

**ÍNDICE.-**

1.-	DATOS PREVIOS.....	3			
1.1.-	Antecedentes .....	3			
2.-	OBJETO Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	5			
2.1.-	Situación actual .....	5			
2.2.-	Descripción del proyecto.....	6			
2.2.1.-	Descripción general .....	6			
2.2.2.-	Cartografía y topografía .....	8			
2.2.3.-	Geología y procedencia de materiales .....	11			
2.2.4.-	Grado de sismicidad y medidas a adoptar.....	15			
2.2.5.-	Climatología e Hidrología.....	16			
2.2.6.-	Planeamiento .....	21			
2.2.7.-	Tráfico .....	25			
2.2.8.-	Geotecnia del Corredor .....	31			
2.2.9.-	Estudio del trazado geométrico .....	37			
2.2.10.-	Movimiento de tierras .....	40			
2.2.11.-	Firmes y pavimentos.....	43			
2.2.12.-	Drenaje .....	46			
2.2.13.-	Cimentación de Estructuras .....	52			
2.2.14.-	Estructuras .....	53			
2.2.15.-	Soluciones propuestas al tráfico durante la ejecución de las obras .....	54			
2.2.16.-	Señalización y defensas .....	56			
2.2.17.-	Integración ambiental.....	56			
2.2.18.-	Obras complementarias.....	70			
2.2.19.-	Replanteo 73				
2.2.20.-	Coordinación con otros organismos y servicios .....	73			
2.2.21.-	Expropiaciones e indemnizaciones .....	74			
2.2.22.-	Reposición de caminos.....	75			
2.2.23.-	Reposición de servicios .....	76			
2.2.24.-	Plan de Obra.....	77			
2.2.25.-	Clasificación del contratista.....	77			
2.2.26.-	Justificación de Precios.....	77			
2.2.27.-	Fórmula de revisión de precios .....	78			
			2.2.28.-	Valoración de Ensayos.....	78
			2.2.29.-	Presupuestos.....	78
			2.2.30.-	Seguridad y Salud.....	79
			2.3.-	Justificación de la solución adoptada .....	79
			2.3.1.-	Trazado .....	79
			2.3.2.-	Secciones tipo.....	80
			2.3.3.-	Tipología estructural.....	80
3.-	NORMATIVA UTILIZADA.....	81			
4.-	MEDICIONES DE LOS MATERIALES BÁSICOS .....	85			
5.-	OBRA COMPLETA .....	85			
6.-	CUMPLIMIENTO DE LA LEY 9/2017, DE 8 DE NOVIEMBRE, DE CONTRATOS DEL SECTOR PÚBLICO .....	85			
7.-	DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN .....	85			
8.-	CONCLUSIONES.....	87			



## MEMORIA

### 1.- DATOS PREVIOS

#### 1.1.- Antecedentes

Con fecha de Noviembre de 1.992 se redactó el Estudio Informativo de clave EI-1-E-44, de la Autovía Cantabria-Meseta, en el que se incluía el subtramo Aguilar de Campoo-Burgos como parte del tramo de Autovía Torrelavega-Aguilar de Campoo-Burgos.

Posterior a la redacción de dicho Estudio, la publicación del Plan Director de Infraestructuras paralizó el proceso de tramitación del mismo al considerar este último tramo como una Vía de Conexión de la red de Alta Capacidad". Por este motivo, el día 25 de Abril de 1.994, la Demarcación de Carreteras del Estado en Castilla y León Oriental, propuso la redacción de un nuevo Estudio Informativo de forma que, en cumplimiento del P.D.I., se estudiaran las posibilidades de trazado de una Vía de Conexión.

Con fecha 24 de Octubre de 1.994, la Dirección General de Carreteras emitió la Orden de Estudio de clave EI-1-E-104. "N-627. Vía de Conexión. Montorio-Aguilar de Campoo", en las provincias de Burgos y Palencia.

Para la redacción del Estudio, el día 1 de Abril de 1.997 se firmó el correspondiente Contrato de Asistencia Técnica basado en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares aprobado el 23 de Noviembre de 1.995, que exigía un alcance de los trabajos sensiblemente menor al que sería necesario para cumplir con los requisitos que se establecen en el Pliego de Cláusulas que rige en la actualidad para los Contratos de Asistencia Técnica para la Redacción de Estudios Informativos.

Por este motivo, y con el fin de completar la definición de la vía de conexión entre Burgos y Aguilar de Campoo, el 17 de Abril de 1.998 se aprobó una modificación de la Orden de Estudio en los siguientes términos:

- Que el Estudio Informativo de clave EI-1-E-124 desarrollara la Fase A de la vía de conexión Quintanortuño-Montorio-Aguilar de Campoo, adaptando su contenido a los Pliegos de Cláusulas que actualmente rigen los Contratos de Consultoría y Asistencia Técnica para la redacción de Estudios Informativos.

Habiéndose modificado, en el mes de Enero de 2.000 la Orden de Estudio del tramo Quintanilla de Vivar-Quintaortuño, en el sentido de proyectar una autovía mediante la duplicación de la primera calzada inicialmente prevista, y de acuerdo con las previsiones de actuación del Ministerio de Fomento en la Red de Vías de Gran Capacidad, la Dirección General resolvió, finalmente, el 4 de Julio de 2.000, modificar la Orden de Estudio de forma que el Estudio Informativo de clave EI-1-E124 debería desarrollar, en su tramitación subsiguiente, una Autovía para el tramo Quintanaortuño-Montorio-Aguilar de Campoo en lugar de una Vía Rápida.

Con fecha 4 de abril de 2003, la Dirección General de Carreteras remitió a la Dirección General de de Calidad y Evaluación Ambiental el Estudio Informativo, el Estudio de Impacto Ambiental y el resultado de la Información Pública del mismo. El Estudio Informativo de la Autovía de Burgos a Aguilar de Campoo, tramo Quintanaortuño-Aguilar de Campoo, clave EI1-E-124, fue sometido al procedimiento reglado de evaluación de impacto ambiental, y con fecha 27 de junio de 2005 se publicó en el Boletín Oficial del Estado la Resolución de la Secretaría para la Contaminación y el Cambio Climático por la que se formulaba la mencionada Declaración de Impacto Ambiental.

En dicha declaración, se considera como alternativa medioambientalmente más favorable la I-A, II, III-A y IV-C, respecto a las alternativa mejor valorada obtenida en el Estudio Informativo I-A, II, III-A y IV-A.

Con fecha 3 de abril de 2007 la Secretaría de Estado de Infraestructuras y Planificación resuelve la aprobación del expediente de información pública y la aprobación definitiva del Estudio Informativo de clave EI 1-E-124 "A-73, Burgos – Aguilar de Campoo, tramo Quintanaortuño – Aguilar de Campoo", seleccionando como opción más recomendable la sucesión de alternativas IB, II, III A y IV C.

El 13 de Agosto de 2007, la Dirección General de Carreteras autoriza la Orden de Estudio. Proyecto de Trazado y Construcción. "Autovía A-73. Burgos-Aguilar de Campoo. Tramo: Quintanaortuño - Montorio". Claves: Proyecto de trazado T2-BU-4290 y Proyecto de construcción -12-BU-4290.

Con fecha 17 de septiembre de 2008, la Dirección General de Carreteras acuerda la adjudicación a la empresa TECOPY, S.A., de la redacción del Proyecto de trazado y construcción "Autovía A-73. Burgos – Aguilar de Campoo. Tramo: Quintanaortuño-Montorio", CLAVE: 12-BU-4290.

El 23 de octubre de 2008 se formaliza el Contrato de Consultoría y Asistencia Técnica de Clave: 12-BU-4290, Referencia: PR-568/07, para la Redacción del Proyecto de Construcción: "Autovía A-73. Burgos – Aguilar de Campoo. Tramo: Quintanaortuño – Montorio".

Durante la redacción del Proyecto de Trazado, se elaboró el Documento Inicial del Proyecto, donde se compararon desde un punto de vista ambiental, las alternativas IA y IB (desplazada unos 100 metros hacia el oeste respecto a la de la Fase B del Estudio Informativo). Dicho documento se remitió a la S.G. de Evaluación Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MMAMRM), el 8 de marzo de 2010.

Finalizado el periodo de consultas previas sobre el Documento Inicial del Proyecto, la D.G. de Calidad y Evaluación Ambiental del MMAMRM remitió un escrito el 19 de julio de 2010 a la D.G. de Carreteras determinando la amplitud y nivel de detalle del Estudio de Impacto Ambiental y trasladando el resultado de dichas consultas.

Por otra parte, con fecha 23 de diciembre de 2010 se publicó en el BOE la Orden FOM/3317/2010, de 17 de Septiembre, 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.

A la vista de lo anterior, la Demarcación de Carreteras del Estado en Castilla y León Oriental formuló una propuesta de modificación de la Orden de Estudio vigente, en el sentido de adaptar el contenido de los proyectos a la anteriormente citada Orden FOM/3317/2010.

Se desarrolla un nuevo Documento Inicial que recoge tanto las alternativas IA y IB del Estudio Informativo (esta última de acuerdo a lo indicado en la aprobación definitiva del dicho Estudio), así como la Alternativa modificada según lo indicado en la Orden de Estudio de fecha 13 de agosto de 2007. Esta nueva alternativa tiene el objeto de reducir la longitud del túnel en el entorno del P.K. 3+000 o incluso eliminarlo.

Con fecha 15 de octubre de 2012, se da inicio de nuevo a las Consultas previas, con la entrega a la D.G. de Calidad y Evaluación Ambiental del MMAMRM, del documento inicial.

Con fecha 15 de febrero de 2013 se recibe notificación de la D.G. de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, en el que comunica la amplitud y nivel de detalle que debe tener el correspondiente Estudio de Impacto Ambiental.

Con fecha 10 de octubre de 2016 se recibe el Documento Técnico del Proyecto de Trazado, para Información Pública a efectos de la Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de carreteras y de la Ley 21/2013, de 11 de diciembre, de Evaluación Ambiental, y el Estudio de Impacto Ambiental.

Con fecha 11 de octubre de 2016 se ha redactado el Informe de Seguimiento del Área de Planificación. En él se recogen los trámites a seguir con posterioridad:

- Proceder a la incoación por parte de la Demarcación de Carreteras del Estado en Castilla y León Oriental del correspondiente Expediente de Información Pública; el plazo de información pública será de treinta (30) días hábiles.
- Someter al Documento Técnico y al Estudio de Impacto Ambiental a consultas de las Administraciones públicas afectadas y de las personas interesadas.
- Remitir un ejemplar del Documento Técnico y del Estudio de Impacto Ambiental correspondiente a los ayuntamientos afectados.
- Someter el Documento Técnico y el Estudio de Impacto Ambiental a informe de Departamentos Ministeriales afectados.

Con fecha de abril de 2017 se remitió a la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural el Proyecto de Trazado y Construcción "Autovía A-73, Burgos-Aguilar de Campoo. Tramo: Quintanaortuño – Montorio", trámite que dio inicio a la Evaluación de Impacto Ambiental correspondiente.

Con fecha de 21 de junio de 2017 se recibió en la Demarcación de carreteras del Estado en Castilla y León Occidental escrito de la Subdirección General de Evaluación Ambiental requiriendo Información complementaria necesaria para resolver la Declaración de Impacto Ambiental del proyecto de referencia.

El 25 de octubre de 2017 se recibe la información adicional solicitada. Asimismo, ante la ausencia en el expediente de informe del órgano competente en patrimonio cultural, el órgano ambiental solicita, el 8 de septiembre de 2017, informe a la Dirección General de Patrimonio Cultural de la Junta de Castilla y León sobre las medidas planteadas en el estudio de impacto ambiental para la protección de dicho patrimonio. Con fecha 03 de noviembre de 2017, se recibe dicho informe, en el que se señalan varias medidas de protección de yacimientos arqueológicos afectados.

Con fecha 5 de diciembre de 2017 (BOE 28 de diciembre de 2017) la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural, a la vista de la propuesta de la Subdirección General de Evaluación Ambiental, formula declaración de impacto ambiental favorable a la realización del proyecto al considerar que ambientalmente procede la realización del proyecto siempre y cuando se realice en su alternativa "IB (modificada) variante" y se autorice en las condiciones y medidas señaladas en la presente resolución, que resultan de la evaluación practicada.

Con fecha 27 de julio de 2018, la Secretaría de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda aprueba el Expediente de Información Pública, y definitivamente el Documento Técnico del Proyecto de Trazado "Autovía A-73, Burgos – Aguilar de Campoo. Tramo: Quintanaortuño – Montorio". En esta resolución se recogen una serie de prescripciones a tener en cuenta en el proyecto, las cuales son analizadas en apartados posteriores.

## **2.- OBJETO Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

### **2.1.- Situación actual**

La A-73 o Autovía Burgos – Aguilar de Campoo es una autovía española parcialmente en servicio, con una longitud de 74 km y que unirá la ciudad de Burgos con la localidad de Aguilar de Campoo. Actualmente posee 10 km finalizados, estando el resto en proyecto.

Esta vía de alta capacidad permitirá la conexión por autovía entre las ciudades de Burgos y Santander, evitando el uso de la N-623.

Tras la apertura de la A-67 entre Aguilar de Campoo y Santander, el tráfico entre Madrid y Santander empezó a desviarse por Aguilar de Campoo a través de la N-627, ya que es una ruta mucho más rápida, permitiendo salvar la Cordillera Cantábrica mediante autovía y túneles evitando la mayor parte de los puertos de montaña.

Motivado por el aumento del tráfico el Ministerio de Fomento decidió construir una autovía de nueva planta entre Burgos y Aguilar de Campoo que enlazará con la A-67, en vez de la opción de desdoblar la N-623.

El tramo de proyecto conecta con un tramo de la A-73 ya construido (Quintanilla de Vivar – Quintanaortuño), entorno al enlace de la A-73 queda acceso a Quintanaortuño a través de la carretera nacional N-627 (coincidente con la N-623 en este punto).

El final del tramo conecta con el tramo Montorio-Santa Cruz del Tozo, de clave 12-BU-4140, actualmente en fase de proyecto.

## 2.2.- Descripción del proyecto

### 2.2.1.- DESCRIPCIÓN GENERAL

#### TRONCO.

El tramo objeto de estudio presenta una longitud total aproximada de unos 11,7 kilómetros, sin enlaces. La red de caminos que resulta interceptada, resulta eficientemente repuesta asegurando la comunicación de todas las fincas adyacentes que resultaran afectadas. De igual manera la permeabilidad transversal queda resuelta mediante el diseño de un total de tres pasos superiores, seis inferiores y un viaducto.

Los ajustes de trazado de la alternativa original del Estudio informativo, atienden a los condicionantes de partida tales como la Aprobación definitiva, la Declaración de Impacto Ambiental del Estudio Informativo, la Orden de estudio del proyecto constructivo y la actualización de condicionantes (medioambientales, culturales, planeamiento, etc..).

El trazado se inicia en el P.K. 0 + 000 (P.K. 1 + 000) del Estudio Informativo EI-1-124, que coincide a su vez con el punto final del tramo ya construido del Proyecto de Construcción Variante "Quintanilla de Vivar - Quintanaortuño". Esta conexión se realiza con un radio de 2.500 m y pendiente del 0,51 %.

Actualmente, el tramo de autovía ya construido conecta con la carretera nacional N-627/N-623, realizándose una transición entre el tramo de autovía de calzadas separadas y dicha carretera convencional bidireccional.

La ejecución del nuevo tramo de autovía hace necesario reponer la carretera nacional N-627/N-623 a través del enlace existente, aprovechando el vial existente situado en la margen derecha en el inicio del presente proyecto. Este vial antiguamente formaba parte del itinerario de la nacional, que una vez construido el tramo anterior quedó como vial de acceso a fincas de la zona. Se ha proyectado la adecuación de este vial como parte de la reposición de la carretera y se ha proyectado la mejora de las curvas existentes de este vial en su conexión con la glorieta del enlace existente, con objeto de adecuarlo a su nueva funcionalidad y mejorar la seguridad vial.

Además, se incluyen en el proyecto aquellas actuaciones que resultan necesarias para adecuar la señalización del enlace existente para ante el futuro tramo de autovía.

Una vez pasado el enlace existente, el trazado de este tramo se separa de la carretera N-627/N-623 hacia el noroeste con un radio 2.000 m, desplazándose del trazado planteado en el Estudio Informativo unos 650 m hacia el oeste, alejándose del núcleo urbano de Ubierna para evitar la ejecución del túnel proyectado en el P.K. 3 + 200 del Estudio Informativo, tal y como se indica en la Orden de Estudio modificada de octubre de 2011. Así mismo, en alzado, se proyecta una pendiente del 4 %, con el objeto de reducir el desmonte generado entre los P.K.s 3 + 200 y 3 + 900.

En el P.I-1.3 (Camino de Carresoto) se dispone con un ancho libre de 10 m, cumpliéndose así lo indicado en la Aprobación del Expediente de Información Pública y Definitivamente el Documento Técnico, de fecha 27 de julio de 2018, incluido en el anejo de Antecedentes del presente proyecto.

Pasado el P.K. 2 + 000, el trazado gira hacia el este con radio 2.200 m hasta que vuelve a situarse próximo a la traza del estudio informativo en el P.K 5 + 500. En el P.K. 1 + 850 se proyecta un viaducto para salvar el río Ubierna.

Con este desplazamiento de la traza del Estudio Informativo se ha conseguido:

- Eliminar el túnel proyectado de longitud aproximada (500 m) entre el P.K 2 + 900 y 3 + 400 del Estudio Informativo, en consonancia con lo indicado en la Orden FOM/3317/201 sobre criterios de eficiencia del Ministerio de Fomento.
- Alejarse del núcleo urbano de Ubierna sin afectar al suelo urbanizable del citado municipio, tal y como se prescribe en la aprobación definitiva del Estudio Informativo EI1-E-124.
- No afectar al yacimiento "Santillán" (09-906-0019-14) situado sobre dicho suelo y que se ha cartografiado tras la realización de unos sondeos arqueológicos en la zona durante la redacción del Plan Parcial del Sector 1 de Ubierna, junto con la prospección arqueológica intensiva en el tronco de la autovía.
- Alejarse de los yacimientos "Sauco" y "El Cueto", situados en las proximidades de la traza de la alternativa IB del Estudio Informativo.

- Cruzar sobre el río Ubierna de manera casi ortogonal, lo que implica menor longitud de viaducto y una menor afección al hábitat asociado a dicho cauce.

Por el contrario, entre los P.K. 3 + 200 y 3 + 900, se ha proyectado un desmonte de altura máxima en el entorno de los 20 m, afectando a un hábitat de interés comunitario entre los P.K. 3 + 200 y 3 + 350. Las medidas correctoras a aplicar se indican en el Anejo de Integración Ambiental.

Desde el P.K. 5 + 000 hasta el final, la traza planteada en el Proyecto de trazado se sitúa próxima a la del Estudio Informativo, aunque con algunos ajustes.

Para mejorar el balance de tierras en el tramo objeto de estudio, se ha ajustado el trazado en planta como en alzado entre los P.K. 4 + 500 y 9 + 000, hacia la vertiente oeste, de modo que la traza quede lo más compensada posible, evitando por un lado excavar material innecesario para el relleno, o lo que es lo mismo minimizar el volumen de vertedero, y por otro traer material de préstamo.

Se sustituye el túnel proyectado entre los P.Ks 5 + 700 y 6 + 300, por la problemática de ejecución al tener escasa montera y por la presencia de materiales calizos que puedan acarrear fenómenos de karstificación, por un desmonte de altura máxima 20 m, que permite compensar las tierras del tronco de autovía puesto que la mayoría del material corresponde con material calizo con aprovechamiento del 95 %. Desde el punto de vista medioambiental esta zona transcurre por un hábitat que no representa un condicionante para descartar la solución en trinchera en lugar de túnel. Por el contrario, se cumple con uno de los aspectos incluidos en la DIA del Estudio Informativo, recogidos en el punto 1.6, relativos a la Adecuación Ambiental del Proyecto, minimizando los movimientos de tierras y con ello el volumen sobrante a vertedero.

Hasta el P. 9 + 600 del proyecto cabe destacar la presencia del gaseoducto Cabe destacar la presencia del Gaseoducto Burgos-Santander-Asturias, gestionado por la empresa ENAGAS. Entorno a este último PK se produce un cruce sobre dicho gaseoducto, para lo que han proyectado las medidas necesarias para su protección. En las comunicaciones mantenidas, ENAGAS recomienda la no utilización de explosivos a menos de 300 m de la conducción, aunque en contactos posteriores mantenidos con la compañía se emplaza a la

fase de obra la coordinación en cuanto a la posible utilización de explosivos en el entorno del gaseoducto (5 + 700 al 8 + 000), lo cual deberá ser aprobado previamente por ENAGAS. Este aspecto ha sido tenido en cuenta en el proyecto a efectos presupuestarios ya que entorno al 5 + 700 al 8 + 000 se ubican una serie de tramos en desmonte en roca a los que afectaría esta recomendación.

En el P.K. 6 + 480 se proyecta un paso un paso de fauna de dimensiones 10,0m x 4,05m (HxV), que permita el tránsito de la fauna asociada al hábitat afectado.

El radio en este tramo se ha aumentado hasta un valor de 2.500 m, en lugar de radio 2.000 m en la solución del Estudio Informativo. En alzado, al acuerdo convexo situado en el P.K. 6 + 762, se diseña una única pendiente del 3,5 %, en lugar de 2 pendientes consecutivas de inclinaciones del 1,50 % y 3,47 %, proyectadas en el Estudio Informativo.

Se proyecta un ecoducto de 80 m de ancho mediante la disposición de un falso túnel en el tronco de la autovía de aproximadamente 145 m de longitud, cumpliéndose así el condicionado de la DIA de fecha 5 de diciembre de 2017. La DIA establece otras pautas de diseño que también han sido tenidas en cuenta en el proyecto, como:

- El paso superior 7.2 se ha diseñado con un ancho total de 20 m, con 10 m para el camino y dos bandas revegetadas de 2 y 8 m a cada lado del camino.
- El paso inferior del 8.0 se ha proyectado con un ancho de 20 m, cambiando la tipología de paso inferior tipo marco a puente de vigas.
- Adaptación de varias obras de drenaje para pasos de fauna mediante la disposición de marcos de 3,0 x 2,5 m.

Desde el P.K. 8 + 500 hasta el final del tramo estudiado, el trazado gira hacia el noreste, separándose sensiblemente del eje del Estudio informativo, con el objetivo de minimizar la afección sobre la Cañada Merina y el de evitar el cruce en desmonte con el gasoducto Burgos – Santander- Asturias.

El final del tramo se localiza en el P.K. 11 + 718,59, previo al cruce con la N-627, que está resuelto mediante una pérgola, ya incorporada en el proyecto del tramo posterior "Montorio-Santa Cruz del Tozo". Se mantiene el radio de 1.800 m y la pendiente del 3 % proyectada en dicho tramo posterior.

## 2.2.2.- CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

### 2.2.2.1.- Cartografía

Los trabajos realizados tienen por finalidad la obtención de cartografía e implantación de una Red básica Topográfica para el proyecto.

Para ello se siguieron las fases siguientes:

- Obtención de un vuelo fotogramétrico.
- Trabajos de planificación en gabinete.
- Implantación y observación de una Red Básica Topográfica.
- Apoyo en campo del vuelo.
- Restitución fotogramétrica

#### Vuelo fotogramétrico

La zona objeto del trabajo se cubrió mediante un vuelo fotogramétrico DIGITAL realizado con carácter exclusivo.

Las características principales del vuelo son:

- Gsd (Proyección del Píxel sobre el terreno): 10cm. equivalente a 1/5.000 convencional
- Fecha de obtención de los fotogramas : 2 de Septiembre de 2008
- Pasadas necesarias para cubrir la zona: 5 constando entre todas ellas de 71 fotogramas.
- Cámara empleada : DMC-INTERGRAPH

#### Apoyo de campo e implantación de una Red Básica

En fase previa a los trabajos de campo, se proyectaron sobre los fotogramas los puntos de apoyo situados de tal forma que la futura zona a restituir quedara englobada en el teórico paralelogramo formado por éstos para evitar extrapolaciones en la fase de restitución y cuidando de que cada modelo contuviera un mínimo de cinco de los mismos.

También se comprobó la situación respecto a la traza de los vértices geodésicos del **I.G.N.** mejor emplazados tanto para su observación como su posterior empleo en los cálculos con la finalidad de que conformaran el marco de referencia del levantamiento. Los vértices empleados son los que se citan a continuación.

Vértices geodésicos pertenecientes a la **RED REGENTE**

- **Quemadas (16853)**
- **Los Casares(19955)**
- **Cilla (20146)**
- **Cera (16736)**

Vértices pertenecientes a la **Red de Orden Inferior (R.O.I.)**

- **Laderas (16672)**
- **El Perul (16704)**
- **Gloria (20654)**
- **Monteacedo (16740)**
- **Castro (20011)**

Ya en fase de campo, los trabajos se iniciaron con la materialización de los vértices que forman las **Redes Topográficas** específicas del levantamiento. Para cumplir los condicionantes del P.P.T.P. se ha implantado una red planimétrica formada por 3 vértices denominados **V-002, V-003** coincidente con el vértice geodésico **Monteacedo** y **V-004**. así como otra altimétrica de vértices específicos **CN-1, CN-2, N-28** además de los **V-002** y **V-004** que al haber sido nivelados cumplen una doble función.

De todos los vértices se ha levantado una reseña para facilitar la localización, además de incluir los datos técnicos del vértice. Las reseñas se encuentran en los apéndices 4,5 y 6, del Anejo nº1 Cartografía y Topografía.

El proceso de observación se ha realizado empleando tres receptores bifrecuencia, empleando uno como receptor fijo y los otros dos móviles o al contrario en función de las necesidades de la observación, con la finalidad de que todas las bases quedaran trianguladas.

Durante las observaciones se tuvieron en consideración las siguientes precauciones:



- Que los valores de los "PDOP" fueran inferiores a 6 y número de satélites nunca inferior a cuatro
- Se implantó una máscara de elevación de 15° o mayor en la recepción de las señales para prevenir posibles zonas de sombras y efectos de "rebote" de la señal.
- Tiempos de observación estuvieron en concordancia con la longitud de las líneas base a medir, y nunca con menos de 60 épocas.

En la fase de cálculo se ha empleado el software de la firma **ASTECH**. Los procesos seguidos han sido:

- Transferencia a los programas de cálculo de los ficheros observados en campo.
- Depuración de vectores.
- Ajuste de la red
- Cálculo de los parámetros de transformación

#### **Restitución Fotogramétrica**

La restitución fotogramétrica se ha realizado a escala 1/1.000 con una equidistancia de curvas de nivel de 1 m. mediante el empleo de equipos digitales asistidos por el software binario DIGI 3D, en la captura de la información, con ficheros de extensión .bin

#### **2.2.2.2.- Topografía**

Durante la redacción del proyecto, se llevaron a cabo diversos trabajos de topografía con el objeto de servir de apoyo al desarrollo del proyecto. Estos son:

- Apoyo y corrección de la cartografía previamente ejecutada.
- Toma de datos taquimétricos de zonas puntuales de detalles constructivos.
- Toma por cartografía de los servicios afectados y cauces naturales.
- Establecimiento de una red Básica de Replanteo
- Replanteo del Eje Principal mediante perfiles transversales cada 20 m.

El enlace con bases de replanteo de otros tramos adyacentes no se lleva a cabo pues se ha comprobado y constatado la desaparición de las bases V-1 y B-13, bases de los tramos adyacentes Norte y Sur respectivamente.

#### *Utilización del Programa de Aplicaciones Geodésicas (PAG) del IGN*

El Programa de Aplicaciones Geodésicas (PAG) es propiedad del Instituto Geográfico Nacional y es de libre difusión. Es un software desarrollado por el Centro de Observaciones del Instituto Geográfico Nacional con el objeto de facilitar el acceso de los usuarios a datos geodésicos, redes de referencia permanentes GNSS y transformación de coordenadas entre distintos sistemas de referencia. Su ventaja radica en la transformación directa a través de rejilla Ntv2 de las coordenadas Geográficas en Sistema ETRS89 a coordenadas UTM en sistema ETRS89 en el huso30.

Además de esto y como mejora, el Instituto Geográfico Nacional (IGN) ha publicado un nuevo modelo de geoide, el EGM08\_RED NAP, que sustituye con ventaja al antiguo IBERGEO95, y que es recomendable utilizar en los trabajos nuevos que se vayan a comenzar. Este nuevo geoide se ha generado a partir del geoide global EGM08, utilizando los datos gravimétricos y modelos más actualizados, y ha sido escalado por el IGN ajustándolo a la nueva Red de Nivelación de Alta Precisión (REDNAP), que constituye el sistema altimétrico oficial en España. Sus principales ventajas son:

- Coherencia con el sistema altimétrico REDNAP.
- Mayor exactitud y mayor resolución que el IBERGEO95 (1' x 1' de rejilla).
- Marco Planimétrico y Altimétrico coherente, homogéneo y común a todos los usuarios.

Para trabajos de posproceso, tanto el modelo de geoide como la nueva rejilla planimétrica se halla implementada en el programa PAG (Programa de Aplicaciones Geodésicas) del IGN, el cual informa sobre dichos modelos en el menú desplegable ayuda.

El objetivo es que la utilización conjunta del modelo de geoide + alturas elipsoidales GPS sustituya a las calibraciones locales con vértices ROI, en la obtención de alturas ortométricas. De este modo utilizando la Red de Referencias Permanentes GNSS de Castilla y León, en posproceso o tiempo real conjuntamente con el modelo del geoide EGM08\_RED NAP, conseguimos un marco planimétrico (ETRS89) y altimétrico (REDNAP) común a todos los usuarios y coherente con los sistemas oficiales en España, sin necesidad de visitar los vértices ROI/REGENTE/REDNAP de la zona.

### Nivelación Geométrica

El equipo utilizado ha sido un nivel digital Leica 150M leyendo sobre mira codificada y aplomada. El equipo se configura en modo preciso, obteniéndose lecturas sobre la mira con apreciaciones de la décima de milímetro. Estas lecturas se almacenan en memoria interna del equipo y una vez finalizada la fase de observación en campo se procede al volcado de datos al ordenador y al cálculo y ajuste de la nivelación.

El método de observación empleado ha sido el del punto medio, procurando que las distancias observadas no superasen los 60 metros

Como se ha indicado, para dotar de cota geométrica a los vértices de la Red de Bases de Replanteo y las Bases fijas V-3001 y V-3002, se ha procedido a la nivelación de la totalidad de las bases.

Además se ha implantado y materializado mediante clavo normalizado una base de nivelación denominada CN-1 con el objeto de dejar una referencia altimétrica de precisión cercana a la traza, debido a la lejanía de la traza del proyecto y desniveles existentes en el itinerario hasta el clavo NAP 20235134 (cierre de la nivelación).

Se ha partido del clavo NAP 20235145 (NGW983) y después de varios tramos se ha cerrado en el NAP 20235134 (NGW979). Además se ha implantado una base de nivelación CN-1 que servirá como comprobación de cota y cierre de nivelación en ulteriores trabajos.

Se lleva a cabo la nivelación de todas las Bases fijas y Bases de Replanteo conformando así los siguientes itinerarios de nivelación geométrica:

- **Itinerario 1.-** Anillo cerrado BR-2003\_BR-2002\_BR-2001\_BR-2003. Para ello se parte de la BR-2003, que es coincidente con el NAP 20235145, y se procede a la nivelación de BR-2002 y BR-2001 cerrando de nuevo en BR-2003.
- **Itinerario 2.-** Desde BR-2003 hasta BR-2044, pasando por todas las bases intermedias, V-3001, V-3002 y cerrando en el clavo NAP 20235134. Además, y de manera adicional, se establece el clavo de nivelación CN-1, del cual se entregará la pertinente reseña.
- **Itinerario 3.-** Desde BR-2044 hasta BR-2054, pasando por todas las bases intermedias, y cerrando en el clavo CN-1 instaurado previamente.

De estos itinerarios se adjunta en el apartado correspondiente la libreta de campo, el cálculo de desniveles, estudio de errores de cierre y tolerancias, compensación de la nivelación, listado de alturas ortométricas finales precisas y gráfico de nivelación sobre mapa a escala 1:25.000.

Finalizada la fase de observación y cálculo de la bases de replanteo se procede a la ejecución de trabajos de topografía adicionales, que en este caso suponen el replanteo del eje de proyecto, perfiles transversales y levantamientos taquimétricos específicos de detalle.

### Replanteo del Eje

Desde la Red de bases permanentes GNSS y utilizando la metodología GPS en tiempo real (RTK) se ha procedido a la toma de todos los datos necesarios para el replanteo del eje cada 20 metros, elaboración de perfiles transversales, estaquillado del eje cada 20 metros y reportaje fotográfico cada 100 metros, almacenando los datos que permiten definir el perfil longitudinal y perfiles transversales del terreno.

No se ha generado ningún fichero de cálculo ya que el método de trabajo empleado, observación GPS en modo de tiempo real (RTK), determina los valores absolutos de coordenadas en el mismo momento del levantamiento.

### Levantamientos Taquimétricos

En zonas designadas por el equipo redactor del proyecto se procede con la misma metodología a confeccionar levantamientos taquimétricos de detalle, en zonas de vaguadas, monte bajo o zonas donde se precisan coordenadas precisas tanto en planimetría como en altimetría.

Al igual que en el caso anterior no se ha generado ningún fichero de cálculo ya que el método de trabajo empleado, observación GPS en modo de tiempo real (RTK), determina los valores absolutos de coordenadas en el mismo momento del levantamiento.

### 2.2.3.- GEOLOGÍA Y PROCEDENCIA DE MATERIALES

La metodología utilizada para la realización del presente Informe consistió en una recopilación de la información geológica existente a escala 1:50.000 y 1:200.000, los estudios previos informativos y demás publicaciones sobre el área.

Una vez recopilada y analizada la información precedente, se procedió a efectuar una primera diferenciación de los materiales afectados, reconocer los rasgos geomorfológicos del área y analizar los taludes y desmontes tanto naturales como artificiales.

En el anejo nº 2 se hace una descripción geológica de la zona así como de la procedencia de los materiales, y en el Anejo nº7 se incluye la descripción geotécnica del tramo, las prospecciones y ensayos de laboratorio, así como el estudio de los desmontes y rellenos proyectados.

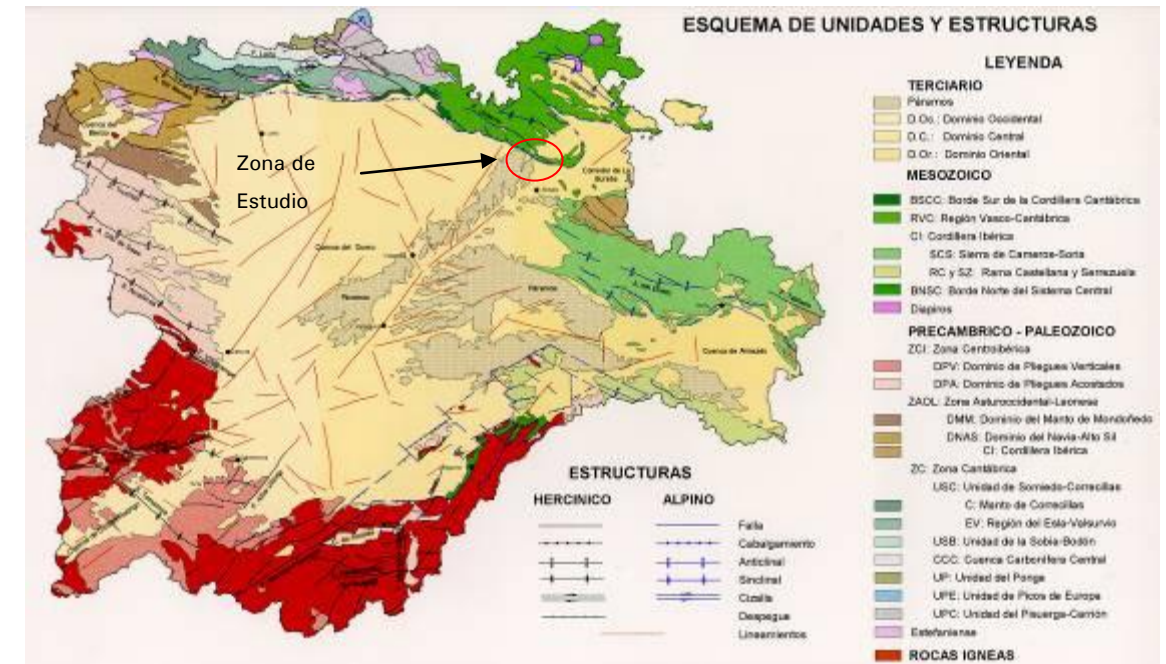
#### 2.2.3.1.- Geología

La zona objeto de estudio, se sitúa en el límite Nororiental de la cuenca del Duero. A la situación de transición entre mesozoico por una parte y terciario por otra, se une la geografía de límite entre Montaña y Meseta.

