

ANEJO Nº 30. SEGURIDAD VIAL

CONTROL DE LA DOCUMENTACION DEL SISTEMA

4A7.5

TITULO DEL TRABAJO: **PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA CONCESIÓN: EJECUCIÓN, CONSERVACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE LA AUTOVÍA DE LA PLATA (A-66) ENTRE BENAVENTE Y ZAMORA. TRAMO: FONTANILLAS DE CASTRO – ZAMORA (N)**

TITULO DEL DOCUMENTO: **ANEJO Nº 30. SEGURIDAD VIAL**

	Nº Trabajo	Sección	Tipo	Versión
CODIGO:	966053	210501	A30	01

Fichero: **Anejo_30 Seguridad vial-v00.docx**

Fecha Edición: **13 de junio de 2013**

Sustituye documento de código: **966053-210501-A30-00**

Sustituido por:

Motivo de la sustitución: **Informe de Supervisión**

	Nombre	Firma	Fecha
Realizado por:	José Luis Santín López		Junio de 2013
Verificado por:	Benito Martínez Castellanos		Junio de 2013

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	PUNTOS RELACIONADOS CON LA SEGURIDAD VIAL.....	1
3.	ACCIDENTES EN LOS TRES ÚLTIMOS AÑOS.....	1
4.	INDICES MEDIOS DE PELIGROSIDAD	2
5.	TRAMOS DE ELEVADA ACCIDENTABILIDAD	2
6.	POSIBLES ELEMENTOS DE RIESGO	2
7.	MEDIDAS PARA MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL.....	2
7.1	TRAZADO	3
7.2	PAVIMENTOS.....	10
7.3	DRENAJE.....	17
7.4	TRATAMIENTO DE MÁRGENES.....	17
7.5	INTERSECCIONES, ENLACES Y GLORIETAS	19
7.6	TÚNELES.....	20
7.7	SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSA.....	20
7.8	ILUMINACIÓN.....	21
7.9	JARDINERÍA.....	21
7.10	TERRENOS ADYACENTES.....	21
8.	FASE DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	21

1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo, Seguridad vial, se ha redactado en cumplimiento del Real Decreto 345/2011 de 11 de marzo, sobre gestión de la Seguridad de las Infraestructuras viarias en la Red de Carreteras del Estado, y que incorpora al ordenamiento jurídico lo dispuesto en la Directiva 2008/96/CE del Parlamento Europeo, regulando el establecimiento y la aplicación de los métodos de actuación en materia de gestión de la seguridad de las infraestructuras viarias.

En el anejo se han tenido en cuenta todos los aspectos que pueden influir en los niveles de riesgo de accidente una vez construida la obra y que las soluciones que se han adoptado son las más favorables desde el punto de vista de la seguridad.

Para la realización del presente anejo de Seguridad Vial en un Proyecto de Carreteras de la Dirección General de Carreteras del Estado, se consideran los aspectos que se describen a continuación.

2. PUNTOS RELACIONADOS CON LA SEGURIDAD VIAL

Se realiza un estudio de los puntos relacionados con la Seguridad Vial y que no han sido analizados en otros apartados del proyecto y que permiten conocer el comportamiento del tráfico en el tramo de estudio.

Estos puntos son, en primer lugar, la composición del tráfico existente (ligeros, pesados, motocicletas, vehículos agrícolas, ciclistas, peatones, etc) y el análisis de la influencia de la coexistencia de éstos tráficos que circulan con diferencias de velocidad muy marcadas y en segundo lugar, la velocidad real de circulación en el tramo de estudio, prestando especial atención a los puntos singulares del trazado, curvas pronunciadas, curvas situadas a continuación de rectas de gran longitud, pendientes prolongadas, cambios de rasante, etc.

Al tratarse de un tramo de nueva construcción no será de aplicación este punto.

3. ACCIDENTES EN LOS TRES ÚLTIMOS AÑOS

Se analizan los accidentes ocurridos en los últimos tres años en el tramo de carretera objeto del proyecto, definiendo claramente la zona donde ha tenido lugar.

El análisis de la accidentalidad tendrá en cuenta:

- Todos los accidentes ocurridos en el tramo de estudio, tanto los accidentes con víctimas, como los accidentes con daños materiales.
- La gravedad del accidente (víctimas mortales, heridos, daños).
- La tipología de los accidentes.
- La causa del accidente y si existe alguna relación con las características de la vía, identificando elementos de riesgo y posibles defectos de la carretera.
- Las condiciones atmosféricas existentes en el momento del accidente.
- Accidentes provocados por fauna.
- El tipo de vehículo afectado por el accidente.
- El entorno de la carretera.
- Frecuencia con la que suceden los accidentes, y períodos de mayor concentración de accidentes.

Se han recogido los datos de tramos de concentración de accidentes (TCA) oficiales identificados en la N-630 en Zamora. En el presente tramo, se encuentra un TCA entre los PPKK 254,7 y 255,7, en el que se encuentran las intersecciones de la N-630 con la N-631 y con la ZA-2312 a San Cebrián.

Este tramo quedará fuera de servicio al haberse desviado la N-630 por el lado este de la autovía. Cabe indicar también, que el acceso a la intersección con la N-631 desde el lado Zamora no está considerado como TCA, lo que hace suponer que su diseño es adecuado. En cualquier caso, la citada intersección se ve transformada en una glorieta, con su diseño y señalización ajustados a la normativa vigente.

4. INDICES MEDIOS DE PELIGROSIDAD

Con los datos de tráfico y los accidentes ocurridos en los últimos tres años en el tramo objeto de estudio, se calculan los índices medios de Peligrosidad (IP), mortalidad (IM) y accidentabilidad total (IAT), mediante las siguientes expresiones:

▪ **Índice de peligrosidad “IP”**, relaciona el número de accidentes con víctimas en los últimos tres años con el tráfico registrado mediante la fórmula:

$$IP(3 \text{ años}) = \frac{(N^{\circ} \text{ de accidentes con víctimas}) \times 10^8}{IMD \times 365 \times Longitud (Km) \times 3}$$

▪ **Índice de mortalidad “IM”**, relaciona el número de víctimas mortales en los últimos tres años con el tráfico registrado, mediante la fórmula:

$$IM(3 \text{ años}) = \frac{(N^{\circ} \text{ de víctimas mortales}) \times 10^8}{IMD \times 365 \times Longitud (Km) \times 3}$$

▪ **Índice de accidentalidad “IAT”**, relaciona el número de accidentes totales (con víctimas y daños materiales) en los últimos 3 años con el tráfico registrado, mediante la fórmula:

$$IAT(3 \text{ años}) = \frac{(N^{\circ} \text{ de accidentes con víctimas} + N^{\circ} \text{ de accidentes con daños}) \times 10^8}{IMD \times 365 \times Longitud (Km) \times 3}$$

Como estamos estudiando unos viales de nueva creación este punto no será de aplicación.

5. TRAMOS DE ELEVADA ACCIDENTABILIDAD

Cuando en el tramo de carretera objeto de estudio, se identifique algún tramo de longitud menor de 1 Km. donde se acumulan accidentes se calculará el índice de peligrosidad (IP) para ese tramo singular. Si el valor supera el valor de cuatro veces el IP medio del tramo en estudio, se realizará un estudio específico del punto por tratarse de un tramo de concentración de accidentes.

IP (Tramo singular) > 4IP (medio del tramo de estudios) → TAC

Al igual que los anteriores no será de aplicación al proyecto por tratarse éste de unos viales de nueva construcción.

6. POSIBLES ELEMENTOS DE RIESGO

Identificación de los posibles elementos de riesgo o condicionantes de la vía, tales como:

- Radios pequeños.
- Estrechamientos de la plataforma.
- Pérdidas de trazado.
- Vegetación u otro tipo de obstáculos que impida la visibilidad.
- Arcenes estrechos o inexistentes.
- Pavimentos deslizantes.
- Cunetas que no sean de seguridad.
- Objetos rígidos en los márgenes de la plataforma.
- Extremos de barreras de seguridad mal protegidos o mal diseñados.
- Pasos a nivel con ferrocarril.

Tampoco será de aplicación al tratarse de unos viales de nueva creación.

7. MEDIDAS PARA MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL

Se revisan los siguientes aspectos detallando en cada uno de ellos el cumplimiento de las obligaciones y recomendaciones de las diferentes normativas y justificando el porqué de los incumplimientos en caso de darse.

7.1 TRAZADO

Para la realización de la planta, alzado y secciones tipo se ha tenido en cuenta la instrucción de carreteras. **Norma 3.1-IC.**

7.1.1 Tronco Principal

En lo que respecta a las características de diseño, este vial se corresponde con una autovía tipo AV-120, tanto en planta como en alzado.

