

Adiós a las curvas

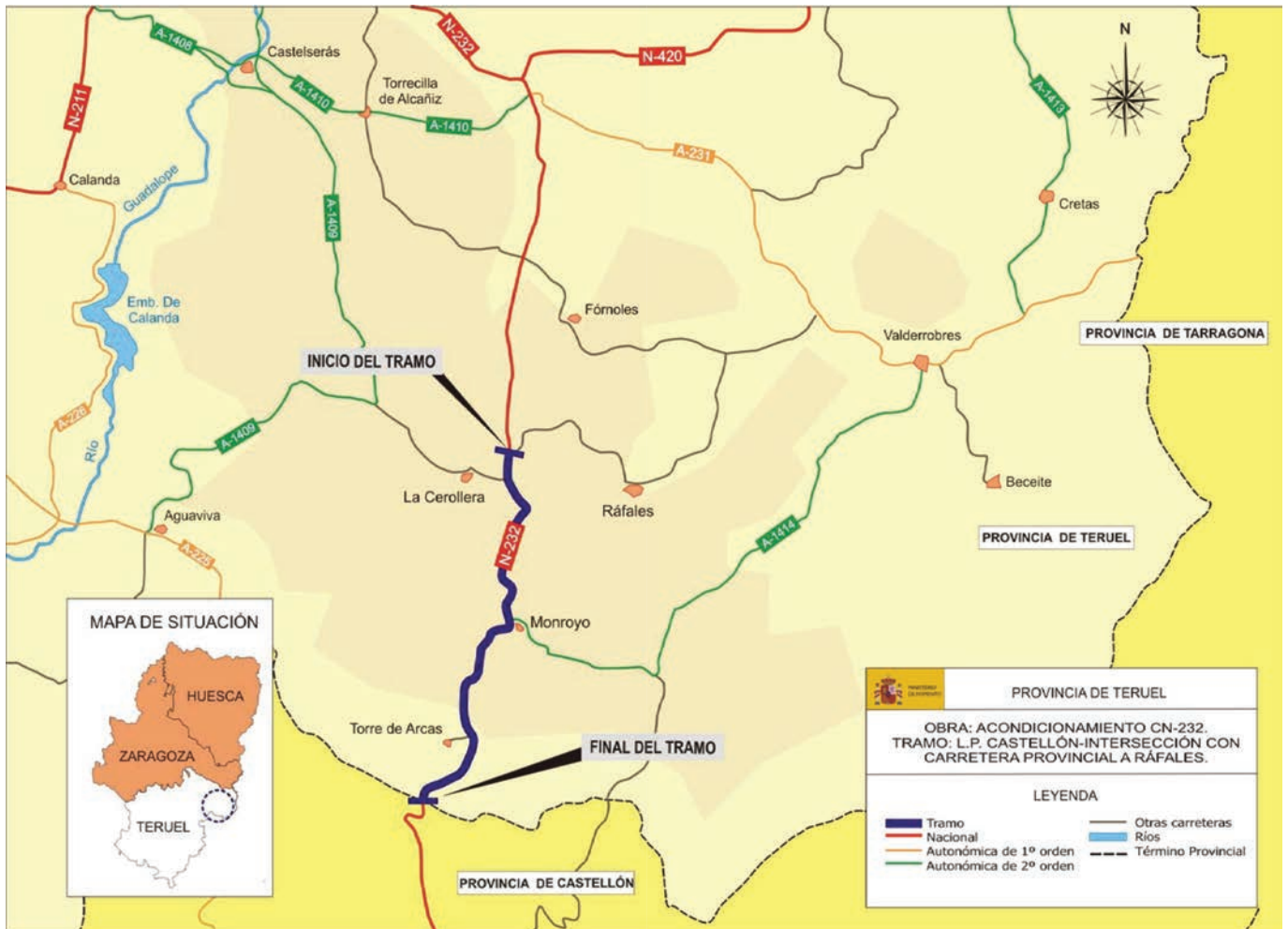
► Nuevo trazado de la N-232 sobre el viaducto de Valdeluna y antiguo trazado en curva de la vieja carretera.

