

ANEJO nº 20
SISTEMAS DE TRANSPORTE INTELIGENTE

ANEJO DE SISTEMAS DE TRANSPORTE INTELIGENTE (ITS)

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	1
2	CARACTERIZACIÓN DE LA VÍA Y ÁMBITO DE APLICACIÓN DE LOS ITS	1
2.1	Tipo de vía.....	1
2.2	Elementos singulares.....	1
2.2.1	Tramo 1A.....	1
2.2.2	Tramo 1B.....	2
2.2.3	Tramo 2A.....	3
2.2.4	Tramo 2B.....	3
2.2.5	Tramo 3A.....	4
2.2.6	Tramo 3B.....	4
2.2.7	Tramo 4B tramo 2+1.....	5
2.2.8	Tramo 4C tramo 2+1.....	6
2.2.9	Tramo 5B.....	6
2.2.10	Tramo 5C.....	7
2.2.11	Tramo 6B tramo 2+1.....	7
2.2.12	Tramo 6C tramo 2+1.....	8
2.2.13	Tramo 7B.....	8
2.2.14	Tramo 7C.....	9
2.2.15	Tramo 8A.....	9
2.3	Condiciones de uso.....	10
2.3.1	Tráfico.....	10
2.3.2	Climatología.....	11
2.3.3	Modo de gestión.....	11
3	MODELO DE REFERENCIA O ESTRUCTURA GENERAL DEL CONTEXTO ITS	12
3.1	Introducción.....	12
3.2	Justificación del contexto ITS en el Estudio Informativo.....	12
3.3	Modelo de referencia o estructura general del contexto ITS.....	13
3.3.1	Diagrama general del contexto ITS.....	13
3.3.2	Elementos de nivel I: Sistemas.....	11
3.3.3	Elementos de nivel II: Infraestructura.....	11
3.4	Relación nominal de los sistemas propuestos y requisitos funcionales básicos	12
3.4.1	Sistema de circuito cerrado de televisión (CCTV).....	12
3.4.2	Estación de toma de datos.....	12
3.4.3	Estación meteorológica.....	13
3.4.4	Elementos de señalización variable.....	14
3.5	Normativa de referencia.....	15
3.5.1	Normativa general.....	15
3.5.2	Normativa técnica general.....	15
3.5.3	Normativa específica de la D.G. de Carreteras.....	15
3.5.4	Otras disposiciones y situación actual.....	15
3.6	Análisis coste/beneficio.....	15

ANEJO DE SISTEMAS DE TRANSPORTE INTELIGENTE

1 INTRODUCCIÓN

En el presente Anejo, correspondiente a la fase B del Estudio Informativo, se incluye la definición funcional y el estudio justificativo de los sistemas de transporte inteligente (ITS) que se propone se implanten en la alternativa que resulte seleccionada

2 CARACTERIZACIÓN DE LA VÍA Y ÁMBITO DE APLICACIÓN DE LOS ITS

2.1 Tipo de vía

Las tres alternativas definidas en esta fase B del Estudio Informativo se tratan de un tipo de vía correspondiente a carretera convencional C-80

2.2 Elementos singulares

En el presente Estudio Informativo se definen tres posibles alternativas, las cuales están formadas por 8 tramos cada una. Siendo la combinación de tramos la siguiente:

- Alternativa 1: Resultado de la unión de las alternativas 1A + 2A + 3A + 4C + 5B + 6C + 7C + 8A
- Alternativa 2: Resultado de la unión de las alternativas 1B + 2B + 3B + 4B + 5B + 6B + 7B + 8A
- Alternativa 3: Resultado de la unión de las alternativas 1A + 2A + 3A + 4C + 5B + 6C + 7B + 8A

El primer tramo de todos ellos, que es el más meridional, se trata del tramo 1, que tiene su punto de inicio en Sopeira. La sucesión de tramos avanza hacia el norte hasta llegar al más septentrional de todos, que es el tramo 8. Este tramo tiene su punto final en la boca sur del nuevo Túnel de Viella.

Se definen 3 tramos dónde se aprovecha el trazado existente. En el tramo 4B entre Pont de Suert y Vilaller, en el tramo 6B entre Vilaller y Bono y en el tramo 8A desde Aneto al final del

Estudio (Boca Sur del nuevo túnel de Viella) se aprovechará casi la totalidad del trazado existente. Solamente se mejorará el trazado de algunas curvas para que cumplan de carácter general las exigencias geométricas que se requieren para una velocidad de proyecto de 80 km/h según la Normativa 3.1-IC (con excepciones puntuales en las que se adopta una velocidad de proyecto de 60 km/h).

Por lo que respecta al control de accesos, la Orden de Estudio correspondiente al presente Estudio Informativo admite que las propiedades colindantes tengan acceso a la carretera. De todos modos, se ha procurado que, en la medida de lo posible, el acceso a fincas se realice a través de los tramos en desuso de la carretera N-230 actual y mediante la restitución de los caminos afectados por la traza.

A continuación se describen los tramos que conforman las tres alternativas:

2.2.1 Tramo 1A

El tramo 1A pertenece a las alternativas 1 y 3, y se sitúa en el origen del Estudio Informativo. El origen del Estudio Informativo coincide con un tramo de transición de la autovía A-14 a la carretera N-230 que se definirá en el “Proyecto de construcción autovía A-14 Lleida – Sopeira, PK 80+000 al 94+979, tramo: Puente de Montañana – Sopeira. Clave: 12-HU-6210”. En el presente Estudio se ha definido una conexión provisional entre la carretera N-230 actual y el inicio del nuevo trazado sentido Viella.

El tramo 1A tiene su inicio a unos 2 km al sur del núcleo de Sopeira, justo antes de una garganta que forma el río Noguera Ribagorzana y que recibe el nombre de *Pas d'Escales*. Es justo en esa garganta en donde se encuentra la presa del embalse de Escales.

Con el fin de salvar esa dificultad orográfica, así como la presencia del embalse, el tramo 1A discurre, en ese punto, al oeste de la actual carretera N-230 mediante un túnel (Túnel 96.1A) de 3.220 m de longitud que salva la cima denominada el *Morral Roi*. Mediante esta solución, se evita la afección a la carretera N-230 actual entre el núcleo de Sopeira y la presa de Escales, ya que esta será el acceso a la presa. Además, se evita la afección a la especie *Borderea chouardii*, cuya única población natural mundial se encuentra situada en una pequeña área próxima a la presa

En este túnel, la inclinación es del 4 % que supera la establecida en la norma de trazado 3.1 I.C pero es inferior al valor excepcional del 5% que establece la directiva Europea de seguridad en túneles (Directiva 2004/54/CE).

La salida del citado túnel se encuentra en la altura del *Barranc d'Aulet*, que se trata de un torrente de desemboca en el embalse de Escales, y que el tramo 1A lo salva mediante un viaducto de 260 m de longitud antes de apoyarse en el terreno y entrar posteriormente en un segundo túnel. El segundo túnel (Túnel 100.0A) tiene la finalidad de salvar la dificultad orográfica del *Tossal de Sant Salvador*, y presenta una longitud de 2.205 m.

Al norte de este túnel, se prevé un nuevo viaducto para salvar el *Barranc de les Casetes* y un tercer túnel para salvar la *Collada de Celles* (Túnel 102.4A). El tramo 1A finaliza en el interior de este túnel, a 500 m del emboquille sur.

Entorno al PK 95+500 se dispone un espacio reservado para el centro de control de los túneles 96.1A, 100.0A, 102.4A, 103.9A y 105.8A.

En cuanto a obras de fábrica, como se ha citado anteriormente se disponen 4 viaductos de 70 m, 260 m, 80 m y 135 m, y 2 túneles de 3.140 m y 2.205 m y la mitad sur de un tercer túnel de 920 m de longitud.

En este tramo hay dos obras de drenaje tipo cajón, una de las cuales se utiliza como paso de fauna, una obra de drenaje tipo tubo, dos muros y un paso interior (O.F.-99.3A).

A la altura de Aulet, la antigua carretera N-230 que es interceptada por el nuevo trazado. Para dar continuidad a la carretera, se prevé una obra de paso en el lado sur del barranco de Aulet y se prevén dos conexiones entre la antigua y la nueva carretera en el lado norte de dicho barranco.

La longitud total del tramo es de 7.842 m, la pendiente máxima es del 4,0 % y el radio mínimo es de 1.000 m.

2.2.2 Tramo 1B

El tramo 1B corresponde a la alternativa 2 y se sitúa en el origen del Estudio Informativo. El origen del Estudio Informativo coincide con un tramo de transición de la autovía A-14 a la carretera N-230 que se definirá en el “Proyecto de construcción autovía A-14 Lleida – Sopeira, PK 80+000 al 94+979, tramo: Puente de Montañana – Sopeira. Clave: 12-HU-6210”. En el presente Estudio se ha definido una conexión provisional entre la carretera N-230 actual y el inicio del nuevo trazado sentido Viella.

El tramo 1B, al igual que el tramo 1A, tiene su inicio a unos 2 km al sur del núcleo de Sopeira, justo antes de una garganta que forma el río Noguera Ribagorzana y que recibe el nombre de *Pas d'Escales*. Es justo en esa garganta en donde se encuentra la presa del embalse de Escales.

