

Finalizada la Ronda Norte de Zamora

Esteban Marino Alonso, ICCP,
Jefe de la Unidad
y Director Facultativo de las obras.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.1. Situación actual

La ciudad de Zamora se encuentra enclavada en la confluencia de dos ejes de gran importancia: un eje Norte-Sur (ruta de la Plata) y un eje Este-Oeste (N-122). Es, por tanto, un punto estratégico en las comunicaciones entre España y Portugal. En la actualidad ambas vías tienen sección de carretera convencional, con doble sentido de circulación en las cercanías de Zamora. El tráfico de paso debe entrar en la ciudad a través de la Avenida de Galicia, para seguir camino o bien puede circunvalarla por la Avenida del Cardenal Cisneros. Esto unido a la conversión en vías de gran capacidad, con sección de autovía, de ambas carreteras nacionales (N-630 y N-122) hace necesaria la construcción de una Ronda que libere a la ciudad del tráfico de paso.

Actualmente está en funcionamiento la autovía A-11, entre Tordesillas y Zamora, así como la A-66, entre Salamanca y Zamora, estando en fase de redacción los proyectos de las autovías entre Zamora y Benavente (actual N-630) y entre Zamora y Portugal (actual N-122).

De este modo, la ciudad de Zamora tendrá en un futuro cercano unos accesos, por los cuatro puntos cardinales, constituidos por vías de gran capacidad con sección de autovía, de tal forma que, para evitar que el tráfico de paso tenga que penetrar en la ciudad, se crea una circunvalación con igual sección, formada por el tramo de la Autovía de la Plata (A-66) entre su enlace con la Autovía del Duero (A-11) y el enlace con la Ronda Norte de Zamora, más la propia Ronda Norte de Zamora que finaliza con la conexión con la actual N-122 (futura Autovía del Duero).



Vista aérea del enlace con la N-630.

1.2. Descripción del proyecto

La Ronda Norte de Zamora, cuyas obras han supuesto una inversión cercana a los 27 millones de euros, se desarrolla en los términos municipales de Valcabado, Roales del Pan y Zamora. La orientación de la Ronda es noroeste-sureste, el terreno tiene pequeñas ondulaciones y zonas alomadas donde destaca el valle del arroyo Valderey, que es afluente del río Duero.

En su amplia mayoría, el terreno se dedica a labores agrícolas y ganaderas, con edificaciones aisladas destinadas a vivienda

y a algunas naves industriales, existiendo también zonas puntuales dedicadas a la función de vertedero, tanto de productos inertes como de desecho, de algunas industrias de manufacturación. A continuación se detalla el medio atravesado.

– La Ronda Norte de Zamora nace en el enlace con la Autovía de la Plata (A-66), a la altura de su p.k. 272 (estructura E-1), dentro del término municipal de Valcabado, al norte de su suelo urbano. Los terrenos atravesados en su desarrollo hasta su cruce con la carretera de Valcabado a Roales del Pan son rústicos y están dedicados a labores agrícolas y ganaderas dejando en sus márgenes algu-

nas edificaciones aisladas destinadas a vivienda y al resto de labores antedichas.

Una vez que se salva la carretera de Valcabado a Roales del Pan (estructura E-3), el trazado se dirige hacia el enlace con la N-630, y pasa entre diferentes naves industriales por la franja de reserva destinada para la Ronda en el planeamiento urbano de Roales del Pan. La conexión con la carretera nacional se realiza mediante una glorieta a desnivel que regula los tráficos provenientes de ambas vías (estructuras E-4 y E-5).

Una vez superado el enlace con la N-630 se encamina, a través de suelos dedicados a la agricultura y la ganadería, a su conexión con la N-122 al oeste de la ciudad de Zamora, mediante un enlace formado por dos rotondas (estructura E-10). Para ello tiene que salvar la carretera local a La Hiniesta, el arroyo de Valderrey (estructura E-7) y la línea férrea Zamora-Orense (estructura E-8), además de algunos caminos agrícolas (estructuras E-9 y E-11).

1.2.1. Trazado

De acuerdo con la Orden de Estudio Modificada, la velocidad de proyecto es de 100 km/h, que ha sido la velocidad considerada en el diseño, si bien siempre que ha sido posible se ha aumentado a 120 km/h en aquellas zonas donde no hubiese otros motivos (ocupación de suelos, edificaciones, servicios existentes etc.) que lo imposibilitarán.

