

## APÉNDICE N° 9.- TRAZADO GEOMÉTRICO



**APÉNDICE N° 9.- TRAZADO GEOMÉTRICO**

**ÍNDICE**

<b>1.-</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>2.-</b>	<b>TRAZADO DEL ESTUDIO INFORMATIVO .....</b>	<b>6</b>
2.1.-	ALTERNATIVAS ESTUDIADAS.....	6
2.2.-	ANÁLISIS DEL TRAZADO DESARROLLADO EN DETALLE (FASE C).....	10
<b>3.-</b>	<b>ESTUDIO INICIAL DE ALTERNATIVAS.....</b>	<b>13</b>
3.1.-	CONDICIONANTES.....	13
3.2.-	DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS ESTUDIADAS .....	13
3.2.1.-	PLANTA .....	14
3.2.2.-	ALZADO .....	16
3.3.-	CONCLUSIONES DEL INFORME SUPERVISIÓN (FASE 1).....	17
<b>4.-</b>	<b>TRAZADO RESULTANTE DEL ESTUDIO INICIAL (FASE 2) .....</b>	<b>19</b>
4.1.-	TRAZADO INICIAL.....	19
4.2.-	AJUSTES DEL TRAZADO INICIAL .....	26
4.3.-	TRAZADO SELECCIONADO EN FASE 2 .....	28
<b>5.-</b>	<b>TRAZADO PROPUESTO. FASE 3 .....</b>	<b>29</b>
5.1.-	DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO PROYECTADO.....	29



1.- INTRODUCCIÓN

En el presente Anejo se expone el proceso que ha conducido a la definición final del trazado que se proyecta, partiendo de la alternativa seleccionada en la fase B del Estudio Informativo, y que posteriormente fue desarrollada con mayor detalle en la fase C.

El contenido de este Anejo es un compendio del estudio de trazado desarrollado en las fases 1 y 2 de proyecto, con las modificaciones finales encaminadas fundamentalmente a realizar pequeños ajustes sobre algunos ramales de enlace y trazados de reposición de viales, no habiéndose introducido cambios en el trazado del tronco salvo a nivel de definición de sección transversal.

Con objeto de facilitar la comprensión los pasos que se han ido dando hasta llegar a la definición del Trazado seleccionado en este fase se incluye a continuación un pequeño esquema en el que se resumen las etapas más importantes que se han seguido y los ajustes de trazado ejecutados al pasar de una etapa a la otra. Más adelante se incluye la explicación detallada de cada uno de estos ajustes, así como la descripción del trazado alcanzado en cada etapa.

RESUMEN PROCESO ESTUDIO DE TRAZADO DESDE EL ESTUDIO INFORMATIVO HASTA FASE 3 DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN		
ESTUDIO INFORMATIVO		
<b>ESTUDIO INFORMATIVO FASE A</b>	<p><b>CORREDORES (4):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Corredor Norte. Con tres posible finalizaciones:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ (1) Corredor Norte – Oeste.</li> <li>▪ (2) Corredor Norte – Centro.</li> <li>▪ (3) Corredor Norte – Este.</li> </ul> </li> <li>- (4) Corredor Sur.</li> </ul>	<p><b>ALTERNATIVAS (9):</b></p> <p>A partir de estos corredores y con los condicionantes estudiados se diseñaron 9 soluciones concretas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alternativa 1: Corredor Norte con finalización oeste.</li> <li>- Alternativa 2: Corredor Norte con finalización Centro.</li> <li>- Alternativa 3: Corredor Norte con finalización Este , por el norte de "Bellester de Flumen".</li> <li>- Alternativa 4: Corredor Norte con finalización Este , por el sur.</li> <li>- Alternativa 5: Arranca en el corredor Norte y termina en el Sur aprovechando la conexión entre corredores prevista al este de Monflorite.</li> <li>- Alternativa 6: Corredor Sur por el norte del Castillo de Pompeín.</li> <li>- Alternativa 7: Corredor Sur por el sur del Castillo de Pompeín.</li> <li>- Alternativas 8.1 y 8.2: Arranca en el corredor Sur y termina y termina en el Norte aprovechando la conexión establecida entre corredores a la altura del cruce con el FF.CC.</li> </ul>
<b>ESTUDIO INFORMATIVO FASE B</b>	<p>Las alternativas de Fase A se caracterizan desde el punto de vista de los condicionantes considerados: físicos, ambientales, territoriales, y por último, atendiendo al tráfico y la funcionalidad. Como resultado de este análisis se rechazaron las Alternativas 1, 3, 4, 7 y 8.2</p>	<p><b>Alternativas estudiadas en Fase B:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alternativa Norte (Alternativa 2).</li> <li>- Alternativa Centro (Alternativa 5).</li> <li>- Alternativa Centro – Sur (Alternativa 8.1).</li> <li>- Alternativa Sur (Alternativa 6).</li> </ul> <p><b>Conclusión análisis multicriterio:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se selecciona la Alternativa Sur</li> </ul>

RESUMEN PROCESO ESTUDIO DE TRAZADO DESDE EL ESTUDIO INFORMATIVO HASTA FASE 3 DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN		
<b>ESTUDIO INFORMATIVO FASE C</b>	Tramitación expediente de Información Pública del Estudio Informativo (Fase B) y el Estudio Impacto Ambiental	<p>Trazado resultante: Alternativa Sur (Fase C), resultado de las siguientes modificaciones</p> <p>Modificaciones, sobre el trazado de Fase B, aceptadas en el Informe de Alegaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modificación del enlace de Valdabrá e incluir una vía de servicio para dar acceso a la plataforma logística PLHUS.</li> <li>- Modificación del trazado para evitar la afección a una granja porcina en el entorno del PK 11+000.</li> </ul>
PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN. FASE 1.- "TRABAJOS PREVIOS"		
TRAZADO INICIAL	Alternativa Sur (Fase C) del Estudio Informativo	
CONDICIONANTES	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Declaración de Impacto Ambiental.</li> <li>- Prescripciones de la aprobación definitiva del expediente de Información Pública y del Estudio Informativo.</li> <li>- Orden de Estudio del Proyecto de Construcción.</li> <li>- Otros condicionantes: Reducción déficit de tierras, evitar afección estructuras de reciente ejecución en el tramo Siétamo – Velillas de la A-22, etc.</li> </ul>	
TRAZADOS ESTUDIADOS (No se selecciona todavía ninguna de las soluciones planteadas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Solución A (Sin falso túnel imax=5%).</li> <li>- Solución B (Con falso túnel i max =4%).</li> </ul>	
PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN. FASE 2.- "AVANCE PROYECTO DE TRAZADO"		
<u>(1) TRAZADO INICIAL</u>	<p>Solución B (Con falso túnel i max =4%)</p> <p>A partir de las conclusiones recogidas en el informe de Supervisión se selecciona esta solución como Trazado inicial de partida, por ajustarse en mayor medida a los nuevos condicionantes de trazado existentes</p>	
CONDICIONANTES	<p>Informe de Supervisión:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reducción del déficit de tierras.</li> <li>- Reducción de la inclinación del 5% en el tramo comprendido entre los PPKK 11+800 a 13+300 (Subida a la altiplanicie de Quicena y Tierz).</li> </ul> <p>Otros:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis particularizado del falso túnel. Optimización solución para reducción de presupuesto.</li> <li>- Mejoras detectadas en recorrido de campo</li> </ul>	
<u>(2) AJUSTE INICIAL DE TRAZADO</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tramo PK 4+500 a 7+500. Rectificación de la rasante para reducir el volumen de terraplén.</li> <li>- Cruce de la carretera A-1212. Reposición mediante Paso superior, para mejorar visibilidad en este vial y reducir volumen de relleno en la variante.</li> <li>- Cruce del río Isuela. Rectificación de la planta para reducir afección a la vegetación de ribera</li> <li>- Tramo del PK 8+500 a 10+500. Rectificación de la planta para reducir la afección a afloramientos rocosos y carrascas dispersas.</li> <li>- Tramo del PK 10+000 a 14+500. Subida a la altiplanicie de Quicena y Tierz. Estudio específico del falso túnel: rectificación de la planta para evitar la ejecución del falso túnel. Ajuste de la rasante al 4,20%.</li> </ul>	

RESUMEN PROCESO ESTUDIO DE TRAZADO DESDE EL ESTUDIO INFORMATIVO HASTA FASE 3 DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN	
RECTIFICACIONES Y AJUSTES FINALES SOBRE EL TRAZADO ANTERIOR	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cruce del barranco de Valdabra: Elevación de la rasante.</li> <li>- Reposición del Camino del Carrascal: Elevación de la rasante.</li> <li>- Cruce del río Isuela y carretera A-1212: Elevación de la rasante.</li> <li>- Afección parcela pivot en los PPKs 5+300 a 6+000. Desplazamiento planta (3,50 m).</li> <li>- Cruce de la Acequia del Molino: Elevación de la rasante.</li> <li>- Otras correcciones de trazado: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ En la primera alineación curva de R=5.000 eliminación de transición.</li> <li>▪ Reducción de la pendiente de subida a la altiplanicie de Quicena y Tierz del 4,20 al 4,00%.</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>TRAZADO SELECCIONADO EN FASE 2:</b> Este último constituye un trazado prácticamente definitivo, a falta de ajustes con topografía de detalle, y que queda debidamente justificado atendiendo al cumplimiento de la Norma 3.1-IC, criterios de visibilidad de parada para la velocidad de proyecto adoptada, condicionantes medioambientales, geológicos y geotécnicos, etc.</p>	
<p><b>PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN FASE 3.- "MAQUETA PROYECTO DE TRAZADO"</b></p>	
TRAZADO INICIAL	TRAZADO SELECCIONADO EN FASE 2
CONDICIONANTES	<p>Informe de Supervisión:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- No se incluyen comentarios que impliquen modificaciones en el trazado en planta y alzado del tronco de la variante. Las observaciones incorporadas en el informe de supervisión quedan debidamente justificadas.</li> <li>- Inclusión de los pasos de mediana. Se incluyen un total de 9 pasos de mediana en los PPKs 1+500, 3+500, 5+000, 7+100, 9+000, 11+100, 13+240, 15+240 y 16+400, es decir manteniendo una equidistancia de aproximadamente 2 Km.</li> <li>- La reposición de los caminos se realiza en coordinación con el proyecto de Concentración Parcelaria de Monflorite.</li> </ul> <p>Otros:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cumplimiento de la Nota de servicio 2/2010 de la Subdirección de Proyectos sobre la cartografía a incluir en los proyectos de la Dirección General de Carreteras. Como consecuencia de esta notificación se transforma todo el proyecto a coordenadas ETRS-89.</li> <li>- Con los trabajos topográficos de detalle realizados se ha comprobado con precisión el cumplimiento de gálibo en las estructuras del tronco con motivo de los ajustes realizados en el trazado de la reposición de servidumbres del proyecto. Así, el ajuste de la reposición del Camino de Cuarte a Tabernas (EJE-77) (PI-4.25), motivo un ajuste en el alzado del tronco de la variante, debiendo elevarse 40 cm la rasante, en el tramo comprendido entre los PPKs 1+640 a 4+500 (rasante uniforme al 0,50%).</li> <li>- Geología y geotecnia. Una de las conclusiones del estudio geológico-geotécnico consiste en la definición de taludes 2H:1V en aquellos tramos con altura mayor de 10 m. Este cambio ha sido introducido en esta fase, ya que hasta fase 2 todos habían quedado definidos como 3H:2V.</li> <li>- Se ha realizado ajustes de detalle en los ramales y glorietas de todos los enlaces, definiéndose con exactitud los sobrecanchos, peraltes y transiciones necesarias en estos viales.</li> <li>- Se ha ajustado el trazado de varios caminos, incorporándose algunos nuevos, con objeto de asegurar la accesibilidad a todas las parcelas afectadas por el proyecto. En este sentido y dentro de término municipal de Monflorite, las reposiciones se han realizado en coordinación con el Proyecto de Concentración Parcelaria que afecta a parte de este término municipal.</li> </ul>
<p><b>TRAZADO PROYECTADO EN FASE 3:</b> Este último constituye un trazado definitivo, y que queda debidamente justificado atendiendo al cumplimiento de la Norma 3.1-IC, criterios de visibilidad de parada para la velocidad de proyecto adoptada, condicionantes medioambientales, geológicos y geotécnicos, etc.</p>	

## 2.- TRAZADO DEL ESTUDIO INFORMATIVO

### 2.1.- ALTERNATIVAS ESTUDIADAS

A partir de la descripción ambiental del Área de Estudio y su posterior caracterización se seleccionaron en primer lugar dos corredores ambientalmente compatibles. Al plantear las distintas soluciones de trazado de la variante Sur de Huesca, se tuvieron en cuenta los condicionantes generales siguientes:

- Punto de entronque con la Autovía Mudéjar A-23.
- Punto de entronque con la N-240 y la futura A-22.
- La existencia en la zona de estudio de infraestructuras consolidadas o futuras ("Plataforma Logística de Huesca. PLHUS; Aeropuerto de Huesca – Pirineos). Y su influencia en el trazado de la vía.

Los corredores inicialmente planteados fueron:

**CORREDOR NORTE:** Este corredor tiene su origen en el enlace de Cuarte de la autovía A-23 y continúa hacia el Este rodeando los suelos urbanizables contemplados en el Plan General de Huesca. Tras cruzar los cauces de los ríos Isuela y Flumen, se divide en tres posibilitando el estudio de diferentes alternativas para la finalización del trazado. La primera finalización del corredor (Norte-Oeste) es la más cercana al casco urbano de la capital y plantea la posibilidad de conexión a la altura del enlace existente de la Ronda Norte de Huesca con la N-240. Un segundo cierre del corredor (Norte-Centro) se dirige hacia el pie del Estrecho de Quinto a través del terreno existente entre el casco urbano de Tierz y la ladera Oeste de la altiplanicie de Quicena y Tierz. Por último, la tercera posibilidad (Norte-Este) para la finalización del Corredor Norte es el entronque con la futura autovía A-22 Lleida-Huesca a la altura del previsto enlace de Siétamo.

**CORREDOR SUR:** El Corredor Sur plantea una conexión con la autovía A-23 de nueva construcción, situando su entronque más al Suroeste que el otro corredor planteado, entre el límite de la zona de estudio y la futura Plataforma Logística de Huesca (PLHUS). A partir de ahí se dirige hacia el Sureste atravesando también los cauces de los ríos Isuela y Flumen hasta la localidad de Lascasas y continúa en dirección Noroeste bordeando por el Norte el Aeropuerto de Monflorite hasta coincidir con el ramal previsto hacia dicho Aeropuerto en el Estudio Informativo Huesca-Lleida, Tramo Segregado Huesca-Siétamo.

Se incluyeron también las posibles interconexiones entre corredores con objeto de posibilitar el cambio de corredor a la hora de encontrar la solución óptima. Se planteó una zona de conexión entre los mismos a la altura del arranque de la variante de FF.CC. en construcción y otra situada al Este de la localidad de Monflorite.

Una vez establecidos estos corredores y a partir de los condicionantes existentes que se resumen en la siguiente tabla se diseñaron nuevas soluciones concretas al trazado de la Variante Sur de Huesca. Resumidamente estas fueron las siguientes:

- Alternativa 1: Corredor Norte con finalización oeste.
- Alternativa 2: Corredor Norte con finalización Centro.
- Alternativa 3: Corredor Norte con finalización Este, por el norte de "Bellester de Flumen".
- Alternativa 4: Corredor Norte con finalización Este, por el sur.
- Alternativa 5: Arranca en el corredor Norte y termina en el Sur aprovechando la conexión entre corredores prevista al este de Monflorite.

- Alternativa 6: Corredor Sur por el norte del Castillo de Pompeín.
- Alternativa 7: Corredor Sur por el sur del Castillo de Pompeín.
- Alternativas 8.1 y 8.2: Arranca en el corredor Sur y termina y termina en el Norte aprovechando la conexión establecida entre corredores a la altura del cruce con el FF.CC.

CONDICIONANTES FÍSICOS	
OROGRAFÍA	Altiplanicie de Quicena y Tierz y concretamente su ladera oeste de gran desnivel y fuerte pendiente (entre el 25% y el 50%).
GEOLOGÍA Y GEOTECNIA	Área comprendida entre los cauces de los ríos donde existen limos en terreno de regadío
CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA	No establecen diferencias significativas entre corredores.
SITUACIÓN FÓNICA	Evitar las proximidades a los núcleos de población
CONDICIONANTES AMBIENTALES	
El territorio presenta una configuración de unidades orientadas en dirección Norte – Sur, con motivo de la presencia de los ríos Flumen e Isuela. Estas son en sentido oeste – este los siguientes: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Al oeste cultivos de secano con masas de carrascales y coscojares.</li> <li>- Continuando hacia el este, franja de regadíos atravesados por los cauces de los ríos Isuela y Flumen.</li> <li>- Cultivos de secano hasta la ladera oeste de la altiplanicie de Quicena y Tierz.</li> <li>- Matorral con zonas de carrascal en la ladera y sus estribaciones.</li> <li>- Secano interrumpido por la vegetación asociada al río Botella.</li> </ul>	
CONDICIONANTES TERRITORIALES	
DEMOGRAFÍA Y ACTIVIDAD ECONÓMICA	No establecen diferencias significativas entre corredores.
APROVECHAMIENTO DEL SUELO	Cultivos de regadío en la franja central del ámbito.
INFRAESTRUCTURAS	No establecen diferencias significativas entre corredores. Se tuvo en cuenta la ubicación de la "Plataforma logística de Huesca (PLHUS)" y el "Aeropuerto de Huesca – Pirineos" para evitar su afección.
CLASIFICACIÓN URBANÍSTICA DEL SUELO	Los corredores y alternativas planteadas se han trazado minimizando la afección a zonas de previsible desarrollo urbanístico.
CONDICIONANTES CULTURALES	
PATRIMONIO CULTURAL	No es una variable para analizar la preferencia de corredores dada su naturaleza puntual
TRÁFICO Y FUNCIONALIDAD	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejora de la comunicación con los polígonos industriales y de servicios existentes o previstos al suroeste del casco urbano de Huesca (PLHUS, Walqa).</li> <li>- Considerando la red viaria secundaria del ámbito (A-132, A-1213, A-1212, etc.) que se orienta en sentido Norte – sur, los corredores más alejados del núcleo urbano de Huesca presentan ventajas pues facilitan la comunicación de las poblaciones limítrofes hacia y desde Zaragoza, disminuyendo el volumen de tráfico alrededor de la capital.</li> <li>- Comunicación con el aeropuerto de "Huesca – Pirineos"</li> </ul>	

Estas alternativas fueron caracterizadas desde el punto de vista de cada uno de los condicionantes considerados: físicos, ambientales, territoriales, y por último, atendiendo al tráfico y la funcionalidad. Como resultado de este análisis se rechazaron varias de las alternativas:

- Alternativa 1: No se desarrolla en Fase B del Estudio Informativo por cruzar en dos ocasiones el río Flumen.
- Alternativas 3 y 4: El trazado de esta alternativa implica la ejecución de grandes desmontes (de hasta 50 m) en el entorno de la altiplanicie de Quicena y Tierz.

- Alternativa 7: Su trazado es similar al de la Alternativa 6 que además presenta ventajas respecto a esta Alternativa 7: Menor afección a las infraestructuras de riego y paso sobre el río Flumen en un punto más favorable.
- Alternativa 8.2: Se desestima por las mismas razones que la alternativa 4.

Como consecuencia de lo anterior finalmente se desarrollan en fase B las siguientes alternativas:

- Alternativa Norte (Alternativa 2).
- Alternativa Centro (Alternativa 5).
- Alternativa Centro – Sur (Alternativa 8.1).
- Alternativa Sur (Alternativa 6).

El trazado se ha diseñado con características de autovía, con velocidad de 120 km/h y sección tipo de calzadas con dos carriles por sentido de 3,50 m, arcén exterior de 2,50m, arcén interior de 1,00 m y mediana de 5,00 m.

A continuación se recoge la descripción de la alternativa sur especificada en el Estudio Informativo.

#### Alternativa Sur

Arranca de la A-23 en Valdabra y termina en la A-22 en Siétamo, situándose a una distancia mínima de Huesca capital de 4,5 km. La longitud total es de 18.726 m.

Atraviesa los mismos TT.MM. que la anterior; estos es: Huesca (inicio a 5,4), Monflorite-Lascasas (5,4 a 13,2), Alcalá del Obispo (13,2 a 16,5) y Siétamo (16,5 al final). Pasa entre los núcleos de Monflorite (800 m al Sur) y de Lascasas (1 km al Norte).

En el inicio sortea las masas de carrascales existentes pero afecta a una granja, pasando en trinchera de 19 m de altura máxima junto a otras dos a 300 y 200 m a Norte y Sur respectivamente.