Nuevo trazado de la carretera N-232 en Teruel que mejora la conexión Aragón-Mediterráneo



El Ministerio de Fomento ha puesto en servicio un nuevo trazado de la carretera N-232 al sur de la comarca del Matarraña (Teruel) que sustituye a un tramo de vía estrecho y muy sinuoso en una zona de relieve accidentado, mejorando la capacidad de la carretera, la seguridad viaria, el tiempo de recorrido y la comodidad para los usuarios. Con esta actuación, encuadrada en el acondicionamiento de la N-232 en Teruel y Castellón, se ha eliminado uno de los puntos más conflictivos en este eje vertebrador, que ha lastrado las comunicaciones entre el valle medio del Ebro y el norte de la Comunidad Valenciana. La inversión en esta obra de gran utilidad social se acerca a los 70 M€.

El nuevo tramo de la carretera N-232 (de Vinaroz a Santander), comprendido entre el límite provincial Teruel/Castellón y la intersección de Ráfales, entró en servicio el pasado 15 de marzo y culmina el acondicionamiento en la provincia de Teruel de ese eje estructurante que conecta Zaragoza, Alcañiz, Morella y Vinaroz. Con esta actuación, básica para la vertebración de territorios de baja densidad demográfica, se elimina uno de los tramos más conflictivos de la N-232 a su paso por esta zona montañosa del Sistema Ibérico, consistente en un sinuoso y estrecho trazado en las estribaciones del puerto de Torremiró que ha dificultado históricamente las comunicaciones entre el sureste de Aragón (comarcas del Matarraña y Bajo Aragón) y el norte de la Comunidad Valenciana (Els Ports y Baix Maestrat). El nuevo trazado convencional mejora muy sensiblemente las prestaciones de la anterior vía, reduce el tiempo de viaje (el tramo se recorre ahora en 9 minutos, cuando antes de las obras se tardaban en torno a 16 minutos) y moderniza la conexión entre esos territorios.



El nuevo trazado se desarrolla por el mismo corredor de la N-232 a la que sustituye, a través de un relieve accidentado que ha condicionado las características de la anterior carretera, estrecha, con curvas cerradas y sin visibilidad y poco segura. Tiene 14,1 kilómetros frente a los 17 kilómetros del trazado anterior, lo que reduce la longitud del recorrido, aunque la principal diferencia radica en la calidad de la nueva vía. Y es que se pasa de una geometría estricta, con curvas que en algunos puntos no llegaban a 25 metros de radio, a otra amplia, con radios mínimos de 500 metros, habiéndose suprimido un buen número de curvas mediante la construcción de nuevos túneles y viaductos. También se ha incrementado la capacidad de la plataforma: mientras que la carretera anterior no llegaba en muchas zonas a los 6 metros de anchura, la sección de la nueva N-232 presenta dos carriles de 3,50 metros cada uno más arcenes de 1,50 metros y bermas, para una anchura total superior a 10 metros. Son características que aumentan de forma significativa la capacidad de la vía y que mejoran en gran medida la seguridad de la circulación.

► Enlace de Monroyo Norte, con el ramal que conduce a esta localidad, y boca norte del túnel de Monroyo.

El presupuesto de la obra del nuevo tramo se ha elevado a 65,5 M€, aunque la inversión final realizada por el Ministerio de Fomento, una vez sumados los importes correspondientes al proyecto de construcción, al contrato para el control y vigilancia de la obra y al valor estimado de las expropiaciones de terrenos, totaliza 69,9 M€. La actuación, dirigida por ingenieros de la Unidad de Carreteras de Teruel de la Demarcación del Carreteras del Estado en Aragón, ha sido ejecutada por la constructora Rover Alcisa, correspondiendo el proyecto de construcción a la consultora Intecsa-Inarsa y la asistencia técnica para el control y vigilancia de la obra a las empresas Applus Norconsult en una primera etapa e Incosa en la segunda. La puesta en servicio del nuevo tramo de esta carretera convencional supone la culminación de una obra que ha atravesado en el pasado por distintas vicisitudes hasta su reactivación definitiva en abril de 2015 y con la que se ofrece una respuesta eficaz a las históricas demandas de mejora de la movilidad de los municipios de la zona.



