

Influencia del entorno geológico en los problemas de carreteras (*)

Incidencia de una disposición estructural en la aparición de «blandones» en el firme

Por. RAFAEL ARTEAGA CONEJO
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
y JESUS ALBEROLA NAVARRO
Ingeniero de Minas

El conocimiento de los efectos que la humedad puede ejercer sobre las capas inferiores de firmes es muy importante para el proyecto, construcción y conservación de carreteras. La estructura geológica del terreno influye a su vez poderosamente sobre la infiltración y circulación del agua, por lo que resulta básico su conocimiento para la adopción de medidas de corrección adecuadas.

La influencia del agua, o mejor dicho de la humedad, en las capas infrayacentes de los firmes de carreteras, tanto sean flexibles como rígidas, es conocida de todos los que se dedican al proyecto, construcción y sobre todo conservación de carreteras.

El agua, esa humedad que queda retenida e íntimamente absorbida por el terreno, puede variar considerablemente las condiciones resistentes o plásticas del mismo.

El problema estriba fundamentalmente en la explicación de esa presencia del agua en el subsuelo. Es por tanto necesario conocer los recorridos y circunstancias de dichas aguas, a fin de poder atraerlas y/o eliminarlas convenientemente buscando soluciones constructivas que permitan salvar la situación, bien reforzando la estructura del firme, bien modificando las condiciones de terreno por medio de la colocación de sistemas de drenaje o con otras soluciones más o menos inspiradas.

En el establecimiento de los caminos y mecanismos que sigue el agua hasta alcanzar las capas inferiores de la explanación puede tener una importancia fundamental la estructura geológica del entorno más o menos próximo, el punto en que se producen o pueden producir las perturbaciones mencionadas.

El conocimiento de la distribución espacial de los materiales que forman el entorno, junto a los mecanismos de infiltración y circulación del agua a través de ellos pueden permitir una adecuada actuación en la supresión del agua en el subsuelo, bien porque se le impida llegar a zonas comprometidas, bien porque se extrae de ellas por medio de sistemas de drenaje adecuados, dispuestos de acuerdo con la mencionada distribución especial de los materiales que forman el terreno.

Como ilustración de estas premisas fundamentales y no por obviamente lógicas, menos ignoradas, vamos a exponer un caso concreto de que tuvimos ocasión de ocuparnos con motivo del estudio de una modificación del trazado de una carretera de la Red del Estado.

Se trata de la «supresión de curvas peligrosas en la carretera N-232 de Vinaroz a Vitoria y Santander, p.k. 14,200 al 16,200» situadas en las proximidades de la población de San Jordi en provincia de Castellón.

El punto concreto que nos ocupa se sitúa en el p.k. 15,800 aproximadamente.