La definición del eje de la autovía en planta está dada por el centro de la mediana mientras que la definición del eje de la autovía en alzado está dada por la línea de borde izquierdo del arcén interior al definir un único eje para representar la doble vía. De esta forma la mediana se mantiene siempre constante a lo largo de todo el tramo de autovía,

En lo referente al trazado en planta este está constituido por alineaciones rectas y curvas circulares unidas entre sí por medio de curvas de transición de tipo clotoide. El radio mínimo de las alineaciones circulares es de 1.700 m.

En lo respectivo al trazado en alzado, la pendiente máxima es del 1,00% y la pendiente mínima del 0,35%, se trata de un perfil longitudinal muy suave para este tipo de carreteras.

7.1.2 Enlaces y Reposiciones de Carreteras.

7.1.2.1 Enlace.

Para el diseño de los ramales se han tenido en cuenta las siguientes instrucciones, normas, y recomendaciones vigentes:

- Instrucción de Carreteras 3.1-IC "Trazado", de 27 de diciembre de 1999, de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento.
- La guía de nudos viarios de diciembre de 2012, de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento.
- Recomendaciones para el Proyecto de Enlaces, publicadas por la Dirección General de Carreteras en 1983.
- Recomendaciones para el Proyecto de Intersecciones, publicadas por la Dirección General de Carreteras en enero de 1967.

- Recomendaciones sobre Glorietas, publicados por la Dirección General de Carreteras, en mayo de 1989.

En el tramo en proyecto se han definido 4 enlaces y una área de descanso.

Descripción	PK REFERENCIA.
Enlace 1 de Fontanillas	0+000
Enlace 2 N-630/N631	4+420
Enlace 3 de Montamarta	10+730
Area de descanso	13+600
Enlace 4 de Zamora Norte	17+000

En lo referente a los ramales que componen los enlaces y la área de descanso, todo ellos se han diseñado con unas características geométricas en planta y alzado correspondientes a una carretera tipo C-60, con las únicas excepciones de las conexiones de los ramales que confluyen en las glorietas, en los que se han utilizado características de C-40 debido a los condicionantes de paso por la glorieta.

En el tema de conexión entre ramales del enlace y la autovía, estos siempre se realizan mediante carriles de aceleración y deceleración de tipo paralelo, cumpliendo en todo momento las distancias de carril y cuña especificadas en la normativa 3.1 IC.

7.1.2.2 Reposiciones de Carreteras.

Las carreteras afectadas por el trazado del presente tramo son la N-630, ZA-2312 y una carretera local en el P.K.14+5.

La carretera N-630 resulta afectada por el trazado de la autovía, entre los PP.KK. 1+200 y 4+400.

Por lo tanto resulta necesaria su reposición, planteándose un nuevo trazado para esta carretera entre los PP.KK. 0+000 y 4+400 de la autovía.

Este tramo de carretera N-630 se ha diseñado considerando una carretera tipo C- 80. La reposición se ha planteado en dos tramos comprendidos aproximadamente entre los

PP.KK 0+000-2+080 y 2+300-4+400 de la autovía, con una longitud de 2.201,653 m y 2,255,211 m respectivamente.

La carretera ZA-2312 pertenece a la Diputación Provincial de Zamora y en la actualidad conecta con la carretera N-630 existente, mediante una intersección. Resulta necesaria su reposición debido a que es interceptada por el tronco de la autovía en el P.K 3+480 de la misma, por lo que repone conectándola a la reposición de la N-630 mencionada anteriormente, mediante una intersección de la misma tipología a la existente en la actualidad.

La carretera local de acceso a Molacillos resulta necesaria su reposición debido a que es interceptada por el tronco de la autovía en el P.K 14+470, se repone en planta sobre la misma traza actual y mediante un paso superior salta sobre el tronco de la autovía.

7.1.3 Trazado en planta

En este apartado se analizarán los siguientes puntos:

- Las alineaciones rectas.
- Las alineaciones circulares.
- Las curvas de transición.
- La coordinación entre elementos de trazado.
- La transición al peralte.

7.1.3.1 Alineaciones rectas

En el **Anejo nº 8.- Trazado Geométrico**, se incluye para el tronco de la autovía una tabla resumen de las alineaciones rectas empleadas y su comparación con las longitudes mínimas y máximas establecidas en la 3.1 IC, para el valor de la velocidad de proyecto establecido.

7.1.3.2 Alineaciones circulares

7.1.3.2.1 Radios y peraltes

Según la norma 3.1 IC de trazado, el radio mínimo correspondiente a una velocidad específica de 120 km/h es 700 m con un peralte del 8,00 %, sin embargo, en ningún caso

del tramo, debido a que la orografía de la zona objeto de estudio es bastante suave el radio mínimo proyectado ha sido inferior a 1.700 m con un peralte del 4,34%, valor al que le corresponde una velocidad específica de 149,6 Km/h.

7.1.3.2.2 Desarrollo mínimo

El desarrollo mínimo de las distintas alineaciones circulares debe corresponderse con variaciones de azimut entre sus extremos igual o superior a 9 gonios, admitiéndose sólo excepcionalmente valores inferiores:

- a) En el caso de ángulos de giro entre alineaciones rectas (mega), inferiores a 6 gonios, se realizará la unión mediante una curva circular, sin clotoides, de tal forma que el radio cumpla:

$$Dc \geq 325 - 25 \cdot \Omega$$

Dc= desarrollo de la curva (m);

Ω = ángulo entre las alineaciones rectas (gon).

- b) Para ángulos de giro ligeramente superiores a 6 gonios, se comprobará que la suma de las longitudes de las curvas de transición y de la curva circular sea superior a la siguiente tabla:

En el **Anejo nº 8.- Trazado Geométrico** del presente proyecto, se recoge para el tronco de la autovía una tabla donde se recoge tanto el ángulo de giro de la alineación circular como el desarrollo de las alineaciones circulares y de las curvas de transición. Hay que destacar el desarrollo de la penúltima alineación circular de radio 7.500 m, ya que se encuentra dentro del apartado de valores excepcionales de ángulos de giro entre rectas inferiores a 6 gonios. En este caso tenemos un desarrollo de 4,1814 gonios lo que se corresponde con una longitud de curva de 220,465 m y un radio mínimo de 3.318,6 m; el diseño proyectado ha sido con un radio de 7.500 m y un desarrollo Dc de 492,61 m, con lo que se cumple con la norma 3.1.-IC.

7.1.3.3 **Curvas de Transición**

La Instrucción de Carreteras especifica una serie de condiciones mínimas que deben cumplir las clotoides asociadas a las diferentes alineaciones circulares. Se trata de limitaciones relativas a los siguientes condicionantes:

- a) Variaciones de la aceleración centrífuga en el plano horizontal: **(A1)**.
- b) Limitación de la variación de la pendiente transversal. **(A2)**.
- c) Condiciones de percepción visual:
 - Variación del azimut entre los extremos de la clotoide: mayor o igual que 1/18 radianes. **(A3)**.
 - Retranqueo de la curva circular: mayor o igual que 50 cm. **(A4)**.
 - Así mismo se recomienda que la variación entre los extremos de la clotoide sea mayor o igual que la quinta parte del ángulo total de giro entre las alineaciones rectas consecutivas en que se inserta la clotoide. No es de obligado cumplimiento. **(A5)**.

Además fija como longitud máxima de la curva de acuerdo, un valor correspondiente a 1,5 veces su longitud mínima.

En el **Anejo nº 8.- Trazado Geométrico**, se recoge para el tronco de la autovía una tabla resumen donde se comparan los parámetros de entrada y salida de las alineaciones curvas con los parámetros que propone la normativa.

7.1.3.4 Coordinación entre elementos de trazado

De acuerdo con la "Instrucción de carreteras. Norma 3.1-IC":

(1) Cuando se unan curvas circulares consecutivas sin recta intermedia, o con recta de longitud menor o igual de 400 metros, la relación de radios de las curvas circulares no sobrepasará los valores obtenidos a partir de la siguiente expresión (para AP; AV, R y C-100).

$$R_s = 1,5 \cdot R + 1,05 \cdot 10^{-8} \cdot (R - 250)^3 \cdot R$$
$$250 \leq R \leq 700$$

(2) Cuando se enlacen curvas circulares consecutivas con una recta intermedia de longitud superior a 400 metros, el radio de la curva de salida, en el sentido de la marcha, será igual o mayor de 700 metros.

En el **Anejo nº 8.- Trazado Geométrico**, se incluye para el tronco de la autovía una tabla con la definición en planta, donde se puede comparar los radios establecidos de las alineaciones contiguas. Vemos que se cumple la coordinación entre elementos de trazado en planta contiguos para carreteras del grupo 1.

De acuerdo con la Instrucción, las clotoides contiguas a una alineación circular deberán ser simétricas siempre que sea posible, premisa que también se cumple.