Características

El nuevo trazado se desarrolla por los términos municipales de Torre de Arcas, Monroyo, La Cerollera y Ráfales, en la comarca del Matarraña (Teruel), discurrendo por una zona muy montañosa, a una altitud media de 800 metros, que presenta problemas de vialidad invernal. Como características geométricas, el nuevo tramo presenta un trazado en planta con radio mínimo de 500 metros y en alzado con una rasante máxima del 5,98% (3% y 1,8% en los dos túneles), siendo la velocidad de proyecto de 90 km/h. La sección tipo de la carretera está formada por dos carriles de 3,5 metros de ancho y sendos arcenes de 1,50 metros; en los túneles los arcenes son de 1,25 metros y se añade una mediana de 1 metro y aceras de 0,75 metros. Respecto a la sección estructural del firme, este se dispone sobre una explanada E3 y está formado por una capa de suelocemento de 22 centímetros y dos capas de mezclas bituminosas en caliente de 12 centímetros (intermedia del tipo G-20 y de rodadura del tipo S-20).

El trazado arranca poco después de la variante de La Puebla de Alcolea, en el límite con la provincia de Castellón, y se dirige en dirección norte apoyándose en la carretera existente, aunque con diversas variantes de trazado, incluidos nuevos viaductos y túneles, que en conjunto permiten la eliminación de numerosas curvas, algunas con tipología de herradura, reduciendo consiguientemente la longitud del recorrido. Discurre en varios tramos en paralelo a la carretera existente, que ahora ha quedado reducida a una vía para tráfico local. Con el nuevo trazado, además, se ha suprimido la travesía de la localidad de Monroyo, procediéndose como parte del proyecto al acondicionamiento de esta antigua calzada (de 1.700 metros de longitud) y a la construcción de una amplia zona de estacionamiento a petición del Ayuntamiento. En la parte final, el trazado conecta con otro tramo ya acondicionado de la carretera N-232.

La conexión de la nueva carretera con el viario exterior se ha concretado en tres enlaces y dos intersecciones. Al principio del tramo se ha construido el enlace de Torre de Arcas, que da servicio a la carretera local hacia esta localidad (TE-8411). Es un enlace con tipología de diamante con pesas, con dos glorietas, cuatro ramales y un paso inferior bajo el tronco, que mejora la seguridad vial de la anterior intersección al evitar un cruce a nivel. Hacia la mitad del tramo se sitúan los otros dos enlaces, Monroyo Sur y Monroyo Norte, que sirven para la relación de esa localidad con Morella el

primero y con Alcañiz el segundo. Además, al norte del segundo túnel se ha dispuesto el nudo de Consolación Norte para permitir la salida directa en sentido sur a un complejo hotelero y la ermita de La Consolación, dando también servicio a la carretera N-232 existente. Las dos nuevas intersecciones se sitúan en la parte final y permiten conectar con las carreteras TE-8401 (La Cerollera) y TE-3005 (Ráfales), mejorando sensiblemente la seguridad con respecto a las previamente existentes.

Túneles y estructuras

Hacia la mitad del tramo se han construido los túneles de Monroyo y Consolación. El primero, de 495 metros de longitud, se sitúa en la variante de la localidad del mismo nombre y elimina la pronunciada curva de la travesía. El segundo, de 270 metros, corta un trazado en herradura reduciendo por sí solo el recorrido en casi medio kilómetro, además de resolver una zona de topografía complicada. Estos túneles, que discurren en curva hacia la izquierda, están formados por una sección de 79,3 m² y tienen un gálibo vertical mínimo de 5 metros. Han sido ejecutados según el Nuevo Método Austriaco, con excavación por medios mecánicos y sostenimiento en fases sucesivas de avance y destroza, a través de terrenos con materiales compactos formados por argilitas rojas y areniscas. En ambos casos, ante la aparición durante la obra de humedades potencialmente causantes de fenómenos expansivos en los materiales y para garantizar la estabilidad del túnel, se ha adoptado una doble solución: por un lado, el cierre de la sección del túnel mediante una contrabóveda de 30 centímetros de espesor de hormigón en masa de resistencia 40 MPa, que crea un anillo de cierre interior entre las zapatas ya ejecutadas; y por otro, la ejecución de un anillo de revestimiento de hormigón de 30 centímetros de hormigón 30 MPa, reforzado con fibras de polipropileno, además de impermeabilización conectada al drenaje del túnel. Una vez construidos, los túneles han sido equipados con iluminación LED y con instalaciones de emergencia reglamentarias, entre ellas alumbrado para evacuación, extintores, comunicaciones con el exterior y señalización de las vías de evacuación.