Secciones transversales

Las secciones transversales adoptadas en el tronco de la autovía se resumen en el cuadro 1.

Por lo que se refiere a los **ramales de enlace**, para todos los que entran y salen del tronco de la autovía, se adopta una sección transversal compuesta por una calzada de 3,50 m + sobreancho $\geq$ 4,00 m, arcén izquierdo de 1,00 m, arcén derecho de 2,50 m y bermas exteriores de 1,50 m.

En el enlace con la **N-630 actual (es-**



Vista panorámica del tramo en la que se observa la Estructura E-9, un paso de camino sobre la Ronda.

tructuras E-4 y E-5), además de la sección adoptada para los ramales del enlace, ya indicados anteriormente, para la glorieta se adopta una sección compuesta por una calzada de 8,00 m, arcén exterior de 1,50 m, arcén interior de 0,50 m y berma exterior de 1,50 m.

La sección para la *conexión de la glorieta con la actual N-630*, en sentido a Gijón, es de una calzada de 7,00 m, con arcenes de 1,50 m y bermas de 1,50 m.

La sección tipo para la *conexión de la glorieta con la N-630*, en sentido a Zamora, vino determinada por el proyecto de construcción ya ejecutado "Reordenación de Accesos y Mejora de la Seguridad Vial, pp.kk. 272,500 al 275,000 de la N-630", Clave 39-ZA-2920, consistente en una doble vía urbana, con sección de autovía, cuyos anchos se indican a continuación:

- Calzada (2): 7,00 m
- Arcén exterior: 2,50 m
- Arcén interior: 1,00 m

- Mediana: De ancho estricto para barrera rígida B.1.1.

- Berma exterior: No existen. Disposición de vías de servicio.

En cuanto al **enlace N-122 Zamora Oeste (estructura E-10)** y para el "*ramal principal*" entre las dos glorietas, su sección es de 2 calzadas de 4 m de anchura, arcenes exterior de 1,50 e interior de 1,00 m, berma exterior de 1,50 m y mediana de 3 m.

La sección adoptada para cada *glorieta* es: calzada de 8,00 m, arcenes interior de 0,50 m y exterior de 1,00 m y berma exterior de 1,50 m.

Para el *ramal de conexión de la glorieta 2 con la N-122*, a la altura de la actual estación de servicio, la sección adoptada se compone de una calzada de 7,00 m, con arcenes y bermas de 1,50 m.

En la *conexión con la N-122*, para mejorar el encauzamiento del tráfico a partir de dicha estación de servicio, se pro-

Tronco de autovía	Calzada	Arcén int.	Arcén ext.	Berma int.	Berma ext.	Mediana
P.k. 0+000 al p.k. 2+700	(2) 7,00 m	1,50 m	2,50 m	No existen	1,50 m	2,00 m
P.k. 2+700 al p.k. 2+900	(2) 7,00 m	1,00 m	2,50 m	1,00 m*	1,50 m	Transición 2,00 a 10,00 m
P.k. 2+900 al p.k. 6+152	(2) 7,00 m	1,00 m	2,50 m	1,00 m	1,50 m	10,00 m

*Las bermas serán de 1,00 m cuando el ancho de la mediana alcanzado durante la transición sea el necesario para disponer las mismas.

Cuadro 1.

Accesos a Grandes Ciudades

longa un tercer carril hasta la glorieta, de 3,50 m de anchura.

Tipología de los enlaces

Enlace con la A-66, Ruta de la Plata (estructura E-1)

Se diseña con una tipología de trompeta con ramales unidireccionales de un carril por sentido, y porque el tráfico previsto en el estudio realizado indica que no es necesario diseñar convergencias y divergencias de autovías.

Enlace con la N-630 (estructuras E-4 y E-5)

Se diseña de tipo diamante con una gran glorieta a desnivel, quedando resueltos todos los sentidos de la circulación, y teniendo en cuenta que el tramo de reordenación de accesos adquiere la tipología de autovía con un marcado carácter urbano.

Enlace N-122 Zamora Oeste (estructura E-10)

La futura autovía Zamora-Portugal ("Autovía del Duero") condiciona el enlace de la Ronda con la N-122, que pasará a ser la futura autovía de Zamora a Portugal, por lo que este enlace pasará a tener un carácter más acentuado como acceso a la ciudad de Zamora por el Oeste.

