

EL DESPRENDIMIENTO DEL LOR. ESTUDIO GEOTECNICO.

Por Fernández Menéndez, J. L. (*) y Vidal Romaní, J. R. (**)

INTRODUCCION

La importancia de los estudios geotécnicos aplicados a las Obras Públicas, y concretamente a la construcción de las vías de comunicación se puso de relieve en España por primera vez durante la construcción de la Autopista Bilbao-Behovia, donde, por los problemas surgidos como consecuencia de las características especialmente desfavorables del terreno atravesado, «el flysch pirenaico», fue necesaria la realización de informes geológicos de los terrenos atravesados y de sus características de comportamiento ante la realización de los desmontes y cimentaciones necesarios para la construcción de la autopista.

A partir de entonces ha ido creciendo la importancia de los estudios geotécnicos ya desde la fase inicial de anteproyecto hasta la fase de construcción de una vía de comunicación y aún después de esta realizada en el período de uso y conservación de la misma.

Durante la realización de la magna obra denominada Accesos de Galicia, y con la que se trató de terminar con el aislamiento debido a la falta de calidad en las vías de comunicación que unían a Galicia con el exterior, se llegó a encontrar un grado de dificultades geotécnicas en la construcción de las distintas vías de comunicación incluidas en aquella obra que fueron cuando menos comparables a las encontradas en obras similares realizadas en otros puntos del territorio nacional. De ello puede dar idea el valor de los informes geológicos realizados, unos 50 millones de pesetas, que generaron, o lo harán en el futuro, unos 900 millones de pesetas a emplear en la estabilización de los tramos de carretera con problemas geotécnicos.

Todo esto sirva únicamente para resaltar la importancia de los estudios geológico-geotécnicos en el planteamiento y construcción de las grandes obras públicas.

El trabajo que sigue es un informe más de los realizados durante la construcción de los Accesos de Galicia, y pretende ser únicamente una muestra de la aplicación práctica de los conocimientos geológicos a un determinado campo de la técnica, las obras públicas.

DATOS PREVIOS

El informe fue realizado por encargo de la 10.^a Regional de Carreteras con el objeto de estudiar un desprendimiento existente en la ladera oes-

(*) 10.^a Jefatura Regional de Carreteras.

(**) Laboratorio Geológico de Laxe, Osedo, Sada, A Coruña.

te del valle del Lor (provincia de Lugo), unos 4 kms. aguas arriba de su confluencia con el río Sil.

En la fecha del comienzo de los trabajos de campo el desprendimiento tenía un frente de 100 m. y la cola del mismo llegaba hasta unos 150 m. de distancia del frente y a unos 100 m. de altura sobre el punto más bajo del deslizamiento afectando al terreno hasta una profundidad de unos 10 m. aproximadamente. Los primeros signos de inestabilidad aparecieron como consecuencia de la excavación del talud, siendo el desmonte realizado la causa de la aceleración de un antiguo deslizamiento natural preexistente y hasta aquel momento en una fase de evolución lenta.

A raíz de los estudios preliminares nos pareció claro que se trataba de un deslizamiento plano, no circular, que afectaba tan solo al manto coluvial existente, y a la roca tan solo superficialmente, si bien la magnitud de la zona afectada daba a la masa en movimiento unos volúmenes considerables.

También se pudo apreciar en la zona de cola del deslizamiento, en donde afloraba un banco de cuarcitas de unos 100 m. de potencia, la apertura de una serie de grietas debidas a la socavación de la base de las cuarcitas por el movimiento de los materiales infrayacentes.

El plan de trabajo siguió una serie de etapas cuyo orden fue el siguiente:

1. Estudio de las características superficiales del terreno
 - Tipo de materiales
 - Tectónica
 - Geomorfología
 - Estudio del sistema de discontinuidades
2. Estudio del macizo rocoso en profundidad
 - | Técnicas empleadas
 - |
 - | sondeos sísmicos
 - | sondeos eléctricos
 - | interpretación de resultados
3. Medidas de estabilización propuestas.
 - | Mecanismo del deslizamiento
 - | Recomendaciones
4. El deslizamiento en la actualidad.

1. Estudio de las características superficiales del terreno

Tipos de materiales.

Para la zona objeto del trabajo, la litología está constituida exclusivamente por pizarras y cuarcitas. En lo que se refiere a materiales no consolidados existen recubrimientos coluviales cuarcito-pizarrosos con un espesor máximo de 1.5 m. Este coluvión recubre preferentemente las zonas donde existe pizarra. Aparecen también acumulaciones de cantos cuarcíticos (pedreras) y esporádicamente grandes bloques de cuarcita

desprendidos de los niveles de este tipo de roca que coronan las partes altas del valle.

Las características de los distintos materiales son las siguientes:

Cuarcita: Se trata de una roca muy compacta y cristalina, de grano muy fino. Aparece normalmente con un color gris azulado, aunque a veces presente colores más claros. Forma estratos de 1 a 4 m. de espesor, si bien en los lugares donde la deformación ha sido especialmente intensa se desarrolla una intensa foliación en laminillas de algunos cm. de espesor. Se intercalan con la cuarcita a veces pequeños lentes de materiales ferruginosos que dan lugar a mineralizaciones de Fe. Esta roca aparece afectada por un sistema de diaclasas, ver diagramas P-1 y P-2, que pueden llegar a dar bloques desde $6 \times 4 \times 2$ m.³ hasta fragmentos de sólo algunos cm. de diámetro. El estado de la cuarcita según el código G. S. E. G. (1970) puede definirse como de roca sana grado IB. Da taludes naturales de 1H/3V o superiores.