Desde el punto de vista geológico la zona estudiada, comprende materiales que van desde el Triásico al Neógeno, con depósitos Cuaternarios directamente relacionados con la red fluvial actual.

Existe una discordancia importante que separa dos conjuntos de sedimentos afectados por distintos ciclos orogénicos. Este ciclo lo constituyen los sedimentos detríticos del terciario discordantes sobre todos los materiales mesozoicos.

El tramo queda comprendido en las hojas 1:50.000 del Mapa Geológico de España nº 200 Burgos y 167 Montorio.



Esquema de Unidades y Estructuras del Mapa Geológico y Minero de Castilla y León. Editado por Siemcalsa (1997).

Los materiales que afloran en la zona sometida a estudio están representados por materiales correspondientes al Mesozoico (concretamente al Triásico y Cretácico), al Terciario y al Cuaternario.

Dentro del mesozoico cabe distinguir dos dominios, estructurales diferentes, separados por la falla de Urbel o Ubierna, en la parte norte el dominio de plataforma estructural de los páramos mesozoicos o plataforma burgalesa, débilmente deformada, y la banda o franja plegada de Montorio, al Sur, constituida por la sierra de Ubierna. La zona de estudio discurre paralelo a la falla de Urbel o Ubierna, situándose dentro del dominio de la banda o franja plegada de Montorio.

En la parte inicial y media del tramo encontramos materiales terciarios de la cuenca de Duero y de la depresión de la Bureba. La disposición de estos materiales junto con el recubrimiento cuaternario, es prácticamente horizontal.

A continuación se describe el trazado desde el punto de vista geológico realizándose una descripción detallada de las unidades geológicas afectadas a lo largo del corredor.

## DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DE LA TRAZA

El tramo de autovía comienza su trazado en el límite del término municipal de Quintanaortuño con el de Merindad de río Ubierna, a la altura del kilómetro 14,6 de la carretera nacional 623-627. En esta zona la traza va sobre relleno el cual apoyará sobre depósitos aluviales ( $Q_{AL}$ ) por lo que la zona es prácticamente horizontal. Estos materiales aparecen hasta el P.K. 2+400. A la altura del P.K.1+320 hay una estructura, (paso inferior), y desde el P.K 1+600 al 1+720, un viaducto para salvar el río Ubierna. Los depósitos aluviales están compuestos por gravas gruesas compactas, con presencia, por zonas, de una capa superior de suelos blandos compuesta por limos arcillo-arenosos, lo que hace necesaria la realización de saneos en esta zona. La cota de aparición del nivel freático en este aluvial se encuentra a una profundidad en torno a 2.00 m.

A partir del P.K. 2+400 la traza apoya sobre materiales margosos y arcillosos de la Facies Dueñas, (T2), yendo la traza sobre relleno aproximadamente hasta el P.K 3+200. En esta zona el terreno natural se eleva hacia una colina, sin embargo la ladera está afectada por la actividad humana, presentando una serie de bancales realizados a fin de nivelar las fincas.

Desde el P.K. 3+200 al 3+880 la traza va en desmante de unos 21 metros de altura máxima afectando principalmente a los materiales margosos de la facies Dueñas, las cuales se encuentran recubiertos en su parte superior por los materiales de las unidades T3 y T4, las cuales coronan el cerro afectado por el desmante. Dentro de los materiales margosos en conjunto impermeables se encuentran niveles más arenosos o calcáreos parcialmente disueltos que canalizan el agua a su través, dando lugar a afloramientos de agua distribuidos irregularmente y a diferentes cotas.

A partir de este punto la traza discurre aprovechando el valle de un pequeño arroyo. Del 3+880 al 5+670 la traza discurre sobre relleno de altura máxima 10 m. para el paso del citado arroyo y de su valle. Este relleno apoyará sobre materiales margosos de la facies Dueñas exceptuando varios tramos en que afecta los materiales del fondo de valle de dicho arroyo o de sus afluentes. El primero de ellos, comprendido entre los P.K.s. 3+980 al 4+120, es el paso del citado arroyo y se trata de una zona de saneos por presencia de suelos blandos, hasta una profundidad en torno a los 4.40 metros, con presencia de nivel freático en torno a 3.10 m. A partir de este punto el trazado es mas o menos paralelo al

arroyo y los intervalos en que aparece el fondo de valle corresponden al lateral del valle o a pequeños regatos que desaguan en el arroyo principal, siendo necesarios saneos bastante menores.

Desde el P.K. 5+670 al 6+330 la traza discurre en desmante con una altura máxima de 20 m. Este desmante afecta a materiales terciarios de la formación Alar del Rey (T6) hasta el P.K. 5+720, a partir de este punto afecta a materiales cretácicos, calizas y dolomías blancas (C3) hasta el P.K. 6+280. La parte final del desmante afecta a materiales de la unidad C2. En este intervalo los estratos de caliza que afloran se encuentran en el flanco invertido de un anticlinal tumbado, cuya traza axial es aproximadamente perpendicular a la traza. También coincide con un cierre periclinal y es una zona con fallas normales, asociada a procesos de distensión en la zona de charnela y/o a posibles extrusiones de los materiales del centro de la flexión, por todo ello los materiales aparecen muy fragmentados.

Desde el P.K. 6+330 al P.K. 6+530 la traza discurre sobre un relleno que apoyara sobre materiales cretácicos, margas gris negras (C2), por lo que no serán necesarios saneos ni otras medidas adicionales salvo en el paso de una pequeña vaguada en el entorno del P.K. 6+520.

A partir del P.K. 6+530 hasta el P.K 7+890 la traza discurre en desmante con una altura máxima de 25 metros. Los materiales afectados por el desmante son calizas y dolomías blancas (C3) y margas grises de la unidad C2. Los materiales de la unidad C2 aparecen en la parte inicial del desmante, hasta el P.K. 6+580 en superficie y hasta el P.K. 6+730 en la traza en fondo de desmante, recubiertos por los materiales de la unidad C3. A partir de este punto el desmante afecta enteramente a materiales de la unidad C3. Este desmante, en cuanto a la calidad de la roca presenta dos tramos diferenciados, hasta el P.K. 7.+200 la roca caliza se encuentra intensamente fracturada y a partir de este p.k. la buena calidad de la roca, que no parece presentar procesos tectónicos importantes, y el buzamiento perpendicular a la dirección de la traza, harán viables desmontes con taludes subverticales estables. Todos los productos obtenidos en los dos desmontes de la unidad C3 podrán ser utilizados como materiales para conformar rellenos, escolleras y otro tipo de rellenos localizados.

Desde el P.K. 7+890 al P.K. 8+200 la traza va sobre un relleno con una altura máxima de 10 metros aproximadamente. Los materiales sobre los que apoya el relleno son hasta el P.K 7+980 calizas y dolomías blancas cretácicas (C3). A partir de este punto el relleno apoyará sobre arcillas y conglomerados calcáreos terciarios de la facies Bureba (T9).

A partir del P.K. 8+200 hasta el P.K. 8+400 la traza discurre en desmonte con una altura máxima de 6 metros aproximadamente. Los materiales afectados por este desmonte son arcillas y conglomerados calcáreos terciarios de la facies Bureba (T9).

Desde el P.K. 8+400 al 8+700 la traza discurre en relleno de 6.00 metros de altura máxima. Los materiales sobre los que apoyará este relleno son arcillas y conglomerados calcáreos de la facies Bureba del terciario (T9) con un recubrimiento de materiales de fondo de valle (Q<sub>FV</sub>) en el intervalo del P.K. 8+520 al P.K. 8+590. Será necesario el saneo de estos suelos, los cuales sin embargo poseen un espesor reducido: en torno a 0.60 m. sin contar TV y el nivel freático se encuentra a una profundidad en torno a 1.00 m.

A partir del P.K. 8+700 al P.K. 8+860 la traza va en un desmonte con unos 2.5 metros de altura máxima afectando a materiales de la unidad arcillas y conglomerados calcáreos de la facies Bureba (T9).

Desde el P.K. 8+860 al 9+240 la traza discurre en relleno de 6.00 metros de altura máxima. Los materiales sobre los que apoyará este relleno son arcillas y conglomerados calcáreos de la facies Bureba del terciario (T9).

Del P.K. 9+240 al P.K. 9+480 la traza discurre en desmonte de altura máxima de unos 18 m en su margen derecha, afectando a materiales de la facies Bureba (T9). Muy próximo a este desmonte se ha investigado los materiales del préstamo 2, los cuales corresponden al mismo tipo de materiales que los afectados por el desmonte.

Desde el P.K. 9+480 al 10+000 la traza discurre en relleno de unos 6 metros de altura máxima. Los materiales sobre los que apoyará este relleno son arcillas y conglomerados calcáreos de la facies Bureba del terciario (T9)

Del P.K. 10+000 al P.K. 10+980 la traza discurre en dos desmontes sucesivos de altura máxima 18 m en su margen izquierda, afectando a materiales de la facies Bureba (T9).

A partir de las prospecciones efectuadas en los desmontes de la facies Bureba es probable la aparición de agua en los mismos.

A partir del P.K 10+980 la traza discurre sobre un relleno de 14 metros de altura máxima. Los materiales sobre los que apoyará el relleno son variados, del P.K 10+980 al P.K. 11+040 la facies Bureba, (T9). En el P.K 11+040, aparece una falla que pone en contacto las arcillas y conglomerados calcáreos de la facies Bureba (T9) con margas gris negras cretácicas (C2), y aparecen estos materiales hasta el P.K 11+360. Entre los P.K.s 11+140 y 11+160 tenemos materiales cuaternarios de fondo de valle, (Q<sub>FV</sub>) recubriendo las margas (C2). A partir del P.K. 11+360 el relleno apoyará sobre arenas, gravas y arcillas cretácicas de la formación Utrillas (C1), a excepción de la zona comprendida entre los P.K. 11+510 al P.K 11+580 donde apoyará sobre materiales cuaternarios de fondo de valle (Q<sub>FV</sub>). Será necesario el saneo de los suelos blandos ligados a los fondos de valle en un espesor en torno a 0.90 m, para el resto no será necesario el recurrir a saneos al tratarse de suelos con alta consolidación.

#### 2.2.3.2.- Tectónica

En la región han actuado diversas fases o pulsaciones tectónicas desde el fin de la orogenia Hercínica.

Las primeras etapas tectónicas alpinas son las fases neokimmericas (durante el Jurásico superior y el Cretácico inferior), causantes de la discordancia basal de la Facies Purbek, y que dieron lugar a un sistema de desgarres dextrales ONO-ESE, atribuido al comienzo de la apertura del Golfo de Vizcaya. A continuación viene una etapa de mayor tranquilidad tectónica durante el Aptiense y Albiense inferior. Después hay un nuevo rejuvenecimiento de los relieves, atribuibles a la Fase Abstrica, responsable de la discordancia basal de la Facies Utrillas.

Las primeras fases alpinas propiamente dichas comienzan en el Cretácico superior (con aparición de hiatos en el Turoniense y Coniaciense) y prosiguen en el Paleoceno (con importante extrusión diapírica de Keuper en regiones más septentrionales) y Eoceno. A finales del Eoceno y hasta el Oligoceno se produce el plegamiento principal (Fase Pirenaica), comenzando a individualizarse en esa época las Cuencas del Duero y Ebro-Bureba.

La Fase Pirenaica, compresiva, rejuega los accidentes formados con anterioridad y está marcada por la existencia de desgarres dextrales ONO-ESE (Falla de Urbel, etc., y cabalgamientos NE-SO asociados), siendo atribuible todo ello a un desplazamiento relativo hacia el NO de la Placa Ibérica durante el Terciario (CAMARA, 1989).

En la zona, las últimas manifestaciones tectónicas detectadas afectan a los materiales terciarios.

En la porción de la Cuenca del Duero que afecta al trazado, la discordancia que muestran las margas de Dueñas (T2) sobre los conglomerados calcáreos oligomiocenos (T1), pueden ser un reflejo de la Fase Sávica; y la progradación generalizada que suponen los Conglomerados de Alar del Rey (T6) sobre las margas anteriores (T5), de la Stayrica, momento en que se configura la cuenca definitivamente. No se han detectado en la zona accidentes o movimientos tectónicos más recientes.

En la Depresión de La Bureba, las capas terciarias (de edad Oligoceno-Mioceno inferior) se disponen discordantes sobre el Mesozoico (Fase Pirenaica) y generalmente subhorizontales, salvo en las proximidades del Mesozoico y en el ámbito de influencia de determinadas flexuras (probablemente de la Fase Sávica).

### **2.2.3.3.- Geomorfología**

La zona de estudio se ubica en la mitad septentrional de la provincia de Burgos, participando, pues, de la mayor parte de las características físicas y geográficas de la submeseta septentrional de la Península Ibérica. Más precisamente, puede decirse que se encuentran en el borde norte de esa submeseta, comportando tanto características de la zona de enlace entre la cuenca del Duero (Depresión terciaria) y su borde nororiental montañoso (Orla o Cordillera Vasco-cantábrica), como de las del área de transición entre las Cuencas (terciarias) del Duero y Ebro.

En líneas generales, esta parte de la submeseta se trata de un área de elevadas altiplanicies (700-1300 m), presentes, incluso, sobre buena parte del área montañosa nororiental.

La elevada altitud promedio y el aislamiento de las influencias oceánicas atlánticas mediante dicho macizo montañoso, propician unos ciertos rasgos climáticos de tipo continental (15° C de media), con precipitaciones no muy abundantes (500 a 700 mm) en la

parte correspondiente a las Cuencas del Duero y Ebro, alcanzándose valores más altos (hasta 1200 mm) en el mencionado macizo.

La división hidrográfica Duero-Ebro recorre la zona aproximadamente en diagonal, de SE a NO. A la Cuenca del Duero (y hacia el sur) fluyen los ríos Urbel y Ubierna, afluentes del Arlanzón. A la Cuenca del Ebro fluyen los ríos San Antón y Homino (fuera de la zona de estudio).

Esta zona se caracteriza por la presencia de extensas altiplanicies (restos de superficies de erosión/depósito de edad finiterciaria) en las que la red hidrográfica se ha encajado no muy profundamente aún (en el norte de la zona estudiada: Paramos de La Lora y Poza de la Sal, con 1069 y 1151 m de altitud máxima, respectivamente) o a las que ha desconectado entre sí (en la periferia de esos Páramos). En líneas generales, esas planicies descienden ligeramente de NE a SO y O.

### **2.2.3.4.- Hidrogeología**

Hidrogeológicamente, esta zona participa de dos sistemas acuíferos, dentro de la Cuenca del Duero: El S.A. nº 8 ó Terciario Detrítico y el S.A. nº 9 -Unidad Cárstica del NE de Burgos.

S.A. N° 8: Litológicamente este sistema está formado por materiales terciarios continentales, en donde destacan los detríticos (arenas y gravas englobadas en arcillas) que culminan en paquetes calcáreos. Estos pueden constituir acuíferos locales por permeabilidad debida a la karstificación, mientras que los materiales detríticos presentan unas permeabilidades variables (en función de la proporción de detríticos más gruesos) debido a la porosidad intergranular.

En la presente zona, este conjunto de materiales terciarios se apoya sobre calizas mesozoicas del S.A. nº 9, con las cuales está conectado hidráulicamente.

S.A. N° 9: Está constituido por la banda de calizas mesozoicas. A su vez se divide en las siguientes subunidades:

Subunidad de Quintanilla-Pedro Abarca, cuyos niveles acuíferos son los niveles de calizas y dolomías del Turoniense-Coniaciense y las calizas del Santoniense. (Acuíferos por fracturación y karstificación).

Se pueden considerar como dos tramos acuíferos desconectados entre sí por un paquete margoso del Santoniense.

El resto de los materiales se comportan como sus acuitardos, con una permeabilidad baja a muy baja.

Subunidad de Gredilla-La Polera: constituida, principalmente, por materiales calcáreos del Santoniense, que funcionan en régimen de acuífero karstico.

Subunidad de Peñahorada: su nivel acuífero más importante son las calizas y dolomías del Turoniense-Coniaciense, permeables por karstificación.

La recarga de agua del conjunto del S.A. nº 9 se realiza a partir de infiltración de agua de lluvia que circula en régimen karstico, hacia las vías de drenaje, principalmente los ríos; así la subunidad de Quintanilla-Pedro Abarca drena al río Urbel y la de Gredilla-La Polera al Ubierna.

Respecto a los cuaternarios (aluviales y fondos de valle), presentan una permeabilidad media, aunque por su poca potencia y representatividad solo resultan interesantes para explotaciones puntuales.

#### 2.2.3.5.- Procedencia de materiales

En principio se intentará aprovechar la mayor parte de los materiales presentes en el trazado y provenientes de los desmontes. No obstante parte del material deberá de ser extraído de zonas de préstamo, especialmente el suelo adecuado.

A partir de la tabla procedente del anejo de movimiento de tierras en la que se expone la necesidad de cada tipo de materiales y de los ensayos realizados tanto en la traza como en los préstamos se indica en la siguiente tabla una propuesta de utilización de materiales:

Material de Traza	Núcleo de Terraplén	2.640.716,82
	<b>Total</b>	<b>2.640.717</b>

Material de Préstamos	Núcleo de Terraplén	466.763	PR-1
	Suelo Seleccionado (Explanadas)	138.765	PR-9
	S-Est3 (Explanadas)	92.967	PR-1
	Suelo Seleccionado (Cuñas de Transición)	235.193	PR-9
	<b>Total</b>	<b>933.688</b>	

		<b>m<sup>3</sup></b>
Material a Vertedero	Material No apto (con coef. Paso)	1.166.365
	Material Apto (con coef. Paso)	0
	Inadecuado (con coef. de Paso)	260.958
	<b>Total</b>	<b>1.427.323</b>

Para el material no apto e inadecuado se han estudiado 3 posibles vertederos con capacidad suficiente para acoger este volumen de material

En cuanto a graveras y canteras se ha recopilado información de las graveras y canteras de la zona, estudiándose la posibilidad de su aprovechamiento para las diferentes necesidades de la obra (zahorras, suelo cemento y áridos para mezclas bituminosas y para hormigón.

#### 2.2.4.- GRADO DE SISMICIDAD Y MEDIDAS A ADOPTAR

La Norma de Construcción Sismorresistente: Puentes" NCSP-07 (RD 637/2007 de 18 de mayo, publicada en el BOE de 2 de junio de 2007) proporciona los criterios que se han de seguir dentro del territorio español para la consideración de la acción sísmica en el proyecto, construcción y reforma de edificaciones y obras a las que les es aplicable de acuerdo con los dispuesto en la citada Norma. Ésta establece que no es de obligada aplicación cuando la aceleración sísmica básico ( $a_b$ ) sea inferior a 0,04g, siendo g la aceleración de la gravedad.

De acuerdo con la citada norma, en los municipios afectados por este proyecto, al igual que en toda la provincia de Burgos, la aceleración básica es inferior a 0,04 g, a la vista de lo cual, **en el presente Proyecto no es necesario considerar el efecto de las acciones sísmicas ni adoptar las reglas de diseño y prescripciones constructivas propias de zonas sísmicas.**



## 2.2.5.- CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA

### 2.2.5.1.- Climatología

El estudio climatológico e hidrológico de la zona objeto del proyecto tiene por finalidad el conocimiento de las condiciones climáticas e hidrológicas del entorno afectado por las obras.

El estudio climatológico y pluviométrico se orienta a la definición de los principales rasgos climáticos de la zona para establecer, en base a ellos, la incidencia que éstos tendrán en la obra, determinando los coeficientes medios de aprovechamiento de días laborables para la realización de las principales unidades de obra, así como la definición de los índices agroclimáticos.

El estudio hidrológico tiene por finalidad el análisis del régimen de precipitaciones y del resto de características hidrológicas de la zona objeto del proyecto, además del estudio de las cuencas afectadas por la traza con el fin de poder determinar los caudales generados por éstas y dimensionar correctamente las obras de drenaje necesarias.

#### Análisis de temperaturas y precipitaciones

Para la obtención de los datos climatológicos y pluviométricos se han consultado las siguientes fuentes:

- Agencia Estatal de Meteorología ([www.aemet.es](http://www.aemet.es))
- Guía Resumida del Clima en España (1971-2000).
- Atlas Nacional de España, Sección II, Climatología.
- Máximas lluvias diarias en la España Peninsular. Ministerio de Fomento.

Con la información obtenida y una vez analizada se concluye que el régimen térmico de la zona del proyecto se caracteriza por temperaturas en las que los valores medios mínimos están por debajo de 0° C en invierno, llegando a -2,17°C y veranos calurosos con temperaturas medias máximas cercanos a 30° C (27,83°C).

La temperatura media anual es de 9,78° C, variando entre 1,73° C de la estación Villaverde Peñahorada como temperatura mínima de la media mensual y, 18,74° C de la estación Burgos Villafraja como temperatura máxima de la media mensual.

La temperatura media de las máximas supera los 20° C en los meses de Junio, Julio, Agosto y Septiembre para cualquiera de las estaciones estudiadas.

El mes más cálido es julio según la estación Villaverde Peñahorada con 27,83° C de temperatura media de las máximas.

Por tanto, la oscilación térmica anual, entendida ésta como la diferencia entre la media de las máximas del mes cálido y la media de las mínimas del mes más frío tiene un valor de 30° C para la estación Villaverde Peñahorada y un valor de 27,72° C para la de Burgos "Villafraja".

Las temperaturas estacionales resultan:

	Burgos "Villafraja"	Villaverde Peñahorada
- Primavera: (Marzo, Abril y Mayo)	8,77	7,78
- Verano: (Junio, Julio y Agosto)	17,71	17,22
- Otoño: (Septiembre, Octubre y Noviembre)	11,04	10,16
- Invierno: (Diciembre, Enero y Febrero)	3,27	2,29
- Oscilación invierno – verano	14,44	14,93

La termometría de una estación permite definir la presencia de heladas en la zona, las cuales se pueden agrupar:

- Helada segura: cuando la temperatura media de las mínimas es menor que 0° C.
- Helada probable: cuando la temperatura mínima absoluta es menor que 0°C.

Así, los resultados en la zona son:

	Burgos Villafraja	Villaverde Peñahorada
Enero	Segura	Segura
Febrero	Segura	Segura
Marzo	Probable	Segura
Abril	Probable	Probable
Mayo	Probable	Probable
Junio	--	Probable
Julio	--	--
Agosto	--	Probable
Septiembre	Probable	Probable
Octubre	Probable	Probable
Noviembre	Probable	Segura
Diciembre	Segura	Segura



Tal y como se muestra en la tabla, es muy probable que las primeras heladas comiencen en agosto o septiembre, para mantenerse habituales hasta mayo, siendo este un fenómeno que puede condicionar el diseño de la vía.

Las precipitaciones medias anuales de las estaciones de la zona están entre los 565,84 mm de Burgos Villafraía y los 830,93 mm de Montorio, zona en la que se evidencia un importante aumento de la precipitación.

Las precipitaciones mínimas se producen en verano, julio y agosto, con un mínimo de 25,6 mm en julio en la estación de Burgos, como contraste el mínimo de la zona de Montorio es de 30,9 mm en agosto.

Por otro lado, las precipitaciones en forma de nieve se presentan principalmente, de octubre a mayo, presentándose un valor medio anual entre los 15,75 días/año de Huermececes y los 22,95 días/año de Villaverde Peñahorada; con máximas en el mes de enero que presentan entre 2,4 días/mes y 5,2 días mes de nieve.

El granizo se produce de manera más ocasional que las nevadas registrándose principalmente en primavera, obteniéndose un valor máximo de 7,65 días/año en Villaverde – Peñahorada y un mínimo en Montorio, contrastando con las precipitaciones de 1,53 días/año.

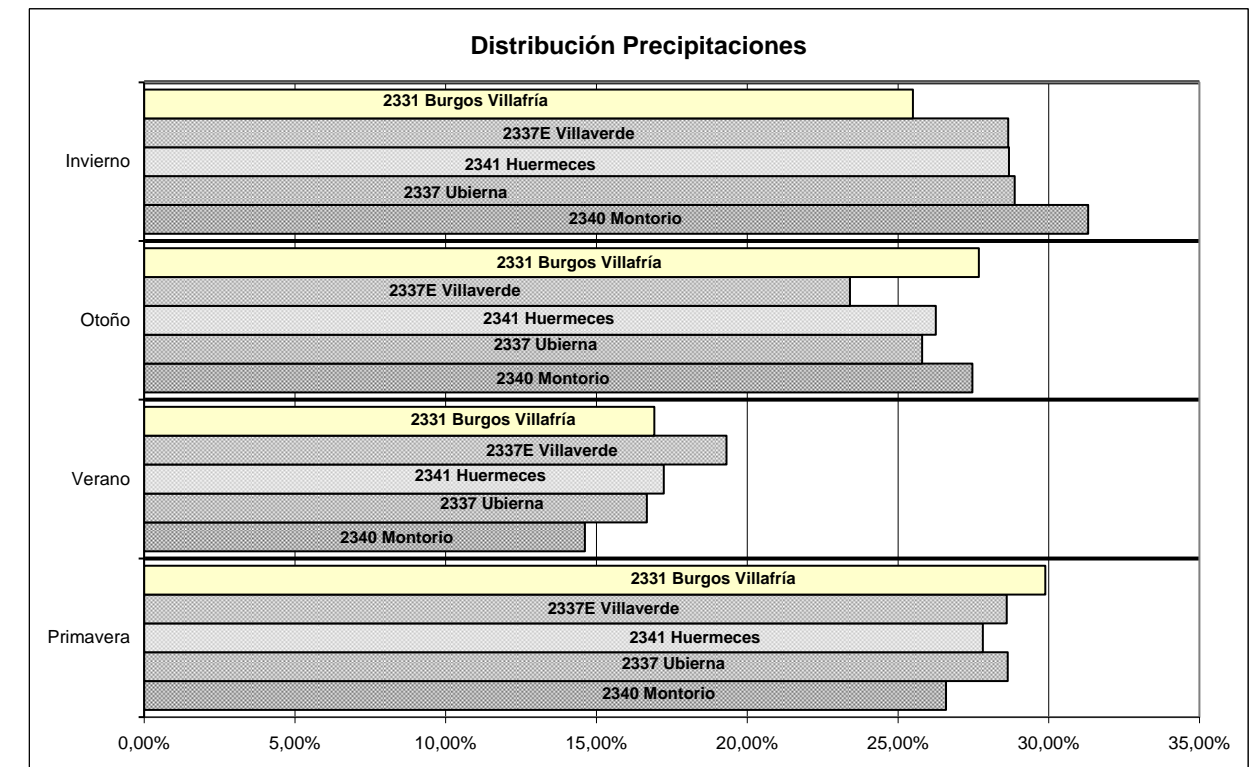
Sin embargo, los aguaceros de tipo tormentoso son más frecuentes, registrándose con mayor intensidad entre los meses de Abril a Septiembre, presentándose un valor entorno a los 12 días/año.

Los días de niebla se presentan a lo largo de todo el año, siendo especialmente evidentes en la zona de Villaverde Peñahorada con un valor medio anual de 77,56 días/año.

Los fenómenos de rocío y escarcha indican la existencia de condensaciones de agua abundantes en el terreno, siendo más abundantes en las épocas de heladas. Estos efectos son favorables al crecimiento de las plantas.

En la tabla siguiente se recoge la distribución porcentual de las precipitaciones:

	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
2340 Montorio	26,60%	14,62%	27,47%	31,31%
2337 Ubierna	28,64%	16,67%	25,80%	28,88%
2341 Huermececes	27,82%	17,24%	26,26%	28,69%
2337E Villaverde	28,61%	19,32%	23,41%	28,66%
2331 Burgos Villafraía	29,89%	16,92%	27,68%	25,50%



Se observa que el máximo de precipitaciones se recoge en Invierno, siendo el verano la estación del año que menos aporta, si bien no tiene un valor despreciable, representando un 17% del valor total de precipitación anual.

### Clasificaciones climáticas

Para clasificar el clima, se recogen en el anejo "Climatología e Hidrología" las clasificaciones de Köopen, Papadakis y de Thornthwaite.

La Clasificación de Köopen consiste en realizar a partir de los valores de temperaturas y de precipitaciones medias mensuales y anuales, discriminaciones en grupos climáticos, subgrupos climáticos y en una tercera subdivisión que matice el tipo de verano, invierno o período seco.

Según esta clasificación se trata de un clima **Cfa, templado húmedo mesotérmico, sin estación seca con veranos cálidos.**

La clasificación de PAPADAKIS caracteriza el clima desde el punto de vista agroecológico. Utiliza, fundamentalmente, parámetros basados en valores extremos de las variables climatológicas, como factores limitantes en la distribución de los distintos cultivos, a diferencia de la mayoría de las clasificaciones que utilizan solamente valores medios.

Los umbrales que se fijan para caracterizar los tipos climáticos corresponden con los límites naturales de algunos cultivos.

El sistema define un tipo de invierno y un tipo de verano que juntos nos definen el régimen térmico. Por otra parte, en función de las precipitaciones y el balance de agua en el suelo, obtenemos el régimen de humedad. Con el régimen térmico y el régimen de humedad obtenemos, finalmente, las unidades climáticas:

Según la clasificación agroclimática de Papadakis, el clima en la zona de proyecto es: mediterráneo templado.

La clasificación de Thornthwaite utiliza como base la evapotranspiración potencial y la precipitación. El clima resulta subhúmedo (C2), mesotérmico (B'1) con moderada concentración térmica en verano (b'4).

### Cálculo de días trabajables

Para cada clase de obra, se entiende por día trabajable, en lo que a clima se refiere, el día en que las precipitaciones y las temperaturas ambiente sean inferiores y superiores, respectivamente, a los límites que más adelante se fijan.

	FACTORES AMBIENTALES QUE AFECTAN A LA OBRA				
	0°C	10 mm	1 mm	10°C	5°C
Hormigones hidráulicos	×	×			
Explanaciones	×	×	×		
Áridos		×			
Riegos y tratamientos superficiales o por penetración			×	×	
Mezclas bituminosas			×		×

Dado que se trata de fenómenos cuya probabilidad es independiente, y como quiera el trabajo habría de suspenderse en el caso de que concurriera alguna de las condiciones adversas, a cada una de las unidades de obra se le aplican los coeficientes de reducción correspondientes, quedando lo siguiente:

CLASE DE OBRA	COEFICIENTE
Hormigones hidráulicos:	$C_m = \eta_m \times \lambda_m$
Explanaciones:	$C_m = \eta_m \times (\lambda'_m + \lambda_m) / 2$
Producción de áridos	$C_m = \lambda_m$
Riegos y tratamientos superficiales o por penetración	$C_m = \tau_m \times \lambda'_m$
Mezclas bituminosas	$C_m = \tau'_m \times \lambda'_m$

Para el cálculo de los días trabajables netos de cada mes hay que tener en cuenta dos reducciones:

- Los días de climatología adversa, que ya están definidos por los coeficientes  $C_m$ , para cada clase de obra.
- Los días festivos, variables según el año y la localidad. Su coeficiente reductor se puede establecer a la vista del calendario laboral. ( $C_f$ )

Puesto que los días festivos pueden ser días adversos climatológicamente, para realizar la transformación de días-calendario en días-trabajables, se propone seguir el siguiente criterio (según la publicación "Datos climáticos para carreteras"):

- \* Para un mes determinado,  $C_f$  es el coeficiente de reducción de días festivos y  $C_m$  el coeficiente de reducción climatológico para una unidad de obra determinada. La probabilidad de que un día cualquiera del mes presente una climatología adversa, para dicha unidad de obra, será  $(1 - C_m)$  y  $(1 - C_m) * C_f$  la probabilidad de que un día laborable presente una climatología adversa. Por lo tanto el coeficiente de reducción total será:

$$C_t = 1 - (1 - C_m) * C_f$$

Para el cálculo de estos coeficientes se han utilizado los datos correspondientes a la zona, recogidos en la publicación “Isolíneas de coeficientes de reducción de los días de trabajo”.

En base a los datos de la zona el número aprovechable de días al mes (según el calendario laboral para el año 2018) para las diferentes unidades de obra resulta:

Días aprovechables del mes					
	Hormigones	Explanaciones	Áridos	Riegos	Mezclas
<b>Enero</b>	4	4	13	0	3
<b>Febrero</b>	5	4	13	0	2
<b>Marzo</b>	7	6	12	1	4
<b>Abril</b>	8	7	10	1	4
<b>Mayo</b>	14	12	15	5	10
<b>Junio</b>	10	9	10	6	8
<b>Julio</b>	14	13	14	11	13
<b>Agosto</b>	15	14	15	12	13
<b>Septiembre</b>	12	12	12	10	11
<b>Octubre</b>	13	12	14	1	9
<b>Noviembre</b>	9	8	12	0	4
<b>Diciembre</b>	3	3	7	0	1
<b>Anual</b>	115	103	147	48	81

Por último, suponiendo que la ejecución de cada unidad de obra se reparte uniformemente a lo largo del año, puede determinarse el Coeficiente Medio Anual de Reducción para cada una de ellas sin más que afectando los anteriores coeficientes mensuales del correspondiente porcentaje (nº de días del mes/365) y sumando.

El resultado final queda como sigue:

Coeficiente medio anual de reducción				
Hormigones	Explanaciones	Áridos	Riegos	Mezclas
0,47	0,42	0,61	0,20	0,33

### 2.2.5.2.- Hidrología

El entorno estudiado pertenece a la Cuenca Hidrográfica del río Duero (Cuenca nº 2), en concreto a la subcuenca del río Ubierna, el cauce más importante atravesado por el trazado.

El inicio del trazado se localiza en el P.K. 14,500 de la carretera N-627 Burgos – Aguilar de Campoo, una vez pasa el municipio de Quintanaortuño y finaliza entorno al P.K. 26 + 500 de la citada carretera N-627.

Atraviesa los términos municipales de Quintanaortuño, Merindad del Río Ubierna, Huermezes y Montorio.

Entre los cauces atravesados por el trazado destacan, además del río Ubierna, Arroyo de las Fuentes, Arroyo de Rueda, Arroyo de Rucios, así como pequeños arroyuelos que no tienen denominación específica en el mapa topográfico a escala 1:25.000.

El objetivo final del apartado de hidrología es el cálculo de los caudales de diseño de las obras de drenaje longitudinal y transversal del tramo de vía objeto de este Proyecto.

Para la realización de este estudio se han empleado el método hidrometeorológico contenido en la Instrucción 5.2.-I.C. “Drenaje Superficial” y el método que recoge las modificaciones realizadas por Témez en una comunicación al XXIV Congreso de la Asociación Internacional de Investigaciones Hidráulicas (Madrid 1991) y reproducida en el nº 82 de la revista de “Ingeniería Civil”.

**Respecto a la metodología empleada, conviene indicar la existencia de una Nueva Norma de Drenaje Superficial (Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero).** Con objeto de dar una validación a los cálculos realizados para este proyecto, se ha llevado a cabo una comprobación con dicha Norma con objeto de poder **comparar** los valores de los caudales obtenidos con la nueva disposición y los empleados en los cálculos de las obras de drenaje transversal. La conclusión alcanzada indica que las diferencias en los caudales para periodo de retorno de 100 años no son significativas, por lo que se seguirán adoptando los valores contemplados en las Fases anteriores.

Los caudales de referencia para los que se proyectarán los elementos de drenaje transversal estarán asociados a unos determinados períodos de retorno que definen su frecuencia de aparición. Dadas las características de la vía proyectada y del tráfico que soporta, y según la citada Instrucción, el período de retorno para el que se deberían de comprobar las obras de drenaje Transversal es 100 años. No obstante se esperará confirmación por parte de la Confederación Hidrográfica del Duero.

La estimación de estos caudales asociados a distintos períodos de retorno depende del tamaño y naturaleza de las cuencas de aportación, por lo que en el presente estudio se han caracterizado cada una de ellas.

Los caudales de referencia en los puntos en que desagüe una cuenca o superficie se han obtenido mediante la siguiente fórmula (método racional modificado):

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot S}{3,6} \cdot K$$

donde:

$Q$  : caudal (m<sup>3</sup>/seg).

$C$  : coeficiente medio de escorrentía de la cuenca o superficie drenada.

$I$  : intensidad media (mm/h) de lluvia correspondiente al periodo de retorno considerado y a un intervalo igual al tiempo de concentración.

$S$  : superficie de aportación (km<sup>2</sup>).

$K$  : coeficiente que tiene en cuenta la falta de uniformidad en la distribución temporal del aguacero.

El valor de  $k$  depende del tiempo de concentración, aunque puede variar de unos episodios a otros. A efectos prácticos, para su evaluación, este método propone desechar la influencia del resto de variables (torrencialidad, características de la cuenca, ...) y definirlo sólo en función del tiempo de concentración:

$$K = 1 + \frac{T_c^{1,25}}{T_c^{1,25} + 14}$$

La situación de todas las cuencas vertientes interceptadas por la vía en el tramo de estudio se encuentra definida en los planos adjuntos al final del Anejo nº 4 Climatología e Hidrología.

