



Jornada sobre drenaje subterráneo en infraestructuras del transporte

Mesa que presidió la inauguración de la jornada. De izquierda a derecha, Sr. Alberola, Sr. Elvira, Sr. Merino, Sra. San Juan y Sr. Oteo.

La Redacción.

El pasado 3 de abril y en la ciudad de Antequera (Málaga) tuvo lugar la Jornada sobre drenaje subterráneo en infraestructuras del transporte, promovida por el Ministerio de Fomento y la Junta de Andalucía, y organizada por la Asociación Técnica de Carreteras con la colaboración del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

Inauguración

Intervino en primer lugar, **D. Carlos Oteo Mazo**, *Catedrático de Geotecnia de la Universidad de A Coruña y Presidente del Comité de Geotecnia Vial de la ATC*, quien tras saludar a los asistentes y personalidades, hizo una pequeña introducción del tema objeto de la jornada, anali-

zando el problema del agua en las infraestructuras del transporte, y exponiendo, a grandes rasgos, el contenido del programa.

A continuación, **D. Roberto Alberola García**, *Presidente de la ATC*, agradeció a las diferentes instituciones y organismos la confianza depositada en la Asociación para la celebración de esta jornada, así como al Comité de Geotecnia Vial por el trabajo realizado, subrayando la convocatoria de eventos como éste y lo fundamental de sus resultados para el intercambio de tecnología, congratulándose del éxito que están teniendo la celebración de este tipo de jornadas especializadas.

Por su lado, **Dña. Virginia San Juan Mogín**, *Decana del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Andalucía*, afirmó sentir un gran placer por asistir a esta jornada,

subrayando que no siempre se dedica la suficiente atención a la geotecnia, a pesar de su gran importancia; y advirtiendo de la necesidad de una adecuada elección de terrenos y técnica que eviten inestabilidades, destacando que “tenemos que saber manejar los problemas” y afinar en el diseño de los drenajes. Tras calificar como de muy importante la necesaria coordinación entre Administraciones, subrayó que un adecuado intercambio empírico, como el que se realiza en este tipo de jornadas, ayudan al éxito de nuestro trabajo y a conseguir un mejor coste económico.

D. José Luis Elvira Muñoz, *Director Técnico de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento*, presentó un breve resumen de la evolución técnica y normativa de los temas objeto de la jornada, informando sobre sendas normas relati-

vas tanto al drenaje superficial como al subterráneo, así como sobre la previsión de diversas órdenes relativas a la geotecnia y las próximas renovaciones normativas en diversos documentos técnicos. Tampoco quiso finalizar su intervención, sin agradecer la colaboración entre Administraciones amigas, como las que patrocinan esta jornada; y a la ATC por la organización de este tipo de jornadas especializadas, así como a todos los que contribuyen a su celebración, incluyendo a los más de 300 asistentes, que, con su presencia, demuestran el interés profesional de nuestros ingenieros por realizar cada día mejor su trabajo.

D. Jesús Merino Esteban, *Director General de Carreteras de la Junta de Andalucía*, comenzó su intervención mostrando su satisfacción por el éxito de la convocatoria (más de 300 asistentes) y destacando que hoy nadie duda de la importancia del drenaje y de las consecuencias negativas que acarrearán una mala labor en este campo, cuyas repercusiones afectan al conjunto de la infraestructura y de la seguridad, por lo que requieren de un tratamiento adecuado.

De hecho, en algunas ocasiones, la utilización de unos parámetros en época de sequía, sin tener en cuenta los periodos de lluvias, han ocasionado errores graves.

Más adelante, expuso un ejemplo práctico en la A-92, presentando el caso y sus afecciones, así como el diseño, ejecución y medidas adoptadas; finalizando su intervención destacando el carácter del evento que favorece tanto el acceso a los conocimientos como a las experiencias empíricas que contribuirán a hacer mejor nuestro trabajo.

Desarrollo del programa técnico

Jornada de mañana

La primera intervención estuvo a cargo de **D. Álvaro Parrilla Alcaide**, del *Ministerio de Fomento*, con el tema **“Presentación. Criterios Generales”**. La exposición del Sr. Parrilla



En la foto, los Sres. Elvira, Merino y Alberola siguiendo con suma atención las exposiciones.