En los PP.KK. 4,6 y 4,8 cruza el inicio de la variante ferroviaria de Huesca y la vía principal. Los ríos Isuela, Flumen y Botella se cruzan en 6,3; 8,4 y 16,6 con estructuras de 33, 80 y 51 m.

Las carreteras autonómicas de la zona son atravesadas en los PP.KK. 6,1 (A-1212); 8,1 (A-1213 con enlace completo); 10,6 (A-131) y 13,1 (A-1217 con enlace en el acceso al aeropuerto).

Cabe destacar que atraviesa la meseta del Aeropuerto de Huesca aprovechando el collado por el que lo hace la carretera A-1217, a escasos metros del propio aeropuerto. Se reduce algo la altura máxima respecto a las otras alternativas (H<sub>máx</sub> = 27) y especialmente su longitud que baja a la mitad (500 m). Se mantiene el 4% de la pendiente pero mejora algo el radio que sube hasta 1.300 m.

Los parámetros mínimos son:

- R<sub>min</sub> = 1.300 m
- i<sub>máx</sub> = 4,00%
- KVCV = 10.000
- KVCV = 25.000

Es la alternativa que más se ajusta al trazado aprobado para la conexión del Aeropuerto de Huesca.

Como resumen y habida cuenta que las distintas alternativas no tienen orígenes y finales comunes, se presenta la siguiente tabla donde se homogeneizan las longitudes con origen el Valdabra y final en Siétamo.

Alternativa	A-23	Variante	A-22	Total	Diferencia s/actual	
					m	%
Norte	3.236	10.833	6.614	20.683	2.843	12,1
Centro	3.236	14.593	0	17.829	5.697	24,2
Sur - Centro	0	18.523	0	18.523	5.003	21,3
Sur	0	18.726	0	18.726	4.800	20,4

### Conexiones de origen y final

Las cuatro alternativas estudiadas conectan en las autovías A-23 y A-22 (futuro tramo Huesca-Siétamo) en dos puntos de la primera: Cuarte (alt. Norte y Centro) y Valdabra (Sur-Centro y Sur); y otros dos puntos en la segunda: Quinto (alt. Norte) y Siétamo (alt. Centro, Sur-Centro y Sur). Estos puntos han venido determinados del estudio de corredores de la Fase A, estudiando aquí la solución completa de trazado.

Como criterio general, habida cuenta que los tráficos previstos tienen una clara direccionalidad se ha considerado mantener dos carriles por sentido en los movimientos Zaragoza-Lérida y viceversa, planteando esta conexión como confluencia y bifurcación de autovías.

### Conexión de Cuarte

Atendiendo al criterio básico los movimientos desde el lado Zaragoza se resuelven con ramal directo y semidirecto de radios 2.000 y 700 m. El ramal directo atraviesa dos accesos de PLHUS y la variante del ferrocarril con una estructura para cada paso. En el ramal semidirecto se plantea un viaducto de 280 m para salvar con notable esviaje el ferrocarril, el acceso Norte a PLHUS y la propia autovía A-23.

Los movimientos hacia Huesca, sensiblemente menores, se conectan con ramal monocarril a una glorieta que a su vez está conectada al actual enlace de Cuarte. La amplitud de los ramales principales hace que se cumplan las distancias mínimas entre secciones características que establece la 3.1.-IC por lo que el actual enlace de Cuarte no precisará remodelación.

### Conexión de Valdabra

La consolidación actual y futuros desarrollos previstos junto al enlace de Cuarte han llevado a considerar un segundo punto de conexión más al Sur, a una distancia intermedia entre este enlace y el siguiente en dirección Zaragoza, en una zona llana por donde discurre el barranco de Valdabra y donde actualmente existente sendas gasolineras en situación de abandono a los lados de la autovía.

La solución que se ha diseñado consiste en prever un nuevo enlace completo en la A-23, tipo diamante con pesas, desde donde puede servirse a la antigua N-330 que actuaría de vía de servicio para los accesos a las gasolineras, cumpliendo la normativa sin excepciones; así como a los movimientos del lado Huesca.

Los movimientos del lado Zaragoza se plantean como directo y semidirecto de dos carriles y confluencia y bifurcación a la A-23, siguiendo el criterio general. Los radios de estos ramales son 1.000 m en el directo y 750 m en el semidirecto.

### Conexión de Quinto

Se aprovecha aquí el espacio disponible entre la actual N-240 y la futura autovía A-22 para encajar una trompeta con  $R_{mín} = 400$  m en los ramales principales. El cruce se efectúa mediante paso de la variante sobre el tronco de la A-22, con 60 m de longitud.

### Conexión de Siétamo

Se ha tomado como base de partida el enlace previsto en el proyecto del tramo Siétamo-Velillas de la A-22, donde se prevé una glorieta ovalada y ramales directos al tronco.

Se aprovecha el considerable terraplén del tronco de la A-22 para paso bajo del ramal semidirecto, obligando no obstante a anular el ramal Siétamo-Lérida. Los radios de los ramales principales son 700 y 600 m. Los movimientos hacia Huesca y el correspondiente al ramal anulado se resuelven mediante una trompeta con paso sobre el tronco de la variante.

A continuación se adjunta una tabla resumen del análisis multicriterio realizado para la elección de una de las cuatro alternativas. Como métodos comparativos entre alternativas se seleccionaron los Métodos Pattern y Electre. En ambos casos se pudo concluir la superioridad de la Alternativas Sur.

Método Pattern - Estudio Alternativas					
Criterios	Pesos	Alternativa Norte	Alternativa Centro	Alternativa Sur-Centro	Alternativa Sur
		Valor	Valor	Valor	Valor
Ambiental	0.3	6.79	7.21	7.25	7.57
Económico	0.3	6.14	8.41	7.61	7.92
Funcional	0.2	8.07	7.49	7.52	7.90
Territorial	0.2	5.65	7.65	8.06	8.04
<b>Total Pattern</b>		<b>6.62</b>	<b>7.71</b>	<b>7.57</b>	<b>7.84</b>

Método Electre I - Estudio Alternativas					
Criterios	Pesos	Alternativa Norte	Alternativa Centro	Alternativa Sur-Centro	Alternativa Sur
		Valor	Valor	Valor	Valor
Medioambiental	0.3	6.79	7.21	7.25	7.57
Económico	0.3	6.14	8.41	7.61	7.92
Funcional	0.2	8.07	7.49	7.52	7.90
Territorial	0.2	5.65	7.65	8.06	8.04

Una vez concluida la fase B del Estudio Informativo el proceso continua como se resume a continuación:

La tramitación del expediente correspondiente al Estudio Informativo de la Variante Sur de Huesca EI-4-HU-17 comienza el 19 de junio de 2007 con la resolución de la Dirección General de Carreteras por la que se aprueba provisionalmente y se somete a información pública el estudio informativo (Fase B) y el estudio de impacto ambiental correspondiente.

Una vez realizada la aprobación provisional del Estudio, comienza el trámite de Información Pública con la publicación de la correspondiente nota-anuncio en el Boletín Oficial del Estado de fecha 3 de julio de 2007. A partir de entonces se inicia la exposición al público del Estudio por un periodo de treinta días hábiles. El resultado de las consultas realizadas, así como el trámite seguido, se recoge en el correspondiente Expediente de Información Pública.

En el correspondiente Informe de Alegaciones se aceptan dos modificaciones sobre la alternativa sur seleccionada en Fase B:

- Modificación del enlace de Valdabra e incluir una vía de servicio para dar acceso a la plataforma logística PLHUS.
- Modificación del trazado para evitar la afección a una granja porcina en el entorno del PK 11+000.

Previamente a la Declaración de Impacto Ambiental, la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental solicitó en febrero de 2008 a la Dirección General de Carreteras, documentación complementaria para completar el estudio de impacto ambiental. Esta documentación se refería a los siguientes aspectos: análisis y evaluación de zonas de préstamos y vertederos; resolución de este estudio informativo con otro anterior en el que también se contemplaba un acceso similar al aeropuerto de Monflorite; caracterización de los hábitats naturales afectados y completar la información cartográfica.

A raíz de dicha solicitud se realizó un documento en el que además de los puntos indicados, se incluyó la propuesta de trazado para evitar la afección a la granja que había sido objeto de alegación en el proceso de Información Pública, antes mencionado.

Una vez estudiada la Información Complementaria solicitada que se detalla en el punto anterior, se publica en el BOE con fecha 30 de mayo de 2008 la declaración de impacto ambiental sobre el Estudio Informativo de la Variante Sur de Huesca.

La Declaración de Impacto Ambiental impone las siguientes condiciones a tener en cuenta en el proyecto de construcción:

- El trazado del proyecto de construcción se ajustará de forma que se evite en lo posible la afección a las masas de carrascal existentes. De acuerdo con esto, para disminuir la afección al carrascal en los PPKK 3+500 – 3+800 se desplazará el trazado ligeramente al sur, sin que ello implique acercarse de forma significativa a las naves de la granja situada al sur del mismo y que no se ve afectada. Con el mismo objeto de no afectar al bosque situado en las proximidades del PK 8+300, se desplazará el trazado ligeramente hacia el norte.
- Con objeto de proteger y conservar los hábitats naturales de interés comunitario presentes en el ámbito, además de jalonar las zonas donde el trazado pueda afectar a estos enclaves, se restituirán las comunidades vegetales afectadas en zonas próximas al trazado en que como consecuencia de las obras el terreno hubiese quedado sin cobertura vegetal.
- En el caso de la vegetación de ribera (92A0 "Bosques galería de *Salix alba* y *Populus alba*) se restituirá en zonas de cauce próximas al cruce de la carretera donde la vegetación se encuentre más degradada, en una superficie al menos el doble de la afectada por las obras.
- En las proximidades del aeropuerto "Huesca – Pirineos", en el escarpe de subida a la altiplanicie de Quicena y Tierz y con objeto de disminuir la afección a la geomorfología, al paisaje, y también a la

vegetación arbórea, el trazado del proyecto de construcción se diseñará de forma que se disminuyan sustancialmente la altura de estos desmontes (al menos en unos 10 m) elevando la rasante en esta zona. Para evitar los terraplenes que ello conllevaría en la subida al escarpe (pp.kk. 11+500 AL 13+000) se aumentará la pendiente máxima del 4% al 5% previsto en el Norma 3.1-IC. Trazado, de la Instrucción de carreteras.

- En la elección de zonas de préstamo y vertedero se tendrá en cuenta lo siguiente:
  - o Préstamos: Se utilizarán preferentemente canteras legalizadas con planes de restauración aprobados o alguna de las zonas propuestas en el Documento de Información Complementaria al EIA, en cuyo caso, la profundidad de excavación no será superior a 2 m con relación a la cota actual del terreno.
  - o Vertederos: Se utilizarán como vertederos únicamente zonas degradadas y canteras abandonadas o las zonas propuestas en el Documento de Información Complementaria al EIA.
- El proyecto incluirá una cartografía de las zonas de exclusión para la ubicación de préstamos, caminos de obra e instalaciones auxiliares a escala no inferior a 1:5.000, considerando como criterios prioritarios de exclusión la presencia de suelos de elevada capacidad agrológica, acuíferos vulnerables a la contaminación, áreas de recarga, márgenes de ríos y arroyos, espacios de la Red Natura 2000 y hábitats naturales de interés comunitario, proximidad a núcleos urbanos (300 m), zonas de interés arqueológico, zonas de vegetación arbórea y zonas de elevado valor ecológico y paisajístico. El proyecto incluirá en su documento de planos, y por tanto con carácter contractual, la localización de préstamos, vertederos e instalaciones auxiliares.
- En el diseño de las medidas destinadas a la fauna: pasos, vallados, dispositivos de escape, adaptación de obras de drenaje, etc., se seguirán los criterios de la publicación del Ministerio de Medio Ambiente: "Prescripciones Técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales. Documentos para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transporte nº 1".
- Se adoptarán medidas para que el encauzamiento del barranco de Valdabra tenga un aspecto lo más natural posible.
- Se evitará la afección a la explotación porcina del entorno del PK 11+000. Para ello se modificará el trazado de acuerdo con la propuesta que figura en el Documento de Información Complementaria al EIA. En todo caso, en el trazado definitivo del proyecto de construcción, además de no afectar a la citada explotación se minimizará la afección a las masas de carrascal y a los afloramientos rocosos (los de las proximidades del PK 10+750 y 10+300, entre otros).
- En la ejecución del proyecto se deberá fomentar el uso de betunes modificados o mejorados con caucho procedentes de neumáticos fuera de uso.
- El proyecto de construcción incorporará un programa de Vigilancia Ambiental.

La aprobación definitiva al expediente de Información Pública y al Estudio Informativo se produce con fecha de 30 de junio de 2008 y en ella se incorporan las siguientes prescripciones a cumplir en los proyectos de construcción que desarrollen la alternativa seleccionada:

- Las establecidas en el apartado 5 de la D.I.A.
- Incluir una nueva vía de servicio en la margen derecha de la Autovía A-23 que conecte la antigua carretera N-330, antes del paso inferior bajo la autovía, con la glorieta existente al norte del PLHUS y ampliar el ramal de conexión de la Glorieta Este con la carretera N-330 para albergar cuatro carriles, dos por cada sentido de circulación. Además se modificará el diseño de la glorieta Oeste del citado enlace para dar cabida en la misma a dos carriles.
- Estudiar la modificación del trazado para evitar la afección a la explotación ganadera expuesta por D. Jose Manuel López Alenza o en su defecto articular las medidas compensatorias correspondientes.
- Coordinar con los ayuntamientos afectados la reposición de caminos y demás infraestructuras de titularidad municipal.
- Coordinar con la Confederación Hidrográfica del Ebro las actuaciones a llevar a cabo en los cauces afectados por el trazado.
- Coordinar con la Dirección General de Carreteras del Gobierno de Aragón las actuaciones donde intervengan carreteras de su competencia particularmente en lo relativo al diseño de los enlaces de los mismos.
- Coordinar con la Dirección General de Ferrocarriles y con el Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF) las actuaciones a realizar sobre la línea Zaragoza – Huesca y la Variante Ferroviaria de Huesca actualmente en construcción.
- Observar las medidas correctoras planteadas por el Instituto Aragonés del Agua.

**2.2.- ANÁLISIS DEL TRAZADO DESARROLLADO EN DETALLE (FASE C)**

De acuerdo con el resultado del trámite anterior se modificó el trazado seleccionado inicialmente en la Fase B del Estudio Informativo incorporándose fundamentalmente los siguientes cambios:

- Modificación del enlace de Valdabra e incluir una vía de servicio para dar acceso a la plataforma logística PLHUS.
- Modificación del trazado para evitar la afección a una granja porcina en el entorno del PK 11+000.

Se obtiene así la alternativa Sur modificada que se desarrolla en la Fase C del Estudio Informativo. Las características del trazado finalmente desarrollado fueron las siguientes:

	ALTERNATIVA SUR FASE C
Longitud (m)	18.726
Radio mínimo (m)	1.300
Inclinación máxima (%)	4%
Inclinación mínima (%)	0,50%

	ALTERNATIVA SUR FASE C
Kv cóncavo mínimo (m)	10.000
Kv convexo mínimo (m)	25.000
Longitud mínima acuerdo cóncavo	289
Longitud mínima acuerdo convexo	999
Velocidad de proyecto (Km/h)	120

**Descripción general del tramo**

El trazado arranca de la A-23 en Valdabrá y termina en la A-22 en Siétamo, situándose a una distancia mínima de Huesca capital de 4,5 km. La longitud total es de 18.726 m, medidos por los carriles directos desde el despegue del tronco.

Atraviesa los TT.MM. de Huesca (inicio a P.K. 5,4), Monflorite-Lascasas (5,4 a 13,2), Alcalá del Obispo (13,2 a 16,5) y Siétamo (16,5 al final). Pasa entre los núcleos de Monflorite (800 m al Sur) y de Lascasas (1 km al Norte).

El enlace con la A-23 se desarrolla entre los puntos kilométricos 560 y 564. Los movimientos principales Zaragoza-Variante y Variante-Zaragoza se resuelven mediante sendos ramales directo y semidirecto manteniendo dos carriles y conectando con la A-23 como confluencia y bifurcación; de ahí las distancias resultantes.

En el lado Huesca, la presencia de un acceso a una estación de servicio, así como las previsiones de desarrollo urbanístico (ampliación de WALQA, PLHUS, Universidad, etc.), aconsejan dotar de accesibilidad complementaria al actual enlace de Cuarte. Por ello se plantea un diamante con pesas completo y se reestructura la continuidad de la N-330 actual, que servirá como vía de servicio para los accesos a las gasolineras y al territorio en general.

Desde el citado enlace se resuelven las conexiones Huesca-Variante y Variante-Huesca.

En la definición de este enlace se atiende además la solicitud de la Empresa Pública PLHUS-Plataforma Logística, S.L. a propósito de la conveniencia de dotar de dos carriles por sentido de circulación a la Glorieta Oeste del enlace. También se plantea en el escrito remitido durante el periodo de Información Pública la posibilidad de crear una vía de servicio paralela a la autovía A-23, en su margen derecha, desde el nuevo enlace de Valdabrá hasta el enlace existente de Cuarte. Atendiendo a dicha solicitud se recoge en el trazado de la alternativa a desarrollar una nueva vía de servicio que conecta la antigua carretera N-330 antes del paso inferior bajo la autovía A-23 mediante una glorieta, con la glorieta existente al norte de PLHUS dando así continuidad a la vía de servicio que parte de ésta última y conecta con Huesca. El trazado sigue el del camino existente en la actualidad evitando así las masas de carrascales presentes. Además se modifica el ramal que conecta la glorieta Este con la N-330 para dotarlo de dos carriles por sentido de circulación.

Siguiendo el enlace y continuando hacia el este se sortean las masas de carrascales existentes afectando una granja (P.K. 3+300) y pasando en trinchera de 20 m de altura máxima junto a otras dos a 300 y 200 m a Norte y Sur respectivamente. En esta posición se minimiza la afección que pudiera producirse a estas otras dos instalaciones. Esta zona se caracteriza por esta formada por una serie de vales subsidiarios del Barranco de Valdabrá. Son terrenos con suaves bajadas en dirección Sureste, formados por bosques de carrascales y campos de cereales con afloramientos rocosos dispersos. Hasta el PK 3+000 el trazado discurre en terraplén

con alturas en torno a los 3-4 m, llegando ocasionalmente a los 7,00 m. Entre las D.O. 3+000 y 4+000 aparece un desmonte importante con alturas máximas en torno a los 20 metros.

Es en este primer tramo y en concreto a la altura del PK 1+230 donde se produce el cruce con el barranco de Valdabra. Este cruce se caracteriza por su esviaje habiéndose resuelto en el Estudio Informativo mediante un encauzamiento orientado a conseguir que el cruce con la variante se resuelva lo más ortogonalmente posible. En el apartado 5.6 de la D.I.A se indica que han de adoptarse las medidas necesarias para que este encauzamiento tenga un aspecto lo más natural posible (trazado del cauce esviado, plantaciones de vegetación en las riberas, diseño de la sección y taludes, etc.).

En los PP.KK. 4,6 y 4,8 cruza el inicio de la variante ferroviaria de Huesca y la vía principal. Los ríos Isuela, Flúmen y Botella se cruzan en los PP.KK. 6,3; 8,4 y 16,6 con estructuras de 33, 80 y 51 m.

La llegada al cruce con el ferrocarril se produce poco después de atravesar en trinchera la pequeña altiplanicie existente entre los PPKK 3+000 y 4+000 en la que se localiza la granja afectada por el trazado de la variante. Desde este punto, la alternativa afronta el paso sobre el ferrocarril en terraplén y comienza una pendiente descendente que se mantiene hasta la D.O. 7+600 atravesando en este tramo la carretera A-1212 y el río Isuela, este último mediante un puente de 33 metros de longitud. La altura de los terraplenes en este tramo no supera en ningún caso los 15 m, presentando una media en torno a los 9-10 m. La alternativa finalmente seleccionada es deficitaria en tierras. Por este motivo es necesario analizar en fase de proyecto los ajustes necesarios con objeto de conseguir que la compensación de tierras alcanzada sea mayor. En este sentido, y como ya se comentará con detalle más adelante, se ha estudiado la posibilidad de rebajar la rasante en el entorno de los PPKK 5+000 y 6+500, todo lo que los cruces con el ferrocarril y el río Isuela lo permitan y desplazar ligeramente la traza de la variante hacia el sur a la altura del cruce con el FF.CC. existente y la variante en construcción. Con ello se reduciría el volumen de tierras necesario en este tramo y se podría pensar en salvar ambas infraestructuras ferroviarias con un solo viaducto cuya longitud lo hiciera más competitivo, desde el punto de vista económico, que la solución hasta ahora planteada de dos estructuras.