Al principio y al final del trazado se han ejecutado los viaductos de San Bernardo (144 metros de longitud) y Valdeluna (270 metros), que salvan respectivamente una vaguada y un barranco. Al igual que ocurre con los túneles, ambos acortan significativamente el nuevo recorrido al eliminar varias



► Enlace de Torre de Arcas, con tipología de diamante con pesas.



► Enlace a nivel de La Cerollera.



► El túnel de La Consolación elimina una pronunciada curva del trazado anterior.



Problemas geotécnicos

El desarrollo de las obras se ha topado con una serie de problemas geotécnicos singulares que han modificado las previsiones de ejecución, obligando a los ingenieros a estudiar y adoptar soluciones para garantizar la estabilidad de los terrenos arcillosos del tramo y, en suma, la seguridad de la infraestructura. Estos problemas se han debido al mal comportamiento a medio plazo de los materiales de la excavación del primer tramo del corredor, con una evolución rápida en sus propiedades que llevaba al límite la estabilidad de los rellenos construidos sobre ellos.

Ello dio lugar a que los estribos del viaducto de San Bernardo sufrieran movimientos importantes bajo los cargaderos flotantes, por lo que en el estribo dorsal se ha ejecutado una pantalla de pilotes para fijar el material desplazado e impedir un posible deslizamiento general. Además, en ambos estribos se han ejecutado micropilotes en los cargaderos para aligerar su carga, y a efectos de consolidación se han llevado a cabo inyecciones de hormigón en todo el cuerpo del relleno. Previamente se habilitaron unas bermas estabilizadoras en la base.

El mismo problema de agotamiento de la resistencia del terreno se produjo en varios de los terraplenes ejecutados durante la obra, a pesar de que su altura no es elevada. En este caso, la solución adoptada ha sido el tratamiento con inyecciones de lechada armada y la disposición de bermas en la base de los terraplenes de mayor cota.

curvas muy pronunciadas. El viaducto de San Bernardo, emplazado entre el pk 0+820 y el pk 0+964, está formado por cuatro vanos de 36 metros y tiene una anchura de 11,30 metros, apta para albergar dos carriles. La sección del tablero está formada por dos vigas en artesa de canto asimétrico 1,60/1,83 metros ubicadas a distinta cota y una losa de compresión formada por prelosas armadas, siendo las pilas macizas con dobles fustes unidos en la parte superior con una viga riostra metálica y los estribos con cargaderos flotantes. El viaducto de Valdeluna, situado entre el pk 12+980 y el pk 13+250, es una estructura de siete vanos de 38,60 metros, con una anchura de 11,30 metros. El tablero está formado por vigas en artesa prefabricadas de hormigón pretensado de canto 1,80 metros con una losa de compresión habilitada por prelosas armadas con celosía. Las pilas se han diseñado huecas con una escalera para poder acceder a su interior y los estribos son cerrados, siendo la cimentación de ambos de tipo directa.

Además de estas estructuras, a lo largo del tramo se han ejecutado 16 pasos inferiores, dos pasos superiores y 23 obras de drenaje transversal. Los pasos inferiores (tres para enlaces y 13 para reposición de caminos) son marcos de hormigón armado con longitudes entre 28 y 14 metros, anchura máxima de 10 metros y altura máxima de 4,50 metros. Respecto a los pasos superiores, cerca del enlace de Torre de Arcas se ha construido un paso para reponer una vía pecuaria consistente en un puente de un solo vano de 30 metros de luz entre apoyos, formado por un tablero de vigas prefabricadas sobre dos estribos de hormigón armado vertido *in situ*. El segundo es un paso de fauna, ejecutado por prescripción de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) para disminuir el *efecto barrera* sobre la fauna, consistente en un tablero formado por dos vigas en artesa de 28,90 metros de longitud y canto de 1,50 metros para un vano de 28 metros entre ejes de apoyo más una losa de compresión formada por una prelosa central y dos prelosas laterales hasta completar un ancho de 8 metros. El drenaje transversal del tramo se ha realizado a base de marcos de hormigón de 2x2 metros de dimensión interior ejecutados *in situ* y tubos de hormigón armado de 1.800 milímetros de diámetro.