Por tanto, teniendo en cuenta las circunstancias anteriormente expuestas y el tráfico previsto, de acuerdo con el estudio de tráfico, se proyecta para esta intersección un enlace tipo "pesas", que resuelve todos los movimientos y permite una buena conexión entre ambas márgenes de la autovía.

También hay que destacar que se opta en el mismo por glorietas en vez de intersecciones, para permitir una mejor confluencia de los ramales y mejorar la conexión de caminos, todo ello encaminado a mejorar la permeabilidad del tronco de la autovía, como se ha comentado anteriormente.

El trazado de la conexión con la N-122 en el enlace proyectado está condicionado por la presencia de la estación de servicio existente. Dada la tipología del enlace, un trazado como el proyectado genera una disminución de velocidad, para el acceso a las glorietas, necesario de cara a la correcta percepción por el usuario de estas.

Características geométricas principales del trazado proyectado



Reposición N-630 (estructuras E-4 y E-5).

Trazado en planta

El eje del tronco de la autovía tiene un desarrollo total de 6 151,516 m, comenzando en el p.k. 0+000 y terminando en el p.k. 6+151,516. Dicho eje está definido por un total de 8 alineaciones, de las cuales 6 son circulares y 2 rectas.

Las alineaciones circulares están dotadas de curvas de transición de tipo clotoide, cumpliendo todos los requisitos de la "Instrucción 3.1-IC "Trazado", con dos excepciones: las clotoides situadas en la zona de transición de mediana (p.k. 2+700 al p.k. 2+900). En esta zona, las clotoides se han alargado para cubrirla toda ella, consiguiendo así una transición suave y sin garrotes. Además, todas las clotoides de entrada y salida de los radios

son simétricas, excepto las anteriormente mencionadas. También en esta zona, el trazado está condicionado para ajustarse lo máximo posible, pero evitando la afección a la edificación situada en el p.k. 2+750, en la margen derecha.

El radio mínimo en alineaciones circulares es de 720 m, mientras que el máximo es de 2 500 m. El mínimo desarrollo de las curvas circulares es de 451,900 m y el máximo 1 012,656 m. El parámetro mínimo de clotoide es de 260 y el máximo 850.

No existen rectas entre curvas en S, ni rectas entre curvas del mismo sentido. Las dos rectas proyectadas se encuentran ubicadas al principio y final del trazado. La primera, situada en el inicio, co-



Enlace con la A-66 (estructura E-1).

necta la autovía con el enlace Ruta de la Plata, mientras que la del final corresponde a la alineación existente en la actual N-122 y sobre la cual nos apoyamos para efectuar la conexión.

Trazado en alzado

El trazado en alzado está definido por 7 alineaciones, siendo la pendiente máxima del 2,0%, sin contar la conexión con la actual N-122 en donde es de 2,223%, y la mínima del 0,500%.

La cota mínima de la rasante en el tramo se alcanza en el p.k. 3+169,459 (Arroyo Valderrey), con un valor de 677,020 m, mientras que la máxima se encuentra en el p.k. 6+151,516 (final de trazado), con una cota de 708,650 m.

Los valores extremos de los parámetros Kv de los acuerdos verticales adoptados son: convexos (Kv min. = 20 000 y Kv max. = 30 000) y cóncavos (Kv min. = 8 000 y Kv max. = 9500).

Todos los parámetros Kv de los acuerdos verticales cumplen el mínimo deseable para 100 km/h, incluso para una velocidad de 120 km/h, en el caso de acuerdos convexos, cumpliéndose el mínimo absoluto para dicha velocidad en todos los casos.

Coordinación planta-alzado

Del examen del perfil longitudinal del tronco, se deduce que se produce la coordinación planta-alzado de acuerdo con los esquemas contenidos en la Norma 3.1-IC. Destacar el diseño de la parte final, con dos acuerdos contenidos en el último radio que, debido a sus grandes parámetros, no reducen la visibilidad, según el estudio de visibilidad realizado.

Peraltes

La ley de peraltes para el tronco ha sido deducida teniendo en cuenta los valores y limitaciones establecidos en la vigente Instrucción de Carreteras 3.1. I.C.



Vista aérea del enlace con la N-122 (estructura E-10).

Todas las transiciones de peraltes se han realizado con los criterios de la Norma antedicha.

Características geométricas de los enlaces proyectados

Las vías de aceleración y deceleración se han proyectado para permitir el cambio de velocidad de 60 km/h a 120 km/h, o viceversa, excepto el Ramal 30 del enlace Ruta de La Plata, que, como ya se ha comentado, tiene una velocidad de control de 50 km/h.