7.1.3.5 Transición del peralte

En cuanto a la transición del peralte entre curva y recta, se aplican en general los contenidos en la Instrucción, con los siguientes criterios globales:

- La transición del peralte se realiza normalmente a lo largo de la curva de transición y en dos tramos, uno desde el punto de inflexión de la clotoide al 2% en una longitud máxima de 40 m, y el resto en la propia curva de transición aumentando linealmente. De manera excepcional y para que la transición del peralte no se produjera dentro del viaducto del Ricobayo, dicho cambio de peralte se ha realizado en su totalidad en la curva de transición.
- Donde la calzada lleve bombeo en alineación recta, el desvanecimiento del mismo se realiza en la propia alineación recta, en una longitud máxima de 40 m.
- En aquellas zonas donde la línea de máxima pendiente de la sección transversal esté por debajo del 0,5%, mínimo adoptado para un buen drenaje superficial de la calzada, se diseña la clásica "pajarita" paso del 0% al 2% de peralte en una longitud de 40 m.
- En todo momento se cumple que la variación máxima de pendiente transversal es del 4% por segundo para la velocidad específica de la curva circular asociada al radio menor, al disponerse de longitudes superiores de las curvas de transición diseñadas a las mínimas obtenidas como resultado de aplicar el criterio anterior.

7.1.4 Trazado en alzado

En este apartado se analizarán los siguientes aspectos:

- Inclinação de la rasante.
- Acuerdos verticales.

Como comentamos con anterioridad los listados correspondientes a estas comprobaciones se recogen en el **Anejo nº8.- Trazado Geométrico**.

7.1.4.1 Inclinação de las rasantes

De acuerdo con la Instrucción de Carreteras, los valores máximos de rampas y pendientes en función de la velocidad de proyecto son, (entre otros) los siguientes:

V _p (km/h)	Rampa (%)	Pendiente (%)
120	4	5
100	4	5
80	5	6

Los valores podrán incrementarse en uno por ciento (1%) en casos suficientemente justificados, y previa realización de un estudio económico de los costes de explotación.

En el caso de que las calzadas se sitúen al mismo nivel, los valores máximos de la rasante, serán los indicados para rampa.

El valor mínimo de la inclinación de la rasante no será inferior a cinco décimas por ciento (0,2%). La inclinación de la línea de máxima pendiente en cualquier punto de la plataforma no será menor que cinco décimas por ciento (0,5%).

Salvo justificación en contrario, no se proyectarán longitudes de rampas o pendientes cuyo recorrido, a la velocidad de proyecto, sea inferior en diez segundos (dicha longitud se medirá entre vértices sucesivos).

En el **Anejo nº8.- Trazado Geométrico**, se adjunta para el tronco de la autovía una tabla donde se reflejan los datos anteriormente comentados y se contrastan con los de la Normativa.

7.1.4.2 Acuerdos verticales

7.1.4.2.1 Parámetros mínimos

La siguiente tabla resume los parámetros mínimos y deseables de acuerdos verticales indicados por la “Instrucción de carreteras. Normas 3.1 –IC”

V _p (km/h)	Mínimo		Deseable	
	K _v convexo (m)	K _v cóncavo (m)	K _v convexo (m)	K _v cóncavo (m)
120	15276	6685	30780	9801
100	7125	4348	15276	6685
80	3050	2636	7125	4348
60	1085	1374	3050	2636
40	303	568	1085	1374

En el **Anejo nº8.- Trazado Geométrico**, se incluyen para el tronco de la autovía una tabla en las que se comparan los valores definidos en el trazado propuesto con los mínimos y deseables para la velocidad de proyecto prevista.

7.1.4.2.2 Consideraciones estéticas

Deberá verificarse que la longitud de la curva de acuerdo cumpla la condición $L \geq V_p$.

La norma 3.1 IC establece: Cuando la longitud de la curva de acuerdo $L = K_v \cdot \theta$, obtenida para el valor del parámetro tomado de la tabla 5.1 de la 3.1 IC, sea inferior a V_p , se determinará el valor K_v por la condición $K_v \geq V_p / \theta$.

En el **Anejo nº8.- Trazado Geométrico**, se incluye para el tronco de la autovía una tabla donde se analiza este criterio.

7.1.4.3 Gálibos

En lo referente a los gálibos de los diferentes elementos que constituyen el proyecto, en todo momento se respetan los gálibos establecidos en la norma 3.1 IC. Trazado. Dichos gálibos pueden ser consultados en los planos correspondientes a cada una de las estructuras.

7.1.5 Coordinación de los trazados en planta y alzado

Los trazados en planta y alzado están coordinados de forma que el usuario pueda circular de manera cómoda y segura. Concretamente se ha intentado evitar que se produzcan pérdidas de trazado, siendo éstas el efecto que sucede cuando un conductor puede ver, en un determinado instante, dos tramos de carretera, pero no puede ver otro situado entre los dos anteriores.

Una adecuada coordinación entre el trazado en planta y en alzado mejora el aspecto estético de la vía, así como la comodidad y seguridad del usuario, se mejora la perspectiva y se facilita el guiado óptico.

En el apartado 6 “Coordinación de los trazados en planta y alzado” de la Instrucción 3.1 IC, se establece una serie de aspectos a cumplir que deberán ser analizados y/o justificados en caso de incumplimiento en el documento de trazado que se presente, punto por punto.

En el desarrollo del presente proyecto se ha tenido en cuenta este punto de la instrucción y se han evitado aquellas situaciones que pudieran dar lugar a la pérdida del trazado por parte del conductor.

7.1.6 Secciones transversales

Cumplirán en todo momento con lo establecido en la norma 3.1.IC.

7.1.6.1 Tronco Principal

La sección transversal define la posición de los diferentes elementos de la plataforma y, por tanto, acaba de definir totalmente el trazado.

La definición de la sección transversal debe tener en consideración varias condiciones, como la capacidad de la vía, el coste que ocasiona las expropiaciones, su construcción y

conservación y finalmente el coste de la explotación, que redundan tanto en la fluidez como en la seguridad de circulación.

En una sección transversal, los elementos constitutivos que la forman son los carriles, los arcenes y las bermas. Sus dimensiones se han ajustado a los criterios de diseño recogidos en la Instrucción de Carreteras 3.1-IC de Trazado, de 27 de diciembre de 1999.

Para el nuevo tronco de autovía A-66 entre Fontanillas de Castro y Zamora se proyectan dos calzadas independientes, una para cada sentido de circulación, con dos carriles de 3,50 m de ancho.

Para los arcenes exteriores se ha adoptado un ancho de 2,50 m, que actúa como resguardo de seguridad, aminorando la gravedad de los accidentes con salida de la calzada, como estacionamiento ocasional de vehículos averiados y para la circulación reservada a vehículos de servicio (ambulancias, policía y otros) en situaciones extremas de congestión.

Para los arcenes interiores se ha adoptado un ancho de 1,00 m, dado que este arcén únicamente tiene una función de resguardo de seguridad, además de ser el ancho de arcén dado en la Instrucción 3.1-IC.Trazado, para una velocidad de proyecto de 120 km/h.

La pendiente transversal en los arcenes de las curvas circulares coincide con el peralte de la curva cualquiera que sea el valor utilizado, y en recta coincidirá con el bombeo de la calzada.

Se han dispuesto bermas de 1,10 m de ancho, en los desmontes y 1,10 m en terraplenes. Estos elementos, junto con los arcenes, contribuyen a la resistencia estructural del firme de la calzada en su borde, mejoran la seguridad de circulación, permiten la ubicación de ciertos elementos de la carretera como son las barreras de seguridad, hitos de arista, señales, etc. y, en caso extremo, sirven de detención ocasional de vehículos.

En recta y en curva la pendiente transversal de las bermas es de un 4% hacia el exterior de la plataforma. Cuando el peralte supere el 4% en la berma del lado interior de la curva, la pendiente transversal coincidirá con el peralte, manteniéndose el 4% hacia fuera en el lado exterior de la curva.

Esta autovía presenta varias secciones cuyos terraplenes y desmontes se adaptarán a lo indicado en los trabajos de Geología y Geotecnia.

Los desmontes presentaran la siguiente tramificación:

TALUDES DE DESMONTE				
TRAMO	BORDE IZQUIERDO		BORDE DERECHO	
	H	V	H	V
0+000 - 4+100	3	2	3	2
4+120 - 4+180	4	3	1	2
4+200 - 16+900	3	2	3	2

Los terraplenes se ejecutarán con un talud 3H: 2V.

