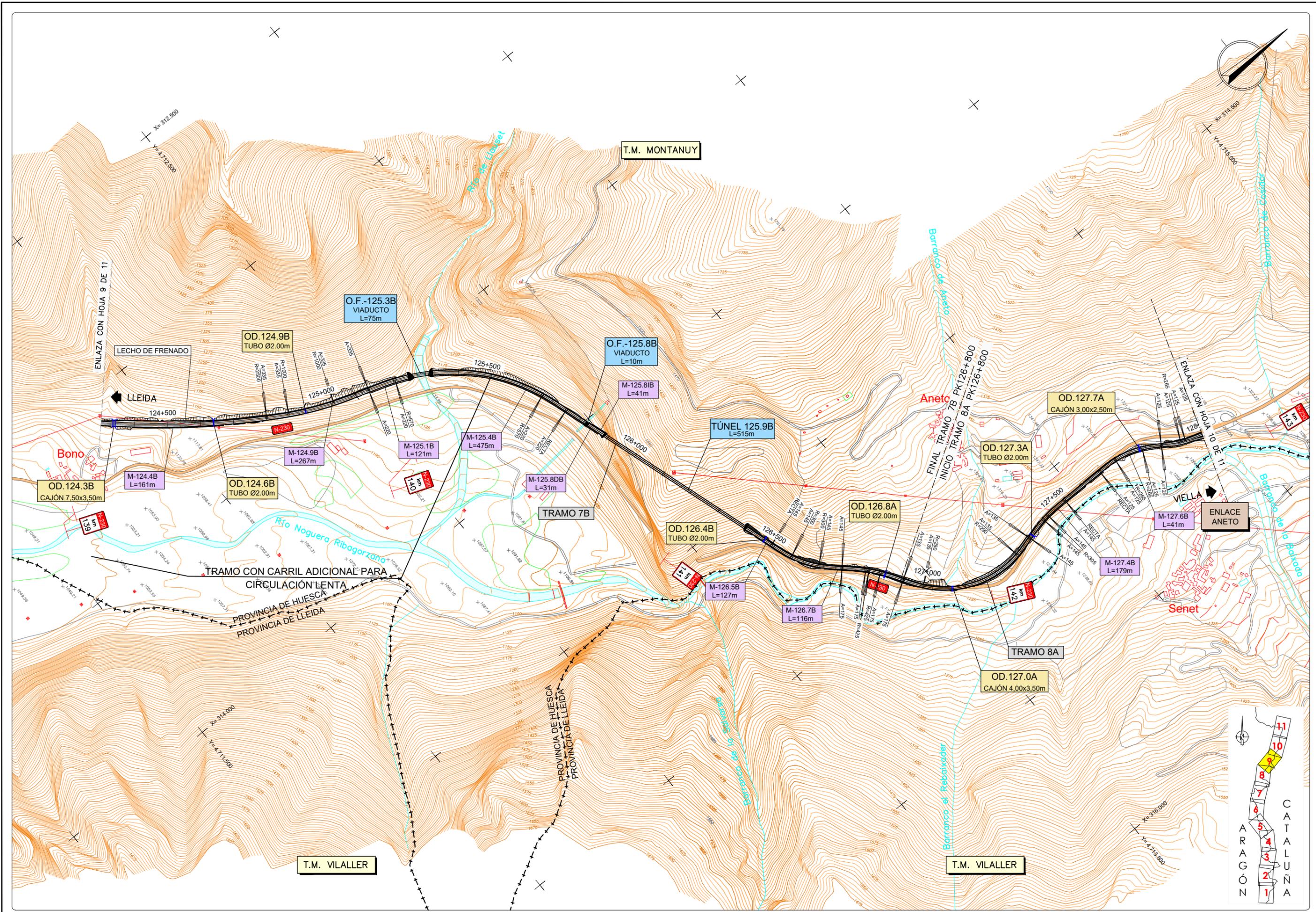


 GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA	SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA SECRETARÍA GENERAL DE INFRASTRUCTURAS DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS SUBDIRECCIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN CATALUÑA	EL INGENIERO DIRECTOR DEL ESTUDIO  Fdo. JUAN ANTONIO ROMERO LACASA	EL INGENIERO AUTOR DEL ESTUDIO  Fdo. JOSEP SERRA VILLI MAJALES ESTHER MAS