Vista parcial de la sala, en la que se aprecia la gran asistencia con la que contó la jornada.

se centró en el análisis exhaustivo de la Orden Circular 17/2003 de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento: “Recomendaciones para el proyecto y construcción del drenaje subterráneo en obras de carretera”, que entró en vigor el 30 de enero de 2004, y que incluye prescripciones relativas al proyecto, construcción y mantenimiento del mismo, en la Red de Carreteras del Estado.

Se trata de un documento elaborado por funcionarios de la propia Dirección General, basado en las normas vigentes en lo relativo al proyecto de los firmes, explanadas y explanaciones, como las Normas 6.1 IC Secciones de firme, 6.3 IC Rehabilitación de firmes, 5.2 IC Drenaje su-

perficial y 3.1 IC Trazado, así como el Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes (PG-3).

El documento tiene un contenido eminentemente práctico y se deriva de la necesidad de dotar a los técnicos de la Dirección General de una herramienta puesta al día en lo relativo al tratamiento de este tipo de cuestiones.

Igualmente, el Sr. Parrilla comentó su estructura: cuatro capítulos y otros tantos apéndices, añadiendo detalles de aplicación directa con ejemplos prácticos, que dan una clara idea de la facilidad del manejo de esta Orden circular y de su aplicación práctica, tanto para las empresas de proyectos y asistencias técnicas como para los



D. Álvaro Parrilla en un momento de su exposición que se centró en el análisis exhaustivo de la Orden Circular 17/2003 de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento

que está en los planos y especificaciones del proyecto. Así pues, al hablar del proyecto, se está hablando implícitamente de la construcción. Por último, se centró en las labores de explotación y conservación sobre los elementos y sistemas de drenaje que proporcionarán las señales de retroalimentación que nos dirán con una luz verde que todo funciona, según se ha concebido y proyectado, o con una luz de alarma que algo no funciona como se esperaba, y entonces habrá que buscar las causas y soluciones. Las recomendaciones se aprobaron hace ya más de 4 años; y los primeros proyectos que se hicieron de acuerdo con ellas ya están en servi-

directores de obra.

A continuación, **D. Ángel Juanco García**, del Ministerio de Fomento, trató de los distintos **“Detalles de aplicación”** de la OC 17/2003 “Recomendaciones para el proyecto y construcción del drenaje subterráneo en obras de carretera”.

Su exposición se centró en las recomendaciones de la OC 17/2003, que se encuentran orientadas principalmente al proyecto, y en la que no se descuidan los aspectos de construcción, explotación y conservación, haciendo notar que un proyecto bien hecho tiene que tener en cuenta los aspectos de construcción; y una buena construcción ha de reproducir lo



D. Ángel Juanco precisó las recomendaciones de la OC 17/2003, que se encuentran orientadas principalmente al proyecto.



D. Carlos López Díaz en un momento de su presentación, que analizó las diferentes soluciones que se han adoptado en el drenaje subterráneo de las explanaciones en Castilla y León.

cio, por lo que habrá que estar atento a esas indicaciones de funcionamiento, y que en el texto de la OC 17/2003 se indican. A continuación, repasó algunos de los elementos de drenaje que se tratan en el capítulo 3 de las recomendaciones, incidiendo en algunos aspectos relevantes.

Finalmente, comentó la construcción de alguno de los detalles de drenaje subterráneo de los apéndices de las recomendaciones, y analizó algunos casos no incluidos en ellos.

Las **“Experiencias recientes en la Demarcación de Carreteras del Estado en Castilla y León Occidental”**, fueron expuestas por **D. Carlos López Díaz**, también del Mi-

nisterio de Fomento, quien subrayó las recomendaciones de la Orden Circular 17/2003, que son de gran aplicación en la Demarcación de Carreteras del Estado en Castilla y León Occidental, debido al importante número de vías de gran capacidad existentes en esta Demarcación, y a las características hidrogeológicas y de usos del suelo del territorio de Castilla y León.

Su ponencia analizó las diferentes soluciones que se han adoptado en el drenaje subterráneo de las explanaciones –y, que se han venido aplicando en la Demarcación–, así como el resultado de cada una de ellas, comentando los diferentes tratamientos de mejora del terreno y los resultados



D. Jorge Mijangos defendió que el proyecto y construcción de una autopista, el drenaje subterráneo y el superficial están muy ligados



Para D. José Castilla es posible construir carreteras de espesores de firme muy estrictos y con una duración aceptable, si se cuida el drenaje profundo.

obtenidos, exponiendo una serie de ejemplos muy ilustrativos. Para concluir, expuso algunas recomendaciones de diseño y de construcción para el drenaje de firmes y plataformas que han dado buen resultado en la mencionada Demarcación.