Las carreteras autonómicas de la zona son atravesadas en los PP.KK. 6+100 (A-1212); 8+100 (A-1213); 10+600 (A-131) y 13,1 (A-1217).

Los enlaces con esta red se prevén en las carreteras A-1213 de Huesca a Grañén, P.K. 8+100 y en la A-1217 (P.K. 13+100), ambos completos. Estas conexiones coinciden con las solicitadas por el Gobierno de Aragón en las repuestas a las consultas previas.

En el enlace de la A-1217 coincide también el acceso al Aeropuerto de Huesca, haciendo por tanto innecesaria la vía de conexión con el enlace de Siétamo, cuyo trazado sensiblemente se sigue.

El trazado discurre por terrenos llanos manteniendo radios amplios en planta y rasantes suaves hasta el P.K. 12+000, donde se inicia la subida a la meseta donde se ubica el aeropuerto.

Desde la D.O. 7+600, la pendiente se vuelve ascendente con un valor del 1,21%, salvando el cruce con la carretera A-1213 y el paso sobre el río Flumen con un puente de 65 m de longitud, y presentando una altura de terraplenes que oscila entre los 5 y 14 m como máximo junto al cauce del río. Buscando de nuevo una mayor compensación de tierras se ha analizado la posibilidad de rebajar la rasante en este tramo, tanto como el cruce del río Flumen lo permita. Siendo esto posible la reposición de la carretera A-1213 en el correspondiente enlace se llevaría a cabo mediante un paso superior en vez de uno inferior como quedaba definido hasta ahora. Este ajuste se analiza con mayor detalle más adelante.

Una vez superados el río Flumen y la carretera A-131 se inicia a la altura del PK 12+000 la subida a la altiplanicie de Quicena y Tierz. En planta se traza un radio 1.300 y en alzado se asciende con el 4%,

entrando en una trinchera de 29 m de altura máxima y 500 m de longitud. En el extremo Oeste de esta trinchera, donde se alcanzan cotas rojas sobre los 7 m, se proporciona el mencionado enlace del aeropuerto y la A-1217. Poco después de este enlace se cruza la "Cabañera Real" que se repone mediante un paso inferior.

A partir de la trinchera se entra en la cuenca del río Botella descendiendo hasta alcanzar la autovía A-22 en el enlace de Siétamo con una pendiente del -0,84%.

La conexión se resuelve mediante ramales de dos carriles, directo y semidirecto para los movimientos Variante-Lérida y viceversa, llevando los movimientos hacia y desde Huesca a la glorieta prevista en el proyecto del tramo Siétamo-Velillas de la A-22.

La solución planteada para este enlace en el Estudio Informativo resolvía la conexión entre la variante y las calzadas de la A-22 (actualmente en ejecución) mediante una convergencia y una bifurcación para el ramal directo y el semidirecto, respectivamente. Con esta solución las longitudes de transición que determina la normativa implican la afección a dos estructuras recientemente ejecutadas en este tramo, se trata del paso superior que repone un camino rural que une dos pequeños núcleos rurales, Granjas de Almudévar y Abrisen, y el viaducto con el que la nueva autovía cruza el río Guatizalema. Con objeto de que ambas estructuras no se vean afectadas por este enlace, en el proyecto de construcción se analizarán varias alternativas, desde efectuar la conexión de los ramales directo y semidirecto con un sólo carril, hasta desplazar hacia el norte la situación de este enlace con objeto de que las transiciones necesarias no lleguen a afectar a las citadas estructuras.

#### Definición geométrica

Fuera de los enlaces descritos, la secuencia de curvas derecha-izquierda en planta es la siguiente: 5000, 1800, 3250, 3500, 2800, 1300 y 3000. En los enlaces, los ramales directos y semidirectos tienen radio mínimo 700 m. Por tanto la velocidad de proyecto es  $V_p = 120$  km/h en todo el tramo.

En alzado, las pendientes son: -1%, +0,5%, -0,5%, +1,21%, +4%, -0,84%.

Se producen desmontes de 20 m en el inicio y de 29 m en la zona del aeropuerto (subida a la altiplanicie de Quicena y Tierz), con otros de hasta 14 m en el descenso hacia el Botella.

En el tramo intermedio se discurre siempre en terraplén con alturas moderadas y un valor máximo de 15 m.

#### Sección transversal

Funcionalmente la sección prevista es de calzadas separadas de dos carriles de 3,50 m; arcén exterior de 2,50 m e interior de 1,00 m. Se han previsto bermas de 1,00 m.

La mediana, tras el oportuno estudio técnico económico se ha previsto constante de 5 m de ancho, dado que no se prevé la ampliación y el máximo despeje necesario por cuestión de visibilidad se ajusta a este ancho, contando con barrera y seto antideslumbramiento.

Las cunetas son de seguridad con talud 6H/1V en mediana a ambos lados y 6H/1V en el lado interior y 4H/1V exterior en las cunetas de margen.

Los taludes según el estudio geotécnico realizado son los siguientes:

Desmonte:	1H/1V 3H/2V
Terraplén:	3H/2V 2H/1V

En cuanto a las características estructurales, a partir de una categoría de tráfico T1, se ha seleccionado la sección 132 de la vigente Instrucción 6.1. IC (BOE 12 diciembre de 2003), formada por 20 cm de mezclas bituminosas y 20 cm de suelo cemento sobre explanada E-3. Para formar esta explanada tanto en terraplén como en desmonte, dado que salvo cortas excepciones se atraviesan suelos tolerables, se ha previsto disponer 30 cm de suelo seleccionado y 30 cm de suelo estabilizado 3.

**Estructuras**

Se incluyen a continuación las estructuras previstas en el Estudio Informativo para el tronco y para las dos conexiones extremas con las autovías A-23 y A-22. Como resumen final se prevén en total 36 estructuras, con 18 pasos superiores tipificados, 10 pasos inferiores y 8 estructuras singulares (A-23, Bco. de Valdabra, 2 FF.CC. y ríos Isuela, Flumen, Botella y Guatizalema).

ESTRUCTURAS TRONCO (sin incluir conexiones origen y final)

P.K.	ESTRUCTURA	DIMENSIONES	OBSERVACIONES
1+210	Puente s/Barranco de Valdabra	L = 60 m (3 v de 20 m) Ancho 2 x 15 m	Barranco de Valdabra
1+350	P.S. Tipo 3	L = 50 m; b= 8,80 m	Camino de Valdabra
2+951	P.S. Tipo 3	L = 50 m ; b = 8,80 m	Camino
3+540	P.S. Tipo 3	L = 75 m; b= 8,80 m	Camino
4+265	P.S. Tipo 3	L = 50 m; b= 8,80 m	Camino
4+633 y 4+750	Pasos FF.CC.	L = 25 m; b= 2x11,50 m. Vigas doble T; c= 1,50	FC Huesca y Variante
6+073	P.I. Tipo 2	L = 36 m Marco= 10 x 5,30 m	Ctra. A-1212
6+315	Puente s/Río Isuela	L = 33 m; b= 2 x 11,50 m Vigas doble T; c = 1,75	Río Isuela
6+932	P.I. Tipo 3	L = 40 m; Marco 7 x 5 m	Cabañera de Grañén a Huesca
8+169	P.I. Tipo 1	L = 36 m; Marco 13 x 5,30 m	Ctra. A-1213. Enlace
8+381	Puente s/ Río Flumen	L = 80 m; b= 2 x 11,50 m 25 – 30 – 25 Vigas artesa c = 1,50	Río Flumen
8+696	P.I. Tipo 3	L = 40 m; Marco 7 x 5 m	Camino de Lascasas
10+275	P.I. Tipo 3	L = 36 m; Marco 7 x 5 m	Camino de Sariñena
10+600	P.I Tipo 1	L = 40 m; Marco 13 x 5,30 m	Ctra. A-131
10+900	P.S. Tipo 3	L = 50 m; b= 8,80 m	Camino
13+092 y 13+209	P.S. Tipo 2	L = 60 m; b= 8,50 m	Enlace aeropuerto
13+654	P.S. Tipo 3	L = 75 m; b= 8,80 m	Cabañera
14+582	P.S. Tipo 3	L = 50 m; b= 8,80 m	Cabañera Real
15+426	P.S. Tipo 3	L = 50 m; b= 8,80 m	Camino
16+028	P.S. Tipo 3	L = 50 m; b= 8,80 m	Camino de Ola
16+352	P.S. Tipo 3	L = 50 m; b= 8,80 m	Camino Rambla

RESUMEN (23 estructuras)

- P.S. tipificadas: 12 (2 tipo 2 y 10 tipo 3).
- P.I. tipificadas: 6 (2 tipo 1, 1 tipo 2 y 3 tipo 3).
- Estructuras singulares: 5 (Barranco Valdabra, 2 FF.CC., Isuela y Flumen).

CONEXIÓN A-23. VALDABRA

EJE / P.K.	ESTRUCTURA	DIMENSIONES	OBSERVACIONES
Eje 2. PK 1+220	P.S. Tipo 2	L = 35 m; b = 10,80 m	Vía de servicio
Eje 2. PK 1+585	P.I. Tipo 2	Marco 10 x 5,30 m; L = 18 m	Vía de servicio
Eje 2. PK 2+100	P.I. Tipo 2	Marco 10 x 5,30 m; L = 42 m	Ramal 5
Eje 3. PK 1+290	P.I. Tipo 2	Marco 10 x 5,30 m; L = 15 m	Vía de servicio
Eje 3. PK 1+550	Paso s/ A-23	L = 140 m; b = 11,50 m	A-23
Eje 3. PK 1+800	P.S. Tipo 2	L = 38 m; b = 10,80 m	Vía de servicio
Eje 20. PK 1+540	P.S. Tipo 1	L = 60 m; b = 12,80 m	Paso de ramal s/ A-23

RESUMEN (7 estructuras)

- P.S. tipificadas: 3 (1 tipo 1 y 2 tipo 2).
- P.I. tipificadas: 3 (3 tipo 2).
- Estructuras singulares: 1 (Pasos / A-23).

CONEXIÓN A-22. SIÉTAMO

EJE / P.K.	ESTRUCTURA	DIMENSIONES	OBSERVACIONES
Confluencia ramales	Puente s/Río Botella	L = 51,0 m b = 2 x 15,00 m	Río Botella
Eje 8. PK 0+801,3	P.I. Tipo 1	L = 70 m Marco 10 x 5,30	Paso de ramal 8 bajo A-22
Eje 8. PK 1+028,6	P.S. Tipo 2	L = 90 m b = 10,80 m	Ctra. A-129
Eje 8. PK 1+116,1	P.S. Tipo 1	L = 75 m b = 12,80 m	Ramal 9
A-22	Ampliación P.S. Tipo 3	Lamp. = 10,50 m b = 8,80 m	P.S. –sin construir- de Siétamo - Velillas
A-22	Ampliación puente s/río Guatizalema	L = 140 m b = 2 x 3,50 m	Puente –sin construir- del tramo Siétamo - Velillas

RESUMEN (6 estructuras)

- P.S. tipificadas: 2+1 amp. (1 tipo 1, 1 tipo 2 y tipo 3).
- P.I. tipificadas: 1 (tipo 1).
- Estructuras singulares: 2 (río Botella y amp. Puente s/río Guatizalema).

### 3.- ESTUDIO INICIAL DE ALTERNATIVAS

#### 3.1.- CONDICIONANTES

En esta Fase se diseñaron dos alternativas diferentes atendiendo a los condicionantes existentes impuestos en la Orden de Estudio y la Declaración de Impacto Ambiental., entre otros Estos condicionantes fueron los que se relacionan a continuación:

CONDICIONADO DE LA DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	
5.1	<p>El trazado del proyecto de construcción se ajustará de forma que se evite en lo posible la afección a las masas de carrascal existentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Disminución de la afección al carrascal en los PP.KK. 3+500 – 3+800, desplazando el trazado ligeramente al sur, sin que ello implique acercarse de forma significativa a las naves de la granja situada al sur.</li> <li>No afectar al bosque situado en las proximidades del P.K. 8+300 desplazando el trazado ligeramente hacia el Norte.</li> </ul>
5.3	<p>En las proximidades del aeropuerto "Huesca – Pirineos", en el escarpe de subida a la altiplanicie de Quicena y Tierz y con objeto de disminuir la afección a la geomorfología, al paisaje, y también a la vegetación arbórea, el trazado del proyecto de construcción se diseñará de forma que se disminuyan sustancialmente la altura de estos desmontes (al menos en unos 10 m) elevando la rasante en esta zona. Para evitar los terraplenes que ello conllevaría en la subida al escarpe (PP.KK. 11+500 al 13+000) se aumentará la pendiente máxima del 4% al 5% previsto en el Norma 3.1-IC. Trazado, de la Instrucción de carreteras.</p>
5.7	<p>El trazado definitivo del proyecto de construcción, además de no afectar a la explotación porcina del entorno del P.K. 11+000, minimizará la afección a las masas de carrascal y a los afloramientos rocosos, los de las proximidades del P.K. 10+750 y 10+300, entre otros.</p>

PRESCRIPCIONES DE LA APROBACIÓN DEFINITIVA DEL EXTE. DE INFORMACIÓN PÚBLICA Y DEL EI	
3.4	Coordinación con los Ayuntamientos afectados, de la reposición de los caminos y demás infraestructuras de titularidad municipal.
3.5	Coordinación con la Confederación Hidrográfica del Ebro de las actuaciones a llevar a cabo en los cauces afectados por el proyecto.
3.6	Coordinación con la Dirección General de Carreteras del Gobierno de Aragón de las actuaciones donde intervengan carreteras de su competencia, particularmente en lo relativo al diseño de enlaces.
3.7	Coordinación con la Dirección General de Ferrocarriles y con el Administrador de Infraestructuras (ADIF) de las actuaciones a realizar sobre la línea Zaragoza – Huesca y la variante ferroviaria de Huesca, actualmente en construcción.

ORDEN DE ESTUDIO	
CONDICIONANTES BÁSICOS	<p>ENLACES:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Conexión con la A-22 y remodelación del enlace de Siétamo.</li> <li>Conexión con la A-23, denominada de Valdabrá.</li> <li>Enlace del aeropuerto de Huesca – Pirineos.</li> <li>Enlace con la carretera A-1213.</li> </ul>
	<p>VELOCIDAD DE PROYECTO: 120 km/h</p> <p>CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Calzada: 7,00 m.</li> <li>Arcenes exteriores: 2,50 m.</li> <li>Arcenes interiores: 1,00 m.</li> <li>Mediana: 5,00 m.</li> <li>Otras: Las contenidas en la Norma 3.1-IC para una autovía de <math>V_p=120</math> Km/h.</li> </ul>
INSTRUCCIONES PARTICULARES	<p>Se estudiará con detalle la reposición de caminos, vías pecuarias, accesos, servidumbres y servicios que resulten afectados.</p>
	<p>El proyecto se coordinará con el proyecto del tramo Siétamo – Huesca de la autovía A-22.</p>
	<p>Al objeto de contribuir a la mejora de la seguridad vial de los ciclistas y de acuerdo con los objetivos y directrices del PEIT, se analizará la compatibilidad de las actuaciones a proyectar con los usos ciclistas que puedan entrar en conflicto con ellas.</p>

OTROS CONDICIONANTES	
<p>El carácter deficitario en tierras del trazado seleccionado (déficit estimado de 782.496 m<sup>3</sup>) obliga a realizar los siguientes análisis:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ajuste de la rasante para la obtención de un menor volumen de rellenos.</li> <li>Valoración del paso sobre la variante ferroviaria de Huesca y la vía principal de de la línea Zaragoza – Canfranc, con el objeto de sustituir los dos pasos superiores y el relleno intermedio considerados en el EI por un único viaducto.</li> <li>Valoración del Paso Inferior en el P.K. 8+169 y del puente sobre el río Flumen.</li> </ul>	
<p>Afección a las estructuras recientemente construidas en el tramo Siétamo – Velilla de la autovía A-22 (Paso superior para la reposición del camino rural Granjas de Almudévar – Abrisén y viaducto sobre el río Guatizalema):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Análisis de posibles soluciones al enlace de Siétamo que eviten la afección a estas estructuras.</li> </ul>	
<p>Afección a la calzada de la antigua N-330 con motivo del ramal de incorporación Variante – Zaragoza, en el enlace de Valdabrá.</p>	

#### 3.2.- DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS ESTUDIADAS

A partir del trazado desarrollado en la Fase C del Estudio Informativo y una vez analizados los condicionantes antes relacionados se llevaron a cabo una serie de ajustes de trazado, unos sobre el trazado en planta y otros sobre el alzado.

Como resultado de este trabajo, en Fase 1 se ajustó una única alternativa en planta con dos soluciones en alzado. Se obtuvieron así dos opciones denominadas "Solución A" y "Solución B", en las que las diferencias fundamentales se centraron en los siguientes tramos:

1. El modo en que se resuelve la subida a la altiplanicie de Quicena y Tierz (en la que se generan grandes desmontes). En la primera se optó por encajar una rasante con inclinaciones máximas (5%) con objeto de obtener desmontes de menor altura y soluciones a cielo abierto. En la segunda se define una rasante

con menor pendiente (4%) en las que los desmontes generados se “disfrazan” mediante la ejecución de un falso túnel.

2. El modo en que se repone la carretera A-1213 en el correspondiente enlace. En el primer caso (Solución A) se optó por encajar una rasante más elevada que propicia la reposición de esta carretera con un paso inferior, mientras que en la segunda (Solución B) se reduce la altura del perfil longitudinal (condicionada al paso sobre el río Flumen) y se repone la carretera mediante un paso superior.

El trazado de estas dos soluciones A y B es el que se muestra en los Planos nº 2 que se recogen en el apartado final del presente documento “Planos del trazado seleccionado en Fase 2”.

En el documento entregado en la primera Fase no se eligió una alternativa como preferente al resto, pero se compararon técnica y económicamente entre sí, facilitando los valores de las características más reseñables, en la definición de cada una de las alternativas. Desde el punto de vista económico el resultado de la valoración de ambas alternativas fue el siguiente:

- Solución A:..... 59.721.129,59 €
- Solución B:
  - o Con falso túnel de L = 400 m ..... 61.813.852,35 €
  - o Con falso túnel de L = 590 m ..... 66.207.536,95 €

En el plano nº 2 que se adjunta al final del presente Anejo, se incluyen estas alternativas, representando a su vez el eje del Estudio Informativo y el de la Alternativa seleccionada en dicha fase (Fase 2), para que queden reflejados los ajustes realizados entonces y también las modificaciones con respecto al trazado aprobado en el Estudio Informativo.

### 3.2.1.- Planta

#### Soluciones A y B

Ambas alternativas tienen en común el trazado en planta. El trazado de la variante comienza en la conexión con la autovía A-23 en el enlace de Valdabrá. Este enlace se desarrolla entre los puntos kilométricos 560 y 564. Los movimientos principales Zaragoza – Variante y Variante – Zaragoza se resuelven mediante sendos ramales directo y semidirecto manteniendo dos carriles y conectando con la A-23 como confluencia y bifurcación; de ahí las distancias resultantes.

El trazado del tronco de la variante arranca, una vez superado el enlace de Valdabrá, con una curva a derechas de 5.000 m de radio. En este tramo la variante cruza, de manera muy esviada dicho barranco. De hecho, una vez superado este cruce la autovía sigue un recorrido prácticamente paralelo al del barranco, al que deja en su margen derecha. Hasta el PK 2+000 el trazado es idéntico al de la alternativa seleccionada en el EI.

A partir del PK 2+000 el trazado comienza a separarse de la solución seleccionada y se desplaza hacia al sur, con objeto de minimizar la afección a la masa de carrasacas frondosas del entorno del PK 3+500. Este desplazamiento sirve también para cruzar las plataformas ferroviarias del FF.CC. Zaragoza – Canfranc y la Variante ferroviaria de Huesca, en un punto en el que éstas se encuentren más próximas entre sí, permitiendo su reposición mediante una única estructura. En este tramo, además del desplazamiento se aumenta el radio de la curva a izquierdas de 1.800 a 1.850 m. A esta curva le sigue otra a derechas, ya en el cruce de las dos plataformas ferroviarias, de radio 5.000 m, con lo que se consigue elevar el valor de esta alineación, ya que

en el EI el radio era de 3.250 m. El desplazamiento hacia el sur que se consigue con estas dos alineaciones tiene como inconveniente la mayor afección sobre el sistema de riego tipo “pívot” localizado entre los PP.KK. 4+500 y 6+000.

A partir del PK 6+500 el trazado ajustado se desplaza ligeramente hacia el norte con objeto de evitar la afección a un bosque situado en el entorno del PK 8+300, cerca de la margen este del río Flumen. Para evitar esta formación se ha optado por desplazar hacia el norte el trazado, ya que las condiciones de cruce del río Flumen con una alternativa desplazada hacia el sur resultarían más desfavorables, mayor afección a la vegetación de ribera y mayor longitud de estructura necesaria. En este entorno la variante describe una curva a izquierdas de radio 3.300 m, algo inferior a la del EI (3.500 m).