Con el fin de salvar esa dificultad orográfica, así como la presencia del embalse, el tramo 1B discurre en ese punto, al oeste de la actual carretera N-230 mediante dos túneles (túneles 96.4B y 98.4B) de 1.710 m y 350 m de longitud respectivamente que salvan la cima denominada el *Morral Roi*. Con el trazado que se propone, se evita la afección a la carretera N-230 actual entre el núcleo de Sopeira y la presa de Escales, ya que esta será el acceso a la presa. Por otra parte, mediante la solución en túnel se evita la afección a la especie *Borderea chouardii*, cuya única población natural mundial se encuentra situada en una pequeña área próxima a la presa. En ambos túneles, la inclinación es del 5,0. Dichas inclinaciones superan la establecida en la norma de trazado 3.1 I.C pero no se supera el valor excepcional del 5% que establece la directiva Europea de seguridad en túneles (Directiva 2004/54/CE). Por otra parte, en este tramo inicial se ha definido un viaducto de longitud de 180 m, situado antes de la boca sur del primer túnel.

La salida del segundo túnel se sitúa aproximadamente entorno al PK 111 de la carretera actual y luego la nueva carretera aprovecha en lo posible el trazado de la carretera actual, mejorando las curvas hasta dotarles un radio mínimo de 265 m, hasta la llegada al núcleo de Aulet (núcleo que no se afecta), donde se cruza el embalse de Escales mediante un viaducto de 285 m de longitud, gracias al cual se evita el recorrido actual de la N-230 a lado y lado del barranco de Aulet.

A continuación, el nuevo trazado sigue paralelo a la N-230 actual, hasta unos 200 m antes de la ermita de Rocamora, donde el nuevo trazado pasa a discurrir en túnel para salvar la dificultad orográfica del *Tossal de Sant Salvador* (túnel 101.1B), y dicho túnel presenta una

longitud de 1.090 m. La salida del túnel es próxima al barranco de Granet, que se supera mediante un viaducto de longitud 160 m.

Al final del tramo, el trazado es aproximadamente coincidente al de la N-230 actual, mejorando su trazado en planta, hasta alcanzar el barranco de les Casetes, que se supera mediante un viaducto de 130 m de longitud, al que le sigue un nuevo túnel (túnel 103.5B) de 960 m de longitud para salvar la Collada de Celles. El tramo 1B finaliza en el interior de este túnel, a 500 m del emboquille sur.

Entorno al PK 95+500 se dispone un espacio reservado para el centro de control de los túneles 96.1A, 100.0A, 102.4A, 103.9A y 105.8A.

En cuanto a obras de fábrica, se disponen 8 viaductos de 180 m, 285 m, 90 m, 125 m, 160 m, 150 m, 95 m y 130 m, y 5 túneles de 530 m, 245 m, 725 m y 350 m y 1.090 m y la mitad sur de un sexto túnel de 960 m de longitud.

En este tramo hay una obra de drenaje tipo cajón, que también se utiliza como paso de fauna, y 9 obras de drenaje tipo tubo y 11 muros.

En este tramo, el nuevo trazado se intercepta en distintos puntos el trazado actual de la N-230. Para aquellos tramos de la actual carretera que quedarán aislados y que requieren de acceso, se han previsto conexiones con el nuevo trazado. Del mismo modo, se han previsto reposiciones de caminos que resultan afectados por el nuevo trazado. Los tramos de la carretera actual que queden en desuso serán convenientemente restaurados.

La longitud total del tramo es de 8.731 m, la pendiente máxima es del 8 % y el radio mínimo es de 265 m.

2.2.3 Tramo 2A

El tramo 2A corresponde a las alternativas 1 y 3. En el inicio presenta túneles para salvar la *Collada de Celles* (Túnel 102.4A) y el *Serrat de la Creu* (Túnel 103.9A) y un viaducto de 220 m para salvar *una vaguada*. Los túneles presentan una longitud de 920 m y 210 m de longitud, si bien el inicio del tramo se encuentra en el interior del túnel, a 420 m de la boca norte del mismo.

Al salir del segundo túnel, el trazado cruza en viaducto el barranco de Tressarrado y continúa en terraplén hasta el Barranco de la Torre, dónde se dispone un viaducto de 500 m para salvarlo.

En el PK 105+200 se proyecta la intersección a nivel tipo glorieta El Pont de Suert Sur, que presenta todos los movimientos. Dada la dificultad orográfica del tramo se ha definido en planta y alzado el ramal del enlace que da acceso desde la actual carretera N-230 en El Pont de Suert a la nueva carretera.

A 300 m al norte de la glorieta finaliza el tramo 2A.

En este tramo hay cuatro obras de drenaje tipo tubo y cinco muros.

La longitud total del tramo es de 2.730 m, la pendiente máxima es del 3,0 % y el radio mínimo es de 850 m.

2.2.4 Tramo 2B

El tramo 2B corresponde a la alternativa 2. En el inicio presenta túneles para salvar la *Collada de Celles* (Túnel 103.5B) y el *Serrat de la Creu* (Túnel 105.1B) y un viaducto de 85 m para salvar *una vaguada*. Los túneles presentan una longitud de 960 m y 220 m de longitud, si bien el inicio del tramo se encuentra en el interior del túnel, a 460 m de la boca norte del mismo.

Al salir del segundo túnel, el trazado cruza en viaducto el barranco de Tressarrado y se aproxima a la carretera N-230 actual, hasta alcanzarla a la altura del PK 105+800.

A partir de este punto y hasta el final del tramo, que se corresponde al acceso sur al núcleo urbano de El Pont de Suert, el nuevo trazado es sensiblemente coincidente en planta y en alzado con el actual, con las salvedades que suponen las mejoras de las curvas del trazado en planta. De hecho, en este tramo se contemplan tres radios en planta que son inferiores a 265

m (radios de 200 m, de 230 m y de 215 m) que, a pesar de ser inferiores a lo que correspondería para una velocidad de proyecto de 80 km/h, permiten aprovechar en mayor grado el trazado actual. La orden de Estudio admite puntualmente una velocidad de proyecto de 60 km/h. Los radios en planta adoptados están también condicionados por la relación entre radios consecutivos que establece la Norma 3.1-IC.

En el PK 107+050, se proyecta el semienlace El Pont de Suert Sur, que permite acceder a El Pont de Suert desde el sur y acceder a la N-230 sentido sur desde El Pont de Suert. No se admiten movimientos por el lado norte del nudo dada la proximidad con el emboquille del túnel proyectado al inicio del siguiente tramo.

En este tramo hay dos obras de drenaje tipo cajón, tres tubos de drenaje, y ocho muros.

La longitud total del tramo es de 3.155 m, la pendiente máxima es del 6,0 % y el radio mínimo es de 200 m.

2.2.5 Tramo 3A

El tramo 3A pertenece a las alternativas 1 y 3, y se corresponde con la variante de El Pont de Suert, que se realiza por el lado oeste del núcleo urbano.

En su inicio, el trazado sigue pegado a la ladera de la montaña, por lo que es necesario disponer de un túnel. Este túnel (Túnel 105.8A) es de 950 m para salvar la vertiente del *Tossal de la Mola*. A 200 m de la boca norte de dicho túnel, se salva el *Barranc de Sirès*, mediante un viaducto de 45 m de longitud y, posteriormente, cruza el río Noguera Ribagorzana mediante un viaducto de 281 m de longitud, hasta alcanzar la carretera N-230 actual, donde se prevé una nueva intersección que se denominará El Pont de Suert Norte.

La intersección El Pont de Suert Norte consiste en una glorieta a nivel y permitirá la conexión entre el nuevo trazado de la N-230 y la carretera actual, mediante la cual se accede al núcleo urbano de El Pont de Suert por el sur y al Polígono Industrial Sorés por el norte, en este último caso a través de una reposición de la carretera actual.

En este tramo hay una obra de drenaje tipo tubo y dos muros.

Se realiza la reposición de un camino interceptado entorno al PK 106+900 a ambos lados de la carretera.

La longitud total del tramo es de 2.533 m, la pendiente máxima es del 3,0 % y el radio mínimo es de 340 m.

2.2.6 Tramo 3B

El tramo 3B pertenece a la alternativa 2 y se corresponde con la variante de El Pont de Suert, que se realiza por el lado oeste del núcleo urbano.

En su inicio, se ha previsto el semienlace El Pont de Suert Sur, con movimientos hacia el lado sur de la carretera N-230.

El trazado sigue pegado a la ladera de la montaña, por lo que es necesario disponer de un túnel. Este túnel (Túnel 105.8A) es de 950 m para salvar la vertiente del *Tossal de la Mola*. A 200 m de la boca norte de dicho túnel, se salva el *Barranc de Sirès*, mediante un viaducto de 45 m de longitud y, posteriormente, cruza el río Noguera Ribagorzana mediante un viaducto de 281 m de longitud, hasta alcanzar la carretera N-230 actual, donde se prevé una intersección a nivel tipo glorieta que se denominará El Pont de Suert Norte.

La intersección El Pont de Suert Norte permitirá la conexión entre el nuevo trazado de la N-230 y la carretera actual, mediante la cual se accede al núcleo urbano de El Pont de Suert por el sur y al Polígono Industrial Sorés por el norte, en este último caso a través de una reposición de la carretera actual.

