

Acondicionamiento de carreteras en entornos difíciles N-260. Tramo Congosto de Ventamillo– Campo



Upgrading of roads in challenging areas

Rafael López Guarga

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Director de las Obras

Iñigo Pérez Martínez

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Adjunto a la Dirección de Obra

Gabriel Sola Munarriz

Ingeniero en Geodesia y Cartografía
Dragados

Se describen de forma sintética las obras correspondientes al acondicionamiento de un tramo de 12 km del Eje Pirenaico, carretera N-260, entre el Congosto de Ventamillo y Campo (Huesca), que discurre junto al río Ésera, y que sirve de acceso al valle de Benasque, entorno de orografía complicada por lo escarpado del terreno y de alto valor medio ambiental, tanto por su flora como por su fauna, condicionantes que han dado lugar a un procedimiento de actuación complejo, teniendo siempre en cuenta la preservación del medio y la mínima afección al mismo.

The upgrading works conducted on a 12 km length section, between Congosto de Ventamillo and Campo (Huesca), are briefly presented. This road, also named “Eje Pirenaico”, provides access to the Benasque valley running along the Ésera river. This area is characterized by a complex orography due to its steep terrain and high environmental value, in terms of both flora and fauna. These aspects have driven the complex activities of the upgrading works, where preservation of the environment was a priority along with minimizing the impact

1. Antecedentes

Los documentos más antiguos guardados en el Archivo Histórico Provincial de Huesca referentes a la carretera que discurre por el estrecho cañón del río Ésera corresponden al Acta de Replanteo previa del Proyecto en el año 1887 por lo que es de suponer que las obras comenzasen posteriormente, pro-

bablemente en 1889 tras las expropiaciones. La inauguración oficial fue el 31 de enero de 1912. Anteriormente había un camino practicable para carros

A lo largo de su existencia, debido a la complejidad técnica y al grado de protección ambiental del tramo, el trazado apenas ha sufrido modificación, salvo meras obras de conservación, presentando curvas

con radios muy estrictos, en ocasiones menores de 20 m, y una calzada con anchura variable de entre 5m y 6m que dificulta mucho el tránsito de vehículos pesados, debiendo ocupar parte del carril contrario para poder trazar las curvas y con problemas de espacio para cruzarse, que ha llevado a que históricamente se produzcan numerosos incidentes.

Los primeros pasos relacionados con una mejora integral de la carretera se dieron con ocasión del Plan General de Carreteras 1984/91 que incluyó un Proyecto suscrito en 1990 que consideraba radios mínimos de curvatura de 250m y la construcción de 10 túneles y 6 estructuras, sin embargo, por problemas presupuestarios esta actuación no llegó a ejecutarse. Habría que esperar hasta el año 2007 en el que se dictó la Orden de Estudio para la redacción del Proyecto denominado «Acondicionamiento de la carretera N-260. Tramo Congosto de Ventamillo – Campo. PK 388,100 a PK 404,15», que se dividía en tres tramos, el primero entre la población de El Run y el cruce del río Ésera, el segundo coincidente con el Congosto de Ventamillo propiamente dicho y el tercero el correspondiente a las obras en cuestión, en el que inicialmente se planteaban soluciones que incluían grandes túneles y viaductos para cruzar el Ésera, tal y como se había previsto en la solución de 1990.

Una vez analizado el Proyecto de Trazado, el Estudio de Impacto Ambiental, el resultado de la Información Pública y las consultas a las administraciones ambientales afectadas, el Órgano Ambiental consideró que las obras en la carretera N-260 iban a generar impactos muy severos sobre el medio ambiente y que la actuación en los tres primeros kilómetros del tramo, incluido el Congosto de Ventamillo, podía causar la destrucción o alteración del hábitat de interés comunitario y la pérdida de especies prioritarias.

Por ello, pasada toda la tramitación ambiental, con fecha 20 de enero de 2014 se publicó la Declaración de Impacto Ambiental para el tramo Congosto de Ventamillo-Campo, sin incluir los tres primeros kilómetros inicialmente previstos

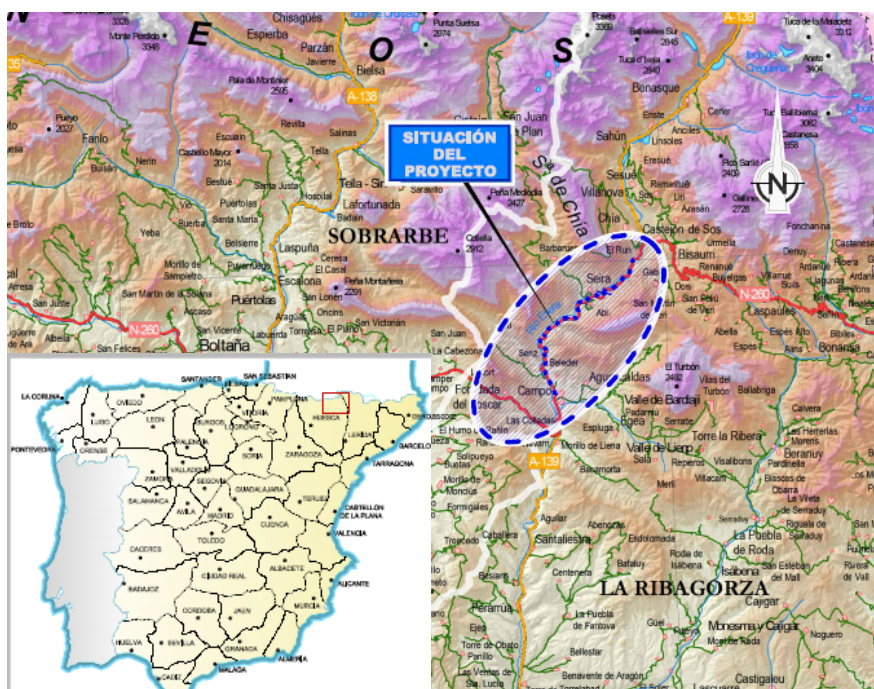


Figura 1. Situación de la actuación

entre El Run y el final del Congosto de Ventamillo.