En el entorno del PK 8+060 se cruza el trazado de la carretera A-1213, habiéndose proyectado el correspondiente enlace que se resuelve mediante sendas pesas centradas en la calzada de esta vía. Este es uno de los tramos en los que la rasante varía de una alternativa a otra. Así en la Solución “A” la carretera se repone mediante un paso inferior, no variando el trazado de la misma, mientras que en la “B” esta reposición se hace mediante un paso superior, lo que implica cambios en la rasante de la A-1213. Desde ambas glorietas parten los ramales de conexión con la variante. Los esquemas son similares si bien en la Solución B el encaje del paso superior obliga a distanciar más las rotondas, con objeto de que la nueva rasante de la A-1213 presente pendientes suaves.

En este tramo, y en concreto hasta el PK 9+500 el trazado en planta se desarrolla ligeramente desplazado hacia el norte. A partir del PK antes citado este se ajusta prácticamente al trazado del EI. Sólo presenta un pequeño desplazamiento hacia el sur, fundamentalmente para minimizar la afección a unos afloramientos rocosos y carrasacas dispersas situadas en el entorno de los PP.KK. 9+600 y 10+500 y que son mencionadas en el condicionado de la D.I.A.

Una vez superado el cruce de la carretera A-131, a la altura del PK 10+560, el trazado describe una alineación circular a derechas de radio 2.700 con la que se comienza a subir las estribaciones de la altiplanicie de Quicena y Tierz. La ladera oeste de esta altiplanicie, más escarpada, se acomete con una alineación curva a izquierdas de radio 1.300 (1.450 m en el E.I.). Esta alineación se desarrolla hasta el PK 14+370, a partir del cual se describe una curva a derechas de radio 2.900 m hasta llegar al enlace de Siétamo. En todo este tramo, y una vez se alcanza la altiplanicie el trazado se adapta a la planta de la alternativa seleccionada en el estudio informativo.

Como ya se ha indicado, la variante conecta con la autovía A-22 en el llamado enlace de Siétamo. Con objeto de no afectar a dos estructuras recientemente ejecutadas en la autovía A-22. Tramo: Siétamo – Velillas. La conexión se ha resuelto mediante ramales de un carril, directo y semidirecto para los movimientos variante – Lleida y viceversa, llevando los movimientos hacia y desde Huesca a la glorieta prevista en el proyecto de este tramo de la A-22.

El tramo tiene una longitud total de 18.918 m, medida por los ramales directos desde el despegue del tronco en la A-23 hasta la sección característica de 1,00 m en el carril de incorporación a la A-22. Las estructuras previstas en ambas Soluciones son las que se recogen en las tablas de la página siguiente. Siguiendo la terminología empleada en el Estudio Informativo la tipología de estructuras ahora considerada es la siguiente:

Dentro de las tipificadas se han subdividido en función de su situación respecto a la Variante (pasos superiores y pasos inferiores). Para cada uno de ellos se han considerado tres tipos:

- Tipo 1: Carreteras principales y ramales de enlace bidireccionales.
- Tipo 2: Carreteras secundarias y ramales de enlace unidireccionales.
- Tipo 3: Caminos.

En los pasos superiores prima la estética, lo que conlleva la previsión de losas postensadas de dos vanos y 50 m de longitud total con excepciones que se indican. La sección transversal adoptada ha sido:

- Tipo 1: 12,80 m de ancho (sección 7/10 + aceras y barreras)
- Tipo 2: 10,80 m de ancho (sección 6/8 + aceras y barreras)
- Tipo 3: 8,80 m (6 m de calzada + barreras)

En los ramales de enlace se eliminan las aceras.

Para pasos inferiores, en aras a no generar dispersión y dado que prácticamente en todos los casos se proyectan con gálibo ajustado, se ha optado por considerar marcos de hormigón armado de las siguientes dimensiones:

- Tipo 1: 13x5,30 (sección 7/10 + aceras de 1,50 m)
- Tipo 2: 10x5,30 (sección 6/8 + aceras de 1,00 m)
- Tipo 3: 7x5,00 (calzada de 5 m + aceras de 1,00 m)

Las estructuras previstas en cada una de las soluciones, A y B, son las que se relacionan en las siguientes tablas:

ESTRUCTURAS SOLUCIÓN A (Sin incluir conexiones con la A-22 y la A-23)			
PK	ESTRUCTURA	DIMENSIONES	OBSERVACIONES
1+212	PUENTE S/BCO. VALDABRA	L=60 m (3 vanos de 20 m) Ancho = 2 x 15 m	Barranco de Valdabra
1+377	P.S. TIPO 3	L = 50 m; b= 8,80 m	Camino de Valdabra
2+957	P.I. TIPO 3	L = 50 m Marco 7,0 x 5,0 m	Camino del Carrascal
3+588	P.S. TIPO 3	L = 75 m; b= 8,80 m	Camino acceso a granja
4+618 - 4+743	VIADUCTO S/FFCC	L = 125 m (5 vanos de 25 m)	FFCC Zaragoza - Canfranc y Variante de Huesca
6+054	P.I. TIPO 1	L = 36 m Marco = 13 x 5,30 m	Ctra. A-1212
6+292	PUENTE S/RÍO ISUELA	L = 33 m b = 2 x 11,50 Vigas doble T; c=1,75 m	Río Isuela
6+900	P.I. TIPO 3	L = 40 m Marco 7,0 x 5,0 m	Cabañera de Grañén a Huesca
8+060	P.I. TIPO 1	L = 50 m Marco 13,00 x 7,50 m	Ctra. A-1213. Enlace
8+370	PUENTE S/RÍO FLUMEN	L = 80 m (25-30-25) b = 2 x 11,50 Vigas artesa; c=1,50 m	Río Flumen
8+690	P.I. TIPO 3	L = 40 m Marco 7,0 x 5,0 m	Camino de Lascasas
10+229	P.I. Tipo 3	L = 36 m Marco 7,0 x 5,0 m	Camino de Sariñena

ESTRUCTURAS SOLUCIÓN A (Sin incluir conexiones con la A-22 y la A-23)			
PK	ESTRUCTURA	DIMENSIONES	OBSERVACIONES
10+562	P.I. Tipo 1	L = 40 m Marco 13,0 x 5,30 m	Ctra. A-131
10+863	P.S. Tipo 3	L = 50 m; b= 8,80 m	Camino
13+116	P.S. TIPO 1	L = 65 m; b= 10,80 m	Ctra. A-1217. Enlace
13+272	P.S. TIPO 1	L = 82 m; b= 10,80 m	Ramal Glorieta - Variante (Sentido Valdabra)
13+730	P.S. Tipo 3	L = 75 m; b= 8,80 m	Cabañera Real
14+512	P.I. Tipo 3	L = 50 m Marco 7,0 x 5,0 m	Camino a Ola
15+348	P.S. Tipo 3	L = 60 m; b= 8,80 m	Camino a Ola
15+950	P.S. Tipo 3	L = 50 m; b= 8,80 m	Camino a Ola
16+269	P.S. Tipo 3	L = 50 m; b= 8,80 m	Camino Rambla

ESTRUCTURAS SOLUCIÓN B (Sin incluir conexiones con la A-22 y la A-23)			
PK	ESTRUCTURA	DIMENSIONES	OBSERVACIONES
1+212	PUENTE S/BCO. VALDABRA	L=60 m (3 vanos de 20 m) Ancho = 2 x 15 m	Barranco de Valdabra
1+377	P.S. TIPO 3	L = 50 m; b= 8,80 m	Camino de Valdabra
2+957	P.I. TIPO 3	L = 50 m Marco 7,0 x 5,0 m	Camino del Carrascal
3+588	P.S. TIPO 3	L = 75 m; b= 8,80 m	Camino acceso a granja
4+618 - 4+743	VIADUCTO S/FFCC	L = 125 m (5 vanos de 25 m)	FFCC Zaragoza - Canfranc y Variante de Huesca
6+054	P.I. TIPO 2	L = 36 m Marco = 10 x 5,30 m	Ctra. A-1212
6+292	PUENTE S/RÍO ISUELA	L = 33 m b = 2 x 11,50 Vigas doble T; c=1,75 m	Río Isuela
6+890	P.I. TIPO 3	L = 40 m Marco 7,0 x 5,0 m	Cabañera de Grañén a Huesca
8+060	P.S. TIPO 1	L = 60 m; b= 12,80 m	Ctra. A-1213. Enlace
8+370	PUENTE S/RÍO FLUMEN	L = 80 m (25-30-25) b = 2 x 11,50 Vigas artesa; c=1,50 m	Río Flumen
8+690	P.S. TIPO 3	L = 50 m; b = 8,80 m	Camino de Lascasas
10+229	P.I. Tipo 3	L = 36 m Marco 7,0 x 5,0 m	Camino de Sariñena
10+562	P.I. Tipo 1	L = 50 m Marco 13,0 x 5,30 m	Ctra. A-131
10+863	P.S. Tipo 3	L = 50 m; b= 8,80 m	Camino
14+512	P.I. Tipo 3	L = 50 m Marco 7,0 x 5,0 m	Camino a Ola
15+348	P.S. Tipo 3	L = 50 m; b= 8,80 m	Camino a Ola
15+950	P.S. Tipo 3	L = 50 m; b= 8,80 m	Camino a Ola
16+320	P.I. Tipo 3	L = 50 m Marco 7,0 x 5,0 m	Camino Rambla

CONEXIÓN A -23. ENLACE DE VALDABRA			
EJE / P.K.	ESTRUCTURA	DIMENSIONES	OBSERVACIONES
Eje 2 1+220	P.S. Tipo 2	L = 35 m b = 10,80 m	Vía de servicio
Eje 2 1+585	P.I. Tipo 2	Marco 10 x 5,30 L = 18 m	Vía de servicio
Eje 2 2+100	P.I. Tipo 2	Marco 10 x 5,30 L = 42 m	Ramal 5
Eje 3 1+290	P.I. Tipo 2	Marco 10 x 5,30 L = 15 m	Vía de servicio
Eje 3 1+550	Paso s/ A-23	L = 140 m b = 11,50 m	A-23
Eje 3 1+800	P.S. Tipo 2	L = 38 m b = 10,80 m	Vía de servicio
Eje 20 1+540	P.S. Tipo 1	L = 60 m b = 12,80 m	Paso de ramal s/ A-23

CONEXIÓN A-22. ENLACE DE SIÉTAMO			
EJE / P.K.	ESTRUCTURA	DIMENSIONES	OBSERVACIONES
Confluencia ramales	Puente s/Río Botella	L = 51,0 m b = 2 x 15,00 m	Río Botella
Eje 7 0+550	P.I. Tipo 1	L = 55 m Marco 13 x 5,30 m	Ramal 9
Eje 7 0+649	P.I. Tipo 2	L = 25 m Marco 10 x 5,30 m	Ctra. a-129
Eje 8 1+037	P.I. Tipo 2	L = 25 m Marco 10 x 5,30 m	ctra. a-129
Eje 8 1+037	P.I. Tipo 1	L = 70 m Marco 13 x 5,30 m	ramal 8 bajo a-22

Además en ambas soluciones está prevista la ejecución de un total nueve obras de drenaje, cuyas características son las que se recogen en la siguiente tabla:

OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL	
PK	ESTRUCTURA
2+747	MARCO 1C 4X2,50. L= 50 m
5+671	MARCO 1C 5X3. L= 70 m
7+113	MARCO 1C 3X2. L= 40 m
9+682	MARCO 1C 4X2. L= 78 m
11+305	MARCO 1C 3X2. L= 33 m
12+276	CAÑO F1800 mm. L= 55 m
14+650	MARCO 1C 4X2. L= 45 m
15+811	MARCO 1C 3X2. L= 32 m

### 3.2.2.- Alzado

#### Solución A

El trazado de la variante una vez pasado el enlace de Valdabrá comienza con una pendiente ascendente al 0,50 % que se prolonga durante más de 3 Kilómetros, desde el PK 1+600 al 4+300. A la altura del PK 1+220 se produce el cruce del barranco de Valdabrá. Este se caracteriza por su esviaje; una vez cruzado el barranco la variante se va apoyando sobre la ladera norte de éste, si bien, mientras la autovía sube con una

pendiente del 0,50% el terreno desciende muy suavemente por lo que los terraplenes van aumentando ligeramente hasta llegar al PK 2+100, en el que la altura de tierras alcanzada es del orden de los 8,00 m.

Entre los PPKs 2+325 y 2+575, el trazado cruza una pequeña elevación, que la pendiente al 0,5% no es capaz de superar, porque se forma la primera trinchera, con alturas de desmonte moderadas (max. 5,50 m).

A continuación nos encontramos con el valle que precede a la meseta en la que se ubican las dos granjas del entorno del PK 3+500. El paso a lo largo del valle genera terraplenes cuya altura máxima alcanza los 8,00 m. La variante sigue todavía subiendo con una pendiente del 0,50% dando lugar a un importante desmonte al pasar por la altiplanicie antes indicada. La altura de estos desmontes llega a alcanzar los 18 m.

Una vez superada esta meseta, la variante queda a nivel con el pie de la ladera este de esta formación. A partir de este momento la autovía comienza a descender al 0,50% para buscar adaptarse al terreno, si bien, esto no se consigue hasta llegado al Pk 7+400, en parte por la necesidad de respetar el gálibo exigido por las dos infraestructuras ferroviarias que se cruzan a la altura de los PP.KKs 4+650 y 4+715. Aquí, la altura alcanzada por la rasante es del orden de 13,00 m, con lo que el respeto de los gálidos ferroviarios queda garantizado. El correspondiente viaducto queda proyectado en un tramo con rasante uniforme. El trazado comprendido entre los PP.KK. 3+900 y 7+400 continúa descendiendo con una pendiente del 0,50%, alcanzándose las mayores alturas de tierras al comienzo de esta alineación, en el cruce de los ferrocarriles. Entre ésta y la anterior se encaja un acuerdo convexo de parámetro Kv=50.000.

A partir del PK 7+400 la rasante vuelve a ascender al 0,5% con objeto de alcanzar la altura de tierras necesaria para el cruce de la carretera A-1213 y el río Flumen. La altura de la rasante en este tramo (PK 7+400 a 8+400) permite resolver la reposición de los cruces con la carretera A-1212, río Isuela, Cabañera de Grañén a Huesca, carretera A-1213 y río Flumen. La conexión con la carretera A-1213 se resuelve, como ya se ha visto, mediante un enlace con dos pesas centradas en la calzada de esta vía. La carretera se repone mediante un paso inferior por lo que no es necesario modificar su trazado. Para ello ha sido necesario elevar ligeramente la rasante del Estudio Informativo en este punto, con objeto de conseguir el gálibo suficiente a la altura del cruce con la A-1213. En la solución seleccionada en el E.I. la altura de tierras en este punto, era escasamente de unos 4,00 m por lo que era necesario rectificar el trazado de la carretera para desplazar el cruce hacia el este, donde la altura de tierras permitía el encaje del gálibo necesario.

Seguidamente se produce el cruce del río Flumen, quedando el viaducto encajado en un tramo con rasante uniforme. La conexión de esta alineación ascendente y la anterior, ambas al 0,5%, se resuelve mediante el correspondiente acuerdo cóncavo, en este caso de parámetro Kv= 30.000.

Una vez superado el río Flumen, el trazado de la variante asciende con mayor rapidez, si bien se siguen manteniendo inclinaciones moderadas, así se encaja una pendiente de subida al 1,16% que se adapta en mayor o menor medida al terreno. El ascenso a este ritmo se mantiene hasta el PK 11+300. En este tramo, comprendido entre los PPKK 8+900 y 11+300, la variante discurre en terraplén, con alturas de tierras entre 3,00 y 9,00 metros. En el Pk 10+560 se cruza la carretera A-131 que se repone con un paso inferior pues se cuenta con la altura de tierras suficiente (7,00 m) para respetar el gálibo exigido.

A partir del PK 12+000 comienza la subida más fuerte de todo el tramo, al encontrarnos ante las estribaciones y posteriormente la ladera este de la altiplanicie de Quicena y Tierz. En esta solución, la rasante se ha resuelto definiendo una rampa de subida al 5% como señala la D.I.A. Con ello se logra controlar la altura de los terraplenes en la subida, antes del desmonte. El acuerdo, que queda prácticamente encajado en la zona alta del terreno, se resuelve con un parámetro Kv=20.000, que permite la reducción de la cota roja en al menos 9,00 m. Además se ha redefinido la solución del enlace aeropuerto de manera que:

- En sentido Siétamo – Valdabrá, la incorporación desde la A-1217 a la variante se sitúe en la bajada oeste del acuerdo una vez pasado el punto alto, donde se tiene suficiente visibilidad.
- En sentido Valdabrá – Siétamo, la incorporación desde la A-1217 a la variante se sitúe en la bajada este una vez pasado el punto alto del acuerdo, donde se tiene suficiente visibilidad.

Una vez pasada la altiplanicie el terreno comienza a descender con suavidad, por lo que la variante le sigue con una pendiente al 1% con la que finaliza en su conexión con la A-22 (enlace de Siétamo).

El alzado se ha diseñado con parámetros iguales o superiores a los deseables para una velocidad de proyecto de 120 Km/h, salvo en el acuerdo convexo que se genera en la altiplanicie de Quicena, donde se ha optado por un parámetro 20.000, comprendido entre los 30.000 deseables y los 15.000 mínimos, con objeto de limitar la cota roja de desmonte como solicita la D.I.A.

### Solución B

La rasante “B” es similar a la “A” localizándose la diferencia entre ambos longitudinales en el tramo comprendido entre los PPKK 7+200 y 10+400, en el que en general, la Solución B presenta una rasante más baja que la “A”. Los motivos son la forma en que se ha resuelto la reposición de la carretera A-1213 en el enlace del mismo nombre y la pendiente con la que se acomete la subida a la altiplanicie de Quicena y Tierz.

Con el doble objetivo de obtener una solución más económica y conseguir además una rasante más baja que genere un menor volumen de terraplén se ha considerado rebajar la rasante en el tramo comprendido entre los PPKK 7+400 y 9+400, dentro del cual se localiza en enlace con la carretera A-1213 y el cruce del río Flumen. En este caso se parte del hecho de que la altura de la rasante del E.I. para el cruce de este río, está por encima de las necesidades que por funcionamiento hidráulico y protección de la vegetación de ribera, requiere el cruce de este cauce. La alternativa es por tanto rebajar la rasante hasta la cota condicionada por el cruce del río Flumen. Con ello la altura de tierras resultante en el cruce con la A-1213 (4,00 m) no permite su reposición mediante un paso inferior y sí mediante uno superior. Con ello se reduce el volumen de tierras resultante y se obtiene un puente para el paso del río Flumen más económico.

La solución al enlace es similar a la de la opción “A”. Se proyectan sendas glorietas a nivel con el trazado de la A-1213. Una vez superadas éstas ha de modificarse el trazado en alzado de la carretera para conseguir superar la variante mediante un paso superior. La obtención de pendientes moderadas obliga a separar la glorietas, por lo que el tramo de carretera autonómica afectado por el enlace se ve aumentado (800 m en la Solución B y 370 m en la Solución A).

En este tramo, y a diferencia con la Solución A, se ha prolongado la alineación inicial de bajada al 0,50% hasta el PK 7+900 llegando a una cota más baja, desde ahí se sube al 1,41%; valor con el que la variante se adapta muy bien al terreno, salvo a la altura del cruce con el río Flumen en cuyo punto se alcanza una altura de 7,60 m, suficiente para garantizar la correcta reposición del cauce.

La siguiente diferencia se aprecia en la subida a la altiplanicie de Quicena y Tierz. Con la opción en falso túnel que representa esta solución, se ha rebajado la pendiente de la rasante hasta una inclinación del 4%, y se ha logrado una mejor adaptación de la rasante al terreno antes de llegar al escarpe, dando como resultado, terraplenes más bajos. Además se consigue dar cumplimiento muy por encima de lo solicitado por la D.I.A., a la limitación de la cota roja, que en el tramo en falso túnel podría llegar a ser cero, si bien, del lado oeste del mismo los desmontes generados seguirían siendo importantes (máx. 17,00 m).