Por su parte, y para dar a conocer las **“Experiencias en Andalucía”**, intervino **D. José Castilla Molina**, de **GIASA**, quien comenzó su ponencia afirmando que la causa general del deterioro de los firmes es muy compleja e intervienen multitud de factores; pero todos ellos, o por lo menos una gran mayoría, resultan incrementados por la acción del agua.

El mensaje que quiso que los asistentes recordaran especialmente fue que es posible construir carreteras de espesores de firme muy estrictos y con una duración aceptable si cuidamos, tanto a nivel de proyecto como de ejecución, los detalles del drenaje profundo. Además el ponente añadió que el drenaje del terreno natural subyacente o drenaje de estabilización está normalmente asociado a grandes problemas geotécnicos con presencia de fuertes niveles freáticos, de los cuales refirió algunos ejemplos en los que se han utilizado soluciones para esta problemática concreta.

Para finalizar, hizo una exposición

de los diferentes casos de aplicación en Andalucía, con los condicionantes tanto hidrológicos, como geológicos y geotécnicos de la zona, incluyendo un interesante proyecto de drenaje en una urbanización.

Comunicaciones libres

Dentro del turno de comunicaciones libres, **D. Jorge Mijangos**, de **OHL**, presentó **“Compatibilidad de los sistemas de drenaje con la seguridad y el mantenimiento de una autopista. El caso de la M-12 en Madrid”**. El Sr. Mijangos basó su exposición en que la Jornada estaba específicamente pensada para el drenaje subterráneo; pero en el proyecto y construcción de una autopista, el drenaje subterráneo y el superficial están muy ligados.

Todo apunta a que los problemas del agua subterránea se pueden resolver con medidas subterráneas o con medidas superficiales; pero, además de eliminar el efecto pernicioso del agua en una infraestructura, la plataforma de circulación debe tener en cuenta otros problemas, como son la seguridad de los conductores y las labores de conservación y mantenimiento.

Por desgracia, en muchas ocasiones, los responsables del diseño del drenaje tienen poco en cuenta estos condicionantes y reducen su labor a

asegurar la evacuación del agua.

Desde esta comunicación se intentó exponer el problema y sus posibles soluciones, describiéndose las aplicadas en la autopista M-12 de acceso al Aeropuerto de Barajas en Madrid.

Por su lado, **D. Fernando Martínez Pérez**, de *Kellerterra*, expuso su comunicación: **“Drenaje subterráneo en el trazado L.A.V. en El Prat (Barcelona)”**. Durante su presentación se comentaron los problemas generados en el trazado de la L.A.V. en el tramo del Prat, ya que discurre a través de materiales del delta del río Llobregat y afecta a su acuífero más importante, en el que las pantallas llegan a profundidades de hasta 45 m, a escasos metros del centro de la población.

En la presentación, se comentó el objetivo de esa empresa por disminuir el efecto barrera sobre el acuífero superficial en el tramo del falso túnel en el Prat mediante la construcción de parejas de drenes a modo de *by pass*, y compensar así los posibles desequilibrios de presión.

Además, durante su intervención, se presentaron vídeos impactantes de los efectos del agua y de los problemas que surgieron durante la obra, que provocaron muchos comentarios entre los asistentes.

Para terminar, se ofrecieron las conclusiones sobre el procedimiento final adoptado.

D. Fernando Díez Rubio, de *Iberinsa-Mintra*, presentó **“Algunas con-**

sideraciones constructivas en el drenaje subterráneo”,

donde habló sobre las diferentes formas de acceder a una infraestructura, ya que puede hacerlo en forma de precipitación (directamente sobre la infraestructura considerada), o como agua que penetra hacia el interior del firme, bien desde la superficie o por infiltración. Por último, el agua que tiene su origen generalmente alejado de la infraestructura accede a sus proximidades a través de cauces naturales, que pueden cruzar o transcurrir paralelos a la misma. El ponente también comentó los principales problemas que acarrearán a una obra, ya que el acceso del agua a la estructura del firme, que puede ser inevitable en algunos casos, obliga a tener en cuenta sus efectos perjudiciales; por lo que se debe prever un correcto sistema de drenaje, que debe ser contemplado en el proyecto, y que incluya aspectos tales como: procedencia y caudal que hay que evacuar, pendientes transversales, permeabilidad exigida a la explanada, permeabilidad (espesor y granulometría) de la base y de la subbase, definición



D. Fernando Martínez presentó los problemas generados en el trazado de la L.A.V. en El Prat de Barcelona.

del sistema de evacuación al exterior de la infraestructura, etc.