El Proyecto de Construcción de “Acondicionamiento de la N-260. Tramo: Congosto de Ventamillo - Campo”, fue aprobado el 2 de agosto de 2016 y las obras en él definidas fueron licitadas con fecha de 29 de abril de 2019.

Como actuación para salvar el Congosto de Ventamillo se ha previsto una Orden de Estudio para la redacción de un Proyecto que defina un túnel con una longitud prevista de 2.501m así como la mejora del trazado en sus accesos.

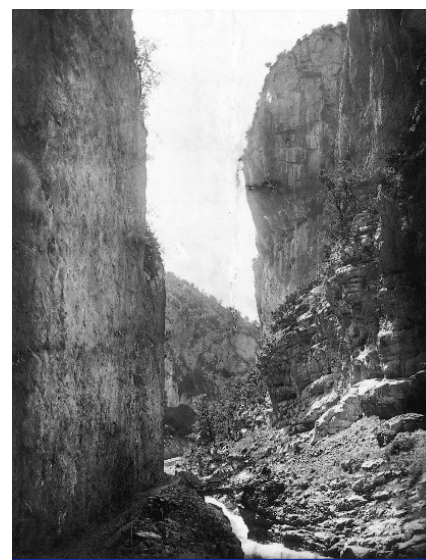


Figura 2. Camino del Congosto del Ventamillo hacia 1920



Figura 3. Imagen de archivo. N-260 en los años 30

2. Datos de partida

El corredor forma parte del Eje Pirenaico, constituyendo el principal acceso al valle de Benasque, al unirse por el norte con la carretera autonómica A-139 en Castejón de Sos, mientras que en el otro extremo la carretera continúa hacia Ainsa y el valle de Ordesa por el este, enlazando hacia el sur con la carretera A-140 que conduce a Graus, Barbastro y Huesca. Es por tanto la vía de acceso a una zona de gran atractivo turístico con la estación de esquí de Cerler como máximo exponente.

La carretera N-260, desde la Frontera con Francia en Port Bou a Sabiñánigo, presenta un trazado muy variado con algunos tramos sinuosos de montaña con calzadas estrechas y sin apenas carriles para vehículos lentos, mientras que en otros tramos ya se han acometido obras de adecuación que han permitido mejorar sus características geométricas.

El tramo que nos ocupa está comprendido entre los municipios de El Run y Campo (Huesca) y se trata de unos 12,0km de longitud que discurren por el valle del río Ésera en el que el relieve es muy abrupto, estando el cauce fuertemente encajado al atravesar formaciones calcáreas. Como se ha dicho, dado el alto valor ambiental de la zona, desde el desfiladero que supone el Congosto de Ventamillo a las grandes masas de vegetación que se observan a lo largo del curso del río, y a la fauna que habita en su entorno, es de vital importancia que la alteración del medio sea la mínima posible.



Figura 4. Tramo de la N-260 cercano al río Ésera

Tráfico

El tramo actual cuenta con una IMD de 2.557 veh/día, con un 5,8% de vehículos pesados, unos 148 vehículos entre camiones y autocares. Hay que tener en cuenta que sobre todo en los meses estivales y también en los meses de invierno, debido al turismo de la nieve, fundamentalmente los fines de semana, se producen puntas de aforo que pueden llegar a triplicar el tráfico habitual. Este hecho junto con lo sinuoso del trazado actual y la imposibilidad del cruce de vehículos pesados en muchos puntos de la plataforma, debido a la escasez de anchura disponible, hace que se produzcan retrasos y retenciones, afectando a la comodidad de los usuarios y a la fluidez de sus desplazamientos.

El año horizonte del Proyecto es 2040, esperándose que dada la idiosincrasia de la zona, una vez acondicionada la carretera, el tráfico se incremente considerablemente, por encima de lo previsto, ante el constante desarrollo y aumento de la oferta turística de este territorio.

El Pliego del Proyecto establece que las obras deben realizarse manteniendo el tráfico rodado, salvo que se logre un acuerdo con el territorio y las instituciones para realizar cortes totales de la carretera en primavera,

entre el 1 de abril al 30 de junio (3 meses), y en otoño, del 1 de octubre al 1 de diciembre (2 meses).

La obra se ha tratado de ejecutar manteniendo el tráfico, aunque en algunos casos haya sido de modo alternativo, y minimizando en la medida de lo posible los cortes totales de la carretera. No obstante ha habido actuaciones, como la colocación de las losas prefabricadas o la ejecución de algunos desmontes, que no era posible acometerlas sin tener la carretera cortada. Cuando esto ha sucedido se han planificado los trabajos para minimizar la duración del corte lo máximo posible, se han establecido y señalizado itinerarios alternativos, se han mantenido reuniones de información con alcaldes, empresarios y representantes del territorio, y se han ajustado con ellos las fechas de los cierres, asegurándose siempre el paso de vehículos en caso de emergencias. Sin embargo, es evidente que el corte total de la carretera supone un perjuicio importante para los vecinos del entorno, así como una incomodidad para el turismo, motor principal de la economía del valle, por lo que se ha tratado siempre de establecer un equilibrio entre la ejecución de los trabajos y el mantenimiento del tráfico, lo que en ocasiones no ha resultado fácil.



Figuras 5 y 6. Dificultades para el paso de camiones

Dado el escaso espacio disponible y las exigencias ambientales del medio, el mantenimiento del tráfico durante las obras en condiciones de seguridad está siendo sin lugar a dudas uno de los principales condicionantes de los trabajos.

Condicionantes geológico-geotécnicos

La complicada orografía del tramo ha impuesto a su vez condicionantes de tipo geológico-geotécnico, destacando la existencia generalizada de afloramientos de roca en todo el tramo, en unos casos con taludes naturales muy verticales, que ha hecho inviable en muchas ocasiones su excavación, y en otros casos con la existencia de depósitos cuaternarios y derrubios de ladera consecuencia del efecto hielo-deshielo, en algunos tramos de gran potencia, cuya excavación podría suponer riesgos de deslizamiento de los mismos.