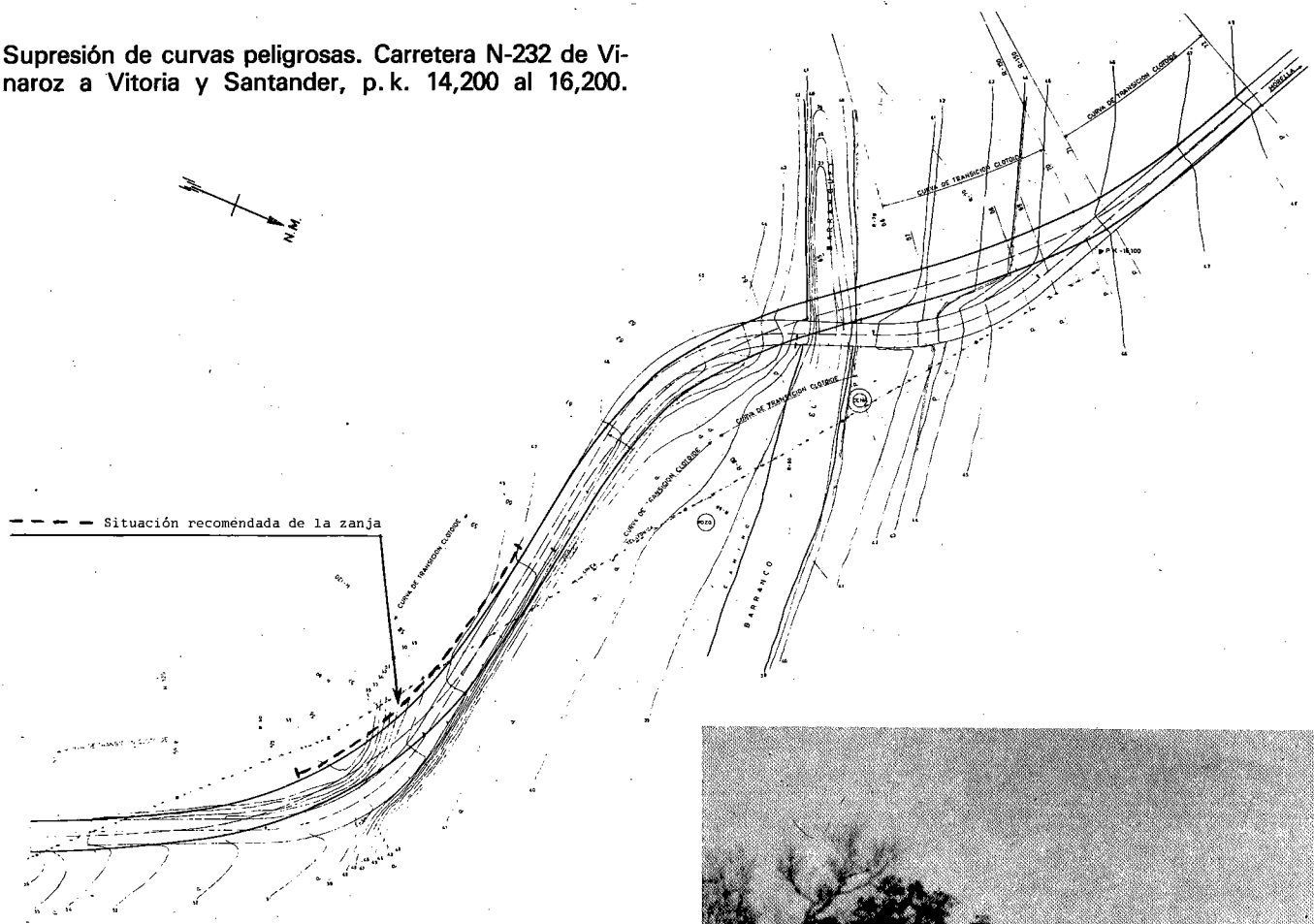
En esta zona, la carretera actual de trazado sinuoso debido a una pequeña serreta mesozoica, tras salvar un pequeño puertecillo, desciende hacia la vega del llamado «Barranquet».

Al comienzo de la bajada, la carretera atraviesa estructuras geológicas, que más adelante

(*) Se admiten comentarios sobre el presente artículo, que podrán remitirse a la Redacción de esta Revista hasta el 31 de mayo de 1987.

INFLUENCIA DEL ENTORNO GEOLOGICO EN LOS PROBLEMAS DE CARRETERAS

Supresión de curvas peligrosas. Carretera N-232 de Vinaroz a Vitoria y Santander, p.k. 14,200 al 16,200.



se describirán con cierto detalle y que a nuestro juicio son el motivo de la aparición localizada de los blandones. Después tras una curva a la izquierda, sigue descendiendo a media ladera paralelamente al «Barranquet», dejando en la margen izquierda de la carretera la «serreta» anteriormente mencionada. Por último tras una curva a la derecha se cruza, mediante un puente, a la margen derecha del barranco. En la mente del autor de la modificación del trazado está el suavizar ambas curvas como se aprecia en la planta que se acompaña.