La plataforma resultante hasta la nariz o punta es continuación de la autovía y, entre esta sección y la característica de 1 m, se ha controlado que la diferencia de peraltes entre el tronco y el ramal no supere el 5%.

Las cuñas de aceleración son de 175 m y las de deceleración de 100 m, para la autovía, tal y como establece la vigente Instrucción de Carreteras 3.1-IC para una velocidad de proyecto de 120 km/h.

El radio mínimo utilizado en planta es de 350 m, y el kv mínimo convexo de 3

500 m, siendo la pendiente máxima del 3,8%.

El peralte en las glorietas se ha definido hacia el exterior y con un valor del 2%.

1.2.2. Firmes y Pavimentos

A efectos de dimensionamiento de firme se supone una categoría de tráfico T1 para los dos tramos del tronco y de los ramales de enlace más cargados, que son el ramal 10 y los carriles de aceleración y deceleración de los ramales 20, 30, 40 y 50 del enlace con la Autovía de la Plata; y las calzadas izquierda y derecha de la conexión puesta en servicio.

Para el resto de los ramales del enlace con la Autovía de la Plata, todos los ramales de los enlaces con la N-630 actual y con la N-122 (Zamora Oeste), así como en las reposiciones de carretera y el desvío para el paso bajo la N-630, se les supone una categoría de tráfico T2.

En el cuadro 2 se describe el paquete de firme dispuesto en cada uno de los ejes del proyecto. Tal y como se indica, se han tomado las secciones 132 y 232

Rodadura	Riego adherencia	intermedia	Riego adherencia	base	Riego adherencia	Riego curado	Suelocemento
Calzada y arcén izquierdo							
3 cm M-10	ECR-1-m	7 cm D-20	ECR-1	10 cm G-25	ECR-1	ECR-1	20 cm
Arcén derecho							
3 cm M-10	ECR-1	7 cm D-20	ECR-1			ECR-1	30 cm
Calzada y arcén izquierdo							
5 cm S-12	ECR-1			10 cm G-25	ECR-1	ECR-1	20 cm
Arcén derecho							
5 cm S-12	ECR-1					ECR-1	30 cm

Cuadro 2.

Accesos a Grandes Ciudades

del catálogo de secciones de firme de la Instrucción 6.1.-I.C. para tráficos T1 y T2 respectivamente.

Para el tronco, el ramal 10 y los carriles de aceleración y deceleración de los ramales 20, 30, 40 y 50 del enlace con la Autovía de la Plata, y las calzadas izquierda y derecha de la conexión de puesta en servicio, se dispone la sección 132.

El firme en caminos está compuesto por 15 cm de suelo estabilizado “in situ” con cemento S-EST3 sobre 30 cm de suelo “adecuado”, según el artículo 330 del PG-3.

El firme dispuesto sobre las estructuras que dan paso al tronco se compone de 3 cm de mezcla bituminosa en caliente del tipo M-10 en la capa de rodadura, riego de adherencia ECR-1-m y 4 cm de m.b.c. D-20 en la capa intermedia.

El firme dispuesto sobre las estructuras que den paso a ramales de enlace o caminos quedará formado por un riego de adherencia ECR-1 sobre el que se disponen 5 cm de mezcla bituminosa en caliente S-12.

El firme extendido en los pasos de mediana es el correspondiente al arcén derecho del tronco.

En los ramales de enlace entre dos ejes con distinta sección, el firme del eje de mayor categoría se mantiene hasta la nariz de la conexión con el mismo.

1.2.3. Estructuras

Estructura E-1

Corresponde al paso sobre la Autovía de la Plata. El cruce se efectúa permitiendo un gálibo aproximado de 9,50. La luz total que salvar es de 74,50 m entre ejes de estribos. Debido al esviaje existente en el lugar del cruce entre las dos vías, los estribos no son perpendiculares al eje de la calzada, situándose los dorsales en el p.k. 10+420 y los frontales en el p.k. 10+494 aproximadamente.

La estructura está situada en una zona de acuerdo horizontal presentando una curvatura variable en planta.

Las pilas se han situado en los laterales de las calzadas dejando una distancia libre, respecto a los bordes exteriores de arceles, de 4,00 m; y, en la mediana de la calzada que hay que cruzar, manteniéndose el eje que forma cada línea de apoyo paralelo y equidistante respecto a los bordes interiores de las calzadas



Viaducto (estructura E-7).