El Proyecto preveía la ejecución de voladuras en una parte importante de la obra. Sin embargo, la ejecución de las mismas no siempre ha sido posible, debido unas veces a las

restricciones ambientales, otras a la falta de espacio para albergar el volumen de roca movilizado con el consiguiente riesgo de caída de material al río, y otras a condicionantes externos como la presencia de la presa de Argoné que ha hecho necesario imponer limitaciones a las vibraciones.

Espacios Naturales de Interés Ambiental y paisaje

La mayor parte del Proyecto, alrededor de 9 km, se encuentra dentro del Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) "Sierra de Chia-Congosto de Seira", en el que destaca la entidad geomorfológica del cañón glaciofluvio-kárstico de la parte meridional del río Ésera, sobre el que se asientan comunidades rupícolas de gran interés, con los siguientes Hábitats de Interés Comunitario destacados: HIC-3240 "Río alpinos con vegetación leñosa en sus orillas de *Salix eleagnos*", HIC-9180* "Bosques laderas abruptas, desprendimientos o barrancos del Tilio-Acerion", HIC-92A0 "Bosques galería de *Salix alba* y *Populus alba*" y HIC-9340 "Encinares de *Quercus ilex* y *Quercus rotundifolia*".

En el entorno del tramo se localizan también dos áreas declaradas como Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA): "Cotiella-Sierra Ferrera", cuyo límite coincide con la carretera actual, y "El Turbón y Sierra de Sis", a unos 300 metros al este de la carretera. Respecto a la avifauna destaca la asociada a las rocas, con importante presencia de grandes rapaces que incluye al quebrantahuesos (*Gypaetus barbatus*), águila real (*Aquila chrysaetos*), alimoche (*Neophron percnopterus*) y buitre leonado (*Gyps fulvus*).

En el río Ésera hay presencia de nutria (*Lutra lutra*) mamífero catalogado como "Sensible a la alteración de su hábitat" en el Catálogo de Especies Amenazadas de Aragón.

En cuanto a flora en el Congosto de Ventamillo se encuentra la especie *Petrocoptis pseudoviscosa* catalogada como "vulnerable" en el catálogo de especies amenazadas de Aragón. Aunque en el EsIA se realizó un estudio específico con objeto de localizar su posible presencia y valorar su afección concluyendo que el trazado no la afectaba, durante la ejecución de las obras se ha localiza-

do un ejemplar, que se ha protegido para evitar que fuera dañado durante las obras.

Con todo ello el abrupto paisaje que se configura tiene un alto valor ambiental que se percibe claramente incluso antes de iniciar el trazado. Las altas y escarpadas paredes labradas con el lento discurrir del tiempo y la acción del río Ésera, los bosques de vegetación de ribera y de alta montaña incrustados en estas laderas y la fauna que se cobija en estos parajes aportan un gran interés natural a la zona.

Condicionantes medioambientales

La Declaración de Impacto Ambiental recoge en su condicionado una serie de actuaciones que se han incluido en el Proyecto y que son de aplicación a las obras en ejecución. Entre las medidas previstas de protección a la vegetación, a la fauna y al patrimonio cultural y de restauración ambiental caben señalar especialmente las siguientes:

- Restricciones temporales: se establecen dos zonas de exclusión temporal de obras (Zona A: PK 2+200 a PK 4+300 y Zona B: PK 7+500 a PK 9+900) desde el 1 de enero al 30 de junio, de acuerdo a los periodos de nidificación de las especies de aves amenazadas, para voladuras o maquinaria de obra.
- Proyecto de restauración del hábitat 9180: la DIA impone como condicionante la revegetación de 5 Ha con especies propias del hábitat prioritario 9180* "Bosques caducifolios mixtos de laderas abruptas, desprendimientos o barrancos del Tilio-Acerion", con objeto de destinarlas a la compensación de las superficies afectadas por las obras.



Figura 7. Entorno ambiental de gran valor

3. Objetivos

Entre los objetivos básicos del acondicionamiento de la carretera N-260 se encuentran: la adecuación del trazado a la Norma 3.1-IC "Trazado", el incremento y la homogeneización de la anchura de plataforma para dotar carriles de circulación adecuados, que posibiliten el cruce de vehículos pesados, y el incremento de la seguridad vial con la instalación de barreras, pretilos, arcones... todo ello respetando el entorno natural.

El trazado encajado se corresponde con una carretera con $V_p=60\text{km/h}$, no obstante teniendo en cuenta que se trata de una carretera de montaña, que discurre por espacios naturales de alto valor ambiental, y que se trata de acondicionar un trazado muy sinuoso en el que hay que adaptarse a los bordes de la plataforma existente, ha sido necesario ser flexibles en el cumplimiento de alguno de los parámetros exigidos por la normativa. Se han intentado cumplir las prescripciones siempre que ha sido posible y

cuando ello no lo ha sido se ha justificado adecuadamente, adoptándose las medidas más adecuadas. La propia Norma 3.1 IC establece: "En proyectos de carreteras urbanas, de carreteras de montaña y de carreteras que discurren por espacios naturales de elevado interés ambiental o acusada fragilidad y de mejoras locales en carreteras existentes, podrán disminuirse las características exigidas en la presente Norma justificándose adecuadamente".

Hay que tener en cuenta que el fin último de las mejoras que se están llevando a cabo no es el de aumentar la velocidad de circulación en el tramo, muy difícil dada la orografía de la zona y los condicionantes ambientales, sino proporcionar a los usuarios una vía más segura y respetuosa con el territorio, ofreciendo una conducción más cómoda y fluida.

También es importante que el conductor sea capaz de percibir el entorno en el que se encuentra, de orografía singular, de gran belleza y valor paisajístico, y de constatar que la carretera se adapta a estos condi-

cionantes de forma homogénea, sin variaciones bruscas en su trazado y en sus características geométricas, evitando con ello situaciones de peligro.