Pizarra: Roca de colores gris azulado a negro. A veces por alteración aparece con colores pardo rojizos. Se halla muy tectonizada. Teniendo en cuenta el estado de los afloramientos en general, muy fragmentados y el peligro representado por el acceso a los buenos, no se ha podido realizar un conteo estadístico de diaclasas como en el caso de las cuarcitas. Sin embargo, se han tomado medidas de las combinaciones de diaclasas que dan lugar a los deslizamientos de cuñas rocosas más frecuentes (ver párrafo estudio de las discontinuidades). En la zona del desprendimiento, la roca está intensamente alterada. También se detectan entre la pizarra esporádicamente mineralizaciones de Fe (hierro). El estado de la roca según los criterios señalados por G.S.E.C. (1970), es de alteración de grado IV. El talud natural de la pizarra en la zona es el de 1H/1V.

Depósitos coluviales

Es el tercer tipo de materiales líticos que aparecen en la zona. Podemos diferenciar dos tipos de coluvión.

Coluvión arcilloso. Constituido por un material arcilloso pardo amarillento que engloba a una matriz de pequeñas lascas de pizarra y cantos de cuarcita. Puede presentar una fuerte coloración rojiza.

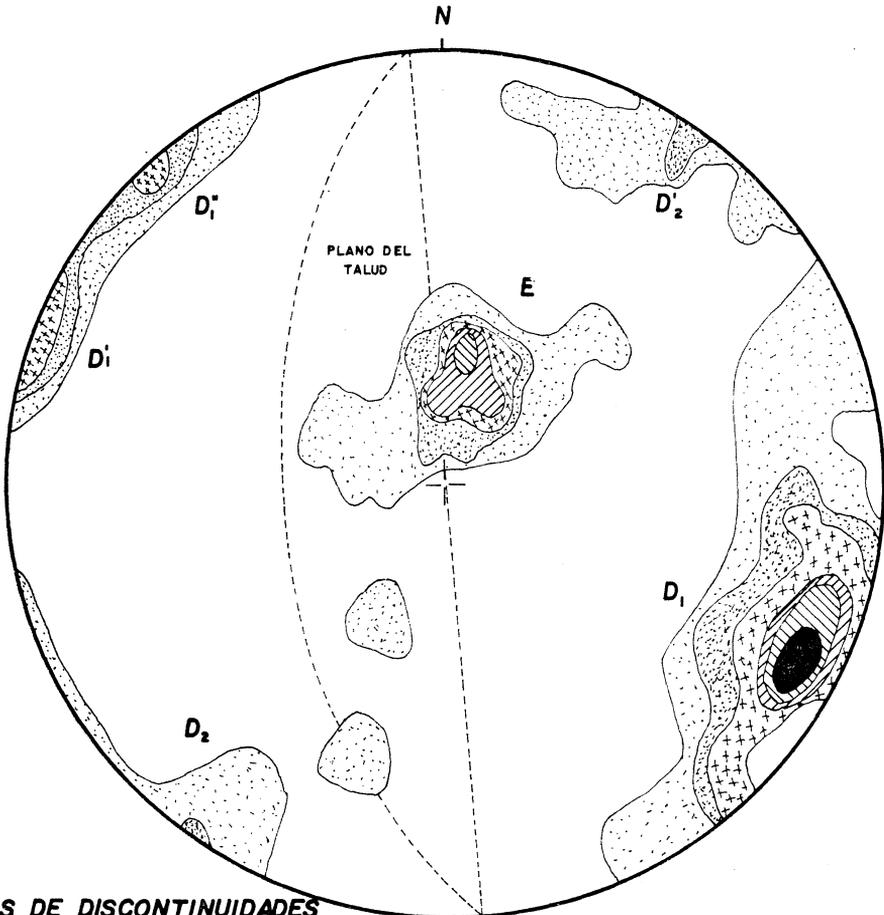
Pedreras. Es el otro tipo de coluvión distinguido en la zona. Está formado por acumulaciones de cantos cuarcíticos (sobre todo en la ladera del valle opuesta al deslizamiento). Allí alcanzan un desarrollo tanto en extensión como en potencia muy notable, mientras que en la ladera deslizada son anecdóticos. Finalmente hay que destacar dentro de los depósitos coluviales la presencia de grandes bloques que aparecen esporádicamente sobre las laderas del valle desprendidos de la formación de cuarcitas superiores.