7.1.6.2 Ramales de enlaces, área de descanso y glorietas.

La sección tipo de los ramales unidireccionales está formada por una calzada de 4,00 m + sobreebancho, arcén exterior de 2,50 m, arcén interior de 1,00 m, bermas de 1,10 m en desmonte y 1,10 m en terraplén y cunetas de seguridad de 2,80 m, con taludes 6H/1V en ambos lados y una berma de despeje de 0,5 m, siguiendo el criterio establecido en el tronco.

La sección tipo de los ramales bidireccionales está formada por dos carriles de 3,50 m + sobreebancho, arcenes de 1,50 m, bermas de 1,30 m en desmonte y 1,30 m en terraplén, cuneta con anchura de 1,20 m, con taludes 2H/1V en ambos lados, profundidad de 0,30 m y situada a partir del desagüe de la subrasante, como en los casos anteriores.

La sección tipo de las glorietas está formada por una calzada anular de 8,00 m, arcén exterior de 1,00 m, arcén interior de 0,50 m, bermas de 1,00 m y cunetas de seguridad colgada de la subrasante de 2,80 m, con taludes 6H/1V en ambos lados y una berma de despeje de 0,5 m, siguiendo el criterio establecido en el tronco, para la glorieta 2 Enlace N-631 y glorieta 1 y 2 del Enlace de Montamarta. En las glorieta 1 del enlace N-631 y glorieta 3 del enlace de Montamarta se han diseñado con mismos anchos de plataforma pero con cuneta profunda colgada desde la subrasante con anchura de 1,20 m, con taludes 2H/1V en ambos lados y profundidad de 0,30 m.

7.1.6.3 Reposiciones de carreteras y caminos agrícolas.

La sección tipo de la reposición de la carretera N-630 y N-631 está formada por dos carriles de 3,50 m, arcenes de 1,50 m, berma de 1,30 m en desmonte y 1,30 m en terraplén y con cuneta profunda colgada desde la subrasante con anchura de 1,20 m, con taludes 2H/1V en ambos lados y profundidad de 0,30 m.

La sección tipo de la reposición de la carretera ZA-2312 está formada por dos carriles de 3,00 m, arcenes de 0,50 m, berma de 1,30 m en desmonte y 1,30 m en terraplén con cuneta profunda colgada desde la subrasante con anchura de 1,20 m, con taludes 2H/1V en ambos lados y profundidad de 0,30 m.

La sección tipo de la reposición Ctra Local 14.5 está formada por dos carriles de 3,50 m, arcenes de 1,50 m, berma de 1,30 m en desmonte y 1,30 m en terraplén con cuneta profunda colgada desde la subrasante con anchura de 1,20 m, con taludes 2H/1V en ambos lados y profundidad de 0,30 m.

En la reposición de caminos agrícolas se dispone una sección formada por dos carriles de 2,50 m y cuneta triangular, con taludes 3H/2V y 0,30 m de profundidad colgada de la subrasante.

7.1.7 Análisis de los elementos del enlace

Uno de los puntos más críticos respecto a la seguridad vial en una autovía lo constituyen los enlaces principalmente en los puntos de entrada y salida.

En este proyecto se han tratado de cumplir los siguientes principios en el diseño de enlaces:

- Ser claramente perceptible desde todos los accesos para permitir una segura adaptación de la velocidad y la selección del carril necesario.
- Ser simple y claramente comprensible
- Ser accesible
- Favorecer en la medida de lo posible la reducción de las velocidades y evitar los ángulos conflictivos entre las trayectorias de los vehículos.

En el **Anejo nº 8.- Trazado Geométrico** se incluye el estudio de los cuatro enlaces y la área de descanso, tanto de la geometría de los ramales como los croquis relacionados de cada ramal y las tablas asociadas donde se recogen tanto los anchos de ramal, longitudes cuña, longitudes de aceleración y deceleración, correspondencia de P.K. de tronco y narices y cuñas de ramal, etc.

Todas las conexiones entre viales se hacen a través de carriles de cambio de velocidad de tipo paralelo.

A continuación se estudia el cumplimiento de las distancias a las secciones especiales que marca la Norma en el apartado 7.4.5 Distancias de seguridad.

Los carriles de cambio de velocidad recogidos en el presente proyecto no dan lugar a ninguna vía colectora-distribuidora y no provocan ningún incumplimiento de norma sobre distancias de seguridad entre entradas y salidas consecutivas de ramales de enlace ya que la distancia entre enlaces es superior a los 1200 m. Se adjunta tabla con los puntos kilométricos de los enlaces proyectados al tronco.

Descripción	PK REFERENCIA.
Enlace 1 de Fontanillas	0+000
Enlace 2 N-630/N631	4+420
Enlace 3 de Montamarta	10+730
Area de descanso	13+600
Enlace 4 de Zamora Norte	17+000

7.1.8 Estudio de velocidades.

En el Anejo nº8.- Trazado, se incluye para el tronco de la autovía un estudio de velocidades en los dos sentidos de circulación para un vehículo ligero y para un vehículo pesado, mediante el programa de trazado Istram/Ispol, y a partir de los siguientes datos:

- Vehículo pesado según la Instrucción de Carreteras 3.1-IC.

- Automóvil (Seat Ibiza SXi 100CV).

- Características según la Instrucción de Carreteras 3.1-IC, que relaciona los radios con velocidades específicas.

- Pendiente diseñada en el eje principal.

- PK inicial y final y equidistancias.

- Tiempo y velocidad inicial.

Como conclusión del estudio de velocidades se puede decir que la velocidad del tramo es armónica y homogénea tanto para vehículos ligeros como para vehículos pesados, al no existir diferencias apreciables entre las velocidades de operación de los elementos geométricos consecutivos.

7.1.9 Estudio de visibilidad

Para una autovía sólo es preciso estudiar la visibilidad de parada pues, en los adelantamientos, no se precisa estar atento a los vehículos que circulan en dirección contraria, ni tampoco existen cruces a nivel que obliguen a estudiar la visibilidad en ese caso.

En este apartado se va a realizar un estudio de visibilidad en el que se analicen los siguientes aspectos:

- Visibilidad de parada.

Los listados correspondientes a este estudio de visibilidad de parada se recogen en el **Anejo nº 8.- Trazado Geométrico**. En este estudio se tienen en cuenta los dos carriles por calzadas de circulación y por sentido de circulación.

En mediana se ha supuesto la barrera de seguridad doble como obstáculo para la visibilidad. Dicha barrera se situará en la berma de la margen contraria, por lo que la distancia disponible hasta el obstáculo será 1,0 m de arcén al que hay que añadir más de 8,0 m de mediana con taludes 6H/1V, es decir, será superior a los 9,0 m, por lo que se dispone de distancia de visibilidad de parada, ya que ningún despeje necesario supera los 3,15 m. En aquellas estructuras que tengan pila de apoyo en mediana, se considera que hay distancia disponible de 4,0 m, suma de un 1,0 m de arcén más 5,0 m de media

mediana menos 0,5 m de semipila y menos 1,5 m de anchura de trabajo de la barrera, es decir 4,0 m que es mayor a los 3,15 m de despeje necesario para velocidad de 120 km/h. En definitiva no hay que aumentar el ancho de la mediana.

En desmonte dado que el conjunto de arcén, berma exterior y ancho de cuneta colgada desde la subrasante es superior a los 9,00 m, la distancia de visibilidad en planta en curvas cuyo despeje necesario obtenido esté por debajo de 9,00 m, está asegurada en zona de desmonte.

En terraplén, está asegurada la visibilidad en aquellos tramos en los que el despeje sea menor de 2,50 m. En aquellos tramos en los que no se disponga de esta distancia lateral será necesaria la ejecución de despejes laterales. Existen dos deficiencias de visibilidad para velocidad de 120 km/h que se presentan a continuación, un primer punto de la vía en el sentido Fontanillas de Castro - Zamora, borde derecho, situado entre los pks 2+339 al 3+675 donde se requiere para una distancia de parada de 258,2 m y de 3,39 m de despeje. El despeje en este punto será de 0,90 m de esta manera la $F(\text{disp.})$ será de 3,40 m. El segundo punto con déficit de visibilidad se presenta en el sentido Zamora – Fontanillas de Castro, borde derecho, entre los pks 3+675 y 5+224 donde se requiere para una distancia de parada de 266,64 m y de 3,72 m de despeje. El despeje en este punto será de 1,25 m de esta manera la $F(\text{disp.})$ será de 3,75 m.

Como resultado del estudio de visibilidades se desprende la conclusión de que a lo largo de todo el recorrido de la autovía, y para ambas calzadas, se dispone de distancia de visibilidad de parada suficiente para la velocidad de proyecto de 120 km/h.