4. Parámetros de proyecto y actuaciones

A grandes rasgos, los conceptos básicos que se han utilizado para la definición del Proyecto son:

- Tras el proceso de evaluación ambiental se establece una sección tipo de 8 metros de ancho (2 carriles de 3,20/3,50m y 2 arcenes de 0,80/0,50m) más los sobrecanchos de curva necesarios.
- El trazado se ajusta en la medida de lo posible hacia el lado del río, para minimizar la ejecución de grandes desmontes en la margen izquierda de la carretera. Ello implica la ejecución de voladizos en una longitud muy importante del trazado (3.165 m) para ganar el espacio necesario de la plataforma.
- Refuerzo del firme entre el pk 388,100 y el pk 391,580 que constituye el Congosto de Ventamilla propiamente dicho.
- Mejora y adecuación de la travesía de Seira (1,07 km), manteniendo las condiciones actuales de anchura compatible con el plan urbanístico.
- Actuación en la intersección de Senz y Viu al objeto de mejorar sus condiciones de seguridad.
- Ejecución de dos túneles, de 324 y 568 metros respectivamente, cuyos emboquilles se proyectan con paraguas pesados para evitar grandes desmontes, previendo la integración estética de los mismos. Los túneles se dotan con las instalaciones de seguridad y

con los equipamientos previstos en el RD 635/2006.

- Construcción de dos estructuras de 104,4m y de 31m de longitud respectivamente.
- Ejecución de cuneta revestida en el margen izquierdo (lado montaña) de 1,33m y una berma de 0,50m en el margen derecho (lado río) para colocación de barreras de seguridad.

Para ello, al objeto de asegurar los requerimientos funcionales, territoriales, paisajísticos y ambientales, se adoptan los parámetros siguientes:

- Velocidad de proyecto: 60 km/h;
- Sección transversal de 0,80/0,50 – 6,40/7,00 – 0,80/0,50m;
- Radio mínimo: 65m;
- Parámetro mínimo en curva de transición: A = 25 m;
- Adaptación de la rasante para la implantación de los voladizos y muros que permitan el ensanche de la plataforma, compatible con la gestión del tráfico acorde con el territorio en las diferentes épocas del año.

5. Soluciones constructivas

Como se ha indicado, la posibilidad de ejecutar la carretera ampliando la plataforma por la margen izquierda es inviable debido al volumen de desmonte en roca a ejecutar, por lo que se ha recurrido al ensanche hacia la margen del río Ésera con la construcción de muros de relleno o voladizos.

Muros

Los muros tienen diferentes finalidades y tipologías según la margen

en la que se encuentren:

- Los muros del lado izquierdo tienen como objetivo evitar los eventuales desprendimientos de material de la ladera que pudieran producirse invadan la carretera o proteger las boquillas de las obras de drenaje. En general se trata de muros de hormigón en ménsula o muros de escollera.
- Los muros del lado derecho tienen como finalidad contener las tierras para que éstas no invadan el río o bien evitar la ocupación de elevadas superficies con el consiguiente impacto ambiental. En este caso se trata de muros de hormigón convencionales.

Voladizos

Los voladizos se ejecutan para ganar terreno al río por la margen derecha hasta obtener un ancho de plataforma de 8,70 m. El vuelo varía desde los 2,00 m hasta un máximo de 6,50 m, obteniéndose en los casos de mayor anchura, al objeto de evitar el vuelco, una disponibilidad superior a la de la plataforma, que queda a modo de berma

Los condicionantes del ancho de la plataforma existente de entre 5 y 6 m no permiten la ejecución de los voladizos in situ por fases manteniendo tráfico alternativo ya que ello implica la necesidad de disponer una anchura mínima de plataforma de 7,20 m para garantizar una zona de trabajo segura y en caso contrario acometer excavaciones adicionales en desmontes verticales, actuación contraria a las prescripciones de la DIA. Por otra parte realizar estos voladizos con el corte total de calzada implica largos periodos de corte dado el pequeño rendimiento que es posible alcanzar con el consiguiente aumento de plazo.

Todo ello ha llevado a definir estas estructuras de tipo voladizo mediante elementos prefabricados en 2.971 m del trazado. Se trata de losas cuya sección es la de la carretera, ampliándose como ya se ha dicho hasta los 10,45 m de anchura para el vuelo máximo, con espesores comprendidos entre 30 y 50 cm y ancho máximo de 2,40 m. Los apoyos delanteros (lado río) y traseros (lado montaña) se materializan con cabeceros cimentados en micropilotes de diámetro $\varnothing 225\text{mm}$.

El proceso de ejecución comienza con la perforación de los micropilotes, tanto delanteros como traseros, manteniendo el tráfico con las precauciones necesarias debido al polvo producido en las perforaciones y a las salpicaduras y proyecciones de detritus.

Posteriormente se ejecutan las riostras (cabeceros de los micropilotes sobre los que apoyan las losas), siempre que sea posible, si

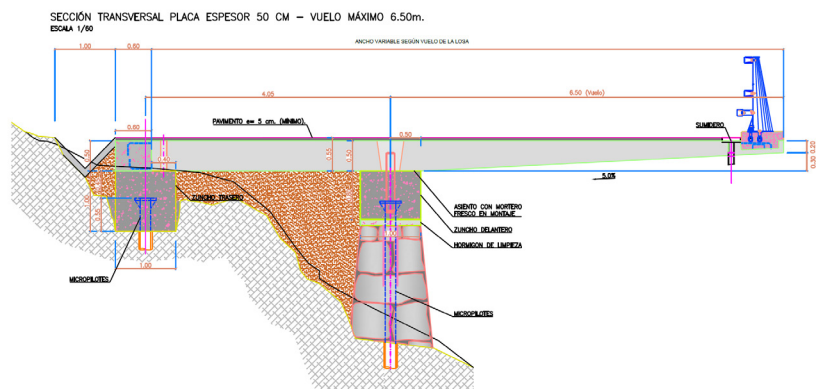


Figura 8. Sección tipo de voladizo para vuelo máximo de 6,5m



Figura 9. Perforación de micropilotes. Durante el proceso se producen salpicaduras que afectan al tráfico



Figura 10. Puesta en obra de las placas prefabricadas de los voladizos.

hay espacio suficiente, manteniendo el tráfico en modo alternativo por el lado río, llevando a cabo la excavación, encofrado, armadura y hormigonado para posteriormente taparla y así poder pasar a la ejecución de la riostra delantera, pasando el tráfico al lado de la montaña circulando sobre la riostra ya ejecutada. Ello ha sido posible en muchos tramos pero en algunos no, lo que ha obligado a la ejecución de una de las riostras o de las dos durante un periodo de corte.