22+060
P. K. 22+120

P-1

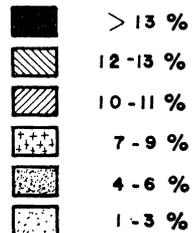
MAPA DE CONCENTRACION DE LOS POLOS DE LAS DISCONTINUIDADES

(Proyección Polar)

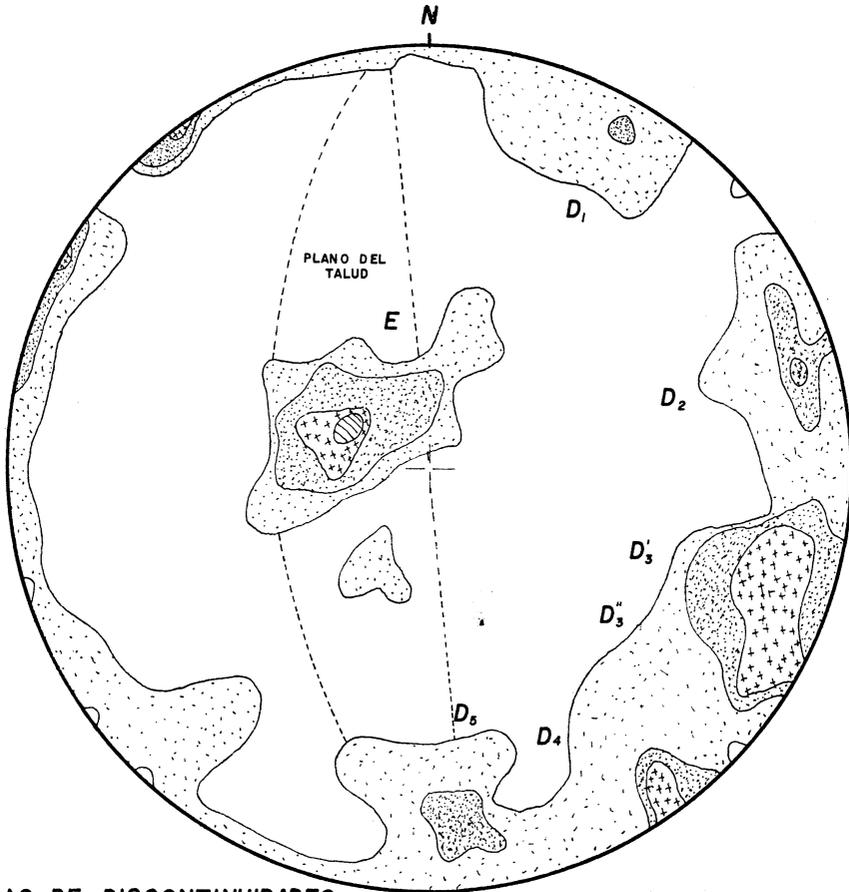


FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES

DISCONTINUIDADES	SIGLAS	DIRECCION	BUZAMIENTO
ESTRATIFICACION	E	100°	25° N
DIACLASA	D	118°	78° E
	D	290°	88° W
	D	318°	89° W
DIACLASA	D	308°	90°
	D	37°	88 E

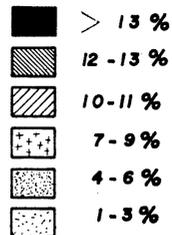


MAPA DE CONCENTRACION DE LOS POLOS DE LAS DISCONTINUIDADES
(Proyección Polar)



FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES

DISCONTINUIDADES	SIGLA	DIRECCION	BUZAMIENTO
ESTRATIFICACION	E	295°	17° W
DIACLASA	D ₁	30°	80° NE
"	D ₂	78°	76° E
"	D ₃ '	108°	74° E
"	D ₃ ''	120°	80° SE
"	D ₄	145°	82° SSE
"	D ₅	176°	70° S



Tectónica

Según la información contenida en el estudio geotécnico del Proyecto de trazado (1971), la serie de pizarras y cuarcitas que aflora en aquella zona se forma durante el Paleozoico inferior. Sobre estos materiales se deposita directamente el Terciario final y el Cuaternario, existiendo un importante hiato que abarca el Mesozoico y Cenozoico.

Es durante la orogenia hercínica cuando se producen la mayor parte de las deformaciones que influyen sobre aquel macizo. Por lo que se refiere a nuestro tramo, los sedimentos adoptan una clara estructura anticlinal terminada hacia el norte en un gran pliegue en rodilla (zona del viaducto del ferrocarril), hacia el sur apareciendo el otro flanco del anticlinal coincidiendo con el pequeño lugar de Parada. En la zona deslizada estos niveles cuarcíticos superiores buzan unos 40° hacia el valle.

Por debajo de las cuarcitas y constituyendo el núcleo del anticlinal aparecen las pizarras con las que a veces se intercala algún banco cuarcítico aislado. La tectonización sufrida por los materiales de la zona ha incidido con distinta intensidad sobre cuarcitas y pizarras debido a la diferente competencia de esos materiales, produciendo una fragmentación en grandes bloques para el caso de la cuarcita y un desmenuzamiento en pequeños fragmentos para la pizarra.

Veremos más adelante la influencia que esto tiene en la evolución del deslizamiento.

Geomorfología

Morfológicamente podemos considerar el valle del Lor, en su parte final como una «hoz» o garganta debida al encajamiento del río en el macizo rocoso paleozoico.

Según Birot y Solé (1954), el proceso de encajamiento es posterior al Plioceno. Es decir ha tenido una duración de unos 3 millones de años. Resaltamos este dato con el fin de poder apreciar mejor los efectos que la actuación del hombre ha tenido en la aceleración del deslizamiento natural.

En el tramo adyacente a la zona del deslizamiento podemos distinguir diferentes perfiles en el valle. El primero, angosto en el que el río corre encajado en las cuarcitas que ha cortado en un tajo casi vertical de más de 100 m. de profundidad. El otro, más amplio, en el que el encajamiento del río se hace en las pizarras del núcleo del anticlinal y en el que las pendientes no son nunca mayores a los 45°.