En la primera curva mencionada es endémica la existencia de «blandones», como se aprecia en los «parcheos» del firme existentes en la zona (Foto n.º 1).

El ingeniero autor del proyecto, al tratar de rectificar el trazado, intentó asimismo mejorar las condiciones del firme, resolviendo el problema de los blandones y ante las dos alternativas que se le presentaban, la primera, modificar la traza por la derecha incidiendo en la problemá-

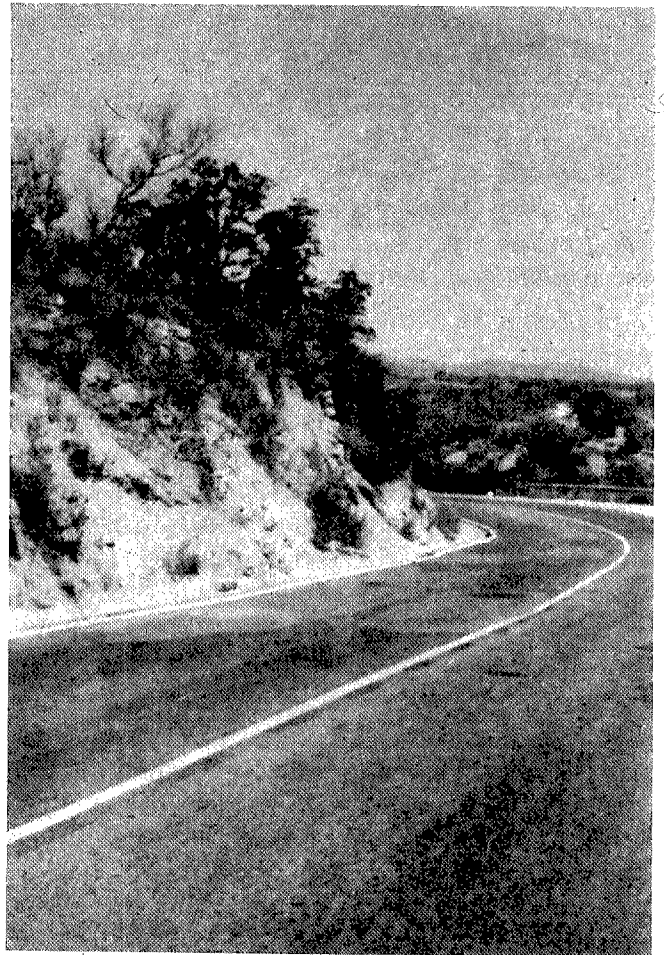


Foto 1.



Foto 2.

tica del barranco que presenta un nivel freático permanente como lo acusa la presencia de un pozo y una noria (CENIA) en el propio cauce del barranco (ver planta del proyecto y Foto n.º 2) y la segunda cortar por la izquierda la carretera incidiendo en la formación montañosa constituida por la «serreta» a que antes hemos hecho mención. Formación que presenta una sospechosa forma alargada cuya explicación encontramos en la disposición estructural de los materiales que la constituyen y que más adelante se aclarará.

Se eligió la segunda solución, pensando que al alejarse de la zona del barranco se mejorarían las condiciones de humedad del suelo.

Sin embargo el reconocimiento de la zona realizado con motivo de la elaboración del estudio geotécnico del trazado, nos permitió establecer otros criterios para la aplicación de la presencia del agua en las zonas de los blandones.

A nuestro juicio el agua no procede del lado derecho de la carretera, es decir, del barranco, puesto que debería elevarse para ello más de 10 metros desde la posición del nivel freático hasta el punto donde se produce la perturbación, sino que se infiltra en el subsuelo procedente del lado izquierdo a favor de la disposición estructural del macizo allí situado.