Una vez realizadas las riostras ya se está en disposición de colocar las losas prefabricadas para lo que inevitablemente es necesario el corte total de la carretera. Una vez apoyadas se arma y hormigona el zuncho trasero de unión de las losas con la riostra trasera y las uniones con la riostra delantera, además de las juntas transversales entre losas.

La última fase corresponde a la ejecución del plinto de apoyo del pretil e instalación de éste, a la impermeabilización de la superficie del tablero, las juntas de dilatación y el afirmado.

Estructuras

Además se hace necesaria la ejecución de 2 estructuras para salvar la orografía del terreno en sendos puntos del trazado en los que no es posible construir voladizos por su elevado vuelco.

Así la primera estructura se dispone en un tramo en variante respecto a la plataforma existente en el que tampoco es posible disponer un terraplén por su cercanía al río Ésera y las afecciones ambientales que ello conlleva. Se trata de un puente de 104,4 m de longitud de 5 vanos de luces entre 20,55 m y 21,10 m, cuyo tablero está constituido por una sola viga cajón prefabri-

cada tipo artesa y losa de compresión de 25cm de espesor mínimo. Las vigas apoyan en sendos cargaderos pilotados ($\varnothing 1,50\text{m}$) y en tres pilas-pilote ($\varnothing 1,50\text{m}$).

Para salvar un pequeño barranco, situado inmediatamente antes del segundo de los túneles, se construye una estructura de un solo vano de 31m de longitud cuyo tablero está formado por 7 vigas doble T prefabricadas y losa de compresión de 25cm, apoyadas en estribos cargaderos con cimentación superficial.

Esta segunda estructura ya está en construcción y en cuanto a la primera se está analizando el impacto en el entorno dadas las dificultades de su ejecución ante el condicionado de mantener el tráfico que hace necesaria la construcción de un desvío provisional.

Túneles

Como ya se ha indicado, el acondicionamiento de la carretera lleva consigo la construcción de dos túneles de longitudes 324 m y 568 m respectivamente, disponiendo el primero de una pendiente del 2,8% y el segundo del 4,50%. Las características de la sección transversal son:

- Superficie de excavación: 84,32m² y libre 68,50m²;
- Gálibo vertical en zonas accesibles a vehículos de 5m y de 2,70m en aceras;
- Carriles de 3,50m, arcenes de 1,0m y aceras de 0,90m;
- Bajo las aceras se disponen canalizaciones para el paso de cables de instalaciones;
- Bajo los arcenes se disponen zanjas para el drenaje longitudinal del túnel;

- En el túnel 2, en el hastial izquierdo (derecho en los primeros metros), se dispone de un colector para recogida de vertidos contaminantes;

Por otra parte, al objeto de cumplir los condicionados del RD 635/2006, el túnel 2 cuenta con una galería de evacuación peatonal de 268 m de longitud y una anchura de 3,00 m, estando constituida su sección transversal por hastiales rectos de 1,50 m de altura rematados por una bóveda de 1,50 m de radio interior.

El método de excavación seleccionado es el del Nuevo Método Austríaco, que aprovecha la resistencia remanente del terreno antes de su descompresión total. Inicialmente estaba previsto dividir la sección en dos fases de excavación: avance y destroza, sin embargo el levantamiento sistemático del frente en cada pase, el buen comportamiento del terreno encontrado y la resistencia del mismo ha permitido ajustar la excavación y los sostenimientos a la realidad, por lo que en la mayor parte de la longitud de los túneles se ha podido llevar a cabo la excavación a sección completa, habiendo sido únicamente necesario dividir la excavación en los primeros metros más cercanos a los emboquilles de ambos túneles y en algún tramo del interior del túnel 1. Especial mención merece la ejecución de los primeros metros de la boca sur del túnel 1, afectada por el deslizamiento de la ladera de acceso, al existir riesgo de colapso tanto en el frente como en los hastiales debido a la elevada fracturación, donde fue necesario adoptar precauciones adicionales en el proceso de excavación, mediante pases más cortos y el empleo de un sostenimiento especial con el empleo de cerchas tipo TH-29.

Cabe señalar que donde el terreno presentaba una peor calidad se adoptó como medida de seguridad el sellado del frente de excavación. Tal y como se preveía, los emboquilles se han llevado a cabo mediante paraguas de micropilotes, presentando la singularidad de que el emboquille norte del túnel 2 ha sido necesario ejecutarlo desde el interior debido a la falta de espacio.

Una vez completada la excavación y el sostenimiento y comprobado el gálibo disponible, se procede

a la impermeabilización y al revestimiento con hormigón HM-30. Previamente es necesario llevar a cabo las canalizaciones situadas en los pies de ambos hastiales.

Ambos túneles irán dotados de todas aquellas instalaciones que son requeridas para el cumplimiento al RD 635/2006 sobre requisitos mínimos de seguridad en los túneles de la Red de Carreteras del Estado. Así, dispondrán de iluminación (normal, seguridad y emergencia), ventilación y sensores

correspondientes, red de protección contraincendios, alimentación eléctrica con SAI y grupos electrógenos, puestos de emergencia, señalización de salidas, barreras y semáforos exteriores, red de fibra óptica y conexión con el Centro de Control de Monrepós.