Para el cálculo de la precipitación máxima en 24 horas se ha partido de los datos de AEMET para las estaciones:

IND	ESTACIÓN	PROVINCIA	TIPO ACT	Longitud	Latitud	ALTITUD	F	AÑOS CON DATOS		AÑOS COMPLETOS		AÑOS INCOMPLETOS	
								PLUVIO	TERMO	PLUVIO	TERMO	PLUVIO	TERMO
2337E	VILLAVERDE PENAHORADA	BURGOS	TP	03-40-12W	42-27-55	870	N	1968-1985	1975-1987	12	5	6	5
2340	MONTORIO	BURGOS	P	03-46-42W	42-35-00	944	S	1949-2008	-----	58	---	2	---
2337	UBIERNA	BURGOS	P	03-41-52W	42-29-35	886	N	1961-1985	-----	18	---	7	---
2341	HUERMECES	BURGOS	P	03-46-22W	42-31-20	884	N	1931-1995	-----	56	---	9	---

Posteriormente, se ha realizado un posterior contraste con los datos incluidos en la publicación "Máximas lluvias diarias en la España Peninsular" editado por el Servicio de Publicaciones del Ministerio de Fomento.

Con los datos de máximas precipitaciones diarias del INM se han calculado las precipitaciones para distintos períodos de retorno mediante los métodos de Gumbel y SQRT-Etmax.

Los valores obtenidos aparecen en la siguiente tabla:

Nº	ESTACIÓN	PERÍODO DE RETORNO						
		2	5	10	25	50	100	500
2340	Montorio	45,19	61,05	71,56	84,83	94,68	104,98	134,38
2341	Huermeces	40,88	52,89	61,60	73,52	82,90	92,31	117,17
2337	Ubierna	41,58	57,31	67,73	80,90	90,67	100,36	122,77
2337E	Villaverde Peñahorada	39,07	51,11	59,88	70,96	79,18	87,61	110,82

#### 2.2.6.- PLANEAMIENTO

El presente Proyecto afecta a los siguientes términos municipales:

- Quintanaortuño
- Merindad del Río Ubierna
- Huermeces
- Montorio

A modo de resumen se adjunta el siguiente cuadro con el planeamiento vigente que afecta al Proyecto y el estado de tramitación en cada caso:



MUNICIPIO	PLANEAMIENTO	APROBACIÓN EN COMISIÓN PROVINCIAL DE URBANISMO	OBSERVACIONES
QUINTANAORTUÑO	Normas Urbanísticas Municipales (NUM)	4 de Septiembre de 2000	Publicación BOCYL 10/10/2000
MERINDAD DEL RÍO UBIERNA	Normas Urbanísticas Municipales (NUM)	22 de Febrero de 2005	Publicación BOCYL 25/04/2005
HUÉRMECES	Normas Subsidiarias de Planeamiento Municipal de Burgos	15 de Abril de 1996	Publicación BOCYL 9/05/1996
MONTORIO*	Normas Subsidiarias de Planeamiento Municipal de Burgos*	15 de Abril de 1996	Publicación BOCYL 9/05/1996

-\* El Ayuntamiento de Montorio ha aprobado inicialmente las Normas Urbanísticas Municipales con fecha 22 de marzo de 2011.





El tramo de autovía se ha desplazado aproximadamente unos 600 m (entre los P.K.s 1 + 000 y 3 + 500), respecto al trazado aprobado del Estudio Informativo, tal y como indica la modificación de la Orden de Estudio de fecha noviembre de 2011.

Con la solución adoptada, el borde de ocupación se aleja sustancialmente de la delimitación de suelo urbanizable del Término Municipal de Merindad del Río Ubierna.

### 2.2.7.- TRÁFICO

El presente apartado caracteriza de forma detallada el tráfico de la Autovía A-73 Burgos–Aguilar de Campoo en su tramo Quintanaortuño – Montorio.

La caracterización del tráfico es la base para el cálculo de capacidad del tronco, así como de su nivel de servicio, punto de partida para la determinación de la necesidad de tercer carril, tramos de trenzado, etc.

A lo largo del estudio se analizan varias hipótesis de crecimiento fundamentadas en las principales variables socioeconómicas, en los desarrollos urbanísticos de la zona, en los flujos predominantes (corto y largo recorrido) y en la inducción.

#### 2.2.7.1.- Caracterización de la red actual

Como antecedente inmediato de este Estudio de Tráfico se cuenta con el Estudio de Tráfico que se realizó en el marco del Estudio Informativo N-627 Autovía Quintanaortuño – Montorio - Aguilar de Campoo.

**El estudio de tráfico ha sido realizado conforme a una previsión de puesta en servicio en el año 2016 y una vida útil de 20 años. Para la presente fase de proyecto se han analizado los datos actuales de las estaciones aforo permanentes en el año 2016, obteniéndose valores que validan la previsión entonces realizada. Con ello se garantiza que los cálculos de capacidad y niveles de servicio son correctos.**

A continuación se incluyen los datos de la estación de aforo de la estación permanente E-447-0, situada en el PK 2,34 de la A-73, en el tramo ya construido Quintanilla de Vivar - Quintanaortuño.

EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE UNA ESTACIÓN											
IMD			% CRECIMIENTO			FUNCIONAMIENTO					
Año	Total	Lige	Pesa	% Pesa	Total	Lige	Pesa	Nº	Ref. Año	Grado	
								Días	Ant	Comarac	
2016	5188	4354	834	16.1	5.49	6.2	5.44	361	98		
2015	4918	4100	791	16.1	5.02	5.18	2.06	000	0		
2014	4683	3898	775	16.6	9.49	10.68	4.17	256	70		
2013	4277	3522	744	17.4				000	0		

Como puede observarse, los datos de la estación de aforo son muy similares a las previsiones calculadas en el presente estudio, por lo que se considera adecuada la sección de firme proyectada.

En el marco de dicho Estudio de Tráfico se realizaron encuestas en dos puntos del corredor en los extremos de éste:

- En la N-623 en Sotopalacios, donde se encuestaron los vehículos circulando en sentido Norte.
- En la N-627 en Quintanas de Valdelucio, donde se encuestaron los vehículos circulando en sentido Burgos.

La encuesta realizada en la N-623, Sotopalacios, permite caracterizar los movimientos que se producen desde Burgos y la meseta en dirección Cantabria, cuyos principales resultados se reflejan en la tabla adjunta.

#### MOVILIDAD EN LA ENCUESTA REALIZADA EN LA N-623

Utilizando la N-627	
Burgos – Cantabria Centro y Oeste	792
Madrid – Cantabria Centro y Oeste	984
Burgos – Resto de Palencia	476
Burgos – Aguilar de Campoo	270
Burgos – Núcleos de la N-627	246
Acceso de N-623 sur – N-611	445
	3.213

Utilizando la N-623	
Burgos – Cantabria Este	357
Madrid – Cantabria Este	52
Acceso N-623 – Acceso N-623 Norte	858
	1.267
Resto de movimientos	4.042
Total	8.522

Por provincias son los movimientos procedentes de Burgos y Madrid, los que representan el mayor porcentaje de viajes. Se recogen 1.152 viajes/día entre Burgos y Cantabria, 746 entre Burgos y Palencia, y 1.036 entre Madrid y Cantabria. Los viajes con destino Cantabria que utilizan el itinerario de la N-627 representan el 95% para los que tienen como origen Madrid, y el 69% para los que tienen origen Burgos.

La encuesta en la N-627 permite caracterizar el tráfico en relaciones desde Cantabria hacia Burgos y la Meseta.

En la tabla adjunta se reflejan los resultados de esta encuesta.

MOVILIDAD EN LA ENCUESTA REALIZADA EN LA N-627

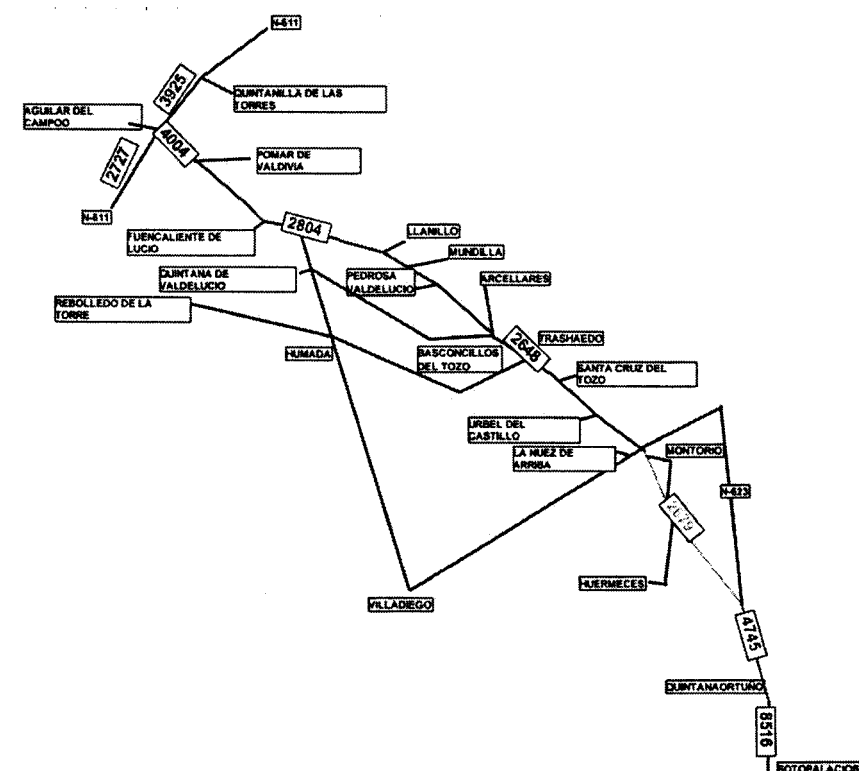
Santander – Madrid	468
Santander – Burgos	228
Aguilar de Campoo – Burgos	376
Torrelavega y Reinosa – Burgos	166
Torrelavega y Reinosa – Madrid	100
Santander – Resto de acceso N-623 S.	370
Aguilar de Campoo – Interior N-627	342
Resto de Movimientos	770
	2.820

Por provincias, son los movimientos procedentes de Palencia y Cantabria los que representan el mayor porcentaje de viajes. Se recoge 976 viajes/día entre Palencia y Burgos,

612 entre Cantabria y Madrid, y 516 entre Cantabria y Burgos. De los 976 viajes que se producen entre Palencia y Burgos, 376 son con Aguilar de Campoo, y 342 con los núcleos de población del interior del itinerario de la N-627. Con respecto a los viajes con origen o destino la Comunidad de Cantabria, 394 son relaciones de Burgos con Santander, Torrelavega y Reinosa; de las relaciones entre la Comunidad de Cantabria y Madrid, 568 son relaciones entre Santander, Torrelavega y Reinosa y Madrid.

Simultáneamente se realizaron aforos en diversos puntos del corredor que se tradujeron a IMD en base a los coeficientes de estaciones permanentes afines.

En la figura adjunta se refleja la IMD en dicho corredor derivada de dichos aforos.



Para caracterizar, cuantitativa y cualitativamente, el tráfico en el Corredor Burgos – Aguilar de Campoo y su prolongación hacia Cantabria por la A-67, se cuenta con los datos de tráfico recogidos en el Mapa de Carreteras del año 2007.

Como estaciones de aforo de interés para esta caracterización se cuenta con los datos de las estaciones que se recogen en la tabla adjunta y cuya localización se refleja en la figura adjunta.

ESTACIONES DE AFORO SELECCIONADAS EN CORREDOR  
 BURGOS-AGUILAR DE CAMPOO

<u>Carretera</u>	<u>Estación</u>	<u>p.k.</u>	<u>Localización</u>	<u>Tipo</u>
N-623	E-228	11.80	Sotopalacios	Permanente
N-623	BU-108	16.00	Sotopalacios	Cobertura
N-623	BU-124	24.00	Soto Sobresierra	Cobertura
N-627	BU-247	29.00	Montorio	Cobertura
N-627	BU-26	33.10	La Nuez de Arriba	Secundaria

**2.2.7.2.- Recogida de información complementaria**

Dado el trazado de la autovía, sensiblemente paralelo y próximo a la N-627, el tráfico en el tramo de la autovía se va a estimar en base:

- Para el tráfico de medio y largo recorrido que utilizará la autovía: actualización de los datos sobre movilidad recogidos en las Encuestas Origen-Destino realizadas en el Estudio Informativo.
- Para el tráfico de corto recorrido y el tráfico en los enlaces: a partir de los aforos y anotaciones de matrículas a realizar en la N-627. En nuestro tramo en particular no se proyecta ningún enlace, por lo que esta información será de apoyo.

Para caracterizar la movilidad y el tráfico en la situación actual y, como se ha señalado, para evaluar el tráfico de corto recorrido usuario de la autovía, se ha realizado una campaña de anotación de matrículas en nueve puntos del corredor:

- N-627 al sur de la intersección con la BU-622
- N-627 entre el acceso norte a Montorio y la intersección con la BU-601
- N-627 entre La Piedra y Urbel del Castillo
- N-627 entre acceso a Trashaedo y acceso Fuente-Urbel
- N-627 entre acceso sur a Basconcillos de Tozo y acceso a Trashaedo
- N-627 entre Pedrosa de Valdelucio y acceso a Mundilla
- Intersección de N-627 con BU-621
- N-627 entre Fuencaliente de Lucio y Bascones de Valdivia
- Intersección de N-627 con carretera de acceso a Pomar de Valdivia y Villaren

cuya localización se refleja en la figura adjunta.

La anotación de matrículas se explotó estableciendo la matriz de coincidencias que se reflejan en la tabla adjunta, referida a los siguientes puntos de anotación y sentido.

Para la obtención de la IMD en la N-627, se ha partido de la información global de los puntos de anotación de matrículas realizado para todo el corredor de la N-627 durante el año 2006 y la estación BU-247.

**Anotaciones de Matrículas: IMD en el Año 2006:**

Punto 1	N-627 al sur de la intersección con la BU-622 .....	3.712 veh/día
Punto 2	N-627 entre acceso norte a Montorio y la intersección con la BU-601 ....	3.424 veh/día
Punto 3	N-627 entre La Piedra y Urbel del Castillo .....	3.569 veh/día
Punto 4	N-627 entre acceso a Trashedo y acceso a Fuente de Urbel .....	3.422 veh/día
Punto 5	N-627 entre acceso a Basconcillos del Tozo y acceso a Trashedo...	3.148 veh/día
Punto 6	N-627 entre Pedrosa de Valdelucio y acceso a Mundilla .....	3.283 veh/día
Punto 7	Intersección N-627 con BU-621	
	Al sur de la intersección.....	3.722 veh/día
	Al norte de la intersección.....	3.836 veh/día
Punto 8	N-627 entre Fuencaliente de Lucio y Bascones de Valdivia .....	3.871 veh/día
Punto 9	Intersección de N-627 con carretera de acceso a Pomar de Valdivia y Villaren	
	Al sur de la intersección.....	4.047 veh/día
	Al norte de la intersección.....	4.490 veh/día

Los datos que se han de tomar para todo el corredor, dado que no se proyecta ningún enlace intermedio, corresponden con la IMD del punto 1: N-627 al sur de la intersección con la BU-622 con un valor de 3.712 veh/día. Esta IMD en la estación próxima BU-247 cuenta con una IMD 3.709 veh/día, similar a la obtenida con la anotación de matrículas.

Podemos observar aquí que lo obtenido en las anotaciones de matrículas (año 2006) con el obtenido en la estación de aforo BU-247 en ese mismo año es de 3.832 veh/d, ligeramente superior a la de las anotaciones. Por tanto, tomando como referencia la citada estación para el año 2010 se obtiene un valor de **4.092 veh/d con un 16,03 % de vehículos pesados.**

### 2.2.7.3.- Tráfico actual en el ámbito de estudio

Las siguientes tablas proporcionan los datos de tráfico descritos para cada tramo, recogiendo la IMD en los diferentes escenarios temporales planteados y para cada hipótesis de crecimiento según el Pliego de Prescripciones y según la Orden de Eficiencia FOM 3317/2010 del MFOM.

Año	Tráfico total con crecimiento al 1,5%		Tráfico total con crecimiento al 2,5%		Tráfico total con crecimiento al 3,5%		Tráfico con crecimiento según Orden FOM/3317/2010	
	Tráfico Total	Tráfico Pesados	Tráfico Total	Tráfico Pesados	Tráfico Total	Tráfico Pesados	Tráfico Total	Tráfico Pesados
2010	4.092	656	4.092	656	4.092	656	4.092	656
2011	4.235	679	4.235	679	4.235	679	4.136	663
2012	4.383	703	4.383	703	4.383	703	4.181	670
2013	4.537	727	4.537	727	4.537	727	4.226	677
2014	4.696	753	4.696	753	4.696	753	4.272	685
2015	4.860	779	4.860	779	4.860	779	4.318	692
<b>2016</b>	<b>5.030</b>	<b>806</b>	<b>5.030</b>	<b>806</b>	<b>5.030</b>	<b>806</b>	<b>4.364</b>	<b>700</b>
2017	5.208	835	5.259	843	5.310	851	4.427	710
2018	5.471	877	5.579	894	5.689	912	4.491	720
2019	5.786	928	5.959	955	6.135	983	4.556	730
2020	5.873	941	6.108	979	6.350	1018	4.621	741
2021	5.961	956	6.260	1004	6.572	1053	4.688	751
2022	6.050	970	6.417	1029	6.802	1090	4.755	762
2023	6.141	984	6.577	1054	7.040	1129	4.824	773
2024	6.233	999	6.742	1081	7.286	1168	4.893	784
2025	6.327	1014	6.910	1108	7.541	1209	4.964	796
<b>2026</b>	<b>6.422</b>	<b>1029</b>	<b>7.083</b>	<b>1135</b>	<b>7.805</b>	<b>1251</b>	<b>5.035</b>	<b>807</b>
2027	6.518	1045	7.260	1164	8.078	1295	5.108	819
2028	6.616	1061	7.442	1193	8.361	1340	5.181	831
2029	6.715	1076	7.628	1223	8.654	1387	5.256	843
2030	6.816	1093	7.818	1253	8.957	1436	5.332	855
2031	6.918	1109	8.014	1285	9.270	1486	5.408	867
2032	7.022	1126	8.214	1317	9.595	1538	5.486	879
2033	7.127	1142	8.420	1350	9.931	1592	5.565	892
2034	7.234	1160	8.630	1383	10.278	1648	5.645	905
2035	7.342	1177	8.846	1418	10.638	1705	5.727	918
<b>2036</b>	<b>7.453</b>	<b>1195</b>	<b>9.067</b>	<b>1453</b>	<b>11.010</b>	<b>1765</b>	<b>5.809</b>	<b>931</b>

Aceptando un 16,03% de pesados en el año 2016, y según los incrementos de tráfico indicados en la Orden FOM/3317/2010, se obtendría una IMD de 4.364 veh/d y 700

veh/d de pesados (350 veh/d por calzada), lo que resulta para el tronco una categoría de tráfico pesado T2.

Se ha consultado con las empresas redactoras de los proyectos de los tramos adyacentes del corredor de la autovía A-73 entre Burgos – Aguilar, el firme adoptado en cada uno de ellos, resultando que tanto en los proyectos redactados como en el tramo ya ejecutado se han diseñado los firmes con una categoría de tráfico superior (T1).

No obstante, y de acuerdo con la orden de eficiencia FOM/3317/2010, *...la sección de firme a utilizar se dimensionará de acuerdo con la categoría de tráfico que resulte con las hipótesis de crecimiento...*, y dado que nos encontramos muy lejos de alcanzar la siguiente categoría de tráfico (IMDp=800 veh/d por calzada), para T1, se ha considerado diseñar el nuevo paquete de firmes con una categoría de firmes **T2**.

### 2.2.7.4.- Tráfico actual en el ámbito de estudio considerando los datos hasta el año 2016

Al tráfico obtenido como referencia de la estación BU-247 del año 2016, se ha analizado la prognosis de tráfico con los criterios indicados en el Pliego de Prescripciones Técnicas para la redacción del presente proyecto y la Orden FOM/3317/2010 sobre medidas de eficiencia donde establecen los incrementos de tráfico en estudios de carreteras.

Las siguientes tablas proporcionan los datos de tráfico descritos para cada tramo, recogiendo la IMD en los diferentes escenarios temporales planteados y para cada hipótesis de crecimiento según el Pliego de Prescripciones y según la Orden de Eficiencia FOM 3317/2010 del MFOM.

Año	Tráfico total con crecimiento al 1,5%		Tráfico total con crecimiento al 2,5%		Tráfico total con crecimiento al 3,5%		Tráfico con crecimiento según Orden FOM/3317/2010	
	Tráfico Total	Tráfico Pesados	Tráfico Total	Tráfico Pesados	Tráfico Total	Tráfico Pesados	Tráfico Total	Tráfico Pesados
2016	3.363	644	3.363	644	3.363	644	3.363	644
2017	3.481	667	3.481	667	3.481	667	3.411	653
2018	3.603	690	3.603	690	3.603	690	3.461	663
2019	3.729	714	3.729	714	3.729	714	3.510	672
2020	3.859	739	3.859	739	3.859	739	3.561	682
<b>2021</b>	<b>3.994</b>	<b>765</b>	<b>3.994</b>	<b>765</b>	<b>3.994</b>	<b>765</b>	<b>3.612</b>	<b>692</b>
2022	4.134	792	4.176	800	4.214	807	3.664	702

Año	Tráfico total con crecimiento al 1,5%		Tráfico total con crecimiento al 2,5%		Tráfico total con crecimiento al 3,5%		Tráfico con crecimiento según Orden FOM/3317/2010	
	Tráfico Total	Tráfico Pesados	Tráfico Total	Tráfico Pesados	Tráfico Total	Tráfico Pesados	Tráfico Total	Tráfico Pesados
2023	4.341	831	4.427	848	4.509	863	3.717	712
2024	4.588	879	4.724	905	4.856	930	3.771	722
2025	4.657	892	4.842	927	5.026	962	3.825	732
2026	4.727	905	4.963	950	5.202	996	3.880	743
2027	4.798	919	5.087	974	5.384	1.031	3.936	754
2028	4.870	933	5.214	998	5.572	1.067	3.992	765
2029	4.943	947	5.344	1.023	5.767	1.104	4.050	776
2030	5.017	961	5.478	1.049	5.969	1.143	4.108	787
<b>2031</b>	<b>5.092</b>	<b>975</b>	<b>5.615</b>	<b>1.075</b>	<b>6.178</b>	<b>1.183</b>	<b>4.167</b>	<b>798</b>
2032	5.168	990	5.755	1.102	6.394	1.225	4.227	810
2033	5.246	1.005	5.899	1.130	6.618	1.267	4.288	821
2034	5.325	1.020	6.046	1.158	6.850	1.312	4.350	833
2035	5.405	1.035	6.198	1.187	7.090	1.358	4.413	845
2036	5.486	1.050	6.353	1.216	7.338	1.405	4.476	857
2037	5.568	1.066	6.511	1.247	7.595	1.454	4.541	870
2038	5.651	1.082	6.674	1.278	7.860	1.505	4.606	882
2039	5.736	1.098	6.841	1.310	8.136	1.558	4.672	895
2040	5.822	1.115	7.012	1.343	8.420	1.612	4.740	908
<b>2041</b>	<b>5.910</b>	<b>1.132</b>	<b>7.187</b>	<b>1.376</b>	<b>8.715</b>	<b>1.669</b>	<b>4.808</b>	<b>921</b>

Aceptando un 19,16% de pesados en el año 2021, y según los incrementos de tráfico indicados en la Orden FOM/3317/2010, se obtendría una IMD de 3.612 veh/d y 692 veh/d de pesados (346 veh/d por calzada), lo que resulta para el tronco una **categoría de tráfico pesado T2 para el año de puesta en servicio.**

#### 2.2.7.5.- Nivel de servicio en el tronco

El nivel de servicio que se calcula en este apartado corresponde a tramos homogéneos de autovía de 2 carriles por sentido. En coherencia con el cálculo de la IMD, el nivel de servicio y la capacidad también se ha calculado la capacidad del tramo en conjunto, considerando que no existe características diferenciadora para tener que dividirlos

Las siguientes tablas recogen las intensidades máximas de cada uno de los niveles de servicio para cada tramo, de tal forma que sobrepasada esa intensidad se pasa al nivel de servicio siguiente. Para el detalle del cálculo ver Anexo.

#### Intensidades máximas para cada nivel de servicio. Tramo Tronco:

Nivel de Servicio (NS)	Intensidad de servicio (coches/h/carril)	IH100 (coches/h) en los dos sentidos	IMD (coches/día) en los dos sentidos
<b>A</b>	782	2.401	26.806
<b>B</b>	1.228	3.773	42.124
<b>C</b>	1.787	5.489	61.272
<b>D</b>	2.400	7.372	82.297
<b>E</b>	2.859	8.780	98.014

Fuente: Cálculo propio a partir del Manual de Capacidad

La comparación entre los tráficos del apartado anterior y los umbrales establecidos en éste proporcionan los niveles de servicio del tramo objeto de estudio:

TRONCO DE AUTOVÍA				
AÑO	HIPÓTESIS	HIPÓTESIS	HIPÓTESIS	HIPÓTESIS
<b>2010</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>
2011	A	A	A	A
2012	A	A	A	A
2013	A	A	A	A
2014	A	A	A	A
2015	A	A	A	A
<b>2016</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>
2017	A	A	A	A
2018	A	A	A	A
2019	A	A	A	A
2020	A	A	A	A
2021	A	A	A	A
2022	A	A	A	A
2023	A	A	A	A
2024	A	A	A	A
2025	A	A	A	A
<b>2026</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>
2027	A	A	A	A
2028	A	A	A	A
2029	A	A	A	A
2030	A	A	A	A
2031	A	A	A	A
2032	A	A	A	A
2033	A	A	A	A
2034	A	A	A	A
2035	A	A	A	A
2036	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>

Como se puede observar en la tabla anterior, el nivel de servicio en el tronco, para todas las hipótesis contempladas es A.

Considerando los datos en las estaciones actualizados hasta el año 2016:

Las diferencias registradas en las estaciones en los últimos años reflejan el descenso en el número de vehículos registrados, tal y como se recogen en las tablas de los apartados 1.6.1 y 1.7.1. Por lo que en ningún caso se superarán los límites establecidos para cada nivel de servicio.

Por lo tanto se confirma que el nivel de servicio en el tronco, para todas las hipótesis contempladas es A.

**2.2.7.6.- Necesidad de tercer carril**

Para la analizar la necesidad de tercer carril, se analizarán los comentarios de la Norma de Trazado (Instrucción de Carreteras 3.1-IC) y del Manual de Capacidad 2000, relativo a la necesidad de tercer carril y a la equivalencia de vehículos pesados en rampas y pendientes.

A efectos de la aplicación de la Norma 3.1-IC de Trazado, en el apartado 5.2.1. se establecen los valores máximos de inclinación de la rasante en rampas, función de la velocidad de proyecto ( $V_p$ ) en carreteras de calzadas separadas:

**Inclinación máxima de la rampa según  $V_p$  en carreteras de calzadas separadas**

$V_p$ (km/h)	Rampa (%)
120	4
100	4
80	5

Según dicha Norma, los valores anteriores podrán incrementarse en un 1% en casos suficientemente justificados, y previa realización de un estudio económico de los costes de explotación.

Por su parte, se establecerán carriles adicionales según lo previsto en el apartado 7.4.3. de la Norma, el cual dice que en rampa y pendiente se ampliará la plataforma añadiendo un carril adicional, cuando el nivel de servicio disminuya por debajo del fijado en el año horizonte (tabla 7.1.). A continuación se recoge la tabla:

**Necesidad de tercer carril por empeoramiento del nivel de servicio**

Clase de carretera		$V_p$ (km/h)	Nivel de servicio en la hora de proyecto del año horizonte
De calzadas separadas		120	C
		100	D
		80	D
De calzada única	Vías rápidas	100	C
		80	D
	Carreteras convencionales	100	D
		80	D
		60	E
		40	E
		IMD > 1.999	E
		40 IMD < 2000	E

En negrita, el caso que ocupa este estudio

Se entiende que la ampliación de la calzada mediante un tercer carril pasa porque se den conjuntamente ambas condiciones:  $v_{\text{pesados}} < 40\text{km/h}$  y  $NS \geq C$  si el de los tramos adyacentes es A.

En este punto entran en juego las consideraciones del Manual de Capacidad. Se comprueba que la rampa equivalente resultado de combinar las distintas rampas existentes en el tramo objeto de estudio no puede ser superior al 4% por motivos obvios. Para este valor, el Manual de Capacidad proporciona un factor de equivalencia de 3,5 en condiciones pésimas.

Este valor admite una hipótesis de cálculo intermedia entre terreno ondulado (factor 2,5) y accidentado (factor 4,5).

Se comprobará que no se supera el Nivel de Servicio C en ningún año de la vida útil del tramo en estudio. La siguiente tabla recoge las intensidades máximas de cada uno de los niveles de servicio. Su obtención resulta de aplicar la metodología del Manual de Capacidad, partiendo de los valores de densidad máximos para cada nivel de servicio.

CAPACIDAD DE LA AUTOVÍA				
Nivel de Servicio	IMD (Terreno Ondulado) Et (2,5)		IMD (Tramo específico) P.K. 2+200 al 3+400 Et (3) según tabla 23.9 del Manual de Capacidad.	
	A	1.	26.806	2.
B	3.	42.124	4.	39.568
C	5.	61.272	6.	57.553
D	7.	82.297	8.	77.302

Recordar que para 2036 se tenía una IMD de 11.010 veh/día (en la hipótesis de crecimiento de +3.5%), lo que queda aun así, muy por debajo del caso más desfavorable (terreno ondulado) y mucho más del caso de terreno llano.

Es por ello que no se plantea la necesidad de tercer carril en el año horizonte (pasar de NS A-NS C).

La conclusión del cálculo es que no es necesaria la ampliación de calzada mediante tercer carril.

#### 2.2.7.7.- Necesidad de lechos de frenado

No hay ninguna pendiente superior al 5% a lo largo del tronco con lo que no se considera necesaria la construcción de lechos de frenado.

### 2.2.8.- GEOTECNIA DEL CORREDOR

#### 2.2.8.1.- Campaña geotécnica

Se ha efectuado una campaña de reconocimiento en dos fases, a base de calicatas, sondeos, y penetraciones dinámicas realizada por las empresas INZAMAC Asistencias Técnicas e INGEMA, algunos perfiles geofísicos realizados por las empresas Orellana Consultores y Geoterra y ensayos presiométricos en varios de los sondeos. En algunos puntos no fue posible la realización de prospecciones al haberse denegado el acceso a algunas fincas.

La investigación realizada en la traza ha consistido en 23 sondeos, 44 calicatas y 33 penetrómetros.

La exploración por medio de calicatas ha sido imprescindible para comprobar la distribución de los suelos a lo largo de la traza, así como para conocer su posible utilización en explanada y formación de rellenos.

Para conocer la sucesión litológica en la zona de rellenos y desmontes importantes, los parámetros resistentes y otras características de interés de los mismos, se ha realizado una campaña de sondeos mecánicos a rotación acompañada de una serie de penetraciones dinámicas tipo "DPSH" para completar y corroborar los datos aportados por los sondeos y las apreciaciones de campo.

Las muestras de terreno obtenidas de las calicatas y de los sondeos se han analizado en laboratorio para obtener los parámetros del terreno que contribuyan a la definición constructiva del corredor.

#### 2.2.8.2.- Unidades geotécnicas

##### 2.2.8.2.1.- CRETÁCICO

##### Unidad Geotécnica Utrillas (C<sub>1</sub>)

- Litología: Esta unidad en el trazado se compone de arenas blancas y pardas con intercalaciones ocasionales de arcillas.
- Propiedades geotécnicas: Únicamente se ha ensayado una muestra de estos materiales en la traza y otra correspondiente a un préstamo muy próximo a ella, la cual se ha incluido debido a la relativa homogeneidad de los mismos. Son materiales granulares (arenas) con un contenido en finos muy bajo (inferior al 35%) y no presentan plasticidad o esta es muy baja.
- Clasificación: Estos materiales se pueden clasificar como Suelos Tolerables según el PG-3 con índice CBR > 5.  
En todo caso al estar en fondo de relleno la medición en desmonte es muy reducida o prácticamente nula. Estos materiales podrán ser estabilizables con cemento para S-EST-3.
- Drenaje: Debido a su naturaleza granular con pocos finos presenta una permeabilidad alta.

- Capacidad portante y deformabilidad: Sobre estos materiales se han realizado un total de 2 ensayos SPT y 1 MI. Los SPT dan valor de rechazo y la MI da un valor de 61; lo que evidencia una elevada compacidad
- Localización en planta:

P.K. 11 + 360 a 11 + 510

P.K. 11 + 580 a fin

#### Unidad Geotécnica Margas Gris – Negras (C<sub>2</sub>)

- Litología: esta unidad en la zona de afección del trazado está formada por una sucesión de margas gris negruzcas con intercalaciones de niveles de calizas y un pequeño nivel de limos arcillosos a techo.
- Propiedades geotécnicas: Poseen un contenido en finos altos, por lo que se comportan como materiales cohesivos de alta compacidad. Los valores de los límites de Atterberg son medios o altos.
- Clasificación: Debido a la presencia de niveles más plásticos, a los valores de CBR muy cercanos a 3 y al elevado contenido en sulfatos por tramos, no se prevé la reutilización de estos materiales.
- Drenaje: En conjunto impermeable debido a su naturaleza predominantemente arcillosa. Posible presencia de surgentes aislados en niveles más arenosos o calcáreos debido a su disolución o a techo de este nivel al actuar como nivel impermeable de las calizas suprayacentes.
- Erosionabilidad: Alta.
- Capacidad portante y deformabilidad: Sobre estos materiales se han realizado un total de 7 ensayos SPT con un valor medio de N<sub>30</sub>=58 y 4 MI con un valor medio de 69 (considerando el rechazo como 100).
- Localización en planta:

P.K. 6 + 280 a 6 + 520

P.K. 6 + 530 a 6 + 580

P.K. 11 + 040 a 11 + 140

P.K. 11 + 160 a 11 + 360

#### Unidad Geotécnica Calizas y Dolomías blancas (C<sub>3</sub>)

- Litología: esté constituida por un potente conjunto de calizas microcristalinas, calcarenitas bioclásticas, calcirruditas, calizas dolomíticas y dolomías, estratificadas en gruesos bancos.
- Propiedades geotécnicas: En las prospecciones realizadas se ha detectado la presencia de alteración en algunos de los sondeos, con intercalaciones de roca mas sana, mientras que en otros la roca sale mucho mas sana. Como resultado de alteración parte de las calizas aparecen como niveles mas margosos y los esfuerzos tectónicos a los que ha estado sometida esta unidad provoca que por tramos se recuperen brechas margosas. Por ello en función de los resultados obtenidos en los sondeos dentro de esta unidad se pueden distinguir dos tramos diferenciados, desde su aparición en el p.k. 5 + 720 hasta aproximadamente el p.k. 7 + 200 en que las calizas aparecen parcialmente alteradas (grado de alteración III en general) y muy fragmentadas dando por tramos el aspecto de brechas margosas Únicamente se ha realizado un ensayo de los materiales de esta unidad como suelo, habiéndose tomado esta muestra de una zona intensamente alterada y milonitizada.
- Clasificación: según el PG-3 podrán ser usados como pedraplén para los tramos mas sanos y como todo uno en aquellos mas fragmentados o alterados. Por ello se prevé una reutilización del 100%.
- Drenaje: En conjunto estos materiales presentan una permeabilidad media debida a la intensa fracturación. Esta permeabilidad está muy condicionada por la interconexión de las fracturas.
- Erosionabilidad: Muy baja.
- Capacidad portante y deformabilidad: Estos materiales presentan un elevada capacidad portante ya que se trata de rocas
- Localización en planta:

P.K. 5 + 720 a 6 + 280

P.K. 6 + 580 a 7 + 890



#### 2.2.8.2.2.- Terciario

##### Unidad Geotécnica Dueñas (T<sub>2</sub>)

- Litología: esta unidad está constituida por margas grises, niveles esporádicos de calizas margosas y yesos. Se incluye aquí el nivel Terminal de calizas de la facies Dueñas, denominado en geología T3 debido a su reducida potencia y las margas blancas T4 que aparecen por encima de ellas al poseer idénticas propiedades geotécnicas.
- Propiedades geotécnicas: Son materiales de granulometrías muy finas con un contenido en finos altos, salvo los tramos algo más calizos. Los límites de Atterberg son altos con presencia de yesos dispersos. Presentan in situ una elevada compacidad.
- Clasificación: Suelos Tolerables o marginales según el PG-3, debido fundamentalmente a la elevada plasticidad de los mismos. Sin embargo, debido a la imposibilidad de separar ambos tipos de suelo, se opta por considerar el conjunto como un suelo marginal, atendiendo a la experiencia en obras próximas, descartándose su empleo convencional en rellenos
- Drenaje: En conjunto impermeable debido a su carácter eminentemente margoso (arcilloso). Presencia de niveles más arenosos o calcáreos con una cierta disolución más permeables por los que puede circular el agua, tal como se evidencia en los sondeos realizados
- Erosionabilidad: Alta.
- Capacidad portante y deformabilidad: Sobre estos materiales se han realizado un total de 55 ensayos SPT con un valor medio de 88 y 15 MI con un valor medio de 67 (considerando 100 como rechazo). Los altos golpes de los SPT y de las MI evidencian su elevada consistencia.
- Localización en planta:

P.K. 2+400 a 3+980

P.K. 4+120 a 4+240

P.K. 4+400 a 4+760

P.K. 4+800 a 4+880

P.K. 5+150 a 5+650

##### Unidad Geotécnica Alar del Rey (T<sub>6</sub>)

- Litología: Se trata de una serie fundamentalmente detrítica, constituida por conglomerados, arenas, arcillas y margas de tonos abigarrados, generalmente de tono rojo muy intenso.
- Propiedades geotécnicas: Son materiales granulares (arenas y con gravas dispersas) con poca matriz arcillosa. Posee contenidos en finos bajos (inferiores al 60 % y con una media del 39%). Los valores de los límites de Atterberg en asimismo bajos (LL < 25).
- Clasificación: Suelos Adecuados o Seleccionados según el PG-3 con índice CBR > 5. Estos materiales podrán ser estabilizables con cemento para S-EST 3. En conjunto se clasifican como suelos adecuados. Sin embargo la reducida extensión de los mismos así como el encontrarse en las laderas por debajo de las anteriores unidades hacen prácticamente inviable su explotación como préstamos.
- Drenaje: Debido su naturaleza granular presenta una permeabilidad bastante elevada que se ve reducida por la cementación y la presencia de matriz arcillosa, por lo que se estima que presentan una permeabilidad media.
- Erosionabilidad: media .
- Capacidad portante y deformabilidad: Sobre estos materiales se han realizado un total de 11 ensayos SPT con un valor medio de 76 y 2 MI con un valor medio de 41 (considerando el rechazo como 100).
- Localización en planta:

P.K. 5+650 a 5+720

##### Unidad Geotécnica Bureba (T<sub>9</sub>)

- Litología: Están compuestos de cantos redondeados de calizas y dolomías mesozoicas (y alguno de cuarzo) de hasta 30 cm de diámetro, con matriz areno - arcillosa y cemento calcáreo de tonos rojizos.
- Propiedades geotécnicas: Son materiales heterogéneos, con una abundante matriz arcillosa aunque presentan un contenido en arenas y gravas elevado. Posee contenidos en finos medios (64.12%). Los valores de los límites de Atterberg son generalmente medios (LL medio 31.37).
- Clasificación: Suelos Tolerables o Adecuados según el PG-3 con índice CBR > 3 en todos los casos y > 5 en el 85% de los casos. Sin embargo debido a la imposibilidad de

separar los tramos adecuados se considera conveniente el considerar el conjunto de esta unidad en la zona de afección del trazado como un suelo tolerable.