LORENTE	CLAVE EI2-E-207	TÍTULO DEL ESTUDIO ESTUDIO INFORMATIVO ACONDICIONAMIENTO DE LA CARRETERA N-230. TRAMO: SOPEIRA-BOCA SUR DEL NUEVO TUNEL DE VIELLA	FECHA OCTUBRE 2022	ESCALA 1:5000	ESCALA GRAFICA 	DESIGNACION DEL PLANO ALTERNATIVA 3 PLANTAS GENERALES	N. DE PLANO 5.1
						NOMBRE DEL FICHERO 5-1-7.DWG				

T.M. MONTANUY

T.M. VILALLER

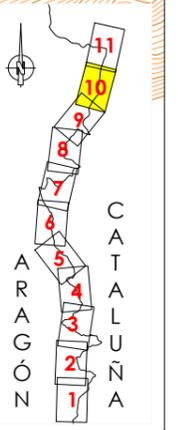
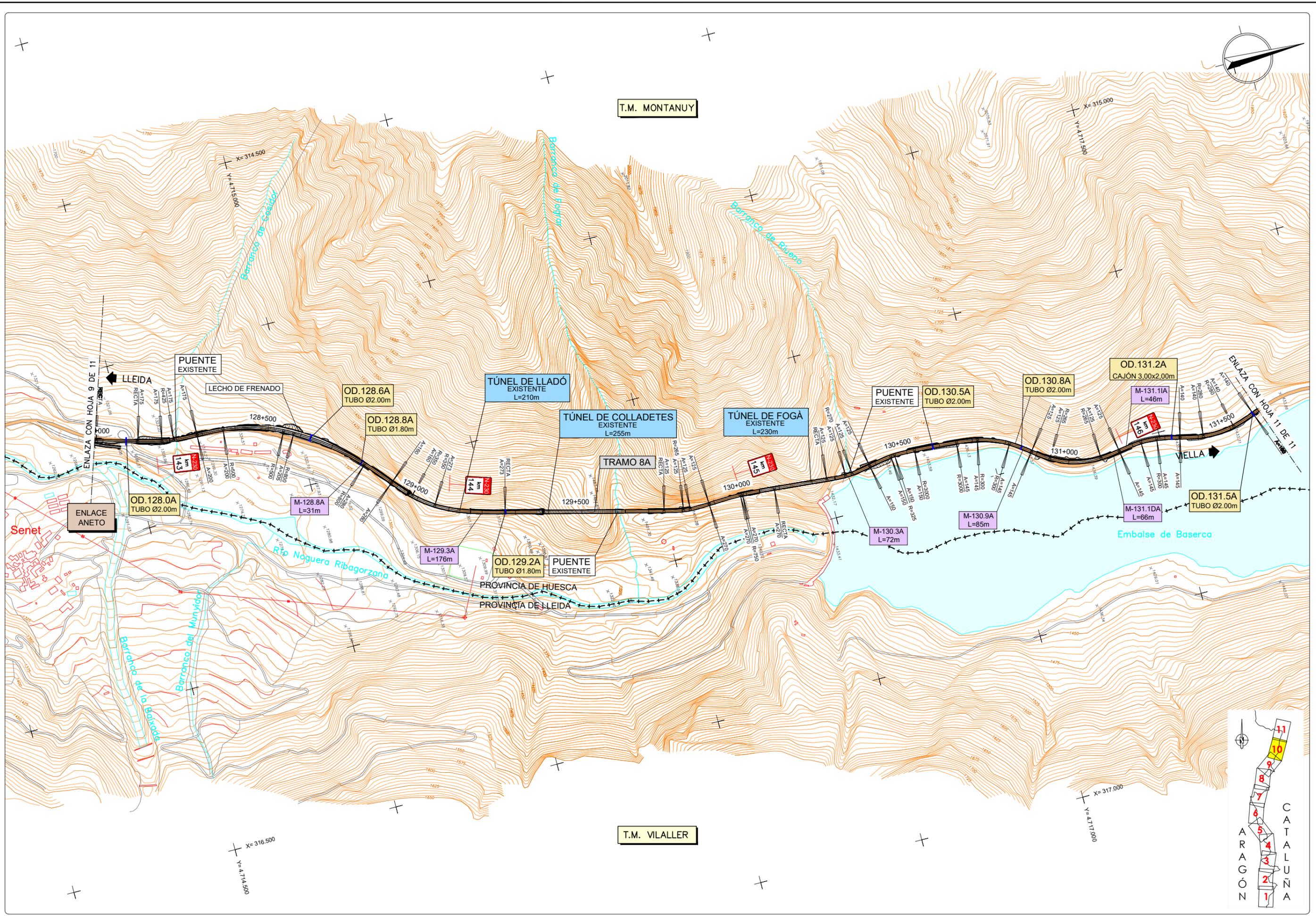
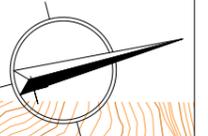