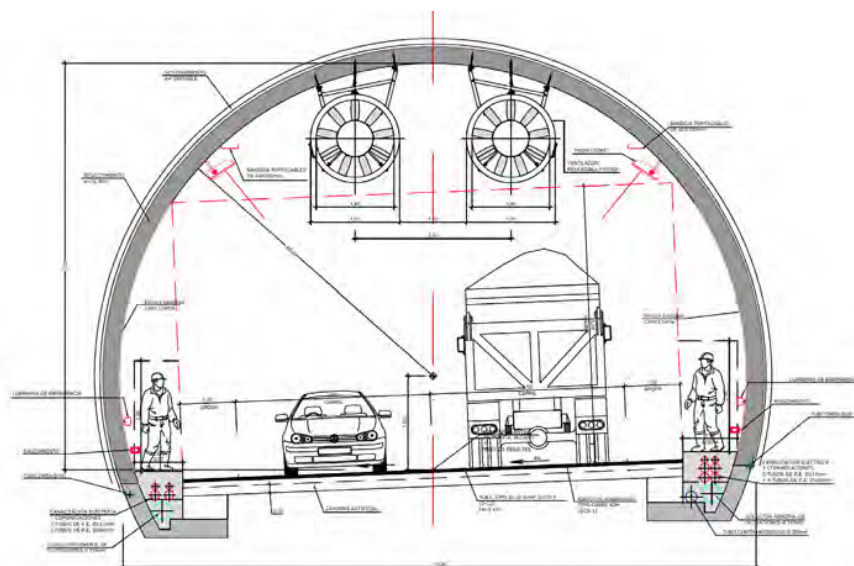


Figura 11. Sección tipo de túnel



Figura 12. Sección túnel 2



Figura 13. Replanteo de la galería de evacuación

Ampliación del drenaje y pasos de fauna

Al ampliar el ancho de la plataforma de la carretera es preciso que también se amplíen las longitudes de las Obras de Drenaje Transversal existentes, que a su vez en los casos en los que sea preciso servirán para paso de fauna. Cada una de ellas cuenta con su propia geometría y se repone y amplía tal cual en función de su estado de conservación.

Además, se ha ejecutado otro paso de fauna en la D.O. 4+330 de hormigón armado, con una altura interior de 2,50m.



Figura 14. Paso de fauna

6. Otras actuaciones

Actuaciones en la Travesía de Seira

Al objeto de no alterar las condiciones urbanísticas del tramo de la travesía de Seira se llevarán a cabo las siguientes intervenciones:

- Fresado y reposición del pavimento existente con 5cm de mezcla bituminosa en caliente, previo saneo localizado de blandones en algunos puntos hasta una profundidad de 0,50m.
- Acondicionamiento de bermas, revestimiento de cunetas con hormigón HM-20 y formación de ríoglas.
- Acondicionamiento de las aceras y zonas peatonales mediante el empleo de materiales similares a los existentes en aquellos casos en los que sea necesario, realizando actuaciones localizadas y completándolas donde se requiera, dando continuidad a los itinerarios
- Limpieza y desherbado de la totalidad de los márgenes.



Figura 15. Entrada a Seira

Reparación del deslizamiento del talud de acceso al emboquille sur del túnel 1

El 20 de abril de 2021 se produjo un deslizamiento de gran magnitud en el desmonte D-28 correspondiente al emboquille sur del túnel 1, quedando el material depositado sobre la calzada y parte de la ladera del río Ésera, que dio lugar al corte total de la carretera. Afortunadamente en el momento del deslizamiento se había detenido la excavación con medios mecánicos, al coincidir con la hora de la comida de los operarios, no habiéndose producido daños personales, pero sí materiales al quedar una

retroexcavadora sepultada bajo el material desprendido.

Tras el estudio del problema, con el apoyo de la Dirección Técnica de la Dirección General de Carreteras, se adoptó la siguiente solución:

- Actuaciones previas, desbroce y tala de arbolado desde el arranque del talud hasta la visera que se había generado al objeto de conocer el estado de la ladera.
- Saneos de bloques y estabilización provisional del talud desde el arranque hasta la visera: se procedió al saneo de los bloques sueltos e inestables, avanzando desde la parte superior para pos-

teriormente colocar una malla de triple torsión y una red de cables cosidas al terreno con bulones en malla de 3x3 y longitudes de 3, 6, 9 y 12m.

- Trabajos en la visera (zona 1) y por debajo de ella hasta la plataforma P (zona 2): se procedió primero a estabilizar el talud de forma provisional para lo que se sanearon y retiraron los grandes bloques y se colocó malla de triple torsión y red de cable ancladas al talud mediante bulones de 3 metros y diámetro 25 mm.
- Creación de una plataforma de trabajo y caballón provisional mediante la colocación de un muro de escollera para aportar peso en el pie del talud y contribuir a la estabilización de la ladera, liberando la calzada de la carretera.
- Construcción de un camino de acceso a la plataforma de trabajo (P) habilitado a través del desmonte contiguo (D29) para poder acceder a la zona de trabajo, una vez estabilizada la parte superior, sin afección al tráfico.
- Reposición del firme de la carretera y elementos de seguridad para la reapertura al tráfico
- Estabilización definitiva de la parte alta de los taludes lateral y frontal hasta la plataforma de trabajo mediante anclajes activos de 12 metros con bulones Gewi de diámetro 32 mm, colocación de mallazo en dos capas y aplicación de hormigón proyectado.
- Una vez estabilizado el talud se procedió a su Instrumentación y Auscultación para lo que se monitorizó la zona con lecturas cada 10m y así poder detectar eventuales movimientos y aviso de alarma vía móvil en caso de superación del rango establecido.