Es evidente pues que el río Lor ha modelado sobre los distintos materiales un cauce con predominio vertical de la erosión en las cuarcitas y en las pizarras con una actuación de ambas, vertical y lateral de la erosión, lo que en este último caso es el origen de la mayor apertura que presenta el valle y que ha sido producida por la socavación de los niveles cuarcíticos superiores al ser erosionadas con facilidad las pizarras inferiores.

Este proceso de socavación era claramente activo antes del comienzo de las obras de desmonte y el papel del hombre ha sido de acelerador de la velocidad de aquel.

Por lo que se refiere a huellas de inestabilidad observables en la zona tanto actuales como anteriores pudimos comprobar por el examen de la foto aérea la existencia en la zona de deslizamiento de procesos erosivos intensos (Cárcavas, abarrancamientos). En la actualidad y en las zonas limítrofes al deslizamiento se pueden observar numerosos signos de inestabilidad de menor importancia, como «pie de vache», terracillas, reptación en distintos grados. También pueden apreciarse deslizamientos fósiles apreciables por rellenos de arcilla entre los planos de diaclasamiento de pizarras y cuarcitas.

Todos estos detalles confirman las hipótesis de un deslizamiento existente y actuando con anterioridad a las obras y una aceleración del proceso de evolución de la ladera a raíz de la actuación del hombre sobre la misma.

Estudio del sistema de discontinuidades

Según puede deducirse de los gráficos P-I y P-II que corresponden a una proyección polar de más de 100 medidas de diaclasas tomadas en el intervalo señalado en cada uno de los gráficos, vemos que el tipo de inestabilidad susceptible de producirse en las cuarcitas sería por deslizamiento plano y/o desprendimiento de bloques.

Para el tramo I, el deslizamiento sería según el sistema de discontinuidades Talud natural-D₁ (118° 78° E), mientras que para el tramo II, habría dos tipos posibles de deslizamientos. Talud natural-D₃' (108° 74E), o talud natural-D₃" (120° 80 SE).

Por lo que se refiere a las pizarras, dada la extrema fracturación de las mismas en la mayor parte de los casos, así como la inaccesibilidad de los buenos afloramientos impidió una toma estadística de datos estructurales. Sin embargo se recogieron las combinaciones de discontinuidades que dieron lugar a desprendimientos de cuñas en los caminos cercanos al deslizamiento.

Son los siguientes:

318° 44°E; 50° 90°; 50° 83°S; 108° 82°S; 142° 87°E

Técnicas empleadas. Sondeos sísmicos. Sondeos eléctricos

Interpretación de resultados.

Con el fin de completar los datos obtenidos hasta aquí y confirmar las hipótesis previas, se realizó una campaña de sondeos sísmicos y eléctricos por el equipo de Geotecnia y Prospecciones del MOPU.

Se auscultó el deslizamiento según tres itinerarios a diferentes alturas y extendiéndose a todo el deslizamiento según recorridos transversales al mismo.

Por lo que se refiere a la combinación de sísmica y eléctrica se reveló particularmente eficaz, ya que en determinadas zonas del deslizamiento la existencia de delgados bancos cuarcíticos intercalados con las pizarras producía un efecto de sombra sísmica por reflexión total de las ondas a través de la capa de cuarcita más compacta que impedía la obtención de datos. En esos casos se sustituyeron los sondeos sísmicos por eléctricos con lo que se eludieron tales problemas. Según esto, y a partir de la interpretación de los nuevos datos obtenidos se pudo deducir lo siguiente:

Por lo que respecta a la litología podemos dividir el deslizamiento en dos zonas. Una, la situada entre los P.K. 22 + 100 y 22 + 000, constituida por pizarras y ocasionales bancos de cuarcitas poco potentes. Otra, situada entre los P.K. 22 + 100 y 21 + 860, en la que aflora en superficie la cuarcita que buza hacia la traza unos 40°. La potencia de la cuarcita según los sondeos geoelectricos puede llegar a los 15 m., (error \pm 20 por 100). Debajo vuelven a aparecer las pizarras formando el núcleo anticlinal.

Según los sondeos sísmicos y eléctricos podemos llegar a distinguir hasta cuatro distintas zonas en el substrato rocoso, diferenciadas según los valores de las resistividades o velocidades sísmicas. No se llega sin embargo en ningún caso a detectar la profundidad a la que se encuentra la pizarra compacta. Las altas resistividades, a veces hasta de 90.000 Ω m., aunque en general estén en un orden de 22.000 Ω m. (\simeq 2.400 m/s), corresponden a las cuarcitas siempre sanas y poco alteradas, pero que en nuestra zona sólo aparecen en zonas superficiales.

La resistividad en las pizarras, siempre alrededor de los 2.000 Ω m., da idea de una roca muy fracturada aunque la alteración no llegue a alcanzar valores demasiado altos.

No se detectan en la zona fracturas o fallas activas. Por todo ello parece ser evidente que el movimiento en la primera zona, P.K. 22 + 100 a P.K. 22 + 000 ha sido superficial y que la pendiente de 45° que presentaba el terreno natural en un principio era la de equilibrio, aunque existieran movimientos de reptación con magnitudes apreciables.

Por lo que se refiere a la segunda zona del deslizamiento, comprendida entre los P.K. 22 + 000 y P.K. 21 + 860, a partir de la interpretación de los sondeos geoelectricos (principalmente) y sísmicos, se pudo deducir la existencia de una formación cuarcítica de una potencia entre 8 y 15 m. y un buzamiento entre 4° y 45° hacia el fondo del valle, que se apoyaba directamente sobre las pizarras a través de un nivel de intensa fracturación. El deslizamiento en esta zona no es tan superficial como en la primera ya que puede afectar al macizo hasta una profundidad de 15 m. en algunos casos.

Mecanismo del deslizamiento en la zona cuarcítica

El primer deslizamiento que se produjo, a raíz de la excavación del talud de la carretera, no fue sino una reactivación del que ya existía, como lo prueba el que las superficies de rotura, cubiertas de musgo y

óxidos de hierro, no son nuevas, y estaban ya rotas antes de efectuarse el desmonte. Este deslizamiento afectó a toda la capa cuarcítica y por solidaridad a parte de la zona pizarrosa adyacente. Una vez conseguido el equilibrio de la masa deslizada por **rozamiento y rugosidad**, ya que es de esperar la rotura total de todos los puentes rocosos, la gran lengua deslizante volvió a fragmentarse, un poco por debajo de la grieta de cola (de cota vertical 330 m.) a una altura de unos 15 m. y posteriormente estabilizado este nuevo movimiento, se volvió a dividir por otra grieta subsidiaria a una altura de 285 m., con lo que quedó estabilizado el desprendimiento temporalmente.

Dada la situación actual, los desplazamientos habidos en la zona pizarrosa, P.K. 22 + 100 a P.K. 22 + 000, pueden calificarse de anecdóticos si se comparan con lo que representa esa masa de cuarcitas de hasta 15 metros de potencia y con un frente de 180 m. de largo, susceptible de deslizar sobre la base de pizarras trituradas.

Una de las grietas verticales (cota 285) que subdividen la gran lengua del deslizamiento, se detecta claramente en el corte geoelectrico 21 + + 980, punto D, y viene señalada en él con una discontinuidad vertical. Por lo demás, todas estas grietas que han compartimentado la gran lengua, se pueden apreciar nítidamente en el campo.

Por último añadiremos que con posterioridad a nuestro primer informe, la grieta superior que antes se interrumpía en la cota 340 m. se ha ampliado ahora, acercándose sensiblemente a la traza.

Suponemos que al no haberse detectado nuevos desprendimientos en la base, este aumento de dimensiones se debe a una consolidación en la vertical de la grieta abierta, más que a una progresión horizontal del movimiento hacia la traza. En esta nueva zona de observación, ahora accesible a nosotros, puede constatarse la importancia de la rotura que alcanza profundidades vistas de hasta 3 ó 4 metros de profundidad.

Recomendaciones

En el curso de los estudios realizados sobre este desprendimiento se han mencionado numerosas posibles soluciones. En síntesis el problema lo constituye un **deslizamiento plano** en potencia, de una zona de 26.500 m.² de superficie, de los que más de la mitad corresponden a cuarcitas y el resto a pizarras con intercalaciones de cuarcitas.

Según los resultados de los sondeos sísmicos y eléctricos la potencia de las cuarcitas es de unos 12 metros aproximadamente y debajo de ellas vuelven a aparecer las pizarras. Este contacto es, a nuestro juicio, el que hemos de tomar como superficie del deslizamiento en potencia, y por lo tanto la solución adoptada habrá de tenerlo en cuenta.

En la zona pizarrosa el deslizamiento no parece afectar al macizo hasta una profundidad tan grande como en la zona cuarcítica, pero no se debe olvidar que los enmascaramientos producidos por el vertido de escombros de las trochas pueden haber falseado en algunos puntos los resultados.

La solución elegida debe resolver entonces el problema de la estabilización de $26.500 \text{ m}^2 \times 12 \text{ m.} = 318.000 \text{ m}^3$ de roca, que a una densidad media de 2.2 kg./m^3 son 700.000 Tm. de roca, que se moverían según un frente de unos 180 metros (puntos 21 + 900 a 22 + 100 de la traza descontando los tramos ya deslizados), y a través de un plano inclinado unos 30° hacia la traza y a unos 12 metros de profundidad de la superficie natural del terreno.

También debe prever la solución adoptada, la posibilidad de que a un movimiento de esa masa siga una evolución del desprendimiento hacia arriba, afectando al resto de la ladera, por socavación de la base.

Las soluciones que hemos adelantado en nuestro informe, unidos a otras anunciadas posteriormente son las siguientes:

1.^a Eliminación de la zona movida y estabilización por bulonado de la base de las cuarcitas en la cola del deslizamiento.

2.^a Blindaje del frente de deslizamiento con la construcción de un muro solidarizado al macizo por medio de anclajes. Asimismo bulonado de la base de las cuarcitas en la cola del deslizamiento.

3.^a Estabilizar según 3 fajas de anclaje la ladera en movimiento, situándolas de forma que inmovilicen los tres fragmentos del deslizamiento a que antes nos hemos referido. Bulonar las cuarcitas de la base en la cola del deslizamiento.

4.^a Construcción de una estructura que salve la zona del deslizamiento atravesando el río Lor, asociada con un muro bajo que retenga los bloques que puedan deslizar. Asimismo se recomienda instrumentar el talud por inclinometría para vigilar su evolución.

5.^a Construcción de un túnel artificial en la zona del deslizamiento. Asimismo se recomienda instrumentar el talud por inclinometría para vigilar su evolución.

6.^a Desviar la traza ligeramente hacia el río, elevando su cota unos metros y construir un muro anclado que prevenga el movimiento de la ladera en todo el frente del deslizamiento.

De todas estas posibles soluciones la núm. 1, presentaría, problemas de vertido (más de 300.000 m^3). Por otra parte, son imprevisibles los efectos que pudieran inducir en el resto del macizo las operaciones de saneamiento.

La núm. 2 y la núm. 6 son en esencia similares, si bien la núm. 6 al elevar la traza disminuiría la superficie de inserción de anclajes, con la consiguiente concentración de éstos. La desviación de la traza hacia el río, con el fin de evitar el riesgo de realizar excavaciones en la base del desprendimiento, podría diferirse si se efectúa un blindaje del talud rocoso, y no un muro, que no precisaría de obras de cimentación importantes.

En la solución núm. 3, o de estabilización de la ladera mediante fajas de anclajes, sería evidentemente en donde se aprovecharía a pleno rendimiento la acción de éstos. Presentaría un cierto riesgo la realización de la faja de anclajes más cercana a la traza. Este inconveniente se po-

dría eludir, sustituyéndola por un blindaje en el talud de la carretera, que se calcularía para ejercer la misma función que la faja de anclajes suprimida.

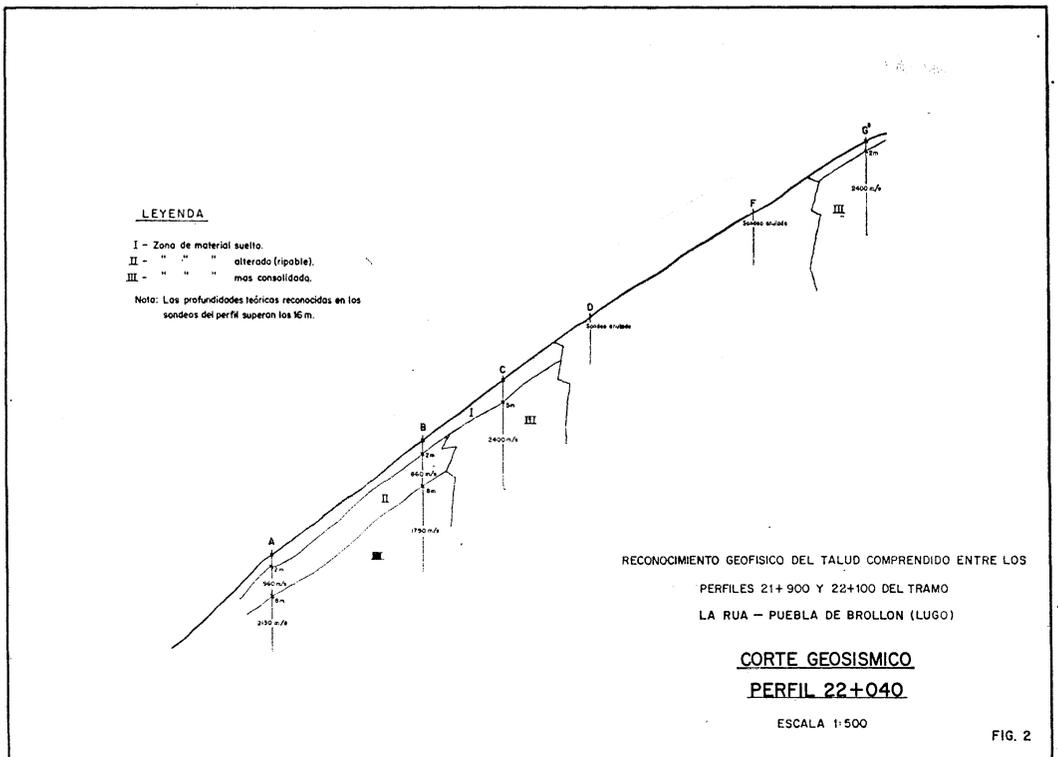
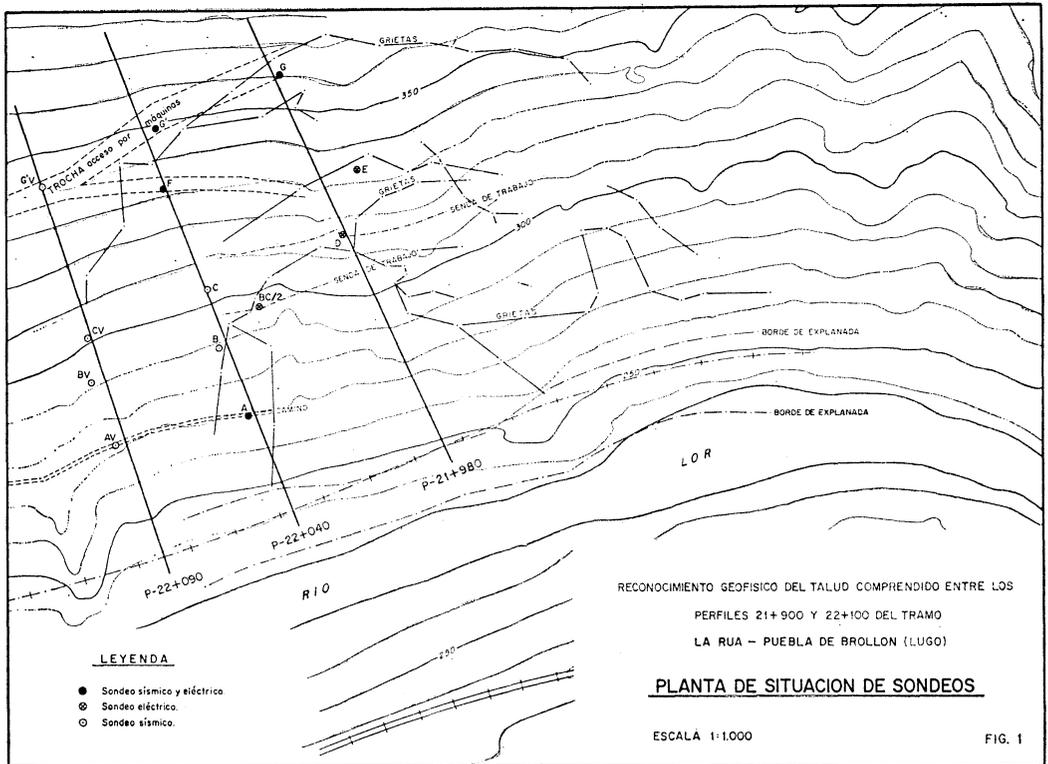
Las soluciones núm. 4 y núm. 5, no eliminan el problema, sino que huyen de él dejando sin estabilizar la ladera y permiten la posibilidad de que el deslizamiento siga progresando hacia arriba. Por otra parte, la solución de la estructura no eliminaría el riesgo para la traza de un gran deslizamiento.

Hemos de aclarar que todo lo anteriormente expuesto se basa en la suposición de que el deslizamiento de la masa rocosa inestable sea simultáneo; sin embargo, la división del gran desprendimiento en fragmentos subsidiarios indica que se ha llegado a un equilibrio parcialmente estable, por tramos. Por lo tanto, los cálculos de las medidas estabilizadoras podrían reducirse, con un cierto riesgo, a los de estabilizar una masa en movimiento con un volumen mitad (150.000 m.³) o menos, con lo que evidentemente la solución elegida sería mucho más económica. Es evidente que la probabilidad de la puesta en marcha simultánea del mecanismo de deslizamiento para los 3 fragmentos independientes es baja, y por eso, una solución que tuviera únicamente en cuenta el desprendimiento del primero (el más cercano a la traza), unido a las medidas de instrumentación del talud por inclinometría que nos indicaría la evolución de la zona alta del deslizamiento, podrían bastar inicialmente para resolver el problema. Todo ello sin embargo, implica el que la solución señalada no sea definitiva, y que, estará en función del comportamiento del talud en el futuro.

Nuestra recomendación desde el punto de vista conservador sería una solución del tipo núm. 3 ó núm. 2-6. Y en el caso de que se decidiera aceptar un mayor riesgo, podría adoptarse alguna de esas mismas soluciones modificada según los supuestos de un deslizamiento no simultáneo de las 3 partes del desprendimiento.

El deslizamiento en la actualidad

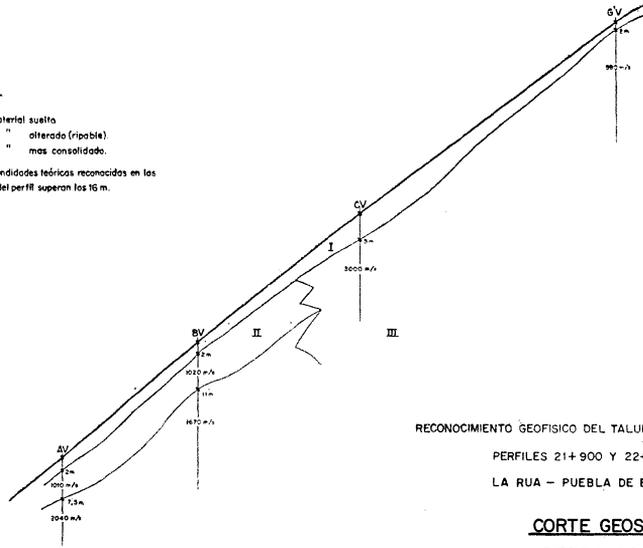
El deslizamiento en la actualidad dista mucho de estar estabilizado. Por otra parte, la solución elegida, separar la traza hacia el río y construir un largo muro de tierra armada paralelo a la zona del deslizamiento y separado de ésta por un gran cunetón de unos 15 metros evita la caída a la traza de bloques o pequeños desprendimientos, pero no que, ladera arriba continúe produciéndose un progresivo deterioro de la ladera del valle.



LEYENDA

- I - Zona de material suelto
- II - " " alterado (ripable)
- III - " " " mas consolidado.

Nota: Las profundidades teóricas reconocidas en los sondeos del perfil superan los 16 m.



RECONOCIMIENTO GEOFISICO DEL TALUD COMPRENDIDO ENTRE LOS
PERFILES 21+900 Y 22+100 DEL TRAMO
LA RUA - PUEBLA DE BROLLON (LUGO)

CORTE GEOSISMICO
PERFIL 22+090

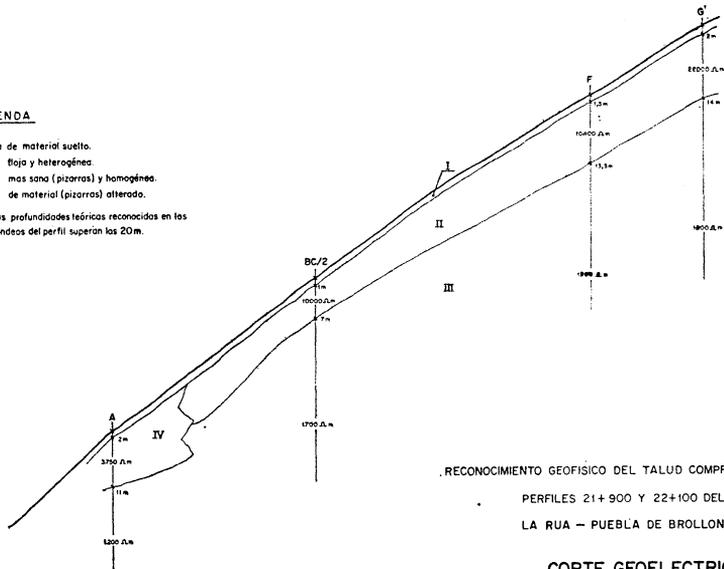
ESCALA 1:500

FIG. 3

LEYENDA

- I - Zona de material suelto.
- II - " " blanda y heterogénea.
- III - " " mas sana (pizarras) y homogénea.
- IV - " " de material (pizarras) alterado.

Nota: Las profundidades teóricas reconocidas en los sondeos del perfil superan los 20 m.



RECONOCIMIENTO GEOFISICO DEL TALUD COMPRENDIDO ENTRE LOS
PERFILES 21+900 Y 22+100 DEL TRAMO
LA RUA - PUEBLA DE BROLLON (LUGO)

CORTE GEOELECTRICO
PERFIL 22+040

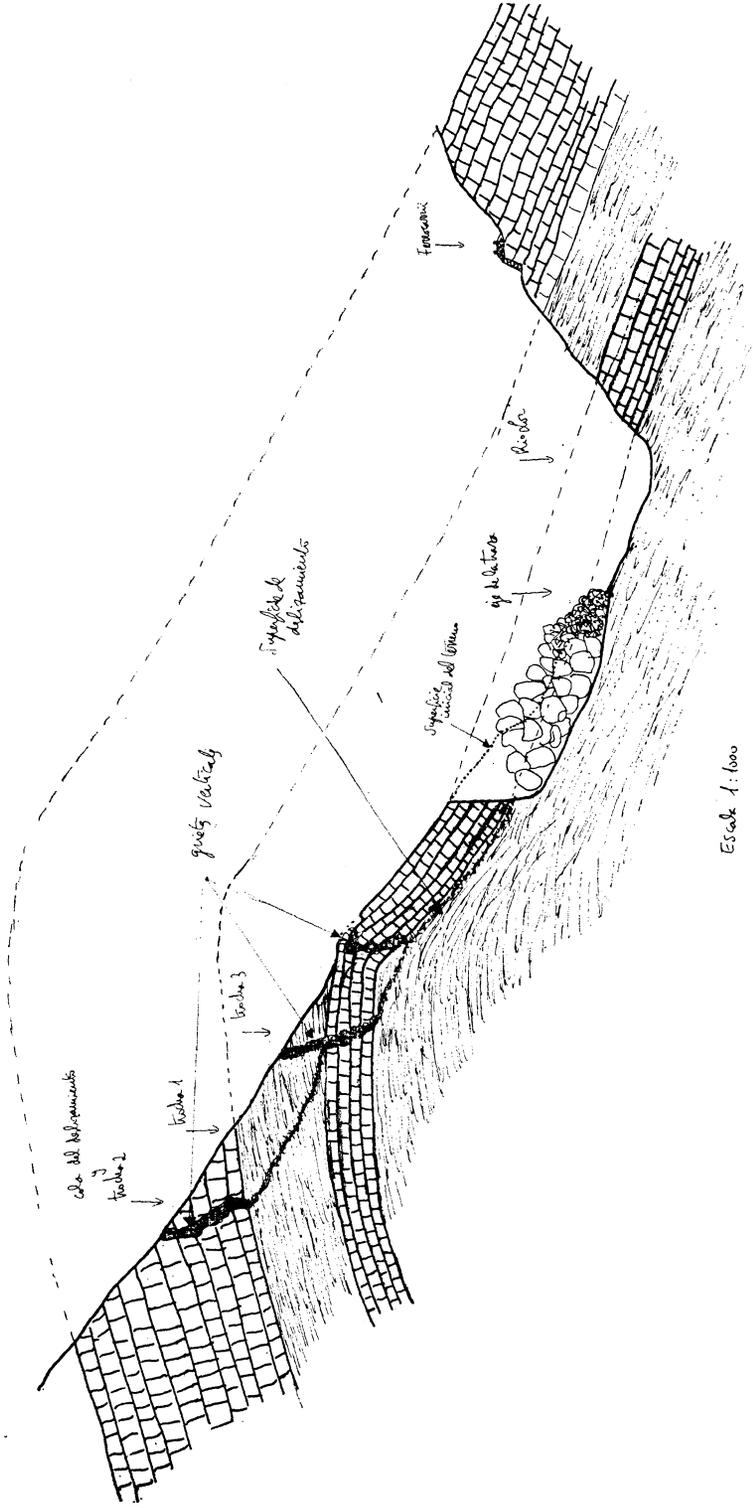
ESCALA 1:500

FIG. 4

Corte geològica CG-1

P.K. 21+980

W



Escala 1:1000

Corte geològica



Legende