En efecto estos cerros presentan una peculiar estructura geológica, formada por la alternancia de capas areniscas, arenas, arenas limosas y arcillas margosas. Dichas capas presentan un

buzamiento hacia el N.O. Definidos geológicamente estos paquetes alternantes presentan dirección N. 40° E. y buzamiento 45° N.O. (Fotos 3, 4 y 5).

La dirección definida es sensiblemente perpendicular a la carretera en la zona de los blandones y coincide asimismo con el alargamiento de la «serreta».

Las zonas altas de los montículos en cuestión o bien están explandadas para albergar cultivos de secano o bien han sido excavados para extraer alguno de los paquetes arcillosos mencionados a fin de su utilización en la industria cerámica. En ambos casos se favorece considerablemente la infiltración de las aguas precipitadas sobre la «serreta».

Las aguas infiltradas en las superficies indicadas son controladas y conducidas en función de la disposición estructural y la diferente per-



Foto 3.



Foto 4.

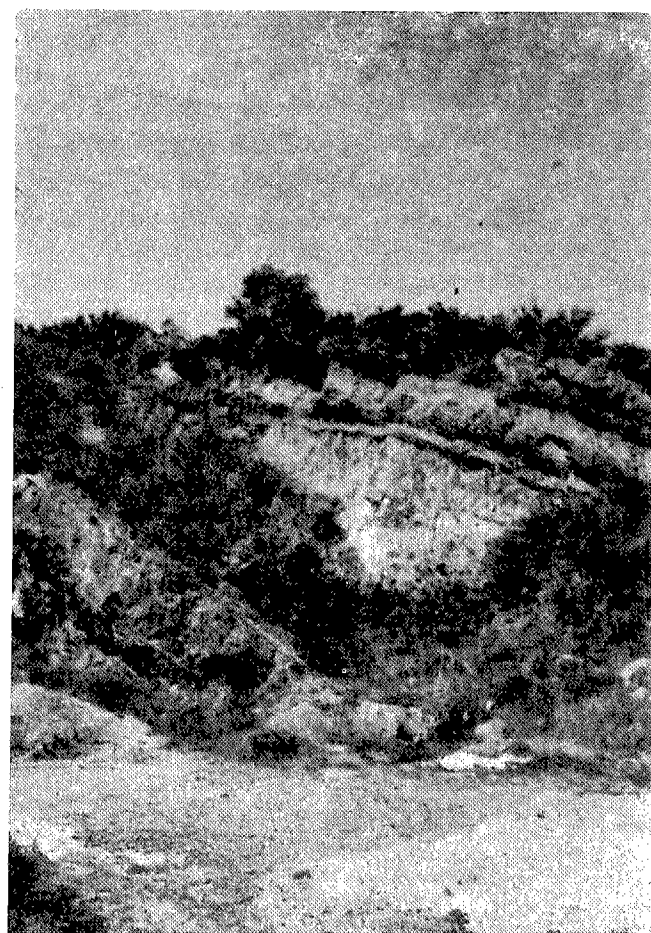


Foto 5.

meabilidad de las distintas capas. Con lo cual las aguas superficiales, tanto en escorrentía directa, con acumuladas por la existencia de las cavidades antes mencionadas, se cuentan hacia el interior a favor de los niveles más permeables de arenas y limos, confinados y retenidos por las de arcillas margosas y areniscas, más impermeables.

Como es lógico, las aguas en su recorrido subterráneo tienden a profundizar, pero dada la existencia de un valle próximo, el del «Barranquet», se origina una importante componente horizontal a favor del gradiente hidráulico que el barranco supone. Es decir, el macizo montañoso, con apreciable capacidad de infiltración, tiene tendencia a drenar las aguas infiltradas hacia el barranco, pero las circunstancias estructurales de la Sierra, obligan a que la circulación se realice por paquetes diferentes y específicos, con lo que se incrementan las cantidades de

agua que circulan o se estancan a favor de estas zonas de preferente circulación.