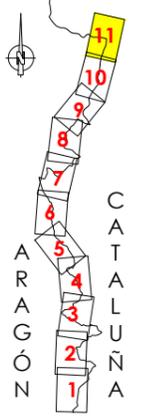
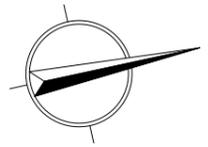
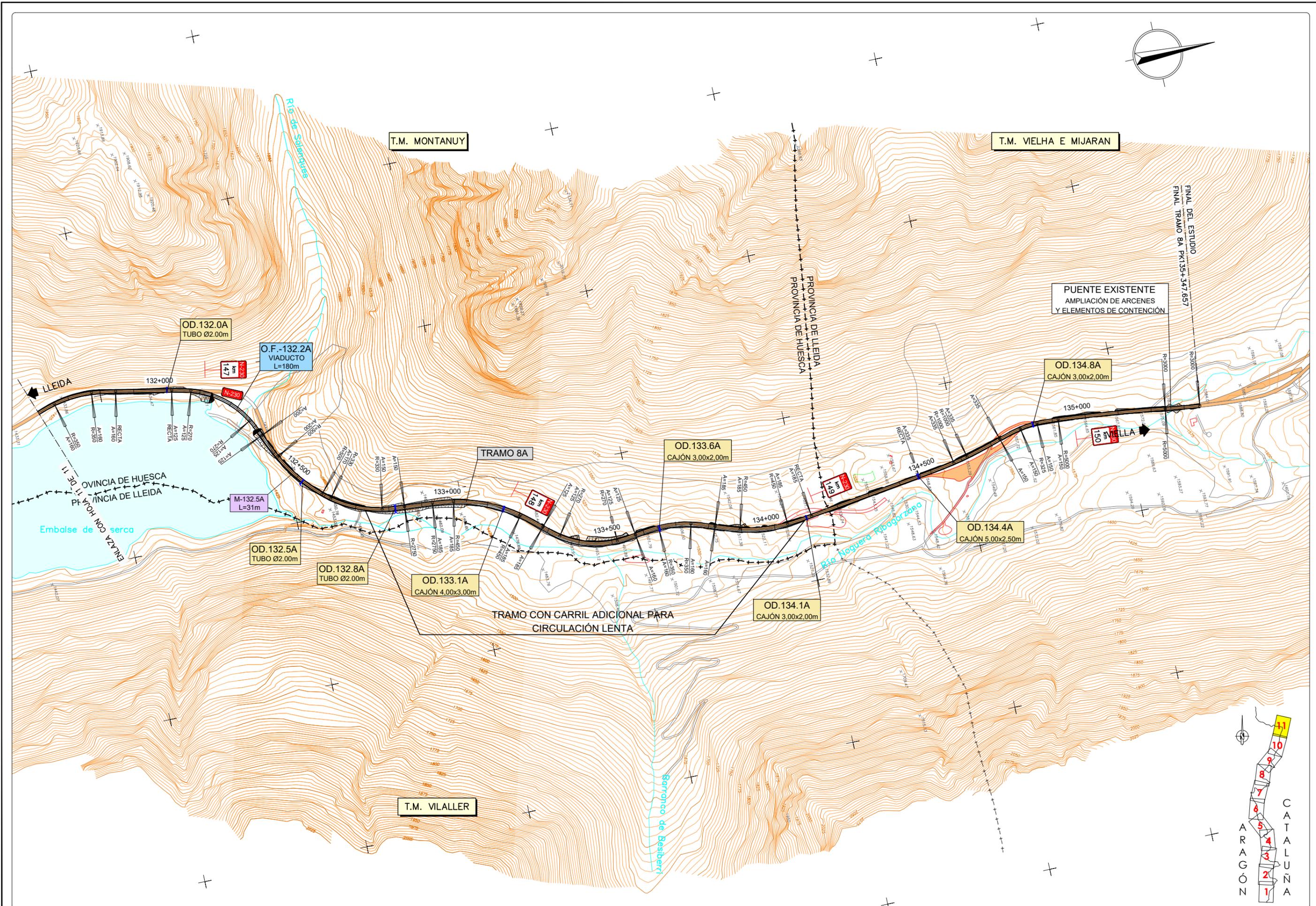


GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA	SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS SUBDIRECCIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO DE CATALUÑA	EL INGENIERO DIRECTOR DEL ESTUDIO Fdo. JUAN ANTONIO ROMERO LACASA	EL INGENIERO AUTOR DEL ESTUDIO Fdo. JOSEP S. VIELLA MADALES ESTHER MAS LORENTE	CLAVE EI2-E-207	TÍTULO DEL ESTUDIO ESTUDIO INFORMATIVO ACONDICIONAMIENTO DE LA CARRETERA N-230. TRAMO: SOPEIRA-BOCA SUR DEL NUEVO TÚNEL DE VIELLA	FECHA OCTUBRE 2022	ESCALA 1:5000 ESCALA GRÁFICA 	DESIGNACIÓN DEL PLANO ALTERNATIVA 3 PLANTAS GENERALES	N. DE PLANO 5.1 HOJA 9 DE 11
						NOMBRE DEL FICHERO 5-1-9.DWG			

T.M. MONTANUY

T.M. VILALLER





GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA	SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS <small>INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CARRERAS DEL ESTADO DE CATALUÑA</small>	EL INGENIERO DIRECTOR DEL ESTUDIO Fdo. JUAN ANTONIO ROMERO LACASA	EL INGENIERO AUTOR DEL ESTUDIO Fdo. JOSEP S. VIELLA MADALES ESTHER M. LORENTE	CLAVE EI2-E-207	TÍTULO DEL ESTUDIO ESTUDIO INFORMATIVO ACONDICIONAMIENTO DE LA CARRETERA N-230. TRAMO: SOPEIRA-BOCA SUR DEL NUEVO TUNEL DE VIELLA	FECHA OCTUBRE 2022	ESCALA 1:5000 ESCALA GRAFICA 200m	DESIGNACION DEL PLANO ALTERNATIVA 3 PLANTAS GENERALES	N. DE PLANO 5.1 HOJA 11 DE 11
						NOMBRE DEL FICHERO 5-1-11.DWG ORIGINAL A1			