Para mejorar la visibilidad del tronco en aquellos puntos en que los despejes laterales eran posibles sin afecciones a terceros y grandes sobrecostes se ha podido subir la visibilidad de parada del proyecto a 130 km/h, los puntos críticos para velocidad de 130 km/h. son los mismos que para velocidad 120 km/h y no han aparecido nuevos puntos. En el primer punto de la vía en el sentido Fontanillas de Castro - Zamora, borde derecho, situado entre los pks 2+339 al 3+675 donde se requiere para una distancia de parada de 308,16 m y de 5,347 m de despeje. El despeje en este punto para velocidad de 130 km/h no es posible ya que se afecta al dominio público hidráulico del embalse de Ricobayo. El segundo punto con déficit de visibilidad se presenta en el sentido Zamora – Fontanillas de Castro, borde derecho, entre los pks 3+675 y 5+224 donde para velocidad 130 km/h se requiere para una distancia de parada de 319,11m y de 5,97 m de despeje. El despeje en este punto será de 3,50 m de esta manera la $F(\text{disp.})$ será de 6,00 m.

En base a este estudio de visibilidad se realizará la señalización para garantizar una correcta seguridad vial del tramo.

Visibilidad de parada en ramales de enlace y reposiciones de carreteras.

Se ha incluida en el proyecto, Anejo nº8. Trazado geométrico, el análisis de las distancias de visibilidad de parada para los ramales y reposiciones de carreteras conforme a la normativa vigente.

Visibilidad de cruce en intersecciones y accesos a carreteras.

Se ha incluido igualmente el estudio de la distancia disponible para la maniobra de cruce en las intersecciones y accesos a carreteras

Visibilidad de adelantamiento.

Se ha incluido en el citado anejo, el estudio de la visibilidad de adelantamiento en la reposición de la carretera N-630 proyectada.

7.2 PAVIMENTOS

De acuerdo con la Instrucción 6.1.-I.C. de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento, los factores de dimensionamiento serán la intensidad media diaria de vehículos pesados y el tipo de explanada sobre la que vaya a asentarse tal y como puede comprobarse en el **Anejo nº 10.- Firmes y Pavimentos** del presente proyecto.

En el catálogo de Secciones de Firme de la Instrucción 6.1.- I.C se exponen las distintas secciones en función de las categorías de explanada y tráfico pesado.

A continuación se indica la sección de firme adoptada para cada uno de los ejes del proyecto, para seguidamente describir la constitución de cada una de las mismas:

TRONCO	
Tronco Autovía A-66	232

ENLACE 1: ENLACE N-630 (FONTANILLAS)	
Ramal Salida de la A-66 desde Zamora a Fontanillas	4232
Ramal Entrada a la A-66 hacia Zamora desde Fontanillas	4232

ENLACE 2: ENLACE N-630/631	
Ramal Salida de la A-66 desde Zamora a N-630/N-631	232
Ramal Entrada a la A-66 hacia Benavente desde N-630/N-631	4232
Ramal Salida de la A-66 desde Benavente a N-630/N-631	4232
Ramal Entrada a la A-66 hacia Zamora desde N-630/N-631	232
Conexión glorietas margen derecha e izquierda	232
Carretera a San Cebrián de Castro	4232
Carretera N-630	3132
Carretera N-631	232
Glorietas	232

ENLACE 3: ENLACE N-630 (MONTAMARTA)	
Ramal Salida de la A-66 desde Zamora a Montamarta	4132
Ramal Entrada a la A-66 hacia Benavente desde Montamarta	4132
Ramal Salida de la A-66 desde Benavente a Montamarta	4132
Ramal Entrada a la A-66 hacia Zamora desde Montamarta	4132

ENLACE 3: ENLACE N-630 (MONTAMARTA)	
Conexión glorietas margen derecha e izquierda	4132
Carretera a Molacillos	4132
Conexión glorietas entre la A-66 y la N-630	3232
N-630	3132
Glorieta margen derecha	4132
Glorieta margen izquierda	3232
Glorieta Montamarta	3232

ÁREA DE DESCANSO EN PK 13+500	
Carriles de cambio de velocidad	232
Área y viales internos	3132

VARIANTES DE CARRETERAS	
Variante de Carretera ZA-2312	3232
Variante de Carretera local pk 14+5	4232

7.2.1 Tronco

Sección tipo: 232 15 MB + 20 SC

Calzada y arcén interior.

- Capa de rodadura: 3 cm de mezcla bituminosa discontinua en caliente tipo BBTM 11B, con dotación de 60 kg/m². Tipo de betún PMB 45/80-60. Relación filler / betún 1,2.
- Riego de adherencia: emulsión bituminosa modificada con polímeros tipo C60BP4 ADH, con una dotación de 439 g/m² que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 250 g/m².

- Capa intermedia: 5 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 bin S. Tipo de betún B50/70. Relación filler / betún 1,1.
- Riego de adherencia: emulsión bituminosa tipo C60B4 ADH, con una dotación de 351 g/m² que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 200 g/m²
- Base bituminosa: 7 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC32 base G. Tipo de betún B50/70. Relación filler / betún 1,0.
- Riego adherencia: emulsión bituminosa tipo C60B4 ADH, con una dotación de 351 g/m² que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 200 g/m²
- Riego de curado: emulsión bituminosa tipo C60B4 CUR, con una dotación de 526 g/m², que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 300 g/m²
- Base tratada con cemento: 20 cm de suelo-cemento tipo SC-40
- Explanada Tipo E-3

Arcén exterior.

- Capa de rodadura: 3 cm de mezcla bituminosa discontinua en caliente tipo BBTM 11B, con dotación de 60 kg/m². Tipo de betún PMB 45/80-60. Relación filler / betún 1,2..
- Riego de adherencia: emulsión bituminosa modificada con polímeros tipo C60BP4 ADH, con dotación de ligante residual superior a 250 g/m²
- Capa intermedia: 5 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 bin S. Tipo de betún B50/70. Relación filler / betún 1,1.
- Riego adherencia: emulsión bituminosa tipo C60B4 ADH, con una dotación de 351 g/m² que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 200 g/m²

- Riego de curado: emulsión bituminosa tipo C60B4 CUR, con una dotación de 526 g/m², que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 300 g/m²
- Base tratada con cemento: 27 cm de suelo-cemento tipo SC-40.
Pre-fisurado con espaciamiento de 3 m
- Explanada Tipo E-3

Las principales características de las distintas mezclas bituminosas serán:

CAPA	MEZCLA	DENSIDAD (t/m3)	% BETÚN
Rodadura	BBTM 11B PMB 45/80-60	2,00	4,75
Intermedia	AC22 bin B50/70 S	2,45	4,00
Base	AC32 base B50/70 G	2,40	3,65

7.2.2 N-630

Sección tipo: 3132 12 MB + 22 SC

Calzada y arcén menor de 1,25 m

- Capa de rodadura: 5 cm de mezcla bituminosa caliente tipo AC16 surf D. Tipo de betún B50/70. Relación filler / betún 1,2.
- Riego de adherencia: emulsión bituminosa tipo C60B4 ADH, con una dotación de 351 g/m² que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 200 g/m².
- Capa intermedia: 7 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 bin S. Tipo de betún B50/70. Relación filler / betún 1,1.
- Riego adherencia: emulsión bituminosa tipo C60B4 ADH, con una dotación de 351 g/m² que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 200 g/m².

- Riego de curado: emulsión bituminosa tipo C60B4 CUR, con una dotación de 526 g/m², que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 300 g/m².

- Base tratada con cemento: 20 cm de suelo-cemento tipo SC-40

- Explanada Tipo E-3

Arcén mayor de 1,25 m

- Capa de rodadura: 5 cm de mezcla bituminosa caliente tipo AC16 surf D. Tipo de betún B50/70. Relación filler / betún 1,2.

- Riego adherencia: emulsión bituminosa tipo C60B4 ADH, con una dotación de 351 g/m² que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 200 g/m².

- Riego de curado: emulsión bituminosa tipo C60B4 CUR, con una dotación de 526 g/m², que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 300 g/m².

- Base tratada con cemento: 29 cm de suelo-cemento tipo SC-40.

- Explanada Tipo E-3

Las principales características de las distintas mezclas bituminosas serán:

CAPA	MEZCLA	DENSIDAD (t/m3)	% BETÚN
Rodadura	AC16 surf B50/70 D	2,45	4,50
Intermedia	AC22 bin B50/70 S	2,45	4,00

7.2.3 Enlaces

Para los ramales, glorietas de enlace y variantes de carretera, se proponen secciones con la base bituminosa y sub-base de suelo cemento, siguiendo el mismo criterio utilizado en el tronco.

La capa de rodadura será de mezcla bituminosa en caliente.

Sección tipo: 232* 15 MB + 20 SC

Calzada y arcén menor de 1,25 m

- Capa de rodadura: 5 cm de mezcla bituminosa caliente tipo AC16 surf D. Tipo de betún B50/70. Relación filler / betún 1,2.