- Drenaje: En conjunto permeable debido a la presencia de niveles de granulometría grosera y relativamente reducido contenido en finos, con espesores saturados importantes, debido a la potencia de los materiales, lo que los hace potenciales acumuladores de agua como un acuífero multicapa.
- Erosionabilidad: Media.
- Capacidad portante y deformabilidad: Sobre estos materiales se han realizado un total de 25 ensayos SPT y 6 MI, con valores entre 19 y rechazo (el 64%) y un valor medio de 86 en los SPT, y entre 48 y rechazo para los MI y un valor medio de 84 (considerando el rechazo como 100). Los altos golpes de los SPT y de las MI evidencia su elevada consistencia
- Localización en planta:

P.K. 7+980 a 8+520

P.K. 8+590 a 11+040

#### 2.2.8.2.3.- CUATERNARIO

##### Unidad Geotécnica Aluvial (Q<sub>AL</sub>)

Se trata de los materiales depositados por el río Ubierna.

- Litología: Dentro de esta unidad se pueden distinguir dos litologías: una más fina correspondiente a arcillas y limos con diferentes proporciones de arena y algún canto disperso. La otra más gruesa corresponde a gravas cuarcíticas con matriz arenosa. Estas suelen aparecer por debajo de las primeras, las cuales en general poseen un reducido espesor; pero en algunos casos aparece desde cota actual del terreno (una vez eliminada la cobertera vegetal).
- Propiedades geotécnicas: El aluvial fino (arcillas, limos y arenas) presentan una baja consolidación y bajos valores de capacidad de carga. Los límites de Atterberg son normalmente bajos. El aluvial grueso (gravas), pese a que presenta también una baja consolidación, posee una capacidad de carga mayor, que se podría considerar como media. Presenta también unos límites bajos.

- Clasificación: Suelos con propiedades muy variadas, en su tramo fino pueden clasificarse como suelos tolerables, y en su tramo grueso como suelos adecuados, sin embargo no se recomienda la reutilización por su zona de aparición (fondo de relleno).
- Drenaje: En conjunto permeables debido a la escasa matriz arcillosa y al bajo grado de consolidación. Presencia de nivel freático al estar en contacto con el curso de agua del río Ubierna.
- Erosionabilidad: Alta sobre todo en épocas de lluvia.
- Capacidad portante y deformabilidad: Sobre estos materiales se ha realizado 4 ensayos SPT con valores entre 16 y 34.
- Localización en planta:

P.K. 0+000 a 2+400

##### Unidad Geotécnica Fondo del valle (Q<sub>FV</sub>)

Se trata de los materiales depositados por los distintos cursos de agua de rango inferior que intersectan la traza.

- Litología: El depósito está constituido tanto por materiales transportados longitudinalmente como por aportes laterales, de génesis gravitatoria. Se trata de materiales areno - arcillosos fundamentalmente (arcillas, arenas arcillosas, arenas limosas, etc), aunque también aparecen algunas gravas.  
Propiedades geotécnicas: Presentan una compacidad floja a media en el caso de arenas y una consistencia blanda a media para las arcillas.  
El contenido en finos de las muestras es variable en función del área madre, mayor en el primer tramo, procedente principalmente de la facies dueñas, hasta el P.K. 6+000 aproximadamente y con un contenido en cantos superior en el tramo final debido a su origen (facies bureba). En todo caso debido a su cercanía al área madre se clasifican en general como arenas arcillosas.
- Clasificación: Debido al poco volumen que representan y su zona de aparición, en fondo de relleno no se han realizado ensayos de clasificación según PG3.
- Drenaje: En conjunto permeables debido al bajo grado de consolidación. Presencia de nivel freático al estar en contacto con los cursos de agua.
- Erosionabilidad: Alta sobre todo en épocas de lluvia.

- Capacidad portante y deformabilidad: esta se ha obtenido a partir de los ensayos DPSH realizados. Los valores obtenidos en estos materiales varían entre 2 golpes y 25 con un valor medio de 8.2.

Localización:

P.K.	3 + 980	a	4 + 120
P.K.	4 + 240	a	4 + 400
P.K.	4 + 760	a	4 + 800
P.K.	4 + 880	a	5 + 150
P.K.	6 + 520	a	6 + 530
P.K.	8 + 520	a	8 + 590
P.K.	11 + 140	a	11 + 160
P.K.	11 + 510	a	11 + 580

### 2.2.8.3.- Desmontes

Los desmontes presentes en el trazado, así como su altura máxima y unidades afectadas, se resumen a continuación.

Desmorte	P.K.	Altura máxima	Unidad geot.
1	3 + 200 a 3 + 880	21	T2
2	5 + 670 a 6 + 330	20 m	T6/C3/C2
3	6 + 530 a 7 + 890	25 m	C3/C2
4	8 + 200 a 8 + 400	6 m	T9
5	8 + 700 a 8 + 860	2.5 m	T9
6	9 + 240 a 9 + 480	18 m MD	T9
7	10 + 180 a 10 + 720	14 m	T9
8	10 + 750 a 10 + 980	18 m MI	T9

El cálculo de estabilidad en desmontes en suelo se hace para los desmontes de mayor entidad para cada uno de los materiales afectados o aquellos con peores características geotécnicas (p.e. presencia del nivel freático). Si estos son estables con el talud propuesto, lo de menor entidad y que afectan a los mismos tipos de materiales también lo serán.

En el caso de desmontes en roca se ha tenido en cuenta asimismo la orientación del talud (habiéndose realizado los cálculos tanto para la margen derecha como para la izquierda de la traza), la orientación de las juntas que presenta la roca y la fracturación del macizo.

Por lo que respecta a los desmontes, existen cuatro tipos claramente diferenciados. Por un lado los desmontes tipo suelo en la facies dueñas que serán estables con un talud 3H/2V con una berma de 5 m. cada 10 m. de altura, por otro lado los desmontes en roca, en parte de los cuales se encuentra tan fracturada que hace recomendable un talud 3H/2V con bermas igual que el anterior, que permite asimismo paliar el déficit de materiales de la traza y los desmontes en roca sana, en los cuales se podrá ir a taludes mas verticales y por último los desmontes en la facies Bureba, en los cuales debido a la aparición de agua y a sus propiedades geotécnicas se ha diseñado un talud del tipo 2H/1V con bermas de 5.5 m. cada 10 m para aquellos con mayor altura.

La reutilización de materiales concierne esencialmente al conjunto de terrenos que son interceptados por la traza, concretamente la tierra vegetal y los materiales que son producto de la excavación de desmontes.

El análisis de los datos correspondientes a ensayos de laboratorio de diferentes muestras, recogidas de las mismas zonas de los desmontes por medio de calicatas y sondeos, proporcionan un conocimiento de los mencionados materiales.

#### Tierra vegetal:

A lo largo del trazado se dispone de un tapiz más o menos continuo de tierra vegetal/ tierra de labor, con espesores variables. Se deberá retirar esta capa a la hora de ejecutar las obras. La utilización de la misma dependerá de la tipología de las repoblaciones previstas en taludes, tanto de desmontes como de terraplenes, caso de que se contemple esta posibilidad.

#### Unidad geotécnica Margas, Calcarenitas y Calizas (C<sub>2</sub>):

El porcentaje de material aprovechable se puede considerar del 0%. Estos materiales no se podrán emplear para relleno debiéndose llevar a vertedero.

#### Unidad geotécnica Calizas y Dolomías Blandas (C<sub>3</sub>):

Se trata de materiales rocosos o roquisuelos. El porcentaje de material aprovechable se estima del 100%. Estos materiales se podrán emplear como cimiento de terraplén donde haya que realizar saneos y como pedraplén o todo uno.

**Unidad geotécnica Dueñas (T<sub>2</sub>):**

En la amplia experiencia en este tipo de suelos en Castilla y León habitualmente se les suele considerar como suelos marginales debido a la elevada plasticidad, elevado contenido en finos y expansividad ocasional, por lo que el porcentaje de material aprovechable se puede considerar del 0 % en su estado natural.

**Unidad geotécnica Alar del Rey (T<sub>6</sub>):**

El porcentaje de material aprovechable se puede considerar del 95%. Estos materiales se podrán emplear para núcleo y coronación de terraplén. Podrán ser utilizados para la estabilización in situ con cemento para S-EST 3 al cumplir los requisitos indicados en el PG-3.

**Unidad geotécnica Bureba (T<sub>9</sub>):**

El porcentaje de material aprovechable se puede considerar del 95%. El conjunto de esta unidad, tomando como parámetros la media de los valores obtenidos, indican que estos materiales son estabilizables con cal, no así con cemento, al poseer un contenido en finos > 50 e IP > 15. Estos materiales se podrán emplear para núcleo de terraplén.

**2.2.8.4.- Rellenos**

Se ha realizado un estudio de los rellenos más importantes presentes en el trazado atendiendo a su estabilidad, saneos necesarios, materiales a emplear, etc

Los rellenos proyectados en este tramo son los siguientes:

RELLENO	P.K. INICIAL	P.K FINAL	ALTURA MÁXIMA SOBRE EL EJE (m)
1	0 + 000	3 + 200	15
2	3 + 880	5 + 670	11
3	6 + 330	6 + 530	7
4	7 + 890	8 + 200	9

RELLENO	P.K. INICIAL	P.K FINAL	ALTURA MÁXIMA SOBRE EL EJE (m)
5	8 + 400	8 + 700	6
6	8 + 860	9 + 240	6
7	9 + 480	10 + 000	6
8	10 + 980	FIN	14

En principio, se prevé la construcción de todos los rellenos con un ángulo del tipo 2H/1V y la realización de saneos en los tramos con presencia de suelos blandos, constituidos principalmente por depósitos aluviales en su tramo fino y depósitos de fondo de valle.

**2.2.8.5.- Soporte de la explanada**

A lo largo del trazado la explanada se apoyará en zonas de desmonte y relleno, salvo en zonas muy determinadas de transición que se considerarán como desmonte, ya que como mínimo comportarán el vaciado previo para la colocación del firme.

Atendiendo a esta división, se tendrán diferentes condiciones en el apoyo de la explanada:

- Desmontes y zonas de transición.
- Rellenos.

**Desmontes y zonas de transición:**

Con el fin de conseguir la explanada E-3 proyectada se prevén las siguientes actuaciones:

- A) Para "Suelos Marginales": se podrán realizar las siguientes operaciones:
- Aporte de 50 cm de suelo seleccionado. Encima 30 cm de suelo estabilizado según S-EST 3.

B) Para "Suelos Tolerables": se podrán realizar las siguientes operaciones:

- Aportación de una capa de 30 cm de suelo seleccionado. Encima 30 cm de suelo estabilizado según S-EST 3.

C) Para "Suelos Adecuados": se realizarán las siguientes operaciones:

- 30 cm de suelo estabilizado según S-EST 3.

D) Para "Rocas":

En desmontes en roca se evitará la retención del agua en la explanada mediante un sistema de drenaje adecuado y el relleno con hormigón tipo HM-20 (Art- 610 del PG-3) de las depresiones que puede retener el agua o impedir su escorrentía.

#### Rellenos:

Todos los rellenos (cimienta y núcleo) estarán formados por suelos tolerables, pedraplén o todo uno procedentes de la excavación y suelos tolerables procedentes de préstamo, para los que se ha previsto la siguiente actuación en coronación:

Para el caso de apoyo sobre suelos tolerables se ha previsto la siguiente actuación:

- Aportación de una capa de 30 cm de suelo seleccionado. Encima 30 cm de suelo estabilizado según S-EST 3.

Para el caso de apoyo sobre suelos adecuados o seleccionados procedentes de préstamo se ha previsto la siguiente actuación:

- 30 cm de suelo estabilizado S-EST 3.

Las cuñas de transición para las obras de drenaje transversal y estructuras, de suelo seleccionado, y el suelo seleccionado para explanada, procederán de préstamo.

## 2.2.9.- ESTUDIO DEL TRAZADO GEOMÉTRICO

Al inicio del contrato, la normativa de aplicación a efectos de trazado era la Norma 3.1-IC Trazado, de 1.999. Teniendo el carácter transitorio de la nueva Norma 3.1-IC Trazado de 2016 (Orden FOM/273/2016), no es de obligado cumplimiento para los proyectos iniciados previa a la publicación de la misma. No obstante, se comprueba que el trazado en planta y alzado cumple ambas versiones de la norma.

La velocidad de proyecto adoptada es de  $V_p = 120$  km/h de acuerdo con lo indicado en la Orden de Estudio.

Los parámetros que definen las características geométricas utilizadas en el trazado en tronco son los siguientes:

Radio mínimo en planta .....	1.800 m
Radio máximo en planta .....	2.800 m
Parámetro de clotoide máximo .....	940
Parámetro de clotoide mínimo .....	670
Pendiente longitudinal máxima .....	4,00 %
Pendiente longitudinal mínima .....	0,50 %
Acuerdo vertical convexo mínimo .....	17.000 m
Acuerdo vertical cóncavo mínimo .....	15.000 m
El desarrollo de las curvas circulares es siempre superior a 9 <sup>º</sup> .	

En el anejo nº 8 "Trazado Geométrico" se incluyen los listados de los cálculos mecanizados del trazado en planta y alzado de todos los ejes proyectados. El trazado se ha definido utilizando el software Istram/Ispol.

#### Reposición Carretera N-627/N-623

En la zona inicial del proyecto resulta necesario reponer la carretera N-627/N623, que actualmente conecta con la autovía A73 mediante una conexión provisional a la espera de la construcción del tramo de autovía objeto del presente proyecto.

Se ha proyectado esta reposición a través de un vial existente en la margen derecha de la autovía en esta zona inicial, el cual conecta con el enlace existente en el tramo anterior. Actualmente este vial tiene la función de acceso a fincas, siendo necesario adaptarlo para su futura funcionalidad. Para ello se han proyectado las siguientes actuaciones:

- Mejora de las curvas próximas a la glorieta, que actualmente disponen radios y anchos muy reducidos, incompatibles con su futura funcionalidad.
- Refuerzo del firme en la parte del vial en la cual se aprovecha la plataforma existente.
- Disposición de nuevos elementos de señalización, balizamiento y defensas en el itinerario repuesto.

La sección proyectada en esta reposición consiste en dos carriles de 3,5 m de ancho (más sobreancho) y arcenes de 1,5 m.

Reposición de caminos

La sección proyectada en caminos de servicio ha sido de 5 m de ancho de calzada, con taludes 3:2 tanto en terraplén como en desmonte. Se proyecta un pavimento con mezclas bituminosas en aquellos tramos de caminos que superan un 10 % de pendiente longitudinal.

Secciones tipo

La sección tipo de la autovía está formada por dos calzadas separadas por una mediana. Los anchos de la plataforma son:

Mediana .....	5,0 m
Calzadas .....	2 x 7,0 m
Arcén interior .....	1,0 m
Arcén exterior .....	2,5 m
Bermas.....	1,5 m (se justifica su aumento en algunos tramos por visibilidad)

Las secciones tipo para el resto de viales son:

VIADUCTO

Calzadas .....	2 x 7,00 m.
Arcenes Interiores .....	2 x 1,00 m.
Arcenes Exteriores .....	2 x 2,50 m.
Pretil.....	2 x 0,60 m. (por calzada)

PASOS SUPERIORES

Calzadas .....	1 x 7,00 m.
Pretil.....	2 x 0,60 m.
(excepto en el PS 7.2. donde se ha dispuesto un ancho de camino de 10 m y bandas revegetadas de 2 y 8 m a cada lado del mismo, en cumplimiento de la DIA)	

Peraltes

Los peraltes correspondientes a cada radio se han definido de acuerdo con la Norma por las siguiente fórmulas:

$$250 \leq R \leq 700 \rightarrow p = 8$$

$$700 \leq R \leq 5.000 \rightarrow p = 8 - 7,3 (1-700/R)^{1,3}$$

$$5.000 \leq R \leq 7.500 \rightarrow p = 2$$

$$7.500 \leq R \rightarrow \text{bombeo}$$

Gálibos

De acuerdo con lo indicado en la Norma 3.1-I.C. en el punto 7.3.7 "Altura libre", la altura libre mínima considerada bajo pasos superiores sobre cualquier punto de la plataforma no es inferior a cinco metros y treinta centímetros (5,30 m) en ningún caso. Para pasos inferiores tipo marco, la altura libre mínima considerada es de cinco metros (5,00 m).

Visibilidad

En el Anejo nº 8 se recoge el resultado del estudio de visibilidad realizado para el tronco. En dicho estudio se considera el trazado adoptado, la geometría de la sección tipo y los obstáculos situados en las márgenes de la calzada. Dichos obstáculos consisten, fundamentalmente, en barreras de seguridad y pretilas de puentes.

El resultado del análisis de visibilidad concluye la necesidad de sobreechamientos en la berma exterior en sentido de vuelta en los tramos siguientes:

- Bermas exteriores:

PK INICIAL	PK FINAL	Ampliación de berma máxima	Calzada	Sentido
0 + 100	1 + 620	1.064 m (P.K. 0 + 240)	Izquierda	Vuelta
11 + 360	11 + 620	0,738 m (P.K. 11 + 480)	Izquierda	Vuelta

Indicar también, que ha resultado necesario desplazar la barrera de seguridad a disponer en mediana en los siguientes tramos:

PK INICIAL	PK FINAL	Desplazamiento de barrera máximo	Calzada	Sentido
1 + 580	1 + 710	1,14 m	Derecha	Ida
11 + 440	11 + 718	1,64 m	Derecha	Ida

Notas relativas a los tramos a desplazar la mediana:

- Es necesaria la ampliación de la calzada derecha del Viaducto sobre el río Ubierna en 1,10 m por su margen izquierda, según los listados de visibilidad.
- Es necesaria la ampliación de la calzada derecha del PI-8.0 en 1,0 m por su margen izquierda, según los listados de visibilidad.
- Los desplazamientos de barrera no coinciden con Pasos superiores, por lo que no se presenta dificultades para la colocación de las barreras en ambos lados.

- La barrera colocada para el paso de mediana del P.K. 11 + 600 irá únicamente en una de las márgenes de la mediana según se indica en los planos de defensas, disponiéndose un dispositivo de tipo Crossover para evitar que se produzcan impactos contra la entrada y salida del tubo salcacunetas de mediana.
- Ninguno de los tramos en los que hay que ampliar berma se sitúan en zonas de desmonte, por lo que la influencia de la posible colocación de barrera según la OC. 28/2009 no es de aplicación en el caso de este proyecto.
- Según la OC 28/2009, es riesgo accidente normal, para Velocidades de proyecto Vp superiores a 80 km/h y existencia en las proximidades de Desmontes, si el talud (relación H:V) es inferior a 2H/1V, si los cambios de inclinación transversal se han redondeado. Por otro lado, según la Tabla 1, de la OC 28/2009, para Carreteras con calzadas separadas, con el trazado proyectado, la distancia del borde de la calzada a un obstáculo o desnivel, es de 8 m, para considerar que existe riesgo de accidente. Dado que se dispone de un ancho de 9 m, no se considera necesario disponer barrera en los tramos en desmonte.

Coordinación Planta - Alzado

En el proyecto objeto de estudio se ha buscado en todo momento realizar la correcta coordinación planta – alzado. Con carácter general, se ha cumplido con los criterios que indica la instrucción, en lo relativo a coordinación entre planta y alzado.

No obstante, hay que indicar que en el tramo final, se han diseñado 2 acuerdos próximos, aproximadamente en el P.K. 11 + 000, para incorporar una rasante de pendiente 4 %, que permita elevar la rasante y permitir el paso del cauce en el PK 10 + 700 mediante una obra de drenaje transversal, y evitando la rectificación de cauces tal y como se indica en el punto 3.1 de la D.I.A. del Estudio Informativo EI1-E-124.

Se minimiza la posible falta de coordinación en este punto, puesto que al haberse proyectado con elementos de trazado amplios, la norma admite que no se produce el efecto a que el incumplimiento de tales condiciones de coordinación da lugar utilizando parámetros más ajustados.

### **2.2.10.- MOVIMIENTO DE TIERRAS**

En el Anejo nº 9 Movimiento de Tierras, se ha estudiado el movimiento de tierras de las obras proyectadas. Como punto de partida se han tomado las conclusiones del Estudio Geotécnico de la Traza y del Estudio de Procedencia de Materiales

Se incluyen en este movimiento de tierras las excavaciones y rellenos correspondientes a Tronco Principal, Pasos Transversales y Caminos. En la tabla siguiente se resumen del movimiento de tierras del proyecto:



SITUACIÓN	DESBROCE	TIERRA VEGETAL	EXCAVACIÓN EN SUELOS	EXCAVACIÓN EN TRÁNSITO	EXCAVACIÓN EN ROCA	DESMONTE TOTAL	NÚCLEO DE TERRAPLÉN	EXPLANADA		RELLENO TOTAL	HORMIGÓN HM-20 EN EXPLANADA	ESTABILIZACIÓN EXPLANADA	
								Suelo seleccionado en desmonte y terraplén	S-EST-3 Desmonte y terraplén			S-EST-3	Riego de curado
	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>2</sup> )
<b>TRONCO PRINCIPAL</b>	784.684,25	349.236,50	1.145.742,42	717.234,55	1.490.479,36	3.353.456,34	3.137.895,13	101.309,70	92.967,30	3.332.172,13	7.701,90	92.967,30	309.891,00
<b>PASOS TRANSVERSALES</b>	62.211,85	20.369,70	7.470,09	0,00	58.950,47	66.420,56	108.436,90	4.977,80	0,00	113.414,70	0,00	0,00	0,00
<b>CAMINOS</b>	126.930,35	51.704,90	39.728,43	21.365,17	3.461,15	64.554,75	96.340,40	22.629,10	0,00	118.969,50	0,00	0,00	0,00
<b>TOTAL...</b>	<b>973.826,45</b>	<b>421.311,10</b>	<b>1.192.940,94</b>	<b>738.599,72</b>	<b>1.552.890,98</b>	<b>3.484.431,65</b>	<b>3.342.672,43</b>	<b>128.916,60</b>	<b>92.967,30</b>	<b>3.564.556,33</b>	<b>7.701,90</b>	<b>92.967,30</b>	<b>309.891,00</b>



Con los materiales de la excavación se ha efectuado una primera compensación transversal dentro de cada perfil, compensando la generación y la utilización de cada material. Con los excedentes o necesidades de cada perfil transversal se ha procedido a la compensación longitudinal a lo largo del trazado, determinando el volumen que es necesario destinar a vertedero y las necesidades de préstamo y vertedero, tal y como puede observarse en las siguientes tablas:

<b>Material de Préstamos</b>	Núcleo de Terraplén	466.762,71	PR-1
	Suelo Seleccionado (Explanadas)	128.917	PR-9
	S-Est3 (Explanadas)	92.967	PR-1
	Suelo Seleccionado (Cuñas de Transición)	235.193	PR-9
	<b>Total (m³)</b>	<b>923.840</b>	

<b>Material a Vertedero</b>	Material No apto (con coef. Paso)	1.166.365
	Inadecuado (con coef. de Paso)	260.958
	<b>Total (m³)</b>	<b>1.427.323</b>

<b>Distribución Vertidos</b>	En relleno hueco PR-1	559.730,07
	En relleno hueco PR-9	364.109,52
	En VT-7	45.000,00
	En VT-5	458.483,56
	<b>Total (m³)</b>	<b>1.427.323,15</b>

El diagrama de masas permite calcular la distancia media de transporte del terreno. Esto se utiliza posteriormente para determinar la necesidad de valorar suplemento de transporte, según cuadro de precios del Ministerio de Fomento, tal y como queda recogido en el Anejo.

A continuación se resumen las distancias de transporte determinadas con la finalidad de valorar el suplemento de transporte en cada caso:

	Volumen en destino (m3)	Volumen en perfil (sin esponjar)	Distancia a media (Km)	Distancia transversal (Km)	Distancia Total (Km)	Suplemento de Transporte (Km)
Material No apto a PR-1	559.730	430.561,59	4,32	1,5	5,82	-
Material No apto a PR-9	364.110	280.084,25	4,32	12	16,32	6,32
Material No apto a VT-5	197.526	151.942,72	4,32	11	15,32	5,32
Material No apto a VT-7	45.000	34.615,38	4,32	12	16,32	6,32
Material Inadecuado a VT-5	260.958	217.465,02	4,32	11	15,32	5,32

## 2.2.11.- FIRMES Y PAVIMENTOS

### 2.2.11.1.- Introducción

Se ha dimensionado la sección de firme de cada uno de los elementos que constituyen el diseño global de la actuación. Para ello se parte de los datos de tráfico obtenidos en el Anejo nº 6.- "Tráfico", determinando la categoría de tráfico pesado para el año de puesta en servicio.

Una vez obtenida la categoría de tráfico pesado, y según la categoría de explanada obtenida en cada ocasión, se determina la sección de firme a adoptar según la Norma 6.1-IC "Secciones de firmes" .

### 2.2.11.2.- Categoría del tráfico

#### Tronco principal

El dimensionamiento del tráfico en el tronco proporciona un valor máximo de tráfico en el año de puesta en servicio de 692 vehículos pesados en los dos sentidos. En un solo sentido transcurren 346 vehículos pesados.

De acuerdo con la orden de eficiencia FOM/3317/2010, "...la sección de firme a utilizar se dimensionará de acuerdo con la categoría de tráfico que resulte con las hipótesis de crecimiento...", y dado que nos encontramos muy lejos de alcanzar la siguiente categoría de tráfico (IMDp = 800 veh/d por calzada) para T1, se ha considerado diseñar el nuevo paquete de firmes para una categoría de tráfico T2.

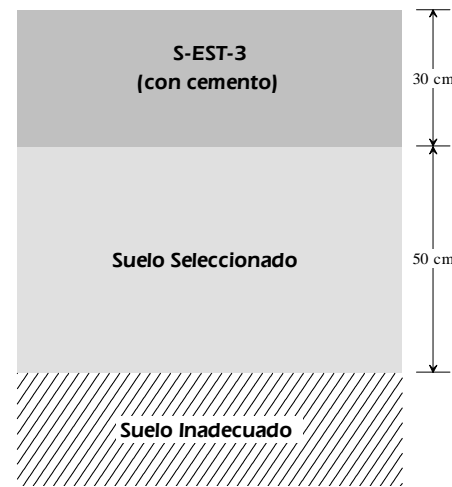
### 2.2.11.3.- Soporte de la explanada

Se ha dispuesto categoría de explanada E3 en todas las secciones de los distintos tipos de vía existentes.

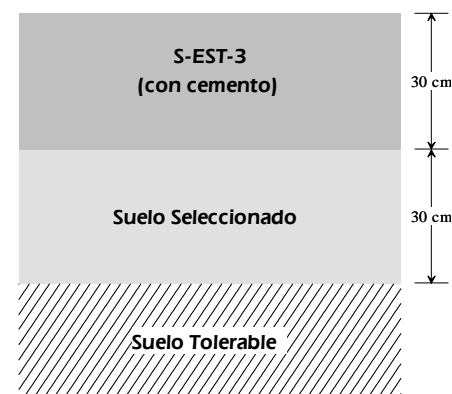
Dadas las características geotécnicas de los materiales atravesados por la traza, para la formación de esta categoría de explanada será necesario la ejecución de la coronación de terraplén y fondos de desmonte según se recoge en el Anejo Nº 10.- "Firmes y pavimentos".

La explanada más ventajosa en términos económicos es

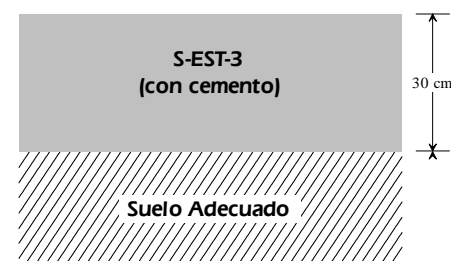
- Para explanada E3 sobre suelo inadecuado o marginal:



- Para explanada E3 sobre suelo tolerable:



- Para explanada E3 sobre suelo adecuado:



Las dotaciones de conglomerante (cemento o cal) empleadas en las estabilizaciones, serán las definidas en el Pliego de prescripciones técnicas particulares.

- Para explanada E3, sobre roca: En desmontes en roca se evitará la retención del agua en la explanada mediante un sistema de drenaje adecuado y el relleno con hormigón tipo HM-20 (Art- 610 del PG-3) de las depresiones que puede retener el agua o impedir su escurrimiento.

#### 2.2.11.4.- Secciones de firme

Las secciones tipo a estudiar para la categoría de tráfico T2, según lo indicado en las Figuras 2.1 y 2.2 "Catálogo de secciones de firme para las categorías de tráfico pesado T00 a T4, en función de la categoría de explanada" de la Norma 6.1-IC, serán las siguientes:

- Para tráfico T2 y explanada E3
  - Sección N° 231
  - Sección N° 232
  - Sección N° 234

Las secciones de firme para los diferentes ejes definidos serán las siguientes:

#### TRONCO PRINCIPAL

Sección N° 232, para una explanada E3.

El paquete de firme, de 35 cm de espesor, estará constituido por las siguientes capas:

- Calzada y arcén < 1,25 m:
  - Capa de rodadura de 3 cm de espesor de Mezcla Bituminosa Discontinua en Caliente tipo BBTM11B PMB 45/80-60 C.
  - Capa intermedia de 5 cm de espesor de Mezcla Bituminosa en Caliente tipo AC22 bin BC 50/70 D.
  - Capa de base de 7 cm de espesor de Mezcla Bituminosa en Caliente tipo AC22 base BC 50/70 G.
  - Capa de subbase de 20 cm de espesor de Suelo-cemento.
- Arcenes > 1,25 m:
  - Capa de rodadura de 3 cm de espesor de Mezcla Bituminosa Discontinua en Caliente tipo BBTM11B PMB 45/80-60 C.
  - Capa intermedia de 5 cm de espesor de Mezcla Bituminosa en Caliente tipo AC22bin BC 50/70 D.
  - 27 cm de espesor de Suelo-cemento.

En esta sección las bermas se rellenarán de material apto para la impermeabilización de bermas (según O.C. 17/2003).

### **REPOSICIÓN N-623 N-627**

La carretera N-623 y la N-627 se acondicionará con la extensión de una capa de rodadura sobre el firme existente.

- Capa de rodadura de 5 cm de espesor de Mezcla Bituminosa en Caliente tipo AC16 surf B 50/70 S.

### **PASOS DE MEDIANA**

Se proyecta la misma sección que en el tronco principal.

Sección N° 232, para una explanada E3.

El paquete de firme, de 35 cm de espesor, estará constituido por las siguientes capas:

- Capa de rodadura de 3 cm de espesor de Mezcla Bituminosa Discontinua en Caliente tipo BBTM11B PMB 45/80-60 C.
- Capa intermedia de 5 cm de espesor de Mezcla Bituminosa en Caliente tipo AC22 bin BC 50/70 D.
- Capa de base de 7 cm de espesor de Mezcla Bituminosa en Caliente tipo AC22 base BC 50/70 G.
- Capa de subbase de 20 cm de espesor de Suelo-cemento.

### **CONEXIÓN PROVISIONAL FINAL**

Se adoptará la sección N° 232, para una explanada E3.

El paquete de firme, de 35 cm de espesor, estará constituido por las siguientes capas:

- Calzada:
  - Capa de rodadura de 3 cm de espesor de Mezcla Bituminosa Discontinua en Caliente tipo BBTM11B PMB 45/80-60.
  - Capa intermedia de 5 cm de espesor de Mezcla Bituminosa en Caliente tipo AC22 bin B 50/70 D.
  - Capa de base de 7 cm de espesor de Mezcla Bituminosa en Caliente tipo AC22 base B 50/70 G.
  - Capa de subbase de 20 cm de espesor de Suelo-cemento.
- Arcenes > 1,25 m:
  - Capa de rodadura de 3 cm de espesor de Mezcla Bituminosa Discontinua en Caliente tipo BBTM11B PMB 45/80-60.
  - Capa intermedia de 5 cm de espesor de Mezcla Bituminosa en Caliente tipo AC22bin B 50/70 D.
  - 27 cm de espesor de Suelo-cemento.

### **GLORIETA DE CONEXIÓN FINAL**

La glorieta planteada para la conexión provisional final se sitúa sobre la actual N-627. La sección a disponer será también la sección N° 232 para explanada E3, pero en este caso la capa de rodadura considerada será convencional.

El paquete de firme de 35 cm de espesor estará constituido por las siguientes capas:

- Capa de rodadura de 5 cm de espesor de Mezcla Bituminosa en Caliente tipo AC16 surf B 50/70 S.
- Capa intermedia de 10 cm de espesor de Mezcla Bituminosa en Caliente tipo AC 22 bin B 50/70 D.
- 20 cm de espesor de Suelo-cemento.

## **CAMINOS**

Los caminos irán sin pavimentar, quedando previsto un afirmado compuesto por dos capas de:

- 30 cm de espesor de Zahorra artificial.
- 30 cm de espesor de Suelo seleccionado.

## **ESTRUCTURAS**

En cuanto a las estructuras, se distingue por un lado el firme a disponer sobre pasos superiores, respecto al que se dispone en los pasos inferiores y viaductos. En cualquier caso, se dispondrá de una capa de impermeabilización entre la mezcla bituminosa y la superficie hormigonada:

- Pasos superiores:
  - 6 cm de capa bituminosa tipo AC16 surf B 50/70 S.
- Viaductos y estructuras longitudinales a la traza:
  - 3 cm de capa bituminosa discontinua BBTM 11B PMB 45/80-60 C.
  - 5 cm de M.B.C. tipo AC 22 bin BC 50/70 D.
- Pasos inferiores tipo marco:
  - 30 cm de Zahorra Artificial
  - 20 cm (mínimo) de Suelo seleccionado

### **2.2.12.- DRENAJE**

El agua es, en ocasiones, la causa de destrucción, directa o indirectamente, de las obras lineales (ferrocarriles o carreteras). El objetivo del drenaje es proveer de un sistema de protección que evite que el agua de escorrentía tanto superficial como subterránea produzca efectos negativos en la infraestructura, garantizando su seguridad.

