

ANEJO N° 9

ESTRUCTURAS

ANEJO Nº 9.- ESTRUCTURAS

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN.....	5	2.25.- ESTRUCTURA E-25. P.S. 13.76. CABAÑERA REAL.	12
2.- DESCRIPCIÓN DE ESTRUCTURAS.....	7	2.26.- ESTRUCTURA E-26. P.I. 10.71. CAMINO EN PK 14+710.	13
2.1.- ESTRUCTURA E-1. AMP. 3.85 (EJE 5). AMPLIACIÓN PASO INFERIOR DE CAMINO	7	2.27.- ESTRUCTURA E-27. P.S. 15.56. CAMINO A OLA.	13
2.2.- ESTRUCTURA E-2. AMP. 2.47 (EJE 5). AMPLIACIÓN PASO INFERIOR DE CAMINO	7	2.28.- ESTRUCTURA E-28. P.S. 16.19. CAMINO EN PK 16+190.....	13
2.3.- ESTRUCTURA E-3. P.S. 1.55 (EJE 5). PASO SUPERIOR RAMAL SEMIDIRECTO LLEIDA-ZARAGOZA SOBRE A-23	7	2.29.- ESTRUCTURA E-29. P.I. 16.57. CAMINO DE LA RAMBLA.	14
2.4.- ESTRUCTURA E-4. P.S. 0.12 (EJE 16). PASO SUPERIOR DE CONEXIÓN ENTRE GLORIETAS SOBRE A-23	7	2.30.- ESTRUCTURA E-30. VIADUCTO SOBRE EL RÍO BOTELLA.	14
2.5.- ESTRUCTURA E-5. AMP. PUENTE 0.50 (EJE 20). AMPLIACIÓN PUENTE EXISTENTE ACTUAL N-330 SOBRE EL BARRANCO DE VALDABRA.	8	2.31.- ESTRUCTURA E-31. P.I. 0.69 (EJE 96). PASO INFERIOR DEL RAMAL HUESCA-LLEIDA BAJO LA CALZADA DERECHA.	14
2.6.- ESTRUCTURA E-6. P.I. 2.51 (EJE 4). PASO INFERIOR VÍA DE SERVICIO BAJO CALZADA DERECHA.	8	2.32.- ESTRUCTURA E-32. P.I. 0.98 (EJE 97). PASO INFERIOR DEL RAMAL HUESCA-LLEIDA BAJO LA CALZADA IZQUIERDA.	14
2.7.- ESTRUCTURA E-7. P.I. 1.29 (EJE 5). PASO INFERIOR VÍA DE SERVICIO BAJO CALZADA IZQUIERDA.	8	2.33.- ESTRUCTURA E-33. P.I. 0.83 (EJE 96). PASO INFERIOR DE LA CARRETERA A-1219 BAJO LA CALZADA DERECHA.....	14
2.8.- ESTRUCTURA E-8. P.I. 3.02 (EJE 4). PASO INFERIOR DEL RAMAL HUESCA-LLEIDA BAJO EL TRONCO.....	8	2.34.- ESTRUCTURA E-34. P.I. 0.85 (EJE 97). PASO INFERIOR DE LA CARRETERA A-1219 BAJO EL RAMAL BAJO LA CALZADA IZQUIERDA.	15
2.9.- ESTRUCTURA E-9. VIADUCTO SOBRE EL BARRANCO DE VALDABRA.	8	2.35.- ESTRUCTURA E-35. P.I. 0.67 (EJE 97). CALZADA IZQUIERDA BAJO LA A-22.	15
2.10.- ESTRUCTURA E-10. P.S. 2.42. CAMINO DE SAN JUAN ALTO.	9		
2.11.- ESTRUCTURA E-11. P.I. 2.95. CAMINO DEL CARRASCAL.	9	APÉNDICE Nº 1.- ESTUDIO DE TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES	17
2.12.- ESTRUCTURA E-12. P.S. 3.21. CAMINO DE ACCESO A GRANJAS.	9	1.- INTRODUCCIÓN.....	19
2.13.- ESTRUCTURA E-13. P.I. 4.25. CAMINO DE CUARTE A TABERNAS.....	9	2.- CONDICIONANTES AL ANÁLISIS.....	19
2.14.- ESTRUCTURA E-14. VIADUCTO SOBRE EL FFCC ZARAGOZA-CANFRANC Y LA NUEVA VARIANTE FERROVIARIA.	10	2.1.- CONDICIONANTES DERIVADOS DE LA DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	19
2.15.- ESTRUCTURA E-15. P.S. 6.06. CARRETERA A-1212.....	10	2.2.- CONDICIONANTES DERIVADOS DEL ENTORNO NATURAL.....	19
2.16.- ESTRUCTURA E-16. VIADUCTO SOBRE EL RÍO ISUELA.	10	2.3.- CONDICIONANTES DERIVADOS DE LA ESTÉTICA.....	19
2.17.- ESTRUCTURA E-17. P.I. 6.93. CABAÑERA DE HUESCA A GRAÑÉN.	10	2.4.- TIPOLOGÍAS PRESENTES EN CARRETERAS DEL ENTORNO	19
2.18.- ESTRUCTURA E-18. P.S. 8.02. CARRETERA A-1213. (ENLACE A-1213).....	11	2.5.- CONDICIONANTES FUNCIONALES.....	19
2.19.- ESTRUCTURA E-19. VIADUCTO SOBRE EL RÍO FLUMEN.....	11	2.6.- CONDICIONANTES ECONÓMICOS	20
2.20.- ESTRUCTURA E-20. P.S. 8.67. CAMINO DE LASCASAS.....	11	2.7.- CONDICIONANTES DE MONTAJE Y EJECUCIÓN.....	20
2.21.- ESTRUCTURA E-21. P.I. 10.63. CARRETERA A-131.	11	3.- RELACIÓN DE ESTRUCTURAS Y ESTABLECIMIENTO DE TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES	20
2.22.- ESTRUCTURA E-22. P.I. 10.82. CAMINO DE VITALES.	12	4.- SOLUCIONES PLANTEADAS EN CADA TIPOLOGÍA.....	21
2.23.- ESTRUCTURA E-23. P.S. 13.18. CARRETERA A-1217 (ENLACE AEROPUERTO).	12	5.- VALORACIÓN ECONÓMICA.....	27
2.24.- ESTRUCTURA E-24. P.S. 13.30. CARRETERA A-1217 (ENLACE AEROPUERTO).	12	6.- ELECCIÓN DE SOLUCIÓN EN CADA TIPOLOGÍA.....	27
		7.- CONCLUSIÓN	28

1.- INTRODUCCIÓN

El presente documento pretende describir cada una de las 35 estructuras comprendidas en el proyecto de la Variante Sur de Huesca. Anteriormente se realizó un Estudio de Tipologías Estructurales, que se recoge en el Anexo 1, en el cual se englobaron estas estructuras en 13 grupos estructurales, agrupando en cada uno de ellos las que tienen características similares (las tres ampliaciones no se incluyen en ninguno de estos grupos ya que se respeta la tipología y características de las estructuras existentes a ampliar).

Para cada uno de esos grupos estructurales se estudiaron diversas soluciones estructurales, eligiendo la más adecuada de acuerdo a diversos aspectos, primando sobre todo el económico y la facilidad de ejecución. En la siguiente tabla se listan cada uno de los 13 grupos estructurales anteriormente mencionados y la solución adoptada para cada uno de ellos.

Grupo Estructural	Solución adoptada
Pasos inferiores de camino	Marco o pórtico, según convenga
Pasos inferiores de carretera	Tres vanos de hormigón armado
Pasos superiores de camino	Tres vanos postesado canto variable
Pasos superiores en desmonte importante	Puente-arco
Pasos superiores en calzada de tres carriles	Tres vanos postesado canto variable
Pasos superiores en glorieta	Tres vanos postesados aligerados cantos redondeados
Viaducto sobre el FFCC	Cinco vanos vigas en doble T
Viaducto sobre barranco de Valdabra	Cinco vanos vigas en doble T
Viaducto sobre el Río Isuela	Tres vanos vigas en doble T
Viaducto sobre el Río Flúmen	Tres vanos vigas en doble T
Viaducto sobre el Río Botella	Tres vanos vigas en doble T
Pasos superiores sobre calzada en servicio	Uno mixto y otro isostático vigas artesa
Paso inferior bajo calzada en servicio	Un vano vigas doble T sobre pantalla de pilotes

A continuación se muestra la tabla resumen con la denominación de cada estructura, el número de plano en el que se representa, la clase de estructura, la solución adoptada y las dimensiones más importantes de la misma.

Nº	Nº de PLANO	NOMENCLATURA	DENOMINACIÓN	CLASE	TIPO	CARACTERÍSTICAS
ENLACE DE VALDABRA						
1	11.1	AMP. P.I. 3.85 (Eje 5)	Ampliación Paso Inferior camino (lado norte)	AMPLIACION	igual exist	Ampl. Marco de 7*5.2 l = 1,06 m.
2	11.2	AMP. P.I. 2.47 (Eje 5)	Ampliación Paso Inferior camino (ambos lados)	AMPLIACION	igual exist	Ampl. Marco de 6,95*5,8 L = 6,91 m. (Izda.) + 7,76 m (Dcha.)
3	11.3	P.S. 1.55 (Eje 5)	Paso superior ramal semidirecto Lleida-Zaragoza sobre A-23	P.S. (servicio)	MIXTA	L=130,0 m. 25-40-40-25
4	11.4	P.S. 0.12 (Eje 16) A-23	Paso superior conexión entre glorietas sobre A-23	P.S. (servicio)	4 vanos. V. artesa	L=61,0 m. 11,00-19,50-19,50-11,00
5	11.5	AMP. Puente 0.50 (Eje20)	Ampliación puente exist. Actual N-330 sobre bco. Valdabra	AMPLIACION	igual exist.	L =24,9 m.
6	11.6	P.I. 2.51 (Eje 4)	Paso Inferior Via de servicio bajo calzada derecha	P.I.	LOSA	L=37,0 m. 11,30 - 14,40 - 11,30
7	11.7	P.I. 1.29 (Eje 5)	Paso Inferior Via de servicio bajo calzada izquierda	P.I.	LOSA	L=36,5 m. 11,0-14,0-11,5
8	11.8	P.I. 3.02 (Eje 4)	Paso inferior ramal Huesca-Lleida bajo tronco	P.I.	LOSA	L=37 m. 11-15-11
TRONCO VARIANTE (INCLUSO ENLACES A-1213 Y AEROPUERTO). PK 1+000 A PK 16+660						
9	11.9	PUENTE	Viaducto sobre el Barranco de Valdabra	PUENTE	2x5 DOBLE T 1,2m	L=130 m. 5*26
10	11.10	P.S. 2.42	Camino de San Juan Alto	P.S.	3 vanos in situ	L=57,0 m. 13,50-30-13,50
11	11.11	P.I. 2.95	Camino del Carrascal	P.I.	PÓRTICO 7x5m	L=33,94m Pórtico 7*5,50
12	11.12	P.S. 3.21	Camino acceso granjas	P.S.(Dte. alto)	ARCO	L=84,0 m. 8*10,50 m sobre arco
13	11.13	P.I. 4.25	Camino de Cuarte a Tabernas	P.I.	MARCO 7x5,30m	L=36,95 m. marco 7*5,30
14	11.14	VIADUCTO	Viaducto sobre FFCC Zaragoza - Canfranc y nueva variante ferroviaria	VIADUCTO	2x5 DOBLE T 1,5m	L =133,40 m. 20,35-3*30,90-20,35
15	11.15	P.S. 6.06	Carretera A-1212	P.S.	3 vanos in situ	L=57 m. 13,50-30-13,50
16	11.16	PUENTE	Viaducto sobre el Río Isuela	PUENTE	2x5 DOBLE T 1,3m	L=82,40 m. 27,35-27,70-27,35
17	11.17	P.I. 6.93	Cabañera de Huesca a Grañén	P.I.	MARCO 7x5,30m	L=43,0 m. marco de 7*5,30
18	11.18	P.S. 8.02	Carretera A-1213 (Enlace A-1213)	P.S. (3 carriles)	3 vanos in situ	L=71,0 m. 16,5-38-16,5
19	11.19	PUENTE	Viaducto sobre el Río Flumen	PUENTE	2x5 DOBLE T 1,3m	L=82,40 m. 27,35-27,70-27,35
20	11.20	P.S. 8.67	Camino de Lascasas	P.S.	3 vanos in situ	L=57,0 m. 13,50-30-13,50
21	11.21	P.I. 10.63	Carretera A-131	P.I.	LOSA	L=30,0 m. 15-15
22	11.22	P.I. 10.82	Camino de Vitales	P.I.	MARCO 7x5,30m	L=32,15m marco 7*5,30
23	11.23	P.S. 13.18	Carretera A-1217 (Enlace Aeropuerto)	P.S. (glorieta)	3 vanos losa	L=60,3 m. 15-30,3-15 (en proyeccion recta)
24	11.24	P.S. 13.30	Carretera A-1217 (Enlace Aeropuerto)	P.S. (glorieta)	3 vanos losa	L=60,3 m. 15-30,3-15 (en proyeccion recta)
25	11.25	P.S. 13.76	Cabañera Real	P.S. (3 carriles)	3 vanos in situ	L=71,0 m. 17-37-17
26	11.26	P.I. 14.71	Camino en PK 14+710	P.I.	MARCO 7x5,30m	L=32,85 m. marco de 7*5,30
27	11.27	P.S. 15.56	Camino a Ola	P.S.	3 vanos in situ	L=57,0 m. 13,50-30-13,50
28	11.28	P.S. 16.19	Camino en PK 16+190	P.S.	3 vanos in situ	L=57,0 m. 13,50-30-13,50
29	11.29	P.I. 16.57	Camino de la Rambla	P.I.	MARCO 7x5,30m	L=31,39m marco 7*5,30
ENLACE DE SIETAMO						
30	11.30	PUENTE	Río Botella	PUENTE	Vigas doble T 1,2m	L=56,0 m. 15-26-15
31	11.31	P.I. 0.69 (Eje 96)	Ramal Huesca- Lleida bajo calzada derecha	P.I.	LOSA (3 carriles)	L=37,15 m. 11-15,15-11 (3 carriles)
32	11.32	P.I. 0.98 (Eje 97)	Ramal Huesca- Lleida bajo calzada izquierda	P.I.	LOSA	L=37,8 m. 11-15,8-11
33	11.33	P.I. 0.83 (Eje 96)	Ctra A-1217 bajo calzada derecha	P.I.	LOSA (3 carriles)	L=39,3 m. 11,5-15,3-12,5 (3 carriles)
34	11.34	P.I. 0.85 (Eje 97)	Ctra A-1217 bajo calzada izquierda	P.I.	LOSA	L=37,0 m. 11-15-11
35	11.35	P.I. 0.67 (Eje 97)	Calzada izquierda bajo A-22	P.I. (servicio)	V.Doble T sob. Pilotes	L=Variable (20,44-23,08)

Z000031 / DT / EST001_A

2.- DESCRIPCIÓN DE ESTRUCTURAS

En este apartado se describen una a una todas las estructuras comprendidas en el proyecto, indicando la solución adoptada para cada una de ellas, dimensiones principales (anchura del tablero, longitud, distribución de luces y gálibos) y morfología del tablero, estribos y pilas.

2.1.- ESTRUCTURA E-1. AMP. 3.85 (EJE 5). AMPLIACIÓN PASO INFERIOR DE CAMINO

Se trata de un paso inferior de camino existente bajo la autovía A-23 que es necesario ampliar por la margen norte del mismo para alojar la cuña de transición del carril de aceleración de la incorporación del ramal semidirecto Lleida-Zaragoza (eje 5) a la citada autovía A-23 en dirección Zaragoza. La ubicación de este paso coincide con la D.O. 3+850 del citado eje 5. La ampliación tiene una longitud de 1,06m y para ejecutarla es necesaria la demolición de las aletas existentes.

Al tratarse de una ampliación, se respeta la tipología y dimensiones de la estructura existente. En este caso se tiene un marco de dimensiones interiores 7,00 x 5,20m. Sobre la solera existe una capa de zahorra artificial de unos 60cm de espesor, con lo cual el gálibo libre para el paso del camino es de 4,60m. A ambos lados del camino existen tubos de PVC de 400mm de diámetro para recoger las aguas provenientes de la margen norte del camino.

Tanto los hastiales como la solera y el dintel del marco tienen un canto de 0,45m. Las uniones de los hastiales con el dintel están acarteladas. Las dimensiones de estas cartelas son 0,15m de anchura por 0,20m de altura. Las nuevas aletas proyectadas para la contención de tierras en el acceso norte al marco son de canto variable con canto mínimo de 30cm en coronación y trasdós en pendiente de 1H/10V.

2.2.- ESTRUCTURA E-2. AMP. 2.47 (EJE 5). AMPLIACIÓN PASO INFERIOR DE CAMINO

Se trata de un paso inferior de camino existente bajo la autovía A-23 que es necesario ampliar por la margen norte del mismo para alojar por un lado el carril de aceleración del ramal semidirecto Lleida-Zaragoza (eje 5), en la calzada sentido Zaragoza, y por otro el carril de deceleración de la salida del ramal directo Zaragoza-Lleida (eje 4), en la calzada sentido Huesca. Este paso inferior debe ampliarse por ambos márgenes, siendo la longitud de la ampliación del lado sentido Zaragoza de 6,91m y la del lado sentido Huesca de 7,76m.