Consiste en dos estructuras esviadas con tablero de losa maciza continua de hormigón pretensado, de 4 vanos: 15,15 m de luz los laterales, y 20,00 y 23,50 m cada uno de los centrales.

El canto del tablero es constante a lo largo de toda la longitud y de 1,00 m de espesor, teniendo 3 m de ancho inferior, paramentos inclinados de 0,65 m de proyección horizontal y voladizos laterales de 2,35 m. El tablero, un ancho total de 9 m, correspondiente a dos barandillas laterales de 0,5 m, dos arceles (el exterior de 2,5 m y el interior de 1,5 m de anchura) y una calzada de 4 m. Tanto la sección del tablero como las luces de los vanos son idénticas para las dos estructuras.

Las pilas tienen sección circular de 1,20 m de diámetro constante a lo largo de toda su altura. Entre los tableros y las pilas se colocan aparatos de apoyo circulares de neopreno zunchado.

Los estribos son muros de hormigón armado, con altura variable entre 8,57 y 7,44 m y de espesor constante. Debido al esviaje existente entre las vías que hay que cruzar, los estribos no se sitúan perpendiculares al eje de la calzada, sino paralelos al borde de la autovía, permitiendo que las luces sean iguales para ambas estructuras. El tablero está apoyado sobre elementos rectangulares de neopreno zunchado.

La construcción de las pilas se reali-

za mediante encofrado en toda su altura. Para el tablero se emplea un método de ejecución “in situ” mediante el encofrado de los distintos vanos y posterior hormigonado.

Estructura 2

Esta estructura se proyectó para permitir la reposición de un camino bajo la Ronda Norte de Zamora y se trata de un paso inferior en marco que deja una luz libre de 7,00 m y un gálibo de 4,50 m.

La losa superior se ha proyectado con un espesor de 0,70 m, los hastiales son de 0,60 m de ancho y la losa de solera tiene un canto de 0,80 m. En la parte superior de los hastiales se han dispuesto las correspondientes losas de transición con el terraplén de 5,00 m de longitud y 0,30 m de espesor. La longitud total del marco es de 32,00 m.

Estructura 3

Esta estructura se proyectó para permitir el paso del tronco sobre la carretera de Roales a Valcabado. Es una estructura que deja una luz libre de 17,20 m, sin ningún apoyo intermedio, y con un esviaje medio de 26 g. La estructura dispone de dos tableros de 12,00 m de ancho, uno para cada sentido.

En cada tablero el vano se salva mediante ocho vigas prefabricadas de hormigón pretensado, de 0,90 m de canto y 18,70 m de longitud total, con una separación entre ejes de 1,56 m. Sobre estas vigas se hormigona in situ una losa

de hormigón de 0,25 m de espesor.

Sobre esta losa se dispone un tratamiento de impermeabilización, que recibe la capa de rodadura de 7,00 cm. En los laterales del tablero se ha dispuesto una barrera de hormigón como elemento de contención de vehículos. Igualmente, en los extremos de cada tablero se han dispuesto juntas de dilatación, y sumideros laterales.

Estructuras E-4 y E-5

Corresponden al paso de la glorieta sobre el tronco, y son gemelas.

La glorieta se desarrolla en circunferencia de radio 60 m y el ancho de la estructura es de 11,50 m, correspondiente a dos carriles de 4 m, arcén exterior de 1,50 m e interior de 1,00 m, y dos zonas de 0,50 m para alojar las barreras rígidas.

Es una losa continua, aligerada, de hormigón pretensado, con dos vanos de 25 m.

La losa, con canto constante de 1,20 m, tiene una anchura inferior de 5,20 m, paramentos laterales inclinados a 45° con proyección horizontal de 0,85 m y voladizos laterales de 2,30 m.

La sección se aligera con tres tubos de 0,85 m de diámetro en el vano central.

Las pilas se componen de dos fustes por línea de apoyo, de 7,87 m de altura la E-4 y de 7,70 m la E-5, de sección cuadrada, de 0,90 m de lado, con bordes redondeados con cuartos de círculo de 0,10 m de radio. Ambas se cimentan mediante zapata corrida de 7,90 x 5,00 x 1,60 m.

Estructura E-6

Corresponde a un paso de camino sobre la Ronda.