En este tramo hay cuatro obras de drenaje tipo cajón, tres tubos de drenaje, dos muros y un paso inferior.

Se realiza la reposición de un camino interceptado entorno al PK 106+900 a ambos lados de la carretera.

La longitud total del tramo es de 2.533 m, la pendiente máxima es del 3,0 % y el radio mínimo es de 340 m.

2.2.7 Tramo 4B tramo 2+1

El tramo 4B tramo 2+1 pertenece a la alternativa 2 y comprende la carretera N-230 entre el norte del núcleo urbano del Pont de Suert y el sur del núcleo urbano de Vilaller.

Vistos los condicionantes orográficos de este tramo, más favorables que en el resto, se ha previsto en este estudio como una carretera 2+1.

Lo anterior, unido a unos requisitos ambientales detectados que se estiman menores que en otros tramos y a la necesidad urgente de mejorar sus condiciones de seguridad vial, especialmente por la existencia de las intersecciones con las carreteras L-500 y N-260, ha llevado a la propuesta de redacción del proyecto de trazado y construcción “Acondicionamiento de la carretera N-230 como carretera 2+1. Tramo: El Pont de Suert-Vilaller, pp.kk. 124+000 al 130+000” de claves T4-L-4180 y 24-L-4180.

Se contempla la conexión con la carretera L-500 de acceso al valle de Boí con una glorieta, un semienlace con la carretera de acceso a Sarroqueta y una intersección tipo glorieta con la carretera N-260 dirección Castejón de Sos. El nuevo trazado aprovecha, en lo posible, el trazado de la carretera N-230 actual, con las salvedades de las correspondientes mejoras de su trazado, a través del margen oriental del río Noguera Ribagorzana.

Al inicio del tramo, el trazado cruza el río Noguera de Tor mediante un viaducto de 195 m, y deja por el oeste el polígono industrial Sorés. Posteriormente, el trazado es aproximadamente coincidente en planta con la actual carretera N-230 hasta alcanzar la carretera L-500 de acceso al valle de Boí, donde se contempla un enlace a distinto nivel tipo glorieta a distinto nivel que permite todos los movimientos.

A partir de aquí, el trazado sigue el de la N-230 actual, mejorando los parámetros de trazado, en planta y en alzado, destacando las mejoras de curvas en los PPKK 126, 127 y 129,7 de explotación, donde se adoptan radios mínimos en planta de 265 m y de 300 m.

A la altura del PK 111+000, el nuevo trazado es coincidente en planta con el de la carretera actual, para evitar la afección al Sifón Ribagorzana existente.

A la altura del PK 111+600, se ha definido el semienlace Sarroqueta. Este nudo tiene por objeto facilitar los movimientos entre la N-230 y la carretera de acceso a la pedanía de Sarroqueta, de manera que el tráfico procedente de Sarroqueta sentido sur cruce la calzada de la N-230 a distinto nivel, evitando de este modo los eventuales accidentes que se podrían producir en caso de cruzar la calzada a nivel. También se define un ramal de entrada a la N-230 sentido norte.

Entre el PK 111+700 (semienlace Sarroqueta) y el PK 113+530, se ha definido un carril adicional para circulación lenta sentido Viella, con objeto de mejorar la capacidad de la vía y facilitar adelantamientos sin interferir el carril en sentido contrario.

En el PK 113+000 se dispone una zona de aparcamiento de emergencia para 300 vehículos pesados, a utilizar en eventuales situaciones climatológicas adversas al tráfico.

En el PK 114+000 se dispone una zona de aparcamiento de vialidad invernal.

En el PK 114+200 se ha definido el nudo N-260, que conecta la carretera N-230 con la carretera N-260. El enlace se prevé como una intersección a nivel tipo glorieta, permitiéndose todos los movimientos entre la N-230, la N-260 y la zona de servicios existente en las inmediaciones (restaurante y gasolinera).

A lo largo del tramo, se prevén distintas conexiones con caminos existentes. Entre otras, a la altura del nudo L-500 se prevé el acceso a las edificaciones de la borda de Cotori a través de un nuevo camino de conexión con la L-500. También se da acceso a las fincas en el PK 111+700 y se repone el acceso a la central hidroeléctrica de Vilaller, a la altura del PK 114+600.

El tramo finaliza al norte del cementerio de Vilaller.

En este tramo hay seis obras de drenaje tipo cajón, de los que dos están habilitados como pasos fauna, siete tubos de drenaje y ocho muros.

La longitud total del tramo es de 5.802 m, la pendiente máxima es del 6,0 % y el radio mínimo es de 265 m.

2.2.8 Tramo 4C tramo 2+1

El tramo 4C tramo 2+1 es común a las alternativas 1 y 3 y comprende la carretera N-230 entre el norte del núcleo urbano del Pont de Suert y el sur del núcleo urbano de Vilaller. En este tramo, el trazado es muy similar al tramo 4B a excepción de la zona de Las Bordas. Por lo que a continuación sólo se describe la zona comprendida entre el PK 113+600 al 114+400 donde el trazado es diferente al del tramo 4B.

Por las mismas razones expuestas en la descripción del tramo 4B, el 4C también se ha previsto en este estudio como una carretera 2+1 y se ha incluido dentro de la propuesta de redacción del proyecto de trazado y construcción “Acondicionamiento de la carretera N-230 como carretera 2+1. Tramo: El Pont de Suert-Vilaller, pp.kk. 124+000 al 130+000” de claves T4-L-4180 y 24-L-4180.

El tramo 4C recoge las soluciones de mejora del tramo 4B propuestas en las alegaciones recibidas con motivo del proceso de información pública realizado en enero de 2018.

Del PK 113+600 al 114+400 el tramo se desplaza hacia el oeste del trazado de la actual N-230 para evitar la travesía de Las Bordas. En el PK 114+200 se ha definido el nudo N-260, que conecta la carretera N-230 con la carretera N-260. El enlace se prevé como una intersección tipo glorieta, permitiéndose todos los movimientos entre la N-230, la N-260 y la zona de servicios existente en las inmediaciones (restaurante, gasolinera y camping). El ramal de la carretera N-260 se mejora en planta y alzado respecto al actual mediante un nuevo puente sobre el río Noguera Ribagorçana.

En el PK 114+000 se dispone una zona de aparcamiento de vialidad invernal.

En este tramo hay seis obras de drenaje tipo cajón, de los que dos están habilitados como pasos fauna, siete tubos de drenaje y ocho muros.

La longitud total del tramo es de 5.812 m, la pendiente máxima es del 6,0 % y el radio mínimo es de 265 m.

2.2.9 Tramo 5B

El tramo 5B es común a las alternativas 1 y 2 y se corresponde con la variante del núcleo urbano de Vilaller.

A la altura del cementerio de Vilaller, el nuevo trazado de la N-230 se aleja de la carretera N-230 actual, para apoyarse en la vertiente occidental del río Noguera Ribagorçana. Para ello, se prevé un viaducto de 205 m sobre el río Noguera Ribagorçana.

También se prevé, al inicio del tramo, el semienlace Vilaller Sur, que permite conectar los movimientos entre el núcleo urbano de Vilaller y la carretera N-230 lado sur. Entorno a este semienlace se dispone una zona de aparcamiento para vialidad invernal.

La totalidad de la variante de Vilaller discurre por la vertiente occidental del valle del río Noguera Ribagorçana cruzando dos pequeños barrancos, el barranco del Ramader y el barranco del Molí. Entre ambos barrancos, se reponen los caminos afectados y se prevé un paso superior que da continuidad a la pista entre Vilaller y Montanuy. El tronco discurre principalmente en terraplén a lo largo de la variante.

En el extremo norte de la variante, el trazado cruza de nuevo el río Noguera Ribagorçana mediante un viaducto de 390 m de longitud y se prevé el semienlace Vilaller Norte, que permita conectar los movimientos entre el núcleo urbano de Vilaller y la carretera N-230 lado norte.

Por último, se repone el camino de acceso a la ermita de la Mare de Déu de Riupedrós.

En este tramo hay tres cajones de drenaje, uno de los cuáles se utilizan como paso de fauna, un paso superior y dos tubos de drenaje.

La longitud total del tramo es de 3.273 m, la pendiente máxima es del 5 % y el radio mínimo es de 265 m.

2.2.10 Tramo 5C

El tramo 5C pertenece a la alternativa 3 y se corresponde con la variante del núcleo urbano de Vilaller.

A la altura del cementerio de Vilaller, el trazado realiza un aprovechamiento de la actual N-230 hasta el PK 116+200 mejorando el radio en planta disponiéndose un mínimo de 265 m. En el PK 116+200 se proyecta una intersección a nivel tipo glorieta, permitiéndose los movimientos entre la N-230 hacia el sur y el norte, hacia el núcleo urbano de Vilaller (entrada sur) y hacia una finca en el lado oriental de la carretera. Entorno a la intersección de Vilaller sur se dispone una zona de aparcamiento de vialidad invernal.