Con esta solución es necesario redefinir el enlace con la carretera A-1217. Este se ha resuelto mediante dos pesas. La primera de las glorietas, situada más al norte, se ha dispuesto sobre la calzada actual de la carretera A-1217, mientras que la segunda, situada más al sur se emplaza en la margen derecha del trazado actual de esta vía, con objeto de no morder el escarpe de la altiplanicie. La disposición de esta segunda glorieta obliga a modificar ligeramente el trazado de la carretera. Los ramales de conexión con la variante se han dispuesto antes de la boca este del túnel con la precaución de cumplir con la distancia mínima a la entrada del túnel, de 250 m, medidos desde la sección característica del ramal del enlace más próximo al túnel, en este caso el ramal de salida desde la variante (sentido Valdabrá) hacia la carretera A-1217. Salvo la modificación de trazado con motivo de la posición de la glorieta sur, con esta solución podría reponerse el trazado de la carretera A-1217 a su situación actual.

El enlace así definido se localiza íntegramente en rasante uniforme (4%) antes del acuerdo, garantizándose la visibilidad necesaria.

El alzado se ha diseñado con parámetros iguales o superiores a los deseables para una velocidad de proyecto de 120 Km/h, salvo en el acuerdo convexo que se genera en la altiplanicie de Quicena, donde se ha optado por un parámetro 20.000, comprendido entre los 30.000 deseables y los 15.000 mínimos, con objeto de limitar la cota roja en el tramo en desmonte que queda sin incorporar al falso túnel.

### 3.3.- CONCLUSIONES DEL INFORME SUPERVISIÓN (FASE 1)

En el Informe de Supervisión correspondiente a la 1ª Fase de estudio, más allá de los comentarios correspondientes al contenido formal del documento, se destacan las siguientes anotaciones y recomendaciones tenidas en cuenta a la hora de realizar los ajustes, que finalmente condujeron a la solución seleccionada en Fase 2.

Estos fueron los siguientes:

1.- “Una vez decidida la alternativa que se proyectará, deberá ajustarse la rasante para reducir en lo posible el déficit de tierras”.

En el trazado definitivo se incorporaron todos los ajustes posibles para conseguir reducir el déficit de tierras existente. Estas modificaciones se localizan fundamentalmente en el tronco de la variante. La conexión con infraestructuras existentes como son la A-23 en el enlace de Valdabrá, y la A-22 en el de Siétamo, condicionan la rasante de los ejes de estas conexiones, con lo que las posibilidades de rebajar el volumen de rellenos resultante o aumentar la excavación son menores.

En cualquier caso en Fase 2 se llevaron a cabo nuevos ajustes encaminados a reducir el déficit de tierras. En este sentido los cambios más importantes fueron los siguientes:

- Tramo comprendido entre los PP.KK. 4+500 y 7+000. En este tramo los condicionantes más importantes al trazado en alzado son los cruces de las dos líneas ferroviarias, la carretera A-1212 y el río Isuela. En las soluciones presentadas en Fase 1 una vez garantizado el cumplimiento del gálibo en el cruce de las líneas ferroviarias, la rasante descendía con una pendiente del 0,5%, con la que se garantizaba contar con la altura suficiente para la reposición de la carretera A-1212 (con un paso inferior) y cumplir con holgura con los criterios hidráulicos para el cruce del río Isuela. Esto implicaba la generación de un importante volumen de terraplén (altura media de los rellenos = 9,20 m, volumen de rellenos = 1.151.661m<sup>3</sup>) cuyo reducción ha sido uno de los objetos de corrección de trazado. Para ello, en el ajuste inicial llevado a cabo en Fase 2 se sustituyó la alineación única de

Fase 1 por dos, una primera descendente con pendiente del 1,39%, para reducir la altura de los rellenos entre los PP.KK. 4+500 y 5+700 y que obliga a la reposición de la carretera A-1212 mediante un paso superior, y otra ascendente de pendiente 0,5% que permite la obtención de una altura suficiente para el cruce del río Isuela, cumpliendo los criterios hidráulicos de reposición que marca la normativa vigente y la propia Confederación Hidrográfica del Ebro. En resumen, se ha generado un punto bajo en el perfil longitudinal que ha permitido seguir cumpliendo con los gálibos necesarios en los cruces y a la vez reducir el volumen de los rellenos (altura media de terraplén = 5,40 m, Volumen de rellenos = 582.234 m<sup>3</sup>).

- Tramo comprendido entre los PP.KK. 7+500 y 10+500. En este tramo los cruces que condicionan en mayor medida la rasante de la variante son los correspondientes a la carretera A-1213 y el río Flumen. Una de las diferencias entre las Soluciones A y B presentadas en Fase 1 se localizaban en este tramo. Esta consistió en el modo en que se reponía el cruce de la carretera A-1213, con un paso inferior en la Solución A y con uno superior en la Solución B. En este sentido, la primera de las soluciones conduce a un mayor déficit de tierras, por lo que la solución planteada en Fase 2, en este tramo parte de esta solución B, incorporándose un mayor ajuste de la rasante en el cruce del río Flumen que permita una reducción del déficit de tierras, con la garantía claro está de la correcta reposición del cauce. Se consigue un ahorro de tierras respecto a la Solución A de (833.991-219.352 = 614.639 m<sup>3</sup>) y de (340.766 – 219.352 = 121.414 m<sup>3</sup>) respecto a la Solución B.

Para valorar la mayor compensación de tierras que se consigue con estos nuevos ajustes en el tronco de la variante, se compararon las mediciones de tierras resultantes ahora con las correspondientes a las soluciones A y B presentadas en Fase 1. Estas son las que se relacionan en el siguiente cuadro:

MEDICIONES	SOLUCIÓN "A" FASE 1	SOLUCIÓN "B" FASE 1 (*)	AJUSTE INICIAL DE TRAZADO FASE 2
RELLENO [m <sup>3</sup> ]	2.764.281	2.655.147	1.743.473
DESMONTE [m <sup>3</sup> ]	1.624.370	1.987.032	1.533.407
DÉFICIT DE TIERRAS [m <sup>3</sup> ]	1.139.911	668.115	210.066
(*) Se ha tenido en cuenta el relleno necesario correspondiente al falso túnel (L= 400 m)			

De este modo el trazado finalmente seleccionado en Fase 2 presenta un déficit de tierras algo mayor que este ajuste inicial si bien éste es inferior al correspondiente a los trazados presentados en Fase 1.

2.- El trazado ha sufrido un desplazamiento transversal de unos 150 metros entorno al p.k. 4+700, como consecuencia de los condicionantes marcados en la DIA. No obstante, deberá analizarse la posibilidad de reducir la estructura que cruza las dos líneas de ferrocarril desplazando levemente el trazado hacia el sur. Se muestra en la siguiente imagen la situación aproximada del viaducto sobre el ferrocarril.

Con objeto de acortar la longitud del viaducto necesario para la reposición de las dos líneas ferroviarias se analizó el margen de desplazamiento hacia el Sur disponible, teniendo en cuenta otros condicionantes existentes antes y después de este cruce. De hecho, el ajuste en planta incluido en Fase 1, tal y como se indica en el informe de supervisión, ya supone un movimiento de más de 150 m de la traza del Estudio Informativo. Otros condicionantes a tener en cuenta, y que motivaron que se desestimara la opción de desplazar todavía más hacia el Sur el cruce fueron:

- Afección a la granja situada al Sur del trazado en el entorno del P.K. 3+300 y dedicada a la cría de pollos. No sólo se ha de evitar la afección a esta instalación, ya que la situada más al Norte queda condenada, sino que es recomendable mantener un cierto margen de separación, que con la planta ajustada en Fase 2 es de 97 m (medida hasta las naves de la instalación). Además, desplazar más el trazado hacia el Sur implicaría una mayor afección a una masa de carrascas señalada en la D.I.A.
- En Fase 2 se ajustó el cruce sobre el río Isuela encajando el trazado de la autovía en un punto situado a 152 m hacia el Sur, en el que existe un claro con una significativa menor afección a la vegetación de ribera.

3.- En el inicio del tramo se ha detectado una alineación curva de R = 5.000 m que tiene definida una clotoide de parámetro 1.000. Se debe corregir, ya que no es necesario definir ninguna curva de transición para este radio, pero si se define, ésta deberá cumplir lo indicado en la vigente Norma de Trazado 3.1-IC.

En el trazado seleccionado ese corrigió este error eliminándose la transición.

4.- Se deberá justificar la pendiente del 5 % solicitada en la Declaración de Impacto Ambiental, con un estudio económico de los costes de explotación, según lo indicado en el apartado 5.2.1 de la Norma de Trazado 3.1-IC.

La pendiente del 5% indicada en el Informe de supervisión corresponde a la Solución A de Fase 1 en la que para limitar la altura de los desmontes en la subida a la altiplanicie de Quicena y Tierz fue necesario ajustar esta inclinación. Con ello además se limitaba la ejecución del falso túnel cuya incorporación al proyecto suponía un importante incremento en el presupuesto de éste.

Este tramo fue objeto de un análisis detallado como se recoge más adelante. Así, se llevaron a cabo varios encajes tanto en planta como en alzado con un doble objetivo, por un lado reducir esta inclinación y limitarla al máximo indicado en la norma 3.1.-IC (4%), y a la vez, estudiar cambios en el trazado en planta para acometer la subida a esta formación, sin la generación de grandes desmontes, y sin tener que recurrir a la ejecución de un falso túnel; o bien limitar la longitud de éste en caso de ser necesario, para evitar o limitar el correspondiente incremento presupuestario que lo contrario supondría.

Como conclusión de lo indicado en el informe de supervisión, se trabajó sobre el trazado para obtener un encaje definitivo que incorpore los aspectos en él señalados:

- Reducción del déficit de tierras.
- Reducción de la inclinación del 5% en el tramo comprendido entre los PP.KK. 11+800 a 13+300 (Subida a la altiplanicie de Quicena y Tierz).

La consideración de otros condicionantes como el cruce del río Isuela o la afección a una granja en el entorno del P.K. 3+500, impiden el desplazamiento más hacia el Sur del trazado, en el entorno del cruce de las líneas ferroviarias (Variante de Huesca y línea Zaragoza – Canfranc), tal y como se solicita en el Informe de Supervisión.

#### 4.- TRAZADO RESULTANTE DEL ESTUDIO INICIAL (FASE 2)

En función de las indicaciones reflejadas en el Informe de Supervisión de Fase 1, se diseñó un trazado donde se justificó la solución desde el punto de vista técnico y económico, teniendo en cuenta además, las indicaciones del Director de Proyecto y otras mejoras identificadas con motivo de los recorridos de campo que se han llevado a cabo, para comprobar "in situ" la idoneidad y ajuste de los cambios incorporados.

En primer lugar se describe el trazado proyectado inicialmente, notado como "Trazado inicial". Esta es la traza de la cual se partió y sobre la que se comenzaron los trabajos de ajuste, hasta llegar, en un primer momento, al notado como "Ajuste inicial de trazado en Fase 2". Posteriormente se realizaron cambios más localizados y de mayor detalle que condujeron finalmente al "Trazado seleccionado en Fase 2". Este último constituía un trazado prácticamente definitivo debidamente justificado atendiendo al cumplimiento de la Norma 3.1-IC, criterios de visibilidad de parada para la velocidad de proyecto adoptada, condicionantes medioambientales, geológicos y geotécnicos, etc.

##### 4.1.- TRAZADO INICIAL

El trazado diseñado inicialmente partió de la alternativa notada como Solución B en Fase 1, al ser ésta la que mejor se adaptaba los nuevos condicionantes planteados:

- Rebaja del déficit de tierras.
- Limitación de la inclinación al acometer la altiplanicie de Quicena y Tierz (P.K. 11+800 a 13+300).

El inconveniente que presentaba esta Solución es que la incorporación de un falso túnel implicaba un importante incremento del presupuesto, por lo que analizar esta cuestión con detalle fue uno de los objetivos prioritarios.

A continuación se describe el trazado en planta y alzado de este trazado inicial señalando dónde se localizaban los puntos que requerían modificaciones para superar estos nuevos condicionantes sin dejar de cumplir los anteriores. El trazado del mismo se recoge en los planos 2.2.- Solución B que se incorporan al final del presente documento en el apartado "Planos. Trazado seleccionado en Fase 2".

Siguiendo las indicaciones de la Orden de Estudio este trazado se proyectó tanto en planta como en alzado con una velocidad de 120 Km/h. Así, las características geométricas mínimas son las siguientes:

LONGITUD TOTAL	15.400 m
RADIO MÍN.	1.450 m
LONG. RECTA MÁX.	-
LONG. RECTA CURVAS S MÍN.	-
LONG. RECTA CURVAS O MÍN.	-
RETRANQUEO MÍN.	0,85 m
VAR. AZIMUT MÍN.	0,057 rad
INCLINACIÓN MÁX.	4,00%
INCLINACIÓN MÍN.	0,50%
KV CÓNCAVO MÍN.	18.000
KV CONVEXO MÍN.	20.000

##### Trazado en planta. Solución inicial (B)

El trazado de esta solución inicial comienza en la conexión con la autovía A-23 en el enlace de Valdabrá. Este enlace se desarrolla entre los puntos kilométricos 560 y 564. Los movimientos principales Zaragoza – Variante y Variante – Zaragoza se resuelven mediante sendos ramales directo y semidirecto manteniendo dos carriles y conectando con la A-23 como confluencia y bifurcación; de ahí las distancias resultantes.

El trazado del tronco de la variante arranca, una vez superado el enlace de Valdabrá, con una curva a derechas de 5.000 m de radio. En este tramo la variante cruza, de manera muy esviada dicho barranco. De hecho, una vez superado este cruce la autovía sigue un recorrido prácticamente paralelo al del barranco, al que deja en su margen derecha. Hasta el P.K. 2+000 el trazado es idéntico al de la alternativa seleccionada en el Estudio Informativo.

A partir del P.K. 2+000 el trazado comienza a separarse de la solución seleccionada y se desplaza hacia al Sur, con objeto de minimizar la afección a la masa de carrascas frondosas del entorno del P.K. 3+500. Este desplazamiento sirve también para cruzar las plataformas ferroviarias del FF.CC. Zaragoza – Canfranc y la Variante ferroviaria de Huesca, en un punto en el que éstas se encuentren más próximas entre sí, permitiendo su reposición mediante una única estructura. En este tramo, además del desplazamiento se aumenta el radio de la curva a izquierdas de 1.800 a 1.850 m. A esta curva le sigue otra a derechas, ya en el cruce de las dos plataformas ferroviarias, de radio 5.000 m, con lo que se consigue elevar el valor de esta alineación, ya que en el Estudio Informativo el radio era de 3.250 m. El desplazamiento hacia el Sur que se consigue con estas dos alineaciones tiene como inconveniente la mayor afección sobre el sistema de riego tipo "pivot" localizado entre los PP.KK. 4+500 y 6+000.

A partir del P.K. 6+500 el trazado ajustado se desplaza ligeramente hacia el Norte con objeto de evitar la afección a un bosque situado en el entorno del P.K. 8+300, cerca de la margen este del río Flumen. Para evitar esta formación se ha optado por desplazar hacia el Norte el trazado, ya que las condiciones de cruce del río Flumen con una alternativa desplazada hacia el Sur resultarían más desfavorables, mayor afección a la vegetación de ribera y mayor longitud de estructura necesaria. En este entorno la variante describe una curva a izquierdas de radio 3.300 m, algo inferior a la del Estudio Informativo (3.500 m).

En el entorno del P.K. 8+060 se cruza el trazado de la carretera A-1213, habiéndose proyectado el correspondiente enlace que se resuelve mediante sendas pesas centradas en la calzada de esta vía. La reposición se hace mediante un paso superior, lo que implica cambios en la rasante de la A-1213. Desde ambas glorietas parten los ramales de conexión con la variante.

En este tramo, y en concreto hasta el P.K. 9+500 el trazado en planta se desarrolla ligeramente desplazado hacia el Norte. A partir del P.K. antes citado este se ajusta prácticamente al trazado del Estudio Informativo. Sólo presenta un pequeño desplazamiento hacia el Sur, fundamentalmente para minimizar la afección a unos afloramientos rocosos y carrascas dispersas situadas en el entorno de los PP.KK. 9+600 y 10+500 y que son mencionadas en el condicionado de la D.I.A.

Una vez superado el cruce de la carretera A-131, a la altura del P.K. 10+560, el trazado describe una alineación circular a derechas de radio 2.700 con la que se comienza a subir las estribaciones de la altiplanicie de Quicena y Tierz. La ladera Oeste de esta altiplanicie, más escarpada, se acomete con una alineación curva a izquierdas de radio 1.300 (1.450 m en el E.I.). Esta alineación se desarrolla hasta el P.K. 14+370, a partir del cual se describe una curva a derechas de radio 2.900 m hasta llegar al enlace de Siétamo. En todo este tramo, y una vez se alcanza la altiplanicie, el trazado se adapta a la planta de la alternativa seleccionada en el estudio informativo.

Como ya se ha indicado, la variante conecta con la autovía A-22 en el llamado enlace de Siétamo, con objeto de no afectar a dos estructuras recientemente ejecutadas en la autovía A-22. Tramo: Siétamo – Velillas. La conexión se ha resuelto mediante ramales de un carril, directo y semidirecto para los movimientos variante – Lleida y viceversa, llevando los movimientos hacia y desde Huesca a la glorieta prevista en el proyecto de este tramo de la A-22.

El tramo tiene una longitud total de 18.918 m, medida por los ramales directos desde el despegue del tronco en la A-23 hasta la sección característica de 1,00 m en el carril de incorporación a la A-22.

#### Trazado en alzado. Solución Inicial (B)

El trazado de la variante una vez pasado el enlace de Valdabra comienza con una pendiente ascendente al 0,50 % que se prolonga durante más de 3 km, desde el P.K. 1+600 al 4+300. A la altura del P.K. 1+220 se produce el cruce del barranco de Valdabra. Éste se caracteriza por su esvía; una vez cruzado el barranco la variante se va apoyando sobre la ladera Norte de éste, si bien, mientras la autovía sube con una pendiente del 0,50% el terreno desciende muy suavemente por lo que los terraplenes van aumentando ligeramente hasta llegar al P.K. 2+100, en el que la altura de tierras alcanzada es del orden de los 8,00 m.

Entre los PP.KK. 2+325 y 2+575, el trazado cruza una pequeña elevación, que la pendiente al 0,5% no es capaz de superar, porque se forma la primera trinchera, con alturas de desmonte moderadas (max. 5,50 m).

A continuación nos encontramos con el valle que precede a la meseta en la que se ubican las dos granjas del entorno del P.K. 3+500. El paso a lo largo del valle genera terraplenes cuya altura máxima alcanza los 8,00 m. La variante sigue todavía subiendo con una pendiente del 0,50% dando lugar a un importante desmonte al pasar por la altiplanicie antes indicada. La altura de estos desmontes llega a alcanzar los 18 m.

Una vez superada esta meseta, la variante queda a nivel con el pie de la ladera Este de esta formación. A partir de este momento la autovía comienza a descender al 0,50% para buscar adaptarse al terreno, si bien, esto no se consigue hasta llegado al Pk 7+400, en parte por la necesidad de respetar el gálibo exigido por las dos infraestructuras ferroviarias que se cruzan a la altura de los PP.KK. 4+650 y 4+715. El correspondiente viaducto queda proyectado en un tramo con rasante uniforme. El trazado comprendido entre los PP.KK. 3+900 y 7+400 continúa descendiendo con una pendiente del 0,50%, alcanzándose las mayores alturas de tierras al comienzo de esta alineación, en el cruce de los ferrocarriles. Entre ésta y la anterior se encaja un acuerdo convexo de parámetro Kv=50.000.

Con el doble objetivo de obtener una solución más económica y conseguir además una rasante más baja que genere un menor volumen de terraplén se consideró rebajar la rasante en el tramo comprendido entre los PP.K.K 7+400 y 9+400, dentro del cual se localiza el enlace con la carretera A-1213 y el cruce del río Flumen. En este caso se parte del hecho de que la altura de la rasante del E.I. para el cruce de este río, está por encima de las necesidades que por funcionamiento hidráulico y protección de la vegetación de ribera, requiere el cruce de este cauce. La alternativa es por tanto rebajar la rasante hasta la cota condicionada por el cruce del río Flumen. Con ello la altura de tierras resultante en el cruce con la A-1213 (4,00 m) no permite su reposición mediante un paso inferior y sí mediante uno superior. Con ello se reduce el volumen de tierras resultante y se obtiene un puente para el paso del río Flumen más económico.

En este tramo, y a diferencia con la Solución A presentada también en Fase 1, se prolongó la alineación inicial de bajada al 0,50% hasta el P.K. 7+900 llegándose a una cota más baja, desde ahí se sube al 1,41%; valor con el que la variante se adapta muy bien al terreno, salvo a la altura del cruce con el río Flumen en cuyo punto se alcanza una altura de 7,60 m, suficiente para garantizar la correcta reposición del cauce.