El ancho de la estructura es de 8,00 m, con calzada de 5 m, dos arcenes de 1 m, y las dos zonas de 0,50 m para ubicación de las barreras rígidas.

La Ronda tiene tres carriles en la calzada izquierda y dos carriles con una vía de aceleración en la calzada derecha, por lo que no hay simetría respecto al eje de la mediana.

Es una losa continua, maciza, de hormigón pretensado, con cuatro vanos de 16-21-19-13 m.

La sección del tablero tiene canto constante de 1,00 m, con una anchura inferior de 2,50 m, paramentos laterales inclinados a 45° con proyección horizontal de 0,65 m, y voladizos laterales de 2,10 m.



Vista panorámica del viaducto (estructura E-7) y del trazado desde el p.k. 3 hacia el final del tramo.

Se dispone fuste único circular, de 1,40 m de diámetro por cada línea de apoyo, con alturas de 13,70 m en la pila 1, 12,36 m en la pila 2 y 10,99 m en la pila 3, cimentadas sobre zapatas.

Estructura E-7

Corresponde al paso del tronco de la variante sobre el Arroyo Valderrey, así como de la carretera de la Diputación hacia la localidad de La Hiniesta.

El paso del tronco del valle se efectúa a una altura de unos 18 m, en unos 240 m de longitud, subiendo luego suavemente la ladera en otros 60 m, hasta quedar la rasante a unos 10 m sobre el terreno.

Las longitudes de los viaductos son de 304 m y 264 m para la calzada izquierda y derecha, respectivamente.

Consiste en dos estructuras con tablero en losa aligerada, continua de hormigón pretensado. La calzada de la izquierda tiene 7 vanos, teniendo los laterales una luz de 32 m y los frontales de 40 m. La de la derecha, debido al esvía de la carretera, es de 8 vanos, siendo de 32 m los extremos y de 40 m de luz el resto.

El canto del tablero es constante de 1,8 m, con un ancho inferior de 5,8 m, paramentos laterales inclinados de 0,6 m de proyección horizontal y dos voladizos laterales de 2,5 m. La anchura es de 12,00 m en cada calzada, correspondiente a dos carriles de 3,5 m, arcén derecho de 2,50 m e izquierdo de 1,50 m, y dos

zonas extremas de 0,50 m para anclaje de las barreras rígidas laterales. La sección se aligera con tres tubos de 1,40 m de diámetro, a 1,95 m de separación entre ejes, que se interrumpen a 1,00 m de las líneas de apoyo en estribos y pilas para materializar las riostras de apoyo.

Las pilas son de sección octogonal alargada, aligeradas, de 5,80 x 2,00 m, con chaflanes 0,90 x 0,50 m. El espesor de la pared varía entre 30 y 20 cm. Se macizan los 1,50 m superiores.

Los estribos son muros de hormigón armado, de 12 m de altura en las esquinas próximas a la carretera, 1,55 m de espesor, escalonados los dorsales, y de parecidas dimensiones los frontales. Debido a la diferente longitud de las calzadas, se ha previsto la construcción entre los estribos dorsales de un muro de 40 m de longitud y altura variable que impida la caída de tierras contra la calzada derecha.

La construcción de las pilas se realiza con encofrado trepante, y la del tablero por vanos sucesivos, dejando las juntas de construcción a 10 m del eje de apoyo en pilas.

Estructura E-8

Esta estructura se ha proyectado para permitir el paso del tronco sobre la vía de ferrocarril que atraviesa la traza. Es una estructura que deja una luz libre de 17,20 m, sin ningún apoyo intermedio, y con un esvía medio de 5 g. La estructura se pro-

yecta con dos tableros de 12,00 m de ancho, uno para cada sentido.

En cada tablero, el vano se salva mediante ocho vigas prefabricadas de hormigón pretensado, de 0,90 m de canto y 18,70 m de longitud total, con una separación entre ejes de 1,56 m. Sobre estas vigas se hormigona in situ una losa de hormigón de 0,25 m de espesor.

Sobre esta losa se dispone un tratamiento de impermeabilización, que recibe la capa de rodadura de 7,00 cm. En los laterales del tablero se ha dispuesto una barrera de hormigón como elemento de contención de vehículos. Igualmente, en los extremos de cada tablero se han dispuesto juntas de dilatación, y sumideros laterales.

En la parte superior de los estribos, al igual que en el resto de estructuras, se ha dispuesto la correspondiente losa de transición con el terraplén, de 5,00 de longitud y 0,30 m de espesor.