Figura 16. Imagen del deslizamiento y sus consecuencias

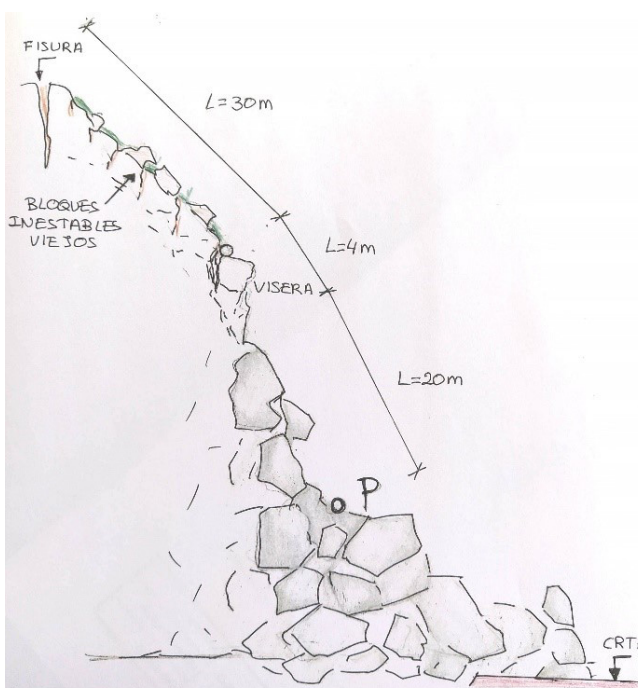


Figura 17. Croquis del talud tras el desprendimiento

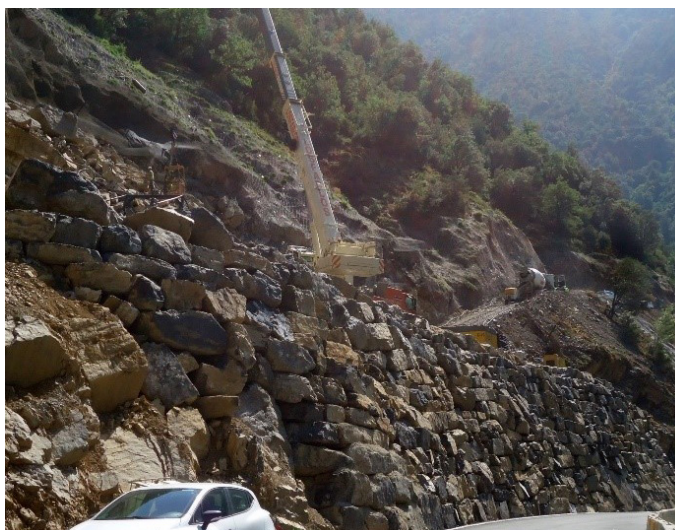


Figura 18. Muro de escollera para generar la plataforma de trabajo

- Una vez estabilizada la parte superior, demolición y retirada por capas de la plataforma de trabajo y del muro de escollera.
- Estabilización de los taludes por debajo del punto P hasta la rasante de la carretera: según se iban desmontando las distintas capas (3,00 m) de la plataforma, continuó el proceso de estabilización, finalizando con una fila de anclajes permanentes de doble protección $\varnothing 32\text{mm}$ y una viga de atado.
- Refuerzo del machón entre el túnel 1 y la carretera consistente en bulones de 12 m y 6 m con doble mallazo y hormigón proyectado.
- Por razones de seguridad vial, aunque en principio con las actuaciones llevadas a cabo el talud queda estabilizado, se decidió prolongar el túnel mediante una estructura de hormigón a modo de galería en una longitud de 64 m.

tuaciones para preservar el tramo de posteriores incidencias. Concretamente se ha realizado lo siguiente:

- Reposición de la carretera y del muro de contención: Para ga-

rantizar la estabilidad del muro, tanto en la zona directamente afectada por el desprendimiento como en las zonas contiguas, se ha protegido el trasdós mediante la ejecución de unos micropilotes



Figura 19. Caída de un bloque de roca sobre la carretera

Protección frente a desprendimientos y reparación de daños producidos en el Congosto de Ventamillo

El 24 de febrero de 2021 se produjo un desprendimiento de gran magnitud a la altura del pk 389+900 de la carretera N-260, en el tramo del Congosto de Ventamillo. Como consecuencia del mismo, la calzada quedó afectada y una parte de la plataforma quedó rota por la caída de los bloques a gran altura, produciéndose asimismo la rotura del muro de sostenimiento de mampostería allí existente.

En esta zona de la carretera los taludes verticales se inclinan en contrapendiente y se forma una “visera natural” que reduce aún más la anchura de circulación, por lo que a consecuencia de este suceso se decidió acometer una serie de ac-

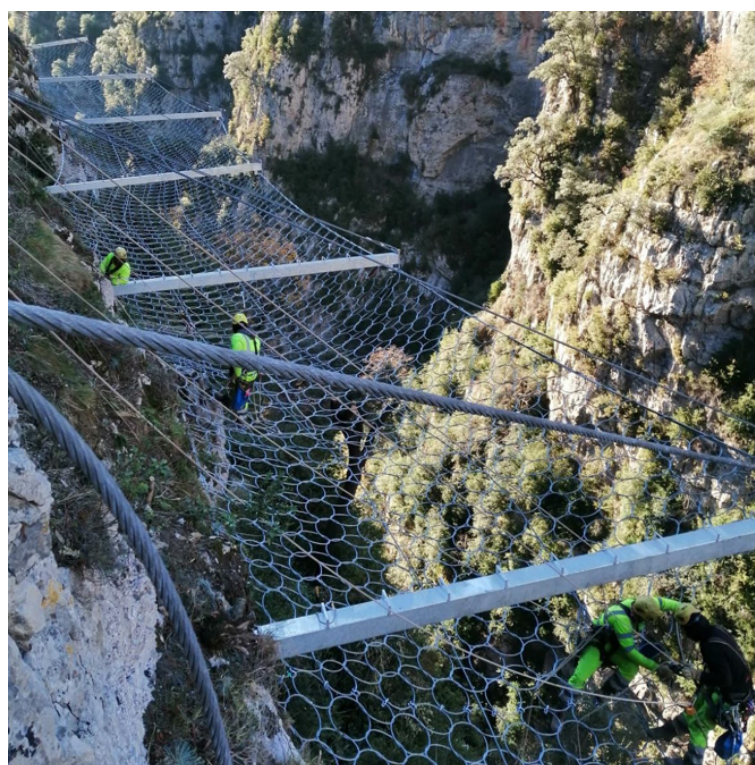


Figura 20. Galería dinámica

de 200 mm de diámetro, con una separación entre sí de 1,5 m. La reposición de la calzada se materializó mediante la ejecución de losas prefabricadas, similares a las ejecutadas en la obra principal, en una longitud total de 140m. En esta operación se aprovechó para dar un sobreechanco y crear un apartadero que permita el cruce de los camiones y las operaciones de mantenimiento.