La presencia de una obra lineal, tal como la vía que nos ocupa, interrumpe la red de drenaje natural del terreno (vaguadas, cauces, arroyos, ríos). El objetivo principal del drenaje transversal es restituir la continuidad de esa red, permitiendo su paso bajo la vía en condiciones suficientes de seguridad para unos períodos de retorno de diseño determinados.

También se aprovechan las obras de drenaje transversal para desaguar el drenaje de la plataforma y sus márgenes, a través de los elementos del drenaje longitudinal. Éstos conducen el agua hasta lugares donde puede seguir un curso natural, a veces directamente vertiendo a vaguadas próximas o en ocasiones aprovechando la permeabilidad que producen otras obras de drenaje.

Las obras de drenaje transversal se dividen en dos grupos, según la tipología de obra a considerar:

- Caños y marcos. Formados por obras de pequeña luz ( $\leq 5$  m), de hormigón armado, con solera, situados en pequeños cauces o arroyos de pequeño caudal. Su sección resulta determinante para el desagüe del cauce.
- Viaductos. Obras de paso de grandes dimensiones ( $> 10$  m), relacionadas con cauces y caudales más importantes y permanentes.

Para su dimensionamiento se han seguido las recomendaciones recogidas en las publicaciones de la Dirección General de Carreteras:

- Instrucción 5.2-IC Drenaje Superficial (1990)
- Drenaje Transversal. Obras pequeñas de paso. Dimensionamiento hidráulico

Según la primera de estas publicaciones, el período de retorno a considerar en las obras de drenaje transversal es de 100 años. No obstante se menciona la necesidad de recabar de las Confederaciones Hidrográficas la información necesaria de aquellos puntos en que "no resulte evidente la imposibilidad de daños catastróficos".

Mediante los escritos recogidos en el anexo 3 se ha informado a la Confederación de las actuaciones a realizar, no habiendo recibido respuesta en relación al periodo de retorno de cálculo, empleado por lo tanto 100 años para las pequeñas obras de drenaje transversal y 500 años para el viaducto del Río Ubierna.

La comprobación hidráulica de la sección de los caños y marcos se realizará considerando su funcionamiento en lámina libre y en régimen uniforme. Para ello se aplicará la fórmula de Manning con un  $n=0,015$ , correspondiente al hormigón.

El sistema de drenaje longitudinal deberá proyectarse como una red o conjunto de redes que recoja la escorrentía superficial procedente de la plataforma de la autovía y de las márgenes que viertan hacia ella, y la conduzca hasta un punto de desagüe.

El período de retorno de diseño para el drenaje longitudinal será de 25 años, de acuerdo con los criterios establecidos en la Instrucción.

En el anejo "Drenaje" se recoge un apartado donde se especifican tanto los aspectos medioambientales, que cita la declaración de impacto ambiental en relación a la protección del sistema hidrológico, así como los condicionantes hidrogeológicos; ambos aspectos tenidos en cuenta en el dimensionamiento del drenaje de la vía.

#### ➤ Estudio hidráulico de cauces principales

El cauce más importante atravesado por el trazado de la futura autovía es el cauce del Río Ubierna, atravesado entorno al P.K. 1 + 660 y sobre el que se ha proyectado un nuevo viaducto.

En el presente epígrafe se trata de analizar el régimen de avenidas del Río Ubierna en el entorno afectado por las obras comprendidas en el presente proyecto.

El estudio hidráulico contempla dos escenarios temporales distintos según se considere o no la presencia de la vía que se proyecta. Dado que para determinar los impactos de las obras de cruce sobre el régimen fluvial es necesario caracterizar hidráulicamente los cauces, tanto en lo que respecta a capacidad de desagüe, como en lo relativo al rango de velocidades que tienen lugar, se ha optado por preparar sendos modelos de simulación que hagan viable tal caracterización.

La metodología seguida para la realización del estudio hidrológico ha sido la siguiente: en una primera fase se ha realizado la caracterización del cauce en la situación actual, evaluándose el funcionamiento hidráulico del Río, una segunda fase analiza las repercusiones de la ejecución de la vía y la estructura sobre el mismo en el régimen del cauce (situación futura).

Los cálculos se han realizado mediante el programa de análisis fluvial HEC-RAS, en su versión 4.1.0 de enero de 2010, desarrollado por el Centro de Ingeniería Hidrológica del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos de Norteamérica (Hydrologic Engineering Center U.S. Army Corps of Engineers).

Se incluyen los listados numéricos y gráficos de los cálculos realizados para ambas situaciones, actual y proyectada, de los cauces estudiados en el Anejo nº 11.

#### ➤ Obras de drenaje transversal

Los criterios de diseño de las pequeñas obras de drenaje transversal son los siguientes:

- Mínima dimensión: se han tratado de respetar las limitaciones que figuran en la Instrucción 5.2 -IC en cuanto a dimensiones mínimas en función de la longitud.
- Velocidad del agua: tanto la sección como la pendiente del desagüe han sido adoptados de forma que la velocidad media en el interior del conducto no supere el máximo admisible de 4.5 a 6.0 m/s recomendado en la citada Instrucción para obras de hormigón (Tabla 1-3).
- Sobrelevación del agua: se ha limitado la altura de la lámina de agua de tal forma que la relación altura de agua a la entrada/ altura libre ( $H_w/H$ ) sea inferior a 1,2.
- Erosiones y aterramientos: se ha intentado respetar la alineación, pendiente y forma del cauce original, modificando así el régimen hidráulico en la menor medida posible, evitando de esta forma aterramientos localizados.
- Velocidad a la salida de las obra de drenaje: dependerá del tipo de terreno, adoptando las protecciones necesarias en su caso

En todos los casos en los que el cauce es interrumpido por el terraplén de la autovía, se han dispuesto las obras en los puntos bajos que se forman entre las vaguadas interceptadas y los propios terraplenes. En las situaciones en que la intercepción se produce en desmonte, se ha analizado cada caso en función del caudal, altura del desmonte, cauce,...

La denominación de todas las obras de drenaje está precedida de las siglas OD, seguido de un par de números separados por un punto. Dichos números hacen referencia al P.K. de cruce entre el eje de la vía y el de la obra, hasta la centena de metros.

En total se han dispuesto 38 obras de drenaje transversal, de las cuales 27 se sitúan en el tronco y 11 en caminos de servicio.

En la tabla siguiente se reflejan todas las obras proyectadas:



**TABLA RESUMEN COMPROBACIÓN OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL T = 100 AÑOS**

OD	Cuenca	Caudal total Q (m³/s)	Tipología	Nº Ud	Altura H ó Ø (m)	Ancho B (m)	Longitud L (m)	Pendiente (m/m)	H <sub>E</sub> (C. Entrada) (m)	Cauce a la salida					Calado crítico OD (m)	Altura a la entrada H <sub>w</sub> (m)	Velocidad a la entrada V <sub>e</sub> (m/s)	H <sub>w</sub> /H ó H <sub>w</sub> /D	Tipo de control
										Ancho (m)	Pend (m/m)	Calado normal (m)	Calado crítico (m)	Velocidad (m/s)					
OD 0.1	C 1	11,138	Rectangular	1	2,00	3,00	42,50	0,005	1,71	3,00	0,0700	0,524	0,754	0,56	1,130	2,39	3,353	1,20	SALIDA
OD 0.1 MI	C 1	11,138	Rectangular	1	2,00	3,00	10,00	0,024	1,71	3,00	0,0187	0,523	0,754	0,76	1,130	1,7	3,286	0,85	ENTRADA
OD 0.7	C 2	3,028	Circular	1	1,80	--	69,60	0,013	1,21	2,00	0,0125	0,627	0,558	1,84	0,846	1,21	2,577	0,67	ENTRADA
OD 1.0	C3	14,676	Rectangular	1	2,00	3,00	102,50	0,003	2,10	4,00	0,0025	1,695	1,016	1,52	1,340	2,1	3,651	1,05	ENTRADA
OD 3.0	C 5	0,533	Circular	1	1,80	--	91,20	0,023	0,39	2,00	0,0225	0,190	0,187	1,28	0,252	0,39	2,461	0,22	ENTRADA
OD 3.1	C 6	0,901	Circular	1	1,80	--	79,20	0,041	0,62	2,00	0,0225	0,260	0,262	1,52	0,422	0,61	1,983	0,34	ENTRADA
OD 4.0	C-7 a C-14	17,349	Rectangular	1	2,50	3,00	60,00	0,010	2,36	3,00	0,0096	0,953	1,219	1,61	1,530	2,3	3,78	0,92	ENTRADA
OD 4.2	C 7.2	0,211	Circular	1	1,80	--	50,40	0,030	0,17	2,00	0,0298	0,100	0,262	0,36	0,108	0,33	2,078	0,18	SALIDA
OD 4.5	C 8	0,476	Circular	1	1,80	--	57,60	0,038	0,39	2,00	0,0375	0,152	0,174	1,26	0,252	0,39	2,198	0,22	ENTRADA
OD 4.6	C 9	1,396	Circular	1	1,80	--	50,40	0,036	0,76	2,00	0,0361	0,293	0,346	1,72	0,567	0,75	2,032	0,42	ENTRADA
OD 4.7	C 10	0,317	Circular	1	1,80	--	52,80	0,045	0,25	2,00	0,0453	0,113	0,134	1,11	0,144	0,25	3,324	0,14	ENTRADA
OD 4.8	C 11 + C 12	1,826	Circular	1	1,80	--	55,20	0,065	0,87	2,00	0,0652	0,288	0,409	1,85	0,648	0,87	2,214	0,48	ENTRADA
OD 5.3	C 13.1 + C 13.2	1,614	Circular	1	1,80	--	74,40	0,070	0,82	2,00	0,0704	0,262	0,379	1,79	0,608	0,81	2,137	0,45	ENTRADA
OD 5.5	C 14.1+C14.2	1,352	Circular	1	1,80	--	76,80	0,085	0,74	1,00	0,0850	0,214	0,453	1,78	0,546	0,73	2,072	0,41	ENTRADA
OD 5.5 MD	C 14.1	0,578	Circular	1	1,00	--	19,20	0,101	0,61	1,25	0,0900	0,115	0,251	0,93	0,432	0,60	1,779	0,60	ENTRADA
PF 6.4	C 16	0,220	Rectangular	1	10,00	3,50	8,00	0,042	0,04	3,00	0,0420	0,071	0,078	0,00	0,026	0,04	2,418	0,00	ENTRADA
OD 6.3 MD	--	0,200	Circular	1	1,00	--	16,80	0,185	0,33	2,00	0,2000	0,037	0,098	0,95	0,223	0,33	1,531	0,33	ENTRADA
OD 6.4 MD	C 16 + C 17	0,513	Circular	1	1,00	--	19,20	0,155	0,55	2,00	0,1858	0,066	0,180	1,26	0,402	0,55	1,737	0,55	ENTRADA
OD 6.5	C17	0,160	Circular	1	1,80	--	45,60	0,108	0,11	0,00	0,1081	0,041	0,049	0,01	0,072	0,49	3,042	0,27	SALIDA
OD 7.9	C 19 + C 20	1,432	Rectangular	1	2,50	3,00	55,20	0,007	0,35	2,00	0,0070	0,481	0,352	1,20	0,228	2,00	1,965	0,80	SALIDA
OD 8.1	C 21	0,480	Circular	1	1,80	--	88,80	0,026	0,39	2,00	0,0256	0,171	0,175	1,26	0,252	0,39	2,217	0,22	ENTRADA
OD 8.5	C 22	3,917	Circular	1	1,80	--	64,80	0,012	1,40	2,00	0,0122	0,731	0,652	1,96	0,963	1,39	2,827	0,77	ENTRADA
OD 8.9	C 23	7,615	Rectangular	1	2,50	3,00	49,74	0,006	1,38	3,50	0,0109	0,503	0,647	0,72	0,875	2,58	3,83	1,03	SALIDA
OD 8.9MD	C 23	7,615	Rectangular	1	2,50	3,00	12,50	0,030	1,38	3,00	0,0299	0,437	0,761	0,39	0,875	1,37	2,901	0,55	ENTRADA
OD 9.0	C24 a C28	15,043	Rectangular	1	2,50	3,00	67,50	0,005	2,10	2,75	0,0139	0,975	0,964	0,68	1,388	2,2	3,6 m	0,88	SALIDA
OD 9.0MD	C24 a C28	15,043	Rectangular	1	2,50	3,00	20,00	0,003	2,10	3,00	0,0029	1,276	0,877	1,26	1,388	2,09	3,614	0,84	ENTRADA
OD 9.5	C25 a C28	8,304	Rectangular	1	2,50	3,00	92,50	0,006	1,43	3,00	0,0141	0,672	0,649	1,94	0,925	1,42	2,992	0,57	ENTRADA
OD 9.6 MD	C25 a C28	8,304	Rectangular	1	2,50	3,00	22,50	0,006	1,43	3,00	0,0141	0,672	0,649	0,57	0,925	2,64	3,899	1,06	SALIDA
OD 10.1	C27	0,493	Circular	1	1,80	--	40,80	0,014	0,39	2,00	0,0446	0,098	0,175	0,32	0,252	0,62	2,272	0,34	SALIDA
OD 10.1 MD	C27	0,493	Circular	1	1,80	--	16,80	0,061	0,39	2,00	0,0321	0,163	0,178	1,27	0,252	0,39	2,277	0,22	ENTRADA
OD 9.8	C 26	0,220	Circular	1	1,80	--	48,00	0,049	0,18	0,00	0,0486	0,104	0,112	0,74	0,108	0,24	2,654	0,13	SALIDA
OD 10.7	C 29	1,128	Circular	1	1,80	--	38,40	0,022	0,68	2,00	0,0486	0,236	0,302	1,62	0,484	0,67	2,045	0,37	ENTRADA
OD 11.0	C 30	0,299	Circular	1	1,80	--	64,80	0,154	0,22	2,00	0,1431	0,077	0,129	1,09	0,144	0,22	3,135	0,12	ENTRADA
OD 11.1	C-31	1,622	Circular	1	1,80	--	72,00	0,062	0,82	2,00	0,0615	0,273	0,380	1,79	0,608	0,81	2,148	0,45	ENTRADA
OD 11.1 MI	C-31	1,622	Circular	1	1,50	--	9,60	0,009	0,91	1,00	0,0615	0,399	0,535	1,10	0,648	1,79	3,307	1,19	SALIDA
OD 11.5	C 32+C33	2,187	Circular	1	1,80	--	93,60	0,062	0,99	2,00	0,0436	0,361	0,457	1,95	0,724	0,99	2,286	0,55	ENTRADA
OD 11.5 MI	C 32+C33	2,187	Circular	2	1,80	--	9,60	0,008	0,66	1,00	0,0554	0,485	0,633	1,10	0,484	2,14	3,502	1,19	SALIDA
OD 11.5 MD	C34+C29 a C32	14,087	Rectangular	1	2,00	4,00	9,60	0,013	1,65	3,00	0,0125	1,217	1,145	2,75	1,090	2,0	5,688	1,00	SALIDA



### **Drenaje Longitudinal**

Los elementos que comprenden el drenaje longitudinal conducen el agua procedente de la plataforma y márgenes adyacentes a puntos de evacuación naturales, bien directamente al terreno, o a través de obras de drenaje transversal (OD), o bien, cuando éstas están alejadas o a mucha profundidad, mediante desagües transversales.

Este apartado comprende el conjunto de dimensionamientos y comprobaciones relativas a los dispositivos de evacuación de aguas superficiales que escurren sobre la plataforma y las márgenes de la autovía, todos ellos para un período de 25 años, tal y como prescribe la Instrucción 5.2-I.C.

Se comprueba su capacidad, velocidad máximas admisibles y calados máximos de manera que no alcancen la plataforma.

El drenaje longitudinal y superficial de la plataforma está constituido por las cunetas de desmonte y de mediana, los caces, las cunetas de guarda o de coronación de desmontes, las cunetas de pie de terraplén, las bajantes en desmontes y en terraplenes, y por los sistemas de drenes, arquetas y colectores.

Diferenciándose:

- elementos de drenaje de plataforma
- elementos de drenaje de áreas adyacentes.

Dentro del primer grupo se localizan:

- cunetas de desmonte: reciben las escorrentías de los taludes de los desmontes, de una de las calzadas de la autovía, según el peralte y, adicionalmente, las escorrentías de las áreas de vertido laterales cuando no existen cunetas de guarda, además de la que cae sobre la propia cuneta.
- cuneta de mediana: recoge el agua que cae sobre una de las calzadas y sobre ella misma en los tramos en curva, y, en los tramos en recta, estrictamente la que cae sobre la cuneta.

- bordillo de coronación de terraplén: recoge el agua de la plataforma con peralte favorable, desaguando cada cierta distancia a través de bajantes de terraplén hacia el exterior de la plataforma.
- bajantes de terraplén: dispuestas intercaladas en el bordillo, en la margen de vertido de la calzada, también se disponen desde la salida de los colectores transversales que desaguan a mitad de terraplén hasta llegar al pie del talud.
- drenes longitudinales: se proyecta bajo la cuneta en desmonte y en la mediana. Su función es servir de desagüe al caudal infiltrado en las capas del firme.

Como elementos de drenaje de las áreas adyacentes se encuentran:

- cunetas de pie de terraplén: recogen la escorrentía de las zonas adyacentes que vierten hacia la plataforma. En determinados casos estas cunetas sirven para dar continuidad a las cunetas de desmonte y de guarda y a los desagües de colectores, hasta alcanzar una obra de drenaje transversal o cauce donde desaguar.
- cunetas de guarda de desmonte, o de coronación de desmontes: recogen la escorrentía procedente de las zonas adyacentes que vierten hacia la carretera. Se proyectan para proteger los taludes de desmonte cuando exista una vaguada o cauce cuyo flujo incide directamente sobre el talud.
- bajantes en desmonte se sitúan en aquellos puntos en que, por la orografía del terreno, la cuneta de coronación de desmonte se encuentra con una vaguada natural que impide su continuación, o bien en casos de agotamiento de capacidad de la cuneta de guarda.

Para recoger el agua que vierte sobre el ecoducto se han dispuesto dos bajantes de terraplén, las cuales desaguan el agua sobre dos arquetas situadas en la cuneta de desmonte de la margen derecha, justo a la entrada y salida del ecoducto. Dichas bajantes serán de tipo T2.

Para dar continuidad al drenaje en la zona del ecoducto se han dispuesto de colectores que recogerán el agua proveniente de las dos cunetas de desmonte y de la cuneta de mediana. A la salida del ecoducto se restablece nuevamente el sistema de cunetas.

En el proyecto del drenaje longitudinal se han seguido las recomendaciones de la Instrucción de Carreteras del M.O.P.U. 5.2-IC Drenaje Superficial, así como de la OC 17/2003 "Recomendaciones para el proyecto y construcción del drenaje subterráneo en obras de carretera"

En el anejo "Drenaje" se ha realizado la comprobación hidráulica de todos los elementos de drenaje longitudinal proyectados.

En el documento Planos se han representado sobre unas plantas a escala 1:1.000 los elementos del drenaje longitudinal. Además se incluyen los correspondientes planos de detalle.

### 2.2.13.- CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS

En el trazado se ha previsto la realización de un total de 13 estructuras repartidas de la siguiente manera: 1 viaducto sobre el río Ubierna de 4 vanos, con los estribos sobre durmientes y las pilas pilotadas, 3 pasos superiores, 6 pasos inferiores tipo marco, 1 paso inferior tipo puente de vigas sobre muros de suelo reforzado, un ecoducto tipo falso túnel y un muro de escamas.

En todos los casos, salvo en las pilas del viaducto, se ha previsto una cimentación directa. En las pilas del viaducto debido a la posible socavación se ha optado por una cimentación profunda por medio de pilotes.

Como norma general, en los emplazamientos donde se proyecte una cimentación directa mediante zapatas, deben tomarse las siguientes precauciones:

- Es importante no realizar la excavación hasta el nivel final de cimentación, hasta el momento en el que vaya a procederse al hormigonado, debido a la degradación que sufren los materiales limosos y arcillosos al exponerlos a la atmósfera. En el caso de que sean de temer retrasos entre la fase de excavación y de hormigonado, debe

dejarse al menos 0.5 m de material sin excavar por encima del nivel de cimentación, el cual será retirado posteriormente. El hormigonado debe llevarse a cabo tan rápido como sea posible, debiéndose proteger el fondo de la excavación mediante una capa de hormigón de regularización y tapando posteriormente la excavación efectuada.

- En caso de que se observase afluencia de agua hacia la excavación de las zapatas, no se bombeará ésta desde el interior de las excavaciones, debiendo disponerse pozos exteriormente a las mismas, desde los que se efectuará el achique necesario.
- Las zapatas que queden situadas sobre, o, próximas a taludes, deberán cumplir, salvo especificación al respecto, las siguientes condiciones:
  - Su punto más cercano al talud y el pie del mismo, formarán una línea de pendiente inferior a 20°, encontrándose al menos a 1,5m de profundidad respecto de la superficie final excavada.
  - La distancia horizontal entre la cimentación y la superficie del talud será de al menos el ancho de la zapata y como mínimo 3m.

En caso de prever una cimentación profunda mediante pilotes deben considerarse las siguientes indicaciones generales:

- El procedimiento de ejecución debe garantizar la estabilidad de las paredes de la excavación durante la ejecución del pilotaje, su no degradación y la continuidad del hormigonado. Puede ser necesario el empleo de tubería de revestimiento definitiva para garantizar la continuidad del hormigón en las zonas en las que se atraviesan materiales de consistencia blanda o zonas en las que puedan existir cavidades naturales o producirse sobresecciones importantes durante la perforación.

En los emplazamientos donde se proyecten cimentaciones mediante durmientes de hormigón sobre los terraplenes de acceso a estructuras, o estribos de suelo reforzado, deben tomarse las siguientes precauciones:

- Los terraplenes de acceso se efectuarán, en la zona de afección de los durmientes (terraplenes frontales y laterales y cuña de transición), con material que cumpla las características definidas para las cuñas de transición, y al menos con suelo seleccionado con CBR > 20 compactado al 95% de su densidad máxima Próctor Modificado.

- El terraplén debe completarse hasta nivel de coronación, antes de construir el durmiente (Guía de Cimentaciones en Obras de Carreteras de la Dirección General de Carreteras). Los durmientes se construirán posteriormente sobre zanjas excavadas en los terraplenes una vez que se hayan estabilizado los asientos.
- Los muros de suelo reforzado deben instrumentarse con el fin de controlar la evolución de los asientos de coronación, de forma que no se proceda a la ejecución del tablero hasta que los asientos remanentes no sean asumibles por la estructura.

La cimentación de los durmientes sobre terraplenes de acceso a estructuras, deberá cumplir, salvo especificación al respecto, las siguientes condiciones:

- La distancia horizontal entre la cimentación y la superficie del talud será de al menos el ancho de la zapata y como mínimo 3m.
- Una vez ejecutado el durmiente se repondrá el relleno con material de las mismas características definidas anteriormente, dejando un espacio libre bajo el tablero no superior a 1,5m.
- El terraplén compactado existente por debajo del plano de cimentación del durmiente, debe tener una altura superior a la mitad de la anchura del durmiente, más 1,0m. En caso contrario se deberá plantear una sustitución del cimiento del cuerpo del terraplén.

En los terraplenes de acceso a los estribos de las estructuras y pequeñas obras de fábrica se dispondrán cuñas de transición destinadas a conseguir una transición gradual en la deformabilidad entre la estructura y el relleno.

En la tabla siguiente se recogen las tipologías de cimentación finalmente adoptadas en el cálculo estructural de las obras de fábrica previstas en el estudio:

Estructura	Tipología
Paso Inferior 1.3 (marco)	Saneo de 1.00 m desde cota de terreno actual (incluida TV) Cimentación directa de las aletas $\sigma_{adm} = 2 \text{ kp/cm}^2$ .
Viaducto Ubierna	Pilas: cimentación profunda mediante pilotes Estribos: durmientes $\sigma_{adm} = 2 \text{ kp/cm}^2$

Estructura	Tipología
Paso Inferior 2.6 (marco)	Saneo de 1.00 m desde cota de terreno actual (incluida TV) Cimentación directa de las aletas $\sigma_{adm} = 2 \text{ kp/cm}^2$ .
Paso Inferior 4.0* (marco)	Saneo de 4.40 m desde cota de terreno actual (incluida TV) Cimentación directa de las aletas $\sigma_{adm} = 2 \text{ kp/cm}^2$ .
Paso Inferior 5.1* (marco)	Saneo de 1.30 m desde cota de terreno actual (incluida TV) Cimentación directa de las aletas $\sigma_{adm} = 2 \text{ kp/cm}^2$ .
Paso de Fauna 6.4* (marco)	Cimentación directa de las aletas $\sigma_{adm} = 2 \text{ kp/cm}^2$ .
Paso Superior 7.2 (3 vanos)	Cimentación directa mediante zapatas (roca); $\sigma_{adm} = 4 \text{ kp/cm}^2$
Ecoducto (falso túnel)	Cimentación directa mediante zapatas (roca) $\sigma_{adm} = 8 \text{ kp/cm}^2$
Paso Inferior 8.0 (puente de vigas)	Estribos mediante muros de suelo reforzado
Paso Superior 8.8 (3 vanos)	Cimentación directa mediante zapatas; $Z > 2.0 \text{ m}$ ; $\sigma_{adm} = 2.5 \text{ kp/cm}^2$
Paso Superior 10.0 (3 vanos)	Cimentación directa mediante zapatas; estribos y pila 2 $Z > 2.0 \text{ m}$ ; pila 1 $Z > 3.0$ $\sigma_{adm} = 2.5 \text{ kp/cm}^2$
Paso Inferior 11.1 (marco)	Saneo de 1.40 m desde cota de terreno actual (incluida TV) Cimentación directa de las aletas $\sigma_{adm} = 2 \text{ kp/cm}^2$ .
Muro de escamas 11.7*	Cimentación directa $> 0.60 \text{ m}$ . Saneo de los materiales de fondo de valle que puedan aparecer

\* Estructuras en las que no fue posible la entrada para realizar prospecciones y que deberán realizarse en obra para confirmar las condiciones indicadas, así como la agresividad al hormigón.

Deberán realizarse trabajos de reconocimiento complementarios en fase de obra, en los emplazamientos de las cimentaciones en los que no se han podido realizar los trabajos de reconocimiento.

## 2.2.14.- ESTRUCTURAS

Se proyectan 12 estructuras para mantener la permeabilidad territorial, reponiendo los distintos caminos y carreteras afectados, y para salvar otros accidentes geográficos.

Las estructuras se dividen en tres pasos superiores, siete pasos inferiores, un viaducto y un ecoducto (falso túnel).

Además, se han proyectado 1 muro de contención de tierras de tipología suelo reforzado con escamas entre el P.K. 11+640 al P.K. 11+710 (MD). Este muro, da continuidad al muro proyectado en el tramo contiguo A-73. Montorio-Santa Cruz del Tozo..

Por lo que respecta a los acabados se ha optado por disponer un pretil metálico con nivel de contención H2 en los pasos superiores y nivel de contención H3 en las estructuras del tronco (pasos inferiores y viaductos) siguiendo lo indicado en la O.C. 35/2014 sobre “Criterios de aplicación de sistemas de contención de vehículos”.

ESTRUCTURA	TIPOLOGÍA	LUCES/GÁLIBO
P.I. 1.3	Marco H.A.	10,00x6,00
Viaducto río Ubierna	Vigas doble T 4 vanos	36,45 + 37,00 + 37,00 + 36,45
P.I. 2.6	Marco H.A.	9,00x6,00
P.I. 4.0	Marco H.A.	9,00x6,00
P.I. 5.1	Marco H.A.	9,00x6,00
P.F. 6.4	Marco H.A.	10,00x4,00
P.S. 7.2	Losa 3 vanos	17,00 + 33,00 + 17,00
Ecoducto	Bóveda H.A.	80 m de ancho libre
P.I. 8.0	Vigas doble T 1 vano	23,00
P.S. 8.8	Losa 3 vanos	17,00 + 33,00 + 17,00
P.S. 10.0	Losa 3 vanos	17,00 + 33,00 + 17,00
P.I. 11.1	Marco H.A.	9,00x6,00
Muro	Muro S.R.	70,00x15,00

El viaducto proyectado en el tramo salva el cruce del tronco de la autovía sobre el Río Ubierna. Se ha evitado la disposición de apoyos en el Dominio Público Hidráulico y en la zona de servidumbre asociada al mismo.

## 2.2.15.- SOLUCIONES PROPUESTAS AL TRÁFICO DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

A lo largo del tronco de la autovía proyectada, no se proyecta ningún enlace, situados estos en las proximidades de los puntos de conexión con los tramos adyacentes, por lo que no se localizan puntos de interferencia para la ejecución de las obras en estos casos.

A continuación se realiza una descripción de las soluciones propuestas al tráfico para la puesta en servicio del tramo objeto de proyecto en el caso de que los tramos adyacentes no se hayan ejecutado.

### 2.2.15.1.- Conexión Inicial

El tramo adyacente de la A-73 Quintanilla de Vivar – Quintanaortuño, se encuentra ya construido.

La entrada/salida desde/hacia la autovía se realizará por el enlace situado al norte de Quintanaortuño, por lo que no resulta necesario diseñar una conexión Inicial en el presente tramo.

No obstante, para la correcta conexión entre los tramos, será disponer un desvío provisional a través del enlace actual existente en la A73 en las proximidades de la conexión y que actualmente da acceso a la localidad de Quintanaortuño, a través de la carretera N-627.





Para dar solución al tráfico durante la ejecución de las obras, se propone que los movimientos entre la autovía A-73 y la carretera N-627, se realicen por el enlace de Quintanaortuño, utilizando para ello el desvío existente de la propia carretera N-627, que fue construido en el tramo anterior, y que conecta con la glorieta, según se observa en la imagen anterior.

De esta forma, se puede construir la conexión de la autovía al inicio con el tramo anterior ya construido sin necesidad de desvíos adicionales.

Tal y como se observa en la siguiente imagen, únicamente será necesario desmontar un tramo de barrera existente que separa el devío anteriormente indicado con la N-627. Además será necesario disponer las marcas viales y otros elementos de señalización, balizamiento y defensas en esta conexión.



#### 2.2.15.2.- Conexión Final

En este caso, sí se propone la conexión final, en el supuesto que el tramo adyacente de la A-73 (Montorio-Santa Cruz del Tozo) no se encuentre en servicio. Se ha proyectado un ramal provisional que parte de la margen derecha en el P.K. 10+800 aproximado de la autovía hacia la N-627 y donde se conecta a través de una glorieta situada sobre ésta y a su misma cota, lo que permite construirla por el método de semicalzadas.

Esta conexión se realizaría en 2 Fases:

- Fase 1: Construcción del desvío desde la autovía hacia la glorieta, que también se construye sobre la N-627 por semicalzadas.
- Fase 2: En esta fase se permite la circulación del tramo Quintanaortuño-Montorio hasta el P.K. 10+800, donde se conecta con la N-627.

La sección tipo está formada:

- Calzada principal bidireccional de 7,00 m de ancho, y arcenes de 1,50 m, y bermas de 1,5 m. La cuneta tipo es triangular de ancho 1,50 m con taludes 3H/2V.
- Glorieta estará formada por doble carril de 8,0 m, arcén exterior de 1,00 m e interior 0,50 m, con bermas de 1,50 m.

Para el afirmado de la Conexión final, se adopta la sección N° 232, correspondiente a tráfico T2 y explanada E3, con un firme de 35 cm de espesor, constituido por las siguientes capas:

Calzada principal:

- Calzada y arcén < 1,25 m:
  - Capa de rodadura de 3 cm de espesor de Mezcla Bituminosa Discontinua en Caliente tipo BBTM 11B.
  - Capa intermedia de 5 cm de espesor de Mezcla Bituminosa en Caliente tipo AC-22 bin D.
  - Capa de base de 7 cm de espesor de Mezcla Bituminosa en Caliente tipo AC22 base G.
  - 20 cm de espesor de Suelo-cemento.
- Arcenes > 1,25 m:
  - Capa de rodadura de 3 cm de espesor de Mezcla Bituminosa Discontinua en Caliente tipo BBTM 11B.
  - Capa intermedia de 5 cm de espesor de Mezcla Bituminosa en Caliente tipo AC22 bin D.
  - 27 cm de espesor de Suelo-cemento.

Glorieta:

- Capa de rodadura de 5 cm de espesor de Mezcla Bituminosa en Caliente tipo AC16 surf S.
- Capa intermedia de 10 cm de espesor de Mezcla Bituminosa en Caliente tipo AC 22 bin D.
- 20 cm de espesor de Suelo-cemento.

### 2.2.16.- SEÑALIZACIÓN Y DEFENSAS

El diseño de la señalización se ha realizado de acuerdo con las Instrucciones de Carreteras: Norma 8.1-I.C. Señalización Vertical” y “Norma 8.2-I.C. “Marcas Viales” (borrador), al mismo tiempo que se han tenido en cuenta las Recomendaciones y Órdenes Circulares que sobre el particular ha estudiado el Servicio de Explotación de la Subdirección General de Conservación y Explotación.

Las marcas viales empleadas en el tronco principal son las siguientes:

- Marca vial continua de 0,20 m de ancho.
- Marca vial discontinua de 0,15 m de ancho.
- Inscripciones

También se estudian y definen las señales verticales a disponer, de los siguientes tipos:

- Señales de advertencia de peligro (P)
- Señales de reglamentación (R)
- Señales de indicación (S)

Se han proyectado en la autovía carteles laterales para diferentes indicaciones y localizaciones.

Se ha revisado toda la señalización existente en el enlace al inicio del proyecto y se han proyectado todas las señales que resulta necesario sustituir debido al cambio de itinerarios y movimientos que supone la puesta en servicio del nuevo tramo de autovía.

En el Anejo nº15.- Señalización, Balizamiento y Defensas se realiza una descripción detallada de las dimensiones, tipo y tamaño de letra utilizada, inscripciones y mensajes

indicados, materiales empleados, así como de los criterios de colocación y situación lateral de los carteles y señales proyectadas. Asimismo se adjunta el dimensionamiento de todos los carteles.

Para el balizamiento se han tenido en cuenta tanto los hitos de arista, kilométricos y miramétricos, como los captafaros, paneles verticales y mangas catavientos necesarios para la ejecución de las obras.

A continuación se detallan los tipos de sistemas de contención de vehículos empleados más representativos.

- Barreta TIPO B1 en protección de terraplenes en borde de calzada, carteles laterales, y cunetones
- Barrera TIPO B2 en protección de pórticos y banderolas, estructuras y obras de paso así como de elementos estructurales de pasos superiores u otras construcciones.
- Barrera TIPO B3 (doble) en mediana
- Barrera TIPO B4 (simple) en mediana, y en anticipación a puentes y viaductos.
- Barrera TIPO B5 (doble desmontable) en mediana.
- Barrera TIPO B6 (simple reducida) en caminos.
- Barrera TIPO B8 (simple con SPM) en la conexión provisional final.

Los niveles de contención, anchura de trabajo, deflexión dinámica e índice de severidad de cada sistema de contención están especificados en el Anejo nº15.- Señalización, Balizamiento y Defensas, y en el documento Nº 2 “Planos”.

Los criterios de implantación de los Sistemas de Contención de Vehículos son los establecidos en la O.C. 35/2014.

### 2.2.17.- INTEGRACIÓN AMBIENTAL

El presente proyecto ha tenido en cuenta los condicionados de la Declaración de Impacto Ambiental, tal y como se indica en el punto 1.2 del Anejo nº 16 –Integración Ambiental. Además, en dicho anejo, se realiza un análisis del medio físico, biótico y socio-económico y la consecuente clasificación del territorio según su aptitud para la ubicación de instalaciones y elementos auxiliares de obra. Por último, se define un Proyecto de Actuaciones Preventivas y Correctoras que se resume a continuación.



### 2.2.17.1.- Medidas preventivas y correctoras

Se proponen una serie de medidas elaboradas con el propósito de proteger la calidad ambiental del tramo de autovía en estudio, además de la minimización de las alteraciones más significativas identificadas en el Estudio de Impacto Ambiental.

Las medidas correctoras propuestas constan de una serie de actuaciones y recomendaciones a realizar en la fase de ejecución de la obra y tienen como objetivo evitar o minimizar los posibles impactos y riesgos ambientales propios de la ejecución del proyecto.

**Plan de ocupación.-** Antes del comienzo de las obras, el Contratista deberá elaborar un plan que muestre la localización de las instalaciones auxiliares, los caminos necesarios para acceder a las áreas de préstamos y minas, a los acopios temporales y a los vertederos definitivos.