Al tratarse de una ampliación, se respeta la tipología y dimensiones de la estructura existente. En este caso se tiene un marco de dimensiones interiores 6,95 x 5,80m. Sobre la solera existe una capa de zahorra artificial de unos 60cm de espesor, con lo cual el gálibo libre para el paso del camino es de 5,20m. A ambos lados del camino existen tubos de PVC de 400mm de diámetro para recoger las aguas provenientes de la margen norte del camino.

Los hastiales del paso inferior tienen un canto de 0,60m mientras que el canto de la solera y el dintel del mismo es de 0,55m. Las uniones de los hastiales con el dintel están acarteladas. Las dimensiones de estas cartelas son 0,15m de anchura por 0,20m de altura.

Para la ejecución de esta ampliación es necesaria la demolición de las aletas existentes y la construcción de nuevas aletas tras finalizarla. Las nuevas aletas se proyectan con canto variable con canto mínimo de 30cm en coronación y trasdós en pendiente de 1H/10V.

2.3.- ESTRUCTURA E-3. P.S. 1.55 (EJE 5). PASO SUPERIOR RAMAL SEMIDIRECTO LLEIDA-ZARAGOZA SOBRE A-23

Esta estructura se proyecta para permitir el paso del ramal semidirecto Lleida-Zaragoza (eje 5) sobre el tronco de la autovía A-23 en el enlace de Valdabrá. La solución adoptada para esta estructura según el Estudio de Tipologías Estructurales realizado es la de puente continuo de cuatro vanos con tablero mixto, constituido por una viga cajón metálica de 1,50m de canto con voladizos, sobre la que se dispone una losa de hormigón armado de 25cm de espesor.

La anchura total del tablero de esta estructura es de 11,70m (0,60m de barrera + 1,50m de arcén interior + 3,50m de carril + 3,50m de carril + 2,50m de arcén exterior + 0,60m de barrera) y se trata de una estructura con trazado curvo y con los estribos perpendiculares al eje 5 en el punto de intersección con el mismo. Teniendo en cuenta que el tronco de la autovía A-23 tiene en esta zona una anchura total de 31,40m (2,50m de arcén + 7,20m de calzada sentido Huesca + 1,00m de arcén + 10,00m de mediana + 1,00m de arcén + 7,20m de calzada sentido Zaragoza + 2,50m de arcén), que además dispone una berma a cada lado de 1,50m, el acusado esviaje con el que el eje 5 cruza sobre la autovía y que además se dispone pila en la mediana, la distribución de luces que se obtiene (en el eje del tablero) es de 25,00-40,00-40,00-25,00m, lo que permite tener un gálibo horizontal en los dos vanos centrales de 38,50m. El gálibo vertical mínimo es de 5,83m.

El tablero se apoya sobre dos estribos, de tipo cerrado con aletas independientes de canto variable con canto mínimo de 30cm en coronación y trasdós en pendiente de 1H/10V, y tres elementos apoyo constituidos cada uno de ellos por un único fuste circular de 1,5m.

2.4.- ESTRUCTURA E-4. P.S. 0.12 (EJE 16). PASO SUPERIOR DE CONEXIÓN ENTRE GLORIETAS SOBRE A-23

Esta estructura se proyecta para permitir el paso del eje 16 (Reposición N-330 P.S. A-23) sobre el tronco de la autovía A-23. La solución adoptada para esta estructura según el Estudio de Tipologías Estructurales realizado es la de puente de cuatro vanos isostáticos con tablero constituido por dos vigas prefabricadas tipo artesa de 1,00m de canto sobre las que se dispone una losa de hormigón armado de canto variable entre 25cm en extremo de voladizos y 41cm en el eje del tablero.

La anchura total del tablero de esta estructura es de 11,20m (0,60m de barrera + 1,50m de arcén + 3,50m de carril + 3,50m de carril + 1,50m de arcén + 0,60m de barrera) y tiene un esviaje de 15,00g (considerando 0g el esviaje de un tablero recto), igual al ángulo complementario del formado por el eje 16 y el tronco de la autovía A-23 en su intersección. Teniendo en cuenta que el tronco de la autovía A-23 tiene en esta zona una anchura total de 31,40m (2,50m de arcén + 7,20m de calzada sentido Huesca + 1,00m de arcén + 10,00m de mediana + 1,00m de arcén + 7,20m de calzada sentido Zaragoza + 2,50m de arcén), que además dispone una berma a cada lado de 1,50m, el ángulo de esviaje citado anteriormente y que además se dispone un elemento apoyo en la mediana, la distribución de luces que se obtiene es de 11,00-19,50-19,50-11,00m, lo que permite tener un gálibo horizontal en los dos vanos centrales de 18,30m. El gálibo vertical mínimo es de 5,75m.

El tablero se apoya sobre dos estribos abiertos y tres elementos apoyo constituidos cada uno de ellos por dos fustes circulares de 1,20m de diámetro con capitel troncocónico en coronación de diámetros 1,20-2,20m y una altura de 0,90m.

2.5.- ESTRUCTURA E-5. AMP. PUENTE 0.50 (EJE 20). AMPLIACIÓN PUENTE EXISTENTE ACTUAL N-330 SOBRE EL BARRANCO DE VALDABRA.

Tanto la autovía A-23 como la antigua carretera N-330 cruzan sobre el barranco de Valdabra mediante tres estructuras paralelas de tipología y luces similares. Para albergar la duplicación de la vía de servicio es necesario materializar un nuevo puente contiguo al actual que existe en la N-330.

La estructura existente en la N-330 se trata de una estructura isostática de vano único con tablero formado por vigas prefabricadas en doble T de 1,10m de canto sobre las que se dispone una losa de hormigón armado de 0,25m de canto. Su duplicación se propone mediante un tablero similar, con vigas de igual sección y separación entre las mismas similar. Sobre estas nuevas vigas se dispone una losa de hormigón armado del mismo canto que el de las estructuras existentes (0,25m). Los tableros son independientes, existiendo una separación entre ellos de algo menos de un metro. La luz de cálculo de la duplicación de la estructura es de 24,90m, con una anchura de 10,70m (0,60m para cada barrera+1,50m de arcén exterior+3,50m de carril+3,50m de carril+1,00m de arcén interior).

También es necesario prolongar los cargaderos existentes para permitir el apoyo de las ampliaciones de los tableros, respetando la tipología y dimensiones de los mismos, así como el encauzamiento de escollera realizado en el barranco de Valdabra.

2.6.- ESTRUCTURA E-6. P.I. 2.51 (EJE 4). PASO INFERIOR VÍA DE SERVICIO BAJO CALZADA DERECHA.

Esta estructura se proyecta para permitir el paso del eje 25 bajo la calzada derecha (eje 4) de la variante en la zona del enlace de Valdabra. Esta estructura se engloba dentro del grupo estructural "pasos inferiores de carretera" del Estudio de tipologías estructurales. La solución adoptada para resolverla de acuerdo al mencionado estudio es la de puente de tres vanos con tablero de hormigón armado de 70cm de canto.

La anchura total del tablero de la misma es de 11,70m (0,60m de barrera +1,00m de arcén izquierdo+ 3,50m de carril + 3,50m de carril + 2,50m de arcén derecho + 0,60m de barrera) y tiene un esviaje de 11,628g (considerando 0g el esviaje de un tablero recto), igual al ángulo complementario del formado por los ejes 4 y 25 en su intersección. Teniendo en cuenta que el eje 25 tiene una anchura total de 10,00m (1,50m de arcén + 7,00m de calzada + 1,50m de arcén) y el ángulo de esviaje citado anteriormente queda una disposición de luces de 11,30-14,40-11,30m, lo que permite un gálibo horizontal en el vano central de 13,60m. El gálibo vertical mínimo que se tiene en el eje 25 es de 5,63m.

El tablero se apoya sobre dos estribos abiertos y dos elementos apoyo constituidos cada uno de ellos por dos pilas circulares separadas 6,00m (en sección transversal del tablero) de 0,80m de diámetro con capitel troncocónico en coronación.

2.7.- ESTRUCTURA E-7. P.I. 1.29 (EJE 5). PASO INFERIOR VÍA DE SERVICIO BAJO CALZADA IZQUIERDA.

Esta estructura se proyecta para permitir el paso del eje 25 bajo la calzada izquierda (eje 5) de la variante en la zona del enlace de Valdabra. Esta estructura se engloba dentro del grupo estructural "pasos inferiores de carretera" del Estudio de tipologías estructurales. La solución adoptada para resolverla de acuerdo al mencionado estudio es la de puente de tres vanos con tablero de hormigón armado de 70cm de canto.

La anchura total del tablero de la misma es de 11,70m (0,60m de barrera +1,00m de arcén izquierdo+ 3,50m de carril + 3,50m de carril + 2,50m de arcén derecho + 0,60m de barrera) y se trata de un tablero recto, ya que el ángulo formado por los ejes 5 y 25 es de 99,518g en su intersección. Teniendo en cuenta

que el eje 25 tiene una anchura total de 10,00m (1,50m de arcén + 7,00m de calzada + 1,50m de arcén) la disposición de luces es de 11,00-14,00-11,50m, lo que permite un gálibo horizontal en el vano central de 13,20m. Señalar que el vano 3 tiene una longitud mayor que el vano 1 debido a la mayor longitud del cono de tierras del estribo 2, que es apreciablemente más alto que el estribo 1. El gálibo vertical mínimo que se tiene en el eje 25 es de 6,50m.

El tablero se apoya sobre dos estribos abiertos y dos elementos apoyo constituidos cada uno de ellos por dos pilas circulares separadas 6,00m (en sección transversal del tablero) de 0,80m de diámetro con capitel troncocónico en coronación.

2.8.- ESTRUCTURA E-8. P.I. 3.02 (EJE 4). PASO INFERIOR DEL RAMAL HUESCA-LLEIDA BAJO EL TRONCO.

Esta estructura se proyecta para permitir el paso del ramal Huesca-Lleida (eje 9) bajo las dos calzadas del tronco. Se trata por tanto de una estructura con dos tableros. Esta estructura se engloba dentro del grupo estructural "pasos inferiores de carretera" del Estudio de tipologías estructurales. La solución adoptada para resolverla de acuerdo al mencionado estudio es la de puente de tres vanos con tablero de hormigón armado de 70cm de canto.

La anchura total de cada uno de los tableros es de 11,70m (0,60m de barrera + 1,00m de arcén izquierdo+ 3,50m de carril + 3,50m de carril + 2,50m de arcén derecho + 0,60m de barrera) y tiene un esviaje de 43,242g (considerando 0g el esviaje de un tablero recto), igual al ángulo complementario del formado por los ejes 5 y 9 en su intersección. Teniendo en cuenta que el eje 9 tiene una anchura total de 7,50m (2,50m de arcén derecho + 4,00m de carril + 1,00m de arcén izquierdo) y el ángulo de esviaje citado anteriormente queda una disposición de luces de 11,00-15,00-11,00m, lo que permite un gálibo horizontal en el vano central de 14,20m. El gálibo vertical mínimo que se tiene en el eje 9 es de 5,30m.

Cada uno de los tableros se apoya sobre dos estribos abiertos y dos elementos apoyo constituidos cada uno de ellos por dos pilas circulares separadas 6,00m (en sección transversal del tablero) de 0,80m de diámetro con capitel troncocónico en coronación. Tanto los dos estribos como los dos elementos apoyo de sobre los que se sustenta cada uno de los tableros son independientes, con lo cual puede decirse que este paso inferior está constituido por dos estructuras independientes.

2.9.- ESTRUCTURA E-9. VIADUCTO SOBRE EL BARRANCO DE VALDABRA.

Esta estructura se proyecta para permitir el paso de las dos calzadas de la Variante sobre el barranco de Valdabra en el PK 1+600. Se trata por tanto de dos estructuras paralelas independientes. La anchura total del tablero de cada una de ellas es de 11,70m (0,60m de barrera +1,00m de arcén izquierdo+ 3,50m de carril + 3,50m de carril + 2,50m de arcén derecho + 0,60m de barrera) y ambas son estructuras rectas. La longitud de las mismas viene determinada por el cálculo hidráulico, que determinaba una abertura en dirección perpendicular al cauce de 55m para no incurrir en sobreelevaciones inadmisibles. El cruce entre la variante y el barranco tiene un esviaje elevadísimo con lo cual, dado que las estructuras son rectas, para dejar la abertura anteriormente citada es necesaria para cada una de ellas una longitud de unos 130m, distribuidos en cinco vanos de isostáticos de 26m (la solución adoptada se justifica en el Estudio de Tipologías estructurales).

Cada uno de los tableros está constituido por cinco vigas prefabricadas en doble T de 1,20m de canto sobre las cuales se dispone una losa de hormigón armado de 0,25m de canto.

Los tableros apoyan cada uno de ellos sobre dos estribos abiertos y cuatro elementos apoyo de fuste único circular sobre los que se disponen martillos para apoyo de las vigas de canto variable entre 1,00m (en extremos) y 2,00m (en la unión con los fustes). La cimentación tanto de estribos como de pilas es profunda mediante pilotes.

2.10.- ESTRUCTURA E-10. P.S. 2.42. CAMINO DE SAN JUAN ALTO.

Esta estructura se proyecta para permitir el paso del camino de San Juan Alto sobre el tronco de la variante. Esta estructura se engloba dentro del grupo estructural "pasos superiores tipo" del Estudio de tipologías estructurales. La solución adoptada es la de puente de tres vanos con tablero continuo en losa "in situ" postesada con canto variable, siendo esta variación de canto parabólica.

La anchura total del tablero de esta estructura es de 8,20m (0,60m de barrera + 1,00m de arcén + 5,00m de calzada + 1,00m de arcén + 0,60m de barrera) y se trata de una estructura recta. Teniendo en cuenta que el tronco tiene en la zona de cruce con el camino una anchura total de 26m (2,50m de arcén + 7,00m de calzada sentido Lleida + 1,00m de arcén + 5,00m de mediana + 1,00m de arcén + 7,00m de calzada sentido Zaragoza + 2,50m de arcén) y que además se dispone una berma a cada lado de 1,50m, la distribución de luces que se obtiene es de 13,50-30,00-13,50m, lo que permite tener un gálibo horizontal en el vano central de 28,80m. El gálibo vertical mínimo es de 5,45m.

El tablero está constituido por una losa "in situ" postesada constituida en sección por un núcleo central de canto variable entre 1,70m sobre pilas y 1,10m en estribos y centro del vano central con dos alas laterales de 2,20m de longitud y canto variable entre 25 (en extremo) y 45cm (en la unión con el núcleo). La variación del canto del núcleo en la dirección longitudinal del tablero es parabólica y la del canto de las alas en dirección transversal al mismo lineal.

Este tablero se apoya sobre dos estribos, de tipo cerrado con aletas en vuelta, y dos elementos apoyo constituidos por fuste único de sección cuadrada de 1,10 x 1,10m con capitel en coronación también de sección cuadrada de dimensiones variables entre 1,10 x 1,10m y 2,15 x 2,15m y 0,90m de altura. La cimentación tanto de los estribos como de las pilas es superficial con las zapatas apoyadas en el sustrato sano.

2.11.- ESTRUCTURA E-11. P.I. 2.95. CAMINO DEL CARRASCAL.

Esta estructura se proyecta para permitir el paso del camino del carrascal bajo el tronco de la variante. Esta estructura se engloba dentro del grupo estructural "pasos inferiores de camino" del Estudio de tipologías estructurales. La solución adoptada de acuerdo a ese estudio de tipologías es la de tipo marco. Aunque por el Camino del Carrascal discurre una tubería de abastecimiento que impediría a priori adoptar la solución tipo marco para esta estructura y según Estudio de Tipologías también se puede adoptar la solución tipo pórtico, esta tubería se repone de forma que quede fuera de la zona de afección producida por la construcción de la misma. Ello se debe a que la tensión admisible del terreno es muy baja y para la solución tipo pórtico hay que realizar un saneo importante que luego hay que rellenar con hormigón pobre, que resulta más costoso que la reposición de la mencionada tubería.

Las dimensiones interiores de este marco son de 7 x 5,30m lo que permite el paso holgado del camino en cuestión que tiene una anchura de 5m con un gálibo vertical mínimo de 5m, ya que sobre la solera de los mismos se dispone una capa de zahorra artificial de 30cm de espesor que constituye la rodadura del camino

y cunetas revestidas de hormigón a ambos lados del mismo. La longitud total del marco es de 33,94m y tiene un esviaje de 7,870g (considerando 0g el esviaje de un marco recto).

Las aletas proyectadas para la contención de tierras en los accesos a los marcos son de canto variable con canto mínimo de 30cm en coronación y trasdós en pendiente de 1H/10V.

2.12.- ESTRUCTURA E-12. P.S. 3.21. CAMINO DE ACCESO A GRANJAS.

