

¿NO ES TAN FIERO EL TERRENO COMO LE PINTAN! (*)

Por MANUEL VIDAL PARDAL
Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Conferencia pronunciada en la clausura del "Curso de geología aplicada a las obras públicas", organizado por el Servicio Geológico de Obras Públicas y por la Cátedra de Geodinámica interna de la Facultad de Ciencias de la Universidad Complutense de Madrid.

Para no hacer demasiado extenso el presente artículo, se han suprimido muchos dibujos y fotografías, así como aquellos ejemplos expuestos en la citada conferencia que ya habían sido objeto de otras publicaciones del mismo autor. Se ha hecho excepción con el caso referente a la regulación del río Fluviá, por haberse compendiado lo publicado en artículos dispersos.

Ante todo, mi agradecimiento a los organizadores de este curso por haberme designado para pronunciar la conferencia de clausura del mismo.

A las pocas horas del encargo, al leer el programa desarrollado y, sobre todo, al repasar la lista de los profesores encargados, mi primer impulso fue declinar la invitación, pues, ¿qué podría yo añadir a lo que ellos han explicado? Pero, ya lo dijo José Antonio: "La vida es milicia"... Para corresponder a mi sacrificio, que supuso la preparación de esta charla, os pido el vuestro, para que la escuchéis con resignación.

Desde los tiempos más remotos, el hombre, para efectuar sus construcciones, ha tenido que contar con el terreno, pues, en definitiva, siempre es el soporte de aquéllas. Y se le debe considerar, no como ente exclusivamente topográfico, o exclusivamente geológico, sino como lo que es: un ente topográfico-geológico. Por eso,

igual que juzgaríamos inadmisibles un estudio topográfico representado a escala no conveniente, deberemos rechazar un estudio geológico realizado a escala inadecuada, dando a la palabra escala su más amplia acepción.

A la vista de los frecuentes estudios geológicos prolijos, siempre recordamos la contestación de aquel funcionario que al recriminarle su jefe por lo extenso del informe que le presentaba alegó que "no había tenido tiempo de hacerlo más corto"; con la particularidad de que tratándose de conocimientos geológicos el concepto *tiempo* es sinónimo de *experiencia*, que es peligrosamente sustituida por habilidades más o menos ingeniosas, o de otro tipo.

Vamos a examinar algunos casos, en los cuales el estudio geológico previo y concreto, es decir, a *escala adecuada*, ha conducido a la solución conveniente. También trataremos de algunos fracasos, pues aunque no resulte agradable "airearlos", es conveniente hacerlo, ya que lo único positivo que puede deducirse de ellos es la lección que nos proporcionan con vistas a casos futuros.

(*) Se admiten comentarios sobre el presente artículo, que pueden remitirse a la Redacción de esta Revista hasta el 31 de octubre de 1971.



Figura 1.

Presa de Montanejos o presa de Arenós.

Para completar la regulación parcial del río Mijares, que se consigue en la actualidad con el pantano de Sichar, situado a unos 25 Km de la desembocadura y con unos 50 Hm³ de embalse, se juzgó necesaria la construcción de un nuevo pantano con capacidad de unos 130 Hm³, siendo la aportación media anual de unos 280 hectómetros cúbicos. La agricultura próspera de su zona de influencia así lo aconsejaba.

Examinado el terreno en sus aspectos topográfico y geológico, se estimó factible la construcción de la presa necesaria, en lugar situado a unos kilómetros aguas arriba de la población de Montanejos (Castellón).

En ese tramo el río Mijares atraviesa una dovela de materiales jurásicos, enmarcada, arriba y abajo, por terrenos cretácicos, en especial de facies wealdense. La cerrada de Montanejos era

óptima desde el punto de vista topográfico (foto 1). En ella se proyectó una presa bóveda de 110 metros sobre el cauce. Consideraciones posteriores de aprovechamiento de la cerrada y coste diferencial elevaron a 140 m la altura citada.

El informe geológico previo, basado en reconocimiento superficial, exclusivamente, era optimista, pero recomendaba la realización de reconocimientos profundos. Realizados éstos, con mayor importancia de la prevista por los resultados que con los mismos se iban obteniendo, se llegó al convencimiento de que la permeabilidad del vaso en la zona próxima a la cerrada y en otra más amplia requeriría un gasto de varios centenares de millones de pesetas, recomendándose el estudio de una nueva cerrada, aguas arriba, llamada inicialmente del Romeral y posteriormente de Arenós, y situada a la entrada del cañón, de forma que el apoyo fuese en las calizas y la impermeabilidad fuese proporcionada por las arenas y arcillas wealdenses, en las cuales se arraigase la pantalla o dispositivo impermeable de la estructura de la presa, que habría de ser de materiales sueltos (foto 2).

La hoz y el valle tallados en las calizas jurásicas, acompañadas de margas, areniscas y estratos de diferente naturaleza, tendrían en la solución de cierre en Montanejos 1,5 Km de longitud, aproximada, bañada por el embalse.

Con el reconocimiento de la cerrada de Arenós se comprobaron los siguientes extremos:

El jurásico está dividido por fallas, cuyos saltos varían desde unos metros hasta superar los 100 metros (fig. 3).

Los derrubios alcanzan fuertes potencias (más de 30 m), pudiendo observarse un corrimiento típico en la margen izquierda (foto 4).

En el tramo jurásico se pierde actualmente un 10 por 100 del caudal del río, siendo éste de unos 5 m³/seg. Esto prejuzga la importancia de las pérdidas si se construyese la presa de Montanejos, cuyo embalse proporcionaría cargas de agua de más de 100 m, y ello es debido a que la roca jurásica es impermeable en su masa, pero merced a sus fracturas y fallas resulta en su conjunto francamente permeable.

Los niveles piezométricos a la entrada del cañón se estabilizaban a cota inferior en 60 metros a la del cauce de la cerrada baja.