**Jalonado de la zona de ocupación.-** Con el fin de minimizar la ocupación de suelo y la afección a la cubierta vegetal, como consecuencia de las obras, se realizará el jalonamiento de las zonas de ocupación para que la circulación de maquinaria se restrinja a la zona acotada.

#### 2.2.17.1.1.- LOCALIZACIÓN DE ELEMENTOS AUXILIARES DE OBRA

##### Localización y control de las zonas de instalaciones y parque de maquinaria

Dentro de este apartado se engloban todas las instalaciones necesarias durante la ejecución de la obra y que serán desmanteladas una vez finalice la construcción del proyecto.

Los criterios a tener en cuenta para la planificación de los emplazamientos de las instalaciones son los siguientes:

- No afectar a zonas de importancia botánica, faunística o lugares de elevado interés patrimonial y/o cultural.
- No afectar a la red de drenaje superficial, descartando para la ubicación de las instalaciones auxiliares y parque de maquinaria aquellos lugares que presentan una naturaleza de sustrato extremadamente permeable.

- Minimizar las afecciones al paisaje, considerando tanto la cuenca visual como las capacidades de acogida del entorno.
- Elegir zonas de fácil restauración.

Se delimitará claramente el perímetro de los diferentes tramos de actuación según el plan de obras, de tal manera que el movimiento de maquinaria quede limitado exclusivamente al interior de estas áreas.

El parque de maquinaria deberá ser también vallado y/o jalonado, así como tener delimitadas sus vías de acceso, ciñéndose el tránsito a las mismas.

El jalonamiento tendrá carácter temporal (limitado a la duración de las obras), discurrirá sobre la línea de expropiación del proyecto y ha de ser siempre visible. Será reparado siempre que sea necesario.

Las instalaciones auxiliares se ubicarán en el entorno del p.k. 2+600 sobre una superficie 7.000 m<sup>2</sup>, en la margen izquierda de la autovía. La vegetación presente resultan ser tierras de cultivo y los materiales sobre los que se asienta son margas y arcillas (T<sub>2</sub>), de permeabilidad media por lo que se encuentra catalogada como zona restringida y habrá que tomar medidas de prevención de impactos sobre la hidrología subterránea.

Se realizará una impermeabilización de terreno en la planta general de las instalaciones que asegure la estanqueidad de su superficie frente a derrames accidentales. Se preverá además, un sistema de recogida de dichos vertidos de acuerdo al diseño y planos que se presenta en este anejo. (Ver apartado 5.5 Protección a las aguas y el sistema hidrológico).

La ubicación de las instalaciones auxiliares se representa en los planos de Medidas preventivas y correctoras y en los de Zonas excluidas (ver Documento Planos).

La maquinaria destinada al transporte de materiales susceptibles de ser derramados deberá tener un grado máximo de estanqueidad para evitar vertidos.

### Desmantelamiento de las instalaciones y limpieza de la zona de obras.

Una vez finalizada la obra, es importante el correcto desmantelamiento de todas las instalaciones para poder llevar a cabo tareas de recuperación y restauración paisajística y evitar el abandono de las instalaciones. Procurando restablecer el entorno a su estado preoperacional o mejorar la situación del mismo a través de técnicas de restauración ambiental.

Se ejecutará el desmantelamiento de instalaciones y limpieza de la zona, depositando los residuos inertes en los vertederos seleccionados y transportando los posibles suelos contaminados a vertederos legalizados para su reciclaje o gestión pertinente.

Se realizará una adecuación y nivelación del perfil topográfico, modificado por accesos y otros acondicionamientos, para conseguir un perfil estable y homogéneo acorde con el perfil topográfico natural colindante. Habrá de adecuar también el sistema de drenaje a la topografía finalmente adoptada.

Se descompactará el terreno mediante escarificado de 40 cm de profundidad y posterior pase de rodillo que proporcione una superficie homogénea para la inmediata extensión de tierra vegetal y no se llevará a cabo ninguna actuación más, ya que anteriormente se trataba de una zona de cultivo y se procurará su recuperación como tal.

### Canteras y zonas de préstamo

#### **Yacimientos granulares (graveras)**

Arenas Industriales de Montorio S.A (G-1).

Casares (G-2)

Gravas y Hormigones Saiz S.A. (G-3).

**Canteras:** Existen varias canteras en las inmediaciones de la zona de estudio, las cuales se enumeran a continuación:

Hormigones y Canteras García, S.L. (C1).

Canteras Huarbe, S.A. (C2).

Cantera El Camperón (C3).

Cantera AIMS A (C4).

Cantera La Polar (C5).

Cantera Ofitas Valdeolea (C6).

Cantera Ofitas del Norte (C7).

### **Préstamos**

Se adjunta una tabla resumen.

	<b>PRÉSTAMO</b>	<b>Distancia a traza</b>	<b>Clasificación PG-3</b>	<b>Cubicación (m<sup>3</sup>)</b>
P-1	Rucios	1.5 Km	Tolerable	1.400.000
P-2	Las Hontanillas	0.3 Km	Adecuado	600.000
P-3	Cañuelo	0.2 Km	Adecuado	90.000
P-4	La Quintana	3.0 Km	Tolerable	1.600.000
P-5	Trasloma	0.3 Km	Tolerable	164.000
P-6	Los Pozos	0.5 Km	No aprovechable	129.600
P-7	Los Cañales	3 Km	Adecuado	1.500.000
P-8	La Iruela	6 Km	Seleccionados	4.500.000
P-9	Los Brezales	7 km	Seleccionados	1.200.000

### **Propuesta de utilización de los préstamos.**

El material necesario para la construcción de la autovía que deberá proceder de préstamos es un volumen de **1.427.323 m<sup>3</sup>**.

Siguiendo las prescripciones de la Declaración de impacto ambiental de 5 de diciembre de 2017, se utilizará como zona de préstamo el **P-1 "Paraje de Rucios"**.

Se utilizará por tanto este préstamo, del que se obtendrán **559.730 m<sup>3</sup>** de material para suelos tolerables. Sin embargo, el resto del material, para suelos adecuados y seleccionados deberá proceder de otro préstamo, se ha elegido el préstamo 9, que se localiza al norte del trazado y ocupa tierras de labor y tierras con vegetación subarborescente. El volumen que se extraerá de este **préstamo 9 es de 364.110 m<sup>3</sup>**.

### Vertederos

A lo largo del trazado se han localizado varias áreas que son aptas para su utilización como vertedero. El volumen de material sobrante que deberá ir destinado al vertedero es de **1.427.323 m<sup>3</sup>**.

Se recomienda aprovechar como vertederos aquellas zonas utilizadas como préstamos, y con el material sobrante rellenar los huecos dejados tras la extracción, para así restaurarlos ambientalmente y recuperar las condiciones fisiográficas preoperacionales.

De las zonas propuestas como vertederos, dos de ellas se eligieron en estudio informativo realizado previamente (Clave El 1-E-124), y cinco son nuevas ubicaciones buscadas para el actual proyecto de trazado.

### Propuesta de utilización de vertederos

Si la capacidad de los huecos de préstamos no es suficiente, y tras valorar ambientalmente todos los vertederos, se recomienda la utilización del V-5 y del V-7. En estos vertederos no se prevén impactos importantes sobre la hidrología, ni sobre la vegetación ni la fauna, además se restaurará áreas actualmente degradadas. El vertedero V-1 finalmente no se ha elegido, evitando así la afección al hábitat de interés comunitario.

Para la utilización del vertedero, se deben de llevar a cabo una serie de medidas de gestión ambiental y de medida correctoras de impacto que se exponen en el anejo 16.

		m <sup>3</sup>
Distribución Vertidos	En relleno hueco PR-1	559.730,07
	En relleno hueco PR-9	364.109,52
	En VT-7	45.000,00
	En VT-5	458.483,56
<b>Total</b>		<b>1.427.323,15</b>

### Acopios

El acopio de tierra vegetal ha de realizarse en terrenos de fácil drenaje, para evitar compactaciones con la humedad, que harían disminuir su calidad y fertilidad. Habitualmente, estas zonas de acopio deberían situarse fuera de las áreas catalogadas como excluidas.

En cualquier caso, los acopios de tierra vegetal se realizarán dentro de las áreas jalonadas y siguiendo prescripciones como:

- No afectar a zonas de interés botánico o faunístico.
- No afectar a la red de drenaje superficial.
- No se situarán en áreas inundables o con drenaje deficiente.
- Elegir zonas de fácil restauración.

La situación de las zonas de acopio de la tierra vegetal, se representa en los planos de Medidas preventivas y correctoras y en los planos de Zonas de exclusión.

- P.k. 8 + 100 margen izquierda

### 2.2.17.1.2.- CALIDAD DEL AIRE

Para el control de las emisiones de partículas y polvo se aplicarán las siguientes medidas preventivas y correctoras:

- Se procederá al vallado del área de instalaciones auxiliares con materiales no permeables para evitar la acumulación de polvo en el entorno.
- Es necesario habilitar y delimitar una zona para el lavado de maquinaria, el lavado de ruedas y bajos con el fin de evitar el transporte de polvo y barro, dentro de la planta de instalaciones.
- En el caso de ser necesaria la instalación de una planta de machaqueo y/o lavado de áridos, ésta dispondrá de un sistema de carenado mediante agua pulverizada para minimizar dispersiones de polvo al exterior. La descarga de áridos en la planta deberá ir acompañada de riegos.
- En caso de no proceder de la red de abastecimiento urbana, el agua de riego deberá obtenerse sin perjuicio sensible de la red natural de drenaje. El agua de riego deberá contar así mismo con un certificado de procedencia.

- Los vehículos destinados al transporte de tierras deberán llevar una cubierta (lona o similar) sobre la carga a fin de evitar la dispersión de material durante el transporte.
- Se controlará, durante la fase de ejecución, que las emisiones de polvo no sobrepasen horizontalmente 2,5 metros el perímetro del espacio donde se realiza la obra. Para ello se efectuarán sistemáticamente riegos en las zonas y caminos donde se lleve a cabo movimiento de tierras. Se limitará asimismo la velocidad de los vehículos de la obra a 40 km/h en zonas sin asfaltar y a 50 km/h en zonas asfaltadas, reduciendo este límite si fuera necesario a 30 km/h en zonas especialmente problemáticas en este aspecto.
- En lo relacionado con el agua de riego, se exigirá certificado del lugar de procedencia de la misma. En caso de no corresponderse con puntos de abastecimiento urbano se comprobará que su obtención no afecte ostensiblemente a la red natural de drenaje.
- Se reducirá el tiempo de exposición a la erosión eólica de las superficies desnudas mediante el inicio de la revegetación una vez que dichas superficies se hallen concluidas.
- El transporte de materiales a vertederos se efectuará mediante camiones tipo “bañera estanco” de más de 16 Tm para minimizar el número de viajes.
- En el caso de ser necesaria la instalación de una planta de hormigonado, se deberán seguir los siguientes preceptos:
  - Los silos de almacenamiento de cemento poseerán filtros electrostáticos.
  - Se minimizará la dispersión de partículas en las cargas de áridos mediante el uso de sistemas de difusores de agua o bien mediante el confinamiento de las áreas de carga y descarga.
  - Es recomendable que los camiones que carguen cemento en los silos de almacenamiento vayan equipados con tuberías de descarga por aire a presión. Los silos deberán disponer de chimeneas de aireación y filtros de mangas.
  - Las cintas transportadoras de cemento de los silos a la báscula dosificadora puede ser estanco si la cinta va provista de un carenado.
  - Se utilizarán camiones de más de 16 Tm tipo bañera estanco para el transporte de materiales a vertedero, a fin de limitar el número de viajes, a pesar de que la emisión de contaminantes por unidad sea algo más alta.

El control de gases y partículas contaminantes de los motores de la maquinaria de la obra, se efectuará de acuerdo a lo establecido en la Directiva 97/68/CE del Parlamento Europeo y sus posteriores modificaciones. Estas medidas son aplicables a perforadores, compresores, bulldozers, cargadoras, excavadoras, compactadoras, motoniveladoras, etc.

#### 2.2.17.1.3.- PROTECCIÓN ACÚSTICA

Las principales medidas a considerar en una obra para reducir el ruido de la maquinaria son:

- Se deberán realizar las operaciones de mantenimiento de la maquinaria con la asiduidad necesaria para mantener el nivel de ruidos dentro de los límites establecidos por la homologación pertinente.
- Siempre que sea posible, se instalarán silenciadores homologados por los fabricantes y por los organismos de control técnico e inspección de vehículos.
- Se establecerán limitaciones horarias de circulación de vehículos pesados, así como número máximo de unidades movilizadas por hora, evitando la realización de obras o movimientos de maquinaria fuera del periodo diurno, siempre que se sitúen a menos de 250 m de suelo urbano o núcleos rurales de población.
- Toda la maquinaria o instalaciones que se sitúen en el interior de edificios o explotaciones agropecuarias se instalarán sin anclajes ni apoyos directos al suelo, interponiendo amortiguadores u otro tipo de elementos como bancadas, que eviten las vibraciones, pudiendo estas llegar a tener hasta 2,5 veces el peso de la maquinaria si fuese preciso.
- A fin de evitar las vibraciones se mantendrá en perfecto estado de conservación las partes móviles de maquinaria, cojinetes, caminos de rodadura y demás elementos de equilibrio estático y dinámico.
- La maquinaria de arranque violento o aquellas que produzcan choque o golpes bruscos deberán estar ancladas en bancadas independientes, sobre suelo firme, y aisladas por medio de materiales absorbentes de vibración.
- Los conductos por los que circulen fluidos líquidos o gaseosos presurizados y que estén conectados directamente a máquinas que tengan órganos en movimiento, deberán estar provistos de dispositivos de separación, que impidan la transmisión de vibraciones, así como las bridas y soportes de dichos conductos.

- Las aberturas de los muros para el paso de conducciones a presión contarán con un relleno de materiales absorbentes de vibración.

No se realizarán obras ruidosas entre las veintitrés y las siete horas en el entorno de los núcleos habitados de Ubierna y San Martín de Ubierna.

Se ha realizado una modelización acústica para el año 2030, 10 años después de la puesta en servicio de la autovía para calcular si el ruido del tráfico superará los niveles de calidad acústica establecidos en la legislación vigente. Esta modelización se ha hecho para las localidades de Ubierna y San Martín de Ubierna y para el LIC "Riberas del río Arlanzón y afluentes" y para la ermita de las "Fuentes claras". En ninguno de estos cuatro puntos se prevé que se superen los niveles acústicos permitidos. Por lo que no es necesario aplicar medidas correctoras.

#### 2.2.17.1.4.- PROTECCIÓN DE LAS AGUAS Y DEL SISTEMA HIDROLÓGICO

En este apartado se propone la adopción de medidas adecuadas para paliar estos efectos, así como para facilitar el drenaje de todas las construcciones proyectadas.

En el anejo de hidrología, se han realizado los cálculos hidrológicos por los que se determinan las obras de drenaje que son necesarias para evitar el efecto barrera de la carretera sobre las aguas. Este estudio se ha desarrollado especialmente en las zonas con riesgo de inundación, diseñándose los drenajes de manera adecuada para evitar el impacto.

A la hora de diseñar el viaducto se han tenido en cuenta las prescripciones de la DIA y los estribos se sitúan a más de 5 m del cauce, de acuerdo con la zona de servidumbre que establece el RDL 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas. Las pilas se situarán fuera de los cauces.

A continuación, se exponen una serie de medidas protectoras que serán de aplicación en las zonas de las instalaciones auxiliares, y también en otros puntos cercanos a ríos y arroyos, con el fin de minimizar al máximo el impacto que la construcción y explotación de la variante provocará sobre la hidrología del ámbito de estudio.

***Tratamiento de las aguas residuales provenientes de las instalaciones de la obra y parque de la maquinaria para la protección de la calidad de las aguas.***

Las actuaciones relativas a la protección de la calidad de las aguas durante la fase de construcción, frente a vertidos que tengan su origen en las instalaciones de obra y parque de maquinaria, serán las siguientes:

- El contratista deberá impermeabilizar el suelo del parque de maquinaria con una solera de mortero de 10 cm de espesor, que evitará la percolación al suelo. Además de la instalación de un sistema de drenaje perimetral. La plataforma tendrá una pendiente hacia un depósito estanco, donde se recogerán todos los vertidos para su posterior gestión, denominado **balsa de decantación**. Todos los cambios y manipulaciones de combustible y lubricantes se realizarán sobre esta superficie impermeabilizada.
- Será necesario realizar una planificación de las labores de desmantelamiento de los sistemas de depuración que, una vez finalizadas las obras, ya no se utilicen, además del tratamiento que recibirán estas áreas.

#### ***Medidas preventivas para la protección de los cauces***

- Se minimizará la franja de afección a los ríos y arroyos cruzados por el eje de la traza.
- Las excavaciones y el movimiento de maquinaria se suspenderán durante los días de lluvia intensa para no favorecer el arrastre de sólidos por la escorrentía superficial.
- No se empleará el cauce para el depósito de materiales o derrames de otros materiales procediendo a su limpieza y acondicionamiento según el estado inicial.
- Para prevenir sucesos de anegamiento durante las obras en caso de lluvia, se evitará cualquier tipo de obstáculo o apilamiento de materiales, aguas arriba o aguas abajo de los drenajes.
- Se dispondrán barreras de retención de sedimentos temporales. Estas barreras se instalarán en las proximidades del río Ubierna, en el punto donde la autovía cruza el cauce, a ambos lados del mismo.
- Se instalarán dos balsas de decantación de sólidos, una a cada lado del cauce, durante todo el periodo que dure el movimiento de tierras.

- Durante la **explotación de la autovía**, también se debe de proteger la calidad de las aguas del río Ubierna, por lo que, se colocará una **balsa de infiltración** encargada de la retención, decantación y desengrasado para las aguas que debido a la escorrentía en fase de explotación recoja el drenaje longitudinal de la carretera. Esta balsa irá ubicada en el entorno del viaducto proyectado. Estas balsas estarán dimensionadas de manera que tengan capacidad suficiente para absorber un vertido tóxico en caso de accidente.

#### **Medidas preventivas para la protección de los acuíferos**

Las medidas protectoras para el medio hidrogeológico se centran en dos puntos importantes, uno de ellos, la calidad de los acuíferos, evitando la contaminación por vertidos accidentales; y el segundo de ellos, es el mantenimiento del flujo de los acuíferos

#### 2.2.17.1.5.- PROTECCIÓN DE LA VEGETACIÓN

Se aplicarán las siguientes medidas protectoras a aquellos ejemplares arbóreos próximos a la traza.

- Se protegerá el tronco mediante tabloncillos ligados con alambre hasta una altura no inferior a 2,5 m. Estas protecciones serán retiradas una vez finalizada la obra.
- Las excavaciones realizadas en las proximidades del árbol tendrán lugar a una distancia mínima de 6 veces el perímetro del ejemplar tomado a 1,2 metros de altura, de esta manera se pretende librar la ZPR (Zona de protección radicular). Nunca deberán realizarse excavaciones a menos de 2 metros del tronco del árbol. Si, a pesar de lo anterior, resultasen alcanzadas raíces con diámetros superiores a 5 cm, estas se cortarán con hacha dejando heridas limpias y lisas, que se pintarán después con un cicatrizante de poda, provisto de fungicidas que eviten un ataque por hongos al ejemplar afectado. En estos casos se procurará retapar el hueco en un plazo inferior a 3 días, regando inmediatamente para asentar el terreno evitando la formación de bolsas de aire en contacto con las raíces.

El desbroce se realizará solamente en la superficie estrictamente necesaria y se evitará su ejecución por exceso. Se aplicarán las siguientes medidas protectoras:

- No se colocarán clavos, clavijas, cadenas, etcétera en árboles y arbustos.
- Quedará totalmente prohibido encender fuegos cerca de zonas arboladas y en cualquier zona con riesgo de incendio.
- No se manipularán combustibles, aceites y productos químicos en zonas susceptibles de afectar a raíces.
- No se apilarán materiales contra troncos de árboles.
- En este proyecto de construcción se ha incluido un plan de prevención y extinción de incendios, que será desarrollado por el plan de aseguramiento de la calidad del adjudicatario de las obras.

#### MEDIDAS ESPECÍFICAS:

- A pesar de que durante la redacción del proyecto no se ha constatado la presencia de flora protegida en la zona ocupada por el trazado, previamente al inicio de las obras, se deberá verificar que tanto las áreas de ocupación del trazado, así como las ocupaciones permanentes y temporales de los elementos auxiliares, no afectará a ningún espécimen de flora protegido, ni por la legislación autonómica ni estatal. Especialmente a las tres especies calificadas como de Atención preferente en el Catálogo de Flora Protegida de Castilla y León y de las que se conocen varias citas en la zona de estudio. Estas tres especies son: *Genista pulchella*, *Epipactis palustris* y *Nuphar luteum*.
- En el entorno de los espacios naturales, como son los hábitats de interés comunitario tanto los hábitats prioritarios (6210 y 6220), como los no prioritarios, se tendrá especial atención a las especies vegetales allí presentes, se llevará a cabo un jalonamiento estricto de la ocupación del trazado, evitando ocupación del hábitat innecesaria para la obra.

#### MEDIDAS COMPENSATORIAS:

El trazado de la autovía atraviesa, entre los pp.kk 7+000 y 8+000 el hábitat de interés comunitario 9340 "Encinares *Quercus ilex* y *Quercus rotundifolia*", conforme al Anexo I de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio natural y de la biodiversidad.

Se propone, como medida compensatoria a la destrucción de este hábitat, la restauración de al menos, el doble de la superficie de encinar eliminado, en una zona cercana la zona de afección. El total de superficie afectada del hábitat 9340, alcanza las 8,88 ha.

La superficie que se restaurará es una zona anexa a las parcelas afectadas, en concreto la parcela 61 del polígono 504 y la parcela 25.464 del polígono 503, ambas en el t.m. de Huérmeces. Se trata de dos parcelas de titularidad municipal con aprovechamiento cereal-secano de algo más de 20 ha.

#### 2.2.17.1.6.- PROTECCIÓN DE LA FAUNA

##### ✓ Construcción de cerramientos

Para evitar las muertes y accidentes, en general por atropellos, de mamíferos y micromamíferos, todo el trazado irá delimitado mediante vallado cinagético. La valla diseñada es de tipo progresivo, tiene su base enterrada, para impedir el paso de pequeños animales. Esta medida debería ser reforzada con la creación rampas de escape y puertas de escape.

##### ✓ Rampas de escape

Las rampas de escape sirven para permitir la salida de animales vertebrados de tamaño medio y grande que accidentalmente hayan accedido al interior de la autovía.

Se propone la construcción de una rampa de tierra de pendiente 3:1 y con un forjado de hormigón de la misma altura que el cerramiento, el dispositivo se colocará en "L".

Se dispone de 35 rampas de escape localizadas en las siguientes zonas:

- p.k. 1 + 320 en el margen derecho
- p.k. 1 + 430 en el margen izquierdo
- p.k. 1 + 580 en el margen izquierdo
- p.k. 1 + 580 en el margen derecho
- p.k. 1 + 740 en el margen izquierdo
- p.k. 1 + 760 en el margen derecho
- p.k. 2 + 620 en el margen derecho
- p.k. 2 + 700 en el margen izquierdo
- p.k. 3 + 200 en el margen derecho

- p.k. 3 + 200 en el margen izquierdo
- p.k. 3 + 880 en el margen derecho
- p.k. 3 + 900 en el margen izquierdo
- p.k. 5 + 120 en el margen izquierdo
- p.k. 5 + 240 en el margen izquierdo
- p.k. 5 + 660 en el margen izquierdo
- p.k. 5 + 690 en el margen derecho
- p.k. 6 + 440 en el margen izquierdo
- p.k. 6 + 550 en el margen derecho
- p.k. 7 + 200 en el margen derecho
- p.k. 7 + 220 en el margen izquierdo
- p.k. 7 + 320 en el margen izquierdo
- p.k. 7 + 340 en el margen derecho
- p.k. 7 + 550 en el margen derecho
- p.k. 7 + 560 en el margen izquierdo
- p.k. 7 + 900 en el margen derecho
- p.k. 7 + 950 en el margen izquierdo
- p.k. 8 + 180 en el margen derecho
- p.k. 8 + 660 en el margen izquierdo
- p.k. 8 + 850 en el margen derecho
- p.k. 9 + 470 en el margen izquierdo
- p.k. 9 + 500 en el margen derecho
- p.k. 9 + 980 en el margen derecho
- p.k. 10 + 180 en el margen izquierdo
- p.k. 10 + 990 en el margen derecho
- p.k. 11 + 000 en el margen izquierdo

##### ✓ Portillos de escape

Se instalarán portillos de escape unidireccionales para pequeños vertebrados. Se instalarán en los siguientes puntos:

- p.k. 1 + 240 en el margen izquierdo
- p.k. 1 + 460 en el margen derecho

- p.k. 2 + 600 en el margen izquierdo
- p.k. 2 + 740 en el margen derecho
- p.k. 4 + 040 en el margen izquierdo
- p.k. 4 + 080 en el margen derecho
- p.k. 5 + 160 en el margen derecho
- p.k. 5 + 200 en el margen derecho
- p.k. 8 + 100 en el margen izquierdo
- p.k. 8 + 750 en el margen derecho
- p.k. 8 + 950 en el margen izquierdo
- p.k. 9 + 940 en el margen izquierdo
- p.k. 10 + 050 en el margen derecho
- p.k. 11 + 190 en el margen izquierdo
- p.k. 11 + 190 en el margen derecho

✓ **Adaptación de las obras de drenaje**

Los sistemas de drenaje transversales son utilizados, en ocasiones, por algunos taxones para cruzar obras lineales como son las carreteras. Su uso puede ser potenciado con ligeras y sencillas modificaciones, como barreras vegetales de captación y estructuras que faciliten su paso.

Se deben cumplir las Prescripciones Técnicas para el Diseño de Pasos de Fauna y Vallados Perimetrales publicado por el Ministerio de Medio Ambiente (2006). En dicho documento, se considera que para que una autovía reduzca su efecto barrera sobre los pequeños vertebrados deberá poseer por lo menos 1 paso adaptado para estos grupos faunísticos cada km de trazado, considerando que la autovía discurre por una zona transformada por las actividades humanas.

A continuación se incluyen dos cuadros en los que se señalan las obras de drenaje que se adaptarán como pasos de fauna.

Denominación	Geometría
OD 0.1	MARCO 3.00X2.00
OD 0.7	Ø1.80
OD 1.0	MARCO 3.00X2.00

Denominación	Geometría
OD 3.0	Ø1.80
OD 4.0	MARCO 3.00X2.50
OD 4.6	Ø1.80
OD 5.3	Ø1.80
OD 6.5	Ø1.80
OD 7.9	MARCO 3.00X2.50
O.D 8.5	Ø1.80
OD 8.9	MARCO 3.00X2.50
OD 9.5	MARCO 3.00X2.50
O.D. 9.8	Ø1.80
OD 10.1	Ø1.80
OD 10.7	Ø1.80

En total se adaptarán 15 obras de drenaje para un total de 11,7 km de longitud del trazado. Además, se construirá un viaducto sobre el río Ubierna que le otorga gran permeabilidad a la infraestructura en este punto. Por lo tanto se cumplen las prescripciones de 1 paso para pequeños mamíferos por cada km de trazado de media. Además, la mayor densidad de obras de drenaje adecuadas al paso de fauna se sitúan entre el p.k. 7 + 500 al 9 + 500 en donde se han adaptado 3 marcos de 3x2,50 m, lo que le otorga mayor permeabilidad a esta zona de bosque autóctono.

✓ **Adaptación de infraestructuras como paso de fauna**

Con objeto de cumplir los condicionantes de la Declaración de Impacto ambiental de 5 de diciembre de 2017, y con objeto de reducir el efecto barrera de la autovía, a lo largo de todo el trazado, pero en especial, en el tramo comprendido entre el p.k. 6 + 900 y 8 + 000 donde existe una zona de encinar, se proyectan los siguientes pasos de fauna:

	Infraestructura adaptada	P.k.	Dimensiones
Pasos superiores adaptados. Multifuncionales	P.S. 7.2	7 + 250	20 m de ancho
	P.S. 8.8	8 + 800	8 m de ancho
Pasos inferiores adaptados. Multifuncionales	P.I 5.1.	5 + 100	9.00x6.00
	Puente 8.0	8 + 000	20.00 m
	P.I. 11.1	11 + 100	9.00x6.00
Ecoducto	Ecoducto	7 + 400	80 m de ancho
Paso específico de fauna	P.F.	6 + 480	10.00x3.50
Viaducto		1 + 650 (100 m)	



La adaptación de todas las estructuras y de las obras de drenaje propuestas, se realizará de acuerdo a las “Prescripciones Técnicas para el Diseño de Pasos de Fauna y Vallados Perimetrales” revisado y editado en el 2015 por el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.

✓ **Restricciones temporales a las obras**

Se ha restringido aquellos pp.kk. que se encuentran a menos de 2km de distancia del área donde podrían instalarse los nidos de águila real.

pp.kk.	Periodo de restricción	
	Puesta	Incubación
Desde el p.k. 4 + 000 al 6 + 000 y desde el 10 + 500 al final del trazado	Marzo-abril	Mayo-junio

**No se podrán realizar, despejes, desbroces ni voladuras en los meses comprendidos entre marzo y junio, ambos incluidos.**

2.2.17.1.7.- MEDIDAS DE DEFENSA CONTRA LA EROSIÓN, RECUPERACIÓN AMBIENTAL E INTEGRACIÓN PAISAJÍSTICA

Se recuperará la capa de tierra vegetal que pueda estar directa o indirectamente afectada por obra, con el propósito de preservar el organismo vivo que constituye, ahorrar posteriores aportes de tierra y su posterior uso en procesos de restauración.

**Hidrosiembra**

Tras la extensión de la tierra vegetal se ejecutará la hidrosiembra, en los lugares indicados en el proyecto, en los meses de primavera y otoño. Se emplearán las siguientes semillas:

Mezcla de semillas	
Herbáceas (70%)	Leguminosas (30%)

Mezcla de semillas	
<i>Agrostis castellana</i>	<i>Salvia lavandulifolia</i>
<i>Festuca hirtix</i>	<i>Teucrium capitatum</i>
<i>Brachipodium pinnatum</i>	<i>Lavandula pedunculata</i>
<i>Stipa gigantea</i>	
<i>Trisetum ovatum</i>	
<i>Santolina rosmarinifolia</i>	

La hidrosiembra se llevará a cabo sobre los taludes a restaurar, tanto de desmonte como de relleno, en los emboquilles del ecoducto y en los vertederos V-5 y V7. En el resto de las superficies a revegetar no se ejecutará hidrosiembra, sino que únicamente se extenderá la tierra vegetal acopiada.

Las especies elegidas para llevar a cabo las plantaciones son:

Árboles y arbustos	Altura/perm	Hoyo de planta	Presentación
<i>Quercus ilex</i>	60-120	40x40	contenedor
<i>Quercus faginea</i>	40-60	40x40	contenedor
<i>Juniperus communis</i>	-	40x40	maceta
<i>Populus nigra</i>	10-12 (perm)	40x40	raiz desnuda
<i>Ulmus minor</i>	6-8 (perm)	40x40	raiz desnuda
<i>Fraxinus angustifolia</i>	8-10 (perm)	40x40	raiz desnuda
<i>Salix alba</i>	100-150	30x30	raiz desnuda
<i>Salix atrocinerea</i>	5-6 (perm)	30x30	raiz desnuda
<i>Genista occidentalis</i>	10-20	30x30	contenedor
<i>Genista hispanica</i>	10-20	30x30	contenedor
<i>Genista pulchella</i>	10-20	30x30	Alveolo forestal
<i>Viburnum lantana</i>	20-40	30x30	contenedor
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	05-oct	30x30	Alveolo Forestal
<i>Ligustrum vulgare</i>	40-50	30x30	Alveolo Forestal
<i>Thymus vulgaris</i>	20-40	30x30	Alveolo Forestal
<i>Erica vagans</i>	30-40	30x30	Contenedor

**Programa de revegetación**

Módulo de restauración TD-1: (Desmontes de menos de 10 m de altura). Se realizará una plantación en la coronación del talud, con la función de tapar dicho talud para el observador de fuera de la autovía mediante especies como *Genista occidentalis*, *Viburnum lantana*, *Genista pulchella* y *Genista hispanica*. Estas cuatro especies se plantarán en la misma proporción, arbitrariamente formando un zigzag que le otorgue algo de naturalidad. La densidad de plantación es de 1 ud/ 10 m<sup>2</sup>. Sobre la cara del talud, se realizarán plantaciones de especies arbustivas plantadas al azar, en agrupaciones, imitando la

distribución natural. La densidad de las plantaciones será de 1ud/5m<sup>2</sup>. Las especies elegidas son: *Thymus vulgaris* y *Erica vagans*, ambas en la misma proporción.

**Módulo de restauración TD-2:** (Desmontes de más de 10 m de altura) Sobre la cara del talud, se realizarán plantaciones de especies arbustivas plantadas al azar, en agrupaciones multiespecíficas, imitando la distribución natural. La densidad de las plantaciones será de 1ud/5m<sup>2</sup>. Las especies elegidas son: *Erica vagans*, *Genista occidentalis*, *Genista pulchella*, *Viburnum lantana*, *Genista hispanica* y *Thymus vulgaris*, todas ellas en la misma proporción. En la coronación de estos taludes de desmonte revegetados, se plantarán en la misma proporción ejemplares de *Quercus ilex* y *Quercus faginea*, con una densidad de 1ud/10m<sup>2</sup>. La plantación se realizará de manera irregular y al tresbolillo.

#### Terraplenes (rellenos)

**Módulo de restauración TR-1:** Son estos rellenos los que poseen menos de 10 m de altura. Se realizará una plantación al pie del talud, con la función de tapar dicho talud para el observador de fuera de la autovía mediante especies como *Genista occidentalis*, *Genista hispanica* y *Viburnum lantana*. Como en el caso de los desmontes, estas especies se plantarán en la misma proporción, arbitrariamente formando un zigzag que le otorgue algo de naturalidad. La densidad de plantación es de 1 ud/ 10 m<sup>2</sup>. En el resto de la superficie del relleno, sobre la que se ha extendido una capa de tierra vegetal de 0,30 m y se ha ejecutado la hidrosiembra, se plantarán formando agregados especies de porte arbustivo pequeño como son: *Thymus vulgaris* y *Erica vagans*. La densidad de plantación es de 1 ud/5m<sup>2</sup>, todas las especies tendrán la misma proporción.

**Módulo de restauración TR-2:** Se realizará una plantación al pie del talud, que, como en el caso anterior sirva de barrera visual al observador, y para ello se cogerán especies arbóreas como *Quercus ilex* y *Quercus faginea*, plantadas en la misma proporción, arbitrariamente formando un zigzag que lo aleje de las plantaciones regulares y lineales. La densidad de plantación es de 1 ud/ 10 m<sup>2</sup>. En el resto de la superficie del relleno, sobre la que se ha extendido una capa de tierra vegetal de 0,30 m y se ha ejecutado la hidrosiembra, se plantarán formando agregados pluriespecíficos especies de porte arbustivo medio o bajo como son: *Erica vagans*, *Genista occidentalis*, *Viburnum lantana*, *Genista hispanica* y *Thymus vulgaris*. La densidad de plantación es de 1 ud/5m<sup>2</sup>, todas las especies tendrán la misma proporción.

**Revegetación de drenajes:** Se construirá una barrera vegetal de 15 m de longitud a cada lado de las embocaduras del marco, formando un ángulo de 70° con el eje del drenaje. La barrera se construirá con individuos vegetales plantados a 0,50 m de distancia al tresbolillo, sobre una capa de tierra vegetal de 30 cm con la misma proporción de ejemplares de *Salix atrocinerea* y *Salix alba*. En los drenajes tipo **marco**, se construirá una barrera vegetal de 20 m de longitud y 2 m de anchura a cada lado de las embocaduras del marco, formando un ángulo de 70° con el eje del drenaje. La barrera se construirá con individuos vegetales plantados con una densidad de 1ud/2m<sup>2</sup> de distancia al tresbolillo, sobre una capa de tierra vegetal de 30 cm con la misma proporción de ejemplares de *Salix atrocinerea*, *Salix alba* y *Ulmus minor*.

#### Revegetación de pasos adecuados para fauna vertebrada:

En este proyecto se han elegido los siguientes pasos a nivel, ninguno de ellos está asfaltado, para adaptarlos como paso de fauna:

- Paso Inferior 5.1. Adaptado como paso de fauna.
- Paso Inferior 6.5. Paso específico de Fauna.
- Paso Superior 7.2. Adaptado como paso de fauna.
- Paso Inferior 8.0. Adaptado como paso de fauna.
- Paso superior 8.8. Adaptado como paso de fauna.
- Paso Inferior 11.1. Adaptado como paso de fauna.
- Ecoducto 7 + 400. Estructura específica para el paso de fauna

#### Plantación de especies arbustivas formando un embudo (P.E.1)

Esta plantación en forma de embudo se llevará a cabo en todos los pasos: P.I. 5.1., P.F. específico en el p.k. 6+500., P.S. 7.2 P.S. 8.8, P.I. 8.0., el P.I. 11.1. y el ecoducto.