Estructuras E-9 y E-11

Corresponden a pasos de caminos sobre la Bonda.

El ancho de la estructura es de 8,00 m, con calzada de 5 m, dos arcenes de 1 m, y las dos zonas de 0,50 m para ubicación de las barreras rígidas.

Son losas continuas macizas, de hormigón pretensado, con 4 vanos de 13-19-19-13 m.

La sección del tablero tiene canto constante de 0,90 m, con una anchura inferior de 2,70 m, paramentos laterales inclinados a 45° con proyección horizontal de 0,55 m. y voladizos laterales de 2,10 m.

Se dispone fuste único circular, de 1,20 m de diámetro por cada línea de apoyo, con alturas variables, cimentadas sobre zapatas.

Estructura E-10

Esta estructura se proyecta para permitir el paso del tronco sobre un ramal (eje 21) que conecta dos glorietsas. Se ha proyectado una estructura que deja una luz libre de 17,20 m, sin ningún apoyo intermedio y prácticamente sin esviaje. La estructura se proyecta con dos tableros de 12,00 m de ancho, uno para cada sentido.

En cada tablero, el vano se salva mediante ocho vigas prefabricadas de hormigón pretensado de 0,90 m de canto y 18,70 m de longitud total, con una separación entre ejes de 1,56 m. Sobre es-



Detalle de los viaductos (estructura E-7).

tas vigas se hormigona in situ una losa de hormigón de 0,25 m de espesor.

Sobre esta losa se dispone un tratamiento de impermeabilización, que recibe la capa de rodadura de 7,00 cm. En los laterales del tablero se ha dispuesto una barrera de hormigón como elemento de contención de vehículos. Igualmente, en los extremos de cada tablero se han dispuesto juntas de dilatación, y sumideros laterales.

Pasarela

Para permitir el paso peatonal entre norte y el sur de la glorieta, situada en el enlace de la Ronda Norte de Zamora con la N-630 (estructuras E-4 y E-5), se dispone de cuatro marcos de dimensiones interiores 2,50 x 2,50 m bajo el terraplén de la glorieta, situados más concretamente en el entorno de sus p.p.k.k. 10+120 y 10+260.

Además se permite el cruce sobre la

Ronda Norte de Zamora, en el entorno del p.k. 1+875, mediante una pasarela prefabricada de hormigón pretensado con una luz en su vano central de 30,00 m de longitud. Las rampas de acceso a este vano presentan una pendiente del 10% en una longitud de 8,215 m.

El tablero de la pasarela tiene un canto de 1,20 m y anchura total de 2,50 m, en donde se dispondrán barandillas. Este tablero se apoya sobre pilares de sección cuadrada de 0,80 m de lado sobre zapatas. Las rampas de acceso tienen una sección de 0,50 x 0,50 m. ■

U
n
i
d
a
d
e
s

o
r
t
a
n
t
e
s

Terraplén: 804 158,06 m³
Excavación en desmonte:
889 889,64 m³
Hierro B-500-S: 2 254 011,91 kg
Cunetas de hormigón:
18 897,63 m
HM-15: 1 638,59 m³
HM-25: 6597,11 m³
HA-25: 14 395,63 m³
HM-30: 2620,1 m³
HP-35: 7434,87 m³
Suelo estabilizado con cemento:
150 025,34 m³
Mezclas bituminosas
G-25: 38 705,6 t
D-20: 27 703,84 t
M-10: 10 630,58 t

F
i
c
h
a
T
é
c
n
i
c
a

Nombre de la obra:
Ronda Norte de Zamora.

Promotor: Ministerio de Fomento.
Demarcación de Carreteras del Estado
en Castilla y León Occidental.

Empresa autora del proyecto:
Eptisa.

Dirección de obra:
D. Esteban Marino Alonso, ICCP y
D. Rubén Tino Ramos, ITOP.

Empresa constructora:
Collosa, S.A.

Jefe de obra:
D. Ernesto Aparicio García, ICCP.

Asistencia técnica:
UTE Saproinco–Ingipsa–
–LV Salamanca.
D. José Arias Álvarez, ICCP.
Dña. Ana García Hernández, ITOP.

Asistencia técnica medio ambiente:
Estructuras Ambientales, S.L.
Dña. Blanca Arenaz Gombau.

**Asistencia técnica seguridad
y salud:** Prointec.
Dñas. Patricia Martín Martín.