Otras actuaciones

En el trazado se ha procedido a la reposición de cinco vías pecuarias interceptadas por la nueva carretera para asegurar su continuidad, además de 30 caminos de uso agrícola o de acceso a propiedades colindantes,

alguno de ellos empleados durante la ejecución de las obras como desvíos provisionales. También se han repuesto los diversos servicios afectados por las obras (básicamente tendidos eléctricos aéreos y tendido telefónico). En varios puntos del trazado, además, se realizó la protección estática de 17 taludes para prevenir la caída de fragmentos rocosos sobre la plataforma mediante la colocación de malla me-

tálica. Por otra parte, se ha dispuesto la señalización horizontal y vertical y los sistemas de contención necesarios para cumplir con los criterios de seguridad marcados por la normativa vigente. Asimismo, se ha colocado un cerramiento perimetral para impedir el acceso de animales a la calzada, con el doble objetivo de protección de la fauna y mejora de la seguridad vial.



► Viaducto de San Bernardo y la curva de herradura que suprime.

La N-232 en Castellón

El acondicionamiento de la carretera N-232, ya completado en la provincia de Teruel con la puesta en servicio del tramo Límite Provincial Teruel/Castellón-Intersección de Ráfales, también está muy avanzado en la de Castellón. En esta provincia levantina la mejora de la carretera se desarrolló a partir de mediados de los años 90, primero en su extremo oriental (tramo Vinaroz-Barranco de la Bota) y luego en el extremo opuesto (tramo Morella-puerto de Torremiró y Variante de La Puebla de Alcolea, en el límite con Teruel, inaugurada en 2009). Para completar el proyecto en Castellón queda por acondicionar un tramo central de 13 kilómetros en los montes de Vallivana que incluye el paso por el puerto de Querol, principal obstáculo orográfico del itinerario de la N-232 en la comarca de Els Ports. Para su construcción, este segmento se ha dividido en dos tramos: Barranco de la Bota-Masía de la Torreta (7,7 kilómetros) y Masía de la Torreta-Morella Sur (5,3 kilómetros)

El Ministerio de Fomento está ejecutando, desde junio de 2017, las obras del primero de los tramos, consistente en una variante de trazado que discurre en las proximidades del corredor de la actual carretera por un terreno con grandes pendientes (más del 10%) y que presenta problemas de viabilidad invernal (el puerto se sitúa en la cota 1.080 metros). Dicha variante, que eliminará más de 60 curvas del trazado existente, se está construyendo con una plataforma de anchura para 2-3 carriles (uno por sentido, más otro adicional en rampa para vehículos lentos en el ascenso al puerto del Querol) y dispondrá de 14 estructuras (entre ellas nueve viaductos, el principal, Barranco de la Bota, de 432 metros), del túnel del puerto de Querol (195 metros), de un falso túnel (42,5 metros) y del enlace de Vallibona. El presupuesto de las obras se acerca a los 40 M€. El segundo tramo, Masía de la Torreta-Morella Sur, que constituye la bajada del puerto hasta la capital comarcal, dispone de un proyecto de construcción que se está actualizando como paso previo para la licitación de las obras. Su presupuesto es de 21,2 M€.

► Paso superior para reposición de una vía pecuaria.



Por último, el proyecto ha incluido una serie de medidas preventivas y correctoras relativas a la ordenación ecológica, estética y paisajística, previstas tanto en el Estudio de Impacto Ambiental como en la Declaración de Impacto Ambiental del tramo. En este capítulo se han incluido actuaciones para la protección de la vegetación natural y la fauna en el entorno de la obra, la correcta gestión de los residuos, la protección de las aguas, el control del ruido y del polvo, entre otras. Las actuaciones de protección del

patrimonio cultural han comprendido una serie de prospecciones arqueológicas que detectaron la presencia de fósiles de amonites (moluscos extinguidos hace 66 millones de años, de gran valor estratigráfico) entre el pk 13+450 y el pk 13+900. Estos restos fueron extraídos del terreno para su posterior estudio y conservación.

Javier R. Ventosa / Fotos: Rover Alcisa