En circunstancias naturales, el drenaje se produciría lenta y paulatinamente, por zonas concretas que a lo sumo acusarían con pequeños manaderos o vegetación específica o más abundante en las zonas de rezume de las aguas.

Pero en la actualidad, las aguas en su recorrido de salida hacia el barranco se ven (y se verán con el nuevo trazado) interceptadas por la carretera. Con ello quedan aguas retenidas en alguno de los niveles margosos de menor permeabilidad, originándose la disminución de la capacidad portante del terreno y por tanto el consabido «blandón». Blandón endémico y localizado en virtud de esa acumulación de las humedades en puntos concretos.

La solución de suavización de las curvas por el lado de la montaña, no supone en sí, modi-

ficación alguna de las condiciones de circulación subterránea de las aguas en la zona, por lo que la problemática de los blandones se deberá mantener.

Para evitarlos, convendría dar salida a las aguas antes de que se infiltren en el subsuelo de la calzada. Ello se podría lograr disponiendo una zanja de drenaje paralela a la carretera, por su lado izquierdo, y cuya profundidad permitiera dejar en seco el subsuelo afectado por las cargas inducidas por la carretera.

La zanja debería comenzar unos 20 metros por encima de la zona considerada como de alimentación y seguir hasta abandonar unos metros más abajo, por lo que se estima que no debe tener menos de 80 metros de longitud.

La zanja debe tener un drenaje eficaz hacia el barranco, evitar retenciones y estancamientos en sí misma y disponer de un revestimiento impermeable en la parte de contacto con la base de la calzada. Asimismo las capas inferiores de la calzada deben ser efectivamente drenantes y con salida hacia la parte derecha de la carretera.

Las precauciones deben extremarse, no solamente en el momento del proyecto y construcción de la obra, sino también a lo largo de la conservación de la misma, puesto que el deterioro o suciedad de la misma puede suponer respuestas perjudiciales para el subsuelo de la calzada.

Como ejemplo de esta afirmación, existe en esta misma zona, un poco más adelante, p.k. 16, aproximadamente, un punto donde se observa, a nuestro juicio, la influencia del deficiente funcionamiento del sistema de drenaje, combinada, claro está con las circunstancias del entorno...

Se trata de la curva a la derecha, situada inmediatamente antes del cruce del «Barranquet» que se ha mencionado anteriormente. (Foto n.º 6).

En el lado izquierdo de la carretera, del lado de la montaña, existe una cuneta revestida de hormigón que evacúa las aguas recogidas en la zona montañosa. Suponen un drenaje importante.

La carretera obliga a conducir dichas aguas paralelas a la misma, a lo largo de la cuneta,