- Riego de adherencia: emulsión bituminosa tipo C60B4 ADH, con una dotación de 351 g/m², que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 200 g/m².

- Capa intermedia: 10 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 bin S. Tipo de betún B50/70. Relación filler / betún 1,1.

- Riego adherencia: emulsión bituminosa tipo C60B4 ADH, con una dotación de 351 g/m², que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 200 g/m².

- Riego de curado: emulsión bituminosa tipo C60B4 CUR, con una dotación de 526 g/m², que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 300 g/m².

- Base tratada con cemento: 20 cm de suelo-cemento tipo SC-40.

- Explanada Tipo E-3

Arcén mayor de 1,25 m

- Capa de rodadura: 5 cm de mezcla bituminosa caliente tipo AC16 surf D. Tipo de betún B50/70. Relación filler / betún 1,2.

- Riego adherencia: emulsión bituminosa tipo C60B4 ADH, con una dotación de 351 g/m² que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 200 g/m².

- Riego de curado: emulsión bituminosa tipo C60B4 CUR, con una dotación de 526 g/m², que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 300 g/m².

- Base tratada con cemento: 30 cm de suelo-cemento tipo SC-40.
- Explanada Tipo E-3

Las principales características de las distintas mezclas bituminosas serán:

CAPA	MEZCLA	DENSIDAD (t/m ³)	% BETÚN
Rodadura	AC16 surf B50/70 D	2,45	4,50
Intermedia	AC22 bin B50/70 S	2,45	4,00

Sección tipo: 3132 12 MB + 22 SC

Calzada y arcén menor de 1,25 m

- Capa de rodadura: 5 cm de mezcla bituminosa caliente tipo AC16 surf D. Tipo de betún B50/70. Relación filler / betún 1,2.
- Riego de adherencia: emulsión bituminosa tipo C60B4 ADH, con una dotación de 351 g/m², que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 200 g/m².
- Capa intermedia: 7 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 bin S. Tipo de betún B50/70. Relación filler / betún 1,1.
- Riego adherencia: emulsión bituminosa tipo C60B4 ADH, con una dotación de 351 g/m², que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 200 g/m².
- Riego de curado: emulsión bituminosa tipo C60B4 CUR, con una dotación de 526 g/m², que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 300 g/m².
- Base tratada con cemento: 22 cm de suelo-cemento tipo SC-40.
- Explanada Tipo E-3

Arcén mayor de 1,25 m

- Capa de rodadura: 5 cm de mezcla bituminosa caliente tipo AC16 surf D. Tipo de betún B50/70. Relación filler / betún 1,2.
- Riego adherencia: emulsión bituminosa tipo C60B4 ADH, con una dotación de 351 g/m² que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 200 g/m².
- Riego de curado: emulsión bituminosa tipo C60B4 CUR, con una dotación de 526 g/m², que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 300 g/m².
- Base tratada con cemento: 29 cm de suelo-cemento tipo SC-40.
- Explanada Tipo E-3

Las principales características de las distintas mezclas bituminosas serán:

CAPA	MEZCLA	DENSIDAD (t/m ³)	% BETÚN
Rodadura	AC16 surf B50/70 D	2,45	4,50
Intermedia	AC22 bin B50/70 S	2,45	4,00

Sección tipo: 3232 10 MB + 22 SC

En calzada y arcén menor de 1,25 m.

- Capa de rodadura: 5 cm de mezcla bituminosa caliente tipo AC16 surf D. Tipo de betún B50/70. Relación filler / betún 1,2.
- Riego de adherencia: emulsión bituminosa tipo C60B4 ADH, con una dotación de 351 g/m² que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 200 g/m².
- Capa intermedia: 5 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 bin S. Tipo de betún B50/70. Relación filler / betún 1,1.

- Riego adherencia: emulsión bituminosa tipo C60B4 ADH, con una dotación de 351 g/m² que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 200 g/m².
- Riego de curado: emulsión bituminosa tipo C60B4 CUR, con una dotación de 526 g/m², que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 300 g/m².
- Base tratada con cemento: 22 cm de suelo-cemento tipo SC-40.
- Explanada Tipo E-3

Arcén mayor de 1,25 m.

- Capa de rodadura: 5 cm de mezcla bituminosa caliente tipo AC16 surf D. Tipo de betún B50/70. Relación filler / betún 1,2.
- Riego adherencia: emulsión bituminosa tipo C60B4 ADH, con una dotación de 351 g/m² que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 200 g/m².
- Riego de curado: emulsión bituminosa tipo C60B4 CUR, con una dotación de 526 g/m², que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 300 g/m².
- Base tratada con cemento: 27 cm de suelo-cemento tipo SC-40.
- Explanada Tipo E-3

Las principales características de las distintas mezclas bituminosas serán:

CAPA	MEZCLA	DENSIDAD (t/m3)	% BETÚN
Rodadura	AC16 surf B50/70 D	2,45	4,50
Intermedia	AC22 bin B50/70 S	2,45	4,00

Sección tipo: 4132 8 MB + 20 SC

En calzada y arcenes (incluso mayores de 1,25 m)

- Capa de rodadura: 8 cm de mezcla bituminosa caliente tipo AC22 surf S. Tipo de betún B50/70. Relación filler / betún 1,2.
- Riego adherencia: emulsión bituminosa tipo C60B4 ADH, con una dotación de 351 g/m² que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 200 g/m².
- Riego de curado: emulsión bituminosa tipo C60B4 CUR, con una dotación de 526 g/m², que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 300 g/m².
- Base tratada con cemento: 20 cm de suelo-cemento tipo SC-40.
- Explanada Tipo E-3

Las principales características de las distintas mezclas bituminosas serán:

CAPA	MEZCLA	DENSIDAD (t/m3)	% BETÚN
Rodadura	AC22 bin B50/70 S	2,45	4,50

Sección tipo: 4232 5 MB + 20 SC

En calzada y arcenes.

- Capa de rodadura: 5 cm de mezcla bituminosa caliente tipo AC16 surf D. Tipo de betún B50/70. Relación filler / betún 1,2.
- Riego adherencia: emulsión bituminosa tipo C60B4 ADH, con una dotación de 351 g/m² que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 200 g/m².
- Riego de curado: emulsión bituminosa tipo C60B4 CUR, con una dotación de 526 g/m², que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 300 g/m².
- Base tratada con cemento: 20 cm de suelo-cemento tipo SC-40

Las principales características de las distintas mezclas bituminosas serán:

CAPA	MEZCLA	DENSIDAD (t/m3)	% BETÚN
Rodadura	AC16 surf B50/70 D	2,45	4,50

7.2.4 Reposición de carreteras

Sección tipo: 3232 10 MB + 22 SC

En calzada y arcén menor de 1,25 m.

- Capa de rodadura: 5 cm de mezcla bituminosa caliente tipo AC16 surf D. Tipo de betún B50/70. Relación filler / betún 1,2.
- Riego de adherencia: emulsión bituminosa tipo C60B4 ADH, con una dotación de 351 g/m² que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 200 g/m².
- Capa intermedia: 5 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 bin S. Tipo de betún B50/70. Relación filler / betún 1,1.
- Riego adherencia: emulsión bituminosa tipo C60B4 ADH, con una dotación de 351 g/m² que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 200 g/m².
- Riego de curado: emulsión bituminosa tipo C60B4 CUR, con una dotación de 526 g/m², que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 300 g/m².
- Base tratada con cemento: 22 cm de suelo-cemento tipo SC-40.
- Explanada Tipo E-3

Arcén mayor de 1,25 m.

- Capa de rodadura: 5 cm de mezcla bituminosa caliente tipo AC16 surf D. Tipo de betún B50/70. Relación filler / betún 1,2.
- Riego adherencia: emulsión bituminosa tipo C60B4 ADH, con una dotación de 351 g/m² que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 200 g/m².
- Riego de curado: emulsión bituminosa tipo C60B4 CUR, con una dotación de 526 g/m², que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 300 g/m².
- Base tratada con cemento: 27 cm de suelo-cemento tipo SC-40.
- Explanada Tipo E-3

Las principales características de las distintas mezclas bituminosas serán:

CAPA	MEZCLA	DENSIDAD (t/m3)	% BETÚN
Rodadura	AC16 surf B50/70 D	2,45	4,50
Intermedia	AC22 bin B50/70 S	2,45	4,00

Sección tipo: 4232 5 MB + 20 SC

En calzada y arcenes.

- Capa de rodadura: 5 cm de mezcla bituminosa caliente tipo AC16 surf D. Tipo de betún B50/70. Relación filler / betún 1,2.
- Riego adherencia: emulsión bituminosa tipo C60B4 ADH, con una dotación de 351 g/m² que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 200 g/m².