D. Leoncio Prieto Tercero, de *Rodio*, **“Pantallas de pozos drenantes. Deslizamiento en la A-6 en Ambasmestas (León)”**. En ella comentó la solución adoptada con pantallas de pozos drenantes en el deslizamiento mencionado, comentando los tipos de corrección utilizados, basados en modificaciones de la geometría, eliminando terreno, descabezamiento, bermas, etc; procediéndose, a continuación, al drenaje superficial y profundo, colocando elementos resistentes como muros, anclajes, pantallas de pilotes o continuas, y aplicando elementos de corrección superficial, co-



D. Fernando Díez subrayó la importancia de la prevención de un correcto sistema de drenaje, que debe ser contemplado ya en el proyecto.



La exposición de D. Leoncio Prieto se centró en una experiencia concreta en la autovía A-6, en Ambasmestas (León).

Simposios y Congresos

mo mallas, gunita, siembras, etc.

A continuación, se comentó la finalidad de la pantalla de pozos, que consistió en extraer el agua y depri-
mir el nivel freático en la zona del talud realizando dos tipos de pozos: visitables y no visitables.

Para terminar, comentó las diferentes fases de ejecución, y mostró un gran archivo de fotos de la obra, que sirvieron para exponer perfectamente tanto la problemática como la ejecución de la obra.

Jornada de tarde

A primera hora de la tarde, **D. Mario García Ramírez**, de *Ferrocarriles Andaluces*, expuso las **“Experiencias en los Ferrocarriles Andaluces”**, describiendo algunas experiencias de drenaje subterráneo en diversas obras de ferrocarriles. El ponente quiso llamar la atención especialmente sobre la necesidad de reducir en lo posible los asientos en las plataformas ferroviarias. Aparte, lógicamente, de garantizar la estabilidad, es fundamental acotar los asientos en los terraplenes, dado lo sensible que es la vía y el paso del tren ante asientos diferenciales entre puntos sucesivos de la plataforma. Para ello, es fundamental un adecuado drenaje profundo del terreno de apoyo.

Las experiencias que expuso a título de ejemplo describieron el drenaje de un fondo de desmonte en el Eje Ferroviario Transversal de Andalucía, una consolidación mediante mechas drenantes en un terraplén de la Línea de Alta Velocidad Madrid-Zaragoza-Barcelona, una estabilización de un terraplén en servicio en la LAV Barcelona-Frontera Francesa, y, finalmente, unos pasos transversales de agua freática en el Corredor Ferroviario de la Costa del Sol.

Finalmente, las **“Experiencias en grandes taludes”** fueron objeto de la presentación de **D. Carlos Oteo Mazo**, de la *Universidad da Coruña* y *Presidente del Comité de Geotecnia Vial de la ATC*, quien, entre otras cosas, presentó algunas consideraciones personales acerca de la problemática con la que hay que enfrentar-



D. Mario García describió algunas experiencias sobre drenaje subterráneo en diversas obras de ferrocarriles.



En la foto, D. Carlos Oteo Mazo, Presidente del Comité de Geotecnia Vial de la ATC.

se, en la realidad, a la hora de diseñar la corrección de taludes inestables que afecten a infraestructuras del transporte, tanto de desmontes como de terraplenes a media ladera, cuando el principal agente desestabilizador es el agua, lo que obliga a llevar a cabo importantes tareas de drenaje, aunque no sean, necesariamente, las únicas medidas correctoras a adoptar.

También incluyó varios datos obtenidos en diversos casos reales en taludes inestables, así como la aplica-

bilidad de cada método de corrección de inestabilidades, en función de las características geotécnicas, geométricas y ambientales que rodean el entorno de un talud inestable. ■

Nota de la Redacción

La Redacción de la revista *Rutas* quiere agradecer la colaboración de **Dña. Belén Monercillo**, Asesora técnica de la ATC, en la redacción de este artículo.