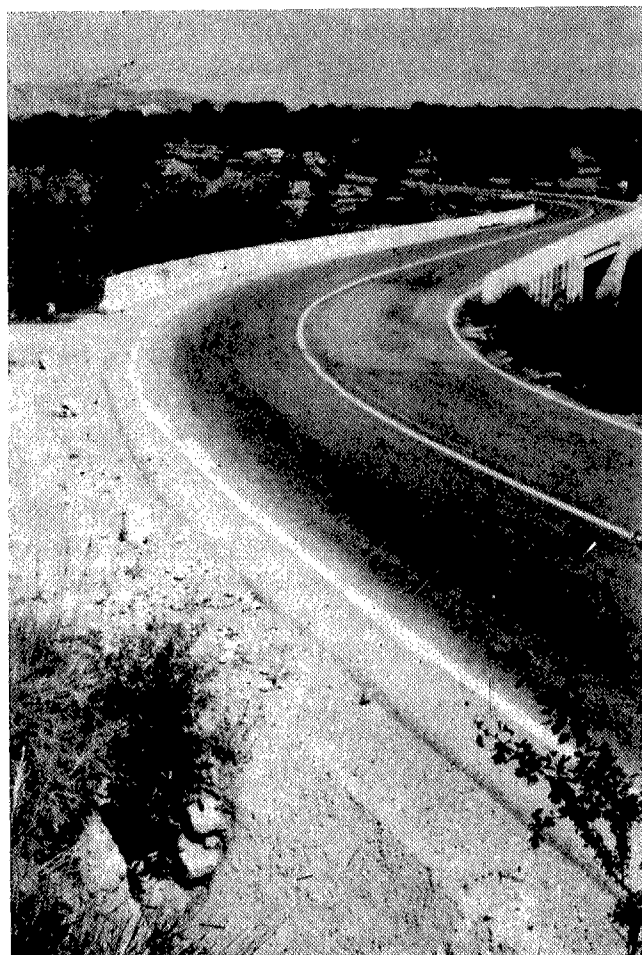


Foto 6.

hasta desembocar por el mismo lado izquierdo en el barranco, junto al puente de la carretera, que la salva.

Sin embargo unos metros antes de la zona de desagüe existe un acceso a la calzada de un camino, con una losa, que a modo de puente salva la cuneta. La parte de la cuneta situada debajo de la losa no está revestida (observese primer plano izquierdo en Foto n.º 6) sino que es de mampostería abierta, sin rejuntado aparente. Esto supone una vía de penetración del agua en el subsuelo de la calzada a favor del tirante hidráulico provocado por el barranco. Esta es a nuestro juicio la explicación del «blandón» que se observa unos metros más adelante en la lado derecho de la carretera, siguiendo el recorrido subterráneo, lógico de las aguas en su tendencia a alcanzar al barranco lo más rápidamente posible.

A esta facilidad de penetración del agua en el subsuelo a favor de la discontinuidad que la mampostería supone en el revestimiento de la cuneta, se podrían añadir las probables retenciones originadas por la menor pendiente de la solera de la cuneta en la zona y la posible suciedad de la misma con lo que el paso franco de las aguas hacia el barranco quedaría obstaculizado.

CONCLUSIONES

De lo expuesto cabe establecer:

1.º Las condiciones y características del proyecto pueden estar condicionadas por una disposición estructural determinada. Es decir, es preciso tener en cuenta la disposición geológica del entorno próximo y hasta cierto punto remoto.

2.º La solución de la problemática planteada por la obra debe pasar por un proyecto constructivo que tenga en cuenta la interacción recíproca obra-terreno.

3.º La construcción debe ser esmerada a fin de evitar discontinuidades, zonas de retención, etcétera, que faciliten la entrada del agua en el terreno.

4.º La conservación del sistema de corrección o protección construido debe ser asimismo garantizado a lo largo del funcionamiento de la obra ya que un fallo funcional del sistema puede conducir a un rápido deterioro de la calzada.

Para ello y ya desde la fase de proyecto deben ser tenidas en cuenta las operaciones de conservación.

Rafael Arteaga Conejo

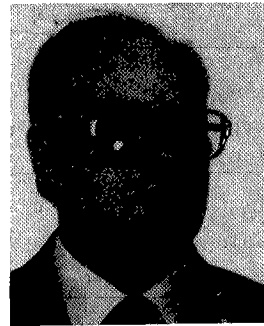


Arquitectura del que fue fundador.

Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos (1957). Jefe del Servicio de Apoyo Técnico de la Demarcación de Carreteras del Estado en Valencia.

Ha intervenido en numerosos concursos, conferencias, simposiums y publicaciones sobre Carreteras y Construcción en general, organizados por el Centro de Ingeniería y

Jesús Alberola Navarro



nico de la Demarcación de Carreteras del Estado en Valencia.

Doctor Ingeniero de Minas. Profesor titular adscrito al Departamento de Ingeniería del Terreno de la E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Valencia.

Fue profesor de la cátedra de Geología Aplicada a las Obras Públicas desde 1970. De 1965 a 1986 ha sido Jefe del Grupo de Prospecciones del Servicio de Apoyo Técnico de Carreteras del Estado en