A partir del PK 116+200 el nuevo trazado realiza la variante de la población por la vertiente oriental de Vilaller cruza el barranco de Vinyassola en el PK 117+120. Seguidamente, en el PK 117+210 y hasta el 117+475 atraviesa mediante un túnel de 265 m de longitud la vertiente de la Font de Casalet. Finalmente, el trazado conecta con la actual N-230 en el PK 118+000 mediante una intersección a nivel tipo glorieta, permitiéndose los movimientos entre la N-230 hacia el sur y el norte y hacia el núcleo urbano de Vilaller (entrada norte).

La longitud total del tramo es de 3.300 m, la pendiente máxima es del 6,5 % y el radio mínimo es de 265 m.

2.2.11 Tramo 6B tramo 2+1

Vistos los condicionantes orográficos de este tramo, más favorables que en el resto, se ha previsto en este estudio como una carretera 2+1. Esta actuación pertenece a la alternativa 2 y comprende la carretera N-230 entre el norte el Vilaller y el sur de Bono. En sus inmediaciones se encuentran los núcleos de Ginaste, Viñal, Forcat y Estet.

Este tramo se caracteriza por aprovechar en lo posible el trazado de la carretera actual, mejorando sus parámetros de trazado en planta y en alzado. Entre Vilaller y Viñal, el trazado discurre por la vertiente oriental del río Noguera Ribagorzana, paralelo al canal de la Ribagorçana, mientras que entre Viñal y Bono discurre por la vertiente occidental.

A la altura de Ginaste, entre el PK 119+500 y el 120+200, se contempla un nuevo acceso con vial de acceso a Ginaste mediante una intersección canalizada en "T", dos caminos paralelos a la N-230 y la reposición de dos paradas de autobús.

Entre el PK 120+100 y el 120+800, el nuevo trazado es independiente del de la carretera N-230 actual, puesto que el trazado en planta de la carretera actual presenta curvas con radios excesivamente bajos. Al final del nuevo trazado, a la altura de la Central Hidroeléctrica de Bono, se cruza el río Noguera Ribagorzana mediante un viaducto de 100 m de longitud.

A partir del PK 120+800, el trazado nuevo coincide con el de la carretera actual, mejorando sus parámetros en planta. De todos modos, al norte de Forcat, entre el PK 121+200 y el 121+600, se definen dos curvas en planta con radio mínimo de 150 m que, si bien son suficientes para una carretera C-60, son insuficientes para una carretera con velocidad de proyecto de 80 km/h. Se adoptan estos radios en planta porque permiten reproducir mejor el trazado de la carretera actual sin ocasionar excesivas afecciones a la ladera de la montaña ni al cauce del río Noguera Ribagorzana, que discurre muy cercano a la carretera en este punto. La Orden de Estudio admite puntualmente esta reducción de la velocidad de proyecto.

A partir del PK 121+600 y hasta el final del tramo, el trazado es principalmente recto con mejora de curvas con radios en planta que pasan a ser de 265 m y de 300 m.

En este tramo hay 6 cajones de drenaje, uno de los cuáles se utiliza como paso de fauna, tres tubos de drenaje y dos muros.

La longitud total del tramo es de 4.837 m, la pendiente máxima es del 6,5 % y el radio mínimo es de 150 m.

2.2.12 Tramo 6C tramo 2+1

Vistos los condicionantes orográficos de este tramo, más favorables que en el resto, se ha previsto en este estudio como una carretera 2+1.

Esta actuación pertenece a las alternativas 1 y 3 y comprende la carretera N-230 entre el norte el Vilaller y el sur de Bono. En sus inmediaciones se encuentran los núcleos de Ginaste, Viñal, Forcat y Estet.

El trazado de este tramo es muy similar al tramo 6B a excepción de la zona entorno al núcleo de Forcat.

Este tramo se caracteriza por aprovechar en lo posible el trazado de la carretera actual, mejorando sus parámetros de trazado en planta y en alzado. Entre Vilaller y Viñal, el trazado discurre por la vertiente oriental del río Noguera Ribagorzana, paralelo al canal de la Ribagorzana, mientras que entre Viñal y Bono discurre por la vertiente occidental.

Al igual que en el tramo 6B a la altura de Ginaste, entre el PK 119+500 y el 120+200, se contempla un nuevo acceso con vial de acceso a Ginaste mediante una intersección canalizada en "T", dos caminos paralelos a la N-230 y la reposición de dos paradas de autobús. El camino paralelo a la N-230 sentido norte a unos 200 m conecta con el trazado de la actual N-230, permitiendo que el camino junto con la actual ctra. N-230 hasta el núcleo de Forcat sirva como camino agrícola para el tráfico local.

A partir del PK 120+100 el nuevo trazado es independiente del de la carretera N-230 actual para realizar la variante de la travesía de Forcat por el este del río Noguera Ribagorzana. Con la variante se mejoran los radios en planta de la carretera actual los cuales limitaban la velocidad a 60 Km/h en las inmediaciones de Forcat en la alternativa 2 donde se preveía el aprovechamiento de la carretera en todo el tramo. El trazado discurre por la margen oriental del río Noguera Ribagorzana, cruzando el barranco de l'Obaga y cruzando el río en el PK 121+500 mediante viaducto de 125 metros de longitud.

A partir del PK 121+700 y hasta el final del tramo, el trazado coincide con el del tramo 6B siendo principalmente recto con mejora de curvas con radios en planta que pasan a ser de 265 m y de 300 m.

En este tramo hay cuatro cajones de drenaje, dos de los cuáles se utilizan como paso de fauna, cuatro tubos de drenaje y dos muros.

La longitud total del tramo es de 4.973 m, la pendiente máxima es del 6,5 % y el radio mínimo es de 265 m.

2.2.13 Tramo 7B

El tramo 7B es común a las alternativas 2 y 3 y está comprendido entre el sur del núcleo de Bono y el sur del núcleo de Aneto.

Al inicio del tramo, el nuevo trazado se aleja de la carretera actual y sigue por el oeste de la población de Bono a media ladera. Se prevé una intersección de conexión con la carretera actual, a través de la cual se accederá al núcleo de Bono. Junto a la intersección, pero accediendo a través de la carretera actual, a la altura del PK 123+700 se prevé un área de descanso.

Este tramo se caracteriza por una elevada inclinación de rasante, que se prolonga durante 1.347 m al 8 %. En consecuencia, se ha dispuesto un carril para circulación de vehículos lentos sentido Viella entre el PK 123+500 y el 125+500, y un lecho de frenado sentido Lleida en el PK 124+400.

Posteriormente, la carretera cruza el río Llauset mediante un viaducto de 65 m y entra en un túnel de 515 m de longitud y una pendiente del 2,25 %. El trazado en alzado evita la afección al salto de agua de la Central Hidroeléctrica de Senet.

El tramo finaliza a 400 m de la salida del túnel.

En este tramo hay cinco cajones de drenaje, uno de los cuáles se utiliza como paso de fauna, tres tubos de drenaje, y nueve muros.

La longitud total del tramo es de 3.500 m, la pendiente máxima es del 8 % y el radio mínimo es de 300 m.

2.2.14 Tramo 7C

El tramo 7C pertenece a la alternativa 1 y está comprendido entre el sur del núcleo de Bono y el sur del núcleo de Aneto.

En la parte inicial del tramo, el trazado se apoya en el de la carretera actual, hasta alcanzar el núcleo de Bono, donde evita las curvas existentes mediante un viaducto de 315 m de longitud.

A la altura del PK 123+700 se prevé un área de descanso.

A continuación, el trazado sigue de nuevo el de la carretera actual hasta 100 m al sur del río Llauset, donde se aparta de la carretera actual para ganar desarrollo en planta y cota en alzado para cruzar en túnel la sierra del túnel existente de Bono. Para ello se requiere un viaducto de 455 m de longitud seguido de un túnel de 320 m de longitud.

La inclinación de la rasante es del 6 % en la zona de aprovechamiento de la carretera actual, del 8 % entre el río Llauset y la entrada al túnel y del 5 % en el interior del túnel. Dicha inclinación supera la establecida en la norma de trazado 3.1 I.C pero no se supera el valor excepcional del 5% que establece la directiva Europea de seguridad en túneles (Directiva 2004/54/CE).

Se ha previsto un lecho de frenado sentido Lleida en el PK 125+050.

El tramo finaliza a 400 m de la salida del túnel.

En este tramo hay 2 cajones de drenaje, cuatro tubos de drenaje y ocho muros.

La longitud total del tramo es de 3.496 m, la pendiente máxima es del 8 % y el radio mínimo es de 265 m.

2.2.15 Tramo 8A

El tramo 8A es común a las alternativas 1, 2 y 3 y está comprendido entre el sur del núcleo de Aneto y la boca sur del túnel de Viella.

Entre el inicio del tramo y el enlace actual con Aneto y Senet, el nuevo trazado se apoya en la carretera actual, mejorando puntualmente los parámetros de trazado.

En el enlace existente de Aneto, se debe remodelar el ramal de salida sentido Viella para adecuarlo a la planta y alzado de la nueva carretera.

Después del enlace de Aneto, se continúa por la carretera existente mejorando el trazado en planta solamente en algunas curvas excesivamente cerradas para la velocidad de proyecto. Las variantes de trazado en planta se realizan entre el PK 130+900 y el 131+100, y entre el PK 132+050 y el 132+400. El trazado finaliza en la boca sur del nuevo Túnel de Viella.