Esta estructura se proyecta para permitir el paso del camino que da acceso a unas granjas ubicadas junto al tronco de la Variante sobre el Tronco de la misma en el PK 3+210. Esta estructura está englobada dentro del grupo estructural "pasos superiores en desmonte importante" del Estudio de tipologías estructurales. La solución adoptada según este estudio es la de puente-arco. Además, la estructura tiene la peculiaridad añadida de que debe estar habilitada como vía pecuaria, con lo cual es necesario disponer dos bandas laterales a ambos lados de la calzada de 2m de anchura para paso de fauna. Además estas bandas laterales deben disponer de una capa de tierra vegetal de 30cm de espesor mínimo. La rodadura de la calzada está constituida por una capa de Mezclas Bituminosas en Caliente de 6cm de espesor. No se pueden colocar bordillos entre las bandas para paso de fauna y la calzada y la transición entre ambas se lleva a cabo mediante un pequeño talud en la tierra vegetal de las bandas. La capa de tierra vegetal de las citadas bandas para paso de fauna suponen una sobrecarga importante sobre el tablero de la estructura.

Con todo lo descrito anteriormente la anchura total del tablero de esta estructura es de 11,20m (0,60m de barrera + 2,00m de banda para paso de fauna + 6,00m de calzada + 2,00m de banda para paso de fauna + 0,60m de barrera) y se trata de una estructura recta.

La longitud total de estructura necesaria es de 84,00m, debida fundamentalmente al elevado desmonte en el que se encuentra el paso superior. El tablero está constituido por 8 tramos isostáticos de 10,50m de longitud materializado por puente losa de vigas PL de 50 + 6cm de canto para simplificar en lo posible las operaciones de cimbrado.

El apoyo del tablero en el arco se consigue mediante 2 pilas de sección rectangular de 80 x 80 cm en cada apoyo sobre las que se dispone un dintel de 70 cm de canto. Este dintel sobre pilas se puede prefabricar en obra. El arco se ha proyectado de hormigón armado HA-40 con dimensiones constantes 9,50x1,00 m, tiene una luz entre apoyos de 63,00 m y una flecha de 7,15 m, lo que confiere a la estructura un aspecto muy digno.

En los extremos del puente el tablero apoya sobre dos estribos cerrados cimentados directamente sobre sustrato sano. La cimentación del arco también es superficial mediante zapatas.

2.13.- ESTRUCTURA E-13. P.I. 4.25. CAMINO DE CUARTE A TABERNAS.

Esta estructura se proyecta para permitir el paso del camino de Cuarte a Tabernas bajo el tronco de la variante. Esta estructura se engloba dentro del grupo estructural "pasos inferiores de camino" del Estudio de tipologías estructurales. La solución adoptada de acuerdo a ese estudio de tipologías es la de tipo marco. Aunque según el mencionado Estudio de Tipologías en lugar de esta solución se podría haber adoptado la solución tipo pórtico se ha desechado esta solución debido a que no aporta una ventaja económica respecto del marco, salvo en terrenos con una tensión admisible del terreno muy elevada, el cual tiene además un monolitismo mucho mayor.

Las dimensiones interiores de este marco son de 7 x 5,30m lo que permite el paso holgado del camino en cuestión que tiene una anchura de 5m con un gálibo vertical mínimo de 5m, ya que sobre la solera de los mismos se dispone una capa de zahorra artificial de 30cm de espesor que constituye la rodadura del camino y cunetas revestidas de hormigón a ambos lados del mismo. La longitud total del marco es de 36,95m y tiene un esviaje de 36,405g (considerando 0g el esviaje de un marco recto).

Las aletas proyectadas para la contención de tierras en los accesos a los marcos son de canto variable con canto mínimo de 30cm en coronación y trasdós en pendiente de 1H/10V.

2.14.- ESTRUCTURA E-14. VIADUCTO SOBRE EL FFCC ZARAGOZA-CANFRANC Y LA NUEVA VARIANTE FERROVIARIA.

Esta estructura se proyecta para permitir el paso de las dos calzadas de la Variante sobre la línea de Ferrocarril Tardienta – Huesca en el PK 4+650 y previamente sobre el ramal Tardienta-Canfranc de la variante ferroviaria de Huesca. Se trata por tanto de dos estructuras paralelas independientes. La anchura total del tablero de cada una de ellas es de 11,70m (0,60m de barrera + 1,00m de arcén izquierdo + 3,50m de carril + 3,50m de carril + 2,50m de arcén derecho + 0,60m de barrera) y ambas estructuras son rectas aunque el cruce entre las líneas férreas y la variante tiene cierto esviaje.

La longitud de cada estructura es diferente, siendo la de la calzada derecha de 127,70m mientras que la de la calzada izquierda es de 133,40. Estas longitudes están distribuidas en cinco vanos isostáticos de luces 19,3-29,7-29,7-19,3m para la calzada derecha y 20,35-30,9-30,9-20,35m para la calzada izquierda. La luz de los vanos centrales viene determinada por la necesidad de ubicar las pilas de forma que permitan el desdoblamiento de las dos líneas férreas y que además este desdoblamiento pueda llevarse a cabo para cada una de las líneas férreas por cualquiera de los dos lados de las mismas. Además de todo lo citado anteriormente, debido a la elevadísima carga de impacto ferroviario que hay que considerar actuando sobre las pilas según la IAPF cuando la distancia entre el eje de la vía y el paramento de las mismas es inferior a 5m, se han ubicado éstas de forma que queden situadas a más de 5m del eje de las posibles ampliaciones de las líneas, optimizando por tanto las dimensiones y el armado de las mismas al no tener que considerar las citadas cargas de impacto.

Las estructuras permiten un gálibo mínimo vertical de 7,81m sobre el ramal Tardienta-Canfranc de la variante ferroviaria de Huesca y de 9,92m sobre la línea Tardienta-Huesca. Ambos gálibos son superiores al mínimo exigido por las normas de ADIF al respecto.

Cada uno de los tableros está constituido por cinco vigas prefabricadas en doble T de 1,50m de canto sobre las cuales se dispone una losa de hormigón armado de 0,25m de canto.

Los tableros apoyan cada uno de ellos sobre dos estribos abiertos y tres elementos apoyo constituidos cada uno de ellos por dos pilas circulares de 1,20m separadas 6,50m sobre las que se dispone un dintel de sección rectangular de 1,40m de ancho por 1,20m de alto para permitir el apoyo de las vigas. La cimentación tanto de estribos como de pilas es directa sobre el sustrato sano mediante zapatas.

2.15.- ESTRUCTURA E-15. P.S. 6.06. CARRETERA A-1212.

Esta estructura se proyecta para permitir el paso de la carretera A-1212 sobre el tronco de la variante. Esta estructura se engloba dentro del grupo estructural “pasos superiores tipo” del Estudio de tipologías

estructurales. La solución adoptada es la de puente de tres vanos con tablero continuo en losa “in situ” postesada con canto variable, siendo esta variación de canto parabólica.

La anchura total del tablero esta estructura es de 9,20m (0,60m de barrera + 0,50m de arcén + 7,00m de calzada + 0,50m de arcén + 0,60m de barrera) y se trata de una estructura con trazado curvo. Teniendo en cuenta que el tronco tiene en la zona de cruce con el camino una anchura total de 26m (2,50m de arcén + 7,00m de calzada sentido Lleida + 1,00m de arcén + 5,00m de mediana + 1,00m de arcén + 7,00m de calzada sentido Zaragoza + 2,50m de arcén) y que además se dispone una berma a cada lado de 1,10m, la distribución de luces que se obtiene es de 13,50-30,00-13,50m, lo que permite tener un gálibo horizontal en el vano central de 28,80m. El gálibo vertical mínimo es de 5,44m.

El tablero está constituido por una losa “in situ” postesada constituida en sección por un núcleo central de canto variable entre 1.70m sobre pilas y 1,10m en estribos y centro del vano central con dos alas laterales de 2,20m de longitud y canto variable entre 25 (en extremo) y 45cm (en la unión con el núcleo). La variación del canto del núcleo en la dirección longitudinal del tablero es parabólica y la del canto de las alas en dirección transversal al mismo lineal.

Este tablero se apoya sobre dos estribos abiertos y dos elementos apoyo constituidos por fuste único de sección cuadrada de 1,10 x 1,10m con capitel en coronación también de sección cuadrada de dimensiones variables entre 1,10 x 1,10m y 2,55 x 2,55m y 0,90m de altura. La cimentación tanto de los estribos como de las pilas es superficial con las zapatas apoyadas en el sustrato sano.

2.16.- ESTRUCTURA E-16. VIADUCTO SOBRE EL RÍO ISUELA.

Esta estructura se proyecta para permitir el paso de las dos calzadas de la Variante sobre el Río Isuela. Se trata por tanto de dos estructuras paralelas independientes. La anchura total del tablero de cada una de ellas es de 11,70m (0,60m de barrera + 1,00m de arcén izquierdo + 3,50m de carril + 3,50m de carril + 2,50m de arcén derecho + 0,60m de barrera) y ambas tienen un esviaje de 12.254g (considerando 0g el esviaje de una estructura recta), de forma que tanto los estribos como los elementos apoyo son aproximadamente paralelos al cauce.

La longitud de ambas estructuras es de 82,40m, longitud que viene determinada por el estudio hidráulico de forma que la existencia de las mismas no produzca sobreelevaciones inadmisibles en el cauce ni permitiera la aparición de nuevas zonas de inundación. Estas estructuras son isostáticas de tres vanos con distribución de luces de 27,35-27,70-27,35m.

Cada uno de los tableros está constituido por cinco vigas prefabricadas en doble T de 1,30m de canto sobre las cuales se dispone una losa de hormigón armado de 0,25m de canto.

Los tableros apoyan cada uno de ellos sobre dos estribos abiertos y dos elementos apoyo, cada uno de los cuales está constituido por dos pilas circulares de 1,00m separadas 6,50m sobre las que se dispone un dintel de sección cuadrada de 1,20x1,20m para permitir el apoyo de las vigas. La cimentación tanto de estribos como de pilas es profunda mediante pilotes.

2.17.- ESTRUCTURA E-17. P.I. 6.93. CABAÑERA DE HUESCA A GRAÑÉN.

Esta estructura se proyecta para permitir el paso de la Cabañera de Huesca a Grañén bajo el tronco de la variante. Esta estructura se engloba dentro del grupo estructural “pasos inferiores de camino” del Estudio de tipologías estructurales. La solución adoptada de acuerdo a ese estudio de tipologías es la de tipo marco.

Aunque según el mencionado Estudio de Tipologías en lugar de esta solución se podría haber adoptado la solución tipo pórtico se ha desechado esta solución debido a que no aporta una ventaja económica respecto del marco, salvo en terrenos con una tensión admisible del terreno muy elevada, el cual tiene además un monolitismo mucho mayor.

Las dimensiones interiores de este marco son de 7 x 5,30m lo que permite el paso holgado del camino en cuestión que tiene una anchura de 5m con un gálibo vertical mínimo de 5m, ya que sobre la solera de los mismos se dispone una capa de zahorra artificial de 30cm de espesor que constituye la rodadura del camino y cunetas revestidas de hormigón a ambos lados del mismo. La longitud total del marco es de 43,00m y tiene un esviaje de 17,756g (considerando 0g el esviaje de un marco recto).

Las aletas proyectadas para la contención de tierras en los accesos a los marcos son de canto variable con canto mínimo de 30cm en coronación y trasdós en pendiente de 1H/10V.

2.18.- ESTRUCTURA E-18. P.S. 8.02. CARRETERA A-1213. (ENLACE A-1213).

Esta estructura se proyecta para permitir el paso de la carretera A-1212 sobre el tronco de la variante. Esta estructura se engloba dentro del grupo estructural "pasos superiores sobre calzadas de tres carriles" del Estudio de tipologías estructurales. La solución adoptada es la de puente de tres vanos con tablero continuo en losa "in situ" postesada con canto variable, siendo esta variación de canto parabólica.

La anchura total del tablero esta estructura es de 10,20m (0,60m de barrera + 1,00m de arcén + 7,00m de calzada + 1,00m de arcén + 0,60m de barrera), su trazado es rectilíneo y tiene un esviaje de 10,666g (considerando 0g el esviaje de un tablero recto) Teniendo en cuenta que el tronco tiene en la zona de cruce con el camino una anchura total de 26m (2,50m de arcén + 7,00m de calzada sentido Lleida + 1,00m de arcén + 5,00m de mediana + 1,00m de arcén + 7,00m de calzada sentido Zaragoza + 2,50m de arcén), que además se dispone una berma a cada lado de 1,10m y el esviaje anteriormente citado, la distribución de luces que se obtiene es de 16,50-38,00-16,50m, lo que permite tener un gálibo horizontal en el vano central de 37,00m. El gálibo vertical mínimo es de 5,37m.

El tablero está constituido por una losa "in situ" postesada constituida en sección por un núcleo central aligerado de canto variable entre 1,80m sobre pilas y 1,30m en estribos y centro del vano central con dos alas laterales de 2,40m de longitud y canto variable entre 25 (en extremo) y 45cm (en la unión con el núcleo). La variación del canto del núcleo en la dirección longitudinal del tablero es parabólica y la del canto de las alas en dirección transversal al mismo lineal.

Este tablero se apoya sobre dos estribos abiertos y dos elementos apoyo constituidos cada uno de ellos por una pila ejecutada "in situ" con forma de A invertida. Estas pilas permiten el doble apoyo del tablero en cada elemento apoyo lo que mejora el comportamiento de este a torsión. La cimentación tanto de los estribos como de las pilas es superficial mediante zapatas apoyadas en el sustrato sano.

2.19.- ESTRUCTURA E-19. VIADUCTO SOBRE EL RÍO FLUMEN.

Esta estructura se proyecta para permitir el paso de las dos calzadas de la Variante sobre el Río Flumen. Se trata por tanto de dos estructuras paralelas independientes. La anchura total del tablero de cada una de ellas es de 11,70m (0,60m de barrera + 1,00m de arcén izquierdo + 3,50m de carril + 3,50m de carril + 2,50m de arcén derecho + 0,60m de barrera) y ambas tienen un esviaje de 16.888g (considerando 0g el esviaje de

una estructura recta), de forma que tanto los estribos como los elementos apoyo son aproximadamente paralelos al cauce.

La longitud de ambas estructuras es de 82,40m, longitud que viene determinada por el estudio hidráulico de forma que la existencia de las mismas no produzca sobreelevaciones inadmisibles en el cauce ni permitiera la aparición de nuevas zonas de inundación. Estas estructuras son isostáticas de tres vanos con distribución de luces de 27,35-27,70-27,35m.

Cada uno de los tableros está constituido por cinco vigas prefabricadas en doble T de 1,30m de canto sobre las cuales se dispone una losa de hormigón armado de 0,25m de canto.

Los tableros apoyan cada uno de ellos sobre dos estribos abiertos y dos elementos apoyo, cada uno de los cuales está constituido por dos pilas circulares de 1,00m separadas 6,50m sobre las que se dispone un dintel de sección cuadrada de 1,20x1,20m para permitir el apoyo de las vigas. La cimentación tanto de estribos como de pilas es directa al sustrato sano mediante zapatas.

2.20.- ESTRUCTURA E-20. P.S. 8.67. CAMINO DE LASCASAS.

Esta estructura se proyecta para permitir el paso del camino de Lascasas sobre el tronco de la variante. Esta estructura se engloba dentro del grupo estructural "pasos superiores tipo" del Estudio de tipologías estructurales. La solución adoptada es la de puente de tres vanos con tablero continuo en losa "in situ" postesada con canto variable, siendo esta variación de canto parabólica.

La anchura total del tablero de esta estructura es de 8,20m (0,60m de barrera + 1,00m de arcén + 5,00m de calzada + 1,00m de arcén + 0,60m de barrera) y se trata de una estructura recta. Teniendo en cuenta que el tronco tiene en la zona de cruce con el camino una anchura total de 26m (2,50m de arcén + 7,00m de calzada sentido Lleida + 1,00m de arcén + 5,00m de mediana + 1,00m de arcén + 7,00m de calzada sentido Zaragoza + 2,50m de arcén) y que además se dispone una berma a cada lado de 1,10m, la distribución de luces que se obtiene es de 13,50-30,00-13,50m, lo que permite tener un gálibo horizontal en el vano central de 28,80m. El gálibo vertical mínimo es de 5,45m.

El tablero está constituido por una losa "in situ" postesada constituida en sección por un núcleo central de canto variable entre 1.70m sobre pilas y 1,10m en estribos y centro del vano central con dos alas laterales de 2,20m de longitud y canto variable entre 25 (en extremo) y 45cm (en la unión con el núcleo). La variación del canto del núcleo en la dirección longitudinal del tablero es parabólica y la del canto de las alas en dirección transversal al mismo lineal.

Este tablero se apoya sobre dos estribos abiertos y dos elementos apoyo constituidos por fuste único de sección cuadrada de 1,10 x 1,10m con capitel en coronación también de sección cuadrada de dimensiones variables entre 1,10 x 1,10m y 2,15 x 2,15m y 0,90m de altura. La cimentación tanto de los estribos como de las pilas es superficial con las zapatas apoyadas en el sustrato sano.

2.21.- ESTRUCTURA E-21. P.I. 10.63. CARRETERA A-131.