- Riego de curado: emulsión bituminosa tipo C60B4 CUR, con una dotación de 526 g/m², que deberá proporcionar una dotación de ligante residual superior a 300 g/m².
- Base tratada con cemento: 20 cm de suelo-cemento tipo SC-40

Las principales características de las distintas mezclas bituminosas serán:

CAPA	MEZCLA	DENSIDAD (t/m3)	% BETÚN
Rodadura	AC16 surf B50/70 D	2,45	4,50

7.2.5 Caminos

Los caminos estarán compuestos por 15 cm de S-EST1 sobre 30 cm de suelo adecuado, según la *O.M. 16 de diciembre de 1997 por la que se regulan los accesos a las carreteras del Estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios*. Sobre el S-EST1 se extenderá un riego de curado y un simple tratamiento superficial.

7.3 DRENAJE

En cuanto al drenaje longitudinal se cumple lo indicado en la norma 5.2.I.C. En cuanto a las dimensiones de la cuneta se ha adoptado una cuneta triangular de seguridad para las zonas de desmonte de 2,80 m de ancho y 0,233 m de profundidad, con taludes 6H/1V en ambos lados y una berma de despeje de 0,5 m. Dicha cuneta se sitúa a partir del desagüe de la subrasante de esta manera el posible desagüe de la subrasante es recogido por la cuneta sin necesidad de subdren.

En la mediana se ha proyectado una cuneta de 8 m de anchura con taludes 6H/1V siendo la parte hormigonada los 2 metros centrales.

Se ha definido el trazado de manera que se evita la formación de charcos o acumulaciones de agua sobre el pavimento debido a falta de pendiente longitudinal o transversal. Se han adoptado las siguientes precauciones:

- Se ha evitado el empleo de curvas de transición excesivamente largas, de acuerdo con la Norma 3.1-IC.

- Se ha comprobado que la zona con inclinación transversal inferior al 0,5% no coincide con una inclinación longitudinal de la rasante también inferior al 0,5% (especialmente en los puntos bajos de los acuerdos verticales cóncavos)

En el drenaje subterráneo se ha seguido las recomendaciones para el proyecto y construcción del drenaje subterráneo en obras de carretera (O.C. 17/03).

Se realiza un estudio para asegurar que las cunetas definidas en proyecto así como las obras de drenaje transversal son capaces de desaguar el caudal producido, estas últimas siguiendo las directrices de la Nota informativa sobre pequeñas obras de drenaje transversal (26-10-90).

Finalmente se colocan cunetas de guarda y cunetas de pie de terraplén para una correcta evacuación de las aguas.

Todos estos cálculos así como las dimensiones de las cunetas y resto de elementos de drenaje se especifican en los **Anejos nº 4.- Climatología e Hidrología y nº 11 Drenaje**.

7.4 TRATAMIENTO DE MÁRGENES

Una parte importante de la seguridad que ofrecen al conductor las características técnicas de las carreteras con calzadas separadas, reside en los detalles de terminación y acabado que suponen los elementos e instalaciones de protección. Estos dispositivos son aquellos que en caso de accidente o emergencia impiden al vehículo salirse fuera de la pista y le ayudan a reducir las consecuencias nocivas de esta situación.

Los elementos de defensa, se diseñan tanto la margen interior como el exterior de la calzada conforme a lo establecido en la normativa vigente.

Los sistemas de defensas a instalar corresponderán con los siguientes tipos:

- **Borde de calzada y protección de carteles laterales**

En aquellos casos con secciones en terraplén, se detecta nivel de gravedad de accidente normal y se ha elegido una barrera de seguridad de contención normal, ya que la pendiente del talud es de 3 H – 2 V. En las zonas con sección en desmonte la cuneta proyectada tiene perfil de seguridad y talud 6 H – 1 V, de tal forma que en estos casos no se ha proyectado barrera de seguridad.

Los sistemas proyectados para esta situación son:

- **Sistema tipo 4**

Esta es una barrera metálica simple, clase de contención NORMAL, clase y nivel de contención Normal/N2, ancho de trabajo W4, deflexión dinámica $\leq 1,1$ m, e índice de severidad A, con postes tipo C. Se instalará en el tronco de la autovía, ramales y carreteras de única sentido.

- **Sistema tipo 5**

Esta es una barrera metálica simple, clase de contención NORMAL, clase y nivel de contención Normal/N2, ancho de trabajo W4 deflexión dinámica $\leq 1,30$ m e índice de severidad A, con poste tubular. Se instalará en carreteras de doble sentido.

• **Mediana**

De acuerdo con la O.C. 28/2009 se establece un riesgo de accidente grave por lo que se debe de instalar barrera en mediana, debido a que las calzadas o carreteras paralelas se consideran como un obstáculo o situación potencial de riesgo, por ser la distancia entre sus líneas blancas inferior a la que prescribe la Tabla 1 de la O.C. 28/2009 para dejar de ser considerado como accidente grave. En el presente proyecto, por indicación de la Dirección del mismo, se ha optado por un nivel de contención H2.

- **Sistema tipo 9**

Es una barrera metálica doble, que se coloca, en general, en el lado de la mediana. La clase y nivel de contención es Alta/ H2, el ancho de trabajo es W6, la deflexión dinámica es $\leq 1,6$ m y el índice de severidad es A, con poste tubular.

• **Barrera en protección de banderolas , pórticos, pilas, estribos y pretilos en autovía**

Los elementos de sustentación de las banderolas situadas sobre la propia autovía, corresponden con un obstáculo muy próximo a la calzada cuyo choque provocaría un accidente grave por caer elementos pesados a la calzada, por lo cual se elige un sistema de barrera con contención alta, H2, de acuerdo con las indicaciones de la Dirección del proyecto.

- **Sistema tipo 7**

Barrera metálica de clase y nivel de contención Alta/ H2, el ancho de trabajo es W5, la deflexión dinámica es menor de 1,30 m y el índice de severidad es A.

• **Protección de anticipación a puentes y viaductos**

Los puentes y viaductos se han proyectado en todos los casos con pretil de seguridad metálico tipo 11, con clase y nivel de contención alta/H2, anchura de trabajo W5 e índice de severidad B.

La aproximación a puentes de carreteras exigen una anticipación de barrera con un nivel de contención similar , por lo que la anticipación se protegerá mediante la instalación de barrera del tipo H1, eligiéndose el siguiente:

- **Sistema tipo 1**

Esta barrera es la establecida como terminales de los sistemas de pretilos, según UNE-EN-1317. Es un barrera metálica de clase y nivel de contención Alta/H1, cuya anchura de trabajo es W5, la deflexión dinámica es de $\leq 1,30$ m y el índice de severidad es A.

• **Barrera en caminos**

La O.C. 28/2009 no es de aplicación en los caminos por ser características geométricas reducidas dadas sus velocidades de diseño, 40 Km/h, pero no obstante, se ha proyectado la instalación de barrera de seguridad en caminos paralelos al tronco de la autovía, en aquellas zonas en las cuales la autovía se proyecta en desmonte y la distancia entre sus límites de ocupación contiguos es inferior a 8 m, al objeto de evitar posibles caídas del tráfico agrícola que circula por estos caminos. Igualmente se ha proyectado la instalación de barrera en aquellas zonas que estos caminos discurren en terraplén mayor de 3 m de altura.

La barrera proyectada es la siguiente:

- **Sistema tipo 6**

Barrera metálica simple con clase de contención es NORMAL, clase y nivel de contención Normal/N2, ancho de trabajo W6, deflexión dinámica $\leq 2,0$ m e índice de severidad A, con poste C.

En el proyecto también se han tenido en cuenta la normativa sobre criterios de empleo de sistemas para protección de motociclistas, justificándose el siguiente sistema de protección:

- **Sistema tipo 2**

Barrera metálica con sistema continuo de protección de motociclistas. Sus características exigen una clase y nivel de contención Normal/N2, anchura de trabajo W4, deflexión dinámica igual o inferior a 1,10 m, un índice de severidad para vehículos tipo A y para motociclistas tipo I.

También se han protegido los pasos de mediana del proyecto, con el sistema siguiente:

- **Sistema tipo 8**

Barrera móvil de mediana con clase y nivel de contención es Alta/ H2, el ancho de trabajo es W7, deflexión dinámica $\leq 1,90$ m, y el índice de severidad es B. La barrera puede soltar sus fijaciones al suelo, separarse por módulos y abatirse para la ordenación de tráfico cuando se trasvase el tráfico de una calzada a otra.

Los pretils deberán cumplir, en su conjunto con la Norma UNE-EN 1317 y O.C. 23/2008, y además deben tener el correspondiente marcado CE.

Se localizan accidentes graves como los que se pueden producir por caídas desde estructuras y obras de paso en el tronco de la autovía y en los pasos inferiores y superiores.