A partir del P.K. 11+500 comienza la subida a la altiplanicie de Quicena y Tierz. Con la opción en falso túnel que representa esta solución, se rebajaba la pendiente de la rasante hasta una inclinación del 4%, y se lograba una mejor adaptación de la rasante al terreno antes de llegar al escarpe, dando como resultado, terraplenes más bajos. El inconveniente es sin embargo que la incorporación del falso túnel implicaba un incremento muy importante del presupuesto.

Una vez pasada la altiplanicie el terreno comienza a descender con suavidad, por lo que la variante le sigue con una pendiente al 0,75% con la que finaliza en su conexión con la A-22 (enlace de Siétamo).

El alzado se ha diseñado con parámetros iguales o superiores a los deseables para una velocidad de proyecto de 120 Km/h, salvo en el acuerdo convexo que se genera en la altiplanicie de Quicena, donde se ha optado por un parámetro 20.000, comprendido entre los 30.000 deseables y los 15.000 mínimos, con objeto de limitar la cota roja de desmonte como solicita la D.I.A.

Como ya se ha indicado, a partir de las conclusiones del informe de supervisión y una vez realizadas varias visitas a campo en las que se recorrió la traza, se identificaron los puntos en los que era posible y/o necesario realizar los ajustes correspondientes. Estos fueron los siguientes:

#### 1.- TRAMO COMPRENDIDO ENTRE LOS PP.KK. 4+500 – 7+500.

Se trata éste del tramo comprendido entre el cruce de las líneas ferroviarias hasta el comienzo del enlace con la carretera A-1213. Los cruces más importantes que se producen en esta zona son los siguientes (los PP.K.K referidos son los correspondientes a la Solución inicial):

- Cruce de la variante ferroviaria de Huesca. P.K. 4+649
- Cruce de la línea ferroviaria Zaragoza – Canfranc. P.K. 4+716
- Cruce de una parcela destinada al regadío (con dos sistemas de riego tipo pivot).
- Tramo comprendido entre los PP.KK. 5+300 a 6+000. En este tramo se localizan dos cauces a reponer que exigen la incorporación de dos obras a la altura de los PP.KK. 5+600 y 5+900, la primera con un gálibo vertical de 2,00 m y la segunda con uno de 3,50 m.
- Cruce de la carretera A-1212 y acequia paralela a esta carretera. P.K. 6+053.
- Cruce del río Isuela. P.K. 6+295
- Cruce de la cabañera Real. P.K. 6+895.

En este tramo se acometieron ajustes con objeto de reducir el volumen de rellenos previsto. En Fase 1 la rasante se definió partiendo como condicionante del gálibo vertical a respetar en el cruce de la variante ferroviaria de Huesca, que discurre más elevada que la línea ferroviaria Zaragoza – Canfranc. Dicho gálibo, según exige ADIF ha de ser de 7,00 m. La rasante así encajada parte de una altura de casi 13,00 m sobre la variante ferroviaria y desciende con una pendiente del 0,5% constante hasta llegar al P.K. 7+890. Con ello el trazado de la variante en este tramo se desarrolla en terraplén con alturas que garantizan sobradamente el gálibo necesario para el resto de los cruces antes indicados. Estos eran los siguientes:

CRUCE	P.K.	COTA ROJA
Variante ferroviaria de Huesca	4+649	11,925
Obra drenaje-1 en parcela pivot	5+600	13,014
Obra de drenaje -2 en parcela pivot	5+900	10,807
Carretera A-1212	6+053	8,43
Río Isuela	6+295	9,38
Cabañera real	6+895	5,72

El volumen de rellenos resultante en este tramo quedaba contabilizado en 1.134.166,40 m<sup>3</sup>.

La holgura que presentan estos cruces, así como el elevado volumen de terraplén que se genera en estos rellenos ponían de manifiesto que este es un tramo en el que podrían y debían realizarse los correspondientes ajustes, en este caso sobre la rasante, con objeto de reducir el déficit de tierras existentes.

## 2.- CRUCE DE LA CARRETERA A-1212 Y CRUCE DEL RÍO ISUELA

En esta solución inicial se planteaba reponer el cruce de esta carretera mediante la ejecución de un paso inferior, como así lo propiciaba el perfil longitudinal de la variante.

En las varias visitas realizadas al terreno se pudo comprobar que pese al trazado rectilíneo de esta carretera, en el cruce con la autovía, ésta presenta una visibilidad deficiente, como consecuencia del perfil longitudinal que esta vía presenta en la actualidad. La reposición de este vial con un paso inferior sólo serviría para empeorar este hecho, siendo más recomendable que ésta se llevara a cabo mediante la ejecución de un paso superior. Para ello ha de bajarse la rasante de la variante, apoyándose si es posible sobre la carretera actual, lo cual a su vez contribuye a disminuir el déficit de tierras.



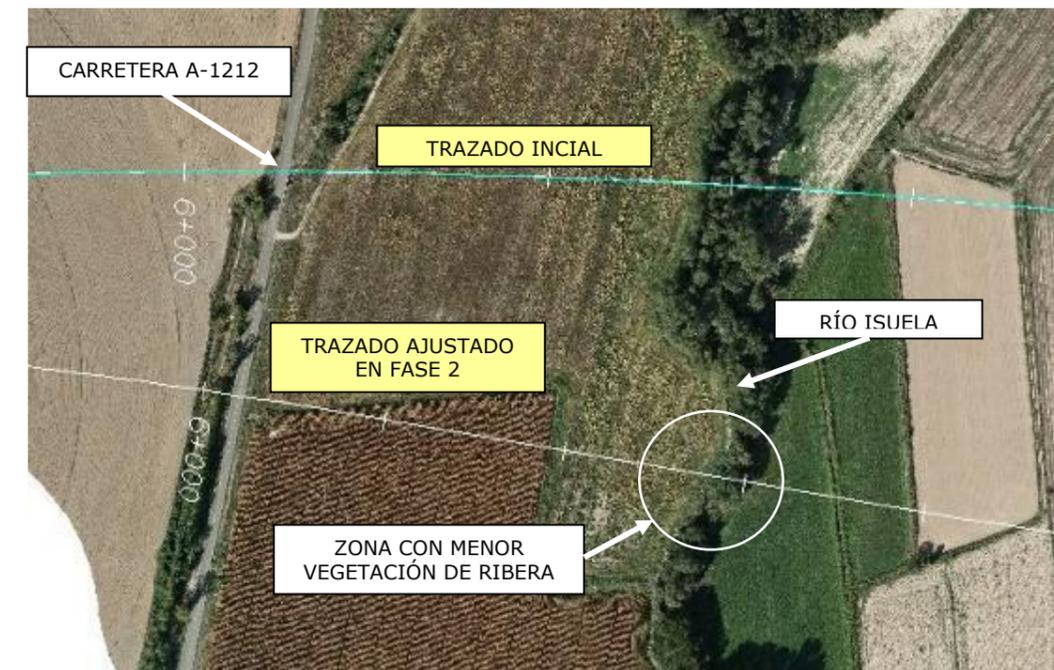
CARRETERA A-1212. ZONA DE CRUCE EN EL TRAZADO INICIAL. VISTA SENTIDO GRAÑÉN

Respecto al cruce del río Isuela también en las visitas a campo se puso de manifiesto la idoneidad de desplazar el cruce de este río unos 155 m hacia el Sur, donde manifiestamente se abre un claro en la vegetación de ribera.

En la siguiente figura montada con las imágenes de la ortofoto, se indica la zona con menos vegetación de ribera a la que se desplazó el trazado de la variante en los ajustes realizados en 2ª Fase y que se detallan más adelante.



CARRETERA A-1212. ZONA DE CRUCE EN EL TRAZADO INICIAL. VISTA SENTIDO HUESCA

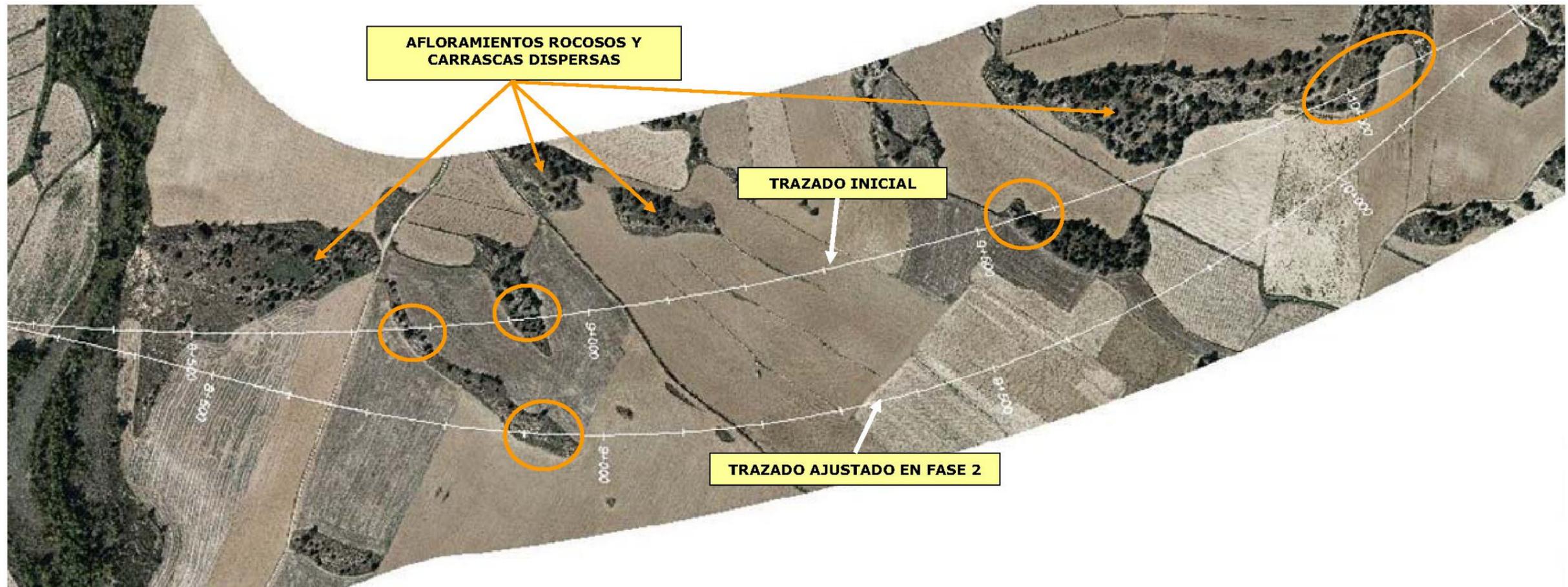


3.- TRAMO COMPRENDIDO ENTRE LOS PP.KK. 8+500 A 10+500. ZONA AFECTADA POR AFLORAMIENTOS ROCOSOS Y CARRASCAS DISPERSAS.

Este condicionante, procedente de la Declaración de Impacto Ambiental ya quedó incorporado en el estudio de trazado correspondiente a Fase 1. El apartado 5.7 de la D.I.A. ratifica la disposición de un trazado que efectivamente no afectara a la explotación porcina situada en el entorno del P.K. 11+000, condición que ya quedó recogida en la alternativa desarrollada en la Fase C del Estudio Informativo. En el mismo punto de la DIA se indicaba, que el trazado definitivo debía minimizar la afección a varias áreas en las que se observaban afloramientos rocosos y carrascas dispersas.

En este sentido, en los estudios de trazado realizados en Fase 1, se analizó la posibilidad de optar por una solución que desplazara la alternativa del Estudio Informativo más hacia el sur, en el entorno de los afloramientos, todo ello, sin disminuir el valor del radio de la curva en este tramo; sin embargo, con ello se penalizaba el cruce sobre el río Flumen que se situaba entonces en la zona en la se tiene mayor vegetación de ribera y mayor es el cauce que hay que salvar. La otra opción, situada más al Norte y que es por la que finalmente se optó y que constituyó el trazado inicial de partida en Fase 2, consigue separarse algo de esta zona (unos 10 m) manteniendo el cumplimiento de los condicionantes existentes al Este (cruce del río Flumen) y al Oeste (carrascales frondosos y granja porcina).

Tal y como se muestra en la figura que se presenta a continuación, este trazado inicial disminuye la afección respecto a la solución del estudio informativo, si bien se tocan estas formaciones en los siguientes PP.KK. 8+770, 8+915, 9+550, 10+000, 10+260. Es cierto que su disposición hace imposible el evitar que alguna de estas superficies se vea afectada por el trazado, no obstante se llevaron a cabo ajustes en el trazado en planta con los que se limitó la afección a estas formaciones a sólo dos puntos, PP.KK. 8+920 y 10+330.



Z000031 / DT / EIA010\_A

4.- SUBIDA A LA ALTIPLANICIE DE QUICENA Y TIERZ. ESTUDIO ESPECÍFICO SOBRE EL FALSO TÚNEL

Uno de los tramos que por su singularidad requirió un estudio particular fue el correspondiente a la subida a la altiplanicie de Quicena y Tierz. Esta formación se caracteriza por presentar una ladera de fuertes pendientes en su lado Oeste que por el contrario son más suaves en su lado este. Además en esta zona se localiza el enlace con la carretera A-1217 que da acceso al aeropuerto "Huesca – Pirineos" declarado de interés general.

En el punto 5.3 de la D.I.A se señalaba el impacto que la alternativa del Estudio Informativo produce sobre el paisaje y la geomorfología en esta zona. A continuación se reproduce lo que textualmente señala la D.I.A al respecto:

*"5.3.- Afección a la geomorfología y el paisaje. En las proximidades del aeropuerto de Monflorite, en el escarpe de subida a la altiplanicie se producen desmontes de gran altura (de entre 18 y 27 m) en una longitud considerable (unos 600 m). Con objeto de disminuir la afección a la geomorfología, al paisaje, y también a la vegetación arbórea, el trazado del proyecto de construcción se diseñará de forma que se disminuya sustancialmente la altura de estos desmontes (al menos en unos 10 m) elevando la rasante de esta zona. Para evitar los terraplenes que ello conllevaría en la subida al escarpe (PP.KK. 11+500 a 13+000) se aumentará la pendiente máxima del 4% al 5% previsto en la Norma 3.1-IC. Trazado, de la Instrucción de carreteras".*

Este apartado de la D.I.A se refiere al trazado en alzado definido en Fase B del E.I. ("Alternativa Sur. Fase B"), en el que, en el tramo comprendido entre los PP.K.K 13+180 y 13+700 se alcanzaban alturas de desmonte entre los 27 y 18 m. Por lo tanto, la aplicación de este condicionado obliga a que el intervalo de altura máxima de desmonte, en dicho tramo, esté comprendido entre los 17 m, en el lado Oeste de la altiplanicie, y 8 m en el Este.

En el apartado "1.5.- Trazado" correspondiente a la Fase 1:- "Trabajos previos" del Proyecto de Construcción, se analizaron los ajustes necesarios a ejecutar en la rasante de la variante con objeto de dar cumplimiento a este requerimiento de la D.I.A. Resumidamente se plantearon dos alternativas, como ya es sabido:

- "Solución A" a cielo abierto, en la que se elevó la pendiente de la rasante hasta un 5% con un parámetro del acuerdo convexo de valor  $K_v=20.000$ . Con el longitudinal así definido las alturas máximas de desmonte obtenidas implican una reducción de la cota roja de aproximadamente 9,00 m. Para conseguir el cumplimiento estricto del condicionado 5.3 de D.I.A (reducción de la cota roja en 10 m) sería necesario reducir el parámetro del acuerdo al valor  $K_v=15.300$ . Por lo que se puede afirmar que el problema tendría solución con la opción a "Cielo abierto", si bien penalizando al trazado al quedar la rasante ajustada al 5%.
- "Solución B" con falso túnel. En este caso, se optó por mantener la pendiente del 4% y "tapar" la trinchera resultante mediante la ejecución de un túnel artificial. En este último caso, junto con el punto 5.3 de la D.I.A se incorporó la consideración de otros condicionantes existentes en este entorno con objeto de valorar la longitud necesaria de falso túnel. Por lo tanto, para plantear las distintas longitudes posibles se tuvieron en cuenta los siguientes condicionantes:
  - o Condicionado 5.3 de la D.I.A. Buscando el cumplimiento estricto de este punto, en la trinchera Oeste la altura máxima de desmonte no debería superar los 17,00 m, mientras que en la situada al este, este valor no podría exceder los 8,00 m.

- o Cruce de la carretera A-1217 (de acceso al aeropuerto de "Huesca – Pirineos") y conexión a la variante mediante la ejecución del correspondiente enlace (Enlace Aeropuerto). Esta carretera ha sido recientemente acondicionada por lo que resulta conveniente evitar grandes afecciones a su trazado. Para ello el emboquille del túnel no debería superar el P.K. 13+060. Además, la proyección del enlace obliga a la incorporación del ramal "Aeropuerto – Siétamo" dentro del túnel, debiendo proyectarse el correspondiente carril de aceleración una vez superada la distancia mínima exigida por la normativa vigente.
- o Cruce a la altura del P.K. 13+450 del cauce de una cuenca que quedaría colgada por la trinchera.
- o Cruce de la Cabañera Real a la altura del P.K. 13+565.

Teniendo en cuenta esto, se llegó a la conclusión de que la solución que conseguía superar todos estos condicionantes implicaba la ejecución de un túnel artificial de 590 m. Para este caso se estimó que el coste de dicha estructura ascendería a la cantidad de 9.797.850,00 €. La opción más económica (5.455.800,00 €), correspondiente a una longitud de 400 m (que según el R.D. 635/2006 de seguridad en túneles, es la que exige un menor número de instalaciones) no cumple la condición 3.5 de la D.I.A., ya que las alturas máximas de desmonte alcanzadas a la salida del túnel (lado Este) son del orden de los 16,00 m (por encima de los 8,00 m que solicita la D.I.A), además de no evitar la reposición de la Cabañera Real y no superar por completo la cuenca colgada por la trinchera.

Con el doble objetivo de, por un lado, reducir al máximo el incremento de presupuesto que implica la incorporación del falso túnel (longitud óptima 400 m o menor), y por otro, cumplir el condicionado 5.3 de la D.I.A; en Fase 2 se analizó cuanto había que subir la rasante desde el 4% (Trazado inicial) para dar cumplimiento a estos dos condicionantes. El perfil longitudinal necesario con el que esto se consigue asciende al 4,60% (< 5%) con un parámetro del acuerdo vertical  $K_v=15.300$

Con una inclinación del 4,6% se comprobó que el nivel de servicio en este tramo no disminuía por debajo del fijado en el año horizonte (Nivel de servicio C), en cuyo caso habría sido necesario incorporar un carril adicional. Dichos cálculos son los que se recogen a continuación:

Para el cálculo del nivel de servicio (HCM-2000) el parámetro determinante es la Densidad que se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$D [vl/km/c] = V_p/FFS$$

Siendo:

$V_p$  = intensidad de servicio real por carril expresada en vl/h/c

$$V_p = \frac{V}{PHF \times N \times f_{VP} \times f_p}$$

FFS = velocidad libre [km/h]

$$FFS = BFFS - f_{LW} - f_{LC} - f_N - f_{ID}$$

Donde:

- $V = IMH_{30} (2033) = 2.179$  veh/hora.
- $PHF =$  factor de hora punta = 0,90.
- $N =$  N° carriles = 2
- $f_{vp} = 1/[1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)] = 0,781$ 
  - $P_T =$  Porcentaje de vehículos pesados = 11,20%.
  - $E_T =$  Equivalente en vehículos ligeros de camiones y autobuses en rampas especiales [Tabla 23-9 HCM-2000]:
    - Rampa = 4,60%
    - Longitud = 1.954 m (aprox. 2 Km)
- $P_R =$  Porcentaje de vehículos de recreo = 0
- $E_R =$  Equivalente en vehículos ligeros de vehículos de recreo = 0
- $f_p$  Factor por tipo de conductor. Para conductor habitual  $f_p = 1$ .
- $f_{LW}$  Factor por ancho de carril. ( $a = 3,50$  m →  $f_{LW} = 1,00$  Km/h).
- $f_{LC}$  Factor por despeje lateral. (Despeje  $\geq 1,80$  m →  $f_{LC} = 1,00$  Km/h).
- $f_N$  Factor por número de carriles. ( $N = 2$  →  $f_N = 7,30$  Km/h).
- $f_{ID}$  Factor de reparto de tráfico ( $L = 2$  Km  $< 3,30$  Km →  $f_{ID} = 0,0$  Km/h).

Por lo tanto:

$$\left. \begin{aligned} FFS &= 120 - 1 - 1 - 7,30 = 110,70 \text{ Km/h.} \\ VP &= 2.179 / (0,90 \times 2 \times 0,781 \times 1) = 1.550 \text{ vl/h/c} \end{aligned} \right\} \rightarrow D = 14,00 \text{ vl/km/c}$$

Entrando en la tabla 23-2 del HCM-2000 se comprueba que el nivel de servicio continúa siendo el "C" por lo que no es necesario disponer un carril adicional.