Como consecuencia de todo ello, se aconsejaba la solución de presa en la cerrada de aguas

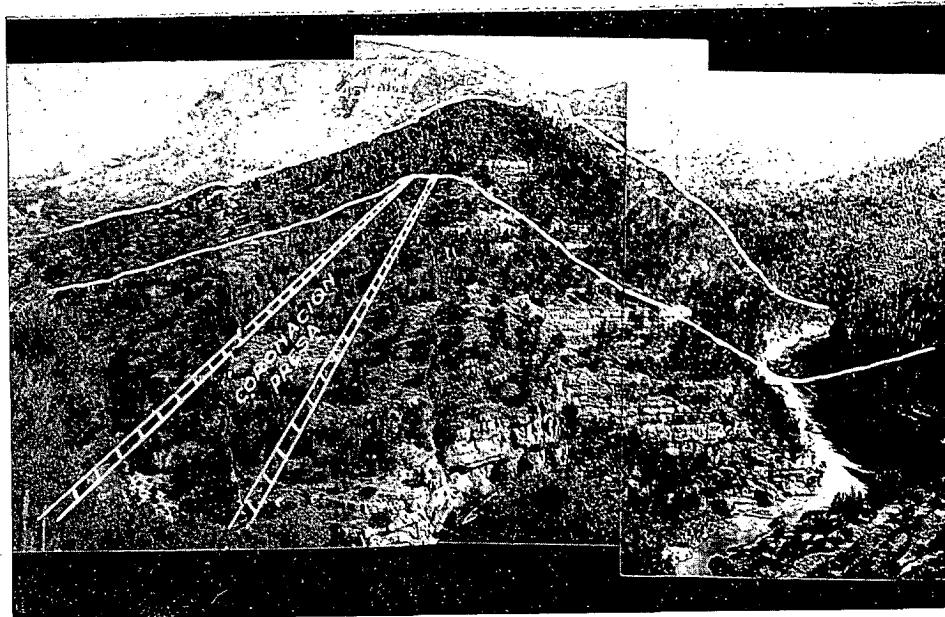


Figura 2.

arriba, a la entrada del cañón, encajando la obra en la forma antes indicada (foto 5).

Las sorpresas que a menudo ofrece el terreno, dadas sus complejas disposiciones, se ofrecen con mucha menor probabilidad en la cerrada recomendada por el estudio geológico.

Aceptada la solución por la Dirección General, se hizo el proyecto y se han comenzado las excavaciones de la presa, que hemos tenido oca-

sión de visitar recientemente, comprobando la concordancia con lo previsto en el informe de los sondeos (foto 6).

Constituye el caso expuesto un ejemplo de un buen estudio de geología aplicada, realizado a escala adecuada, que ha permitido emprender la obra ajustada a las condiciones siempre complejas del terreno.

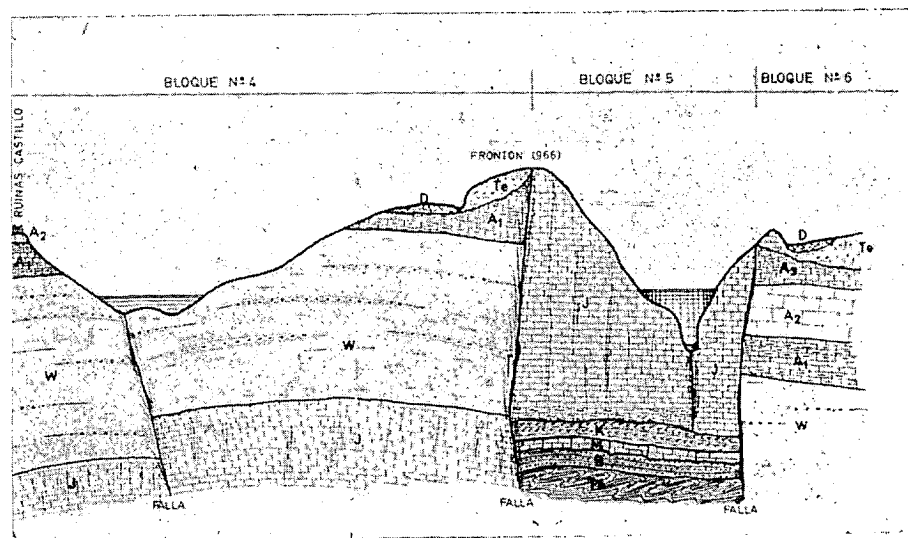


Figura 3.

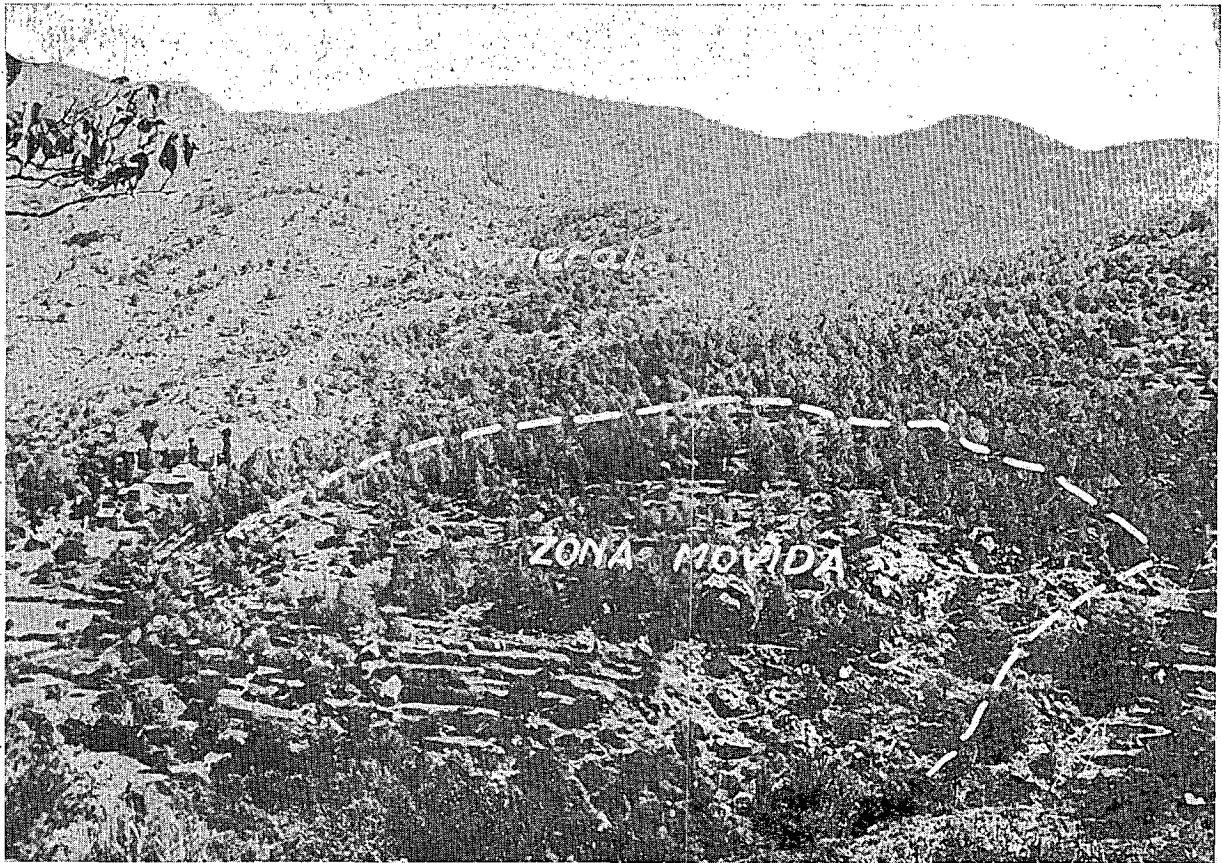


Figura 4.

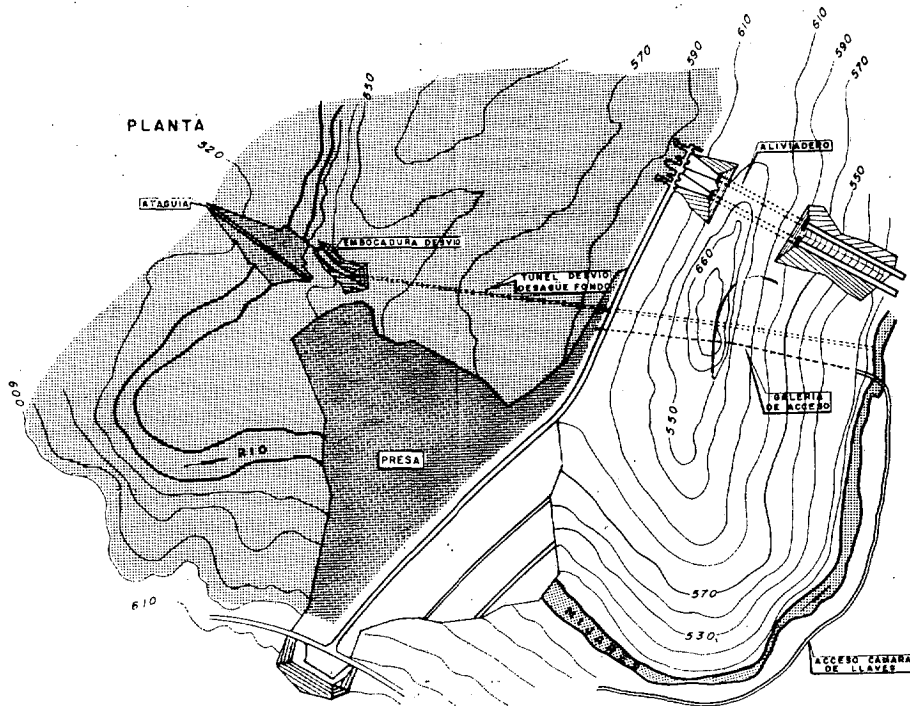


Figura 5.

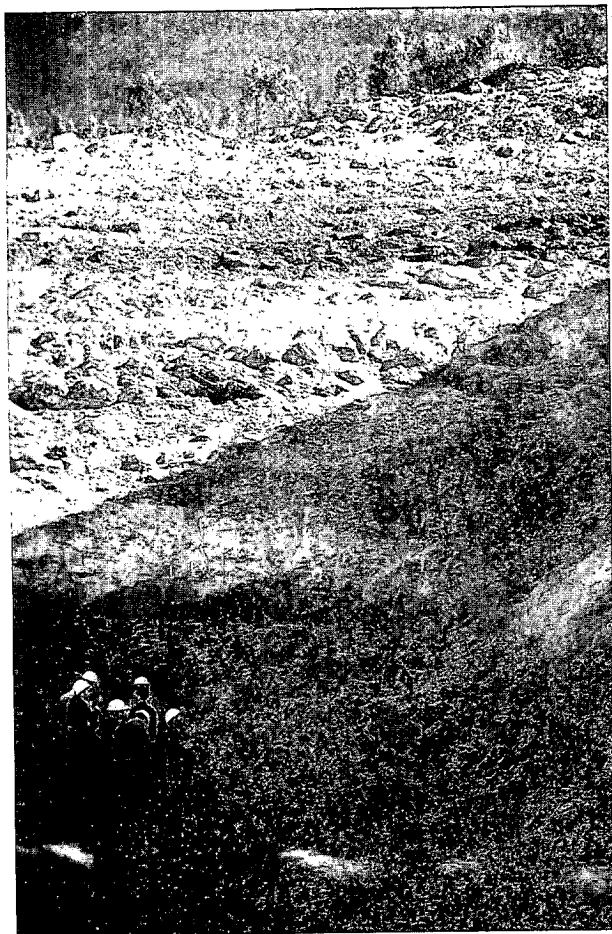


Figura 6.

Presa de Tous.

El pantano de Tous, en el valle inferior del Júcar, próximo a la plana litoral valenciana, con sus feraces huertas de Alberique, Alcira, etc., se proyecta para servir de contraembalse del sistema de regulación del Júcar y del Cabriel, con sus importantes aprovechamientos hidroeléctricos.

Durante la construcción de la obra, consistente en una presa de gravedad de más de 100 metros de altura sobre cimientos, cuando ya se habían construido las zonas de los estribos, con los correspondientes bloques casi todos enrasados a la cota de coronación y cimentados sobre calizas, al abrir la excavación correspondiente al cauce, bajo un gran espesor previsto de acarreo, se encontró una falla rellena de materiales terciarios, prevista, también, en uno de los reconocimientos previos con sondeos, pero con

anchura de hasta 140 m, mucho mayor de la asignada en dicha interpretación (foto 7).

Hubo de procederse a la paralización de la obra y a emprender el estudio correspondiente para adoptar solución adecuada, pues el citado relleno de materiales terciarios no reúne condiciones de resistencia para la alta presa de gravedad que se construía. Se estudia, asimismo, la repercusión que representa el importante presupuesto adicional necesario en la viabilidad económica de la obra.

Hagamos un poco de historia de lo que a nosotros nos interesa, es decir, en lo relativo a los estudios del terreno.

En el año 1936 se reconoció, mediante sondeos, la cerrada, situada a unos 3 Km aguas abajo del pueblo de Tous, entre la confluencia del río Escalona y la presa de la acequia del mismo nombre.

El perfil geológico interpretando los datos de los sondeos realizados (fig. 8) acusaba, en el cauce, la existencia, debajo de un potente espesor de acarreo, de una falla con relleno de formaciones terciarias margosas rojizas con cantos calizos y conglomerados.

El informe correspondiente era pesimista, hasta el punto de que se recomendaba el estudio de otro emplazamiento, indicando que si éste no se encontraba viable se reconociese, con nuevos sondeos, la falla detectada en el primer emplazamiento.

Reconocido el nuevo emplazamiento, en lugar aguas arriba del pueblo de Tous, el gran espesor de acarreo encontrado obligó al abandono de esta solución, por proporcionar un embalse cuya pequeña capacidad no compensaba los gastos que representaba la gran cimentación requerida para la presa. Y se volvió a considerar el emplazamiento antes desechado.

Realizados los nuevos reconocimientos de la falla detectada en el primer estudio, se dio cuenta de su resultado en informe de 15 de julio de 1950. Consistieron en cuatro sondeos realizados en la prolongación de la falla, hacia aguas abajo, fuera del perfil sondeado anteriormente, además del examen directo de fallas y fuentes de la región (fig. 9). Se llegó a la conclusión de que: "La presencia de la falla no establece una modificación apreciable, respecto a la resistencia e impermeabilidad, con relación al conjunto del terreno de cimentación." El perfil dibujado en este informe es el que se indica en la figura 10.



Figura 7.

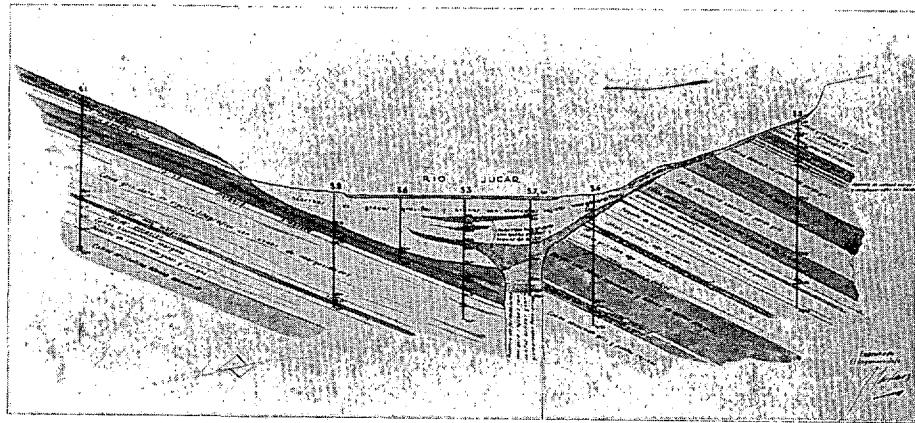


Figura 8.

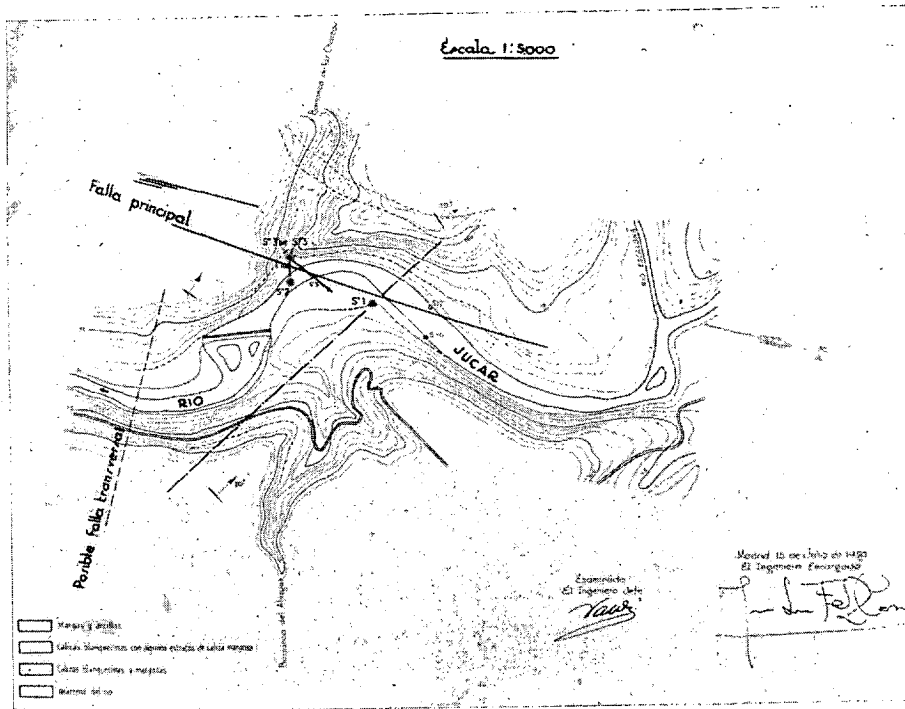


Figura 9.

Basados en la optimista conclusión de este informe, se eligió el emplazamiento coincidiendo, más o menos, con el perfil primeramente sondeado, es decir, en aquél en el que se dibujaba la falla con un ancho de unos 13 m, si bien, al no haberse determinado, con nuevos sondeos practicados en el mismo perfil, el verdadero ancho de esa anomalía tectónica, perfecta-

mente detectada en el primer informe, debiera haberse adoptado una interpretación prudente, cual era haberla supuesto con un ancho próximo a los 45 m que tiene la separación de los dos sondeos núms. 3 y 4, que la delimitan a uno y otro lado (fig. 8).

El año 1954, en informe de la Asesoría Geológica, se recomendaba, en una de sus conclu-

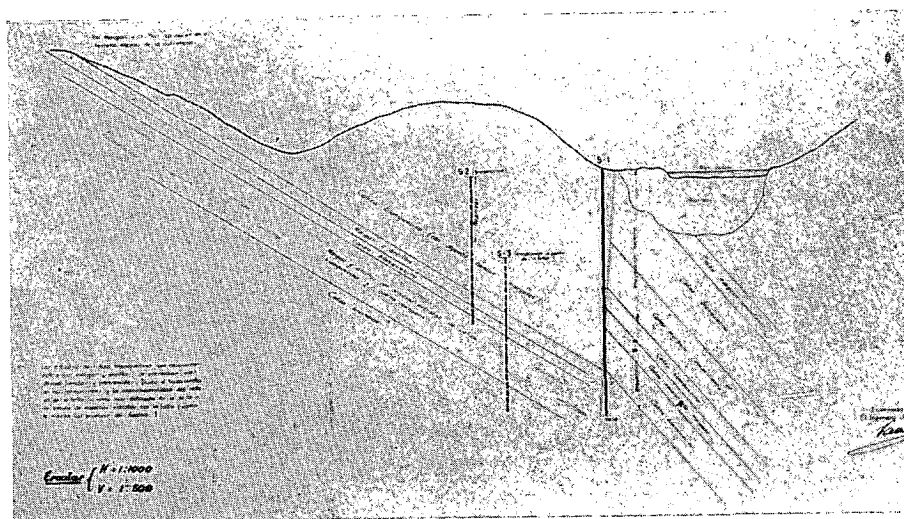


Figura 10.

siones, la construcción de la presa en dos etapas, la primera hasta una altura de presa de unos 30 m sobre el cauce, para someter a experiencia el comportamiento del terreno, en cuya impermeabilidad no se confiaba (1).

Varias importantes lecciones se deducen del caso de Tous:

Las extrapolaciones en los reconocimientos geológicos son peligrosísimas.

El dibujo de los cortes geológicos recogiendo el resultado del reconocimiento con sondeos debe hacerse basándose no sólo en la esmerada interpretación del examen de los testigos, sino en la correcta interpretación de la tectónica del lugar.

En obras de importancia, en las que se precise realizar pantalla de impermeabilización, la ejecución de algunos tramos de prueba debe emprenderse antes de la construcción de la obra, no debiendo iniciarse ésta hasta que los resultados logrados con aquéllos así lo aconsejen. Constituyen esos tramos de prueba el suplemento de un deficiente reconocimiento o el complemento de uno bueno.

La realización en Tous de unos tramos de pantalla de prueba como se hicieron en la presa de Ulldecona, en la de Peñarroya, en la del Arquillo de San Blas y en tantas y tantas otras, hubiera evitado la desagradable sorpresa, con sus cuantiosas y costosas repercusiones.

Pero la lección de más filosófica profundidad es que debe respetarse la debida jerarquía dentro de los diversos informes referentes a un caso, otorgando a los realizados por ponencias —precursoras de los posteriores cacareados “equipos de trabajo”— prioridad sobre los realizados por una sola persona, que puede no ser todo lo prudente que la trascendencia del caso requiere.

Las subversiones de todo tipo suelen dar resultados infaustos y, en el caso de las ponencias a que aludimos, se trata de equipos de trabajo, formados por personas de diferentes profesiones y especialidades, que otorgan a sus informes una categoría que debe respetarse y tratar por todos los medios de revalorizar con vistas a su perfeccionamiento, para conseguir la mayor eficacia en problemas venideros.

(1) El proyecto de ley del aprovechamiento conjunto Tajo-Segura, aprobado por las Cortes el 29 de abril de 1971, en su artículo cuarto, dispone la “terminación urgente de la presa de Tous, en su primera fase”.

Regulación del río Fluviá.

El abastecimiento de aguas a Barcelona con aguas del río Ter puso de actualidad, en su día, la regulación del río Fluviá, para poder transvasar parte de las aguas reguladas a la cuenca del Ter, con objeto de conseguir la oportuna compensación.

En el Plan Nacional de Obras Públicas formulado a principios de siglo, ya se incluía el pantano de Crespiá sobre el río Fluviá.

En el año 1909, el Servicio de Sondeos, recientemente creado, hizo un reconocimiento del emplazamiento (foto 11). Aunque en algunos sondeos se localizaron yesos, no se les concedió la debida importancia, debido a la poca profundidad sondeada. Lo mismo sucedió en otros informes posteriores.

Comenzada la construcción de la obra, cuando se perforaba el túnel de desvío, el año 1944, se encontraron unas cavernas de grandes dimensiones, labradas en yesos, y alguna, cubierta de agua hasta el nivel freático, con calado de hasta 8 m, lo cual aconsejó suspender la construcción de la presa en ese emplazamiento.

Entonces, se formuló otro sistema de regulación que consistía en una presa de derivación de 15 m de altura en el Fluviá, en las proximidades de Castellfullit de la Roca; túnel de transvase al río Ser; embalse regulador en este afluente del Fluviá por su margen derecha, con presa de unos 50 m de altura sobre el cauce, aguas abajo de su confluencia con el Tort y con vaso que inundaría el poblado de San Miguel de Campmajor; canal de transvase del Ser al Llémana, afluente del Ter y, por último, embalse en este río, junto a Ginestar, con presa de unos 45 metros.

En virtud de la importancia y extensión de este nuevo plan y las incógnitas que suponían la presencia de yesos y aún de torcas que se sospechaba pudieran estar relacionadas con aquéllos, así como la presencia, a sólo 6 Km de distancia, del lago Bañolas, con su alimentación subterránea a cota más baja que la del embalse, aconsejaron efectuar un estudio exhaustivo de la comarca, del que vamos a tratar muy resumidamente, dando cuenta principalmente de sus consecuencias de tipo constructivo (figs. 12 y 13).

Se realizó una extensa campaña de sondeos, acompañada de los correspondientes reconocimientos geológicos superficiales y de ensayos



Figura 11.

por medio de fluoresceína, lo cual permitió descifrar la curiosa hidrogeología comarcal, aclarando la procedencia del agua alimentadora del lago y, principalmente, deducir trascendentes consecuencias de tipo práctico-costrutivo, en orden a conseguir la pretendida regulación del río Fluviá, pues, se llegó a la importantísima conclusión de que podría construirse presa para embalse de regulación, en el propio Fluviá, a tan sólo unos 600 m aguas abajo del emplazamiento primitivo, el de las cuevas en yesos, haciendo innecesario el complicado sistema antes aludido, con economía para el presupuesto nacional de varios centenares de millones de pesetas, pues, la compensación de las aguas restadas a la cuenca del Ter se consigue sin necesidad de cuantiosas obras de transvase, ya que las zonas regables de las cuencas bajas de uno y otro río ofrecen cotas poco importantes en su divisoria.

En los planos geológicos (figs. 12 y 13) y en el corte geológico (fig. 14), que a título de resumen hemos entresacado de los numerosos per-

files dibujados en su día, vamos a comentar la disposición general de los terrenos, con sus consecuencias más importantes.

Fundamentalmente, a los efectos prácticos que nos interesan, hay cuatro clases de formaciones bien diferenciadas: las margas azules, los yesos, las calizas con alveolinas y los paquetes alternantes de margas y areniscas.

El que no nos detengamos a describir las calizas tobáceas, los travertinos, donde se encontró la mandíbula neanderthaloide, los conglomerados y arcillas rojizas y otros terrenos, modernos, se debe a que no obstante su interés geológico no tienen influencia en el aspecto constructivo.

La masa de margas azules del Luteciense afloran en extensa proporción y constituyen el fondo del vaso del estudiado y no aceptado emplazamiento en el río Ser y, también, el fondo donde apoyan las finas arenas o limos de la llanura donde asienta el lago (foto 15), cuya exis-

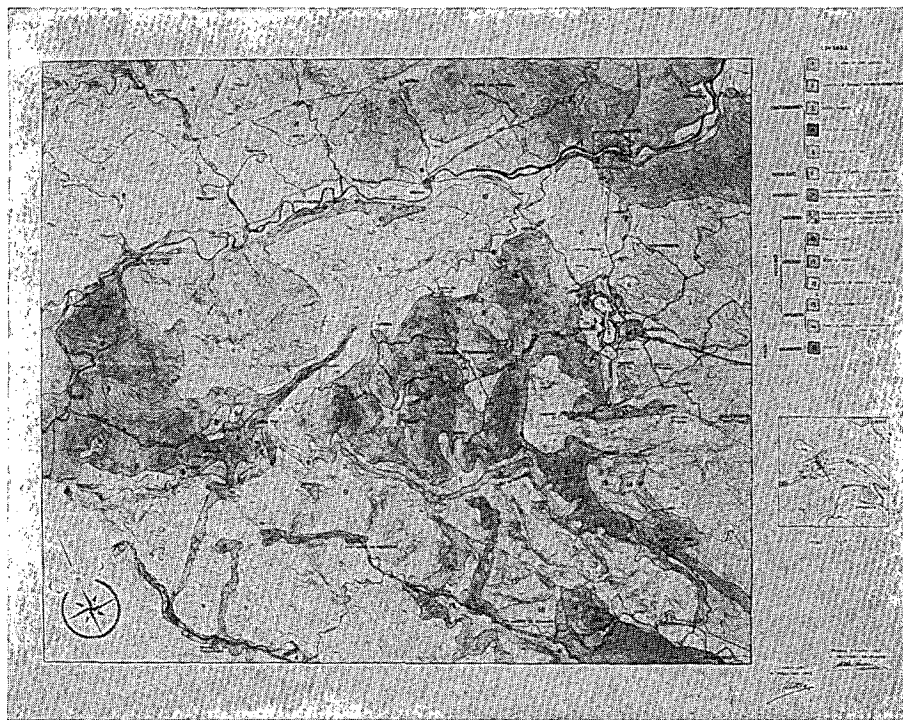


Figura 12.

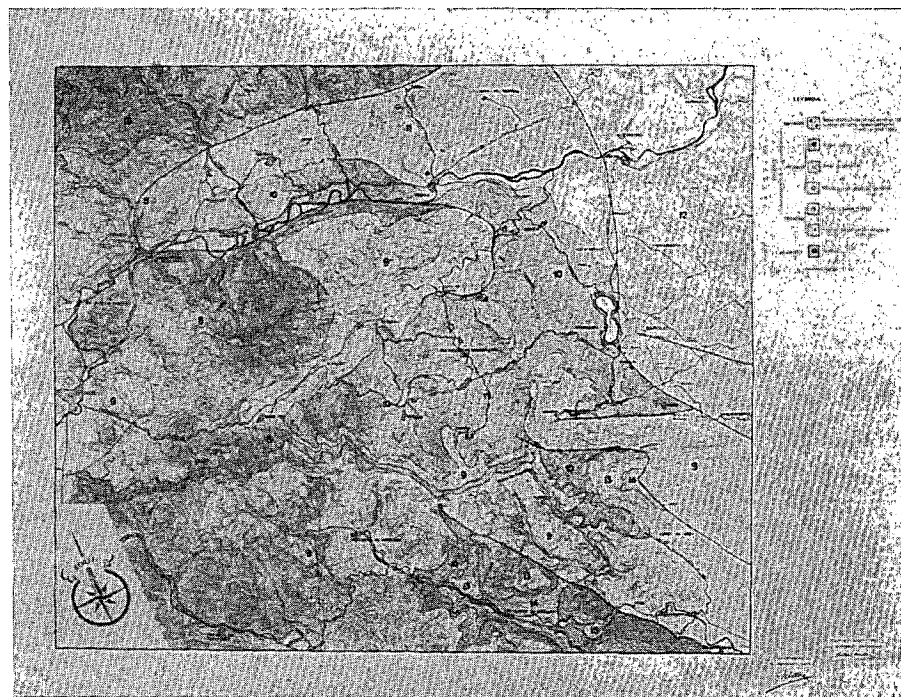


Figura 13.

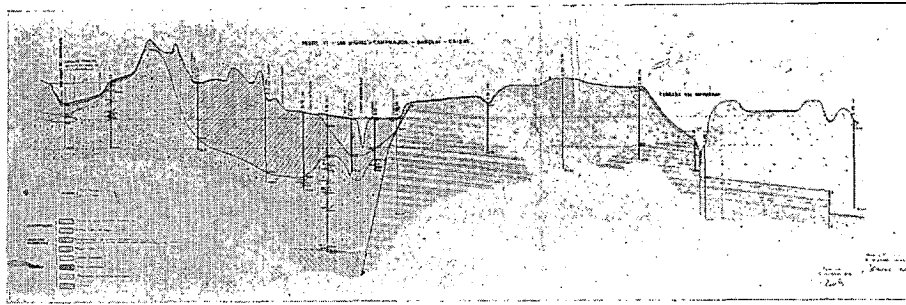


Figura 14.

tencia nos muestra las dimensiones mucho mayores que en su día tuvo el recinto lacustre.

En estas margas se conocían varias yeseras, que se creían constituían bolsones, más o menos grandes, contenidos entre las margas y a los que se asignaban diversas edades. El reconocimiento practicado con los sondeos nos muestra los yesos como una potente masa debajo de las margas azules, y los supuestos bolsones, no son sino asomos superficiales de los mismos, con carácter acusadamente diapírico. En su inmensa mayoría, los yesos se presentan

constituyendo verdaderas anhidritas que desgastaban los "widias" de las coronas de las sondas, con la misma intensidad que tiene lugar en unas calizas de mediana dureza.

Las anhidritas aparecen en los sondeos comprendidas entre las margas lutecienses y las calizas sueconienses, pero si se admite con Ashauer, en su estudio de la "Terminación oriental de los Pirineos", que la mayor parte de los conos volcánicos de Olot están situados en el extremo meridional de una moderna hoja de corrimiento, podríamos asignar edad ludiense a los



Figura 15.

yesos regionales, admitiendo que las margas y las areniscas superiores a ellas se encuentran superpuestas a los yesos ludienses, debido a una hoja de corrimiento.

Las calizas con alveolinas que afloran extensamente al norte del paralelo aproximado de Tortellá, se ofrecen con fuertes buzamientos y muy fragmentadas y trastornadas por los empujes orogénicos sufridos, presentando visibles grietas y cuevas que sirven de conductos a las aguas que, de este modo, pierden los arroyos y ríos que surcan su superficie, cuyos caudales llegan a anularse durante la mayor parte del año antes de llegar al Fluviá, fenómeno que puede observarse directamente en el cauce del río Llierca (fotos 16 y 17) y en otros.

Las calizas, hacia el sur, quedan ocultas por los yesos que afloran en Salas, al este de Tortellá, y que hacia el oeste quedan enmascarados

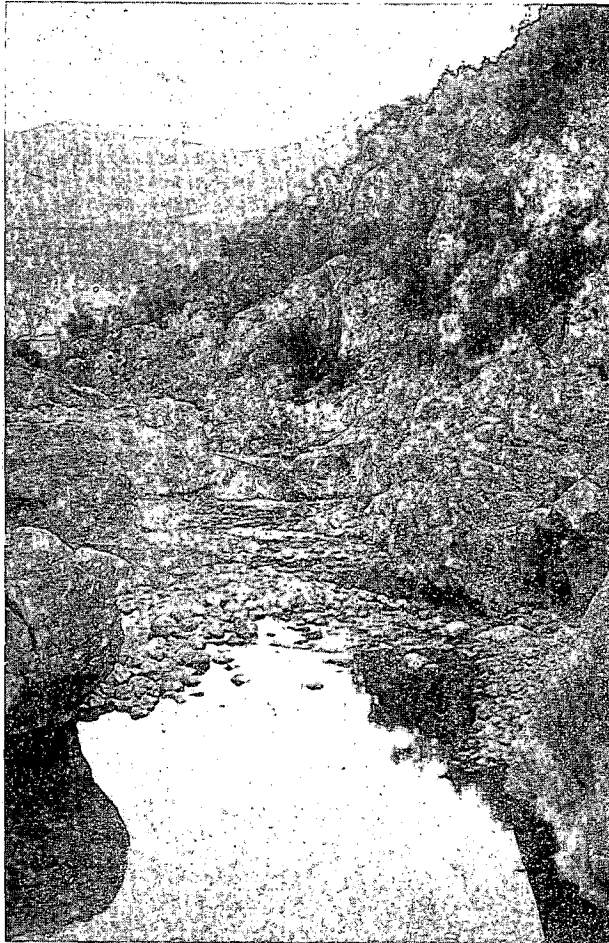


Figura 16.

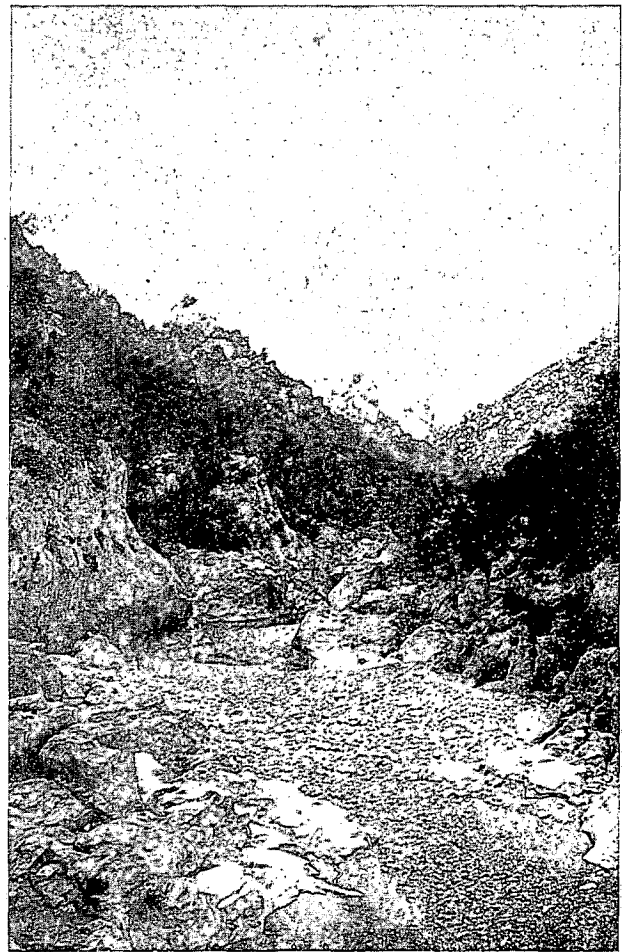


Figura 17.

por los depósitos cuaternarios y por el "flysch" del norte de Castellfullit de la Roca.

Más al sur los yesos se hallan, a su vez, cubiertos por las margas azules, como se aprecia en el corte geológico de la citada figura 14.

Las abundantes aguas que procedentes de los cursos que descienden del Pirineo se pierden por el interior de las calizas, al llegar a la falla que corre sensiblemente coincidente con el Fluviá, se encuentra con la barrera impermeable que hacia el sur constituyen las margas azules, pero penetran y rellenan las oquedades de las calizas, bañando y disolviendo el techo de las mismas, que en las latitudes de San Miguel de Campmajor y del lago Bañolas lo constituyen los yesos, dando lugar a la formación de conductos francos y de grandes cavernas, detectadas por algunos sondeos practicados con posterioridad a nuestro estudio.

Por el sur, una falla con uno de sus escalones corriendo sensiblemente coincidente con el torrente Matamós, con el bloque meridional hundido respecto al septentrional, opone otra barrera al paso de las aguas.

En la línea aproximada Crespiá-Bañolas las calizas y, por tanto, las aguas que por ellas circulan en conducción forzada, se encuentran con otra falla, que tiene su bloque oriental formado por el cuarto grupo de terrenos antes aludidos. Está constituido por paquetes alternantes de margas y areniscas, con abundantes numulites, y representa otra barrera impermeable. Estos paquetes se encuentran ocultos por formaciones más modernas, salvo en el asomo de la orilla derecha del Fluviá, cerca de Esponellá, pequeño relieve fósil que nos dio la clave del problema, permitiéndonos orientar los sondeos en el sentido de comprobar la existencia de la barrera citada, que tanta trascendencia habría de tener en la solución práctica del problema que perseguíamos, esto es, la regulación del río Fluviá.

Próximo al vértice de las barreras del sur y del este, más bien siguiendo el plano de la barrera Crespiá-Bañolas, surge el agua, a través de los pasos abiertos en los yesos, en las proximidades de la falla, proporcionando la alimentación del lago de Bañolas.

El gran embalse subterráneo regulador se encuentra en las calizas suecónicas y en las oquedades de los yesos, contenidas lateral y superiormente por las margas azules y por los paquetes de margas y areniscas rojizas de la zona oriental. El agua se encuentra en ese depósito subterráneo a más de 20 atmósferas, comprobadas en el sondeo 43 (foto 18), situado en las proximidades y al norte del lago; dicha presión es debida al desnivel respecto a las cotas altas pirenaicas de donde proceden las aguas.

En los lugares donde los yesos llegan más cerca de la superficie, y donde el paso del agua ha producido más disoluciones y hundimientos, se forman, más o menos inesperadamente, los lagos circulares característicos de la región. Nosotros pudimos observar la formación de uno de ellos, el cual comprendía a otros más pequeños, existentes al Sur de San Miguel de Campmajor, junto al puente del camino que conduce al caserío de Falgóns (foto 19).

No nos extrañaría, asimismo, que se produjese algún hundimiento de más extensión que diese lugar a la aparición de un lago de cierta im-

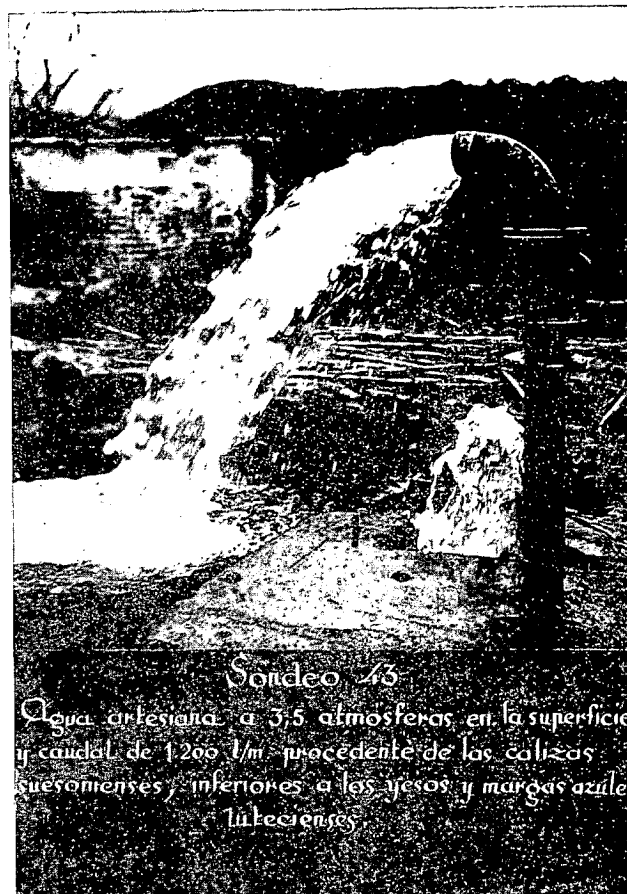


Figura 18.

portancia. A este respecto es curioso anotar cómo la parte antigua de la población de Bañolas está asentada sobre el terreno firme (en el aspecto hidrogeológico), constituido por los paquetes de margas y areniscas, no ofreciendo la misma seguridad la parte moderna de la población, ni el poblado de San Miguel de Campmajor.

Podríamos tratar horas y horas sobre los curiosos fenómenos que se suceden en el lago, en los "estanyols" de la comarca, en el manantial intermitente del Clot de Espolla, situado a sesenta y tantos metros de nivel sobre las aguas del lago, pero el tiempo manda y debemos ceñirnos al tema de la regulación.

La simple observación del perfil geológico de la figura 14 nos permite deducir la posibilidad —geológica (que algunas veces se olvida, es la fundamental)— de construir una presa, que tendrá que ser de materiales sueltos, por las características del terreno en cuanto a resistencia se refiere, ya que está formado por conglome-



Figura 19.

rados y arcillas, proporcionando, por su naturaleza impermeable, una eficaz barrera y dejando a los yesos bañados por las aguas del embalse, pero sin que afecten a la cerrada, eliminando el peligro que representaban en la cerrada anterior.

El aliviadero deberá disponerse en túnel y replanteado en el sentido de interesar, en la menor longitud posible, los conglomerados, a efectos de seguridad. Convendrá estudiar la solución de disponerlo en la margen derecha, no obstante, ser la izquierda la más apropiada topográficamente. En efecto, por la derecha y partiendo algo separados de la presa, será posible disponer un primer tramo por las calizas tobáceas del macizo del Clot de Espolla, en las cuales se podrá adoptar la pendiente precisa para internarse, en la segunda parte de su recorrido, en las areniscas y margas, más estables que los conglomerados a esos efectos. Aunque la longitud del túnel sea grande, su importancia no tiene comparación con los que hubiesen sido precisos para el planeado transvase, anteriormente estudiado.

Como lección que nos proporciona este caso, podemos decir que en la primera fase la economía de unos metros de sondeos, en este caso en profundidad, produjo una pérdida de mucha

mayor importancia; por el contrario, en la última fase de los estudios, unos centenares de millares de pesetas han producido una economía de centenares de millones al erario español.

Otra lección importante es que no debemos dar a los estudios geológicos preexistentes más importancia que a la buena interpretación de los sondeos, a la hora de dibujar los cortes geológicos que definen las características del terreno.

* * *

Podríamos seguir refiriendo infinidad de casos, algunos muy aleccionadores, y no sólo de presas, sino de puentes cimentados a pocos decímetros de la capa resistente, de túneles replanteados y construidos enfilando una zona de fricción de falla, de diques portuarios girados con respecto al estrato que hubiese podido servir de adecuado apoyo..., pero sería abusar de la paciencia de los oyentes.

En el breve tiempo asignado a una conferencia no se puede penetrar a fondo en el examen de todos los factores que han intervenido en los fracasos. De lo contrario, podríamos demostrar que la proporción de errores imputables a cuestiones geológicas es mucho menor de lo que parece. ¡Cuántas faltas de previsión y cuántos

fallos humanos se han amparado en la sufrida Naturaleza y en las recatadas cimentaciones!... ¡No! ¡No es tan fiero el terreno como le pintan!

En otras ocasiones, el no emprender el reconocimiento geológico con la debida antelación, o no posponer la ejecución de la obra, en unos cuantos meses, para poder terminar aquel reconocimiento, o para realizar la pantalla de inyecciones, o al menos algunos tramos de prueba en presas importantes donde aquélla es necesaria, da lugar, por las sorpresas que de ello pueden derivarse, a retrasos de varios años en aquella ejecución de obra, y, lo que es más grave, pudiendo originarse un sobrecoste importante de la misma que modifique sustancialmente el estudio de viabilidad económica que se hubiese realizado.

No obstante, lo indicado, son numerosos los casos en los cuales los errores cometidos son imputables a los estudios geológicos, y ello es debido a que las dificultades que presentan los reconocimientos geológicos de las características del terreno con vistas a las obras provienen de que no pueden apreciarse por un simple

cálculo, por el estudio de unos libros o por encomendárselos a una persona muy amable. Se requiere un conocimiento profundo de casos análogos, que sólo se adquiere con la experiencia de muchos años de *pateo* por el campo, al lado de personas que reúnan esas condiciones y que, de esta manera, van transmitiendo a otras sus conocimientos. Se precisa la formación de personas capaces de sintetizar, pues los trabajos de esta índole requieren ensayos y análisis de variados tipos, pero debidamente dosificados y manejados para obtener consecuencias prácticas.

Y para terminar, la más provechosa lección que les puedo transmitir a ustedes y a los que quieran escuchar: *Cuando nos entregamos de lleno a los trabajos que se nos encomiendan, cuando los realizamos con verdadero amor, siempre resutan fructíferos; por el contrario, los inspirados en el odio, con decisiones basadas en rencillas personales, suelen provocar consecuencias funestas, y tratándose de obras públicas, le pueden suponer al erario español cuantiosos perjuicios.*