Se protege dichos márgenes con un nivel de contención alto, H2. Así se elige utilizar un pretil metálico tipo 11, con nivel de contención H2, anchura de trabajo W5, deflexión dinámica 0,9 y nivel de severidad B.

Únicamente, y para el pretil del viaducto sobre el embalse de Ricobayo, y por indicación de la Dirección del proyecto, se adopta un pretil metálico tipo 13, con clase de contención Muy Alta, nivel de contención H4b, anchura de trabajo W4, e índice de severidad B.

Los pretils deberán tener una longitud mínima igual a la del ensayo de certificación, o la indicada por el fabricante.

Todos los puntos indicados anteriormente se encuentran definidos y justificados en el **Anejo nº15.- Señalización, balizamiento y defensas.**

7.5 INTERSECCIONES, ENLACES Y GLORIETAS

El presente proyecto contempla la construcción de cuatro enlaces con respectivas glorietas dentro de cada enlace, una área de descanso y una intersección.

En el presente anejo en el apartado 7.1.7 se recoge el análisis de los elementos de los enlaces que a su vez recoge de manera resumida todas las características de éstos que se encuentran en el **Anejo nº 8.- Trazado Geométrico.**

A continuación haremos más hincapié en las características de las glorietas, éstas tienen unos radios exteriores entre 35 y 50 m., dos carriles de circulación de 4,00 m de ancho, un arcén interior de 0,50 m y otro exterior de 1,00 m.

La isleta central está delimitada por un bordillo rebasable que permite en caso de necesidad tener una escapatoria hacia el interior de la glorieta sin que se produzcan daños en la integridad del vehículo.

No ha sido necesario cebrear las pérdidas de arcén en las proximidades a las glorietas, puesto que los arcenes se proyectan en estas aproximaciones con la transición necesaria para que no haya pérdidas.

Por otra parte el proyecto contempla la explanación del interior de las glorietas de manera que toda la glorieta, así como su isleta central e isletas deflectoras, permanezca en un mismo plano permitiendo una completa visibilidad de la misma desde todos los accesos, estando libres de cualquier obstáculo que pueda agravar las consecuencias de una posible invasión de las mismas, siendo además visualmente permeables.

Todos los accesos a la glorieta se encuentran canalizados mediante las correspondientes isletas, adaptándose tanto su señalización como su balizamiento a lo estipulado en la correspondiente normativa.

El radio del anillo central a su vez es suficientemente amplio para la circulación de vehículos pesados tanto rígidos como articulados.

En el **Anejo nº 6.- Estudio de Tráfico** se analiza la funcionalidad de las glorietas definidas en proyecto.

La conclusión del estudio de capacidades de las glorietas, es que los Niveles de Servicio obtenidos según las configuraciones proyectadas son adecuados, ya que en todos los casos y para todo el período el Nivel de Saturación es adecuado y el Nivel de Servicio A.

En el caso de la intersección tipo “T” entre la reposición de la N-630 y la carretera ZA-2312 el diseño geométrico es el mismo que en la actualidad pero con menos tráfico por la reposición de la N-630, por lo tanto se puede afirmar que el nivel de funcionalidad de esta intersección queda garantizado.

Además en ese mismo anejo se estudian los niveles de servicio de todos los ramales de los enlaces del proyecto, tanto para el año de puesta en servicio como para el año horizonte del proyecto.

7.6 TÚNELES

En lo referente sobre requisitos mínimos de seguridad en túneles de carreteras del Estado no se aplica en este proyecto ya que no se ha definido ningún túnel.

7.7 SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSA

El diseño de estos elementos se ha basado en el empleo de la normativa actualmente vigente, así como en los criterios establecidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas del contrato.

En resumen la normativa considerada, corresponde con la que a continuación se indica:

- “Borrador de la Instrucción 8.1-IC/ Instrucción de Carreteras sobre Señalización Vertical”. Ministerio de Fomento, Octubre de 2007.

- “Instrucción 8.1-IC/ Instrucción de Carreteras sobre Señalización Vertical”. Ministerio de Fomento, diciembre de 1999.
- “Señales verticales de circulación” (Ministerio de Fomento, Junio 1.992), basado en el “Catálogo de Señales” (Ministerio de Fomento, noviembre 1.986).
- Dosificación estándar de los materiales en función de su método de aplicación seleccionado.
- “Borrador de la Norma de carreteras 8.2-I-C. Marcas Viales” (Ministerio de Fomento, Abril 2007).
- “Norma de carreteras 8.2-I-C. Marcas Viales” (Ministerio de Fomento, julio, 1.987).
- Orden Circular 309/90. C y E. “Recomendaciones sobre hitos de arista” (Ministerio de Fomento 1.990).
- Nota informativa sobre prohibición de adelantamientos del 2 de Febrero de 1991
- Orden Circular 321/95 T y P. “Recomendaciones sobre sistemas de contención de vehículos” (Ministerio de Fomento, diciembre 1995).
- Anexo a la O.C. 321/95 T y P de Septiembre del 2000.
- O.C. 15/2003 sobre señalización de los tramos afectados por la puesta en servicio de las obras. Remates de obras.
- O.C. 18/2004 sobre criterios de empleo de sistemas para protección de motociclistas.
- O.C. 18bis/2008 sobre criterios de empleo de sistemas para protección de motociclistas, ampliación de la O.C. 18/2004.
- Nota de Servicio 2/2007, Sobre los criterios de aplicación y de mantenimiento de las características de la señalización horizontal.
- Orden FOM/3053/2008, de 23 de septiembre, Instrucción Técnica para la instalación de reductores de velocidad y bandas transversales de alerta.
- Orden Circular 23/2008, Sobre criterios de aplicación de pretilas metálicas en puentes de carretera.
- Orden Circular 28/2009 de 19 de octubre, Sobre criterios de aplicación de barreras de seguridad metálicas.
- Desde el 1 de enero de 2011 es obligatorio el marcado CE, llevando su correspondiente certificado de conformidad CE.
- En el caso de barreras, pretilas metálicas y de hormigón el marcado CE es obligatorio llevar el correspondiente certificado de conformidad CE, Norma UNE-EN-1317.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes.

- Nota de Servicio 5/2012. Recomendaciones para la redacción del apartado “Barreras de Seguridad” del Anejo “Señalización, Balizamiento y Defensas” de los Proyectos de la Dirección General de Carreteras, Ministerio de Fomento, 27 de diciembre de 2012.

Dado que esta normativa admite cierto grado de libertad, dentro de un estrecho margen de posibilidades, se ha proyectado la señalización, balizamiento y defensas, con criterios racionales, tratando de minimizar la colocación de elementos que puedan distorsionar la buena conducción de los usuarios, compatibilizando criterios de seguridad y claridad con los de aumentar en lo posible la capacidad de tráfico de las diferentes vías señalizadas.

Tal como se especifica, las normativas utilizadas para el diseño de señalización horizontal y la vertical son, la Norma 8.2-IC del 1987 y la Norma 8.1-IC del 1999 respectivamente. Actualmente existen borradores correspondientes a las revisiones de estas dos normas, dónde se introducen modificaciones que ya promueve la Dirección General de Carreteras. Se han adaptado los criterios de diseño según los últimos borradores de las mencionadas normas.

Todos los puntos indicados anteriormente se encuentran definidos en **el Anejo nº15.- Señalización, balizamiento y defensas.**

7.8 ILUMINACIÓN

No se incluye ningún tipo de iluminación en el proyecto.

7.9 JARDINERÍA

En el interior de las glorietas se dispone de una zona ajardinada. Esta isla se delimita mediante bordillo no colocándose en ella elementos que puedan dificultar la visibilidad de los conductores.

Para el diseño de la distribución interna que requiere el área de descanso se ha tenido en cuenta una zona ajardinada que envuelve a la zona de juegos infantiles y se estima en unos 625 m². Esta zona también ha sido delimitada mediante bordillo.

7.10 TERRENOS ADYACENTES

Se proyectan caminos de servicio para asegurar una accesibilidad suficiente a las propiedades colindantes. Los accesos se disponen de forma que manteniendo unas condiciones de seguridad suficiente afecten lo menos posible a los elementos existentes en las inmediaciones.

Se prevé la reposición de todas las instalaciones que puedan verse afectadas por las obras.

8. FASE DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

La construcción de la presente autovía producirá afecciones al tráfico rodado durante la ejecución de las obras. En este sentido los puntos más críticos con respecto a la seguridad los constituyen los desvíos al tráfico, que se producirán principalmente en la actual N-630. Dicha señalización provisional se dispondrá el menor tiempo posible.

La definición de los desvíos de tráfico necesarios se indican en el **Anejo nº14.- Soluciones propuestas al tráfico durante la ejecución de las obras.**

Estos desvíos estarán correctamente señalizados cumpliendo en todo momento lo especificado en la instrucción 8.3.I.C. “Señalización de las Obras”.