De este modo la altura máxima de desmonte en la trinchera Oeste a la entrada del túnel era de 15,92 m < 17 m y de 8,00 m en la trinchera Este a la salida del túnel. Además, quedaba limitada la altura de los terraplenes antes y después, no superándose en ningún caso los 10,00 m de altura. Por el contrario, con estas soluciones se hacía necesario incorporar la reposición de la carretera A-1217 mediante la ejecución de un paso superior, así como la de la Cabañera.

Con este ajuste del perfil longitudinal se analizaron dos posibles soluciones para el falso túnel. Una primera de 400 m de longitud y una segunda algo más optimizada en la que se conseguía reducir la longitud de éste hasta los 325 m. No obstante, el encaje de estas dos soluciones presentaba diversos inconvenientes que

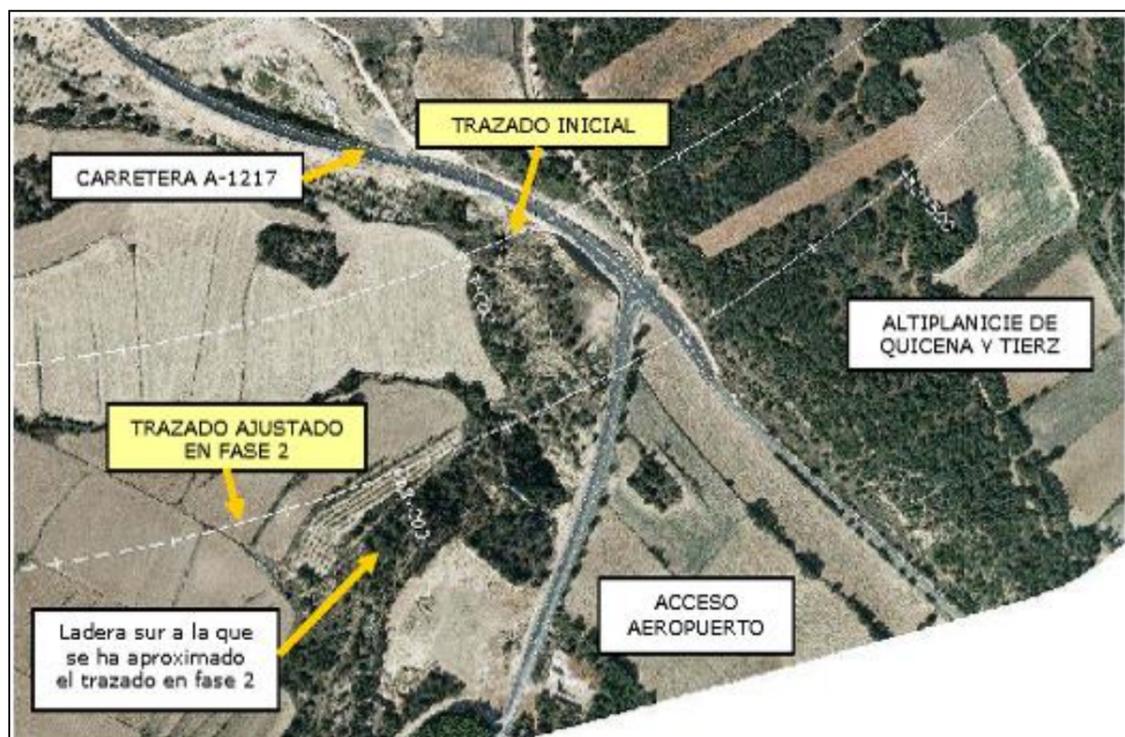
impedían percibir estas soluciones como las más adecuadas desde el punto de vista técnico, y cuya única ventaja residía en la rebaja presupuestaria que con ellas podría conseguirse, pero claramente el problema no quedaba completamente resuelto. Estos inconvenientes, fácilmente apreciables revisando los perfiles longitudinales de estas soluciones eran los siguientes:

1. Desde el punto de vista estético ambas soluciones presentaban desmontes muy largos tanto a la entrada como a la salida. Si bien la altura de estos quedaba limitada a los valores exigidos en la D.I.A.
2. En ningún caso se consigue reponer la cuenca colgada ni la Cabañera Real.
3. Dada la posición del "Enlace Aeropuerto" sería necesario incorporar el ramal "Aeropuerto - Siétamo" dentro del túnel. Además atendiendo a la normativa vigente la longitud mínima sin cambio en el número de carriles tanto a la entrada como a la salida del túnel debería ser la mayor de estas dos:
  - Según la instrucción 3.1-IC 250 m.
  - Según el apartado 2.1.3 del R.D. 635/2006<sup>1</sup> 334 m.

Por lo tanto, para la primera solución (Falso túnel de 400 m) el inicio del carril de aceleración para el ramal "A-1217 - Siétamo" debería situarse al menos en el P.K. 13+894, mientras que el inicio del carril de deceleración del ramal "Siétamo - A-1217" no podría situarse después del P.K. 12+826. Para la segunda (Falso túnel de 325 m) estos PP.KK. serían el 12+776 y 13+769, respectivamente. Por lo tanto al incremento de presupuesto debido al aumento de la sección del túnel en sentido Lleida, habría que sumar el correspondiente a la prolongación en casi 700 m de los ramales antes señalados.

Poco después de este análisis se realizó una visita a la zona para analizar estas cuestiones "in situ" y lograr alcanzar una mejor solución al problema. Ésta vino finalmente de la mano de la modificación del trazado en planta y consistió en llevar a cabo un desplazamiento de la traza hacia el Sur de aproximadamente 170 metros, apoyándose la traza sobre una ladera situada al Sur. Esto permite comenzar a subir antes a la altiplanicie, sin generar grandes terraplenes en la subida, pudiendo elevarse la rasante para acometer la altiplanicie desde una cota más alta, sin que ello implique la formación de grandes terraplenes en la subida. De este modo, la topografía contribuye a mejorar el encaje del perfil longitudinal de la autovía, ya que se consigue rebajar la inclinación hasta el 4,2% manteniéndose los desmontes generados dentro de los límites marcados por la Declaración de Impacto Ambiental, al conseguir reducir en 10 m la cota roja en el tramo referido por la D.I.A. Además la altura de los terraplenes generados en la subida se reduce y no se superan los 7,50 m.

<sup>1</sup> Según el apartado 2.1.3 del R.D. 635/2006: "Con excepción del carril de emergencia, se mantendrá el mismo número de carriles, tanto dentro como fuera del túnel. Cualquier cambio en el número de carriles se producirá a una distancia suficiente de la boca del túnel. Esta distancia será, como mínimo, la distancia recorrida en 10 segundos por un vehículo que se desplace a la velocidad máxima autorizada". A una velocidad de 120 Km/h esta distancia es de 334 m.



#### 4.2.- AJUSTES DEL TRAZADO INICIAL

En el epígrafe anterior se han relacionado los cambios introducidos en el trazado inicial (Solución B de Fase 1) y que dieron lugar a lo que ahora se ha notado como "Ajustes del trazado inicial". A continuación se resumen los tramos afectados por estos ajustes y el modo en el que estos se produjeron tanto en planta como en alzado.

##### TRAMO DEL P.K. 4+500 AL 7+500

CONDICIONANTE: Reducción del volumen de terraplén

**AJUSTE DE TRAZADO:** Se realiza una modificación de la rasante. La alineación con pendiente del 0,50% se sustituye por dos, una primera descendente con pendiente del 1,39%, para reducir la altura de los rellenos entre los PP.KK. 4+500 y 5+700 y que obliga a la reposición de la carretera A-1212 mediante un paso superior, y otra ascendente de pendiente 0,5% que permita la obtención de una altura suficiente para el cruce del río Isuela cumpliendo en todo momento los criterios hidráulicos de reposición que marca la normativa vigente y la propia Confederación Hidrográfica del Ebro. El parámetro del acuerdo cóncavo generado es de valor 15.000, mientras que los acuerdos convexos anterior y posterior se definen con acuerdos de valor 16.000 y 50.000, respectivamente. En resumen, se generó un punto bajo en el perfil longitudinal que ha permitido seguir cumpliendo con los gálibos necesarios en los cruces y a la vez reducir el volumen de los rellenos (altura media de terraplén = 5,40 m, Volumen de rellenos = 582.234 m<sup>3</sup>).

##### CRUCE DE LA CARRETERA A-1212

CONDICIONANTE: Reducción del volumen de terraplén y mejora de la visibilidad en la reposición de este vial.

**AJUSTE DE TRAZADO:** En el ajuste de trazado indicado anteriormente la segunda de las alineaciones (rampa al 0,50%) genera una cota roja al cruce de la carretera A-1212 de 0,95 m permitiendo la reposición de este vial mediante un paso superior.

##### CRUCE DEL RÍO ISUELA

CONDICIONANTE: Reducción de la afección a la vegetación de ribera.

**AJUSTE DE TRAZADO:** Se ha desplazado el trazado en planta inicial aproximadamente unos 155 m hacia al Sur. Para ello, la alineación circular de radio 5.000 m que se extendía desde el P.K. 4+050,43 al 7+446,60 se ha sustituido por una primera alineación circular de radio 3.300 m (con punto de paso obligado en la zona en la que se desea quede materializado el cruce sobre el río Isuela), seguida de otra de radio -8000 m (con la que se vuelve a dirigir el trazado hacia el Norte para buscar su posición inicial antes del enlace con la carretera A-1213). A la altura del P.K. 8+020. para la curva horizontal de radio 3.300 m se han encajado las correspondientes clotoides de parámetro A=1.130, mientras que para la curva de radio 8.000 no se ha incorporado transición, como así lo permite la norma 3.1.-IC al ser su radio mayor de 5.000 m.

##### TRAMO DEL P.K. 8+500 AL 10+500

CONDICIONANTE: Reducción de la afección a afloramientos rocosos y carrasacas dispersas

**AJUSTE DE TRAZADO:** El trazado en este tramo estaba constituido inicialmente por una curva circular de radio -3.300 m. Para conseguir desplazar el trazado hacia el Sur y disminuir las afecciones señaladas, se ha reducido el radio de esta curva hasta los -1.500 m. A continuación se define otra alineación circular de radio 2.000 m (2.700 m en el trazado inicial) con la que se consigue mantener prácticamente en la misma posición el cruce sobre la carretera A-131 (P.K. 10+636). Para estas curvas horizontales de radio -1.500 y 2.000 se han encajado clotoides de parámetros 550 y 680, respectivamente.

##### TRAMO COMPRENDIDO ENTRE LOS PP.KK. 10+000 AL 14+500. SUBIDA A LA ALTIPLANICIE DE QUICENA Y TIERZ

CONDICIONANTE: Mejora de la inclinación de la rasante. Control de la altura de los desmontes generados sin necesidad de incorporar falso túnel.

**AJUSTE DE TRAZADO:** En este tramo se han llevado a cabo ajustes tanto en planta como en alzado. En primer lugar para mejorar la subida a esta formación se ha desplazado el trazado de la variante unos 170 m hacia el Sur. Para ello, la curva y contracurva de radios 2.700 y -1.450 se han sustituido por otras dos, curva y contracurva, de radios 2.000 y -1.500, habiéndose fijado la segunda de ellas para asegurar que la subida se realiza por la zona antes indicada y que más conviene al perfil longitudinal. Las clotoides asociadas a estas dos curvas horizontales son de parámetro 680 y 510, respectivamente.

En la siguiente tabla se recogen las características geométricas mínimas:

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS MÍNIMAS (vP = 120 km/H)	
Longitud total	15.400 m
Radio mín.	1.500 m
Long. recta máx.	-
Long. recta curvas S mín.	-
Long. recta curvas O mín.	-
Retranqueo mín.	0,34 m < 0,50 m <sup>(NOTA-1)</sup>
Var. Azimut mín.	0,058 rad
Inclinación máx.	4,20% <sup>(NOTA-2)</sup>
Inclinación mín.	0,50%
Kv cóncavo mín.	10.000
Kv convexo mín.	16.500

NOTA-1: Al realizar la revisión pormenorizada del cumplimiento normativo del trazado de este ajuste inicial, tanto en planta como en alzado, se pudo comprobar que tras la primera alineación curva de radio 5.000 se incorporó una transición de parámetro insuficiente  $A = 1.000 < 1.665$  (mínimo necesario por condiciones de percepción visual de la curva). Identificado este incumplimiento se trasladó la correspondiente rectificación al trazado finalmente seleccionado en Fase 2 y cuya justificación se recoge en el siguiente epígrafe. Dicho error se solventó eliminando la transición al tratarse de una curva circular de radio 5.000 m.

NOTA-2: La incorporación en la rasante de una alineación con inclinación superior al 4%, máximo fijado en el norma 3.1.-IC, viene justificado por la necesidad de limitar la altura de los desmontes en la trinchera comprendida entre los PP.KK. 13+110 a 13+860 a los máximos fijados por la D.I.A. No obstante en reunión mantenida con el Director de Proyecto, con fecha de 19 de abril de 2010 se acordó rectificar esta pendiente y rebajarla hasta el 4%. A esta medida se sumó la adopción de una solución para el enlace aeropuerto, ubicado en este lugar, con ramales paralelos a la variante que han permitido escalonar el desmonte en dos alturas favoreciendo su integración paisajística como solicitaba la D.I.A.

A continuación se recogen varias tablas en las que se analizó el cumplimiento de los parámetros mínimos exigidos por la norma 3.1.- IC tanto en planta como en alzado. En ellas se han señalado los dos incumplimientos detectados, cuya corrección se ha incorporado al Trazado finalmente seleccionado en Fase 2.

#### 4.3.- TRAZADO SELECCIONADO EN FASE 2

En el siguiente apartado se relacionan los ajustes finales y de detalle llevados a cabo sobre el llamado "Ajuste inicial de trazado" y que dieron como resultado el "Trazado seleccionado en Fase 2". Este trazado, como se verá más adelante es prácticamente el definitivo y proyectado en Fase 3. Tan sólo ha sido necesario realizar un último ajuste en el alzado del tronco de la variante. Dicho ajuste se ha realizado con objeto de permitir el encaje del PI-4.25 en la reposición del Camino de Cuarte a Tabernas (EJE-77), cuyo trazado, como el del resto de reposiciones del proyecto, se ajustó a partir de los datos topográficos de detalle con los que se ha trabajado en la presente fase (Fase 3).

En el epígrafe anterior se describieron los cambios de trazado ejecutados sobre el trazado inicial una vez consideradas las conclusiones del informe de supervisión, indicaciones del Director de Proyecto y las observaciones hechas en campo. Con el ajuste de trazado inicial y en coordinación con el resto de equipos del proyecto (drenaje, estructuras, servicios afectados, expropiaciones, etc.) se comprobó con detalle la bondad de los ajustes realizados, habida cuenta de que los cambios introducidos perseguían la reducción del déficit de tierras, lo que llevó a la definición de una rasante lo más ajustada posible al terreno en aquellas zonas en las que las reposiciones necesarias (ríos, cuencas, viales, etc.) así lo permitieron.

Así, en coordinación con el estudio de drenaje se fueron comprobando todos los cruces de ríos y cuencas atravesadas para garantizar que la rasante así proyectada contaba con la altura suficiente para que dichas reposiciones quedaran proyectadas cumpliendo las condiciones exigidas por la normativa vigente y el organismo con competencias en este ámbito (Confederación Hidrográfica del Ebro). A este trabajo se sumó, en coordinación con el estudio de tipología de estructuras, la comprobación de la estética de los puentes sobre los ríos, para garantizar no sólo que la reposición desde el punto de vista hidráulico era la adecuada sino que con las luces necesarias la altura de pilas resultantes fuera acorde desde el punto de vista estético. Además se comprobó en los cruces de todos los viales que con la rasante proyectada se contaba con el gálibo suficiente.

Como resultado de este trabajo se realizan los siguientes ajustes finales que conducen al "Trazado seleccionado en Fase 2". Estos fueron los siguientes:

- Cruce del barranco de Valdabrá. La cota roja para el cruce del barranco era de 2,65 m en ajuste inicial. Con esta altura de tierras se resultaban pilas del orden de 1,65 m, frente a luces del orden de 16,00 m que dan como resultado estructuras poco estéticas. Se decide rebajar la pendiente de la primera alineación del -1,15% al -1,05% consiguiéndose con ello incrementar la cota roja en el cruce del barranco (P.K. 1+215) en 2,34 m, lo que permite mejorar la estética de la estructura y garantizar la reposición hidráulica del barranco con mayor holgura.
- Reposición del Camino del Carrascal. Este camino permite el acceso hasta el embalse de Valdabrá. Actualmente este embalse constituye una de las principales fuentes de abastecimiento de agua de boca a Huesca, existiendo una conducción de agua cuyo trazado discurre en paralelo a este camino en el entorno del cruce de la variante. Con objeto de evitar afecciones a esta infraestructura lo recomendable es proceder a la reposición de este vial mediante la ejecución de un paso inferior tipo puente, salvándose a la vez camino y conducción. El trazado ajustado inicialmente no contaba con la altura suficiente por lo que hubo de elevarse la rasante en 1,00 m. El incremento se efectuó sobre la segunda alineación del perfil longitudinal manteniéndose la misma inclinación (rampa al 0,50 %).
- Cruce del Río Isuela y Carretera A-1212. Con la intención de reducir el déficit de tierras se proyecta la reposición de la carretera A-1212 mediante la ejecución de un paso superior. Para ello en el ajuste inicial se encajó la rasante prácticamente a nivel de la carretera. Con ello la cota de la variante a la

altura de este cruce (P.K. 6+019) era la 410,94, resultando una cota roja en el cruce del río Isuela de 5,29 m. El estudio hidrológico de este río arrojaba para un período de retorno de 500 años una cota de elevación del agua de 409,99 m, sin considerar la correspondiente sobreelevación, por lo que contando con los resultados del análisis hidráulico de este río se eleva la rasante en este tramo. En este punto el trazado estaba constituido por una rampa ascendente al 0,50%. Se modifica su trazado elevándola 2,90 m e incrementando la inclinación al 0,85%, con lo que resulta entonces una cota roja en el cruce del río Isuela de 8,51 m y una cota en el cruce de la carretera A-1212 de 413,205, que si bien, perjudica a la reposición de este vial mediante un paso superior, sí garantiza que la posición en alzado de la variante es la correcta con los márgenes exigidos por la normativa en cuanto al cruce de ríos y protección de la infraestructuras ante avenidas (T=100 y 500 años), en este caso, correspondientes al río Isuela.

- Afección a parcela con riego tipo pivot en el entorno de los PP.KK. 5+300 a 6+000. Como ya se indicó antes el desplazamiento hacia el Sur de la traza con objeto de situar el cruce sobre el río Isuela en una zona con menor afección a la vegetación de ribera, implica una mayor afección al segundo sistema de riego tipo pivot situado en el entorno del P.K. 5+700. Con objeto de permitir que el eje del pivot quedara operativo para así poder salvar al menos un sector del riego, se midió la distancia a la que quedaba la traza de este elemento, comprobándose que éste quedaba dentro de la banda de expropiación. Por ello se decidió ejecutar un ligero desplazamiento de la traza hacia el Norte de aproximadamente 3,50 m para salvar así el eje del pivot y limitar la afección al sistema de riego.
- Cruce de la Acequia del Molino. En esta Fase se han efectuado levantamientos taquimétricos en la zona de cruce del barranco de Valdabrá, los ríos atravesados (Isuela, Flumen y Botella) así como de las acequias más importantes, como son la "Acequia Madre" y la "Acequia del Molino". Se decidió adelantar estos trabajos para garantizar la correcta reposición de todos ellos. Así, pudo constatarse la necesidad de elevar la rasante en el cruce de la acequia de Molino para permitir el encaje del correspondiente marco para su reposición (los detalles de estas reposiciones se incluirán en la siguiente Fase). En esta zona la rasante del trazado ajustado inicialmente, estaba constituida por una pendiente al 0,50 %. Esta se eleva del orden de 1,90 m, para permitir la correcta reposición de esta acequia (P.K. 7+650) y a continuación se inserta una nueva alineación, también descendente, ésta al 1% con objeto de limitar la altura de la rasante en el cruce de la carretera A-1213. Dicho vial queda repuesto mediante un paso superior en el enlace del mismo nombre.

A estas modificaciones hay que añadir las indicadas en el epígrafe anterior, para garantizar el cumplimiento de los parámetros que exige la norma 3.1.-IC para una velocidad de proyecto de 120 Km/h. Estos fueron:

- Eliminación de la transición de parámetro 1.000 (inferior a los 1165 mínimos que exige la norma de trazado) asociado a la primera curva circular de radio 5.000 m.
- Rebaja de la pendiente máxima encajada del 4,20 al 4,00%. La incorporación de una alineación con inclinación superior al 4%, máximo fijado en el norma 3.1.-IC, quedaba justificada por la necesidad de limitar la altura de los desmontes en la trinchera comprendida entre los PP.KK. 13+110 a 13+860 a los máximos fijados por la D.I.A. No obstante en reunión mantenida con el Director de Proyecto, con fecha de 19 de abril de 2010 se acordó rectificar esta pendiente y rebajarla hasta el 4%. A esta medida se sumó la adopción de una solución para el enlace aeropuerto, ubicado en este lugar, con ramales paralelos a la variante que han permitido escalonar el desmonte en dos alturas favoreciendo su integración paisajística como solicitaba la D.I.A.