Las especies seleccionadas son las siguientes:

<b>Especies</b>
Arbustos
<i>Erica vagans</i>
<i>Genista hispanica</i>
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>
<i>Ligustrum vulgare</i>
<i>Thymus vulgaris</i>

Se construirá una barrera vegetal de 20 m de longitud y 2 m de ancho a cada lado de las embocaduras del marco, formando un ángulo de 70° con el eje del camino. La barrera se construirá con individuos vegetales plantados a 1ud/2m<sup>2</sup>, sobre una capa de tierra vegetal de 50 cm con la misma proporción de ejemplares de cada una de las especies seleccionadas.

**Paso superior 7.2.:** La plantación en este paso superior se llevará a cabo en las dos bandas laterales de 8 y 2 m respectivamente. Se extenderá una capa de tierra vegetal de 50 cm. La densidad de plantación será de 1 ud/5m<sup>2</sup>, se plantarán irregularmente a lo largo de todo el paso.

<b>Especies</b>
Arbustos
<i>Erica vagans</i>
<i>Genista hispanica</i>
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>
<i>Ligustrum vulgare</i>
<i>Thymus vulgaris</i>

**Ecoducto.:** Este falso túnel, situado en el p.k. 7 + 400 tendrá una anchura de 80 m. Para realizar las plantaciones se debe extender una capa de tierra vegetal que será de al menos 0,6 m en las zonas donde se proyecta la plantación de especies arbustivas y herbáceas y de 1,5 m en las áreas en las que se plantará especies arbóreas.

En las bandas laterales de 10 m de ancho a cada lado del paso, se realizarán plantaciones arbóreas de especies como: *Quercus ilex*, *Quercus faginea* y *Juniperus communis*. Estas tres especies se plantarán con una densidad de 1ud/20m<sup>2</sup>, en el total del ecoducto. En el resto de la superficie del ecoducto, se extenderá una capa de tierra vegetal de 60 cm de espesor, con el fin de instalar un sustrato adecuado para la plantación de especies arbustivas como *Genista hispanica*, *Genista occidentalis*, *Viburnum lantana*, *Arctostaphylos uva-ursi*, *Ligustrum vulgare*, y otras subarbustivas como *Thymus vulgaris* y *Erica vagans*. Todas ellas se plantarán con una densidad de 1 ud/5 m<sup>2</sup>. Las plantaciones se realizarán con agregados irregulares intentando proveer al paso de mayor naturalidad.

**Revegetación de las rampas de escape para la fauna:** Se extenderá sobre ella una capa de tierra vegetal de 30 cm de espesor y posteriormente se llevará a cabo una hidrosiembra en toda la superficie. Además se propone la plantación de especies arbustivas

al tresbolillo creando una línea desde la base de la rampa hasta el cerramiento que ayude a la fauna a encontrar el punto para saltar al otro lado de la autovía. Las especies elegidas para este propósito son *Genista hispanica*, *Arctostaphylos uva-ursi*, *Ligustrum vulgare*, plantadas con una densidad de 1 ud/0,5 m<sup>2</sup>.

**Revegetación de los emboquilles del Ecoducto.:** Se extenderá una capa de tierra vegetal de 30 cm de espesor y posteriormente se ejecutará una hidrosiembra. Posteriormente se plantarán especies arbustivas y arbóreas como: *Genista occidentalis* y *Viburnum lantana* además de especies subarbustivas como *Thymus vulgaris* y *Erica vagans*. Todas ellas se plantarán en la misma proporción, con una densidad de 1 ud/5 m<sup>2</sup> y en agregados multiespecíficos irregulares, intentando ocupar toda la superficie del emboquille.

**Revegetación de la ribera del río Ubierna.** Previamente a la ejecución de las plantaciones se extenderá una capa de 50 cm de tierra vegetal. El volumen de tierra vegetal que se necesitará para la restauración de la ribera del río Ubierna es de 1.000 m<sup>3</sup>. Se realizará la plantación en dos hileras o franjas de 3 metros de ancho, la más cercana al río, a unos 2 m del cauce, se plantarán las especies de menor porte y con mayor necesidad de agua, como son los sauces (*Salix atrocinerea* y *Salix alba*), alternando una especie con la otra. En la segunda hilera, situada a 3 metros de la anterior, más alejada del río, se plantarán especies más leñosas como *Populus nigra*, *Fraxinus angustifolia*, y *Ulmus minor*, con menores requerimientos de agua y también alternando entre sí. La densidad de plantación es de 1ud/30m<sup>2</sup>, para cada una de las especies elegidas para revegetar estas áreas. La densidad total será de 5ud/30m<sup>2</sup>.

**Revegetación en zonas de dominio público:** No se realizarán plantaciones con especies arbóreas y se limita la revegetación de estos lugares, tras la correspondiente aportación de tierra vegetal (50 cm de espesor), al empleo de arbustos a baja densidad (1ud/30 m<sup>2</sup>) y todas ellas en la misma proporción: *Erica vagans*, *Teucrium vulgare*, *Viburnum lantana*.

**Revegetación de préstamo/vertederos:** El préstamo 1 y el préstamo 9, ocupan actualmente terrenos de tierra de cultivo, en cuyas proximidades se observa un movimiento de tierras. No poseen vegetación natural ni arbórea ni arbustiva desarrollada, por lo tanto, la restauración irá encaminada a recuperar la situación preoperacional, es decir, se recuperará el terreno como tierra de cultivo.

En el caso del vertedero V-5, no posee tierra vegetal en la superficie actualmente, se traerá la tierra vegetal de la excavación de la autovía, y se extenderá con un espesor de

hasta 1,00 m para darle un perfil fisiográfico adecuado. Posteriormente se ejecutarán las plantaciones. Se plantarán especies arbóreas como *Quercus ilex*, *Q. fagina* y *Juniperus communis* con una densidad de 1ud/30 m<sup>2</sup>. Se plantarán al azar formando pequeños agregados multiespecíficos de 3 o 4 ejemplares. Además estas plantaciones se acompañarán de especies arbustivas como *Arctostaphylos uva-ursi*, *Viburnum lantana*, *Ligustrum vulgare* y *Genista occidentalis* con una densidad de 1ud/7 m<sup>2</sup>; y *Thymus vulgaris*, *Erica vagans* con una densidad de 1ud/5m<sup>2</sup>. Se intentará otorgar a toda la superficies cierta naturalidad, huyendo de los marcos de plantación regulares o lineales.

El vertedero V-7, es una antigua zona de extracción. Actualmente carece de vegetación desarrollada, y tampoco tiene una capa de tierra vegetal, por lo que como ocurre con el vertedero V-5, tras el depósito de los materiales y el reperfilado del terreno para adecuarlo a la fisiografía circundante, se extenderá una capa de tierra vegetal de 1,00 m de media. Esta tierra vegetal deberá proceder de la que se retira por la ocupación de la autovía. Se procurará realizar una restauración que integre la parcela en el paisaje circundante, por lo que se plantarán sólo especies arbustivas y subarbustivas. Se ejecutarán plantaciones especies como *Arctostaphylos uva-ursi*, *Viburnum lantana*, *Ligustrum vulgare* y *Genista occidentalis* con una densidad de 1ud/7 m<sup>2</sup>. Y se plantarán también especies subarbustivas como *Thymus vulgaris* y *Erica vagans* con una densidad de 1ud/5m<sup>2</sup>. Se intentará otorgar a toda la superficies cierta naturalidad, huyendo de los marcos de plantación regulares o lineales.

**Instalaciones auxiliares y otras áreas de ocupación temporal:** En los lugares donde se instalan los elementos auxiliares temporales de obra y el parque de la maquinaria, en las proximidades del p.k. 2+600, en la margen izquierda de la autovía, se realizará la recuperación de la superficie ocupada mediante una descompactación del terreno vegetal. Al tratarse de una ocupación temporal, de una tierra de labor, se propone como restauración que se recupere de manera similar al estado preoperacional, reextendiendo una capa de tierra vegetal de 0,50 m.

**Zona elegida para llevar a cabo las medidas compensatorias:** La especie principal, la encina (*Quercus ilex*), se plantará una densidad de 1 ud/10 m<sup>2</sup>. Las especies arbóreas acompañantes (*Quercus faginea* y *Juniperus communis*) se plantarán con una densidad de 1ud/7m<sup>2</sup>. En cuanto a las especies arbustivas, *Arctostaphylos uva ursi*, *Genista hispánica*, *Thymus vulgaris* y *Erica vagans*, se plantarán con una densidad de 1ud/5m<sup>2</sup>. Se formarán pequeñas agrupaciones de diferentes especies, entremezclando unas con las otras y dando lugar a pequeñas áreas de refugio de fauna.

### Operación de mantenimiento de la vegetación

Para la conservación de los trabajos de revegetación se prevén una serie de operaciones encaminadas a mantener las plantas en perfecto estado, a pesar de que al elegir las especies, se han seleccionado aquellas que mejor se podrían adaptar a las características del medio.

Para conseguirlo, se incluyen una serie de operaciones dentro del programa de mantenimiento como son:

- Desbroces y siegas
- Abonado de plantaciones y siembras
- Riego de plantaciones y arbustos
- Poda de árboles y arbustos
- Labores de reposición de marras
- Escardas
- Tratamientos fitosanitarios

El programa anual de mantenimiento y conservación es el que sigue:

OPERACIONES															
Plantación de árboles de hoja caduca															
Plantación de arbustos de hoja caduca															
Plantación de árboles de hoja perenne															
Plantación de arbustos de hoja perenne															
Desbroces															
Siegas															
Riegos															
Poda															
Tratamientos fitosanitarios															
Reposición de marras															
Abonados															
Escardas y binas															

### 2.2.17.1.8.- PROTECCIÓN DEL PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO

Las principales valoraciones y medidas establecidas al respecto de la afección del patrimonio arqueológico por esta infraestructura viaria se recogen, de forma simplificada, en los cuadros siguientes:

<b>CARACTERÍSTICAS Y GRADO DE INCIDENCIA</b>		
ACTUACIONES ARQUEOLÓGICAS	YACIMIENTOS Y BIENES ETNOGRÁFICOS	P.K. DE REFERENCIA Y MEDIDAS DE ACTUACIÓN ARQUEOLÓGICA
<b>1.- Enclaves alejados del trazado</b>		
Seguimiento arqueológico	Totalidad del trazado	pp.kk. 0+000 a 11+732
	Hoyo Villaverde (09-906-0019-15)	470 m al NE del p.k. 1+150
	Estelas (H.A.) <sup>1</sup> (09-906-0019-14)	440 m al NE del p.k. 1+700
	Casares de Quintana (09-172-0001-03)	400 m al O del p.k. 10+900
	Santa Cecilia (09-227-0001-05)	250 m al NO del p.k. 11+732
<b>2.- Enclaves y elementos etnográficos próximos al trazado</b>		
Vigilancia especial y seguimiento arqueológico intensivo a pie de obra	El Prado II (09-906-0017-04)	a) 140 m al O del intervalo comprendido entre los pp.kk. 6+300-6+600 b) Balizamiento de los límites de expropiación de la infraestructura
	Sauco (09-906-0019-02 / 09-906-0019-19)	280 m al E del intervalo comprendido entre los pp.kk. 1+400-1+800
	Santillán (09-906-0019-01 / 09-906-0019-18)	500 m al E del intervalo comprendido entre los pp.kk. 2+320-2+620
	El Cueto (09-906-0019-13)	a) 300 m al E en el intervalo comprendido entre los pp.kk. 3+000 y 3+500 b) Balizamiento de los límites de expropiación de la infraestructura
<b>3.- Enclaves y lugares localizados en la traza y afectados directamente por la misma.</b>		
Sondeos arqueológicos	La Campana (09-906-0019-03 / 09-906-0019-10)	Afectado entre los pp.kk. 0+820 y 1+170. Afección lineal de 350 m y superficial de 21.310 m <sup>2</sup> . <b>Medidas correctoras:</b> a) Ejecución de 16 sondeos, con unas medidas de 1,5 x 10 m b) Posible realización de una excavación en área de la zona afectada, dependiendo de los resultados obtenidos en los sondeos c) Prohibición de tránsito de maquinaria y vehículos de obra por el interior del yacimiento.
	Posible excavación arqueológica en extensión (de acuerdo con los resultados obtenidos en la fase precedente)	Los Pilonos (09-906-0017-02)

<sup>1</sup> H.A. = Hallazgo Aislado

ACTUACIONES ARQUEOLÓGICAS	YACIMIENTOS Y BIENES ETNOGRÁFICOS	P.K. DE REFERENCIA Y MEDIDAS DE ACTUACIÓN ARQUEOLÓGICA
	El Prado I (09-906-0017-03)	Estructura tumular afectada a la altura del p.k. 6+910 a) Excavación del túmulo. Levantamiento topográfico de las estructuras tumulares afectadas b) Posible traslado, reposición y puesta en valor de la estructura tumular, dependiendo de su estado de conservación

#### 2.2.17.1.9.- PERMEABILIDAD VÍAS PECUARIAS

Para permitir la continuidad de la vía pecuaria y hacer la autovía permeable al ganado se tendrán que reponer estos caminos y se proyectarán los pasos superiores o inferiores necesarios para realizar el cruce con la autovía. En la siguiente tabla se indican los pp.kk en los que se propone la reposición de dichas vías pecuarias:

p.k.	SOLUCIÓN	VÍA PECUARIA
6+500	Reposición de la cañada por el lado oeste con un camino paralelo a la autovía y cruce a la otra margen en el PK 7+200	Cañada Merina
8+000	Se proyecta un paso inferior (PK 8+000), donde intersecta esta vía pecuaria con la Cañada Real de Cuesta Llana.	Cañada Real Cuesta Llana y Cañada Merina
8+750-8+850	Reposición mediante un camino por la margen izquierda de la autovía entre los PK 8+750 y 8+850	Cañada Merina
11+100	Reposición mediante un paso inferior P.I. 11.1	Cañada de Peñahorada a Montorio

#### 2.2.17.1.10.- PERMEABILIDAD TERRITORIAL Y REPOSICIÓN DE SERVICIOS

El trazado proyectado intercepta varios caminos y carreteras en uso actualmente, sobre los que habrá que realizar diferentes medidas correctoras para así mantener la permeabilidad territorial.

ESTRUCTURA	TIPOLOGÍA	LUCES/GÁLIBO
P.I. 1.3	Marco H.A.	10,00 x 6,00
VTO UBIERNA	Vigas doble T	5x 25,00
P.I. 2.6	Marco H.A.	9,00 x 6,00
P.I. 4.0	Marco H.A.	9,00 x 6,00
P.I. 5.1	Marco H.A.	9,00 x 6,00
P.F. 6.4	Marco H.A.	10 x 4,00
P.S. 7.2	Losa 2 vanos	20+20
ECODUCTO		80 m
P.I. 8.0	Marco H.A.	15,00 x 6,00
P.S. 8.8	Losa 4 vanos	10+16,5+16,5+10
P.S. 10.0	Losa 4 vanos	10+16,5+16,5+10
P.I. 11.1	Marco H.A.	9,00 x 6,00

AFECCIÓN N°	DESCRIPCIÓN
<b>Líneas eléctricas</b>	
1	Afección N°001. PK 0 + 840/13.2 kv
2	Afección N°002. PK 0 + 960/45 kv
3	Afección N°003. PK 0 + 960 /13.2 kv
4	Afección N°004. PK 1 + 900/45 kv
5	Afección N°005. PK 3 + 240/13.2 kv
<b>Colector de saneamiento (ACUAES)</b>	
100	Afección N°100 P.K. 1 + 840
<b>Líneas telefónicas (TELEFÓNICA) 50 %</b>	
200	Afección N°200. PK 0 + 000
<b>Gasoducto (ENAGAS)</b>	
300	Afección N°300. Pk 5 + 400- Pk 5 + 540
	C.S. 5.1-5.5 MI
301	Afección N°301. PK 9 + 580

#### 2.2.17.1.11.- GESTIÓN DE RESIDUOS

Este es uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta en cualquier tipo de obra. La generación de diferentes tipos de residuos: inertes, sólidos, urbanos y peligrosos requiere la correcta gestión y tratamiento de los mismos en plantas adecuadas a su naturaleza y características físico-químicas.

La gestión de los residuos peligrosos está controlada por el Real Decreto 833/88, R.D. 952/97 y la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados. Por lo tanto, se aplicará rigurosamente lo establecido en dichos preceptos.

#### 2.2.17.2.- Programa de vigilancia ambiental

El Programa de Vigilancia y Seguimiento Ambiental se divide en tres fases claramente diferenciadas:

- **Primera fase:** Constatación del estado preoperacional.
- **Segunda fase:** Control de impactos durante la fase de construcción.
- **Tercera fase:** Seguimiento y control de impactos durante la fase de operación u explotación.

#### 2.2.18.- OBRAS COMPLEMENTARIAS

Se definen en el presente proyecto todas aquellas obras complementarias, que siendo de menor importancia para la explotación de la obra proyectada, la complementan de forma que se obtenga un conjunto funcionalmente más completo.

Estas obras se corresponden con:

- Cerramiento perimetral de la carretera que garantiza un control total de accesos
- Pasos de mediana cada dos kilómetros aproximadamente (solamente en la autovía). Además se ha tenido en cuenta la ubicación de pasos de mediana de los tramos contiguos, los distintos enlaces y las obras de fábrica de longitud > 100 m según la Instrucción 3.1-IC
- Canalización para comunicaciones
- Hitos de expropiaciones
- Protector de pasos salvacunetas

#### 2.2.18.1.- Cerramiento perimetral

Para garantizar un control total de accesos a lo largo de la plataforma de ambas márgenes de la carretera, se colocará una valla de cerramiento (cerramiento cinegético) , la cual estará formada por postes metálicos y malla metálica en ambos casos realizada en acero galvanizado. El cerramiento se dispondrá teniendo en cuenta los criterios establecidos

en la edición revisada de las “Prescripciones Técnicas para el diseño de Pasos de Fauna y vallados perimetrales” (año 2015, Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente).

La instalación de postes se realizará de acuerdo con el emplazamiento que se indica en planos, la denominación de estos postes corresponde con: poste principal de extremo, poste intermedio, poste principal de centro y poste principal de ángulo.

La malla de cerramiento, tendrá la apertura que se indica en planos, disponiendo de un anclaje de la misma en el terreno de 30 cm.

Los postes estarán formados por tubos de acero galvanizado de 3,00 m de altura y 48 mm de diámetro exterior en todos los casos, a excepción del poste principal de centro que será de 60 mm de diámetro, siendo en todos los casos el espesor del tubo de 2 mm.

La malla metálica tendrá un diámetro de 2,2 mm, formando rectángulos, en los cuales los alambres verticales tendrán una separación constante de 150 mm y los alambres horizontales una separación variable, entre un mínimo de 50,80 mm y un máximo de 165,10 mm, esta malla será complementada con otra a instalar en la parte inferior, la cual quedará enterrada en el terreno 30 cm sobresaliendo otros 40 cm. La cuadrícula de esta malla será de 20 x 20 mm, quedando interceptada con un cable de acero de 3 mm.

La distancia entre postes intermedios será de 2,00 m disponiendo de una cimentación para cada poste, formada por un cilindro de hormigón HM-20-P-20/IIa de dimensiones  $\phi$  45 cm por 50 cm de profundidad para todo tipo de poste, excepto para el poste principal de centro que será de diámetro 57 cm por 60 cm de altura. La interdistancia de los postes principales de centro será de 42 metros.

La disposición de forma especial, como poste extremo, ángulo o de tensión, se indica en el plano de detalle de cerramiento.

La colocación de la valla se realizará siempre a 8 m del borde de la explanación en el tronco de la carretera y a 3 m de borde de explanación en carreteras convencionales.

En el caso de los marcos, el cerramiento se coloca por delante de las aletas hasta el punto en que las aletas tienen la misma altura que el cerramiento. Los pasos superiores se resuelven elevando la valla hasta la zona de los estribos del puente.

En las obras de drenaje se repone por el murete de coronación del tubo o marco correspondiente.

En el ecoducto el cerramiento será de madera.

El emplazamiento del cerramiento queda reflejado en los planos de cerramiento y en las secciones tipo del documento nº 2.- Planos.

Como parte complementaria del cerramiento perimetral, se dispondrán en la propia valla del cerramiento una serie de elementos, que permitan la evacuación de algunos animales que pudieran haber accedido por roturas de la propia valla o por los propios accesos en enlaces.

Estos elementos se corresponden con dispositivos de escape de fauna, mediante la ejecución de unas rampas de evacuación, realizados mediante la construcción de un forjado inclinado, el cual será tratado de tal forma que disponga de una vegetación continua como la existente en la zona adyacente, garantizando el ocultamiento de la misma y permitiendo la evacuación hacia el exterior.

Dichos elementos se dispondrán en las zonas indicadas a continuación:

RAMPA DE ESCAPE	
MARGEN DERECHA	MARGEN IZQUIERDA
3 + 200	3 + 200
3 + 880	3 + 900
5 + 690	5 + 660
6 + 550	6 + 440
7 + 900	7 + 950
8 + 180	8 + 660
8 + 850	9 + 470
9 + 500	10 + 180
10 + 990	11 + 000

Se han proyectado puertas de acceso para mantenimiento y conservación de la zona de dominio público en los siguientes puntos kilométricos:

PUERTAS DE ACCESO PARA CONSERVACIÓN	
MARGEN DERECHA	MARGEN IZQUIERDA
<b>TRONCO PRINCIPAL A-73</b>	
1 + 345	1 + 295
2 + 200	2 + 195
2 + 980	3 + 035
3 + 760	3 + 870
4 + 055	-
5 + 135	5 + 010
6 + 120	-
6 + 190	6 + 340
6 + 780	6 + 740
7 + 240	6 + 940
7 + 280	7 + 280
7 + 960	8 + 115
8 + 810	8 + 885
9 + 250	-
9 + 600	9 + 575
10 + 530	10 + 695
11 + 080	11 + 170

Estas puertas de acceso se han ubicado teniendo en cuenta la fácil accesibilidad mediante los caminos existentes en las proximidades de la autovía.

#### 2.2.18.2.- Pasos de mediana

Adoptando como base las indicaciones de la Orden Circular 312/90 T y P se han dispuesto pasos de mediana a intervalos no superiores a dos (2) kilómetros.

El firme a colocar en el paso de mediana tendrá la misma sección estructural que el firme de la autovía. El drenaje de los pasos de mediana, se resuelve mediante evacuación por medio de colectores transversales o por medio de desagüe mediante una ODTL.

En ambos extremos del paso se dispondrá barrera semirrígida, que será sencilla o doble según los casos. Como elemento delimitador de las dos calzadas, se ha previsto disponer una barrera semirrígida doble desmontable en una longitud de ochenta (80) metros para permitir la permeabilidad y que se puedan realizar las funciones propias del paso de mediana.

Los pasos de mediana

Nº DE PASO	P.K. DEL EMPLAZAMIENTO. (TRONCO)
1	1 + 420
2	1 + 900
3	3 + 900
4	5 + 900
5	7 + 820
6	9 + 900
7	11 + 600

#### 2.2.18.3.- Canalización para comunicaciones

Según el Oficio remitido a la Dirección General de Carreteras, por parte de la Subdirección General de Gestión de Tráfico y Movilidad del Ministerio del Interior con fecha 31 de marzo de 2010, se indica como los postes SOS instalados en carretera han cumplido una función muy importante en relación a la asistencia en ruta. No obstante, la importante evolución de los sistemas de telecomunicaciones han hecho que se extienda la telefonía móvil a la totalidad de los ciudadanos y que la función de los postes SOS quede relegada a su uso en túneles y otras áreas concretas. Por tanto, no es necesaria la instalación de postes SOS en aquellas autovía construidas a cielo abierto, tal y como la desarrollada en el presente Proyecto.

No obstante, en el mencionado Oficio se propone como necesario proyectar una serie de actuaciones necesarias para acometer, en un futuro, los equipos de señalización dinámica y gestión del tráfico por parte de la Dirección General de Tráfico

El sistema se compone de los siguientes elementos:

- Canalización.- Se han proyectado diferentes tipos de canalización:
  - Se ha proyectado una canalización de cuarenta (40) centímetros de ancho por cien (100) centímetros de profundo, donde se alojarán seis tubos de PVC corrugado de diámetro 110 mm, y dos tubos de polietileno de alta densidad -PEAD- de diámetro 90 mm. Dicha canalización discurrirá por la berma derecha.



- Para los pasos transversales de calzada se proyectan cruces de calzada cada 2000 m aproximadamente en ambos márgenes de la carretera o autovía, en la misma sección transversal y comunicadas por la canalización transversal correspondiente. La zanja será de cincuenta y cinco (55) centímetros de ancho, donde se alojarán seis tubos de PVC de diámetro 110 mm.
- En las estructuras la canalización está formada por ocho tubos de acero galvanizado de 42 mm de diámetro soportados por pletinas adosadas a la estructura y por tubos flexibles en las juntas de dilatación.
- En el ecoducto se ha proyectado una canalización que discurrirá por una de las bóvedas. Está formada por dos tubos de PVC corrugado de diámetro interior 100 mm, y cuatro tubos de polietileno de alta densidad -PEAD- de diámetro interior 50 mm.
- Arquetas.- Se han proyectado diferentes tipos de arquetas según su emplazamiento:
  - Arquetas de paso: Consisten en arquetas adecuadas a la canalización con unas dimensiones de 60 x 60 x 100 cm (interiores) de forma que los tubos queden 10 cm por encima de la base. La separación entre arquetas será de unos 250 m aproximadamente para facilitar el tendido del cable.
  - Arquetas de cruce : Son arquetas de dimensiones 80 x 80 x 130 cm en puntos singulares de interrupción de la canalización principal (en los extremos de las estructuras en las que se interrumpe la berma, en los cruces de calzada proyectados.....)

Todas estas arquetas dispondrán de tapa de hormigón, cerco metálico y anagrama de la DGT.

#### **2.2.18.4.-Hitos de expropiación**

Se colocarán hitos de deslinde de las expropiaciones en ambas márgenes de la autovía, colocados a una distancia aproximada de 50 metros.

#### **2.2.18.5.-Protector de pasos salvacunetas en pasos de mediana**

Debido a la disposición de la barrera en los pasos de mediana de los PP.KK. 5 + 900 y 7 + 820, se dispondrá de un protector de pasos salvacunetas en ambos extremos de dichos

pasos para evitar posibles accidentes en caso de salida de algún vehículo(en el paso del 7 + 820 tan sólo se dispondrá de un protector, ya que en uno de los extremos se dispone de barrera doble).

El sistema de protección de pasos salvacunetas es un sistema de protección que está diseñado para proteger a los vehículos de una colisión, tras una salida de calzada contra los pasos salvacunetas, así como contra otros elementos de drenaje existentes en las cunetas.

Por su concepción modular, permite adaptarse a la geometría de cualquier cuneta sin realizar movimiento de tierra, tanto en cunetas presentes en márgenes laterales como en la mediana de cualquier tipo de carretera.

#### **2.2.19.- REPLANTEO**

Se ha replanteado el eje del proyecto que define el Tronco de Autovía. En el Anejo nº1 . Cartografía y Topografía, se presenta todos los datos referentes a las bases de replanteo empleadas. (Reseñas, croquis de las bases, cálculo y compensación de las poligonales...).

#### **2.2.20.- COORDINACIÓN CON OTROS ORGANISMOS Y SERVICIOS**

En primera instancia fueron consultadas las Administraciones Locales, que son todos los municipios afectados por el tramo objeto de proyecto. Dichos municipios son los siguientes, todos ellos dentro de la Provincia de Burgos

- Ayuntamiento de Quintanaortuño
- Ayuntamiento de Merindad de Río Ubierna
- Ayuntamiento de Montorio
- Ayuntamiento de Huermece

En dichos Ayuntamientos se solicitaron informaciones relativas al planeamiento vigente, así como a los servicios, redes o instalaciones municipales que pudieran existir en la zona de actuación, regadíos y comunidades de regantes en la zona y caminos agrícolas afectados.

Con la Junta de Castilla y León, a través de las diversas Consejerías y Servicios se ha coordinado, obteniéndose los resultados siguientes:

- *Servicio Territorial de Cultura*, envía respuesta de la Comisión Territorial de Patrimonio en relación a la prospección arqueológica del proyecto.
- *Servicio Territorial de Medio Ambiente*, se mantienen diversos contactos obteniendo informe favorable por parte del Servicio a las reposiciones de vías pecuarias proyectadas.
- *Servicio Territorial de Agricultura y Ganadería*. Informa que no existen infraestructuras que afecten al Área de Estructuras Agrarias.
- *Servicio Territorial de Fomento*. Sin respuesta hasta la fecha.
- *Servicio Territorial de Industria Comercio y Turismo*. Se mantienen varios contactos con objeto de identificar los registros mineros y los recursos de los mismos. De la información facilitada se deduce la afección a la concesión 4.745 Ubierna entre los P.K. 1 + 600 a P.K. 4 + 000 y a la concesión 4.750 La Pedrera entre los P.K. 5 + 450 y 6 + 800.

Se ha solicitado además información a otros organismos y empresas, de los que se han obtenido diferentes respuestas. A continuación se incluye una relación de las entidades consultadas:

- Diputación Provincial de Burgos
- Confederación Hidrográfica del Duero
- ACUAES
- Dirección General de Ferrocarriles del Ministerio de Fomento
- ADIF
- Centro Meteorológico de Castilla y León
- ONO
- Telefónica
- Movistar
- Correos Telecom
- Gas Natural
- ENAGAS
- Iberdrola
- Endesa

- Red Eléctrica de España (REE)
- Unión Fenosa
- EON Distribución
- Compañía Logística de Hidrocarburos
- REPSOL
- CEPSA-ELF-GAS
- Vodafone
- France Telecom España
- SEPES
- GESTURCAL
- Retevisión
- Subdelegación del Gobierno de Burgos

#### **2.2.21.- EXPROPIACIONES E INDEMNIZACIONES**

En el Anejo nº 20 se incluyen planos parcelarios, relación de propietarios y fichas individualizadas donde se recoge toda la información referente a las propiedades particulares que serán afectadas con la ejecución de las obras.

Para la determinación de la línea de expropiación se ha tenido en cuenta el contenido de los Artículos 66, 67 y concordantes del Vigente Reglamento para la aplicación de la Ley de Carreteras, y en consecuencia se propone la expropiación de los terrenos ocupados por la nueva carretera y sus elementos funcionales, teniendo en cuenta que paralelo a la autovía se determina una banda de 8,00 metros en la cual no se realizarán actuaciones, quedando los caminos de servicio fuera de esa banda de dominio, pero dentro de la banda de expropiación, así como la expropiación correspondiente a la reposición de servicios afectados.

Para el caso de carreteras convencionales, se ha seguido el criterio de ocupar el suelo necesario para la ejecución de la obra, más una franja lateral de tres metros de ancho, de acuerdo con lo indicado la vigente Ley de Carreteras (Ley 37/2015 de carreteras de 29 de septiembre).

En el citado Anejo nº 20 se incluye igualmente relación individualizada de todos y cada uno de los propietarios afectados, superficie afectada, y naturaleza del bien.

Como resumen de las afecciones generadas a lo largo del tramo, se adjunta el siguiente cuadro:

Término municipal	Expropiación (m <sup>2</sup> )	Servidumbre (m <sup>2</sup> )	Ocupación Temporal (m <sup>2</sup> )
Quintanaortuño	15.060	507	507
Merindad De Río Ubierna	1.028.671	19.842	27.875
Huércemes	137.100	0	206.745
Montorio	39.988	0	0
<b>Totales</b>	<b>1.220.819</b>	<b>20.349</b>	<b>235.127</b>

#### 2.2.22.- REPOSICIÓN DE CAMINOS

El presente proyecto de autovía produce afección a caminos existentes en la zona, que forman parte de itinerarios rurales de accesos a fincas de la zona.

Se han proyectado pasos a distinto nivel a través de la autovía que permiten mantener la permeabilidad transversal ante la nueva autovía. La autovía además produce la fragmentación de determinadas parcelas o invalida accesos existentes. Resulta por tanto necesario proyectar caminos paralelos a la autovía que conectan con los pasos transversales proyectados con el objeto de dar acceso a todas las parcelas afectadas. Además, estos caminos servirán también para dar servicio para las labores de conservación de los elementos de la propia autovía.

A continuación se incluye una tabla resumen de los caminos proyectados:

Nº de eje	DENOMINACIÓN	Tipo de Vía	LONGITUD (m)
2	C.S. 0.0 – 1.2 (M.I.)	Camino de Servicio/Agrícola	1.249,161
3	PASO INFERIOR Nº 1.3	Camino de Servicio/Agrícola	222,204
4	C.S. 1.3 – 1.5 (M.I.)	Camino de Servicio/Agrícola	125,556
5	C.S. 1.7 – 2.6 (M.I.)	Camino de Servicio/Agrícola	977,946
6	C.S. 1.7 – 2.6 (M.D.)	Camino de Servicio/Agrícola	951,617
7	PASO INFERIOR Nº 2.6	Camino de Servicio/Agrícola	211,982
8	C.S. 2.6 – 3.0 (M.I.)	Camino de Servicio/Agrícola	363,322

Nº de eje	DENOMINACIÓN	Tipo de Vía	LONGITUD (m)
9	C.S. 3.4 – 4.0 (M.I.)	Camino de Servicio/Agrícola	611,248
10	C.S. 3.6 – 4.0 (M.D.)	Camino de Servicio/Agrícola	395,175
11	PASO INFERIOR Nº 4.0	Camino de Servicio/Agrícola	446,819
12	PASO INFERIOR Nº 5.1	Camino de Servicio/Agrícola	400,002
13	C.S. 5.1 – 5.5 (M.I.)	Camino de Servicio/Agrícola	380,683
14	C.S. 5.1 – 5.6 (M.D.)	Camino de Servicio/Agrícola	504,125
15	C.S. 6.0 – 6.7 (M.D.)	Camino de Servicio/Agrícola	727,726
17	C.S. 6.6 – 7.0 (M.I.)	Camino de Servicio/Agrícola (Reposición de vía pecuaria)	407,795
18	PASO SUPERIOR Nº 7.2	Camino de Servicio/Agrícola (Reposición de vía pecuaria)	500,001
19	C.S. 7.2 – 7.3 (M.D.)	Camino de Servicio/Agrícola	52,702
20	C.S. 7.9 – 8.0 (M.D.)	Camino de Servicio/Agrícola (Reposición de vía pecuaria)	77,401
21	C.S. 7.9 – 8.1 (M.I.)	Camino de Servicio/Agrícola	226,582
22	PASO INFERIOR Nº 8.0	Camino de Servicio/Agrícola (Reposición de vía pecuaria)	260,664
23	C.S. 8.0 – 8.8 (M.D.)	Camino de Servicio/Agrícola	940,583
24	C.S. 8.1 – 8.3 (M.I.)	Camino de Servicio/Agrícola	205,017
25	C.S. 8.6 – 8.8 (M.I.)	Camino de Servicio/Agrícola (Reposición de vía pecuaria)	154,492
26	PASO SUPERIOR Nº 8.8	Camino de Servicio/Agrícola	297,750
27	C.S. 8.8 – 8.9 (M.I.)	Camino de Servicio/Agrícola (Reposición de vía pecuaria)	80,000
28	C.S. 8.8 – 9.2 (M.D.)	Camino de Servicio/Agrícola	572,277
29	C.S. 9.2 – 9.3 (M.I.)	Camino de Servicio/Agrícola	150,584
30	C.S. 9.6 – 10.5 (M.D.)	Camino de Servicio/Agrícola	1.024,729
31	C.S. 9.8 – 9.9 (M.D.)	Camino de Servicio/Agrícola	121,983
32	PASO SUPERIOR Nº 10.0	Camino de Servicio/Agrícola	175,000
33	PASO INFERIOR Nº 11.1	Camino de Servicio/Agrícola (Reposición de vía pecuaria)	260,834
34	C.S. 11.1 – 11.5 (M.D.)	Camino de Servicio/Agrícola	496,468
35	C.S. 11.1 – 11.7 (M.I.)	Camino de Servicio/Agrícola	623,305
<b>LONGITUD TOTAL</b>			<b>14.195,733</b>

Además, resulta necesario disponer de accesos a las bermas de desmonte proyectadas, para lo que se han proyectado pequeños tramos de camino que conectan las bermas de desmonte a las que se pretende dotar de acceso de mantenimiento con los caminos proyectados. Estos caminos serán de usos exclusivo para personal de conservación de la autovía, para lo que se han dotado de las correspondientes puertas a de acceso en los cruces del cerramiento de la autovía con estos caminos de servicios exclusivos de acceso a bermas de desmonte. A continuación se incluye una tabla con la relación de estos caminos.