- Actuaciones en el talud: Básicamente las actuaciones realizadas en el talud consistieron en sanear y sujetar posibles bloques inestables y en implantar barreras dinámicas de protección frente a desprendimientos. En función de la altura y la topografía, las trayectorias que pueden seguir los bloques en episodios de desprendimientos serán muy distintos por lo que en función del relieve del talud se definieron 3 soluciones tipo:
 - o Sistema de defensa activa frente a desprendimientos (redes de cable y bulones)
 - o Sistema de defensa pasiva frente a desprendimientos (Galería dinámica)
 - o Sistema de defensa pasiva frente a desprendimientos (Pantalla dinámica)
- Mejora de gálibo y visibilidad: debido a la verticalidad de las paredes y su contrapendiente, el ancho realmente útil de la calzada se reduce y algunos de los vehículos pesados se alejan de la margen lado montaña ante el temor de rozar con el terreno. Por ello se ha procedido a reperfilado en algunas zonas con martillo picador.

7. Conclusión

El Proyecto, fruto de la necesidad de la mejora del trazado y del aumento de la seguridad, se redactó teniendo en cuenta el medio atravesado y las demandas del territorio, buscando en todo momento la integración con el entorno y procurando un impacto mínimo teniendo siempre presente la variable medioambiental. Asimismo la ejecución de las obras se está llevando a cabo bajo estas premisas, intentando el mejor equilibrio posible entre las necesidades de los trabajos y la minimización de las afecciones al tráfico, en particular optimizando los cortes totales de carretera, ante el importante trastorno

que suponen para los habitantes y sus consecuencias para la economía de la zona, basada principalmente en el turismo. Por ello, desde estas líneas aprovechamos para agradecer a los ciudadanos y empresarios la enorme paciencia que están teniendo al soportar estoicamente las alteraciones en el devenir diario que las obras están ocasionando

De esta forma se ha tardado más de una centuria, anteriormente sólo se habían llevado a cabo pequeñas obras de conservación y alguna mejora puntual, para disponer de una carretera con una calzada, que aunque sólo de 8,00m de anchura por razones ambientales, permite el tráfico bidireccional y el cruce de

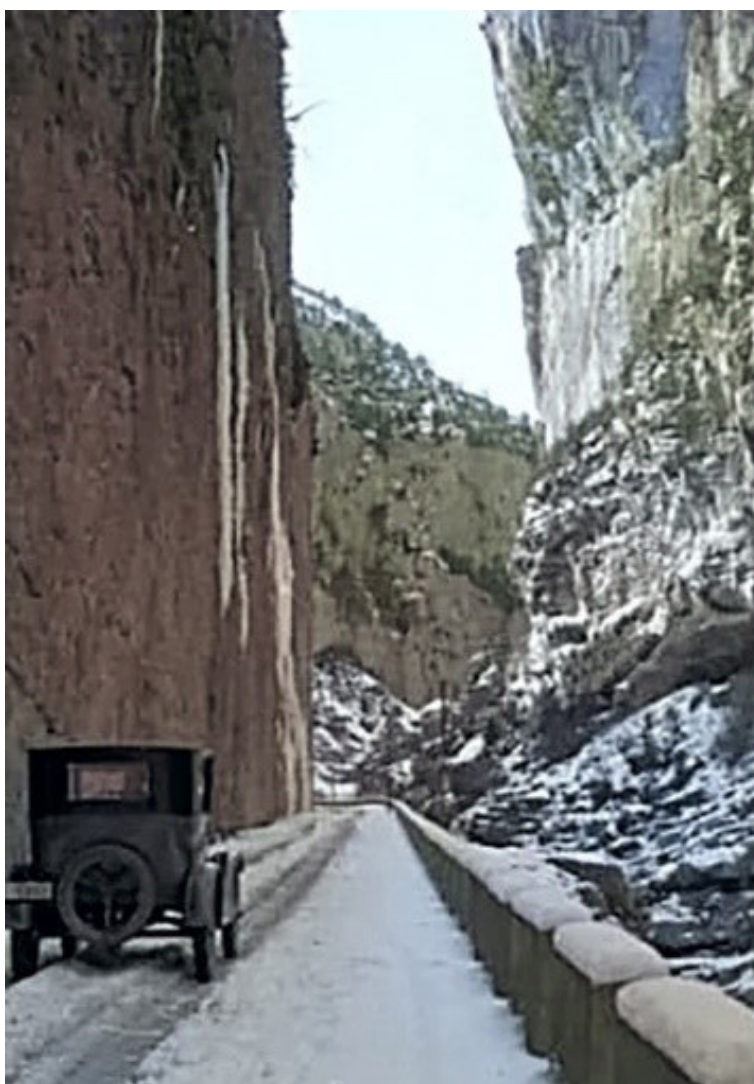


Figura 21. Carretera del Congosto. Años 30

los actuales vehículos pesados sin necesidad de maniobras, actuación que redundará en una mejora del desarrollo empresarial y turístico del territorio.

Pendiente queda la construcción del túnel de Ventamillo, que salve definitivamente el paso del Congosto con ancho de calzada estricto y riesgo de caída de rocas, aunque ahora minimizado con las acciones llevadas a cabo, con la esperanza de que pueda ser una realidad en los próximos años.

El presupuesto vigente de las obras asciende a 75 M.

8. Agradecimientos

Desde estas líneas hay que agradecer a la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana el que haya impulsado esta importante actuación desde su inicio con la Orden de Estudio para la redacción del Proyecto hasta la licitación de las obras, y la participación y contribución de Dragados, empresa constructora adjudicataria de las obras, especialmente a su personal que día a día ha vivido las vicisitudes de los trabajos, de Intefir, Asistencia Técnica a la Dirección de Obra, y de Intecsa-Inarsa ingeniería que redactó el Proyecto de licitación, debiendo hacer una mención especial a la empresa Strucres por su intervención en el cálculo de las estructuras definitivo. ❖



Figura 22. Estado de la carretera previo a la actuación (2015)



Figura 23. Tramo actual ya prácticamente acondicionado.