El trazado aprovecha los tres túneles existentes de Lladó, Colladetes y Fogá. En este tramo no hay control de accesos, debido a la orografía existente que hace prácticamente inviable la disposición de caminos de servicio.

Por último, se ha previsto un tramo adicional de circulación lenta sentido Viella entre el PK 132+750 y el 134+000 y un lecho de frenado en el PK 128+600 sentido Lleida.

En cuanto a obras de fábrica se dispone un nuevo viaducto en la segunda variante de trazado sobre el Río de Salenques. También se disponen 11 muros, 12 tubos de drenaje y 8 cajones de drenaje ya que hay algunas obras de drenaje existente que no tienen suficiente capacidad hidráulica para desguazar la avenida de 500 años de periodo de retorno.

La longitud total del tramo es de 8.548 m, la pendiente máxima es del 7,56 % y el radio mínimo es de 265 m.

Así pues, se deduce que uno de los elementos singulares en el presente Estudio Informativo es el gran número de túneles en los tres primeros tramos. A continuación se resumen en una tabla los túneles proyectados en las tres alternativas:

Alternativa/s	Tramo/s	Designación	Identificador geográfico	Pk inicial	Pk final	Longitud (m)
1-3	1A	TÚNEL 96.1A	Sopeira - Tossal Sobirà	96+060	99+200	3140,00
1-3	1A	TÚNEL 100.0A	Serrat de Sant Salvador	99+930	102+135	2205,00
1-3	1A - 2A	TÚNEL 102.4A	Tossal de les Casetes - Les Socarrades	102+315	103+235	920,00
2	1B	96.4B	Sopeira	96+375	98+085	1710,00
2	1B	TÚNEL 98.4B	Bosque de Aulet	98+325	98+675	350,00
2	1B	TÚNEL 101.1B	La Seuva	101+010	102+100	1090,00
2	1B - 2B	TÚNEL 103.5B	Tossal de les Casetes - Les Socarrades	103+440	104+400	960,00
1-3	2A	TÚNEL 103.9A	Serrat de la Creu	103+885	104+095	210,00
2	2B	TÚNEL 105.1B	Serrat de la Creu	105+040	105+260	220,00
1-3	3A	TÚNEL 105.8A	El Pont de Suert	105+715	106+665	950,00
2	3B	TÚNEL 107.3B	Pont de Suert	107+295	108+150	855,00
3	5C	TÚNEL 11.73C	Vilaller	117+210	117+475	265,00
2-3	7B	TÚNEL 125.9B	La Creueta - Aneto	125+885	126+400	515,00
1	7C	TÚNEL 126.1C	La Creueta - Aneto	126+075	126+395	320,00

Tabla 1: Túneles proyectados en el presente Estudio.

2.3 Condiciones de uso

Las condiciones de uso de las alternativas presentadas son las siguientes:

2.3.1 Tráfico

Las intensidades medias diarias (IMD) previstas para el año de puesta en servicio y para los distintos horizontes temporales expresadas por cada tramo son las siguientes:

IMD PERÍODO DE PROYECTO							
Vehículos ligeros							
Tramo	1	2	3	4	5	6	7
PK inicio	94,9	105,2	107,9	110,4	114,1	116,2	118
PK final	105,2	107,9	110,4	114,1	116,2	118	135,3
2028	2.738	2.125	3.806	3.342	2.927	1.304	2.485
2029	2.773	2.153	3.846	3.377	2.960	1.319	2.513
2030	2.807	2.181	3.886	3.412	2.992	1.334	2.541
2031	2.841	2.209	3.926	3.446	3.025	1.349	2.569
2032	2.875	2.237	3.966	3.481	3.057	1.365	2.597
2033	2.910	2.265	4.006	3.515	3.089	1.380	2.625
2034	2.947	2.295	4.049	3.553	3.124	1.396	2.655
2035	2.984	2.325	4.093	3.591	3.159	1.412	2.684
2036	3.021	2.355	4.136	3.628	3.193	1.429	2.714
2037	3.058	2.385	4.180	3.666	3.228	1.445	2.744
2038	3.095	2.415	4.223	3.704	3.262	1.461	2.774
2039	3.134	2.447	4.270	3.744	3.299	1.478	2.805
2040	3.174	2.479	4.316	3.784	3.336	1.496	2.837
2041	3.214	2.511	4.362	3.824	3.373	1.513	2.869
2042	3.253	2.544	4.409	3.864	3.410	1.530	2.900
2043	3.293	2.576	4.455	3.904	3.447	1.548	2.932
2044	3.336	2.611	4.505	3.947	3.486	1.566	2.966
2045	3.379	2.646	4.555	3.990	3.526	1.585	3.000
2046	3.422	2.680	4.606	4.034	3.565	1.603	3.034
2047	3.465	2.715	4.656	4.077	3.605	1.622	3.068
2048	3.508	2.750	4.706	4.120	3.644	1.640	3.101
2049	3.551	2.785	4.757	4.164	3.684	1.659	3.136
2050	3.595	2.821	4.808	4.208	3.724	1.678	3.170
2051	3.640	2.857	4.860	4.253	3.765	1.697	3.205
2052	3.685	2.894	4.912	4.298	3.806	1.717	3.240
2053	3.730	2.931	4.965	4.344	3.848	1.736	3.276
2054	3.777	2.969	5.019	4.390	3.890	1.756	3.312
2055	3.823	3.007	5.073	4.437	3.933	1.776	3.349
2056	3.871	3.045	5.127	4.484	3.976	1.796	3.386
2057	3.919	3.084	5.183	4.532	4.019	1.817	3.423
2058	3.967	3.124	5.239	4.580	4.063	1.838	3.461
2059	4.016	3.164	5.295	4.628	4.108	1.859	3.499
2060	4.066	3.204	5.352	4.678	4.153	1.880	3.538
2061	4.116	3.246	5.410	4.727	4.198	1.901	3.577
2062	4.167	3.287	5.468	4.777	4.244	1.923	3.616
2063	4.219	3.329	5.527	4.828	4.290	1.945	3.656

Tabla 2: Intensidades de tráfico de vehículos ligeros para los distintos horizontes temporales. Escenario base.

IMD PERÍODO DE PROYECTO							
Vehículos pesados							
Tramo	1	2	3	4	5	6	7
PK inicio	94,9	105,2	107,9	110,4	114,1	116,2	118
PK final	105,2	107,9	110,4	114,1	116,2	118	135,3
2028	409	318	529	464	407	248	473
2029	414	322	534	469	411	251	479
2030	419	326	540	474	416	254	484
2031	425	330	545	479	420	257	489
2032	430	334	551	484	425	260	495
2033	435	338	557	488	429	263	500
2034	440	343	563	494	434	266	506
2035	446	347	569	499	439	269	511
2036	451	352	575	504	444	272	517
2037	457	356	581	509	448	275	523
2038	462	361	587	515	453	278	528
2039	468	366	593	520	458	282	534
2040	474	370	600	526	464	285	540
2041	480	375	606	531	469	288	546
2042	486	380	613	537	474	291	552
2043	492	385	619	542	479	295	559
2044	498	390	626	548	484	298	565
2045	505	395	633	554	490	302	571
2046	511	401	640	560	495	305	578
2047	518	406	647	567	501	309	584
2048	524	411	654	573	506	312	591
2049	531	416	661	579	512	316	597
2050	537	422	668	585	517	320	604
2051	544	427	675	591	523	323	610
2052	551	432	683	597	529	327	617
2053	557	438	690	604	535	331	624
2054	564	444	697	610	541	334	631
2055	571	449	705	616	546	338	638
2056	578	455	712	623	552	342	645
2057	586	461	720	630	558	346	652
2058	593	467	728	636	565	350	659
2059	600	473	736	643	571	354	666
2060	608	479	744	650	577	358	674
2061	615	485	752	657	583	362	681
2062	623	491	760	664	590	366	689
2063	630	497	768	671	596	370	696

Tabla 3: Intensidades de tráfico de vehículos pesados para los distintos horizontes temporales. Escenario base.

2.3.2 Climatología

Las precipitaciones de lluvia de la zona de proyecto son abundantes, con una media anual de 1028,66 mm. El régimen pluviométrico pone de manifiesto la existencia de dos periodos de lluvias más o menos uniformes comprendidos entre mayo y junio y entre septiembre y noviembre, con precipitaciones mensuales superiores a 90 mm, alcanzándose el máximo en mayo (123,64 mm). Los valores mínimos corresponden a los meses de julio y agosto (del orden de 70 mm), por lo que las precipitaciones en verano son sensiblemente inferiores a las de cualquier otro mes.

En cuanto a las precipitaciones en forma de nieve, su frecuencia es elevada entre los meses de noviembre y febrero, con una media anual máxima de 24 días; en consecuencia, la incidencia de este fenómeno en la zona de proyecto es importante para los meses de invierno.

Asimismo, el granizo se produce con escasa frecuencia, con medias de 1,3 días al año. En cuanto a los aguaceros de tipo tormentoso su presencia es más significativa, registrándose con mayor intensidad entre abril y octubre y con menor incidencia el resto del año.

En la estación de Vilaller cabe destacar el registro de los días de niebla, con una media anual de 26,24 días, y una media mensual de 2 días.

En la zona de estudio observa que el régimen térmico de la zona se caracteriza por un invierno con temperaturas bajas, con una media entre octubre y abril entorno a 5°C y frecuentes registros bajo cero. El valor medio de las mínimas tan solo llega a 2,76 °C, mientras que el valor medio de las máximas se eleva hasta 17,53°C.

De igual forma, los veranos resultan suaves, con una media entre junio y septiembre de 19°C y máximas absolutas entorno a 30°C.

La temperatura media anual se sitúa en 10,16°C, variando a lo largo del año entre los 1,75°C de enero y los 19,86°C de julio

La duración media del periodo de heladas es de 3 meses

El viento no es un factor climatológico que presente mucha afección en la zona de estudio.

2.3.3 Modo de gestión

Las alternativas serán del tipo carretera libre.

3 MODELO DE REFERENCIA O ESTRUCTURA GENERAL DEL CONTEXTO ITS

3.1 Introducción

Una determinada vía podrá o deberá disponer de **uno o varios** sistemas, cuya misión será por lo general dar servicio a una serie de funciones de interés público: el control del tráfico y la gestión de la seguridad viaria, la seguridad en condiciones especiales, la conservación y el control del estado físico de la carretera; la gestión de los ingresos y pagos que quepa realizar en función de su uso; y la gestión ambiental de la vía, especialmente de algunas de sus externalidades.

La clasificación de los ITS se ajustará a la tipología de referencia siguiente, que sigue una división en dos niveles: dominio (general) y función (específica) ITS

- **GV:** Explotación y gestión vial en general
 - Gestión ordinaria de la vialidad
 - Control de vehículos especiales y tráfico de mercancías peligrosas
 - Respuesta frente a accidentes y auxilio en ruta
- **SE:** Seguridad en condiciones especiales
 - Ayuda a la vialidad invernal
 - Control integral de la seguridad en túneles
 - Aparcamiento seguro para vehículos comerciales
- **CC:** Conservación y control del estado de la carretera
 - Control del estado físico de calzada y plataforma
 - Control del estado físico de túneles y estructuras
 - Control del estado físico de desmontes y terraplenes
- **GP:** Gestión de peaje
 - Peaje electrónico y otras modalidades de pago
 - Peaje en sombra

- **GA:** Gestión ambiental
 - Control del ruido
 - Control de emisiones

3.2 Justificación del contexto ITS en el Estudio Informativo

De acuerdo con las características del acondicionamiento de la carretera N-230 entre Sopeira y el túnel de Viella descritas en el apartado 2, se considera conveniente la disposición de ITS de la tipología:

- **SE:** Seguridad en condiciones especiales:
 - Ayuda a la vialidad invernal
 - Control integral de la seguridad en túneles
 - Aparcamiento seguro para vehículos comerciales

De los túneles proyectados algunos tienen longitudes mayores a 1.000 m, así pues, de acuerdo con la normativa vigente el equipo mínimo necesario para los túneles objeto de estudio deberá contener todos los elementos que el RD 635/2006 de 26 de Mayo, sobre los requisitos mínimos de seguridad en los túneles de Carreteras del Estado que estipula en cada caso, y de acuerdo con la Directiva 2004/54 del 29 de abril de 2004, sobre requerimientos mínimos de seguridad para los túneles de la red transeuropea de carreteras.

CUADRO RESUMEN DE INSTALACIONES DE TÚNELES DE ACUERDO CON RD 635/2006

TÚNEL	TRAMO/S	ALTERNATIVA	LONGITUD (m)	IMD prevista 2025 (veh/día)	IMDcarril > 2000 (veh/día)	IMDcarril > 1000 (veh/día)	NIVEL DE EQUIPAMIENTO	EQUIPAMIENTO SEGÚN APARTADO	CENTRO DE CONTROL	SALIDAS DE EMERGENCIA	VENTILACIÓN TIPO
96.1A	1A	1-3	3 140	3 411	NO	SI	a	2.21.2.1.1	SI	SI	TRANSVERSAL
100.0A	1A	1-3	2 205	3 411	NO	SI	a	2.21.2.1.1	SI	SI	TRANSVERSAL
102.4A	1A - 2A	1-3	920	3 411	NO	SI	c	2.21.2.2.2	NO	SI	LONGITUDINAL
96.4B	1B	2	1 710	3 411	NO	SI	a	2.21.2.1.1	SI	SI	TRANSVERSAL
98.4B	1B	2	350	3 411	NO	SI	e	2.21.2.3.2	NO	NO	NO
101.1B	1B	2	1 090	3 411	NO	SI	a	2.21.2.1.1	SI	SI	TRANSVERSAL
103.5B	1B - 2B	2	960	3 411	NO	SI	c	2.21.2.2.2	NO	SI	LONGITUDINAL
103.9A	2A	1-3	210	2 532	NO	SI	e	2.21.2.3.2	NO	NO	NO
105.1B	2B	2	220	2 532	NO	SI	e	2.21.2.3.2	NO	NO	NO
105.8A	3A	1-3	950	4 708	SI	SI	b	2.21.2.2.1	SI	SI	LONGITUDINAL
107.3B	3B	2	855	4 708	SI	SI	b	2.21.2.2.1	SI	SI	LONGITUDINAL
117.3C	5C	3	265	3 760	NO	SI	e	2.21.2.3.2	NO	NO	NO
125.9B	7B	2 - 3	515	3 128	NO	SI	c	2.21.2.2.2	NO	SI	LONGITUDINAL
126.1C	7C	1	320	3 128	NO	SI	e	2.21.2.3.2	NO	NO	NO

NOTA: El nivel de equipamiento se ha fijado atendiendo al Apartado 2.21.2 del Anexo 1 del RD 635/2006

Dado que en la zona de estudio se producen precipitaciones en forma de nieve con frecuencia entre los meses de noviembre y febrero se prevé la disposición de un aparcamiento de emergencia para 300 vehículos pesados entorno al PK 113+000 para las tres alternativas.

3.3 Modelo de referencia o estructura general del contexto ITS

Se incluye la descripción de la arquitectura de sistemas del contexto ITS de la vía, siguiendo el modelo de referencia estándar de dos niveles.

Se especificarán de acuerdo con el modelo anterior los siguientes elementos relativos a la estructura del contexto ITS de la vía objeto de estudio:

3.3.1 Diagrama general del contexto ITS

Los ITS de una vía tienen una estructura basada en un modelo de referencia con dos niveles:

- Nivel I - Sistemas ITS: Constituido por los sistemas ITS a desplegar en la carretera, orientados en particular a un dominio funcional específico.

- Nivel II - Infraestructura ITS. Formado por los elementos de uso común al servicio de todos los sistemas de la infraestructura, constituida normalmente por las redes de comunicaciones y el centro de procesamiento y control de la vía o tramo en cuestión.

Los sistemas de Nivel I tendrán dos capas diferenciadas en función de su naturaleza. La primera estará formada por las aplicaciones ITS y los datos que éstas gestionan (capa digital), mientras que la segunda capa corresponderá a los dispositivos ITS, equipos o componentes físicos asociados específicamente a cada sistema en particular (capa física). Las aplicaciones y dispositivos de cada uno de los sistemas ITS que conforman el contexto de la vía efectuarán normalmente un uso compartido de los elementos de nivel II, es decir de la infraestructura ITS.

Una descripción más detallada del modelo de referencia que se emplea para la definición del contexto ITS se incluye en el dibujo siguiente:

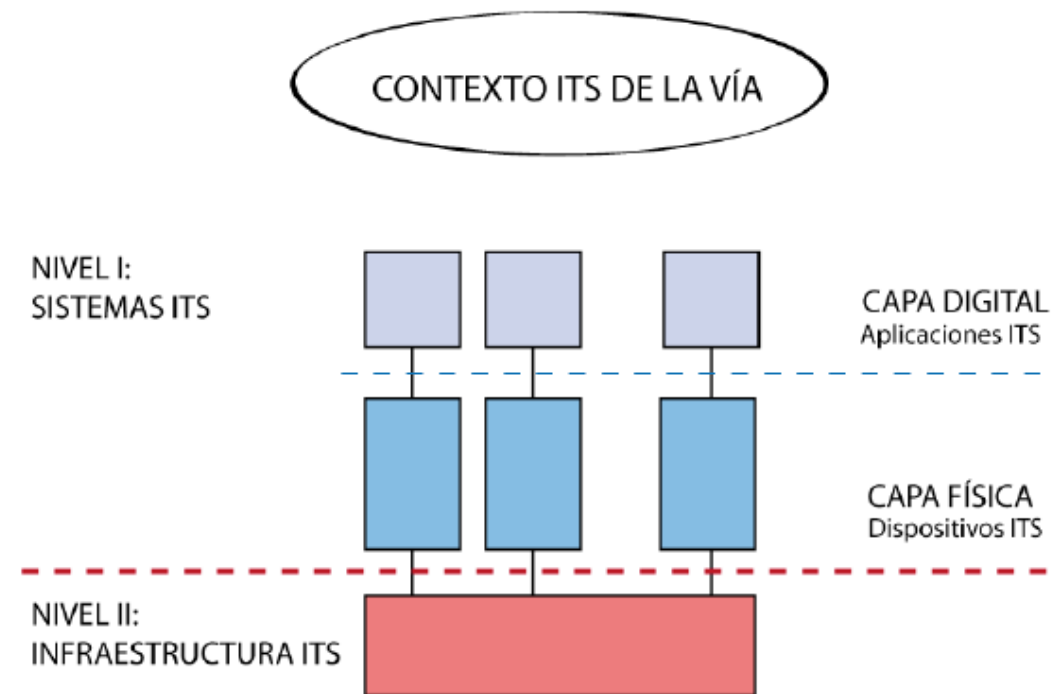


Ilustración 1. Nota de servicio 1/2014

3.3.2 Elementos de nivel I: Sistemas

Debido a las características de esta fase B del Estudio Informativo, la definición de los sistemas de la capa digital al respecto de los elementos de Nivel I del contexto ITS no pueden ser descritos con el detalle preciso debido a las indefiniciones existentes en esta etapa del diseño.

Los elementos de la capa física se conectarán por medio de una red general de comunicaciones que sostenga el intercambio de información por la infraestructura y esto será gestionado por sistemas y aplicaciones de gestión de ITS que regularán la administración, operación y mantenimiento de los elementos señalados.

De forma genérica, los sistemas necesarios estarán centralizados en un centro de control externo dónde se podrán visualizar las cámaras de CCTV y generar los patrones de los Paneles de señalización Variable (PMV). Las aplicaciones suelen estar basadas en modelos SCADA sobre tecnología TCP/IP que utilizan las direcciones MAC para realizar una conexión directa con los elementos de la red que administran los controladores de los elementos finales. En este punto, es básico que la planificación de las aplicaciones tenga en cuenta las

tecnologías propietarias de cada elemento para que no se produzca una incompatibilidad tecnológica.

La capa física de los dispositivos comprende los sensores, cámaras y elementos que componen de manera física un diseño de ITS.

Los elementos se agruparán en una serie de puntos estratégicos dependiendo de su función con el objetivo de disminuir los costes de instalación, operación y mantenimiento. Estos grupos contarán con un armario centralizado donde se dispongan todas las conexiones físicas tanto a nivel de dispositivos ITS como de comunicaciones, que serán interconectados con el centro de procesamiento y control a través de un ERU (estación remota universal).

3.3.3 Elementos de nivel II: Infraestructura

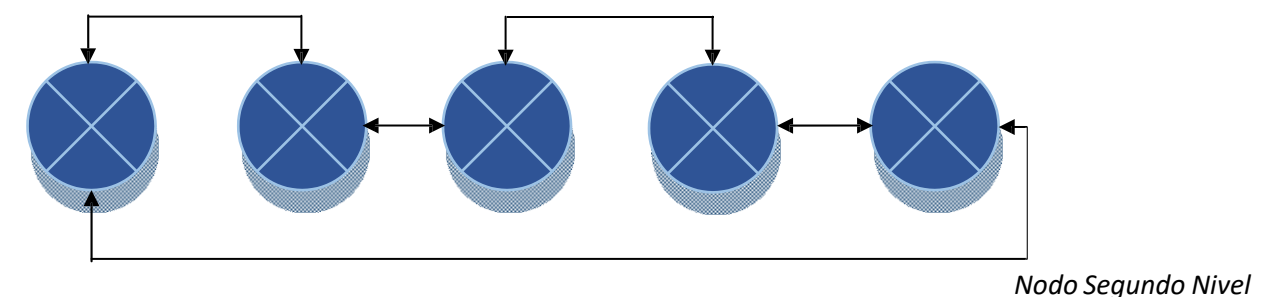
La arquitectura de las redes de comunicaciones se compone de una red general de ITS. Las redes generales de comunicaciones de cada alternativa de estudio deberán permitir la integración de múltiples servicios:

- Comunicaciones de datos.
- Vídeo en tiempo real.

Se propone que la red de comunicaciones para los ITS tenga una arquitectura multinivel en topología anillo, situando los nodos de primer nivel en puntos donde exista concentración de equipos y conectando el anillo a la red general mediante redundancia de comunicaciones.

Tipología

La tipología propuesta para las redes principales y de campo es la siguiente:



Como se observa en el esquema, cada uno de los nodos tiene una redundancia de comunicaciones que permite que ante un problema que suceda en la red general se pueda asegurar la transmisión por la misma.

Redundancia

Se prevé una redundancia basada en un doble anillo de fibra óptica, de modo que cada nodo cuente con un mínimo de 2 puertos entrada/salida (4 fibras ópticas)

Con esta topología se garantiza que la red esté preparada contra fallo de uno de los equipos de enlace de fibra óptica o rotura de las fibras en uso. En caso de apertura del anillo, el sistema sería capaz de identificar el fallo reencaminando las comunicaciones por el camino alternativo.

En todo caso, se recomienda que los distintos equipos de la totalidad de la red estén preparados para incrementar los niveles de redundancia en otros tramos, sin que ello suponga la sustitución de los equipos instalados.

Se prevé que los nodos de comunicaciones de segundo nivel, situados en los ERU, cuenten con fuentes de alimentación redundantes y alimentación bajo UPS (Uninterrupted Power System o SAI, sistema de alimentación ininterrumpida).

Configuración de los nodos

Todos los nodos deberán tener una configuración modular, pudiendo ser ampliables en al menos el doble de la capacidad.

3.4 Relación nominal de los sistemas propuestos y requisitos funcionales básicos

Por cada uno de los sistemas ITS que forman el contexto ITS de la vía, se identifican los requisitos funcionales básicos que son de aplicación al caso.

3.4.1 Sistema de circuito cerrado de televisión (CCTV)

El Sistema de Circuito Cerrado de Televisión propuesto estaría formado por un conjunto de cámaras móviles con zoom que permitan realizar la supervisión tiempo real, desde el Centro de procesamiento y control (CC) de la alternativa, de los puntos potencialmente más conflictivos del trazado, como pueden ser los túneles o las zonas donde sea frecuente la presencia de incidentes que puedan afectar al tráfico como las nevadas.

En el Sistema CCTV, tanto la señal de vídeo de las cámaras como las señales de telemando y sincronismo se transmitirán al Centro de control a través de cable de F.O. monomodo. Las señales de vídeo y telemando de las cámaras IP, se conectarán a través de la red de F.O. al switch más cercano para su distribución a través de una VLAN hasta el Centro de control. Para

ello, se utilizarán convertidores de medio Ethernet/F.O. En el Centro de control, las cámaras serán controladas por una matriz de vídeo virtual de última generación que se encuentre integrada dentro del Sistema Centralizado de Control. La matriz de vídeo virtual de encargará de controlar desde los permisos de visionado hasta el telemando de las cámaras pasando por el control de grabación y reproducción.

3.4.2 Estación de toma de datos

Las Estaciones de Toma de Datos (ETD's) son las encargadas de captar la información y procesarla de tal manera que sea comprensible y útil. El sistema de detección, además de contar con la ETD, consta de otros elementos auxiliares que transforman la realidad física del paso de un vehículo en una señal eléctrica (digital, 0-5 voltios). Estos son:

- Sensor de tipo inductivo o espira, enterrada bajo el pavimento de la calzada.
- Detector electromagnético, tarjeta electrónica en formato rack, encargado de acondicionar la señal procedente del sensor y transmitirla a la ETD.
- Sensor piezoeléctrico
- Detector correspondiente encargado de acondicionar la señal procedente del sensor piezoeléctrico y transmitirla a la ETD.
- Estación de Toma de Datos (ETD), cuya función es la de procesar las señales procedentes de los detectores. La ETD podrá cumplir dos funciones diferentes: conocimiento exacto del tipo y aforo de tráfico, para finalidades estadísticas, y la detección de incidentes.

La ETD se caracteriza por correr sobre una plataforma muy robusta y potente, un PC industrial, con un sistema operativo en tiempo real.

Prestaciones del sistema

El equipamiento debe proporcionar al menos los siguientes datos:

- Datos asociados a la intensidad de tráfico (IMD, IMH, etc)
- Velocidad de los vehículos (individual, media)
- Clasificación de los vehículos
- Tiempo de ocupación y recorrido
- Densidad de tráfico
- Distancia entre vehículos
- Condiciones ambientales dentro del túnel (temperatura, humedad, etc)

- Condiciones de uso (concentración de gases, humos, visibilidad, etc)
- Estado de las alarmas
- Variables de control del sistema antiincendios
- Variables de control del sistema de ventilación

Tratamiento de datos.

La ETD debe tener la capacidad de almacenamiento de datos y envío agrupado a la ERU. De esta forma se limita el número de conexiones entre la ETD y la ERU, ocupando menos tiempo la red de datos y distribuyendo el tiempo de tratamiento de datos de la ERU.

Ante una pérdida de comunicación entre la ETD y la ERU debe de ser capaz de almacenar varios ficheros agrupados. Todo el equipamiento de recogida automática de datos de tráfico estará directa y permanentemente integrada en el Centro de procesamiento y control.

Configuración.

La ETD ha de poder ser configurada o reconfigurada tanto en local (mediante el terminal de mantenimiento) como desde la ERU. La configuración se ha de mantener en soporte permanente de manera que esta no se pierde ante un apagado del equipo. Ante ausencia de configuración la ETD ha de poder dialogar con la ERU y esta proporcionarle la configuración necesaria. La ETD debe pedir la Fecha/hora a la ERU para su sincronización. También proporcionara la Fecha/hora a la ERU bajo petición.

El equipo ha de tener almacenado de forma permanente información que lo identifique y diferencia del resto. Para ello se han de utilizar los aspectos de

- Fabricante.
- Modelo.
- Versión.

Esta información ha de poder ser suministrada a la ERU bajo demanda.

Comunicación.

Este equipo se comunica con la Estación Remota Universal (ERU), bien mediante conexión lógica si la ETD se encuentra integrada (ETDI), bien con conexión física como periférico (vía Ethernet 10/100 Base-T) si se encuentran alejadas.

También debe proporcionar comunicación en local con terminal de mantenimiento mediante cable cruzado o similar.

3.4.3 Estación meteorológica

Las condiciones meteorológicas y circunstancias medioambientales a lo largo del trazado tales como lluvia, nieve, viento, visibilidad reducida, etc., generan estados degradados de la circulación y del estado del pavimento que, a menudo, ocasionan accidentes con un alto coste humano, social y económico.

Para una conducción más segura, con la consiguiente reducción del riesgo de accidentalidad, es necesario conocer en tiempo real el estado climatológico de la red viaria, precisándose para ello un equipamiento auxiliar, la Estación Meteorológica (EM), capaz de captar y medir los agentes atmosféricos. Estos sistemas tienen que seguir las recomendaciones de la World Meteorological Organization (WMO) y ajustarse a las especificaciones de la normativa aplicable. Los sensores con los que debe contar son:

- Sensores de viento, de tipo anemómetro, que proporciona la velocidad del viento, y veleta, que proporciona su dirección.
- Sensores de temperatura y humedad.
- Barómetro, que determina la presión atmosférica.
- Pluviómetro, que mide el volumen de precipitación caída y su intensidad.
- Visibilímetro, que proporciona la visibilidad o rango visual en metros.

La estación meteorológica recoge estos datos y los envía periódicamente y bajo demanda al Centro de control para efectos estadísticos en el tiempo que tenga configurado. Además, las EM's son capaces de alertar ante situaciones medioambientales que puedan afectar de forma radical a las condiciones de rodadura de la calzada.

Tanto la estación meteorológica como los sensores asociados deberán tener una construcción robusta que les asegure una buena protección frente a las inclemencias del tiempo y disminuya así las visitas de mantenimiento.

Para poder recibir y tratar las señales de los sensores asociados, será modular, teniendo la posibilidad de añadirle otros sensores, realizando por lo menos la medida de hasta 32 parámetros.

Especificaciones técnicas

La estación meteorológica llevará a cabo la toma de mediciones de los sensores a ella asociados. Mediante el procesado y análisis de los datos obtenidos. Una vez procesados los datos, los enviará a la estación remota asociada para ser transmitido al Centro de Control. En el caso de funcionamiento degradado será la propia estación remota la que gestione las alarmas meteorológicas mandando los correspondientes mensajes a los paneles alfanuméricos y gráficos a los que tenga acceso y a las otras estaciones remotas afectadas.

- Cumplirá la Norma UNE 135441 “Equipamiento vial para carreteras. Sensores de Variables Atmosféricas en Carreteras”.
- Unidad central de proceso: Microprocesador Intel 8031 o similar.
- Interrogación de sensores: Intervalo programable.
- Sensores Meteorológicos:
 - Dirección y velocidad del viento.
 - Visibilidad.
 - Precipitación.
 - Detección de hielo en la calzada.
 - Temperatura y humedad del aire.
- Proceso de datos: Muestreo, promedio suma, máximo y mínimo de los parámetros meteorológicos
- Temperatura: -40° C a 55° C.
- Protección: IP65.
- Deberá disponer de protecciones en la línea de comunicaciones y en la alimentación.

3.4.4 Elementos de señalización variable

El subsistema de señalización variable permitirá informar al usuario de la vía sobre de las condiciones de tráfico, concretamente con información de congestión, trabajos en carretera (cierres de carril, desvío de ruta, etc.), accidentes, condiciones climatológicas que afecten a la conducción, eventos (acontecimientos deportivos destacados, ferias, etc.) o información de otras rutas alternativas.

El sistema de señalización está basado en un sistema dinámico que permita variar la información emitida a los usuarios en función de las circunstancias particulares que en cada momento se den en el viario.

El subsistema de señalización variable constará de Tablero de mensaje variable de 3 líneas alfanuméricas de 18 caracteres de 320 mm de altura y 1 pictográfico FULL COLOR de 64x64 píxeles instalados sobre pórtico visitable o banderola.

Especificaciones técnicas

Los mensajes que se visualizarán en los paneles pueden clasificarse en dos tipos:

- Información de carácter general (obras, estado del firme, visibilidad, condiciones meteorológicas que afecten al deslizamiento).
- Información de datos obtenidos por los sistemas de vigilancia de las carreteras (accidentes, retenciones, eliminación o cambio de carril, velocidad aconsejable)

Para su ubicación se deberá tener en cuenta su compatibilidad con la señalización fija, para que mutuamente no se estorben en visibilidad.

Seguridad y aislamiento eléctricos:

- Protección frente a descargas mediante aislamiento de elementos.
- Las puertas disponen de un sistema de conexión, que garantiza la unión eléctrica en todo el perímetro de ellas y la carcasa.
- Acondicionamiento térmico y sistemas de calefacción:
- Dispone de un sistema de calefacción que asegura su funcionamiento dentro de los rangos de temperatura T1 y T2 definidos anteriormente.
- Sistema de control y evacuación de la humedad, por medio de un sensor.
- Dispositivos para la monitorización de la temperatura.

Prestaciones funcionales

Se proponen las siguientes prestaciones funcionales:

- Comunicaciones:
 - El panel dispondrá de dos tipos de comunicaciones.
- Control de Luminancia:
 - Sensores de luminosidad ambiente anterior y posterior.
 - El control de la luminancia.
 - Programación manual desde el Centro de control.
 - Gestión automática por el propio software del panel.
- Sensorización
- Alarmas
- Fuentes de alimentación y consumo

- Sistema de baterías

3.5 Normativa de referencia

3.5.1 Normativa general

- RD-662-2012.
- Ley Orgánica 15/2007.
- Ley 21/2007.
- Ley Orgánica 15/2003.
- Ley 55/1999.
- RD – 596/1999

3.5.2 Normativa técnica general

- UNE-CEN ISO/TS 17426:2016.
- UNE-EN 302571 V1.2.1.
- UNE-EN 302686 V1.1.1.
- UNE-EN 302571 V1.1.1.
- NFPA 70, National Electrical Code (2011).
- National Fire Protection Association (NFPA-502 - 2011 edition) "Standard for Road Tunnels, Bridges, and other limited Access Highways".
- Directiva 2004/C 95 E/05 del Parlamento Europeo y del Consejo sobre requerimientos mínimos de seguridad en túneles de Red Transeuropea de Carreteras (aprobada el 20 de Abril de 2004).
- Norma EN 12966 "Señales verticales para carreteras. Señales de tráfico de mensaje variable".
- Norma EN 135441 "Equipamiento vial para carreteras. Sensores de Variables Atmosféricas en Carreteras".
- Norma EN 12368 "Equipos de regulación de tráfico: semáforos".
- Norma UNE 135421 "Equipamiento para señalización vial. Estaciones de toma de datos".

3.5.3 Normativa específica de la D.G. de Carreteras

- Nota de Servicio 1/2014. Recomendación sobre la especificación de requisitos ITS,
- Nota de Servicio 1/2017. Planificación y colocación de estaciones de aforo en nuevas carreteras.

3.5.4 Otras disposiciones y situación actual

- EU ITS-DIRECTIVE GT56 SPAIN.
- DIRECTIVA 2010/40/UE.
- Proyecto de Norma N-CSV-CAR-6-01-007/11: Instalaciones de fibra óptica. Tributos para fibra óptica en el acotamiento de carreteras en operación.

- Proyecto de Norma N-CSV-CAR-6-01-008/11: Instalaciones de fibra óptica. Registros para tritubos para fibra óptica de carreteras en operación.
- Publicaciones y normas del Electronic Industries Alliance (EIA).
- Publicaciones y normas del Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).
- Publicaciones y normas del International Telecommunication Union (ITU).
- Publicaciones y normas del National Electrical Manufacturers Association (NEMA).
- EU ITS-DIRECTIVE GT56 SPAIN – 28/08/2014. Spain ITS Report 2014
- Estrategia de seguridad vial 2011-2020 (DGT).

3.6 Análisis coste/beneficio

En el anejo 16 del presente Estudio Informativo se realiza un análisis de la rentabilidad de las alternativas estudiadas. En este análisis se determinan los costes de inversión, los costes de operación y mantenimiento, y los costes y beneficios sociales de las alternativas del presente Estudio Informativo.

Finalmente, los indicadores económicos obtenidos son los siguientes:

Indicador económico	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
Valor actualizado neto (VANs)	178.299.261,24 €	181.528.419,13 €	169.813.187,31 €
Tasa interna de retorno (TIRs)	3,04%	3,58%	2,91%
Relación Beneficio-Coste (B/Cs)	1,63	1,80	1,59
Periodo de recuperación de la inversión (PRI) [años]	34	31	35

Tabla 4: Indicadores económicos de las alternativas planteadas en el presente Estudio Informativo.