### 5.- TRAZADO PROPUESTO. FASE 3

Durante los trabajos desarrollados en la presente fase (fase 3), no se han detectado nuevos condicionantes que hayan obligado a nuevos ajustes en el trazado seleccionado en la fase anterior comentado en el epígrafe anterior.

Las observaciones recogidas en el Informe de supervisión precedente, no requieren tampoco cambios o nuevos ajustes de trazado, habiéndose justificado adecuadamente todas ellas en la contestación al mismo.

En esta fase se han realizado los trabajos topográficos de detalle necesarios para comprobar los encajes de estructuras realizadas y los trazados proyectados en las reposiciones previstas en el proyecto. Con esta taquimetría de detalle y una vez ajustados dichos trazados se pudo comprobar que en el caso de la reposición del Camino de Cuarte a Tabernas la rasante de la futura variante no permitía el encaje del paso inferior necesario PI-4.25 (marco 7,00 x 5,00) con gálibo suficiente. Dicho inconveniente quedó subsanado elevando la rasante de la variante 40 cm en el tramo comprendido entre los PPKs 1+700 a 4+500 (tramo en rasante uniforme al 0,50%). Este ha sido el único ajuste necesario y con él se obtiene finalmente el trazado propuesto como solución para la "Variante Sur de Huesca desde el Enlace de Valdabra en la autovía A-23 al enlace de Siétamo de la autovía Lleida – Huesca (A22)", cuya justificación técnica se recoge a continuación.

Esta justificación se basa en la descripción del diseño en planta y alzado estudiando el cumplimiento de la Norma 3.1.-IC de Trazado en función de la velocidad de proyecto adoptada, teniendo en cuenta la visibilidad de parada disponible y necesaria que condicionará a su vez la sección transversal adoptada, especialmente, en lo referente a las bermas de despeje necesarias.

#### 5.1.- DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO PROYECTADO

El trazado de la futura Variante Sur de Huesca comienza en el llamado Enlace de Valdabra, con el que se lleva a cabo la conexión de la variante con el trazado de la autovía A-23.- "Zaragoza – Huesca", y finaliza en el llamado Enlace de Siétamo con el que se conecta con el tramo Siétamo – Velillas de la autovía A-22.- "Lleida – Huesca", actualmente en Fase de construcción. Además de estos dos enlaces, a lo largo de su trazado se localizan otros dos, el enlace con la carretera A-1213, situado a la altura de P.K. 8+000 y el llamado "Enlace Aeropuerto", a la altura del P.K. 13+500 con el que se resuelve la conexión con la carretera A-1217 que da acceso desde Huesca al aeropuerto "Huesca – Pirineos".

La descripción que a continuación se recoge corresponde al trazado del tronco de la variante, analizándose en un epígrafe posterior el trazado de los ramales directo y semidirecto de los enlaces inicial y final. Así, el origen del trazado del tronco de la variante se sitúa en el p.k. 1+120, poco después de que termine la cuña correspondiente al carril de aceleración para la incorporación del movimiento Huesca-Lleida a la variante. El final se sitúa en el p.k. 16+500, poco antes de que comience la cuña correspondiente al carril de deceleración para salida desde la variante, del movimiento Zaragoza-Huesca. La longitud total del tronco es por tanto de 15.380 m. Sumando la longitud de los ramales directos de Siétamo y Valdabra, de 3.478,79 y 1.742,59 m respectivamente, resulta una longitud total de 20.601,38 m.

El trazado comienza con una curva de radio 5.000 m que se desarrolla hasta llegar al P.K. 1+765,51. En este tramo, y a la altura del P.K. 1+214 se cruza de forma muy esviada el Barranco de Valdabra. El terreno en esta zona presenta una suave pendiente hacia Sureste del orden del 1,20% como marca el barranco de Valdabra, que en esta zona se caracteriza por presentar una sección muy cerrada y encajada con márgenes muy llanas, como si de una acequia se tratara. La rasante del tronco en el P.K. 1+120 se sitúa a la cota 413,383 (cota roja = 6,06 m) y se desarrolla con una pendiente similar a la del terreno, 1,05%, dando lugar

a la formación de los correspondientes rellenos que en este primer tramo (PP.KK. 1+120 a 1+200) alcanzan una altura media de unos 6,50 m.

Según la variante se va separando del trazado del barranco de Valdabra la pendiente del terreno se va suavizando más, teniéndose en el tramo comprendido entre los PP.KK. 1+400 a 2+200 una inclinación media de tan sólo el 0,50 %. A la altura del P.K. 1+400 se produce el cruce con el Camino de San Juan Alto. En este punto, la rasante presenta su primer punto bajo, ya que a la pendiente del 1,05% le sigue una rampa al 0,50%. El acuerdo vertical cóncavo que se forma es de parámetro  $K_v = 22.000$  y queda situado dentro de la primera curva horizontal del trazado ( $R=5.000$  m).

Entre los PP.KK. 2+200 y 2+700 la variante atraviesa una primera elevación de aproximadamente 16 m de altura sobre la que se localizan, como es característico en la zona, algunas carrasacas dispersas. En este tramo el trazado discurre con una rampa al 0,50% provocando la formación del primer desmonte, éste de poca entidad (5,50 m). Una vez superada esta elevación se cruza un primer valle. A lo largo de la margen Este del mismo se sitúa el Camino del Carrascal, que es cruzado por la variante a la altura del P.K. 2+950. En este tramo la autovía discurre en terraplén alcanzándose en el punto más bajo de este valle una altura de tierras de aproximadamente 8,50 m.. La variante continúa ascendiendo con una pendiente del 0,50%, con la que se atraviesa la primera altiplanicie importante del tramo. Se trata de una meseta de unos 28,00 de altura en su lado Oeste y 19,00 en su cara Este que se extiende a lo largo de los PP.KK. 3+100 a 3+800. Se tiene aquí la primera trinchera importante del tramo, con una longitud de unos 700 m y altura media de desmonte de 17,00 m. Sobre esta meseta se localizan dos granjas, quedando una de ellas, la situada más al Norte, afectada por el trazado de la variante.

En planta, a partir del P.K. 1+795 el trazado ha comenzado a girar hacia el Noreste con una curva de radio  $R = -2.075$  m con la que el trazado se aleja de la granja situada más al Sur. Con esta curva se consigue también limitar la afeción a la masa de carrasacas situada al Sur de la traza entre los PP.KK. 3+500 y 3+700, como así se prescribía en la D.I.A.

Entre los PP.KK. 3+230 y 3+580 el talud del desmonte correspondiente a la margen izquierda se ha proyectado escalonado con sendas bermas que en el tramo de mayor ancho son de 65,00 m cada una. Se proyecta de este modo el talud al confluir en este tramo tres aspectos, el primero y más importante de carácter medioambiental. Al interrumpirse con el trazado la alineación perimetral de carrasacas de este entorno, la habilitación de estas plataformas permite ejecutar una plantación de esta misma especie que vuelva a dar continuidad a la configuración existente consiguiéndose la integración paisajística del desmonte. El segundo aspecto está vinculado a la expropiación: con el trazado se ve afectada parte de la granja quedando esta inservible para su función, por lo que para evitar un conflicto expropiatorio conviene ocupar la mayor superficie de ésta ejecutándose su demolición completa. Por última la apertura de esta excavación permite asegurar la obtención de material de buena calidad evitando tener que recurrir a nuevos préstamos no contemplados en el E.I. y por lo tanto sin el amparo de la D.I.A.

El trazado de la variante una vez superada la meseta queda prácticamente a nivel con el terreno. Ante esta meseta se desarrolla un terreno que presenta una suave pendiente hacia el Sureste. En planta el trazado continúa girando suavemente hacia el Noreste con la curva de radio  $R = -2.075$  m para cambiar de dirección a la altura del P.K. 4+207, un poco antes de cruzar el camino de Cuarte a Tabernas. A partir de este punto la futura autovía describe una curva de radio  $R=2.900$  m con la que se cruza el trazado de la Variante Ferroviaria de Huesca y el de la Línea de FF.CC. Zaragoza – Canfranc, y con la que se va a buscar el cruce del río Isuela, varios kilómetros más adelante.

Volvemos varios kilómetros hacia atrás, a la altura del cruce del Camino de Cuarte a Tabernas; en este punto, la variante todavía sigue subiendo con una pendiente del 0,50% hasta alcanzar la Variante Ferroviaria de Huesca. Los condicionantes llegados a este punto son el cruce con el ferrocarril y la reposición del Camino de Cuarte a Tabernas. Con los levantamientos taquimétricos efectuados en esta fase se comprobó el encaje de las estructuras asociadas a estas reposiciones. En el caso del camino, que se repone con un paso inferior (PI-4.25. Marco 7,00 x 5,00), el ajuste de trazado de este vial exigió elevar la rasante en este tramo 40 cm, con ello se consigue encajar el marco manteniendo en el paso los 5,00 m de gálibo vertical necesarios. Con este ajuste en la rasante, y tomando como referencia los datos topográficos tomados de las cabezas de carril de las líneas ferroviarias se comprobó que el cruce de la variante cumplía el gálibo mínimo exigido por ADIF (7,00 m) siendo el gálibo vertical mínimo en los viaductos de calzada derecha e izquierda, de 8,13 y 8,29, respectivamente.

Una vez superadas las líneas ferroviarias la rasante desciende con una pendiente del -2,10 % con la que se pretende limitar el volumen de rellenos que inicialmente se alcanzaban en el recorrido siguiente. Entre esta alineación y la anterior se encaja el correspondiente acuerdo convexo de  $K_v = 15.300$ . El acuerdo queda situado dentro de la curva horizontal de radio  $R=2.900$  m y al inicio de ésta.

Nos encontramos frente al tramo ocupado por una gran parcela destinada al regadío que dispone de dos sistemas de riego tipo pivot. Se trata de un terreno muy llano (pendiente del orden del 0,50%) limitado al Oeste por la Línea FF.CC. Zaragoza – Canfranc y al este por la carretera A-1212, que se sitúa unos 3,50 m por encima de este terreno. En planta, la variante en todo este tramo (P.K. 4+700 a 6+000) describe, como ya se ha indicado, una curva circular de radio 2.900 m. En alzado se comienza bajando con una pendiente al 2,10 % para limitar la altura de los rellenos y posteriormente se sube con una pendiente suave del 0,85%, que permite por un lado cruzar la carretera A-1212 a una altura no excesivamente elevada para proceder a su reposición con un paso superior, y por otro, alcanzar la altura suficiente al cruce del río Isuela para reponer convenientemente este cauce. Se forma así un punto bajo en el perfil longitudinal a la altura del P.K. 5+630 en el que se encaja el correspondiente acuerdo cóncavo de  $K_v= 11.000$ . Dicho acuerdo queda situado en coincidencia con la parte final de la curva horizontal de radio 2.900 m.

En planta el cambio de dirección se produce a la altura del P.K. 6+229, una vez superado el cruce del río Isuela. A partir de aquí el trazado comienza a girar muy ligeramente hacia el noreste con una curva horizontal de radio  $R = -8.000$  m que se desarrolla hasta el P.K. 7+408, hasta llegar prácticamente al comienzo del enlace con la carretera A-1213, donde se vuelve a describir otra curva horizontal esta vez de radio 5.000 m.

El tramo comprendido entre el Río Isuela y la carretera A-1213 se caracteriza por la sucesión de varias parcelas destinadas todas ellas al cultivo de regadío. En cuanto a la morfología se observa que el Río Isuela queda encajado en una plataforma o meseta ligeramente elevada (2,65 m); lo mismo sucedería entre los PP.KK. 7+200 y 8+200. De este modo el tramo entre PP.KK. 6+640 y 7+200 quedaría limitado entre estas dos pequeñas mesetas, presentando en esta zona el terreno una suave pendiente hacia el Sureste. En todo este tramo el trazado discurre en terraplén. Inicialmente desciende con una pendiente del 0,50%, cruzando a la altura del P.K. 6+940 la Cabañera de Huesca a Grañén, que se repone con un paso inferior (Cota Roja = 10,04 m); a continuación se aumenta la pendiente hasta el 1,00% para facilitar la reposición de la carretera A-1213, en el enlace del mismo nombre, con un paso superior. Como ya se comentó en el epígrafe anterior, la reposición de la acequia del Molino en el P.K. 7+647 ha impedido poder bajar más la rasante en este tramo. El acuerdo convexo que se crea entre estas dos alineaciones se resuelve con un parámetro de valor  $K_v = 31.000$  que queda situado dentro del desarrollo de la curva circular de radio 5.000.

Una vez superado el Río Flumen el trazado describe una curva de radio  $R = -1500$  m que permitió el desplazamiento de la variante hacia el Sur, con el objeto de limitar la afección a varas superficies constituidas por afloramientos rocosos con carrascas dispersas. Una vez cruzado el río Flumen la morfología del terreno comienza a cambiar presentando una pendiente media de subida del orden del 1,50 % y que asciende según nos acercamos a las estribaciones de la altiplanicie de Quicena y Tierz. A lo largo del desarrollo de la curva circular de radio -1.500 m la variante va subiendo con una pendiente del 1,19 %, similar a la del terreno. Entre esta alineación y la anterior se forma el correspondiente acuerdo cóncavo que queda situado a la altura del cruce del río Flumen. La cota roja alcanzada en el cruce de este cauce es de 6,80 m. El acuerdo vertical cóncavo se resuelve con un parámetro  $K_v = 12.000$  y se sitúa dentro de la curva horizontal de radio 5.000 y al final de su desarrollo.

Como ya se ha indicado una vez superado el cauce del Río Flumen y a la altura del P.K. 10+400 en terreno comienza a subir, al principio con una pendiente suave del 1,50% que según se va recorriendo la traza comienza a aumentar pasando por el 2% luego el 4% y finalmente el 30%, ya en la cara Oeste de la altiplanicie de Quicena y Tierz. Este tramo se extiende desde el P.K. 8+500 al P.K. 13+000 (al pie de la altiplanicie). En planta la nueva autovía describe primero una curva circular de radio  $R= -1.500$  m con la que se consigue sortear en gran medida los afloramientos rocosos dispersos comprendidos entre río Flumen y la carretera A-131. A partir del P.K. 10+165 se cambia de dirección con una curva circular de radio  $R= 2.000$  m.. Este cambio permitió desplazar la traza hacia el Sur para poder apoyar el trazado en la ladera Norte de una primera meseta, previa a la altiplanicie de Quicena en la que se sitúa el aeropuerto de Huesca – Pirineos. Con ello se consigue desplazar el punto en el que se acomete la segunda meseta (más alta) en un punto más alto que el que se daba más al Norte con el trazado inicial. La altiplanicie de Quicena y Tierz se acomete finalmente con una alineación curva de radio  $R = -1500$  m. En este tramo, entre otros se localiza el cruce con la carretera A-131, a la altura del P.K. 10+630, que se repone con un paso inferior tipo puente.

En alzado según se va incrementando la pendiente del terreno se suceden tres rampas de inclinaciones 1,19%, 1,85% y 4%, con la que finalmente se acomete la altiplanicie. Entre estas tres alineaciones se conforman dos acuerdos cóncavos de parámetros 35.000 y 12.000, respectivamente. Ambos acuerdos quedan localizados al final de los desarrollos de las curvas circulares de radio -1.500 y 2.000, respectivamente.

Una vez alcanzada la cara Este de esta altiplanicie (de pendiente mucho más suave) el trazado en planta continúa describiendo la curva de radio 2.000 hasta el P.K. 14+480, donde el trazado gira hacia el Sureste con una curva de radio  $R=2.900$  m para conseguir aproximarse a la Glorieta final del tramo Siétamo – Velillas de la autovía A-22 con la que finalmente conecta (Enlace de Siétamo). El alzado una vez se sale a la altura del P.K. 14+000 se comienza a descender con una pendiente primero del 0,50% seguida de otra al 1,15% con la que se conecta ya con los ramales directo y semidirecto del enlace de Siétamo, cuyo trazado se describe bajo el epígrafe 5.4. El primer acuerdo vertical convexo, situado en el punto alto de la subida a la altiplanicie se encaja con un parámetro  $K_v= 16.500$ , localizado al final del desarrollo de la curva circular de radio -1.500 m, y el último también convexo, es de parámetro  $K_v= 40.000$  y se localiza dentro del desarrollo de la curva circular última de radio 2.900 y al comienzo de ésta.

A continuación, en las siguientes tablas se indica el cumplimiento de la Norma 3.1.-IC de Trazado, tanto en planta como alzado:

A continuación se indican las características más relevantes del trazado en alzado

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS MÍNIMAS (vP = 120 km/H)	
Longitud total	15.380 m
Radio mín.	1.500 m
Long. recta máx.	-
Long. recta curvas S mín.	-
Long. recta curvas O mín.	-
Retranqueo mín.	0,58 m
Var. Azimut mín.	0,058 rad
Inclinación máx.	4,00%
Inclinación mín.	0,50%
Kv cóncavo mín.	11.000
Kv convexo mín.	15.300

Como se puede apreciar tanto el trazado en planta como en alzado cumplen los parámetros mínimos exigidos por la Norma de trazado 3.1.- IC, para una velocidad de proyecto de 120 Km/h.

Además se afecta a las siguientes carreteras:

- Carretera nacional N-330. (Enlace de Valdabrá).
- Carretera autonómica A-1212.
- Carretera autonómica A-1213.
- Carretera autonómica A-131
- Carretera autonómica A-1217
- Carretera autonómica A-1219

y a dos líneas de ferrocarril:

- Variante ferroviaria de Huesca.
- Línea ferroviaria Zaragoza – Canfranc.

EJE	PK	Accesos	Descripción	Observaciones
EJE-69	8+000 A 8+300	• Cno. Enlace. Accesos M.I. PK 8+000 – 8+300	Reposición de accesos en margen derecha y margen izquierda de la variante entre los PP.KK. 8+000 y 8+300	Para el cruce de la nueva variante se aprovecha el primer vano del viaducto sobre el río Flumen Este camino queda también conectado con la carretera A-1213 y la variante a través de las dos glorietas del enlace de la A-1213.
EJE-95	10+300 A 10+600	• Cno. Enlace. Accesos M.I. PK 10+300 a 10+600	Reposición de accesos en margen derecha entre los PP.KK. 10+300 y 10+600. Con esta reposición se conecta además el camino de Sariñena con la carretera A-131. El cruce de esta reposición se repone bajo la variante con un paso inferior tipo puente con dos vanos, uno para este camino y otro para la A-131, paralelo a la cual discurre en el cruce de la variante.	P.I.-10.63
EJE-110	13+780 A 14+710	• Cno. enlace. Accesos M.I. PK 13+780 - 14+710	Reposición de accesos en margen izquierda entre los PP.KK. 13+780 y 14+710. El cruce de la variante se realiza aprovechando el paso superior PS-14.71	-
EJE-113	0+200 (EJE-99)	• Cno. enlace. Accesos M.D. EJE-99. Hasta PK 0+200	Con este camino de enlace se garantiza el acceso a las parcelas situadas poco después del puente sobre el río Botella.	-

Nº	D.O.	CLASE	OBSERVACIONES	DENOMINACIÓN
1	0+124	E	Reposición N-330 sobre la autovía A-23	P.S.-0.12 s/A-23 (E.VALDABRA. EJE-16)
2	4+674	E	Variante ferroviaria de Huesca y Línea de FF.CC. Zaragoza - Canfranc	Viaducto s/ FFCC
3	6+066	PS	Carretera A-1212	P.S.-6.06
4	8+025	PS	Carretera A-1213, en el enlace del mismo nombre	P.S.-8.02
5	10+636	PI	Carretera A-131	P.I.-10.63
6	13+189	PS	Carretera A-1217. Se repone a través de una glorieta en el Enlace aeropuerto. Esta glorieta se sitúa por encima de la nueva variante haciendo necesaria la ejecución de pasos superiores.	P.S.-13.18 y P.S.-13.30
8	0+830	PI	Repos. A-1219 bajo Ramal directo Zaragoza - Lleida en el Enlace de Siétamo	P.I.-0.83 (E. SIÉTAMO. EJE-96)
9	0+850	PI	Repos. A-1219 bajo Ramal semidirecto Lleida - Zaragoza en el Enlace de Siétamo	P.I.-0.85 (E. SIÉTAMO. EJE-97)