Esta estructura se proyecta para permitir el paso de la carretera A-131 (eje 82) bajo las dos calzadas del tronco. Se trata por tanto de una estructura con dos tableros. Esta estructura se engloba dentro del grupo estructural "pasos inferiores de carretera" del Estudio de tipologías estructurales aunque en este caso, debido a la existencia de un camino paralelo a la citada carretera ha sido necesario modificar la solución prevista para ese grupo estructural. La solución es hiperestática con tablero de hormigón armado, como la adoptada

para el grupo "pasos inferiores de carretera", pero en este caso únicamente tiene dos vanos y el canto del tablero es de 90cm en lugar de 70cm.

La anchura total de cada uno de los tableros es de 11,70m (0,60m de barrera + 1,00m de arcén izquierdo + 3,50m de carril + 3,50m de carril + 2,50m de arcén derecho + 0,60m de barrera) y tiene un esviaje de 13,486g (considerando 0g el esviaje de un tablero recto), igual al ángulo complementario del formado por la carretera A-131 y el tronco en su intersección. Teniendo en cuenta que la carretera A-131 tiene una anchura total de 8,00m (0,50m de arcén + 7,00m de calzada + 0,50m de arcén), el espacio necesario para la ubicación del camino y el ángulo de esviaje citado anteriormente queda una luz de cada uno de los vanos de 15m, lo que permite un gálibo horizontal en cada uno de los vanos de 14,20m. El gálibo vertical mínimo que se tiene en la carretera A-131 es de 5,98m.

Los estribos son comunes a los dos tableros y son de tipo cerrado con aletas independientes de canto variable (0,30m de canto mínimo en coronación y trasdós en pendiente de 1H/10V). El elemento apoyo de cada tablero está constituido por dos pilas circulares separadas 6,00m (en sección transversal del tablero) de 0,80m de diámetro con capitel troncocónico en coronación.

En cuanto a cimentaciones se refiere, señalar que de acuerdo con el geotécnico realizado ésta es superficial con las zapatas apoyadas en el sustrato sano. En el caso particular de los estribos, como este sustrato sano se encuentra a cierta profundidad dando lugar a muros muy altos y robustos, se ubica la zapata de forma que quede enterrada y se rellena el hueco existente hasta alcanzar la cota del sustrato sano con hormigón pobre.

2.22.- ESTRUCTURA E-22. P.I. 10.82. CAMINO DE VITALES.

Esta estructura se proyecta para permitir el paso del camino de Vitales bajo el tronco de la variante. Esta estructura se engloba dentro del grupo estructural "pasos inferiores de camino" del Estudio de tipologías estructurales. La solución adoptada de acuerdo a ese estudio de tipologías es la de tipo marco. Aunque según el mencionado Estudio de Tipologías en lugar de esta solución se podría haber adoptado la solución tipo pórtico se ha desechado esta solución debido a que no aporta una ventaja económica respecto del marco, salvo en terrenos con una tensión admisible del terreno muy elevada, el cual tiene además un monolitismo mucho mayor.

Las dimensiones interiores de este marco son de 7 x 5,30m lo que permite el paso holgado del camino en cuestión que tiene una anchura de 5m con un gálibo vertical mínimo de 5m, ya que sobre la solera de los mismos se dispone una capa de zahorra artificial de 30cm de espesor que constituye la rodadura del camino y cunetas revestidas de hormigón a ambos lados del mismo. La longitud total del marco es de 32,15m y se trata de un marco recto.

Las aletas proyectadas para la contención de tierras en los accesos a los marcos son de canto variable con canto mínimo de 30cm en coronación y trasdós en pendiente de 1H/10V.

2.23.- ESTRUCTURA E-23. P.S. 13.18. CARRETERA A-1217 (ENLACE AEROPUERTO).

Esta estructura se proyecta para permitir el paso del eje 48 (Glorieta sobre variante) sobre el tronco de la variante y está englobada dentro del grupo "Pasos superiores en glorieta" del estudio de tipologías estructurales. La solución adoptada para la resolución de esta estructura de acuerdo al mencionado estudio es la de puente de tres vanos continuo con sección losa de hormigón postesado HP-35 de 1,50m de canto constante aligerada y con cantos redondeados.

La anchura total del tablero de esta estructura es de 10,70m (0,60m de barrera + 0,50m de arcén interior + 8,00m de calzada + 1,00m de arcén exterior + 0,60m de barrera) y se trata de una estructura con un radio de curvatura de 100m (según el eje del vial) con los estribos paralelos al eje del tronco. Teniendo en cuenta que el tronco tiene en esta zona una anchura total de 26m (2,50m de arcén + 7,00m de calzada sentido Lleida + 1,00m de arcén + 5,00m de mediana + 1,00m de arcén + 7,00m de calzada sentido Zaragoza + 2,50m de arcén) y que además se dispone una berma a cada lado de 1,10m, la distribución de luces que se obtiene (en el eje del tablero) es de 16,63-30,71-16,63m, lo que permite tener un gálibo horizontal en el vano central de 29,71m. El gálibo vertical mínimo es de 8,64m.

El tablero se apoya sobre dos estribos, de tipo cerrado con aletas en vuelta, y dos elementos apoyo constituidos cada uno de ellos por una pila excéntrica de sección rectangular de dimensiones variables y cantos redondeados.

2.24.- ESTRUCTURA E-24. P.S. 13.30. CARRETERA A-1217 (ENLACE AEROPUERTO).

Esta estructura se proyecta para permitir el paso del eje 48 (Glorieta sobre variante) sobre el tronco de la variante y está englobada dentro del grupo "Pasos superiores en glorieta" del estudio de tipologías estructurales. La solución adoptada para la resolución de esta estructura de acuerdo al mencionado estudio es la de puente de tres vanos continuo con sección losa de hormigón postesado HP-35 de 1,50m de canto constante aligerada y con cantos redondeados.

La anchura total del tablero de esta estructura es de 10,70m (0,60m de barrera + 0,50m de arcén interior + 8,00m de calzada + 1,00m de arcén exterior + 0,60m de barrera) y se trata de una estructura con un radio de curvatura de 100m (según el eje del vial) con los estribos paralelos al eje del tronco. Teniendo en cuenta que el tronco tiene en esta zona una anchura total de 26m (2,50m de arcén + 7,00m de calzada sentido Lleida + 1,00m de arcén + 5,00m de mediana + 1,00m de arcén + 7,00m de calzada sentido Zaragoza + 2,50m de arcén) y que además se dispone una berma a cada lado de 1,50m, la distribución de luces que se obtiene (en el eje del tablero) es de 16,63-30,71-16,63m, lo que permite tener un gálibo horizontal en el vano central de 29,30m. El gálibo vertical mínimo es de 5,60m.

El tablero se apoya sobre dos estribos, de tipo cerrado con aletas en vuelta, y dos elementos apoyo constituidos cada uno de ellos por una pila excéntrica de sección rectangular de dimensiones variables y cantos redondeados.

2.25.- ESTRUCTURA E-25. P.S. 13.76. CABAÑERA REAL.

Esta estructura se proyecta para permitir el paso del camino de la Cabañera Real sobre el tronco de la variante y está englobado dentro del grupo estructural "pasos superiores sobre calzadas de tres carriles" del Estudio de tipologías estructurales. La solución adoptada es la de puente de tres vanos con tablero continuo en losa "in situ" postesada con canto variable, siendo esta variación de canto parabólica. Este paso superior tiene la peculiaridad de que debe estar habilitado como vía pecuaria, con lo cual es necesario disponer dos bandas laterales a ambos lados de la calzada de 2m de anchura para paso de fauna. Además estas bandas laterales deben disponer de una capa de tierra vegetal de 30cm de espesor mínimo. La rodadura de la calzada está constituida por una capa de zahorra artificial también de 30cm de espesor ya que no se pueden colocar bordillos entre las bandas para paso de fauna y la calzada. Estas capas de zahorra artificial y de tierra vegetal suponen una sobrecarga importante sobre el tablero de la estructura.

Con todo lo descrito anteriormente la anchura total del tablero de esta estructura es de 12,00m (1,00m de barrera + 2,00m de banda para paso de fauna + 6,00m de calzada + 2,00m de banda para paso de fauna + 1,00m de barrera) y se trata de una estructura recta. Teniendo en cuenta que el tronco tiene en la zona de cruce con el camino una anchura total de 33m (2,50m de arcén + 10,50m de calzada sentido Lleida + 1,00m de arcén + 5,00m de mediana + 1,00m de arcén + 10,50m de calzada sentido Zaragoza + 2,50m de arcén) y que además se dispone una berma a cada lado de 1,50m, la distribución de luces que se obtiene es de 17,00-37,00-17,00m, lo que permite tener un gálibo horizontal en el vano central de 36,00m. El gálibo vertical mínimo es de 7,33m.

El tablero está constituido por una losa "in situ" postesada constituida en sección por un núcleo central aligerado de canto variable entre 1,80m sobre pilas y 1,30m en estribos y centro del vano central con dos alas laterales de 2,40m de longitud y canto variable entre 25cm (en extremo) y 43cm (en la unión con el núcleo). La variación del canto del núcleo en la dirección longitudinal del tablero es parabólica y la del canto de las alas en dirección transversal al mismo lineal.

Este tablero se apoya sobre dos estribos, de tipo cerrado con aletas en vuelta, y dos elementos apoyo constituidos cada uno de ellos por dos pilas de sección cuadrada de 1,00x1,00m separadas 4,00m sobre las que se dispone un capitel también de sección cuadrada con dimensiones variables entre 1,00x1,00m y 1,85x1,85m, que permiten doble apoyo del tablero, lo cual mejora el comportamiento de éste a la torsión. La cimentación tanto de los estribos como de las pilas es superficial con las zapatas apoyadas en el sustrato sano.

2.26.- ESTRUCTURA E-26. P.I. 10.71. CAMINO EN PK 14+710.

Esta estructura se proyecta para permitir el paso de un camino bajo el tronco de la variante en el PK 14+710. Esta estructura se engloba dentro del grupo estructural "pasos inferiores de camino" del Estudio de tipologías estructurales. La solución adoptada de acuerdo a ese estudio de tipologías es la de tipo marco. Aunque según el mencionado Estudio de Tipologías en lugar de esta solución se podría haber adoptado la solución tipo pórtico se ha desechado esta solución debido a que no aporta una ventaja económica respecto del marco, salvo en terrenos con una tensión admisible del terreno muy elevada, el cual tiene además un monolitismo mucho mayor.

Las dimensiones interiores de este marco son de 7 x 5,30m lo que permite el paso holgado del camino en cuestión que tiene una anchura de 5m con un gálibo vertical mínimo de 5m, ya que sobre la solera de los mismos se dispone una capa de zahorra artificial de 30cm de espesor que constituye la rodadura del camino y cunetas revestidas de hormigón a ambos lados del mismo. La longitud total del marco es de 32,85m y se trata de un marco recto.

Las aletas proyectadas para la contención de tierras en los accesos a los marcos son de canto variable con canto mínimo de 30cm en coronación y trasdós en pendiente de 1H/10V.

2.27.- ESTRUCTURA E-27. P.S. 15.56. CAMINO A OLA.

Esta estructura se proyecta para permitir el paso del camino a Ola sobre el tronco de la variante. Esta estructura se engloba dentro del grupo estructural "pasos superiores tipo" del Estudio de Tipologías Estructurales. La solución adoptada es la de puente de tres vanos con tablero continuo en losa "in situ" postesada con canto variable, siendo esta variación de canto parabólica.

La anchura total del tablero de esta estructura es de 8,20m (0,60m de barrera + 1,00m de arcén + 5,00m de calzada + 1,00m de arcén + 0,60m de barrera) y se trata de una estructura recta. Teniendo en cuenta que el tronco tiene en la zona de cruce con el camino una anchura total de 26m (2,50m de arcén + 7,00m de calzada sentido Lleida + 1,00m de arcén + 5,00m de mediana + 1,00m de arcén + 7,00m de calzada sentido Zaragoza + 2,50m de arcén) y que además se dispone una berma a cada lado de 1,50m, la distribución de luces que se obtiene es de 13,50-30,00-13,50m, lo que permite tener un gálibo horizontal en el vano central de 28,80m. El gálibo vertical mínimo es de 5,66m.

El tablero está constituido por una losa "in situ" postesada constituida en sección por un núcleo central de canto variable entre 1.70m sobre pilas y 1,10m en estribos y centro del vano central con dos alas laterales de 2,20m de longitud y canto variable entre 25 (en extremo) y 45cm (en la unión con el núcleo). La variación del canto del núcleo en la dirección longitudinal del tablero es parabólica y la del canto de las alas en dirección transversal al mismo lineal.

Este tablero se apoya sobre dos estribos, de tipo cerrado con aletas en vuelta, y dos elementos apoyo constituidos por fuste único de sección cuadrada de 1,10 x 1,10m con capitel en coronación también de sección cuadrada de dimensiones variables entre 1,10 x 1,10m y 2,15 x 2,15m y 0,90m de altura. La cimentación tanto de los estribos como de las pilas es superficial con las zapatas apoyadas en el sustrato sano.

2.28.- ESTRUCTURA E-28. P.S. 16.19. CAMINO EN PK 16+190.

Esta estructura se proyecta para permitir el paso de un camino sobre el tronco de la variante en el PK 16+256. Esta estructura se engloba dentro del grupo estructural "pasos superiores tipo" del Estudio de tipologías estructurales. La solución adoptada es la de puente de tres vanos con tablero continuo en losa "in situ" postesada con canto variable, siendo esta variación de canto parabólica.

La anchura total del tablero de esta estructura es de 8,20m (0,60m de barrera + 1,00m de arcén + 5,00m de calzada + 1,00m de arcén + 0,60m de barrera) y se trata de una estructura recta. Teniendo en cuenta que el tronco tiene en la zona de cruce con el camino una anchura total de 26m (2,50m de arcén + 7,00m de calzada sentido Lleida + 1,00m de arcén + 5,00m de mediana + 1,00m de arcén + 7,00m de calzada sentido Zaragoza + 2,50m de arcén) y que además se dispone una berma a cada lado de 1,50m, la distribución de luces que se obtiene es de 13,50-30,00-13,50m, lo que permite tener un gálibo horizontal en el vano central de 28,80m. El gálibo vertical mínimo es de 5,72m.

El tablero está constituido por una losa "in situ" postesada constituida en sección por un núcleo central de canto variable entre 1.70m sobre pilas y 1,10m en estribos y centro del vano central con dos alas laterales de 2,20m de longitud y canto variable entre 25 (en extremo) y 45cm (en la unión con el núcleo). La variación del canto del núcleo en la dirección longitudinal del tablero es parabólica y la del canto de las alas en dirección transversal al mismo lineal.

Este tablero se apoya sobre dos estribos, de tipo cerrado con aletas en vuelta, y dos elementos apoyo constituidos por fuste único de sección cuadrada de 1,10 x 1,10m con capitel en coronación también de sección cuadrada de dimensiones variables entre 1,10 x 1,10m y 2,15 x 2,15m y 0,90m de altura. La cimentación tanto de los estribos como de las pilas es superficial con las zapatas apoyadas en el sustrato sano.

2.29.- ESTRUCTURA E-29. P.I. 16.57. CAMINO DE LA RAMBLA.

Esta estructura se proyecta para permitir el paso del camino de la Rambla bajo el tronco de la variante. Esta estructura se engloba dentro del grupo estructural "pasos inferiores de camino" del Estudio de tipologías estructurales. La solución adoptada de acuerdo a ese estudio de tipologías es la de tipo marco. Aunque según el mencionado Estudio de Tipologías en lugar de esta solución se podría haber adoptado la solución tipo pórtico se ha desechado esta solución debido a que no aporta una ventaja económica respecto del marco, salvo en terrenos con una tensión admisible del terreno muy elevada, el cual tiene además un monolitismo mucho mayor.

Las dimensiones interiores de este marco son de 7 x 5,30m lo que permite el paso holgado del camino en cuestión que tiene una anchura de 5m con un gálibo vertical mínimo de 5m, ya que sobre la solera de los mismos se dispone una capa de zahorra artificial de 30cm de espesor que constituye la rodadura del camino y cunetas revestidas de hormigón a ambos lados del mismo. La longitud total del marco es de 31,39m y se trata de un marco recto.

Las aletas proyectadas para la contención de tierras en los accesos a los marcos son de canto variable con canto mínimo de 30cm en coronación y trasdós en pendiente de 1H/10V.

2.30.- ESTRUCTURA E-30. VIADUCTO SOBRE EL RÍO BOTELLA.

Esta estructura se proyecta para permitir el paso de las dos calzadas de la Variante sobre el Río Botella. Se trata por tanto de dos estructuras paralelas independientes. La anchura total del tablero de la estructura de la calzada sentido Lleida (eje 96) 15,17 y 16,66m (0,60m de barrera +1,00m de arcén izquierdo+ 3,50m de carril + 3,50m de carril + variable entre 3,47 y 4,96m de salida de ramal Zaragoza –Glorieta A-22 + 2,50m de arcén derecho + 0,60m de barrera) mientras que la del tablero de la estructura sentido Zaragoza es de 11,70m (0,60m de barrera +1,00m de arcén izquierdo+ 3,50m de carril + 3,50m de carril + 2,50m de arcén derecho + 0,60m de barrera) y ambas tienen un esviaje de medio de 35g (considerando 0g el esviaje de una estructura recta), de forma que tanto los estribos como los elementos apoyo son aproximadamente paralelos al cauce.

La longitud de la estructura sentido Lleida es variable entre 55,12 y 56,00m mientras que la de la estructura de la calzada dirección Zaragoza es de 56m, longitudes que están justificadas por razones hidráulicas y medio ambientales. Estas estructuras son isostáticas de tres vanos con distribución de luces de 15-26-15m (en el caso de la estructura de la calzada sentido Lleida estas luces son las máximas por vano).

El tablero de la calzada derecha (sentido Lleida) está constituido por 6 vigas prefabricadas en doble T de 1,20m de canto en los vanos 1 y 3 y por 8 de estas vigas en el vano 2. En el caso de la calzada izquierda el número de vigas prefabricadas en doble T de 1,20m de canto que constituyen el tablero es de 4 en los vanos 1 y 3 y de 6 en el vano 2. En todos los casos sobre las vigas se dispone una losa de hormigón armado de 0,25m de espesor.

Los tableros apoyan cada uno de ellos sobre dos estribos abiertos y dos elementos apoyo. En el caso de la estructura de la calzada derecha cada uno de los elementos apoyo está constituido por 3 fustes circulares de 1m de diámetro, con una separación entre los mismos de 5,25m, sobre los que se dispone un dintel de sección cuadrada de 1,20x1,20m. En el caso de la calzada izquierda estos elementos apoyo están constituidos por dos fustes circulares de igual diámetro, separados 6,50m, sobre los que se dispone un dintel de la misma sección que en el caso de la calzada derecha. La cimentación tanto de estribos como de pilas es directa al sustrato sano mediante zapatas.

2.31.- ESTRUCTURA E-31. P.I. 0.69 (EJE 96). PASO INFERIOR DEL RAMAL HUESCA-LLEIDA BAJO LA CALZADA DERECHA.

Esta estructura se proyecta para permitir el paso del ramal Zaragoza-Glorieta A-22 (eje 98) bajo el ramal directo Zaragoza-Lleida (eje 96) en la zona del enlace de Siétamo. Esta estructura se engloba dentro del grupo estructural "pasos inferiores de carretera" del Estudio de tipologías estructurales. La solución adoptada para resolverla de acuerdo al mencionado estudio es la de puente de tres vanos con tablero de hormigón armado de 70cm de canto.

La anchura total del tablero de la misma es de 15,20m (0,60m de barrera +1,00m de arcén izquierdo + 3,50m de carril+ 3,50m de carril + 3,50m de carril + 2,50m de arcén derecho + 0,60m de barrera), tiene trazado curvo y un esviaje de 13,42g (considerando 0g el esviaje de un tablero recto), igual al ángulo complementario del formado por los ejes 96 y 98 en su intersección. Teniendo en cuenta que el eje 98 tiene una anchura total de 10,60m (1,50m de arcén + 3,80m de carril + 3,80m de carril + 1,50m de arcén) y el ángulo de esviaje citado anteriormente queda una disposición de luces de 11,00-15,15-11,00m, lo que permite un gálibo horizontal en el vano central de 14,35m. El gálibo vertical mínimo que se tiene en el eje 98 es de 5,72m.

El tablero se apoya sobre dos estribos abiertos y dos elementos apoyo constituidos cada uno de ellos por tres pilas circulares separadas 5,00m (en sección transversal del tablero) de 0,80m de diámetro con capitel troncocónico en coronación.

2.32.- ESTRUCTURA E-32. P.I. 0.98 (EJE 97). PASO INFERIOR DEL RAMAL HUESCA-LLEIDA BAJO LA CALZADA IZQUIERDA.

Esta estructura se proyecta para permitir el paso del ramal Zaragoza-Glorieta A-22 (eje 98) bajo el ramal semidirecto Lleida- Zaragoza (eje 97) en la zona del enlace de Siétamo. Esta estructura se engloba dentro del grupo estructural "pasos inferiores de carretera" del Estudio de tipologías estructurales. La solución adoptada para resolverla de acuerdo al mencionado estudio es la de puente de tres vanos con tablero de hormigón armado de 70cm de canto.

La anchura total del tablero de la misma es de 11,70m (0,60m de barrera +1,00m de arcén izquierdo + 3,50m de carril + 3,50m de carril + 2,50m de arcén derecho + 0,60m de barrera) y tiene un esviaje de 23,78g (considerando 0g el esviaje de un tablero recto), igual al ángulo complementario del formado por los ejes 97 y 98 en su intersección. Teniendo en cuenta que el eje 98 tiene una anchura total de 10,60m (1,50m de arcén + 3,80m de carril + 3,80m de carril + 1,50m de arcén) y el ángulo de esviaje citado anteriormente queda una disposición de luces de 11,00-15,80-11,00m, lo que permite un gálibo horizontal en el vano central de 15,00m. El gálibo vertical mínimo que se tiene en el eje 98 es de 5,92m.

El tablero se apoya sobre dos estribos abiertos y dos elementos apoyo constituidos cada uno de ellos por dos pilas circulares separadas 6,00m (en sección transversal del tablero) de 0,80m de diámetro con capitel troncocónico en coronación.

2.33.- ESTRUCTURA E-33. P.I. 0.83 (EJE 96). PASO INFERIOR DE LA CARRETERA A-1219 BAJO LA CALZADA DERECHA.

Esta estructura se proyecta para permitir el paso de la carretera A-1219 (eje 71) bajo el ramal directo Zaragoza-Lleida (eje 96) en la zona del enlace de Siétamo. Esta estructura se engloba dentro del grupo

estructural "pasos inferiores de carretera" del Estudio de tipologías estructurales. La solución adoptada para resolverla de acuerdo al mencionado estudio es la de puente de tres vanos con tablero de hormigón armado de 70cm de canto.

La anchura total del tablero de la misma es de 15,20m (0,60m de barrera +1,00m de arcén izquierdo + 3,50m de carril+ 3,50m de carril + 3,50m de carril + 2,50m de arcén derecho + 0,60m de barrera) y tiene un esviaje de 9,63g (considerando 0g el esviaje de un tablero recto), igual al ángulo complementario del formado por los ejes 96 y 71 en su intersección. Teniendo en cuenta que el eje 71 tiene una anchura total de 9,50m (1,25m de arcén + 7,00m de calzada + 1,25m de arcén) y el ángulo de esviaje citado anteriormente queda una disposición de luces de 11,50-15,30-12,50m, lo que permite un gálibo horizontal en el vano central de 14,50m. Señalar que el vano 3 tiene una longitud mayor que el vano 1 debido a la mayor longitud del cono de tierras del estribo 2, que es apreciablemente más alto que el estribo 1. El gálibo vertical mínimo que se tiene en el eje 71 es de 9,07m.

El tablero se apoya sobre dos estribos abiertos y dos elementos apoyo constituidos cada uno de ellos por tres pilas circulares separadas 5,00m (en sección transversal del tablero) de 0,80m de diámetro con capitel troncocónico en coronación.

2.34.-ESTRUCTURA E-34. P.I. 0.85 (EJE 97). PASO INFERIOR DE LA CARRETERA A-1219 BAJO EL RAMAL BAJO LA CALZADA IZQUIERDA.

Esta estructura se proyecta para permitir el paso de la carretera A-1219 (eje 71) bajo el ramal semidirecto Lleida- Zaragoza (eje 97) en la zona del enlace de Siétamo. Esta estructura se engloba dentro del grupo estructural "pasos inferiores de carretera" del Estudio de tipologías estructurales. La solución adoptada para resolverla de acuerdo al mencionado estudio es la de puente de tres vanos con tablero de hormigón armado de 70cm de canto.

La anchura total del tablero de la misma es de 11,70m (0,60m de barrera +1,00m de arcén izquierdo + 3,50m de carril + 3,50m de carril + 2,50m de arcén derecho + 0,60m de barrera) y tiene un esviaje de 11,82g (considerando 0g el esviaje de un tablero recto), igual al ángulo complementario del formado por los ejes 97 y 71 en su intersección. Teniendo en cuenta que el eje 71 tiene una anchura total de 9,50m (1,25m de arcén + 7,00m de calzada + 1,25m de arcén) y el ángulo de esviaje citado anteriormente queda una disposición de luces de 11,00-15,00-11,00m, lo que permite un gálibo horizontal en el vano central de 14,20m. El gálibo vertical mínimo que se tiene en el eje 71 es de 5,96m.

El tablero se apoya sobre dos estribos abiertos y dos elementos apoyo constituidos cada uno de ellos por dos pilas circulares separadas 6,00m (en sección transversal del tablero) de 0,80m de diámetro con capitel troncocónico en coronación.

2.35.-ESTRUCTURA E-35. P.I. 0.67 (EJE 97). CALZADA IZQUIERDA BAJO LA A-22.

Esta estructura se proyecta para permitir el paso inferior del ramal semidirecto Lleida Zaragoza (eje 97) bajo la autovía A-22 en servicio en el momento de construcción de la variante sur. Se trata de una estructura bastante singular no sólo debido a que se construye bajo una autovía en servicio, sino que además el trazado del eje 97 en la zona de la estructura es curvo y el esviaje con el que se cruza con la autovía es muy fuerte. La solución adoptada para estructura según el Estudio de Tipologías realizado es la de puente de un solo vano esviado con vigas doble T apoyado en cargaderos sobre pantalla de pilotes.

La estructura está compuesta por dos tableros, uno para cada una de las calzadas de la A-22, de una anchura total de 11,70m (0,60m de barrera +1,00m de arcén izquierdo + 3,50m de carril + 3,50m de carril + 2,50m de arcén derecho + 0,60m de barrera). Los tableros tienen un esviaje medio de 48,267g (considerando 0g el esviaje de una estructura recta). Teniendo en cuenta que el ramal semidirecto Lleida Zaragoza (eje 97) tiene una anchura total de 10,50m (1,00m de arcén izquierdo + 3,50m de carril + 3,50m de carril + 2,50m de arcén derecho), dejando cierto espacio para la barrera y teniendo en cuenta el esviaje citado anteriormente se tiene una luz media de 21,25m para el tablero de la calzada sentido Huesca y de 22,25m para la calzada sentido Lleida. Con esto se obtiene un gálibo horizontal mínimo de 11,5m, pudiendo disponer las correspondientes barreras de seguridad y una cuneta para drenaje. El gálibo vertical mínimo es de 5,30m.

Cada uno de los tableros descritos anteriormente están materializados por cinco vigas prefabricadas en doble T de1,00m de canto sobre las cuales se dispone una losa de hormigón armado de 25cm de espesor. Los tableros se apoyan sobre dos cargaderos, que son comunes a los dos tableros, que se soportan sobre sendas pantallas de pilotes de 0,80m de diámetro con una separación entre los mismos de 1,20m.

Se proyectan también pantallas de pilotes como sostenimiento de taludes para la ejecución de las aletas.

APÉNDICE Nº 1.- ESTUDIO DE TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES

1.- INTRODUCCIÓN

El presente documento se redacta con objeto de establecer una selección de tipologías estructurales a proyectar en la Variante Sur de Huesca, atendiendo a criterios técnicos, económicos y estéticos, pero sin olvidar en ningún caso que la crisis actual hace muy presente que los criterios económicos, para una funcionalidad dada, sean preponderantes.

El proyecto incluye pasos inferiores, pasos superiores con diversas tipologías, un puente sobre dos plataformas ferroviarias y cuatro puentes sobre cursos de agua de importancia menor, de lo que se deduce el número y variedad de estructuras a proyectar.

Para cada uno de los grupos estructurales se podrían plantear un gran número de soluciones, lo que haría el análisis tremendamente largo y por ello menos claro. En cada caso se han planteado las soluciones que el Proyectista ha juzgado como usuales según su experiencia para resolver cada tipología, sin perder de vista el condicionante económico, de manera que el recurso a soluciones mixtas sólo se ha planteado en luces grandes mientras que en puentes con luces medianas del orden de 30 m, que no van a ser vistos las vigas prefabricadas de hormigón pretensado son indiscutiblemente más baratas y nada en contra se puede decir acerca de su funcionalidad.

El documento se completa con un reportaje fotográfico de puentes existentes en la misma región, donde se puede comprobar el resultado final de buena parte de las soluciones planteadas.

Este documento constituye el Estudio de Tipologías Estructurales que sirve de base para definir la solución de cada una de las estructuras de paso planteadas.

2.- CONDICIONANTES AL ANÁLISIS

2.1.- CONDICIONANTES DERIVADOS DE LA DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

La Declaración de Impacto Ambiental del Proyecto se publicó en B.O.E. de fecha 30 de mayo de 2008, y en ella apenas figuran referencias a lo relativo al encaje de las estructuras del tramo. Ni siquiera en el paso de los ríos Isuela y Flumen hace referencia a que se respete la vegetación de ribera con la ubicación de los estribos, sino que únicamente establece que se sustituya en estas zonas al menos el doble de la superficie afectada.

Cabría hablar del encauzamiento del barranco de Valdabra, donde indica que “se adoptarán las medidas para que este encauzamiento tenga un aspecto lo más natural posible”. Ello tiene influencia en el esviate con que se produce el cruce de la autovía sobre el citado barranco, lo que afecta al encaje de la estructura de paso como se verá posteriormente.

2.2.- CONDICIONANTES DERIVADOS DEL ENTORNO NATURAL

La orografía del entorno condiciona la tipología de viaductos y otros puentes pues es sabido que brechas con una altura considerable dan lugar a su vez a luces importantes. No es el caso de este proyecto pues el entorno resulta llano o ligeramente ondulado y el cauce de los ríos atravesados apenas implica una depresión de 2 ó 3 metros de profundidad, lo que implica pilas cortas y por tanto no necesidad de acudir a grandes luces.

En cuanto a los pasos superiores, parece conveniente que en terrenos llanos con visuales largas se dispongan pasos amplios que apenas supongan obstáculos, y en este sentido el paso más amplio es el de 3 vanos, pues el de 2 vanos coloca una pila en el centro de la autovía y el de vano único cuenta con un canto mayor y normalmente con unos estribos más potentes para acortar la luz del puente.

2.3.- CONDICIONANTES DERIVADOS DE LA ESTÉTICA

Aunque es sabido que cualquier solución es susceptible de un digno acabado si resulta convenientemente tratada y adaptada, parece claro que los condicionantes estéticos únicamente pueden entrar, en su justa medida y siempre por debajo de los condicionantes funcionales y económicos, en el diseño de pasos superiores o pasos inferiores en vías de comunicación importantes. En el presente Proyecto se han definido soluciones in situ o con vigas de canto variable para los pasos superiores, que por otra parte es lo que se viene haciendo en las autovías de los últimos años, sin ninguna singularidad salvo en un paso en desmonte muy importante donde esta altura en sí es singular, mientras que en el resto de puentes se han definido soluciones funcionales y económicas.

2.4.- TIPOLOGÍAS PRESENTES EN CARRETERAS DEL ENTORNO

Se han revisado las estructuras situadas en el entorno de la obra.

En cuanto a viaductos no existe ninguno digno de mención en los alrededores, siendo probablemente el más cercano el viaducto sobre el río Cinca en la autovía Huesca – Lérida y que se construyó in situ por voladizos sucesivos. El resto de casos, incluso en el paso sobre el Alcanadre, se resuelven mediante vigas prefabricadas de hormigón pretensado.

En cuanto a los pasos superiores, en la autovía Zaragoza – Nueno la tipología más extendida es in situ de 4 vanos, salvo en el tramo Villanueva – Zuera donde hay puentes de 2 vanos tanto in situ como de vigas artesa. En la Variante de Huesca de la misma autovía existen puentes con mayor ambición estética, que refuerzan el entorno urbano, a base de vigas con jabalcones en celosía o rectangulares.

Por lo que respecta a la autovía Huesca - Lérida, la tipología predominante es 2 vanos in situ con canto variable, salvo en el caso de desmontes de mucha altura, donde se ha dispuesto algún puente pòrtico.

Señalar que a la disposición de pila en la mediana colabora el hecho de que la mediana sea muy amplia, 10 metros entre bordes de aglomerado tanto en la autovía Zaragoza – Nueno como entre Huesca y Lérida.

2.5.- CONDICIONANTES FUNCIONALES

El principal condicionante funcional viene marcado por el ancho de las calzadas a las que sirve la estructura. Los pasos superiores vienen condicionados por la sección transversal de la autovía, que con mediana de 5 m entre bordes de aglomerado y calzadas de 10,5 m, suma un mínimo de 26 m, a lo que hay que añadir al menos 1,5 m en cada margen para la instalación de barrera de seguridad y su deformación. Ello implica que la luz central de un paso superior de 3 vanos debe ser al menos 30 metros, mientras que la luz de un paso de vano único aumenta a 40 metros para dejar paso a las cunetas laterales.

La disposición de pila en la mediana (pasos superiores de 2 ó 4 vanos) tiene el inconveniente de que la pila y su protección suponen un obstáculo a la visual del conductor, con la consiguiente merma de la visibilidad de parada lo que puede llevar a aplicar alguna limitación de velocidad.

En pasos inferiores, su luz viene condicionada por la sección transversal del vial inferior. En viales importantes se suele recurrir a pasos de 3 vanos, con vanos laterales para el derrame de tierras, pues los pasos inferiores de vano único producen una sensación de falso túnel que supone una merma a la seguridad vial.

En pasos sobre líneas de ferrocarril, su luz viene condicionada por la posibilidad de duplicación de la línea, siendo también recomendable huir de las distancias que implican hipótesis de impacto en pilas, situando éstas a más de 5 m del eje de la vía o su duplicación.

En este punto se señala también la poca estima que merecen a Adif los muros de tierra armada en líneas electrificadas. Igualmente se añade que, en soluciones prefabricadas, prefieren tipologías que no impliquen voladizos laterales.

Finalmente, para pasos sobre cursos de agua la funcionalidad de la estructura viene dada por criterios hidráulicos, para lo cual se efectúan los correspondientes estudios.

2.6.- CONDICIONANTES ECONÓMICOS

Suponen el condicionante principal en esta época de crisis, junto al funcional lógicamente. Para tenerlo en cuenta se ha valorado cada alternativa propuesta a los precios aplicables en la zona de proyecto, según la experiencia del consultor.

2.7.- CONDICIONANTES DE MONTAJE Y EJECUCIÓN

Supone un condicionante para los casos de puentes sobre carreteras en servicio o líneas de ferrocarril, en los que resulta muy complicado o innecesario plantear soluciones cimbradas cuando existen soluciones con vigas prefabricadas, de hormigón o de acero estructural, que satisfacen estos condicionantes.

En el caso de puentes sobre cauces, resulten también recomendables las soluciones prefabricadas por su menor afección a la vegetación de ribera.

3.- RELACIÓN DE ESTRUCTURAS Y ESTABLECIMIENTO DE TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES

Se expone a continuación una relación de las estructuras a proyectar en el tramo, junto con los principales condicionantes que pueden influir en su diseño, en aras a establecer su clasificación en grupos estructurales.

Estructuras en enlace de Valdabrá

- 1) Ampliación de paso inferior de camino existente bajo A-23 por ambos márgenes en entronque de los ejes 4 y 5 con la citada autovía. Al tratarse de una ampliación se deberá conservar la tipología y dimensiones de la estructura existente.
- 2) Ampliación de paso inferior de camino existente bajo A-23 por la margen norte en el final del entronque del eje 5 con la citada autovía. Al tratarse de una ampliación se deberá conservar la tipología y dimensiones de la estructura existente.
- 3) Paso de ramal Lérida – Zaragoza (eje 5) sobre tronco actual de la A-23 con trazado curvo y gran esviaje. Además de estos dos factores, que conducirán a luces de paso importantes, otra cuestión a tomar en consideración estriba en que la estructura a construir pasa sobre una autovía en servicio, lo que penaliza soluciones cimbradas.

- 4) Paso de ramal bidireccional sobre tronco actual de la A-23, con trazado recto. Respecto del resto de pasos superiores a proyectos en el tronco de la variante, presenta dos particularidades: el mayor ancho de mediana de la A-23 respecto a la variante Sur (12 m entre líneas blancas frente a 7 m en la variante Sur) y la circunstancia de que el vial inferior se trate de una autovía en servicio, lo que penaliza indiscutiblemente soluciones cimbradas y también en cierto grado soluciones con pila en mediana, que afectan al tráfico de manera importante durante su construcción.
- 5) Ampliación del puente existente de la A-23 sobre el barranco de Valdabrá por la margen norte para el entronque del eje 13 con la citada autovía. Al tratarse de una ampliación se deberá conservar la tipología y dimensiones de la estructura existente.
- 6) Paso inferior de carretera (reposición de acceso a gasolinera) bajo ramal Zaragoza – Lérida (eje 4).
- 7) Paso inferior de carretera (reposición de acceso a gasolinera) bajo ramal Lérida – Zaragoza (eje 5).
- 8) Paso inferior del eje 9 bajo los ramales Zaragoza - Lérida (eje 4) y Lérida - Zaragoza (eje 5).

Estructuras en tronco entre enlace de Valdabrá y enlace con la A-1213

- 9) Paso del tronco de la variante sobre el Barranco de Valdabrá. En principio cada paso sobre un curso de agua debe estudiarse por separado, ya que el planteamiento de luces y número de vanos debe respetar condicionantes hidráulicos y los derivados de la topografía en la zona del cruce. A ello se une en este caso el acusado esviaje que presenta el cruce, del orden de 30° (considerando 90° un cruce ortogonal).
- 10) Paso superior de camino sobre el tronco en 2+420, con el tronco en desmonte moderado (7-8 metros) lo que favorece el encaje de un paso superior convencional.
- 11) Paso inferior de camino bajo el tronco en 2+950, sin condicionantes singulares que señalar.
- 12) Paso superior de camino sobre tronco en desmonte de gran altura (17 m), lo que impide la adopción de las soluciones que se pueden considerar en pasos superiores convencionales, puesto que la gran altura del paso tiende a afeccionar la estructura en general y sobre todo las pilas.
- 13) Paso inferior de camino bajo el tronco en 4+250, sin condicionantes singulares que señalar.
- 14) Paso sobre las líneas de ferrocarril Tardienta – Huesca y salida hacia Canfranc. Se trata de una estructura que viene condicionada por el trazado de las infraestructuras ferroviarias, y por tanto no encuadrable en ninguna tipología.
- 15) Paso del tronco sobre la carretera A-1212 y acequia contigua. Podría tratarse de un paso inferior de carretera, pero la existencia de una acequia importante y próxima a la carretera singularizaría este paso. Por ello se opta por que el paso de la mencionada carretera sea un paso superior convencional en 6+060 sin más condicionantes singulares y que el paso de la acequia bajo la variante sea un caño o marco independiente de la estructura anterior.
- 16) Puente sobre el río Isuela en D.O. 6+290, de carácter singular al tratarse de un cauce.
- 17) Paso inferior de camino en 6+930, sin condicionantes singulares que señalar.

Enlace con la carretera A-1213

18) Paso superior para la reposición de carretera A-1213 sobre el tronco de la variante. A la mayor anchura de la carretera A-1213 frente a un camino, se añade la circunstancia de que ambas calzadas de la variante cuentan con un carril más, lo que aumenta las luces de paso, sobre todo en el caso de cruzar con vano único o tres vanos.

Tronco entre enlace con A-1213 y enlace del Aeropuerto

- 19) Puente sobre el río Flumen en D.O. 8+350, de carácter singular al tratarse de un cauce.
- 20) Paso superior de camino sobre el tronco en D.O. 8+670, sin condicionantes singulares que señalar.
- 21) Paso inferior de carretera A-131 bajo el tronco, D.O. 10+630.
- 22) Paso inferior de camino en D.O. 10+820, sin condicionantes singulares que señalar.
- 23) y 24) Pasos superiores de radio reducido para una glorieta sobre el tronco. La acusada curvatura en planta que presentarán las estructuras y la circunstancia de ubicarse en glorieta o glorieta ovalada, impiden encuadrar estas estructuras como pasos superiores convencionales.

Tronco entre enlace del Aeropuerto y enlace de Siétamo

- 25) Paso superior de camino en D.O. 13+760, con la singularidad de presentar las calzadas del tronco tres carriles en ambos sentidos.
- 26) Paso inferior de camino en D.O. 14+710, sin condicionantes singulares que señalar.
- 27) Paso superior de camino en D.O. 15+560, sin otros condicionantes que señalar.
- 28) Paso superior de camino en D.O. 16+190, igualmente sin otros condicionantes.
- 29) Paso inferior de camino en D.O. 16+570, sin condicionantes singulares que señalar.
- 30) Puente sobre el río Botella en D.O. 16+780, de carácter singular al tratarse de un cauce.

Enlace de Siétamo

- 31) y 32) Pasos inferiores de carretera (ramal Huesca-Lérida y carretera A-1217) bajo el eje 96 de la variante.
- 33) y 34) Pasos inferiores de carretera (ramal Huesca-Lérida y carretera A-1217) bajo el eje 97 de la variante.
- 35) Paso del ramal Lérida – Zaragoza bajo el tronco de la A-22 en el enlace de Siétamo, de carácter singular por el esviaje del paso.

Establecimiento de grupos estructurales.

De la descripción anterior se pueden deducir los siguientes grupos estructurales:

- 1) Pasos inferiores de camino, en número de 6 (D.O. 2+950, 4+250, 6+930, 10+820, 14+710 y 16+570).
- 2) Pasos inferiores para una sección tipo carretera o ramal (entre 7.5 y 10 metros de plataforma): tres en el enlace de Valdabra, uno en D.O. 10+630 para la A-131 y cuatro en el de Siétamo.
- 3) Pasos superiores de camino sin otros condicionantes, en número de cinco (D.O. 2+420, carretera A-1212, 8+670, 15+560 y 16+190).
- 4) Pasos superiores de camino en desmonte muy importante, en la D.O. 3+570.
- 5) Pasos superiores con tres carriles en cada calzada del tronco, en número de dos (enlace A-1213 y D.O. 13+760).
- 6) Pasos superiores curvos en el enlace del aeropuerto, en número de dos.
- 7) Paso sobre las líneas de ferrocarril Tardienta – Huesca y variante a Canfranc.
- 8) a 11) Pasos sobre cauces (barranco de Valdabra y ríos Isuela, Flumen y Botella).
- 12) y 13) Resto de pasos que presenta alguna peculiaridad y por tanto no son encuadrables en ninguna de las categorías anteriores: dos pasos en el enlace de Valdabra (sobre vías de comunicación en servicio) y paso inferior del ramal Lérida Variante bajo el tronco de la A-22, ya construida en el momento de construcción de la Variante.

Resultan por tanto un número de 13 tipologías estructurales que analizar.

4.- SOLUCIONES PLANTEADAS EN CADA TIPOLOGÍA

Partiendo de la clasificación en grupos estructurales establecida en el apartado anterior, se relacionan a continuación las propuestas estructurales formuladas para cada grupo.

Se resalta que estas propuestas han querido primar ante todo economía y funcionalidad, según las directrices que viene manifestando reiteradamente la Superioridad para la redacción de los proyectos.

Pasos superiores

a) Pasos superiores tipo

Se procede en este apartado al establecimiento de alternativas posibles en pasos superiores tipo entendiendo por tales los que no presentan otros condicionantes relacionados con su curvatura en planta o altura de desmonte, situados sobre la traza de la Variante en su sección normal (calzadas de dos carriles por sentido de circulación) y por tanto sin ningún inconveniente para considerar soluciones cimbradas ya que la Variante se encontrará lógicamente sin tráfico de vehículos, aparte del tráfico de obra cuya continuidad resulta fácilmente resoluble.

En estas condiciones el factor fundamental para el encaje de los pasos lo constituye la geometría de la plataforma de la autovía, que en sección normal cuenta con mediana de 5 m entre bordes de aglomerado y calzadas de 1 m de arcén interior, 2 carriles de 3,5 m y arcén exterior de 3,5 m. Ello totaliza un ancho entre bordes de aglomerado de calzada de 26 m, por lo que si se quiere salvar esta distancia mediante un vano

central se tiene un vano de 30 m entre ejes de pilas contando con el espacio ocupado por la barrera de seguridad, su deformación y media pila.

Si se pretende saltar con vano único hay que considerar la continuidad de las cunetas y una cierta transparencia del paso superior, por lo que se llega a una luz de 40 m. Aún con ello quedan estribos altos y aletas potentes, que interceptan la continuidad del talud de desmonte.

En el caso de puentes de dos vanos resulta suficiente luces de 26 m con estribos cerrados de reducidas dimensiones en caso de traza en desmonte, y estribos abiertos cuando la traza de la Variante discorra sobre el terreno o incluso en ligero terraplén.

Por último se han considerado soluciones de cuatro vanos, si bien señalar que su encaje no suele resultar afortunado en el caso de medianas no muy anchas, ya que suelen provocar un efecto de proliferación de pilas y escasa visibilidad en el paso superior.

Respecto a la anchura del paso superior, en el análisis se ha considerado la correspondiente a un paso de camino, 8 m, resultando las conclusiones perfectamente extrapolables a otras anchuras de paso ya que los factores que gobiernan las tipologías están relacionados sobre todo con las luces de los vanos.

Con estas premisas se han considerado las siguientes tipologías:

- Tablero mixto de 1 vano de 40 m de luz constituido por una viga cajón de 1,50 m de canto sobre la que se dispone una losa de hormigón armado ejecutada in situ de 25 cm de espesor.
- Tablero continuo de 2 vanos de 26 m de luz en losa postesada con canto variable entre 90 cm y 1,70 m, apoyada en fuste único de diámetro 1,10 m con capitel superior (apoyo simple). Se ha representado en los planos la variación de canto mediante ábaco central, pero la solución es igualmente aplicable a variaciones de canto acarteladas o parabólicas.
- Tablero continuo de 3 vanos de luces 13,5-30-13,5 m en losa postesada con canto variable entre 1,10 y 1,70 m, con pilas en fuste único de $\varnothing 1,10$ m y capitel superior (apoyo simple). Se ha representado en los planos la variación de canto mediante ábaco sobre las pilas, pero la solución es igualmente aplicable a variaciones de canto acarteladas o parabólicas.
- Versión prefabricada del puente anterior con tablero constituido por una viga artesa de ala ancha y canto variable entre 1,10 y 1,70 m, sobre la que se dispone una losa de hormigón armado ejecutada in situ de espesor variable entre 25 y 35 cm.
- Puente de 4 vanos y luces 11,50-15-15-11,50 m mediante losa postesada de 75 cm de canto, apoyada en fuste único $\varnothing 1,10$ m con capitel superior (apoyo simple). De esta solución se reitera su angostura y las pocas posibilidades de mejora que ofrece ya que si se aumenta la luz de los vanos 2 y 3, los vanos laterales quedan reducidos a la mínima expresión.

Señalar también el inconveniente funcional (disminución de visibilidad de parada) de las soluciones con pila en mediana, mientras que la solución de tres vanos tiene en su contra unos vanos laterales demasiado cortos respecto de la luz central, lo que puede conducir a reacciones negativas y necesidad de anclaje de estos apoyos al estribo.

b) Pasos superiores con calzada de tres carriles

Se han considerado las mismas soluciones que para pasos superiores tipo, pero con el aumento de luz que implica añadir un carril de 3,5 m a cada calzada. Con ello surgen los siguientes repartos de luces:

- 47 m en el caso de vano único, lo que hace elevar el canto del cajón mixto a 1,70 m.
- 2 vanos de 31 m en puente de 2 vanos, manteniendo la variación de canto entre 0,90 y 1,70 m.
- 3 vanos de 17-37-17 m, manteniendo la variación de canto entre 1,10 y 1,70 m.
- 4 vanos de 14-18,5-18,5-14 m, manteniendo el canto de 0,75 m.

c) Pasos superiores en glorieta

Se proyectan sendos pasos superiores bajo la glorieta del enlace de Monflorite, D.O. 13+180 y 13+300 aproximadamente del tronco de la Variante. La glorieta cuenta con un radio de 50 m en el eje y su sección transversal es de 2 carriles de 5 m, arcén interior de 1 metro y exterior de 1,50 m. Ello precisa un tablero de una anchura de 13,5 m contando con sendos espacios de 0,5 m para las barreras de seguridad.

Los pasos superiores en glorieta cuentan con las siguientes peculiaridades:

- Al contar con una curvatura en planta considerable no resulta estético considerar cantos variables.
- Al precisar dos puentes gemelos se tiene cierta simetría entre ellos, lo que suele aprovecharse para disponer efectos de simetría entre ellos, sobre todo mediante las pilas.
- Al presentar la glorieta ramales de entrada y salida al tronco los estribos deben disponerse cercanos al tronco, lo que penaliza los vanos laterales y por tanto soluciones de tres o cuatro vanos.

Con estas premisas se han planteado las siguientes tipologías:

- Puente de un vano con tablero mixto de 41 m de luz mediante viga cajón de 1,50 m de canto y costillas laterales para materializar los voladizos, sobre la que se dispone una losa de hormigón armado de 25 cm de espesor.
- Puente de dos vanos de 28 m de luz con sección losa de hormigón postesado HP-35 continua de 1,50 m de canto constante aligerada y con cantos redondeados, apoyada en pilas excéntricas simétricas respecto al eje de la glorieta.
- Puente de 3 vanos continuo con disposición de luces 13-30-13 metros, con sección losa de hormigón postesado HP-35 continua de 1,50 m de canto constante, aligerada y con cantos redondeados, apoyada en pilas excéntricas y simétricas respecto al eje de la glorieta.
- Puente de dos vanos de 28 m de luz con sección mediante viga prefabricada artesa curva de 1,40 m de canto y jabalcones laterales en celosía para materializar los vuelos laterales, sobre las que se dispone una losa de hormigón armado ejecutada in situ de espesor variable entre 25 y 35 cm. El tablero así constituido se apoya en un fuste único circular de hormigón $\varnothing 1,20$ m con capitel superior.

En el reportaje fotográfico se adjuntan diversas fotografías de soluciones mixtas de vano único, y solución dos vanos con viga y jabalcones.

Respecto a las propuestas anteriores señalar que la solución de tres vanos queda muy penaliza estructuralmente puesto que los vanos laterales son demasiado cortos respecto del vano central, lo que provocará reacciones negativas y necesidad de anclaje de vanos laterales en el estribo, además de que al tener vanos laterales muy cortos el comportamiento del tablero tiende a isostático con vano igual a la luz central.

d) Pasos superiores sobre vías de comunicación en servicio

Dentro de este grupo se incluyen dos pasos superiores en el Enlace de Valdabrá sobre la actual A-23: el paso del eje 5 (ramal Lérida – Zaragoza) sobre la A-23 en su P.K. 1+550, y el paso del eje 16 (ramal entre glorietas del enlace de Valdabrá) sobre la autovía A-23 en su P.K. 0+120.

El condicionante más influyente en estos pasos es la conveniencia de no recurrir a estructuras cimbradas para minimizar la afección al tráfico por la A-23, lo que implica el recurso a tipologías en vigas de hormigón pretensado o tableros mixtos.

Otro de los condicionantes es el acusado esviaje en la primera de las estructuras, lo que de hecho obliga a la disposición de pila en la mediana de la A-23 si no se quiere acudir a luces excepcionales –del orden de 80 m-. Por tanto, dado que resulta prácticamente obligado la disposición de pila en la mediana en una de las estructuras, se contempla la posible disposición de pila en la mediana también en la otra. Señalar a este respecto que todos los pasos superiores en la A-23 en su tramo Zaragoza – Huesca cuentan con pila en mediana, como se puede apreciar en el reportaje fotográfico que figura en Anexo 2. Ayuda a ello que el ancho de la mediana en al A-23 es de 10 metros entre bordes de aglomerado.

La geometría del primer cruce lleva a considerar una estructura de 4 vanos con estribos perpendiculares al tablero, mientras que en el segundo de los pasos, sensiblemente ortogonal, se pueden considerar estructuras de 2, 3 ó 4 vanos.

Se plantean por tanto las siguientes alternativas:

- Paso superior en ramal Lérida – Zaragoza (eje 5)

·Puentes de 4 vanos con disposición de luces 30-35,88-40-25 m y tablero constituido por una monoviga artesa de ala ancha de 1.50 m de canto sobre la que se dispone una losa de hormigón ejecutada in situ de espesor variable entre 25 y 35 cm. La monoviga se hace continua mediante barras roscadas postesadas. El tablero se apoya en pilas prefabricadas tipo palmera, dispuestas perpendicularmente al eje 5 y que permiten doble apoyo en cada pila.

·Puentes de 4 vanos con disposición de luces idéntica a la anterior pero con tablero mixto constituido por una viga cajón de 1.50 m de canto con voladizos y losa de hormigón in situ de 25 cm de espesor, con doble acción mixta en la zona de momentos negativos y apoyo único en pilas mediante fuste circular, llevando la torsión a los estribos.

- Paso superior entre glorietas (eje 16)

En este caso se han considerado soluciones de 2, 3 y 4 vanos:

·Puentes de 2 vanos de 30 m de luz mediante monoviga artesa de hormigón pretensado continua de canto variable entre 1,10 y 1,70 m, sobre la que se dispone una losa de hormigón de espesor variable entre 25 y 35 cm.

·Puentes de 3 vanos con distribución de luces 19,5-39-19,5 m mediante monoviga artesa continua de hormigón pretensado de canto variable entre 1,10 y 1,70 m de espesor, sobre la que se dispone una losa de hormigón de espesor variable entre 25 y 35 cm.

·Puentes de 4 vanos isostáticos de 19.5 m de luz los centrales y 11 m los laterales, con tablero constituido por dos vigas artesa de 1.00 m de canto sobre las que se dispone una losa de hormigón in situ de espesor variable entre 25 y 36cm.

·Puentes de 3 vanos con distribución de luces 19,5-39-19,5 m mediante tablero mixto con viga cajón continua de 1,5 m de canto con voladizos laterales y doble acción mixta, y losa de hormigón ejecutada in situ de 25 cm de espesor.

En este caso conviene señalar que tanto el ancho de mediana en la A-23, 5 m mayor que en la variante Sur de Huesca, como el hecho de que la calzada izquierda presente un carril adicional penaliza notablemente las soluciones con 3 vanos, siendo a priori más económicas las tipologías con 2 y 4 vanos.

e) Pasos superiores en desmonte importante

Se trata en este epígrafe el paso de camino situado en el P.K. 3+570, en desmonte del orden de 16 metros y con un desnivel similar entre la rasante del camino y la traza de la autovía.

En este tipo de pasos no suelen ser válidas las soluciones convencionales para pasos superiores con gálibo vertical estricto, ya que el tablero suele quedar muy separado de la rasante, mientras que las pilas, muy altas, dan mayor sensación de obstáculo y su mayor altura hace que se vean excesivamente cercanas a la carretera, tanto si están en mediana como si están en las márgenes.

Para solventar los inconvenientes mencionados anteriormente se puede actuar de dos maneras:

- Prescindir de las pilas, lo que conduce a tipologías puente pórtico o puente-arco.
- Descolgar el canto del tablero por debajo del apoyo en pilas, al estilo de los puentes con vigas parabólicas que fueron relativamente comunes en la construcción de puentes de ferrocarril en la primera mitad del siglo XX. Con ello se le da cierto movimiento a la línea inferior del tablero y se reduce la sensación de exceso de gálibo.

Se han encajado para su análisis y comparación las tres soluciones anteriores. Señalar que la altura del desmonte, del orden de 16 m, y la inclinación de sus taludes al 3H/2V dan lugar a una longitud necesaria de estructura de 80 m.

Las dos tipologías sin pilas –arco y pórtico- tienen la ventaja de que pueden ser construidas cuando el desmonte se encuentre a nivel de arranque de arco o de pilas inclinadas, respectivamente. Ello se traduce en un importante ahorro en el cimbrado del arco o del tablero.

En el caso de la tercera solución no se da esta circunstancia al contar con pilas; no obstante se ha previsto una estructura metálica muy ligera que no precisa de cimbras provisionales ni de medios extraordinarios de elevación, por lo que tampoco presenta especial inconveniente el montaje a un nivel superior.

Pasando a describir con mayor detalle las soluciones sin pilas y de canto descolgado propuestas, en el caso del puente-pórtico se tiene un tablero con la configuración típica de 3 vanos, luces 23-34-23 m y altura de pilas inclinadas 9,9 m aproximadamente, lo que conduce a una longitud de pilas de 14 m. El tablero es de hormigón postesado HP-40 con canto variable en tramos rectos entre 1,00 y 1,70 m, y las pilas son de dimensiones decrecientes hacia la base, con canto 1,10-0,80 m y ancho 1,75-1,00 m. La estructura se completa con unos estribos tipo durmiente apoyados en el talud.

En el caso del puente-arco, se ha previsto una estructura de ocho tramos de 9,50 m de longitud, totalizando 76 metros lo que conduce a unos estribos algo mayores que en el caso anterior. El arco se ha proyectado de hormigón armado HA-45 con dimensiones constantes 6x1 m, tiene una luz entre apoyos de 57 m y una flecha de 7 m, lo que confiere a la estructura un aspecto muy digno.

El apoyo del tablero en el arco se consigue mediante 2 pilas de 60 x 80 cm en cada apoyo sobre las que se dispone un dintel de 70 cm de canto. Sobre este dintel se ha previsto materializar el tablero mediante un puente-losa de vigas PL, de 50 + 6 cm de canto, para simplificar en lo posible las operaciones de cimbrado,

que con esta configuración desaparecerán salvo lo relativo al cimbrado del arco. El dintel sobre pilas se puede prefabricar en obra.

Por lo que respecta al puente de vigas parabólicas se plantea una estructura metálica de 3 vanos y luces 19,5-35-19,5 con una longitud total de 74 m. El importante canto de la estructura -2 m en apoyos y 3 ó 3,5 m en centros de vano laterales y central respectivamente- hace que, además de resultar la estructura más corta, los estribos resultan relativamente modestos. Se trata de una estructura mixta en celosía, que se ha planteado con perfil cuadrado, siendo en sección transversal un cajón abierto de 5 m de ancho sobre el que se dispondría una losa de hormigón armado de 25 cm.

Resaltar que este puente se pretende como homenaje al 4º paso sobre el río Matarraña, que ha sido probablemente el único puente batido por fuego artillero en tiempos de paz. En el año 1931, tal puente como el que se propone recibió el impacto de un bolo de 40 m3 procedente del talud de la montaña, lo que provocó la ruina del vano lateral. Para solventar esta desgracia, además de la reparación de la parte metálica, se sustituyó parte del vano lateral por falso túnel, y la ladera se estabilizó mediante bombardeo desde la margen contraria con una batería de cañones de 75 mm, resultando el procedimiento un completo éxito y haciendo desaparecer los bolos que más peligro presentaban. (D. Domingo Mendizábal, ROP, número del Centenario).

Las pilas se ejecutarían con geometría variable, al hilo de los diseños de principios del siglo XX, y se les podría aplicar una mampostería en las esquinas para mejorar el aspecto del conjunto.

Finalmente y a instancia de lo indicado por la Supervisión del Proyecto, se ha estudiado como cuarta alternativa una solución convencional de tres vanos y pilas altas, con tablero constituido por una viga artesa monocajón de canto variable entre 1,10 y 1,70 m, continua e hiperestática, sobre la que se dispone una losa de hormigón armado sobre encofrados autoportantes en voladizo. La losa debe ir fuertemente armada para absorber los momentos negativos en apoyos

Pasos inferiores

a) Pasos inferiores de caminos

Para pasos inferiores de caminos, tanto en autovías como en líneas de alta velocidad ferroviaria la experiencia muestra que las tipologías prácticamente exclusivas son marcos y pórticos, salvo en caso de pasos bajo terraplenes de gran altura donde la magnitud del peso de tierras hace recurrir a bóvedas. No es el caso que nos ocupa en este proyecto, por lo que las tipologías propuestas quedan reducidas a marcos y pórticos.

Estas estructuras pueden a su vez construirse in situ, o bien mediante alzados y dinteles prefabricados en diversas variantes.

Respecto a la elección entre marco y pórtico, es claro que si el terreno de cimentación admite una carga admisible elevada, no inferior a 3,5 Kp/cm² resulta más económico el pórtico puesto que la suma de sus dos zapatas es inferior a la solera del marco. En caso contrario resulta más económico el marco, además de su mayor monolitismo.

Por otra parte existen ocasiones en las que el recurso al pórtico es obligado si hay que proteger canalizaciones de servicios que de otra manera quedarían inaccesibles bajo la solera.

En cuanto al uso de elementos prefabricados, su empleo depende de variados factores como la ubicación de la obra, el momento del mercado y la eventual necesidad de una rápida ejecución. En la zona donde se inscribe la obra, la experiencia del Consultor, que reside en la misma zona, se basa en que el Contratista

prefiere la construcción de los pasos inferiores (marcos o pórticos) "in situ" a no ser que circunstancias especiales –premura en los plazos de ejecución- lleven a otra solución.

Además se tiene la ventaja innegable del mayor monolitismo de las estructuras "in situ".

b) Pasos inferiores de carreteras

Se engloban en este apartado pasos inferiores de carreteras con plataformas diversas, desde 6/8 a 7/10, así como pasos inferiores para ramales de autovía cuya plataforma ocupa 7,5 m.

La luz necesaria en el paso inferior oscila por tanto entre 10 y 13 m, dejando por fuera de la plataforma un espacio mínimo para disposición de barreras de seguridad y continuidad de cunetas.

Para una luz libre de 13 m, se planten las siguientes alternativas:

- Pórtico de hormigón armado.
- Puente de 1 vano con estribos convencionales y dintel a base de vigas PL de 55 cm de canto.
- Puente de 3 vanos con disposición de luces 11-14-11 m y estribos abiertos, con tablero continuo de hormigón armado.

La primera de las soluciones sería más válida cuanto menor sea la luz, con un dintel de 0,90 ó 1 m para luces entre 10 y 13 m, y hastiales con un espesor 0,80 ó 0,90 m. Esta solución implica un volumen de hormigón importante tanto en el cuerpo de obra como en sus aletas.

La segunda de las soluciones se adaptaría mejor a luces en el rango alto, que implican un mejor aprovechamiento de la capacidad resistente de las vigas PL (pretensadas). Implican también estribos y aletas importantes, al igual que la solución porticada.

La tercera solución es quizá la más elegante y la aplicada en pasos inferiores de enlaces con cierta entidad, e implica un mayor coste del tablero si bien puede verse parcialmente compensado por un menor coste de estribos y aletas, ya que se pueden plantear estribos abiertos con derrame de tierras en el vano lateral. Esta solución será tanto más competitiva cuanto mayor sea la altura de terraplén del vial principal.

c) Pasos inferiores bajo carreteras en servicio

Este epígrafe se refiere a los pasos inferiores que se deben ejecutar bajo la autovía ya construida en el enlace de Siétamo. Influyen los siguientes conceptos: la rapidez de ejecución para no prolongar en el tiempo los desvíos provisionales, y el notable esviate del cruce, que plantea la posibilidad de considerar tanto una estructura muy esviada como una estructura similar a una pérgola. Por otra parte se puede plantear construir los estribos con pantalla de pilotes o con excavación convencional, este último método bastante más lento y por tanto con mayores afecciones al tráfico.

En este caso no se encuentra con sentido considerar opciones de tres vanos, ante lo esviado del cruce y no pudiéndose ejecutar estribos abiertos de manera fácil por la circunstancia de que el terraplén se encuentre previamente construido.

Se han planteado por consiguiente las siguientes alternativas:

- Paso inferior de 1 vano, tipo pérgola con pantalla de pilotes y vigas PL sobre cargaderos.
- La misma solución, sobre estribos convencionales.

- Paso inferior tipo pérgola con estribos convencionales y losa ejecutada in situ.
- Paso inferior siguiendo el esviaje con tablero de vigas T y estribos convencionales.
- Solución anterior pero con estribos mediante pantalla de pilotes

Puente sobre la línea de ferrocarril Tardienta – Huesca y ramal a Canfranc

El Proyecto prevé el paso de la traza sobre la línea de Ferrocarril Tardienta – Huesca en la D.O. 4+650, y previamente sobre el ramal Tardienta – Canfranc de la variante ferroviaria de Huesca pocos metros antes.

Dada la proximidad entre ambas líneas ferroviarias se plantea una estructura de paso para ambas líneas, con un puente de varios vanos.

Se cuenta también con la redacción de un Estudio Informativo para aumentar la capacidad ferroviaria de la Línea Tardienta – Huesca, en la actualidad con plataforma de tres hilos lo que plantea serias limitaciones a la explotación ferroviaria. Por ello se plantea la conveniencia de que la estructura que se plantee permita la duplicación ferroviaria por cualquier margen tanto en la línea Tardienta – Huesca como en la derivación a Canfranc.

Más concretamente se plantea que la disposición de vano respete la distancia mínima entre eje de vía y borde de pila para que no se tenga que tener en consideración la hipótesis de impacto por descarrilamiento, muy restrictiva en el caso de las pilas.

Con estas premisas se obtiene una longitud de estructura del orden de 100 m, que estrictamente se puede salvar con un puente de tres vanos. En este caso los estribos deben quedar lógicamente por el exterior del cerramiento ferroviario, obteniéndose estribos de gran envergadura dada la altura del terraplén que se necesita para mantener el tráfico ferroviario y dado que estos estribos deben contener el derrame de tierras para que éste no invada el cerramiento ferroviario.

Por otra parte, se puede plantear una estructura de cinco vanos, con vanos laterales más cortos de manera que el gran estribo cerrado de la estructura de 3 vanos se pueda sustituir por un estribo abierto mucho más económico, a costa de aumentar la superficie del tablero. En esta opción de 5 vanos se puede reducir algo la luz de los vanos de paso ya que se admite situar pilas dentro del vallado ferroviario, siempre respetando una posible duplicación de vía y además la distancia que marca la hipótesis de impacto en pilas.

En cuanto a la constitución del tablero, parece claro que hay que recurrir a soluciones prefabricadas que no precisen el cimbrado sobre las vías. Dentro de las prefabricadas y dado que esta estructura no cuenta con otros condicionantes que su funcionalidad y economía (no se precisa de grandes luces, ni el canto es decisivo), se tratan soluciones con vigas prefabricadas de hormigón pretensado en detrimento de soluciones con tablero mixto, sensiblemente más caras en ausencia de otros condicionantes.

Se plantean por ello las siguientes soluciones:

- Puente de 3 vanos de luces 33.5 m con tablero constituido por 5 vigas en T de hormigón pretensado y 1,65 m de canto.
- Puente de 3 vanos de luces 33.5 m con tablero constituido por dos vigas artesa de hormigón pretensado con 1,60 m de canto.
- Puente de 5 vanos de luces 30.5 m con tablero constituido por 5 vigas en T de hormigón pretensado y 1,50 m de canto.

- Puente de 5 vanos de luces 30.5 m con tablero constituido por 2 vigas artesa de hormigón pretensado y 1,50 m de canto.

Ambas soluciones son isostáticas y presentan similar funcionalidad y condiciones de montaje, si acaso la solución con vigas en T presenta la ventaja de que la sección no precisa de vuelos laterales, lo que es una ventaja a la hora de conseguir los preceptivos permisos por parte de Adif.

Puente sobre el río Isuela

Se trata del paso de la traza de la autovía sobre un curso de agua que se podría calificar de modesto, con una brecha de longitud no superior a 20 m, y con una altura de pilas que si adolece de algo es de ser pequeña, no superior a 7 m. Ello unido a que la zona no cuenta con condicionantes estéticos dignos de mención hacen que no se tenga que proyectar una estructura singular ni en cuanto a luces ni en cuanto a tipologías.

La longitud total del puente, en ausencia de condicionamientos de orografía ya que ésta es muy llana a ambos lados de la pequeña brecha, viene dada por criterios de capacidad de desagüe y sobrelevación de la línea de flujo. Los cálculos efectuados han conducido a una longitud de puente del orden de 80 m.

Por otra parte se tiene la conveniencia de no dañar la vegetación de ribera por lo que en ausencia de otros condicionantes se proponen soluciones de tres vanos mediante vigas prefabricadas de hormigón pretensado, generalmente aceptadas como las más económicas en el rango de luces 25-30 m, dado que las soluciones con tablero mixto son más caras y soluciones in situ con cimbra conducen a una mayor afección sobre la vegetación de ribera. Además de que la solución con vigas es la más rápida de ejecución.

Se proponen por tanto las siguientes soluciones:

- Puente de 3 vanos isostáticos de 27 m de luz con tablero constituido por 5 vigas pretensadas en T de 1,30 m de canto y losa in situ de 25 cm de espesor.
- Puente de 3 vanos isostáticos de 27 m de luz con tablero constituido por dos vigas artesa de 1,30 m de canto y losa in situ de 25 cm de espesor.
- Puente de 3 vanos hiperestático con solución monoviga artesa de canto variable 1,00 m en centro de vano y 1,60 m en apoyos, y disposición de luces 25-30-25 m.

Las tres soluciones presentan aptitudes similares en cuanto a rapidez de ejecución, siendo las más comúnmente utilizadas las dos primeras.

Puente sobre el río Flumen

Se tienen los mismos condicionantes que en la estructura anterior en cuanto a la brecha a franquear, con una altura pequeña y una anchura inferior a 20 m. La longitud del puente viene marcada igualmente por condicionantes hidráulicos de capacidad de desagüe y sobrelevación del flujo, resultando también del orden de 80 m. En ausencia de otros condicionantes se proponen las mismas soluciones que en el puente sobre el río Isuela.

- Puente de 3 vanos isostáticos de 27 m de luz con tablero constituido por 5 vigas pretensadas en T de 1,30 m de canto y losa in situ de 25 cm de espesor.
- Puente de 3 vanos isostáticos de 27 m de luz con tablero constituido por dos vigas artesa de 1,30 m de canto y losa in situ de 25 cm de espesor.

- Puente de 3 vanos hiperestáticos con solución monoviga artesa de canto variable 1,00 m en centro de vano y 1,60 m en apoyos, y disposición de luces 25-30-25 m.

Puente sobre el río Botella

Se trata de un pequeño cauce que es interceptado por la autovía ya entrando en el enlace de Siétamo, de entidad menor a los ríos Flumen e Isuela. La brecha a franquear cuenta con dimensiones modestas tanto en altura –inferior a 10 m- como en anchura –inferior a 20 m-, mientras que el estudio hidráulico del cauce ha mostrado una longitud necesaria de puente de 40 m.

Esta longitud de 40m puede salvarse perfectamente mediante un vano único, de forma que no sería necesario cimentar más que los estribos, con lo cual el daño a la vegetación de la ribera sería menor que con soluciones de más vanos. Por ello se proponen dos soluciones de vano único recurriendo a vigas prefabricadas (una de ellas con vigas en doble T y la otra con vigas artesa) por su economía para este rango de luces, su rapidez de ejecución y su menor aficción a la vegetación de la ribera que las soluciones cifradas “in situ”.

En el resto de pasos sobre ríos se han propuesto soluciones de tres vanos que conducen a estructuras más amplias y más estéticas. Por ello se propone también una solución de tres vanos isostáticos con una distribución de luces de 15-26-15m recurriendo nuevamente a las vigas prefabricadas por las razones mencionadas anteriormente.

Además se tiene en este caso el condicionante de que una de las calzadas alberga una cuña de deceleración, por lo que precisa mayor ancho de tablero (y por tanto mayor número de vigas) y que las vigas del tablero no sean paralelas.

Con todo esto se proponen tres soluciones:

- Tablero de un vano isostático de 40 m de luz constituido por 5 vigas pretensadas en T de 2,05 m de canto sobre las que se dejan una losa de hormigón in situ de 25 cm de espesor en el caso de la calzada izquierda. Para la calzada derecha el número de estas vigas es de 7.
- Tablero de un vano isostático de 40 m de luz constituido por 2 vigas artesa de 2,00 m de canto sobre las que se dispone una losa de hormigón in situ de 25 cm de espesor en el caso de la calzada izquierda. En el caso de la calzada derecha el número de estas vigas es de 3.
- Tablero de tres vanos isostáticos con distribución de luces de 15-26-15m. En el caso de la calzada derecha el tablero esta constituido por 6 vigas doble T de 1,2m de canto en el vano central y 4 de estas vigas en los vanos laterales. En el caso de la calzada izquierda el tablero esta constituido por 8 vigas doble T de 1,2m de canto en el vano central y 6 de estas vigas en los vanos laterales. En todos los casos sobre las vigas se dispone una losa de hormigón armado de 25cm de espesor.

No se plantea en este caso la solución monoviga ya que en el caso de la alternativa de un vano estas vigas con 40 m de longitud resultarían de muy difícil transporte, y en el caso de la alternativa de tres vanos con monoviga hiperestática, debido a la reducida luz que se considera, 26 m, el hiperestatismo conseguiría una reducción de canto a cambio de un notable encarecimiento de la estructura. Además estas dos nuevas soluciones no suponen ventajas aparentes a las tres alternativas anteriores.

Puente sobre el Barranco de Valdabra

Se trata de resolver el paso de la traza en D.O. 1+600 sobre el Barranco de Valdabra, que poco después queda represado en el embalse con el mismo nombre y que es abastecido fundamentalmente por el Canal del Cinca. De este embalse parte la tubería que actualmente abastece de agua potable a Huesca.

La característica principal de este cruce es su acusadísimo esviaje, lo que hace que aunque el cauce del barranco en el punto de cruce sea poco pronunciado, no mayor de 5 m de anchura y dos metros de profundidad, el encaje de la estructura de paso se presente complejo.

Este cruce recibió una de las prescripciones de la Declaración de Impacto Ambiental en cuanto a que el Estudio Informativo había previsto un encauzamiento del barranco, quizás demasiado brusco, para reducir el esviaje en el cruce, esviaje que con el encauzamiento propuesto se eliminaba. En la DIA se indicaba que se debía reducir la agresividad del encauzamiento, prescripción que debe tenerse en cuenta en el encaje de la estructura de paso.

Dada la poca entidad de la brecha a salvar, la longitud de la estructura viene determinada por el cálculo hidráulico. El resultado del mismo refleja que para no incurrir en sobreelevaciones inadmisibles, se precisa una estructura de 55 m de dimensión perpendicular al cauce.

Ante la prescripción de la DIA se ha optado por no tocar el cauce, con lo cual la necesidad de estos 55 m de estructura lleva a eliminar las soluciones en pérgola ya que un vano de 55 m de luz se escapa de lo que convencionalmente se puede construir con vigas prefabricadas, mientras que una solución cimbrada dañaría notoriamente la vegetación de ribera.

Por ello se ha optado como solución más conveniente hidráulica y estructuralmente construir un puente recto con apoyos mediante fuste único circular y con el número de vanos suficiente como para conseguir una abertura perpendicular al cauce de 55 m. Dado que el barranco y su vegetación de ribera se salvan con 25 m, luz muy apropiada para las vigas de hormigón pretensado, se proponen las siguientes soluciones:

- Tablero constituido por 5 vigas pretensadas en T de 1.20 m de canto y losa de hormigón armado de 25 cm.
- Tablero constituido por 2 vigas artesa de 1,20 m de canto y losa de hormigón armado de 25 cm.

No se plantean soluciones en monoviga hiperestática porque con la reducida luz que se considera, 25 m, el hiperestatismo conseguiría para reducción de canto a cambio de un notable encarecimiento de la estructura.

En este paso hay que resaltar que el fondo de viga queda a sólo 3 m del terreno natural, por lo que el cabecero de pila es un entorpecimiento notable al gálibo, y ello en principio primaría la solución con vigas artesa que requiere de un cabecero menor.

5.- VALORACIÓN ECONÓMICA

Se ha efectuado una valoración económica de cada alternativa según los criterios y mediciones que figuran en el Anexo 2. El resumen de las valoraciones efectuadas se adjunta en el siguiente cuadro.

		OPCIONES	P.E.M
I N F E R I O R E S	P.I. CAMINOS	MARCO	213.248,75 €
		PÓRTICO	210.213,08 €
		MARCO PREFABRICADO	322.611,61 €
	P.I. CARRETERAS	PÓRTICO	313.106,40 €
		PUENTE DE 3 VANOS	220.831,14 €
		VIGAS PL 60	296.026,54 €
	P.I. BAJO AUTOVÍA EN ENLACE DE SIÉTAMO	PUENTE LOSA CON VIGAS PL Y CARGADEROS SOBRE PANTALLA DE PILOTES	839.075,77 €
		PUENTE LOSA CON VIGAS PL Y CARGADEROS SOBRE ESTRIBOS CONVENCIONALES	698.172,90 €
		PUENTE ESVIADO SOBRE PANTALLA DE PILOTES	605.735,76 €
		PUENTE ESVIADO SOBRE ESTRIBOS CONVENCIONALES	524.724,77 €
PÓRTICO APERGOLADO CON ESTRIBOS CONVENCIONALES		500.225,33 €	
P A S O S S U P E R I O R E S	P.S.TIPO	1 VANO.TABLERO MIXTO	261.515,62 €
		2 VANOS. LOSA" IN SITU"POSTESADA.	222.977,70 €
		3 VANOS.LOSA" IN SITU" POSTESADA.	256.148,18 €
		3 VANOS.VIGA PREFABRICADA DE CANTO VARIABLE	382.977,13 €
	SOBRE CALZADAS 3 CARRILES	4VANOS.LOSA"IN SITU" POSTESADA.	207.008,38 €
		1 VANO.TABLERO MIXTO	279.955,06 €
		2 VANOS.LOSA"IN SITU" POSTESADA.	251.104,37 €
		3 VANOS.LOSA" IN SITU" POSTESADA.	303.913,31 €
	P.S. EN GLORIETAS	3 VANOS.LOSA REDONDEADA IN SITU POSTESADA	440.073,55 €
		4 VANOS.LOSA" IN SITU" POSTESADA.	229.626,00 €
		1 VANO.TABLERO MIXTO	604.921,04 €
		2 VANOS. LOSA REDONDEADA IN SITU POSTESADA	483.076,21 €
	CALZADAS EN SERVICIO	3 VANOS.LOSA REDONDEADA IN SITU POSTESADA	485.482,21 €
		2 VANOS. VIGA PREFABRICADA CON JABALCONES	504.371,03 €
		EJE 16. 3 VANOS.VIGA PREFABRICADA CANTO VARIABLE.	520.692,83 €
		EJE 16. 4 VANOS. 2 VIGAS ARTESA	345.874,72 €
		EJE 16. 3 VANOS.TABLERO MIXTO	506.361,56 €
		EJE 16. 2 VANOS.VIGA PREFABRICADA	397.155,16 €
	DESMONTE IMPORTANTE	EJE 5. 4 VANOS.TABLERO MIXTO	870.517,64 €
		EJE 5. 4 VANOS.VIGA ARTESA	1.050.315,04 €
PUENTE PÓRTICO		360.258,89 €	
PUENTE ARCO		346.920,30 €	
P R A I O S S Y S O F B R C E C	PUENTE S/ BARRANCO VALDABRA	VIGA ARTESA	1.542.427,83 €
		VIGA DOBLE T	1.393.833,72 €
	PUENTE SOBRE EL RÍO ISUELA	VIGA ARTESA	939.050,14 €
		VIGA DOBLE T	869.941,82 €
		VIGA PREFABRICADA DE CANTO VARIABLE	1.104.833,73 €
	PUENTE SOBRE EL RÍO FLUMEN	VIGA ARTESA	921.505,53 €
		VIGA DOBLE T	859.132,85 €
		VIGA PREFABRICADA DE CANTO VARIABLE	1.097.176,69 €
	VIADUCTO SOBRE EL RÍO BOTELLA	EJE 97. 1 VANO. VIGAS ARTESA.	354.234,75 €
		EJE 97.1 VANO.VIGAS DOBLE T	349.446,54 €
EJE 97. 3 VANOS. VIGAS DOBLE T.		322.405,67 €	
VIADUCTO SOBRE FF.CC	3 VANOS. VIGA ARTESA	1.503.819,38 €	
	3 VANOS. VIGAS DOBLE T	1.456.641,64 €	
	5 VANOS. VIGA ARTESA	1.415.946,32 €	
		5 VANOS. VIGAS DOBLE T	1.404.713,92 €

6.- ELECCIÓN DE SOLUCIÓN EN CADA TIPOLOGÍA

Tras los aspectos comentados para cada alternativa en apartados anteriores y los resultados de la valoración económica, se efectúa en este apartado la elección de solución en cada tipología.

- Pasos superiores tipo

Aunque según la valoración efectuada resultarían más económicos los pasos superiores con vanos pares, éstos implican pila en la mediana y ello ocasionaría pérdida de funcionalidad por disminución de la visibilidad de parada, por lo que se elige la tipología tres vanos in situ con canto variable, que además proporciona al paso una mayor amplitud.

- Pasos superiores en calzada de 3 carriles

De esta tipología se presentan 2 pasos en D.O. 8+020 para la carretera A-1213, y en 13+760 para una cabañera. Se elige para ambos casos la tipología de 3 vanos de canto variable por las razones anteriormente expuestas para los pasos superiores tipo.

- Pasos superiores en glorieta

Se escoge la tipología de tres vanos in situ porque es la de menor coste junto con la de dos vanos (de hecho resulta ligeramente más económica la de dos vanos pero la diferencia es inferior al 1%) y tiene la ventaja respecto a esta última de que se evita la colocación de una pila en la mediana que reduciría la visibilidad, afectando por tanto a la seguridad vial.

- Pasos superiores sobre calzadas en servicio

En el paso del eje 5, con gran esviaje, se escoge la tipología en tablero mixto frente a la monoviga de hormigón por resultar la tipología más económica en la comparación.

En el paso entre glorietas de enlace (eje 16) se escoge la tipología 4 vanos con doble viga artesa por resultar la más económica.

- Pasos superiores en desmonte importante

Se escoge la tipología en arco por resultar la más económica y la que mejor se adapta desde un punto de vista estético y formal.

- Pasos inferiores de camino

Para pasos inferiores de camino, se elegirá entre marco y pórtico en función de las características de la cimentación en cada caso y la existencia o no de servicios afectados.

- Pasos inferiores de carretera o ramal

Se escoge la solución de puente de 3 vanos porque resulta la más económica de las tres, además de la mayor visibilidad y amplitud que le confieren los vanos laterales, haciendo a esta solución indiscutiblemente superior desde el punto de vista de la seguridad vial.

- Paso inferior en el enlace de Siétamo (bajo autovía en servicio)

Se escoge la solución de tablero esviado con cargadero apoyado en pilas pilote por ser la de montaje más rápido y con menores afecciones al tráfico y a la seguridad vial.

- Puente sobre plataforma ferroviaria Tardienta – Huesca y Tardienta – Canfranc

Se escoge la tipología en 5 vanos con vigas en T ya que además de ser la más económica, se considera necesario disponer vanos laterales por los que puedan disponerse canalizaciones, caminos e incluso la ampliación de alguna de las plataformas ferroviarias.

- Puentes sobre ríos

Se escogen las tipologías con tableros de vigas en doble T por ser más económicas que los de vigas artesa. En el caso del viaducto sobre el Río Botella se escoge la opción de tres vanos con tablero de vigas en doble T debido a que es la opción más económica y además es una estructura más amplia, dejando por tanto mayor espacio entre los estribos y el cauce.

7.- CONCLUSIÓN

El presente Estudio de Tipologías Estructurales ha planteado las soluciones a cada tipología que más se acomodan a cada caso según la experiencia del Consultor, llegando a un número total de soluciones de cincuenta, que se considera razonable dado que este proyecto no presenta grandes singularidades.

Las alternativas elegidas en ningún caso suponen sobrecostes apreciables respecto de otras que se pudieran plantear, habiendo intentado plasmar en todos los casos propuestas con un aspecto digno y contrastadas por la experiencia.

En el documento Planos de este documento se incluyen los planos de cada una de las estructuras.