Nº de eje	DENOMINACIÓN	Tipo de Vía	LONGITUD (m)
2	C.B. 3.7 (M.D.)	Camino de Servicio	24,779
3	C.B. 3.8 (M.I.)	Camino de Servicio	41,901
4	C.B. 6.1 (1) (M.D.)	Camino de Servicio	29,543
5	C.B. 6.1 (2) (M.D.)	Camino de Servicio	32,311
6	C.B. 6.3 (1) (M.I.)	Camino de Servicio	38,606
7	C.B. 6.3 (2) (M.I.)	Camino de Servicio	100,928
8	C.B. 6.7 (1) (M.I.)	Camino de Servicio	24,956
9	C.B. 6.7 (2) (M.D.)	Camino de Servicio	18,143
10	C.B. 6.9 (M.I.)	Camino de Servicio	27,824
11	C.B. 7.2 (M.D.)	Camino de Servicio	42,128
12	C.B. 7.3 (M.D.)	Camino de Servicio	59,455
13	C.B. 7.3 (M.I.)	Camino de Servicio	48,946
16	C.B. 10.5 (M.D.)	Camino de Servicio	30,610
18	C.B. 10.6 (2) (M.I.)	Camino de Servicio	87,111

Además, a petición de la Demarcación de Carreteras se ha proyectado una conexión de camino con los que actualmente rodean la glorieta oeste del enlace existente con la misma, ya que actualmente obliga a dar un rodeo muy importante (incluso debiendo atravesar el núcleo poblacional de Quintanaortuño) a los vehículos que quieren ir de la margen oeste a la este de la autovía en este punto.

## 2.2.23.- REPOSICIÓN DE SERVICIOS

Se han detectado, identificado y valorado la reposición de las afecciones que se producen como consecuencia de la ejecución de las obras que comprende el presente proyecto.

De todas las consultas efectuadas y del minucioso reconocimiento del terreno, se ha puesto de manifiesto que las afecciones que se generan, corresponden a las compañías y servicios que a continuación se relacionan:

- Líneas eléctricas aéreas de alta y media tensión.
- Colector de saneamiento (colector del río Ubierna).
- Líneas telefónicas aéreas y subterráneas.
- Gasoducto Burgos – Santander – Asturias.

### 2.2.23.1.- Líneas eléctricas

En el trazado de la autovía se ven afectadas varias líneas eléctricas, de alta tensión gestionadas por IBERDROLA.

Las redes se ven afectadas, bien por intersección con el propio tramo de la autovía, caminos de servicio, y/o reposiciones de carreteras, o bien por las interferencias con los derrames de tierras de los mismos.

En la siguiente tabla se enumeran los servicios afectados, en relación con líneas eléctricas:

SERVICIOS AFECTADOS. LÍNEAS ELÉCTRICAS			
Nº de orden	Interferencia	Titular y/o concesionario	Descripción
Afección nº 001	P.K. 0+840 Tronco Autovía	IBERDROLA	Línea Eléctrica Aérea de 13,2 KV STR Ubierna-LAMT Quintanaortuño
Afección nº 002	P.K. 0+960 Tronco Autovía	IBERDROLA	Línea Eléctrica Aérea de 45KV Burgos- LAAT Burgos-Escalada
Afección nº 003	P.K. 0+960 Tronco Autovía	IBERDROLA	Línea Eléctrica Aérea de 13,2 KV STR Ubierna-LAMT Quintanaortuño
Afección nº 004	P.K. 1+900 Tronco Autovía	IBERDROLA	Línea Eléctrica Aérea de 45KV ST Burgos- LAAT Burgos-Escalada
Afección nº 005	P.K. 3+240 Tronco Autovía	IBERDROLA	Línea Eléctrica Aérea de 13,2 KV STR Ubierna-LAMT Santibañez

### 2.2.23.2.- Colector de saneamiento (colector del río Ubierna)

A la altura del P.K. 1+840 se produce el cruce con el colector de saneamiento perteneciente a la EDAR de Burgos, más concretamente con el colector principal río Ubierna. La futura autovía A-73 pasa sobre dicho colector en terraplén.

Se trata de una conducción de PVC de 315 mm.

SERVICIOS AFECTADOS. CONDUCCIÓN DE SANEAMIENTO			
Nº de orden	Interferencia	Titular y/o concesionario	Descripción
Afección nº 100	P.K. 1+840 Tronco Autovía	ACUAES	Cruzamiento con colector Rio Ubierna

### 2.2.23.3.- Líneas telefónicas

Al inicio del trazado y hasta el P.K. 0+500 se produce interferencia con una línea aérea de telefónica sobre postes de madera, la cual ya se ha visto afectada y repuesta en subterránea por las obras del tramo anterior de la futura autovía A-73 Tramo: Quintanilla de Vivar – Quintanaortuño.

SERVICIOS AFECTADOS. LÍNEAS DE TELEFONÍA			
Nº de orden	Interferencia	Titular y/o concesionario	Descripción
Afección nº 200	P.K. 0+000 Tronco Autovía	TELEFÓNICA	Interferencia con Línea de aérea.

### 2.2.23.4.- Gasoducto

Con la futura autovía A-73 interfiere en dos puntos con el gasoducto Burgos – Santander – Asturias, propiedad de ENAGAS.

Se trata de una conducción de 16" de diámetro y suministro con 72 bar de presión.

SERVICIOS AFECTADOS. GASODUCTO			
Nº de orden	Interferencia	Titular y/o concesionario	Descripción
Afección nº 300	Pk 5+400- Pk 5+540 C.S. 5.1-5.5 MI	ENAGÁS	Cruzamiento con Gasoducto Burgos-Santander-Asturias
Afección nº 301	P.K. 9+580 Tronco autovía	ENAGÁS	Cruzamiento con Gasoducto Burgos-Santander-Asturias

### 2.2.23.5.- Reposición de los servicios

Las reposiciones de cada uno de los servicios afectados se describen dentro del Anejo nº22.

### 2.2.24.- PLAN DE OBRA

En el Anejo nº 23 se presenta un plan de obra indicativo para la ejecución de las obras en una plazo de VEINTICUATRO (24) MESES, en el que se han representado las actividades principales, su duración y su incidencia en el presupuesto, con lo cual se obtiene una distribución mensual de la inversión a lo largo de la duración de la obra.

### 2.2.25.- CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

De acuerdo con el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por el Real Decreto 1098/2001 de 12 de octubre, las modificaciones introducidas por el Real Decreto 773/2015 de 28 de agosto, y lo dispuesto en la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, la clasificación del contratista será la siguiente:

- A.- Movimiento de tierras
  - 2.- Explanaciones
    - Categoría 6

### 2.2.26.- JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

En el Anejo nº 25 a la Memoria se incluye la justificación de los precios del Proyecto.

Los precios utilizados en el presente proyecto son los establecidos en la Base de Precios de Referencia de la Dirección General de Carreteras.

Para aquellas unidades de obra no incluidas en la Base de Precios de referencia se han elaborado los precios correspondientes siguiendo los mismos criterios que en la mencionada Base.

## 2.2.27.- FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS

La determinación de la fórmula óptima de Revisión de Precios aplicable al presente proyecto, se ha llevado a cabo teniendo en cuenta el Real Decreto 1359/2011, de 7 de octubre, por el que se aprueba la relación de materiales básicos y las fórmulas-tipo generales de revisión de precios de los contratos de obras y de contratos de suministro de fabricación de armamento y equipamiento de las Administraciones Publicas.

Se establece la fórmula relativa a: 1. OBRAS DE CARRETERA. Fórmula 141. Construcción de carreteras con firmes de mezclas bituminosas.

$$K_r = 0,01 \cdot \frac{A}{A_0} + 0,05 \cdot \frac{B}{B_0} + 0,09 \cdot \frac{C}{C_0} + 0,11 \cdot \frac{E}{E_0} + 0,01 \cdot \frac{M}{M_0} + 0,01 \cdot \frac{O}{O_0} + 0,02 \cdot \frac{P}{P_0} + 0,01 \cdot \frac{Q}{Q_0} + 0,12 \cdot \frac{R}{R_0} + 0,17 \cdot \frac{S}{S_0} + 0,01 \cdot \frac{U}{U_0} + 0,39$$

## 2.2.28.- VALORACIÓN DE ENSAYOS

El importe total de los ensayos de autocontrol asciende a la cantidad de SEISCIENTOS TREINTA Y UN MIL CIENTO VEINTIOCHO EUROS CON NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS (631.128,96 €).

El importe total de los ensayos de contraste asciende a la cantidad de CIENTO VEINTISÉIS MIL DOSCIENTOS VEINTICINCO EUROS CON SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS (126.225,79€).

De acuerdo con la Cláusula 38 del P.C.A.G., aprobado por Decreto 3.854/1970, de 31 de Diciembre, únicamente se han de comparar con el 1 % del P.E.M. la valoración de los ensayos de contraste, ya que los de autocontrol son por cuenta del propio contratista. En el caso de que se llegase a superar este porcentaje, ese exceso debe figurar en el Presupuesto para Conocimiento de la Administración. En este caso, en concreto, el importe de los ensayos de contraste no llega a superar el 1 % del P.E.M.

## 2.2.29.- PRESUPUESTOS

En el Documento N° 4.- Presupuesto, figuran las mediciones de todas las unidades de obra que intervienen en el Proyecto así como los Cuadros de Precios.

Aplicando a las citadas mediciones los correspondientes precios que figuran en los Cuadros de Precios, se obtiene un Presupuesto de Ejecución Material de: SESENTA Y TRES MILLONES OCHOCIENTOS VEINTIDOS MIL SEISCIENTOS SETENTA Y DOS EUROS CON CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS (63.822.672,57€), según el siguiente desglose:

CAPÍTULOS		CONCEPTO	EUROS
Capítulo:	01	EXPLANACIONES	34.108.459,34
Capítulo:	02	DRENAJE	4.236.888,96
Capítulo:	03	FIRMES	7.275.186,31
Capítulo:	04	ESTRUCTURAS Y MUROS	10.092.072,17
Capítulo:	05	SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS	1.633.028,15
Capítulo:	06	INTEGRACIÓN AMBIENTAL	2.404.528,75
Capítulo:	07	REPOSICIÓN DE SERVICIOS AFECTADOS	553.171,24
Capítulo:	08	CONEXIÓN PROVISIONAL FINAL	1.428.577,12
Capítulo:	09	SOLUCIONES AL TRÁFICO DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	37.392,54
Capítulo:	10	OBRAS COMPLEMENTARIAS	1.329.502,40
Capítulo:	11	VARIOS	69.500,00
Capítulo:	12	SEGURIDAD Y SALUD	230.610,31
Capítulo:	13	GESTIÓN DE RESÍDUOS	423.755,28
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>			<b>63.822.672,57</b>

Incrementada la suma del Presupuesto de Ejecución Material de las Obras en un 13% de Gastos Generales y un 6% de Beneficio Industrial, según lo establecido en la Orden FOM/1824/2013, por la que se fija el porcentaje a que se refiere el artículo 131 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, se obtiene un Presupuesto Base de Licitación (sin IVA) de: SETENTA Y CINCO MILLONES NOVECIENTOS CUARENTA Y OCHO MIL NOVECIENTOS OCHENTA EUROS CON TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS (75.948.980,35€).

Considerando el Presupuesto Base de Licitación (sin IVA) obtenido anteriormente e incrementado en el 21% correspondiente al Impuesto sobre el Valor Añadido según Real Decreto-Ley 20/2012, de 13 de julio, se obtiene un Presupuesto Base de Licitación (IVA incluido) de: NOVENTA Y UN MILLONES OCHOCIENTOS NOVENTA Y OCHO MIL DOSCIENTOS SESENTA Y SEIS EUROS CON VEINTIDÓS CÉNTIMOS. (91.898.266,22€).

Sumando al Presupuesto Base de Licitación (IVA incluido) el importe de las expropiaciones relacionadas y valoradas en el anejo correspondiente de este Proyecto, el 1,5% del P.E.M. para trabajos de conservación o enriquecimiento del Patrimonio Histórico Español y el importe del Programa de Vigilancia Ambiental durante la ejecución de las obras, se obtiene el siguiente Presupuesto de Inversión.

- Presupuesto Base de Licitación (IVA incluido).....	91.898.266,22 €
- Expropiaciones .....	1.039.627,16 €
- 1,5% del P.E.M., para trabajos de conservación o enriquecimiento del Patrimonio Histórico Español según Orden FOM/25/2019 .....	957.340,09 €
- Programa de Vigilancia Ambiental.....	107.301,20 €
<b>TOTAL EUROS .....</b>	<b>94.002.534,67 €</b>

Asciende el Presupuesto de Inversión a la cantidad de: NOVENTA Y CUATRO MILLONES DOS MIL QUINIENTOS TREINTA Y CUATRO EUROS CON SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS (94.002.534,67€).

## 2.2.30.- SEGURIDAD Y SALUD

Se incluye en el Documento Nº 5 del presente Proyecto, el Estudio de Seguridad y Salud, realizado siguiendo las directrices recogidas en las “Recomendaciones para la elaboración de los estudios de seguridad y salud en las obras de carretera” de 2002, de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento.

La finalidad del Estudio de Seguridad y Salud es establecer, durante la ejecución de las obras del presente proyecto, las previsiones en cuanto a su definición y valoración, de las medidas y actividades relativas a la prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento que se realicen durante el tiempo de garantía, a la vez que se definen los servicios sanitarios y comunes de que constará el centro de trabajo. Su objetivo fundamental es la prevención de los riesgos inherentes a todo trabajo especialmente peligroso en la industria de la construcción, por las circunstancias específicas que concurren.

Para ello se han establecido una serie de medidas que se desarrollarán a lo largo del tiempo que dure la obra, de acuerdo con el plan de ejecución de la misma. Estas medidas tendrán una función preventiva conducente a suprimir los accidentes laborales, y en el peor de los casos, disminuir su número y sus consecuencias.

Así mismo, teniendo en cuenta las necesidades de mano de obra previstas, se han dimensionado las instalaciones de higiene y bienestar para el uso conjunto de los trabajadores previstos, considerando los directamente relacionados con las unidades de obra y el personal que no interviene en estas unidades (oficinas, laboratorio, etc.).

En cumplimiento del RD 1627/1997 de 24 de octubre (BOE 25/10/97), se contabilizarán los costes de las protecciones mínimas exigibles en las unidades de obra como costes indirectos. Se considera correcto incluir las mediciones de las protecciones mínimas exigibles, otorgándoles precio cero.

Por último, se incluyen en el estudio una serie de directrices que permitirán al Contratista el cumplimiento de sus obligaciones para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre.

El presupuesto del Estudio de Seguridad y Salud asciende a DOSCIENTOS TREINTA MIL SEISCIENTOS DIEZ EUROS CON TREINTA Y UN CÉNTIMOS (230.610,31 €).

## 2.3.- Justificación de la solución adoptada

En este apartado se exponen las razones que han llevado a adoptar las soluciones proyectadas, sin particularizar aquellos aspectos cuya justificación se ha recogido en la descripción del proyecto, por ser razones puramente técnicas.

### 2.3.1.- TRAZADO

Tras el análisis de los condicionantes impuestos por la Orden de Estudio y la Declaración de Impacto Ambiental para el tramo de estudio, se procede al desarrollo de una alternativa que reduzca longitud del túnel en el entorno del P.K. 3+000 o incluso

eliminarlo. La nueva alternativa desarrollada (sin túnel) obliga a realizar una nueva consulta ambiental de la cual se deriva una nueva Declaración de Impacto Ambiental, de la que derivan nuevas soluciones a incluir en proyecto (por ejemplo: nuevo ecoducto entre los P.7 + 400 y 7 + 500).

En consecuencia a dichas condiciones, se revisa el trazado en planta y alzado para cumplir con las especificaciones reguladas normativamente. Los parámetros geométricos previstos inicialmente son ajustados con objeto de cumplir las condiciones indicadas en la actual Instrucción de Trazado 3.1 I.C. para la correspondiente velocidad de proyecto.

Globalmente, el trazado del tronco dispone de un radio mínimo de 1.800 m y un máximo de 2.800 m. Los parámetros mínimos de los acuerdos en alzado considerados son 15.000 en concavidad y 17.000 en convexidad. Estos valores cumplen los mínimos exigidos por la actual norma de Trazado 3.1-I.C. para velocidad de proyecto correspondiente a cada subtramo de estudio.

### 2.3.2.- SECCIONES TIPO

La sección tipo proyectada y descrita en el apartado 2.2.9. de esta memoria se ha adoptado siguiendo las indicaciones de la Orden de Estudio y de la Instrucción 3.1-I.C. y en el caso de los elementos que no estuvieron en ellas predefinidos, realizando los estudios técnicos-económicos que indican las mismas, así como los que se han considerado necesarios para buscar la solución óptima.

Estos elementos son: bermas y cuneta de desmonte.

Para las bermas, se ha adoptado el ancho de 1,5 m mínimo teniendo en cuenta las barreras de seguridad necesarias en la mediana siguiendo los criterios de la Orden Circular 28/2009 sobre criterios de aplicación de barreras de seguridad metálicos, así como los valores máximos y mínimos establecidos en la Instrucción 3.1-I.C. para este tipo de vías.

La cuneta de desmonte se ha dimensionado de forma que no es necesaria barrera de seguridad. Para ello, se ha establecido una cuneta de 4 m de anchura con el cajero del lado de la vía con un talud 6 (H): 1 (V) y el opuesto con talud 6 (H): 1 (V) igualmente que es el correspondiente a conformar una cuneta de seguridad según la Instrucción 5.2-IC. Además de los objetivos sobre seguridad y drenaje buscados, permite mejorar el equilibrio del movimiento de tierras.

### 2.3.3.- TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL

Para la adopción de las tipologías estructurales se realizaron estudios de tipologías en fases previas y tras análisis técnico y económico se ha llegado a la solución adoptada:

#### Viaductos sobre el Río Ubierna.

La estructura debe salvar un río y los límites de su vegetación de ribera. Por un lado se evita disponer cimbras que afecten a la ribera del río, por lo que se descartan soluciones in situ.

Se descartan soluciones mixtas por ser antieconómicas frente a soluciones prefabricadas de hormigón.

Se adopta una solución con cuatro vanos, los dos centrales de 37 m y los dos extremos de 36,45 m, con cinco vigas doble T de 1.85 m de canto en la calzada izquierda y seis vigas en la calzada derecha, sobre las que se hormigona una losa de 0.25 m de espesor.

Las pilas son del tipo pórtico con tres fustes circulares de 1.00 m de diámetro y un dintel superior. Las pilas se han proyectado mediante cimentación profunda sobre encepado y pilotes.

Los estribos se plantean como cargaderos sobre los terraplenes de acceso.

Todas las líneas de apoyo se disponen paralelas al cauce del río y fuera del DPH.

#### Ecoducto

De la Declaración de Impacto Ambiental se deriva la necesidad de disponer un ecoducto entre el 7 + 400 y 7 + 500. No se ha realizado estudio de tipologías en este caso, ya que soluciones tipo puente con anchos de tablero de 80 m se descartan por ser antieconómicas respecto a la solución de falso túnel adoptada.

Por tanto, se proyecta un ecoducto de 80 m de ancho útil mediante la disposición de un falso túnel en el tronco de la autovía. La longitud total del falso túnel es 109,52 m, rematada por dos picos de flauta de 16 m de longitud. La montera de tierras máxima sobre la clave de las bóvedas es 8,15 m.



La estructura se resuelve mediante dos bóvedas de hormigón armado, una por calzada. Cada bóveda tiene un radio interior de 6.915 m con dos tramos rectos en el arranque variables de 2,875 a 3.375 m. Al disponerse de una mediana de 5 m, se plantea que ambas bóvedas compartan un único hastial en la misma.

Al cimentarse la estructura en un macizo rocoso no se estima necesaria la disposición de contra-bóvedas, planteándose cimentación directa mediante zapatas corridas.

### **Pasos superiores 8.8 y 10.0**

Se han propuesto estructuras con tablero tipo losa de hormigón armado de tres vanos, sin apoyo en mediana.

Las pilas son fustes circulares aislados de 1,00 m de diámetro. Los estribos se plantean del tipo abierto de hormigón armado.

La cimentación de estos dos pasos se proyecta de tipo directa mediante zapatas.

### **Paso superior 7.2**

El paso superior resuelve el cruce de un paso multifuncional sobre la autovía. Se dispone un tablero de hormigón postensado "in situ" con luces 17 + 33 + 17 m. El ancho del tablero es de 20 m (8 m + 10 m (camino) + 2 m), más dos pretiles que ocupan 0.65 m y dos bandas de 1.00 m para disponer pantallas de madera con el suficiente espacio para permitir la deflexión de los pretiles.

La losa es binervada, con un canto de 1.30 m y se aligera mediante voladizos laterales de 3.50 m, tres aligeramientos circulares de 0.90 m cada uno por nervio y una losa de 3.50 m uniendo los dos nervios. El tablero apoya en las pilas y los estribos mediante apoyos de neopreno zunchado.

Las pilas son fustes circulares aislados de 1,00 m de diámetro, uno bajo cada nervio. Los estribos se plantean del tipo cerrado de hormigón armado.

La cimentación del paso se proyecta de tipo directa mediante zapatas.

### **Pasos inferiores**

Hay tres tipos de pasos inferiores, los de camino, un paso multifuncional y un paso de fauna.

Para los pasos inferiores de camino está contrastado que la solución óptima es un pórtico o marco de hormigón armado. En este caso se plantean marcos ya que el terreno en el que se cimentan tiene baja capacidad portante.

Para el paso inferior multifuncional la tipología más económica es la de estructuras de un vano con tableros de vigas doble T. Estos tableros son más económicos que los de vigas artesa y tienen la facilidad del montaje sobre las estructuras "in situ", no afectando prácticamente al tráfico de la carretera inferior.

Para el paso de fauna se plantea una solución similar a los pasos inferiores de camino. Igualmente se propone un marco de hormigón armado.

### **3.- NORMATIVA UTILIZADA**

Los Pliegos de Prescripciones Técnicas Generales, Instrucciones, Reglamentos y documentos generales de carácter legal que se regirán en la ejecución de las obras son:

- Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de carreteras.
- Orden de 28 de Septiembre de 1989 sobre Modificación de determinados artículos del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes.
- Orden FOM 475/2002 de 13 de febrero, por la que se actualizan determinados artículos del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes relativos a Hormigones y Aceros.
- Orden FOM 1382/2002 de 16 de mayo por la que se actualizan determinados artículos del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes relativos a la construcción de explanaciones, drenajes y cimentaciones.

- Orden Circular 21/2007 sobre el uso y especificaciones que deben cumplir los ligantes y mezclas bituminosas que incorporen caucho procedente de neumáticos fuera de uso (NFU).
- Orden FOM 3818/2007, de 10 de diciembre, por la que se dictan instrucciones complementarias para la utilización de elementos auxiliares de obra en la construcción de puentes de carretera.
- Orden Circular 21bis/2009 sobre betunes mejorados y betunes modificados de alta viscosidad con caucho procedente de neumáticos fuera de uso (NFU) y criterios a tener en cuenta para su fabricación in situ y almacenamiento en obra.
- Orden Circular FOM 2523/2014 de 12 de diciembre, por la que se actualizan determinados artículos del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes, relativos a materiales básicos, a firmes y pavimentos, y a señalización, balizamiento y sistemas de contención de vehículos.
- Decreto 3854/70, de 31 de diciembre, por el que se aprueba el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado
- Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.
- Real Decreto 1359/2011, de 7 de octubre, por el que se aprueba la relación de materiales básicos y las fórmulas-tipo generales de revisión de precios de los contratos de obras y de contratos de suministro de fabricación de armamento y equipamiento de las Administraciones Públicas.
- Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público.
- Orden Circular 31/2012, de 12 de diciembre de 2012, sobre propuesta y fijación de fórmulas polinómicas de revisión de precios en los proyectos de obras de la Dirección General de Carreteras.
- Ley 25/1988, de 29 de Julio, de Carreteras.
- Real Decreto 1812/1994, de 2 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Carreteras.
- Orden, de 16 de diciembre de 1997, del Ministerio de Fomento, por la que se aprueban los accesos a las carreteras del Estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios.
- Orden de 27 de diciembre de 1999, del Ministerio de Fomento, por la que se aprueba la Norma 3.1-IC. Trazado, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden FOM 273/2016, de 19 de febrero de 2016, por la que se aprueba la Norma 3.1-IC "Trazado" de la Instrucción de Carreteras (BOE de 4 de marzo de 2016).
- Manual para el proyecto y ejecución de estructuras de suelo reforzado. Dirección General de Carreteras, Enero de 1989.
- Protección contra desprendimientos de rocas. Pantallas dinámicas. Dirección General de Carreteras 1996.
- Tipología de muros de carretera. Dirección General de Carreteras, Julio de 2002.
- Guía para el diseño y la ejecución de anclajes al terreno en obras de carretera. Dirección General de Carreteras, Junio de 2003.
- Guía para el proyecto y la ejecución de micropilotes en obras de carretera. Dirección General de Carreteras, Octubre de 2005.
- Guía para el proyecto y la ejecución de muros de escollera en obras de carretera. Agosto de 2006.
- Guía de cimentaciones en obras de carreteras. Dirección General de Carreteras, Diciembre de 2009.

- Orden Ministerial, de 14 de mayo de 1990, por la que se aprueba la Norma 5.2 IC sobre Drenaje Superficial.
- Orden FOM 298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la Norma 5.2 IC sobre Drenaje Superficial (BOE de 10 de marzo de 2016).
- Orden Circular 17/2003, de 23 de diciembre, sobre Recomendaciones para el proyecto y construcción del Drenaje Subterráneo en obras de carretera.
- Real Decreto Legislativo 1/2001 de 20 de Julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- Orden FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la Norma 6.1-IC "Secciones de Firme", de la Instrucción de Carreteras.
- Orden FOM/3459/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la Norma 6.3-IC: "Rehabilitación de firmes", de la Instrucción de Carreteras.
- Orden Circular 20/2006, de 22 de septiembre de 2006, sobre recepción de obras de carreteras que incluyan firmes y pavimentos.
- Recomendaciones para el proyecto de puentes mixtos para carreteras (RPX-95). Dirección General de Carreteras, 1996.
- Recomendaciones para la realización de pruebas de carga de recepción en puentes de carreteras. Dirección General de Carreteras. 1999.
- Manual de aplicación de las Recomendaciones RPM - RPX / 95. Dirección General de Carreteras, Septiembre 2000.
- Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre, por el que se aprueba la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte general y edificación (NCSR-02).
- Orden Circular 11/2002, de 27 de noviembre, sobre criterios a tener en cuenta en el Proyecto y Construcción de Puentes con Elementos Prefabricados de Hormigón Estructural.
- Real Decreto 637/2007, de 18 de mayo, por el que se aprueba la Norma de Construcción Sismorresistente: Puentes (NCSP-07),
- Orden de 29 de septiembre de 2011, por la que se aprueba la Instrucción sobre acciones a considerar en el Proyecto de Puentes de Carretera (IAP).
- Real Decreto 956/2008, de 6 de junio, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-08).
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).
- Real Decreto 751/2011, de 27 de mayo, por el que aprueba la "Instrucción de Acero Estructural (EAE).
- Real Decreto 635/2006, de 26 de mayo, sobre requisitos mínimos de seguridad en los túneles de carreteras del Estado.
- Orden de 16 de julio de 1987 por la que se aprueba la norma 8.2-IC "Marcas viales" de la Instrucción de Carreteras.
- Orden, de 31 de agosto de 1987, por la que se aprueba la Instrucción 8.3-IC sobre señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas fuera de poblado.
- Orden FOM 534/2014, de 20 de marzo de 2014 por la que se aprueba la norma 8.1-IC, Señalización vertical, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden Circular 15/2003, de 13 de octubre, sobre señalización de los tramos afectados por la puesta en servicio de las obras. Remate de obras.
- Orden Circular 16/2003, de 20 de noviembre, sobre intensificación y ubicación de carteles de obras.

- Orden FOM/3053/2008, de 23 de septiembre, por la que se aprueba la Instrucción Técnica para la instalación de reductores de velocidad y bandas transversales de alerta, en carreteras de la Red de Carreteras del Estado.
- Orden 309/90 C y E, de 15 de enero, sobre hitos de arista.
- Nota de Servicio 1/2008. Señalización del Camino de Santiago.
- Orden Circular 35/2014 de 19 de mayo de 2014, sobre Criterios de aplicación de Sistemas de Contención de Vehículos.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre de Evaluación Ambiental.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Ley 3/1995, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias.
- Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.
- Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental.
- Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- Orden Circular 320/1994 Cy E, de 21 de octubre, sobre áreas de servicio, Orden Circular complementaria de la OC 320/94 CyE, de 15 de febrero de 1996.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión. Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT 01 a BT 51.
- Normas de Telefónica de España, S.A.
- Ley 31/95 de Prevención de riesgos Laborales. Modificaciones por Ley 50/98 de 30 de diciembre, Ley 39/99 de 5 de noviembre, Real Decreto Legislativo 5/00 de 4 de agosto, Ley 54/03 de 12 de diciembre y Ley 30/05 de 29 de diciembre.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Orden Circular 12/2003, de 15 de septiembre de 2003, sobre medidas de prevención extraordinaria en obras con afección a líneas ferroviarias.
- Recomendaciones para la elaboración de los estudios de seguridad y salud en las obras de carretera. Dirección General de Carreteras (2003).
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción
- Ley 1954, de 16 de diciembre, sobre Expropiación Forzosa. Modificaciones por Ley 11/86 de 20 de marzo, Ley 21/86 de 23 de diciembre, Ley 8/90 de 25 de julio, Ley 11/96 de 27 de diciembre, Ley 38/99 de 5 de noviembre, Ley 14/00 de 29 de diciembre, Ley 53/02 de 30 de diciembre, Ley 8/07 de 28 de mayo.
- Instrucción para la elaboración de Proyectos.
- Instrucciones I.C. de la Dirección General de Carreteras.
- Normas UNE (AENOR 2003)
- Normas NLT (Normas técnicas del CEDEX)

- Normas NTE (Normas Tecnológicas de Edificación).
- Orden FOM/3317/2012, 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 obras públicas de infraestructuras ferroviarias, carreteras y aeropuertos del Ministerio de Fomento.

#### 4.- MEDICIONES DE LOS MATERIALES BÁSICOS

Para la realización de las obras será precisa la utilización de:

* Zahorra artificial .....	42.138 m <sup>3</sup>
* Suelo estabilizado con cemento tipo S-EST3 .....	85.345 m <sup>3</sup>
* Cemento en estabilización de suelos, suelo-cemento .....	13.440 t
* Suelo - cemento .....	59.969 m <sup>3</sup>
* Betún asfáltico tipo B 50/70 en MBC .....	216 t
* Betún mejorado con caucho tipo BC 50/70 en MBC .....	2.742 t
* Betún modificado con polímeros tipo PMB 45/80-60 en MBC .....	805 t
* Emulsión asfáltica .....	717 t
* M.B.C. tipo AC16 surf S (en capa de rodadura) .....	3.486 t
* M.B.C. tipo AC22 bin D (en capa de intermedia) .....	32.419 t
* M.B.C. tipo AC22 base G (en capa de base) .....	34.856 t
* M.B.C. tipo BBTM 11B .....	295.747 m <sup>2</sup>
* Acero B-500 S .....	2.875 t
* Hormigón para armar .....	28.325 m <sup>3</sup>
* Encofrado .....	46.787 m <sup>2</sup>

#### 5.- OBRA COMPLETA

El presente Proyecto da cumplimiento a lo prescrito en el artículo 125 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas en el que se indica que el Proyecto deberá referirse a una Obra Completa.

El inicio del tramo conecta con el tramo de la A73 Quintanilla de Vivar – Quintanaortuño, el cual se encuentra ya construido.

Al final del tramo se conecta con el tramo Montorio-Santa Cruz del Tozo, que actualmente se encuentra en fase de redacción de proyecto. Por tanto, para que la obra pueda considerarse completa, se hace necesario definir una conexión provisional al final del presente tramo, a los efectos de permitir su apertura al tráfico de forma independiente al tramo posterior.

#### 6.- CUMPLIMIENTO DE LA LEY 9/2017, DE 8 DE NOVIEMBRE, DE CONTRATOS DEL SECTOR PÚBLICO

El presente Proyecto cumple los artículos 231 a de Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014, con el alcance exigido para un Proyecto de Construcción.

#### 7.- DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN

##### DOCUMENTO Nº 1.- MEMORIA

##### 1.1. MEMORIA

##### 1.2.- ANEJOS

- ANEJO Nº 0.- ANTECEDENTES
- ANEJO Nº 1.- CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA
- ANEJO Nº 2.- GEOLOGÍA Y PROCEDENCIA DE MATERIALES
- ANEJO Nº 3.- EFECTOS SÍSMICOS
- ANEJO Nº 4.- CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA
- ANEJO Nº 5.- PLANEAMIENTO
- ANEJO Nº 6.- TRÁFICO
- ANEJO Nº 7.- ESTUDIO GEOTÉCNICO DEL CORREDOR
- ANEJO Nº 8 .- TRAZADO GEOMÉTRICO
- ANEJO Nº 9.- MOVIMIENTO DE TIERRAS

- ANEJO Nº 10.- FIRMES Y PAVIMENTOS
- ANEJO Nº 11.- DRENAJE
- ANEJO Nº 12.- ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS
- ANEJO Nº 13.- ESTRUCTURAS Y MUROS
- ANEJO Nº 14.- SOLUCIONES PROPUESTAS AL TRÁFICO DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS
- ANEJO Nº 15.- SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS
- ANEJO Nº 16.- INTEGRACIÓN AMBIENTAL
- ANEJO Nº 17.- OBRAS COMPLEMENTARIAS
- ANEJO Nº 18.- REPLANTEO
- ANEJO Nº 19.- COORDINACIÓN CON OTROS ORGANISMOS Y SERVICIOS
- ANEJO Nº 20.- EXPROPIACIONES
- ANEJO Nº 21.- REPOSICIÓN DE CAMINOS
- ANEJO Nº 22.- REPOSICIÓN DE SERVICIOS
- ANEJO Nº 23.- PLAN DE OBRAS
- ANEJO Nº 24.- CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA
- ANEJO Nº 25.- JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS
- ANEJO Nº 26.- PRESUPUESTO DE INVERSIÓN
- ANEJO Nº 27.- FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS
- ANEJO Nº 28.- VALORACIÓN DE ENSAYOS
- ANEJO Nº 29.- ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.

#### **DOCUMENTO Nº 2.- PLANOS**

- 2.1.- SITUACIÓN E ÍNDICE
- 2.2.- PLANO DE CONJUNTO
- 2.3.- TRAZADO DE AUTOVÍA
- 2.4.- PERMEABILIDAD TERRITORIAL
- 2.5.- SECCIONES TIPO
- 2.6.- PERFILES TRANSVERSALES
- 2.7.- ESTRUCTURAS
- 2.8.- DRENAJE
- 2.9.- SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS
- 2.10.- INTEGRACIÓN AMBIENTAL
- 2.11.- OBRAS COMPLEMENTARIAS

- 2.12.- REPOSICIÓN DE SERVICIOS
- 2.13.- SOLUCIONES PROPUESTAS AL TRÁFICO DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

#### **DOCUMENTO Nº 3.- PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS**

#### **DOCUMENTO Nº 4.- PRESUPUESTO**

- 4.1.- MEDICIONES
  - 4.1.1.- Mediciones Auxiliares
  - 4.1.2.- Mediciones Generales
- 4.2.- CUADROS DE PRECIOS
  - 4.2.1.- Cuadro de Precios Nº 1
  - 4.2.2.- Cuadro de Precios Nº 2
- 4.3.- PRESUPUESTOS
  - 4.3.1.- Presupuestos Parciales
  - 4.3.2.- Presupuestos Generales

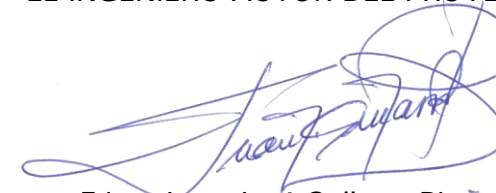
#### **DOCUMENTO Nº 5.- ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

## 8.- CONCLUSIONES

Estimando que el proyecto está redactado correctamente y que cumple las disposiciones vigentes, se somete a la superioridad para dar su aprobación si procede.

Burgos, febrero de 2019

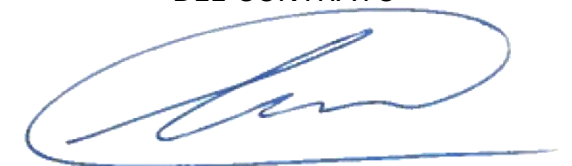
POR TECOPY, S.A.  
EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO



Fdo.: Juan José Guijarro Blasco

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

EL INGENIERO DIRECTOR  
DEL CONTRATO



Fdo.: Julio Rodríguez-Vigil Junco

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

VºBº EL JEFE DE LA DEMARCACIÓN



Fdo.: D. Alfredo González González

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos