



Instituto Tecnológico  
GeoMinero de España

ESTUDIO DE RIESGOS GEOLOGICOS  
INDUCIDOS POR PROBLEMAS DE  
DESLIZAMIENTO DE TIERRAS EN  
LA LOCALIDAD DE TRESABUELA  
(CANTABRIA).

EXPEDIENTE Nº

--	--	--	--

ORGANICA Nº

PROGRAMA Nº

CONCEPTO Nº

--	--	--



## I N D I C E

- 1.- INTRODUCCION.
- 2.- LOCALIZACION Y ACCESOS.
- 3.- MARCO GEOLOGICO.
  - 3.1. Introducci3n.
  - 3.2. Estratigrafia.
  - 3.3. Tect3nica.
- 4.- DESCRIPCION DE LOS DAÑOS.
- 5.- TIPOLOGIA DEL MOVIMIENTO.
- 6.- ANALISIS DE LOS FACTORES QUE INTERVIENEN.
- 7.- ANALISIS DEL MOVIMIENTO.
- 8.- CONDICIONES ACTUALES DE ESTABILIDAD.
- 9.- CONCLUSIONES.
- 10.- RECOMENDACIONES.
  - 10.1. Medidas de drenaje.
  - 10.2. Medidas Complementarias.

A N E X O S

- I. Presupuesto estimativo de las obras.
- II. Ensayos de laboratorio.
- III. Fotografías.
- IV. Reseña periodística.

Este estudio ha sido realizado por el siguiente equipo técnico:

- D. Francisco J. Ayala Carcedo.

\* Jefe del Area de Ingeniería  
Geoambiental del I.T.G.E.

- D. Alberto Gracia Bernal.

\* Geólogo.

GEONOC, S.A.

- D. Miguel Pérez Picallo.

\* Geólogo.

GEONOC, S.A.

## 1.- INTRODUCCION.

El INSTITUTO TECNOLOGICO GEOMINERO DE ESPAÑA (I.T.G.E.), ha realizado con la colaboración de GEONOC, S.A. un estudio sobre las inestabilidades que vienen produciéndose en las laderas en las que se asienta la localidad de Tresabuela (Cantabria).

El movimiento ha sido caracterizado como una reptación de ladera con velocidad muy lenta y aceleraciones más o menos importantes de tendencia estacional.

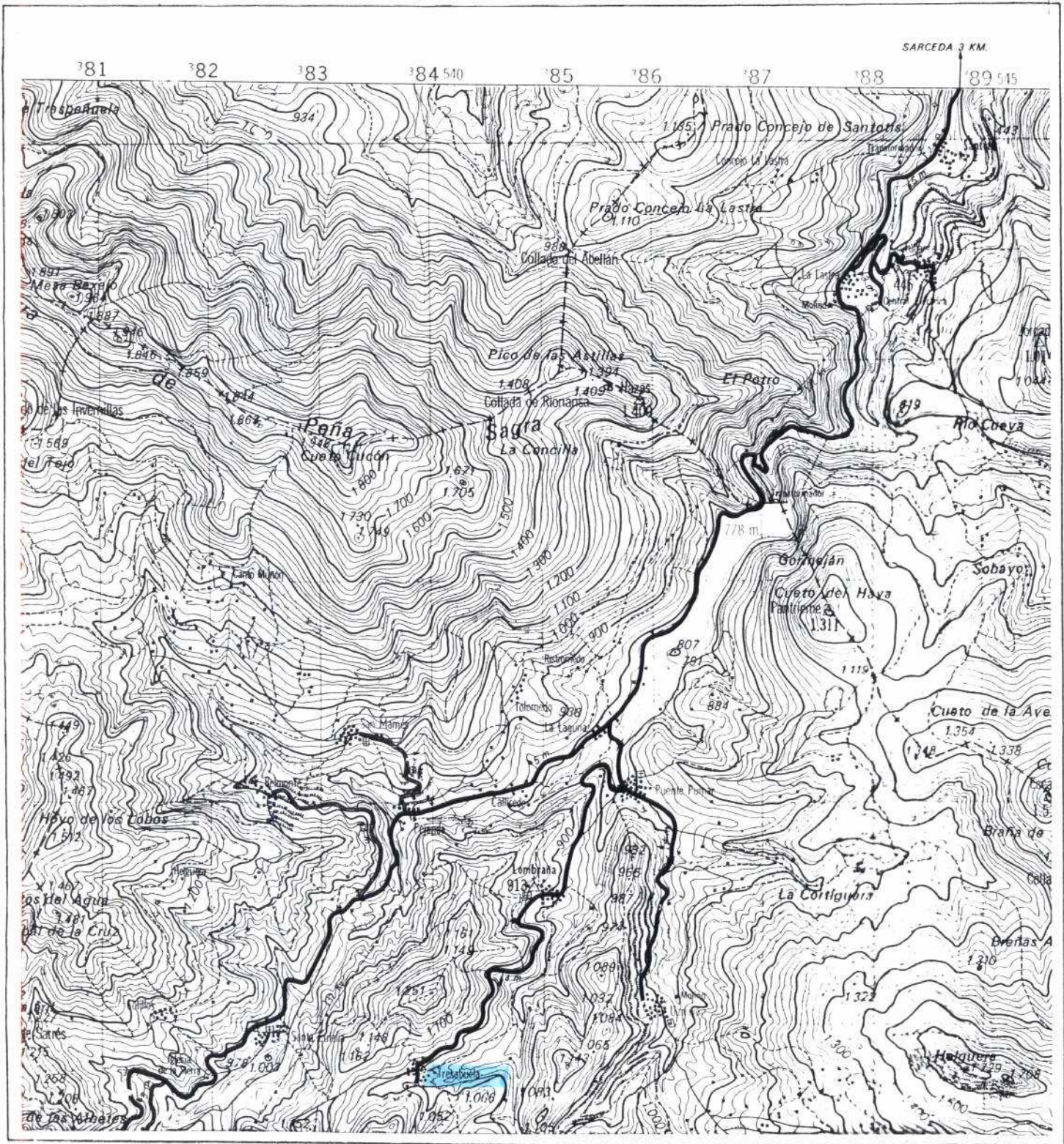
La inestabilidad de la ladera ha provocado importantes grietas en muros, comprometiendo además otros elementos estructurales como techumbres, cimientos, etc. de las edificaciones de la localidad, afectando principalmente a la iglesia (S. XVII) cuyas paredes han experimentado movimientos relativos de separación en torno a los 15 centímetros.

El estudio realizado ha sido solicitado por la Dirección de Industria, Transportes y Comunicaciones de la Diputación Regional de Cantabria a través de su Servicio de Recursos Mineros y Energéticos, y parte de una visita a la zona afectada en compañía de los Sres. D. Manuel Carrión, Jefe de Servicios Generales de la Dirección de Industria, Transportes y Comunicaciones, D. Francisco Salgines de la misma Dirección y D. Ricardo Gómez-Ceballos, Jefe del Servicio de Recursos Mineros y Energéticos. Se procedió durante la visita a la recopilación de antecedentes así como a la toma de muestras del material deslizado. Posteriormente se ensayaron las muestras en el laboratorio y se procedió a realizar un minucioso estudio de las condiciones de estabilidad de la ladera con el fin de poder proponer a continuación las recomendaciones y medidas que se adoptarán para la corrección del movimiento.

Con todo ello se ha elaborado la presente memoria técnica.

## 2.- LOCALIZACION Y ACCESOS.

Tresabuela, pueblo perteneciente al Municipio de Polaciones, está situado en la parte suroccidental de la Comunidad Autónoma de Cantabria. A la localidad se puede acceder por carretera desde la capital de la Comunidad Cántabra (Santander) mediante la autovía que une esta ciudad con Torrelavega, desde aquí se toma la Carretera Nacional 634 en dirección a Cabezón de la Sal. En esta última población se toma la Carretera Autonómica Comarcal 625 hacia Puente<sub>u</sub>tenansa y desde esta localidad se accede a Tresabuela mediante una carretera local que se dirige hacia los embalses de LA LASTRA-NANSA y LA COCHILLA.



Sacado del MAPA MILITAR DE ESPAÑA  
 +TUDANCA- (Cantabria).  
 Hoja 82. Escala 1:50.000

### 3.- MARCO GEOLOGICO.

#### 3.1. INTRODUCCION.

La localidad de Tresabuela se encuentra situada en la parte suroccidental de Cantabria. Geológicamente corresponde a la Región del Pisuerga-Carrión, de la Zona Cantábrica del Macizo Hercínico. Afloran en la zona materiales Paleozoicos representados en los alrededores del pueblo por materiales carboníferos que tienen un marcado carácter marino con gran variedad de facies, desde deltaicas y mareales a abanicos submarinos.

Aparte de los materiales carboníferos, no afloran en los alrededores de la localidad materiales de otros periodos geológicos exceptuando los recubrimientos cuaternarios. El Cuaternario está representado por depósitos periglaciares que son comunes en las laderas y al pie de las alineaciones montañosas; estos materiales se atribuyen al Pleistoceno. El Holoceno corresponde en la zona a los derrubios de ladera y a los aluviones de los ríos actuales.

La región ha sido estudiada desde antiguo, datando los primeros trabajos sobre el carbonífero de 1.898 año, en el que LUCAS MALLADA publica la "Explicación del Mapa Geológico de España". T. III. Sistemas Devoniano y Carbonífero. En el periodo moderno son importantes los trabajos de MAAS (1.974) que realizó una cartografía geológica de la Liébana y Polaciones, LOBATO (1.977) que realiza un mapa sintético de toda la región del Pisuerga-Carrión, ALONSO y RODRIGUEZ FERNANDEZ (1.983) que establecen un modelo interpretativo de las discordancias carboníferas y su significado orogénico y finalmente los trabajos sobre la problemática de las áreas paleozoicas limítrofes de WAGNER et. al (1.984) y RODRIGUEZ FERNANDEZ et. al (1.985).



### 3.2. ESTRATIGRAFIA.

Como ya se ha mencionado los materiales que afloran en los alrededores de la localidad son Paleozoicos y pertenecen al Sistema Carbonífero. Este se caracteriza en la Zona Cantábrica en general y en la Región del Pisuerga-Carrión en particular, por la presencia de potentes series de sedimentos siliciclásticos y/o carbonatados con grandes variaciones espaciales y temporales de facies y potencias. En la Región existe un predominio muy notable de las series siliciclásticas sobre las carbonatadas, con gran abundancia de sedimentos sinorogénicos (sistema flysch-molarsa) con facies originadas a partir de pendientes submarinas (olistotomas, brechas gravitacionales, turbiditas ...) o semicontinentales (sistemas-fluvio, deltaicos). La persistencia de las condiciones sinorogénicas, junto con la relativa proliferación de discordancias, constituyen otro de los rasgos peculiares del Carbonífero de este área. (ALONSO y RODRIGUEZ FERNANDEZ, 1.983).

Teniendo en cuenta los criterios espaciales y temporales de distribución de facies se establecen dos dominios con valor exclusivamente local para el Carbonífero de la zona. Dichos dominios son:

- Dominio de la Liébana.
- Dominio del Pisuerga.

Tresabuela se sitúa en el Dominio de la Liébana, el Carbonífero de los alrededores se enmarca en el Grupo de Potes que es un conjunto litoestratigráfico de edad Numnriense C - Westfaliense A sup-B y que está constituido casi exclusivamente por sedimentos terrígenos (lutitas y areniscas), aunque excepcionalmente existen lentejones de calizas bioclásticas y brechoides y algunos niveles de conglomerados. La potencia de este grupo se estima que debe ser de 1.500 a 2.000 metros.

Los depósitos se pueden agrupar en tres asociaciones de facies que de muro a techo son:

- Llanuras de mareas.
- Deltas.
- Plataforma interna submareal.
- Turbiditas.

Las llanuras de mareas constituyen el muro visible de las series. Se pueden observar en las carreteras que unen Puentes Po mar, Tresabueta y Uznayo. Están constituidas por lutitas y limo litas con intercalaciones de areniscas con ripples de ola, estratificación flaser, sigmoides y moldes de bioclastos. Interestratificados con esta facies aparecen a veces un conjunto de litosomas de calizas bioclásticas.

Por encima de la facies anterior se desarrollan las facies de Deltas y Plataforma interna submareal. Los mejores afloramientos se pueden observar en la carretera de La Laguna a Uznayo y Tresabueta. Litológicamente están constituidas por areniscas, limonitas y lutitas alternando con bancos potentes de areniscas y conglomerados.

Las Turbiditas son los depósitos más modernos de la serie y aparecen con mayor o menor desarrollo sobre las facies anteriores. Litológicamente están constituidos por alternancias de areniscas y Lutitas y algunos niveles de conglomerados. Las capas areniscosas y conglomeráticas presentan, en general, la base canalizada. Se presentan en secuencias de BOUMA incompletas, siendo las más comunes las Tb-d, Tc-d y Tc-e. Abundan en ellas las estructuras de tipo "groove" y las estrías, siendo relativamente escasas las de tipo "flute".

Si bien a escala regional aparecen en este sector de la Zona Cantábrica materiales Mesozoicos, estos no llegan a aflorar en los alrededores de Tresabuela. Al N. y S. de la localidad las series Triásicas afloran en amplias bandas siguiendo las mayores cotas topográficas en dirección ONO-ESE. El Jurásico y Cretácico afloran, ya muy alejados hacia el NE. recubriendo las potentes series Triásicas.

El Cuaternario está representado en la zona por depósitos periglaciares atribuidos al Pleistoceno y aluviones y derrubios de ladera Holocenos. Los primeros son unos depósitos mal seleccionados de gravas, limos y arcillas sin estratificación visible. Su origen glacial está evidenciado por la típica morfología de los valles en cuyo fondo y desembocadura se encuentran. Los depósitos Holocenos son más bien escasos en la zona y están constituidos por gravas y arenas sueltas en el canal actual del Arroyo del Espinal y por lutitas en la llanura de inundación.

### 3.3. TECTONICA.

La deformación hercínica es la más intensa en la zona, llegando a producir localmente una o dos esquistosidades penetrativas, ligadas a otras tantas generaciones de pliegues y/o cabalgamientos. Los sedimentos paleozoicos han sido afectados posteriormente por la orogenia Alpina dando lugar a fallas de diversos tipos e importancia, en muchos casos producidas por la reactivación de accidentes hercínicos. Se aprecian en esta zona pliegues vergentes al S., de dirección aproximada E-O y plano axial que varía desde subhorizontal hacia el N., a subvertical hacia el S. Uno de estos pliegues puede reconocerse en la carretera que une Puen-te Pomar - Uznayo y Tresabuela.

En este área se aprecian una serie de pliegues de plano axial subvertical que llevan asociada una esquistosidad grosera que, ocasionalmente, afecta a otra esquistosidad anterior muy tendida, prácticamente paralela a la estratificación y que sugiere la presencia de un gran flanco invertido. Este pliegue se conoce como "Anticlinal de Polaciones". Una segunda generación de estructuras queda representada por el "Cabalgamiento en Tresabuela", cuya superficie de cizalla aflora unos 200 m. antes de llegar a esta localidad, en una banda de unos 0,5 m. de potencia, con desarrollo de una esquistosidad local, que pone en contacto un conjunto de lutitas, areniscas y "pebbly mudstone" en posición estructural invertida con las facies deltaicas del Grupo Potes en posición estructural normal. La superficie de cizalla buza suavemente al Norte y constituye el mejor afloramiento del "Cabalgamiento de Tresabuela".

#### 4.- DESCRIPCION DE LOS DAÑOS.

El pueblo de Tresabuela se encuentra situado sobre el "lomo" de una gran lengua que presenta episodios más o menos estacionales de descenso afectando gravemente a las casas.

Las grietas se presentan partiendo siempre desde la base de los muros. Son, en casi todos los casos, más anchas abajo y van disminuyendo hacia arriba. Ello demuestra que los movimientos son siempre horizontales y que se trata de movimientos diferenciales que producen las roturas al superar las tensiones creadas, la resistencia a la tracción de algunos elementos estructurales de las edificaciones.

Como se puede observar en la fotografía 18, el arco de piedra presenta un desplazamiento relativo en la dirección del deslizamiento entre 12 y 15 cm.

La iglesia presenta igualmente desplazamiento relativo de sus muros, siendo la gran altura de los mismos factor agravante de la situación. Por ello ha sido preciso apear y recalzar provisionalmente desde el interior toda la techumbre a fin de evitar el previsible derrumbamiento.

En varias casas se aprecian igualmente este tipo de movimientos que han conducido también a la formación de numerosas grietas y que en muchos casos han sido corregidos por los propios vecinos.

## 5.- TIPOLOGIA DEL MOVIMIENTO.

Si bien no existe una clasificación de aceptación general respecto a la tipología de los deslizamientos, el movimiento que se produce en la localidad de Tresabuela puede caracterizarse como una "reptación continua" o "creep estacional lento" (CARSON, A. y KIRKBY, M.J. 1.972).

Este tipo de movimientos de ladera se caracteriza por una velocidad extremadamente lenta, a veces imperceptible, y por tratarse de un movimiento superficial que afecta a depósitos poco potentes en laderas con pendientes relativamente bajas (9-15°) o medias (20-25°).

El carácter estacional se manifiesta al producirse una cierta aceleración de los movimientos, generalmente locales, cuando se producen importantes precipitaciones o también, como en este caso, cuando existe posibilidad de que se produzca una recarga de los niveles freáticos en una zona con carácter endorreico (sumidero de la figura 5.2.) que concentre las escorrentías que posteriormente van saturando lentamente los materiales de la ladera.

Sin que pueda hablarse en este caso de una superficie de deslizamiento única, ya que se trata más bien de lóbulos con movimientos diferenciales y superpuestos, sí que se pueden distinguir en la zona movilizada aspectos morfológicos que la asemejan a los citados en la bibliografía para movimientos del tipo "colada de arcilla" o "mudflow"; si bien, como ya se ha mencionado, con una velocidad mucho más baja que las de los flujos viscosos citados.

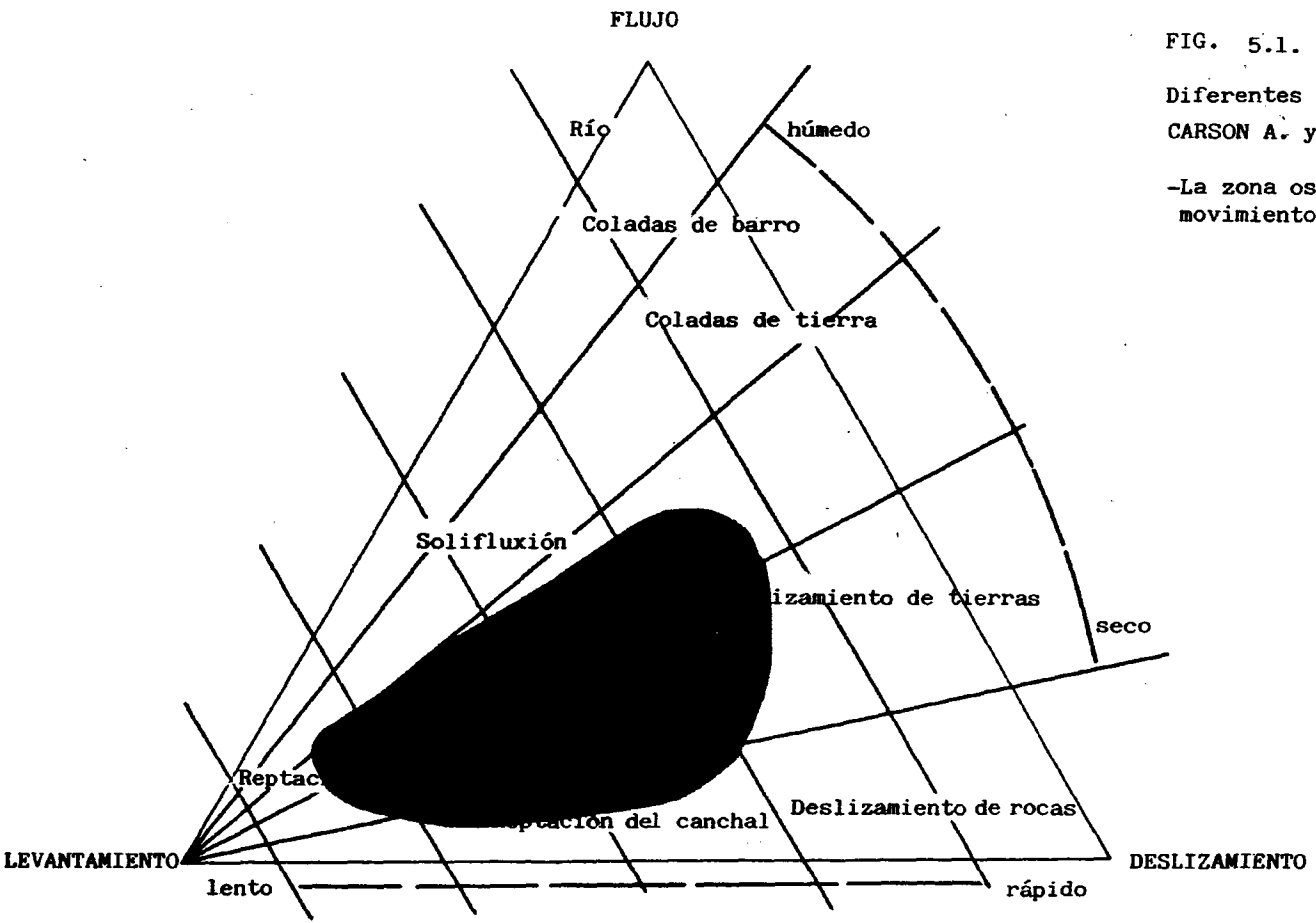
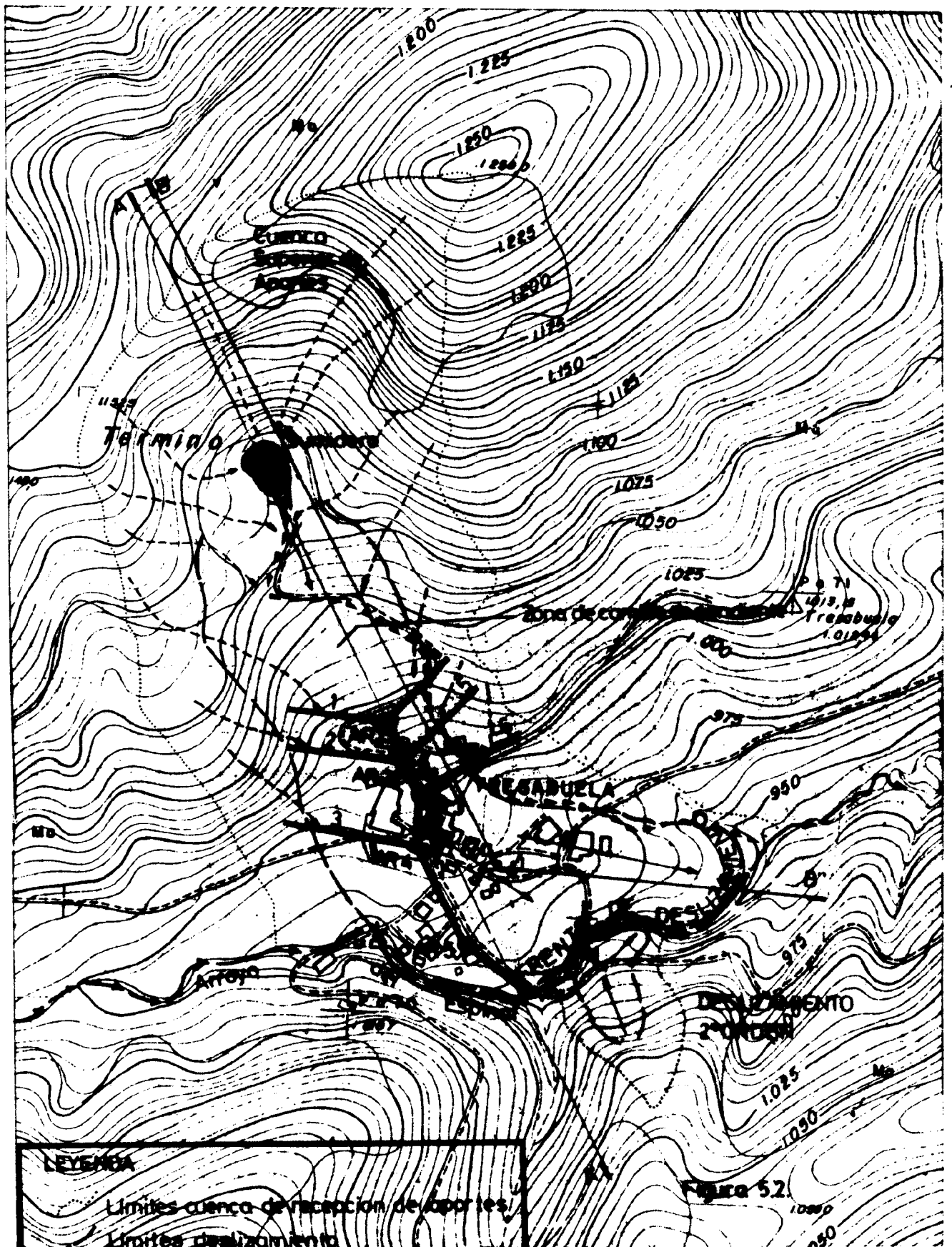








FIG. 5.1.

Diferentes tipos de movimientos en laderas según:  
 CARSON A. y KIRKBY, M.J. (1.972).

-La zona oscura caracteriza aproximadamente el  
 movimiento en TRESABUELA-



**LEYENDA**

-  Límites cuenca de recepción de aguas
-  Límites deslizamiento
-  2 Drenajes
-  Dirección preferente de descenso
-  Captación de escorrentía al sumidero
-  Zanja de drenaje superficial

**TRESABUELA**  
 EXCMA. DIPUTACION DE SANTANDER  
 Escala: 1:5.000  
 Equidistancia: 5 metros.



Se pueden diferenciar en la zona movilizada las siguientes características:

\* La cuenca de recepción de aportes de  $\approx 250.000 \text{ m}^2$ , concentra las escorrentías en el eje y cabecera sin que exista un cauce o colector que desagüe superficialmente. Los aportes de agua por lluvia o nieve (muy frecuente en esta zona) se infiltran en el terreno, elevando el nivel freático local. La intersección de este con la superficie topográfica hace que aparezcan surgencias en las zonas bajas. (Véase panorámica 1).

\* En la cabecera de la zona deslizada aparece un área de unos  $2.500 \text{ m}^2$  con forma de circo y ángulos de pendiente entre  $28^\circ$  y  $37^\circ$  que termina en una superficie horizontal ligeramente en contrapendiente, que se puede considerar como un umbral y situada a la cota 1.075 m.

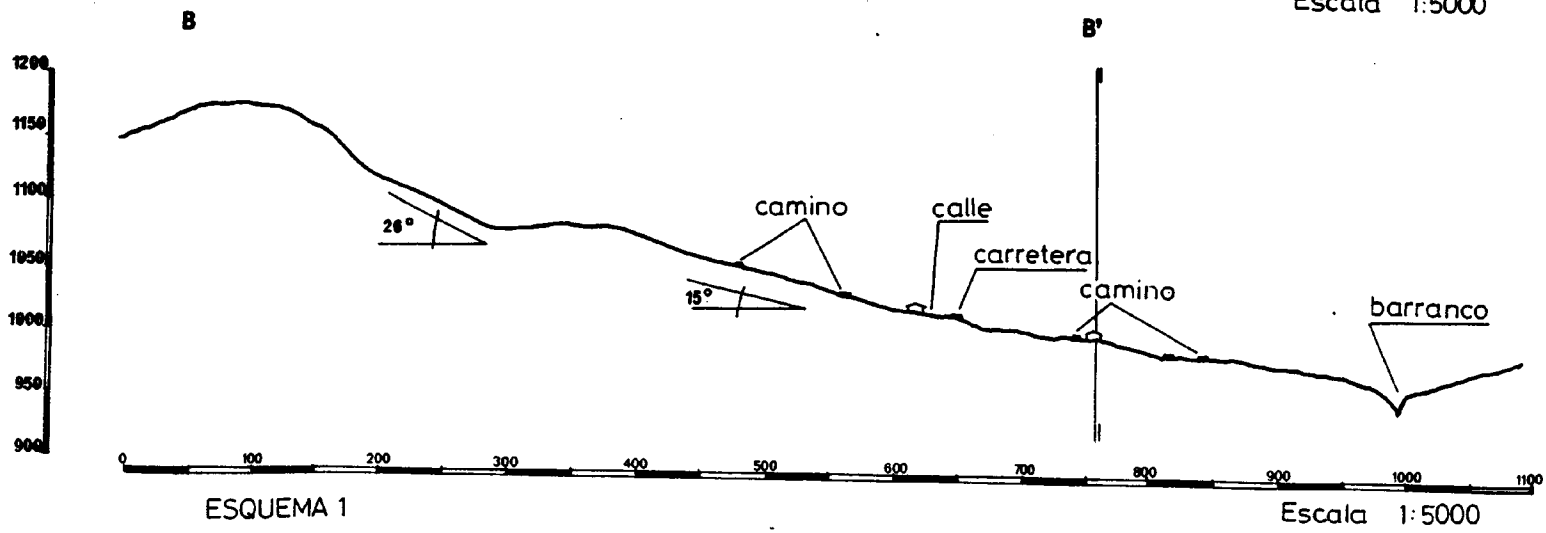
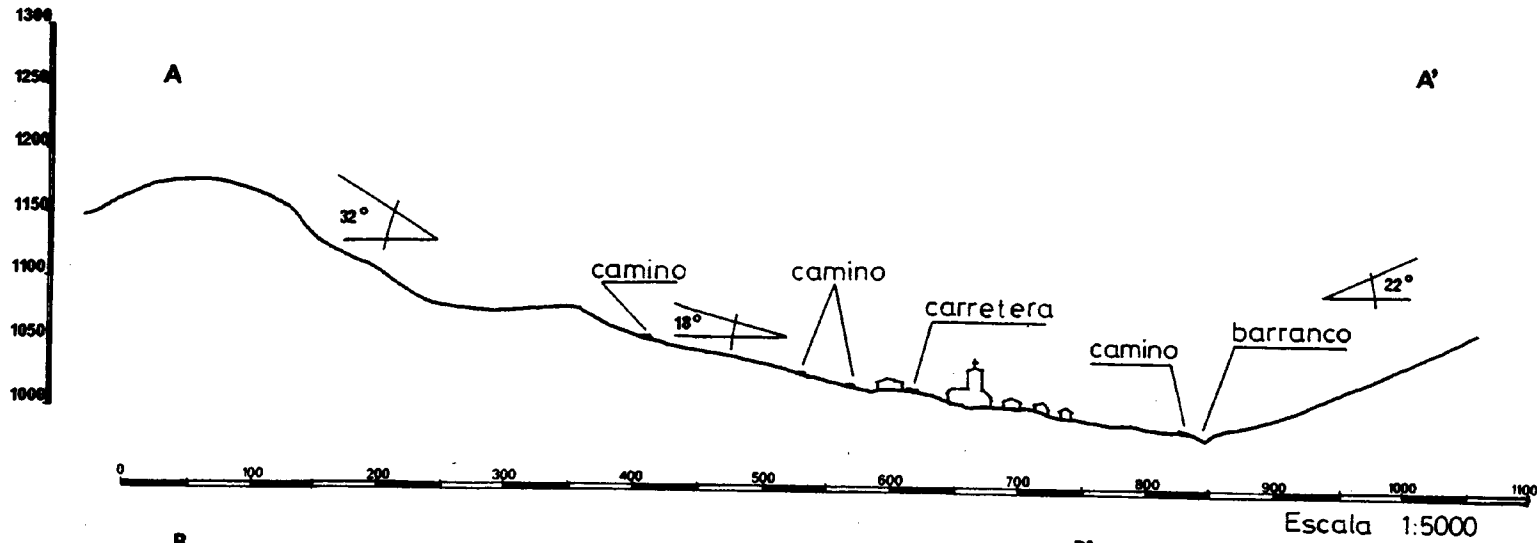
Esta zona tiene un marcado carácter endorreico y en ella se concentran todas las escorrentías procedentes de la cuenca de recepción de aportes superior. Se establece así un nivel de base local que a su vez suministra agua a los materiales en deslizamiento hacia el nivel de base del valle constituido por el Arroyo del Espinal.

\* La superficie en planta de la lengua es de aproximadamente  $107.000 \text{ m}^2$ , con una longitud máxima de  $\approx 550 \text{ m}$ , anchura máxima en cabecera de  $\approx 40 \text{ m}$ , y anchura máxima en el frente de unos 250 metros. La superficie es típicamente alomada y el perfil convexo, en algunos puntos de la misma se observa el nivel freático en superficie. La pendiente en el tramo superior es de  $15^\circ$  a  $18^\circ$ , mientras que en la zona baja alcanza ángulos máximos de  $10^\circ$  a  $12^\circ$ .

El desarrollo es típicamente abierto a partir del umbral, ensanchándose hacia la base y claramente expansivo. En el frente la lengua presenta un lóbulo que tiende a tomar una dirección descendente paralela al Arroyo del Espinal.

\* El frente del deslizamiento está desplazando al Arroyo hacia la ladera opuesta. Se observa perfectamente (ver fotografías y fig. 5.2.), como el Arroyo tiende a desviar su curso rodeando el frente de deslizamiento y una vez pasado este vuelve nuevamente a la dirección que traía.

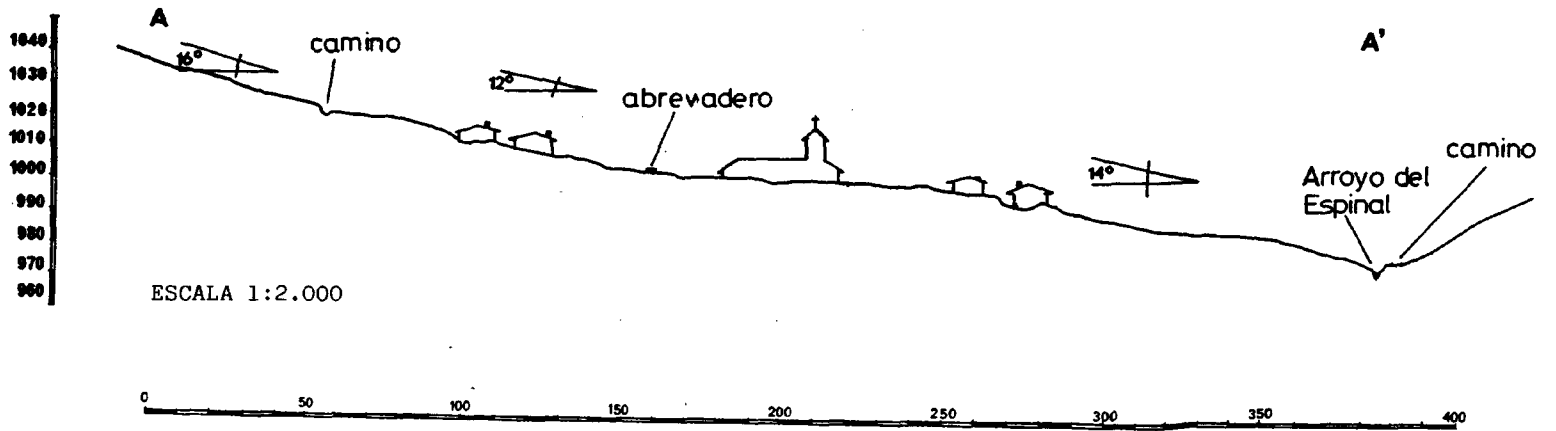
\* En la ladera opuesta a la de la lengua principal se aprecia un fenómeno similar al descrito poniendo de manifiesto la inestabilidad general de las laderas de la zona. Aquí se ha observado una pequeña lengua de unos 5.000 m<sup>2</sup> en idénticos materiales. La confluencia de ambos frentes de deslizamiento tiende a cerrar el desagüe natural que representa el Arroyo del Espinal.



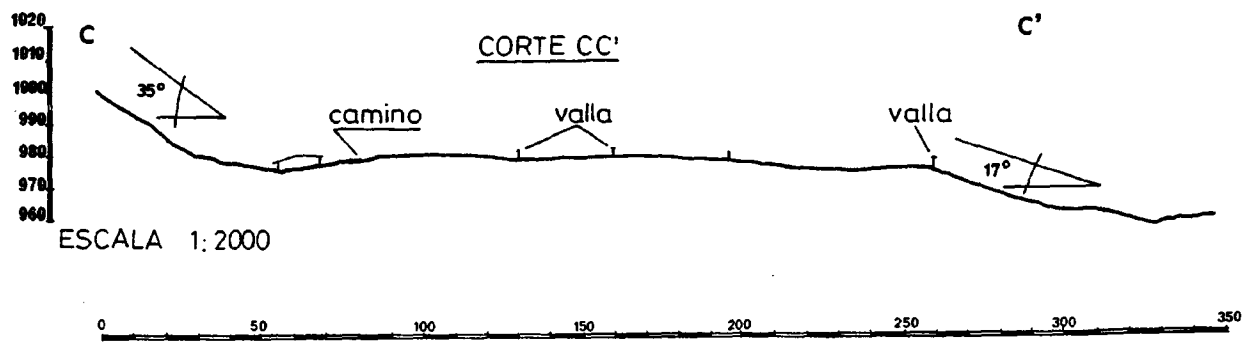
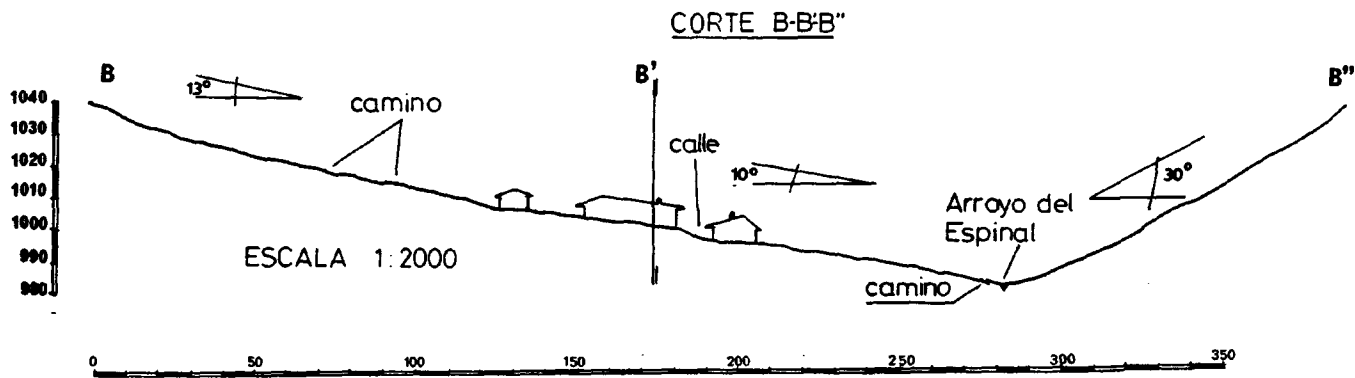
ESQUEMA 1

CORTES LONGITUDINALES AL DESLIZAMIENTO

CORTE AA



ESCALA 1:2.000



## 6.- ANALISIS DE LOS FACTORES QUE INTERVIENEN.

Los factores que intervienen y que en mayor o menor grado conjugan para dar este tipo de inestabilidad y de movimiento en la ladera son básicamente tres:

- Precipitaciones.
- Morfología de la zona.
- Características de los materiales.

Es muy conocido el hecho de que el régimen de precipitaciones contribuye de forma fundamental al movimiento de algunos depósitos de ladera. La climatología, como corresponde a estas latitudes y a la elevada altitud media, es, en este área extremada, con inviernos largos, fríos y lluviosos y veranos cortos y frescos. El periodo de heladas es largo (más de cinco meses al año) y la precipitación, como corresponde a la España muy húmeda, supera los 1.200 mm/año. Las aguas de lluvia al infiltrarse lentamente en el terreno producen una sobrecarga del mismo a la vez que contribuyen a incrementar las presiones efectivas. Las acumulaciones de nieve que se producen en la zona superior de la lengua deslizada (sumidero de la figura 5.2.) tienden a producir también sobrecargas en cabecera y aumentan el contenido en agua del terreno durante la fusión con la consiguiente disminución de su resistencia al corte y al incremento (en este tipo de materiales) de la plasticidad y de las presiones intersticiales.

La pendiente media de la zona es también un factor muy importante. En los cortes AA' y BB' de la figura 5.2. puede observarse que si bien la pendiente de la ladera sobre la que se encuentra el pueblo no sobrepasa los 15°, es suficiente para que los

materiales arcillosos húmedos que componen el depósito, bajo es fuerzos de cizalla gravitacionales, aunque extremadamente peque ños, pueden hacer que dicho depósito se mueva ladera abajo en un proceso de "reptación continua" extremadamente lento, del orden de 1 cm/año o menos como promedio, si bien, al tratarse como ya se ha mencionado, de un movimiento diferencial, puede existir áreas en las que dicho movimiento se acelere o bien prácticamen te sea nulo.

Las características intrínsecas del material que constitu ye el depósito inestable también son un factor fundamental en este tipo de movimientos de ladera. Se han podido tomar dos muestras semialteradas del material que forma parte del depósito móvil.

Las muestras fueron tomadas en el interior de una calicata realizada en la parte exterior del muro de la iglesia. Esta calicata se ejecutó con el fin de poder comprobar "de visu" el estado de la cimentación de la iglesia (véase fotografía 19). Las muestras se recogieron a 1,80 m. de profundidad. Se realizaron sobre las muestras una serie de ensayos de los que se obtuvieron los siguientes resultados:

MUESTRA 1:

-Granulometría por sedimentación:

Pasa T-200 = 78,6 %

Retenido T-4 = 0,00 %

-Límites de Atterberg:

$W_l = 39,2 \%$

$W_p = 20,5 \%$

-Índice de plasticidad: 18,7 %

-SO<sub>3</sub> (%): Negativo

-Peso específico: 1,9 Tm/m<sup>3</sup>

-Humedad natural w: ≈ 37 %

MUESTRA 2:

-Granulometría por sedimentación:

Pasa T-200 = 81,5 %

Retenido T-4 = 0,00 %

-Límites de Atterberg:

W<sub>l</sub> = 42,1 %

W<sub>p</sub> = 19,2 %

-Índice de plasticidad: 22,9 %

-Peso específico: 1,85 Tm/m<sup>3</sup>

-Humedad natural w: ≈ 38,2 %

Con estos datos pueden deducirse de forma estimativa a partir de la Tabla que aparece en el "GRUNDBAU TASCHENBUCH, 3.ª Ed. 1.ª Parte; 1.980", algunos parámetros característicos de resistencia para este tipo de materiales que en general se pueden clasificar como arcillas de plasticidad media-baja.

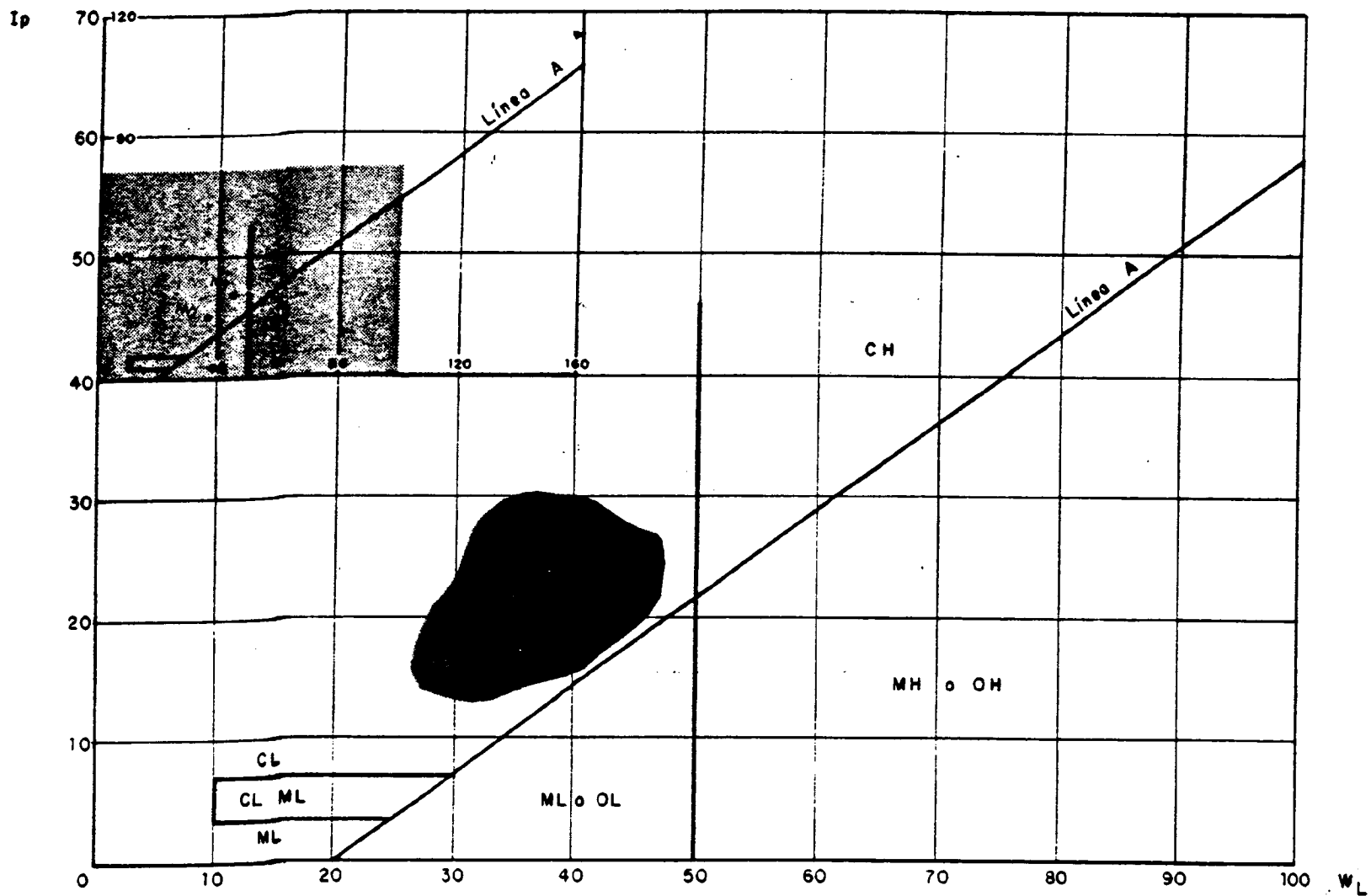
Estos parámetros resultan ser:

$$\rho = 20^{\circ}-24^{\circ}; \quad C' = 0,2-0,5 \text{ Tm/m}^2; \quad \rho' \text{ residual} = 12^{\circ}-16^{\circ}$$

Siendo:  $\rho$  = ángulo de rozamiento interno;  $C'$  = cohesión efectiva;  $\rho'$  = ángulo de rozamiento residual.



Fig.6.1. Diagrama de plasticidad



## 7.- ANALISIS DEL MOVIMIENTO.

El movimiento de la ladera viene produciéndose de forma claramente estacional desde hace ya tiempo y sus consecuencias se detectan en las grietas de los muros de las edificaciones de la localidad. En la visita realizada a la zona pudo observarse como las laderas que rodean Tresabuena presentaban unos pastos de colores claros que denotaban el efecto de la sequedad del terreno, un cambio a un color verde muy intenso reflejaba en el fondo del pequeño valle una humedad en esa zona muy superior a la del terreno circundante.

A pesar de que la permeabilidad del depósito arcilloso es baja, el hecho de que exista una fuente importante de suministro continuo debido a la presencia de la zona de recarga o sumidero, hace que los materiales arcillosos permanezcan saturados durante muchos meses a lo largo del año. Esto provoca descensos locales de la resistencia al corte en multitud de superficies de deslizamiento, lo que a su vez, genera un flujo diferencial lento del depósito ladera abajo por efecto del gradiente gravitatorio.

Se estima que las superficies formadas por el "creeping" natural de la ladera no tienen, por lo general, la continuidad necesaria para constituir un único plano de deslizamiento, sin embargo en algunos casos citados en la literatura se ha podido poner de manifiesto el hecho de que tensiones sobrepuestas al terreno (cargas, edificaciones, etc.) pueden acelerar un proceso de rotura progresiva conectando superficies ya existentes entre sí hasta formar una única superficie de deslizamiento. Este proceso

suele durar años ya que es necesario romper los "puentes" o pasos de terreno "sano" entre las superficies preexistentes. Según JIMENEZ SALAS, et. al (1.981) no existe una división clara entre los fenómenos de reptación de laderas y los deslizamientos, si bien aclara que los primeros no suponen en muchas ocasiones rotura del terreno. Otros autores como TERZAGHI (1.951) mantienen la opinión de que los movimientos de reptación en las laderas permiten localizar el futuro deslizamiento.

La forma de producirse el movimiento puede variar, pero tratándose de materiales arcillosos saturados lo más probable es que este se produzca como flujo lento de arcilla es decir como un movimiento lento, semejante al de un glaciar de una masa arcillosa, con gran cantidad de agua. La velocidad media de estos flujos puede oscilar entre 4 y 600 m/año (BRÜKl y SCHEIDEGGER, 1.969) la resistencia al corte sin drenaje de la masa que se mueve puede oscilar en un caso típico entre 5 y 15 KN/m<sup>2</sup> (0,5 y 1.5 Tm/m<sup>2</sup>) y el movimiento se produce esencialmente por deslizamiento sobre el sustrato que soporta a esta masa blanda (HUTCHINSON, 1.970; SKEMPTON y PETTEY, 1.967). Durante la fase de movilidad de estos flujos arcillosos el movimiento sobre la ladera inferior presenta unas características similares a las de un fluido viscoso cuyo comportamiento resistente se puede estimar mediante la fórmula de BINGHAM:

$$\delta = \delta_y + \eta_b \cdot \dot{\gamma}$$

SIENDO:  $\delta_y$  = Límite de fluencia del material  $\approx C_u$  (en la fase inicial del movimiento).

$\eta_b$  = viscosidad dinámica del material.

$\dot{\gamma}$  = velocidad de deformación tangencial.

$\delta$  = resistencia al corte.

$C_u$  = resistencia al corte sin drenaje

Para que el movimiento continúe ladera abajo (fig. 7.1.) es necesario que:

$$\delta_s > \delta \quad \text{por lo que debe cumplirse:}$$

$$\rho gh \cdot \text{sen} \alpha > \delta_y + \eta_b \cdot \dot{\gamma}$$

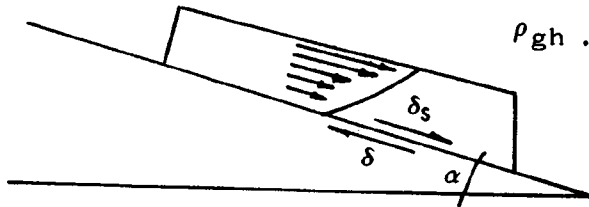


FIGURA 7.1.

- $\delta_s$  = tensión tangencial en la base de la lengua
- $\delta$  = resistencia tangencial en la base de la masa deslizante
- $\delta_y$  = límite de fluencia del material
- $h$  = potencia de la lengua
- $\alpha$  = ángulo de la ladera con la horizontal
- $\eta_b$  = viscosidad dinámica del material
- $\rho$  = peso específico del material
- $g$  = aceleración de la gravedad
- $\dot{\gamma}$  = velocidad de deformación tangencial.

En la ladera que nos ocupa, teóricamente bastaría:

1.º Que llegue a definirse una única superficie de deslizamiento.

2.º Que la resistencia al corte en la base de la ladera fue se inferior a la tensión tangencial ejercida por la misma. Es de cir si  $\delta$   $\delta$  siendo  $\delta_s = 1,58 \text{ Tm/m}^2$ .

El que llegue a definirse una única superficie de deslizamiento no puede descartarse ya que puede ser función del tiempo y/o de actuaciones antrópicas; el descenso en la resistencia al corte puede producirse por fluidificación del material causada por lluvias o precipitación nival en cabecera.

Se ha comprobado, sin embargo, que una disminución de humedad en la arcilla puede conseguir que aumenten tanto el límite de fluencia ( $\delta_y$ ) como la viscosidad dinámica del material ( $\eta_b$ ) con lo que al aumentar  $\delta$  globalmente se incrementa el factor de seguridad frente a un posible flujo de arcilla. Este hecho permite atacar el problema mediante medidas de drenaje de toda la ladera que conduzcan a una "rigidización" más o menos uniforme del depósito arcilloso. (RODRIGUEZ ORTIZ, J.M. y PRIETO ALCOLEA, C.) 1.987.

### 8.- CONDICIONES ACTUALES DE ESTABILIDAD.

Según los parámetros de resistencia al corte deducidos para las muestras tomadas en la masa deslizada, y partiendo de estimaciones realizadas en base a materiales similares, se obtienen como valores más desfavorables para los parámetros geomecánicos del material:

$$C_u = 1,6 \text{ Tm/m}^2 \text{ en rotura sin drenaje}$$

$$C' = 0,2 \text{ Tm/m}^2 - 0,5$$

$$\rho' = 22^\circ \text{ en tensión de pico y } 14^\circ \text{ en residual.}$$

Siendo:  $C_u$  = resistencia al corte sin drenaje.

$C'$  = cohesión efectiva.

$\rho'$  = ángulo de rozamiento interno efectivo.

Adoptando el modelo del talud infinito, con inclinación  $\alpha = 12^\circ$ , se tendrían, para el caso del talud seco y  $C' = 0$  :

$$\text{Siendo } F = \frac{\text{tg } 22^\circ}{\text{tg } 12^\circ} = \frac{0,404}{0,212} = 1,90 \text{ (con tensión de pico)}$$

$$F = \frac{\text{tg } 14^\circ}{\text{tg } 12^\circ} = \frac{0,249}{0,212} = 1,17 \text{ (en tensión residual)}$$

Siendo:  $F$  = Factor de seguridad.

En ambos casos se obtienen factores de seguridad  $> 1.0$ , pero para  $\rho' = 14^\circ$ , el talud estaría prácticamente en equilibrio límite.

Si se considera un nivel freático en superficie y filtración paralela al talud:

$$F = (1 - \gamma_w/\gamma) 1,90 \approx (1 - 1/1,90) 1,90 = 0,9 \text{ (con tensión de pico)}$$

$$F = (1 - \gamma_w/\gamma) 1,17 \approx (1 - 1/1,90) 1,17 = 0,5 \text{ (con tensión residual)}$$

Siendo:  $\gamma_w$  = peso específico del agua  
 $\gamma$  = peso específico del material

Lo que indica que la masa es inestable, al obtenerse factores de seguridad  $< 1.0$ , y puede deslizar en el caso de que el terreno esté completamente saturado. Considerando las dimensiones reales de la "lengua" se tendría (fig. 8.1.), incluyendo la cohesión efectiva,  $C'$ :

$$F = \frac{C' (\gamma_s z \cos^2 \alpha - n)}{\gamma_s z \sin \alpha \cos \alpha} \text{ tg } \rho'$$

Siendo:  $\gamma$  = peso específico del material.  
 $n$  = subpresión en la base de la lengua.  
 $\alpha$  = ángulo de la ladera con la horizontal.  
 $\rho'$  = ángulo de rozamiento efectivo.  
 $C'$  = cohesión efectiva.

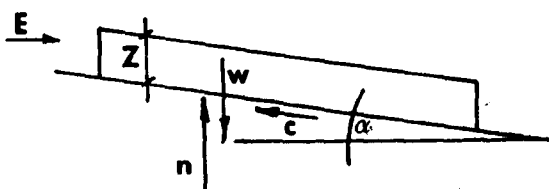


FIGURA 8.1.

Para un talud sin nivel freático ( $n=0$ ), si consideramos la resistencia a la fricción de pico ( $\rho' = 22^\circ$ ,  $C' = 0,2 \text{ Tm/m}^3$ ),  $F = 1,95$ .

Considerando la resistencia a la fricción residual ( $\varphi = 14^\circ$ ),  $F = 1,84$ .

Si se supone la presencia de un nivel freático que origine una subpresión  $n = 4 \text{ Tm/m}^2$  en la base de la "lengua":

$F = 0,93$  en resistencia de pico

$F = 0,56$  en resistencia residual

Se obtienen para este caso, igualmente, factores de seguridad  $< 1.0$  cuando se considera al material saturado.

Puede por tanto concluirse que la "lengua" es inestable solamente cuando el depósito se satura, aún sin actuar empujes en cabecera por acumulación de nuevos materiales.

La situación actual de la ladera puede considerarse como inestable. La inestabilidad se produce de forma cíclica estacional dando lugar a flujos, al saturarse el depósito y actuar sobre la ladera las presiones producidas por la elevación del nivel freático en la misma, que es, junto con la pérdida de resistencia del material, la causa principal de la ocurrencia de los movimientos.



## 9.- CONCLUSIONES.

A la vista de los datos anteriormente reseñados, pueden extraerse las siguientes conclusiones:

1) La ladera sobre la que está situada la localidad de Tresabuela presenta actualmente un tipo de movimiento caracterizado por una velocidad muy baja, un marcado carácter estacional y una profundidad del flujo que si bien no se ha podido determinar con exactitud se estima que oscila (en las proximidades de la iglesia) entre los 2 y 3 metros.

2) La causa principal que produce la inestabilidad de la ladera hay que buscarla en una cierta "fluidificación" del depósito arcilloso que recubre la misma y que se produce al saturarse dicho depósito debido a los aportes que recibe procedentes de la zona de cabecera.

3) Los materiales que forman el depósito de la ladera son arcillas de plasticidad media-baja. Sus características resistentes se estima que son del orden de: cohesión 0,2 a 0,5  $Tm/m^2$  y ángulo de fricción en torno a los  $20^{\circ}$ - $24^{\circ}$  con ángulo de rozamiento residual de  $14^{\circ}$ . El régimen de precipitaciones en la zona tanto en forma de lluvia como de nieve (más de 1.200 mm/año.) provoca el que estos materiales se encuentren saturados durante muchos meses al año.

4) Si bien hasta el momento no parece que pueda hablarse de una única superficie de deslizamiento, no se puede descartar la posibilidad de que esta llegue a definirse, ya que, como se ha observado en casos similares, puede ser únicamente función del tiempo y/o determinadas actuaciones antrópicas el que llegue a producirse, en cuyo caso es de prever que se acelere el movimiento; así mismo la presencia de fuertes lluvias en la zona puede igualmente dar lugar a una aceleración importante del proceso.

5) Como consecuencia de la activación de los movimientos en la ladera, vienen produciéndose en la localidad daños de diversa consideración en las edificaciones que se traducen en la aparición y progresión de grietas y fisuras en muros y otros elementos estructurales con el consiguiente riesgo para los habitantes.

6) Dado que se demuestra que el agua es el agente cuya presencia en la ladera induce la activación de los movimientos, se considera que la desecación del depósito es el procedimiento en el que habrá que hacer hincapié a la hora de corregir la situación de inestabilidad. Al rebajar el contenido de humedad en los materiales se consigue una cierta "rigidización" del depósito que se estima contribuirá notablemente a su estabilidad, pudiéndose conseguir, con esta actuación, la elevación de los factores de seguridad en la zona movida.

## 10.- RECOMENDACIONES.

Tal y como se establece en las conclusiones el método más adecuado para evitar el movimiento de la ladera consiste en reducir el contenido de agua de las arcillas que forman el depósito de recubrimiento de la misma.

Las soluciones a adoptar consistirán en dos tipos de medidas:

- Medidas de drenaje.
- Medidas complementarias.

### 10.1. MEDIDAS DE DRENAJE.

Sé consideran como el método más conveniente para actuar sobre el movimiento a corto plazo. Consistirán en:

\* Actuar sobre la zona de recarga y alimentación (sumidero) para tratar de cortar la continua infiltración de agua a la "lengua". (1)

\* Proceder al drenaje de la ladera mediante el sistema de "espina de pez" que más adelante se describe. (2)

(1) Se deberá proceder a la realización de una ZANJA DE CAPTACION DE AGUAS en el sumidero localizado en cabecera del deslizamiento. Esta zanja abrirá un paso para el agua que actualmente se encuentra cerrada de forma natural por la presencia de un "umbral" en contrapendiente. Para salvar dicho umbral la zanja deberá tener en este punto una profundidad no inferior a 1,5 m. (ya que este es el desnivel que existe entre la zona más baja del sumidero y la cota más alta del umbral, ver figura 10.1.).

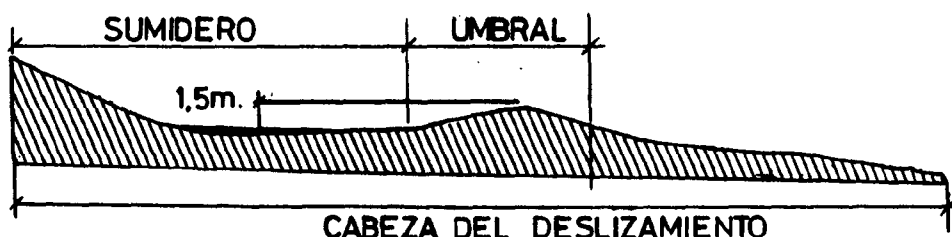


Fig. 10.1. Representación esquemática de la cabecera del deslizamiento y desnivel que deberá salvar la "zanja de captación". (Sin escala).

A partir del punto en el que se salve el umbral se procederá a la construcción de una "zanja de drenaje superficial" conectada a la anterior, que seguirá un recorrido como el que se representa en la figura 5.2. En algunos puntos el recorrido de esta zanja será paralelo al del camino que ya existe en la ladera. Al llegar a la ZONA DE CAMBIO DE PENDIENTE la zanja será paralela a la línea de máxima pendiente de la ladera, siguiendo el eje natural del drenaje en la zona. La profundidad de esta zanja podrá variar entre 0,5-0,8 m. y su objetivo será el de canalizar las aguas del "sumidero" dándoles salida hacia el Arroyo del Espinal así como servir de drenaje superficial de la "lengua". La zanja podrá ir sin revestir y sin necesidad de relleno ni compactado.

(2) Se procederá a la realización de un sistema de DRENAJE SEMIPROFUNDO para la captación y conducción de aguas del subsuelo para conseguir así el rebajamiento del nivel freático. Con ello se procurará detener los movimientos de reptación de toda la ladera.

Para tal fin se ha diseñado un sistema de drenes lineales que confluyen en un colector central con sus correspondientes arquetas en los puntos de unión. El esquema del mismo se ha representado en planta sobre el superponible al plano de  $E = 1/5.000$ .

EL OBJETIVO perseguido es rebajar el nivel freático al menos cuatro metros en una zona situada en mitad de la "lengua" deslizada, en la parte alta sobre el propio pueblo de Tresabuela. Con ello se conseguirá eliminar el alto contenido en agua del terreno, disminuir su plasticidad y evitar movimientos diferenciales con tendencia descendente que provocan los daños sobre las edificaciones.

El diseño del sistema de drenaje se ha realizado en la forma conocida como "espina de pez". Compuesto por un colector central al que van a confluír seis drenes lineales. El colector central se ha situado adaptándose a una línea descendente, con pendientes adecuadas, a las características urbanísticas de la población. Discurre a una profundidad media entre 5,00 y 5,50 metros. Los drenajes laterales se han adaptado, igualmente a los condicionantes impuestos por la disposición de las casas, sobre todo en la parte alta del pueblo. Se ha buscado una disposición lo más cercana posible a la ideal, considerando las características del terreno, pendientes y extensión del área afectada.

El sistema drenante se ha situado en la parte media de la "lengua" en proceso de reptación, justo debajo del cambio de pendiente de la ladera. Se intenta captar todas las aguas de infiltración aportadas por la cuenca superior de aportes en un punto donde la potencia relativa de materiales afectados en el lento proceso de descenso no es excesiva.

El motivo de realizar el sistema de drenes paralelos entre sí, obedece fundamentalmente a las características de los materiales y a un sistema más eficaz que consiga captar todas las aguas infiltradas.

#### DESCRIPCION DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA.

El COLECTOR o conducto drenante recibe el agua del sistema de drenaje y la conduce a un punto topográficamente bajo, que dependiendo de la opción tomada, puede estar: Opción A (1 metro sobre el nivel de base del Arroyo), Opción B (a la cota 985 m., 15 m. por encima del nivel (970 m.) de base del Arroyo).

El perfil del trazado se encuentra reflejado en el corte n.º 7 (Corte del colector general). En él se sitúan los puntos de intersección con los canales drenantes en las arquetas de registro.

LONGITUD:	Opción "A" .....	330 m.
	Opción "B" .....	243 m.
Cota máx.	.....	1.020 m.
Cota mín.	Opción "A" .....	970 m.
	Opción "B" .....	985 m.
PENDIENTE MEDIA	.....	15,53 %
PENDIENTE MINIMA:	Opción "A" .....	10,30 %
	Opción "B" .....	7,95 %

Su sección corresponde al mismo esquema que en el SISTEMA DRENANTE LINEAL, con las salvedades:

1.- Como regla general tenderá a ir en una cota ligeramente inferior para favorecer en las arquetas de registro una diferencia de nivel que impida un posible efecto de revoco que provoque un efecto inverso al deseado, con infiltración de agua a través de la tubería porosa al terreno en el punto de unión al colector. Como regla general la diferencia de nivel estará entre 20 y 30 cm.

2.- La tubería, siendo del mismo diámetro, será de hormigón no poroso.

3.- El relleno de la zanja no será con gravas seleccionadas. Se utilizará el mismo producto de excavación en tongadas entre 30 y 40 cm. bien apisonadas.

- DRENES LINEALES (SISTEMA DRENANTE LINEAL).

Estarán compuestos por una serie de tubos unidos entre sí con capacidad para admitir el paso de agua a través de sus paredes, asentados en una zanja de profundidad en torno a los 5 m. sobre un lecho de arena de 20 cm. y envueltos en material granular filtrante.

En el esquema n.º 2 se representa un corte transversal en el que se detalla la disposición relativa de los elementos.

En el esquema n.º 5 tenemos representados los cortes de los seis drenes lineales con pendientes relativas. En ningún caso se plantean pendientes menores al 5‰ como recomienda la Norma Tecnológica de la Edificación (NTE) de 1.987. Suman un total de 613,5 m. de dren divididos en los seis conductos de drenaje.

El relleno de los drenes, una vez instalados los tubos drenantes, se hará con grava seleccionada con tamaño entre 2 y 5 cm. hasta 0,20-0,30 m. de la superficie. Los últimos 20-30 cm. se rellenarán de tierra arcillosa en dos tongadas bien compactadas para evitar el arrastre de finos sobre el material filtrante.

- ARQUETAS.

Como elementos de unión entre drenes lineales y el colector central de desagüe y en cambios de dirección y pendiente. Se plantean cinco arquetas de registro y ventilación desde las que se podrá hacer un registro casi directo de las condiciones tanto del colector como del sistema drenante.

El esquema n.º 3 representa en corte y planta la disposición relativa de los elementos. Se propone un pozo de registro circular de profundidad en torno a 5,50 m. y de 1,20 m. de diámetro.

Como se especificó en la instalación de los drenes lineales, estos, en sus uniones al colector, se situarán entre los 20 y 30 cm. del nivel de base que establece el colector central con el fin de establecer una diferencia de cota que haga imposible el paso a través de las uniones desde el colector a los drenes laterales.

La tapa será metálica perforada a fin de favorecer la ventilación de los drenes especialmente recomendada en terrenos arcillosos o limosos (NTE. "ASD-Drenajes y Avenamientos". 1.987).



- OBRA DE DESAGUE.

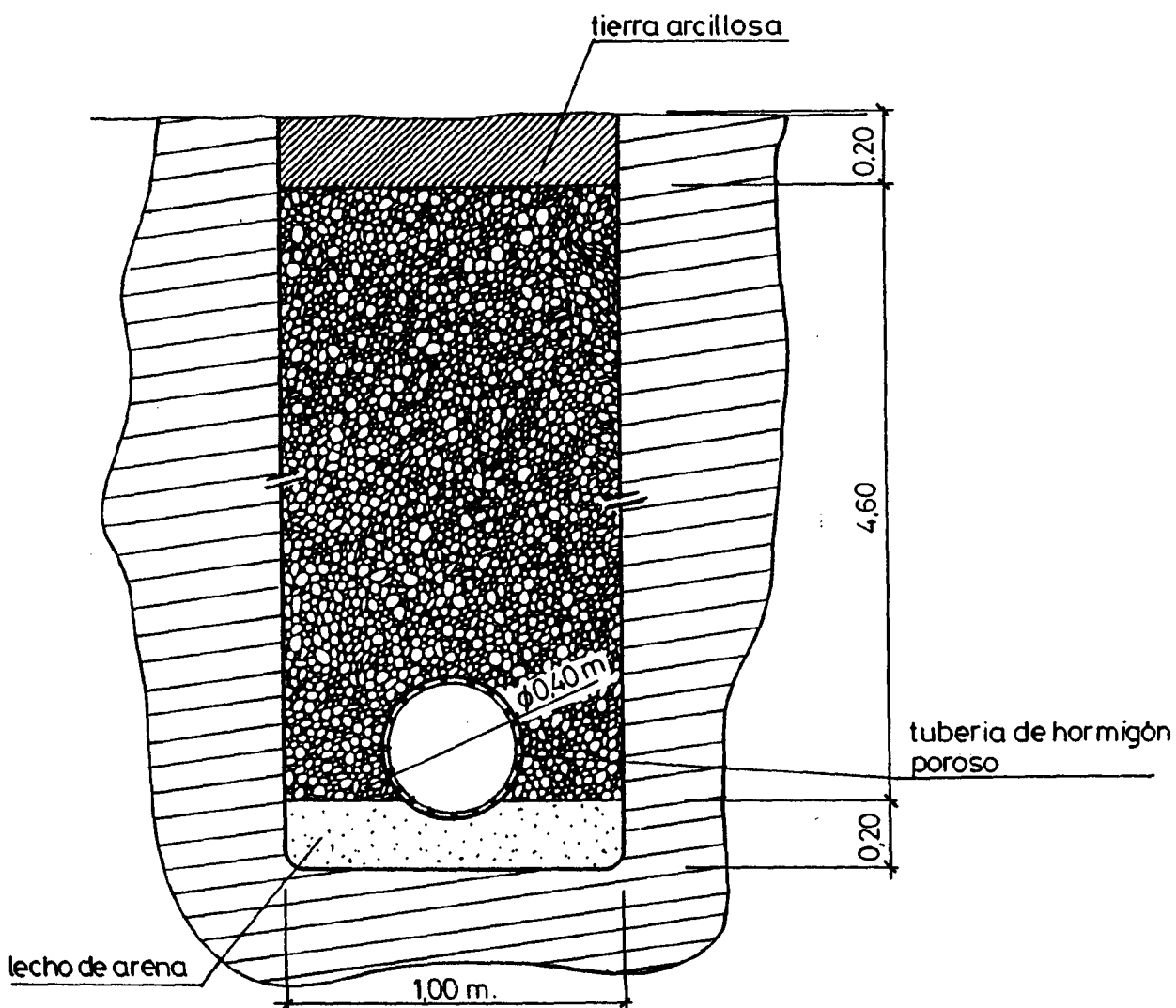
Se efectuará sobre el cauce natural del Arroyo del Espinal. Según la opción tomada (A ó B): justo en el arroyo, a un metro del nivel de base del mismo o a la cota 985, a la altura de la arqueta n.º 5 que en este caso quedaría eliminada. El agua se vertería en la opción B, bien a un canal rústico que irá directamente al río o a un abrevadero que puede ser construído en este punto al desecarse el que existe en la parte alta al funcionar el sistema drenante.

-----

SE CONSIDERA la mejor opción la B, pues abarata algo la obra (casi en 100 metros menos de colector) y permite concentrar en un punto las filtraciones permitiendo la construcción de un abrevadero para las vacas, según uso y costumbre en esta población altomontañesa.

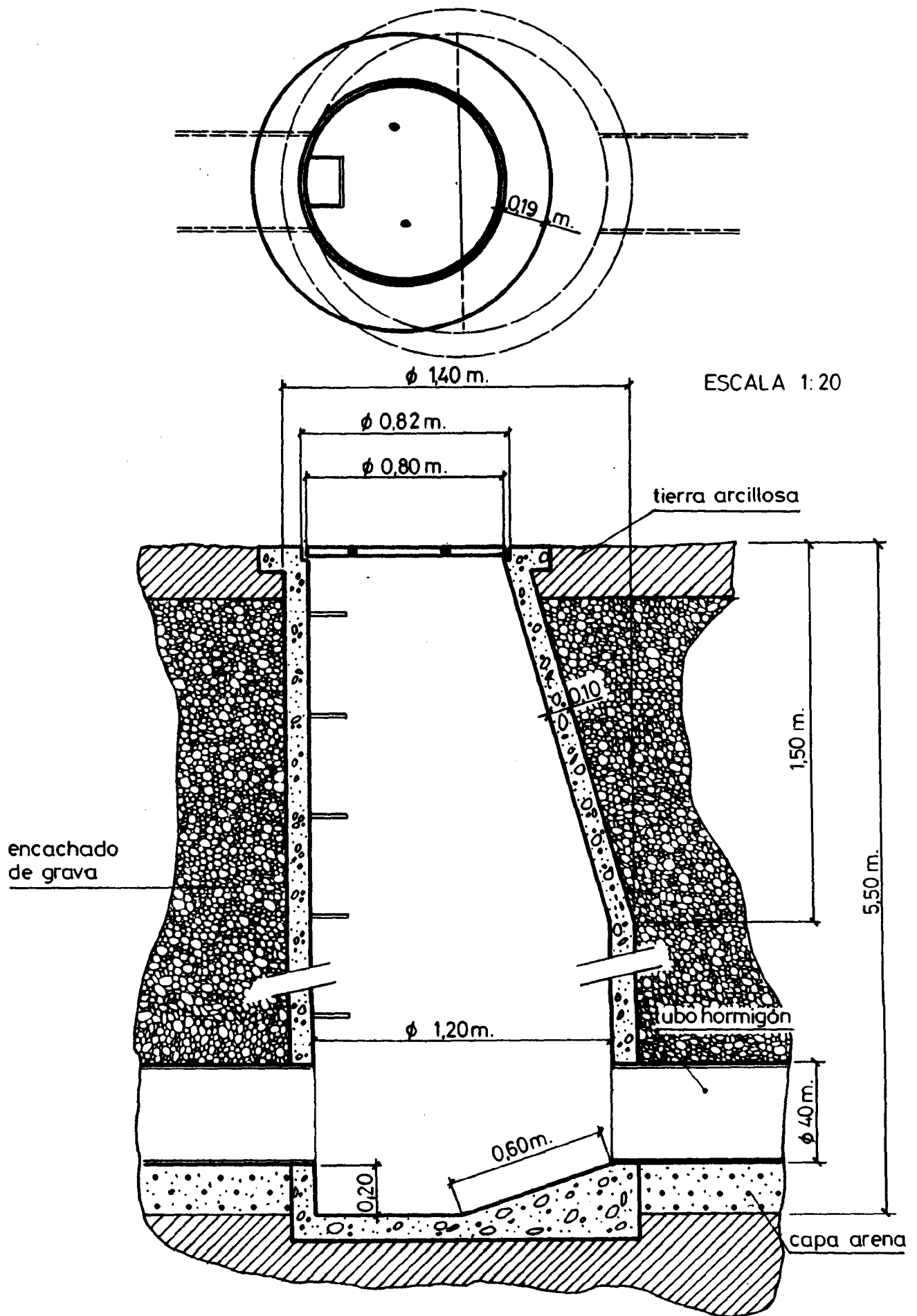
# CORTE TRANSVERSAL DEL SISTEMA DE DRENAJE LINEAL

ESQUEMA 2



ESCALA 1:20

ESQUEMA 3: ARQUETA REGISTRO DEL SISTEMA DRENANTE



ESQUEMA 4

CORTE N°7 (CORTE DEL COLECTOR GENERAL)

Opción A: longitud 330 m.

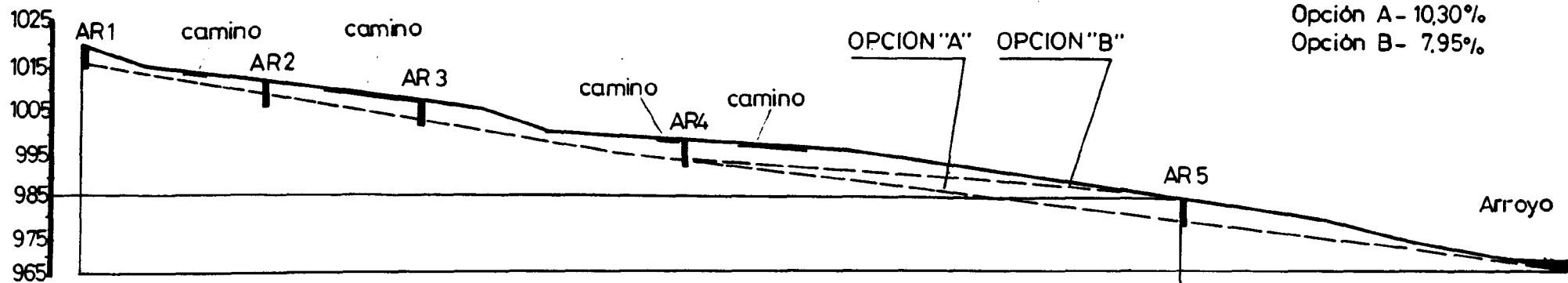
Opción B: longitud 234 m.

Pendiente Media 15,53 %.

Pendiente Mínima:

Opción A - 10,30%

Opción B - 7,95%



ESCALA 1:1250

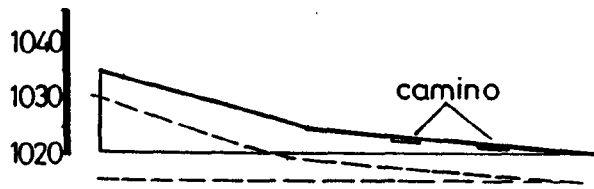
ESQUEMA 5

Cortes longitudinales de todos los drenes lineales del SISTEMA DE DRENAJE.

ESCALA 1:1250

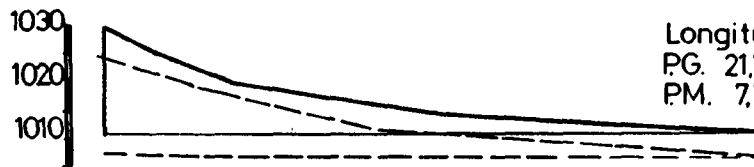
(P.G. Pendiente General), (P.M. Pendiente Media).

CORTE 1



Longitud : 85 m.  
PG. 15,71 %  
PM. 8,5 %

CORTE 2



Longitud : 113 m.  
PG. 21,7 %  
PM. 7,7 %

CORTE 3



Longitud : 124 m.  
PG. 7,07 %  
PM. 7,07 %

CORTE 4



Longitud : 80 m.  
PG. 15,8 %  
PM. 11,6 %

CORTE 5



Longitud : 1005 m.  
PG. 19,3 %  
PM. 11,6 %

CORTE 6



Longitud : 111 m.  
PG. 7,2 %  
PM. 5,32 %

## 10.2. MEDIDAS COMPLEMENTARIAS.

Se trataría de actuar sobre el movimiento a medio-largo plazo asegurando además la protección de la ladera frente a la erosión. Para ello, se puede proceder a una plantación arbustiva o arbórea de crecimiento rápido que absorba humedad y arme con sus raíces la arcilla. En cualquier caso deberá considerarse la posibilidad de que esta actuación en la ladera pueda chocar con los intereses económicos de la población, ya que actualmente, toda el área se utiliza como zona de pastos para la abundante ganadería que constituye la principal riqueza de la región.

Fdo.: D. Francisco J. Ayala Carcedo.  
- Jefe del Area de Ingeniería  
Geoambiental del I.T.G.E.



Fdo.: D. Alberto Gracia Bernal.  
- Lcdo. en CC. Geológicas  
GEONOC, S.A.

A N E X O S



ANEXOS I: PRESUPUESTO ESTIMATIVO DE LAS OBRAS.

I. SISTEMA DE DRENAJE SEMIPROFUNDO.

- PRESUPUESTO ESTIMATIVO DE LAS OBRAS.

CONCEPTO.-	PRECIO TOTAL
- Traslado de maquinaria y equipo a la población de Tresabuela... ..	100.000 Ptas.
- Excavación de 613,5 M.L. de zanja para sistema drenante más 330 (opción A) ó 234 (opción B) de zanja para colector central de 1,00 m. x 5,00 m., con excavadora sobre terreno compacto .....	
(646 Ptas/m <sup>3</sup> ).	Opc. A: 4.717,5 m <sup>3</sup> .... 3.047.505 Ptas. Opc. B: 4.237,5 m <sup>3</sup> .... 2.737.425 Ptas.
- Entibación simple en zanjas y pozos incluida retirada .....	
(1.262 Ptas/m <sup>2</sup> ).	Opc. A: 4.717,5 m <sup>2</sup> ..... 5.953.485 Ptas. Opc. B: 4.237,5 m <sup>2</sup> ..... 5.347.725 Ptas.
- Transporte a vertedero de 613,5 m <sup>3</sup> de la tierra extraída, situado a 3 Km. máximo en camión de 10 Tm.	
(3.225 Ptas/hora)	320 h.(40 días) ..... 1.032.000 Ptas.
- Instalación de tubería de hormigón poroso de Ø 40 cm. colocada sobre lecho de arena y rejuntado. Inclu. tubo.	
(3.230 Ptas/m.l.)	613,5 m.l. ....1.981.605 Ptas.
- Instalación de tubería de hormigón de Ø 40 cm. colocada sobre lecho de arena y rejuntado. Inclu. tubo.	
(2.680 Ptas/m.l.)	Opc. A: 330 m.l. ....884.400 Ptas. Opc. B: 234 m.l. ....627.120 Ptas.
- Transporte de áridos desde un punto lejano no superior a 20 Km. en camión de 10 Tm.	
(3.225 Ptas/hora)	640 h. (40 días) .....2.064.000 Ptas.

CONCEPTO .-

PRECIO TOTAL

- Lecho de arena en la base de todo el sistema drenante. Inclu. vertido. (Arena de mar 825 Ptas/m <sup>3</sup> )	Opc. A: 188 m <sup>3</sup> ...	155.100 Ptas.
	Opc. B: 169 m <sup>3</sup> ...	139.425 Ptas.
- Relleno grava en toda la longitud del sistema drenante. Inclu. vertido. (1.400 Ptas/m <sup>3</sup> ).	2.760 m <sup>3</sup>	3.864.000 Ptas.
- Relleno de zanja de los 20-30 cm. de superficie mediante bandeja vibratoria con tierra arcillosa obtenida de la excavación y reservada sobre la zanja. (472 Ptas/m <sup>3</sup> )	Opc. A: 235 m <sup>3</sup> .....	110.920 Ptas.
	Opc. B: 210 m <sup>3</sup> .....	99.120 Ptas.
- Ud. de arqueta de hormigón o ladrillo macizo de 1 pie de espesor para registro y ventilación del sistema de drenaje. (Unidad 329.908 Ptas)	Opc. A: 5 Und.....	1.649.540 Ptas.
	Opc. B: 4 Und. ....	1.319.632 Ptas.
	SUMA .....	Opc. A: 20.802.555 Ptas.
		Opc. B: 19.313.780 Ptas.
+ 13% Gastos generales e imprevistos .....	Opc. A:	2.704.332 Ptas.
	Opc. B:	2.510.791 Ptas.
+ 12% I.V.A. ....	Opc. A:	2.496.306 Ptas.
	Opc. B:	2.317.653 Ptas.
	<u>SUMA TOTAL</u>	Opc. A: <u>26.003.193 Ptas.</u>
		Opc. B: <u>24.142.224 Ptas.</u>

## II. SISTEMA DE DRENAJE SUPERFICIAL.

### - PRESUPUESTO ESTIMATIVO DE LAS OBRAS.

- CONCEPTO.-	PRECIO TOTAL
- Excavación de 280 m <sup>3</sup> de zanja (0,5 x 0,5 m. de media) para conclusión del drenaje superficial desde el sumidero hasta el Arroyo del Espinal, con excavadora sobre terreno compacto. (646 Pts/m <sup>3</sup> ).	180.880 Pts.
- Transporte a vertedero de la tierra extraída, situado a 3 kilómetros máximo en camión de 10 Tm. (1.123 Pts/m <sup>3</sup> ).	314.440 Pts.
- 600 m <sup>2</sup> de refino manual de paredes y fondos excavados por máquina en zanjas y zapatas. (241 Pts/m <sup>2</sup> ).	144.600 Pts.
	-----
SUMA .....	639.920 Pts.
13 % Gastos Generales e Imprevistos .....	83.190 Pts.
12 % IVA .....	<u>76.790 Pts</u>
SUMA TOTAL :::::::::::::::	799.900 Pts.

**PRESUPUESTO ESTIMATIVO TOTAL DE LAS OBRAS.**

**ACTUACION**

**COSTE**

- Sistema de drenaje semiprofundo ..... Opc. A: 26.003.193 Pts.  
Opc. B: 24.142.224 Pts.

- Sistema de drenaje superficial ..... 799.900 Pts.

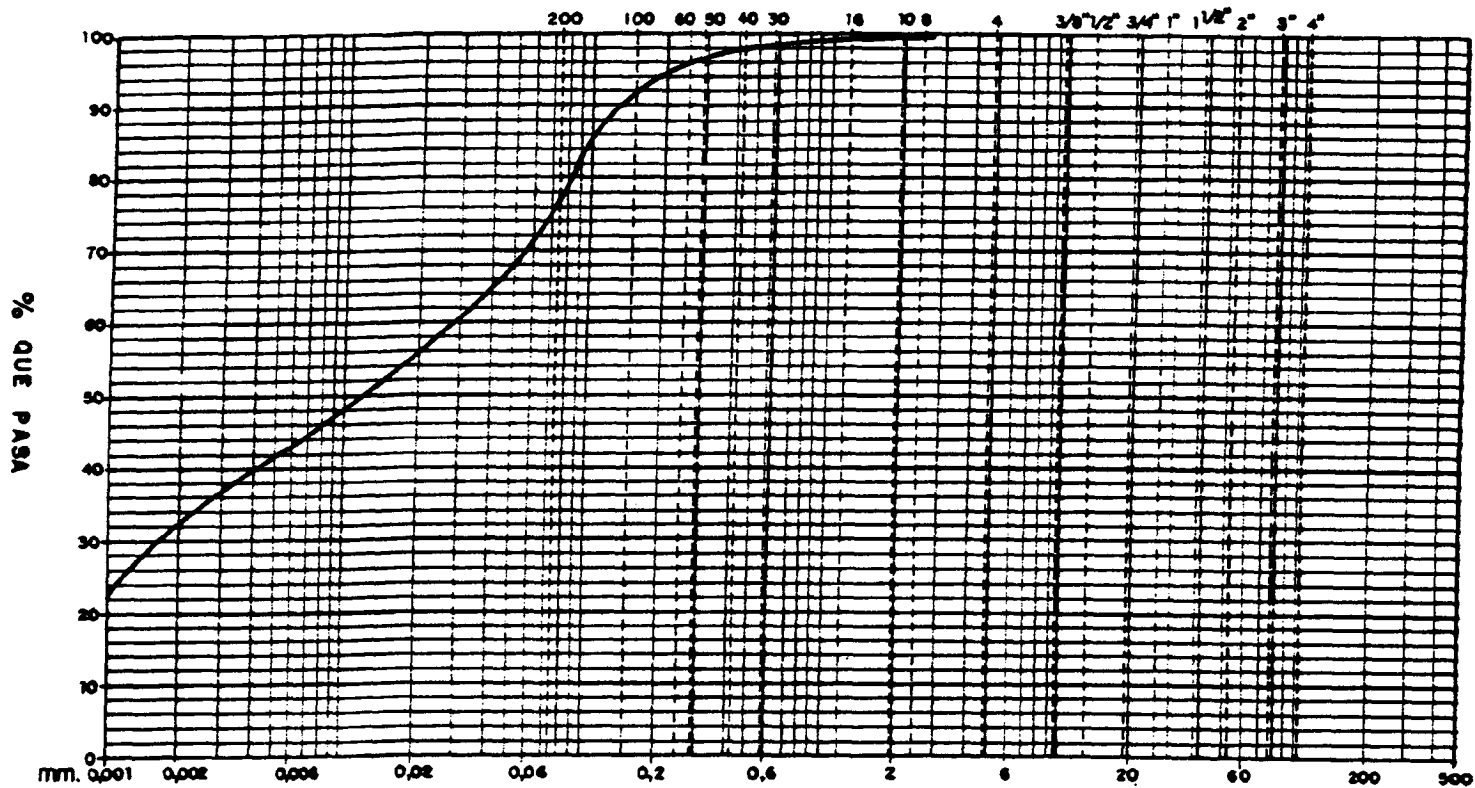
TOTAL Opc. A : 26.803.093 Pts.

TOTAL Opc. B : 24.942.124 Pts.

ANEXO II: ENSAYOS DE LABORATORIO.



TAMICES SERIE A.S.T.M.



ARCILLA Y LIMO	ARENA	GRAVA	BOLOS
----------------	-------	-------	-------

MUESTRA NUMERO	SONDEO N.º O CATA N.º	PROFUNDIDAD O COTA	U.S.C.S.	
M-1				TRESABUELA (Cantabria)

Verificado		Escala:	SEMILOGARITMICA
Dibujado	/		

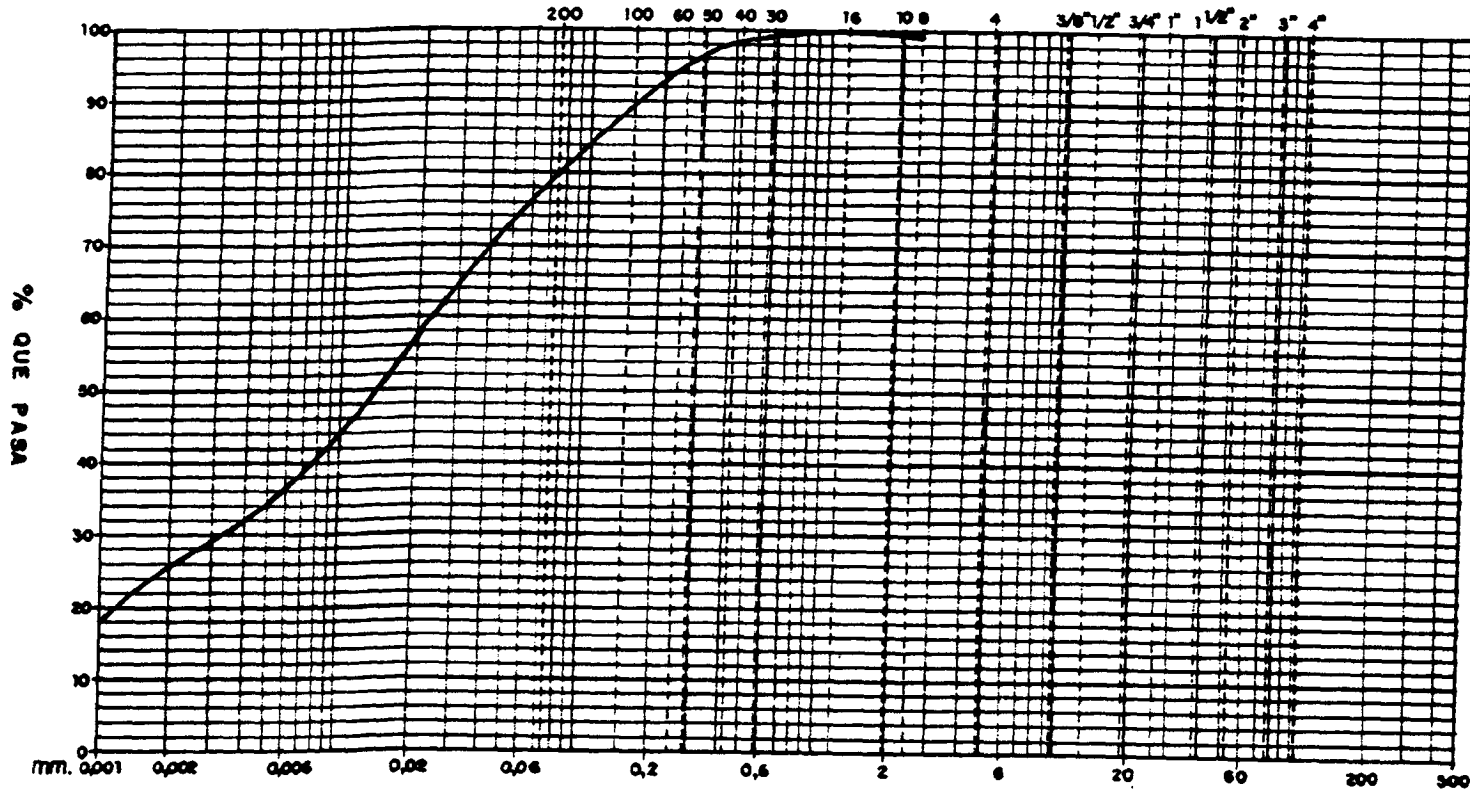
GRANULOMETRIAS

I.T.G.E.

Plano N.º



TAMICES SERIE A.S.T.M.



ARCILLA Y LIMO	ARENA	GRAVA	BOLOS
----------------	-------	-------	-------

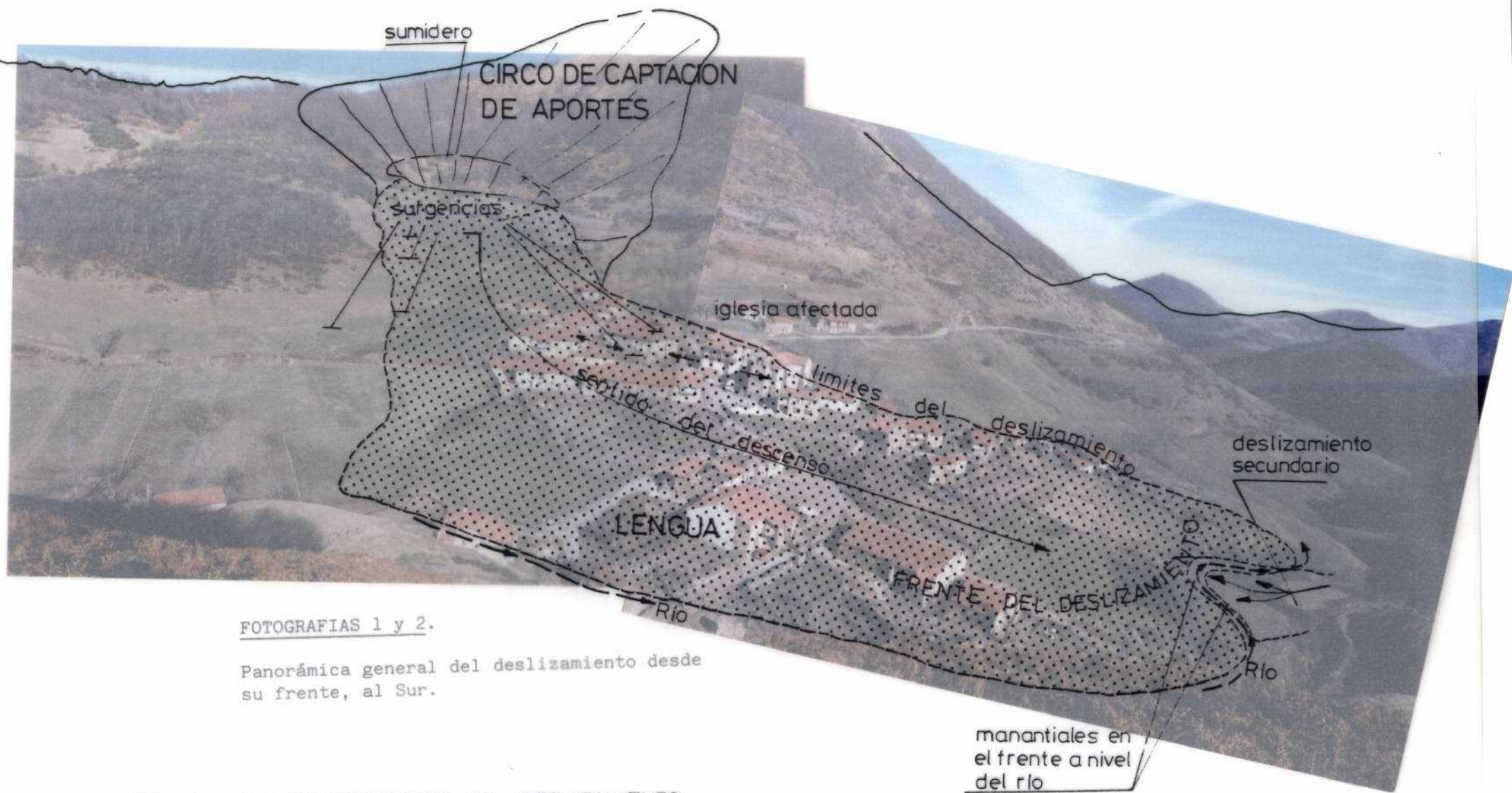
MUESTRA NUMERO	SONDEO N.º O COTA N.º	PROFUNDIDAD O COTA	U.S.C.S.
M-2			TRESABUELA (Cantabria)

Verificado	Plano n.º
Dibujado	Escala:
	SEMILOGARITMICA

GRANULOMETRIAS

I.T.G.E.

ANEXO III: FOTOGRAFIAS.



FOTOGRAFIAS 1 y 2.

Panorámica general del deslizamiento desde su frente, al Sur.

ESQUEMA DE LOS ELEMENTOS DEL DESLIZAMIENTO. EXTENSION DEL MISMO Y SENTIDO DE DESCENSO.

STb 10



FOTOGRAFIAS 3, 4 y 5.

Panorámica de la zona alta de la lengua. En ella se aprecian puntos donde hay surgencias de agua, y una superficie ondulada típica de terrenos con procesos de reptación.





FOTOGRAFIA 6. Cabecera de la zona de deslizamiento. La zona que se aprecia descarnada se interpreta como el escarpe superior de un paleodeslizamiento.



FOTOGRAFIA 7. Vista desde la zona más alta en cabecera de toda la lengua. Al fondo, sobre la masa deslizada el pueblo de TRESABUELA. Abajo, en primer término, se ve el resto; aun con agua del sumidero de cabecera.





FOTOGRAFIAS 8 y 9.

Gran sumidero en la cabecera de la zona con problemas de deslizamiento. En este punto se produce una gran concentración de nieve en todo el periodo invernal. De esta forma se concentran grandes cantidades de agua que va infiltrando en el terreno con sentido descendente hacia la lengua.

STb 14



STb 13



FOTOGRAFIAS 10 y 11.

Frente del deslizamiento. Obsérvese la forma típicamente alomada del mismo. El río se encaja en este punto arrastrando en periodos de avenida parte del material que lentamente aporta la lengua.





FOTOGRAFIAS 12 y 13.

Detalle del frente deslizado en el cauce del río. Son frecuentes las surgencias a este nivel que aportan al río. El material, como se puede apreciar, lo constituyen fragmentos calizos muy heterométricos imbuidos de forma anárquica en una abundante matriz arcillosa.





FOTOGRAFIA 14.

Edificio afectado por movimientos del terreno. Véase la pieza clave de la puerta principal partida.

STb 19

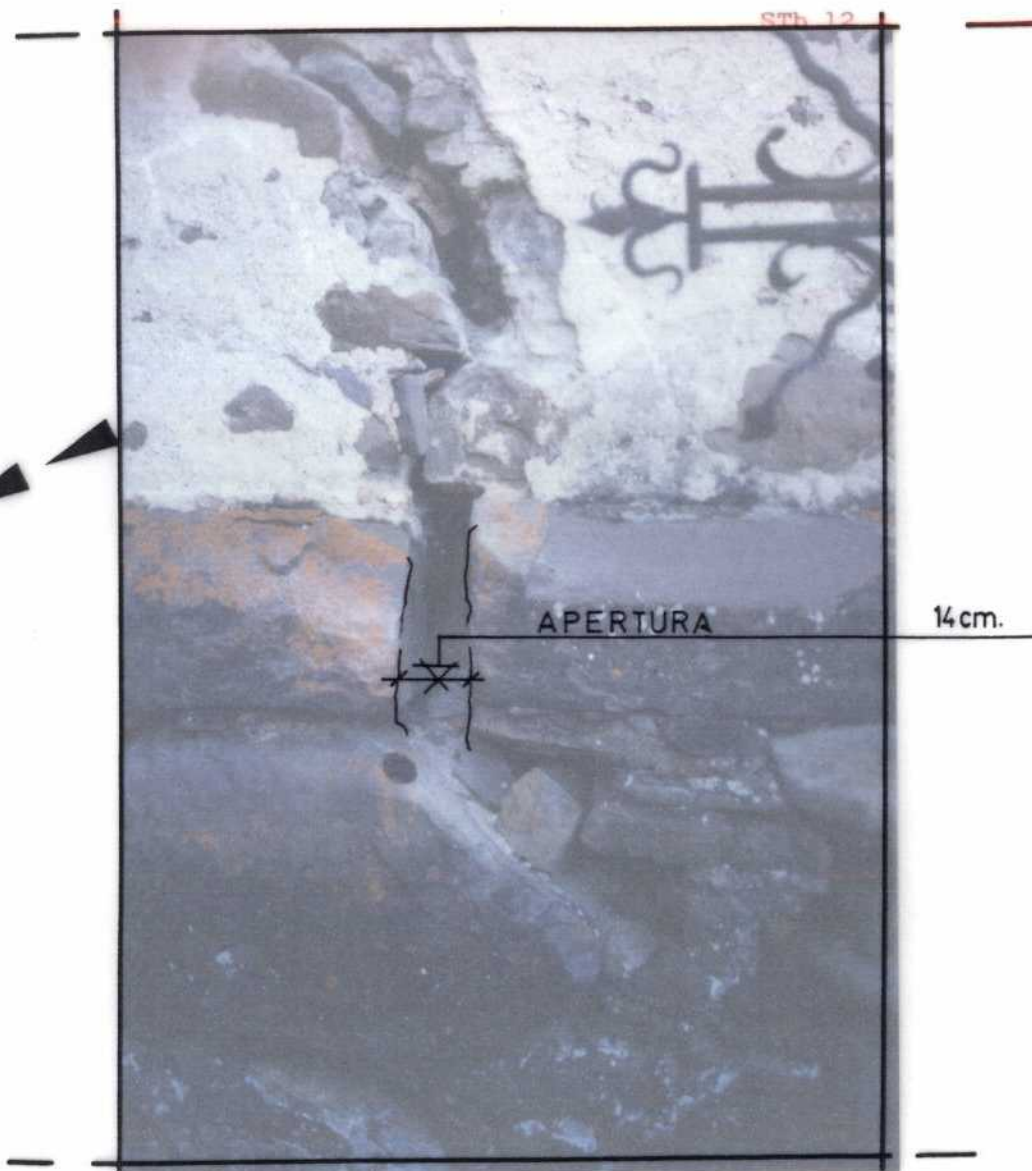
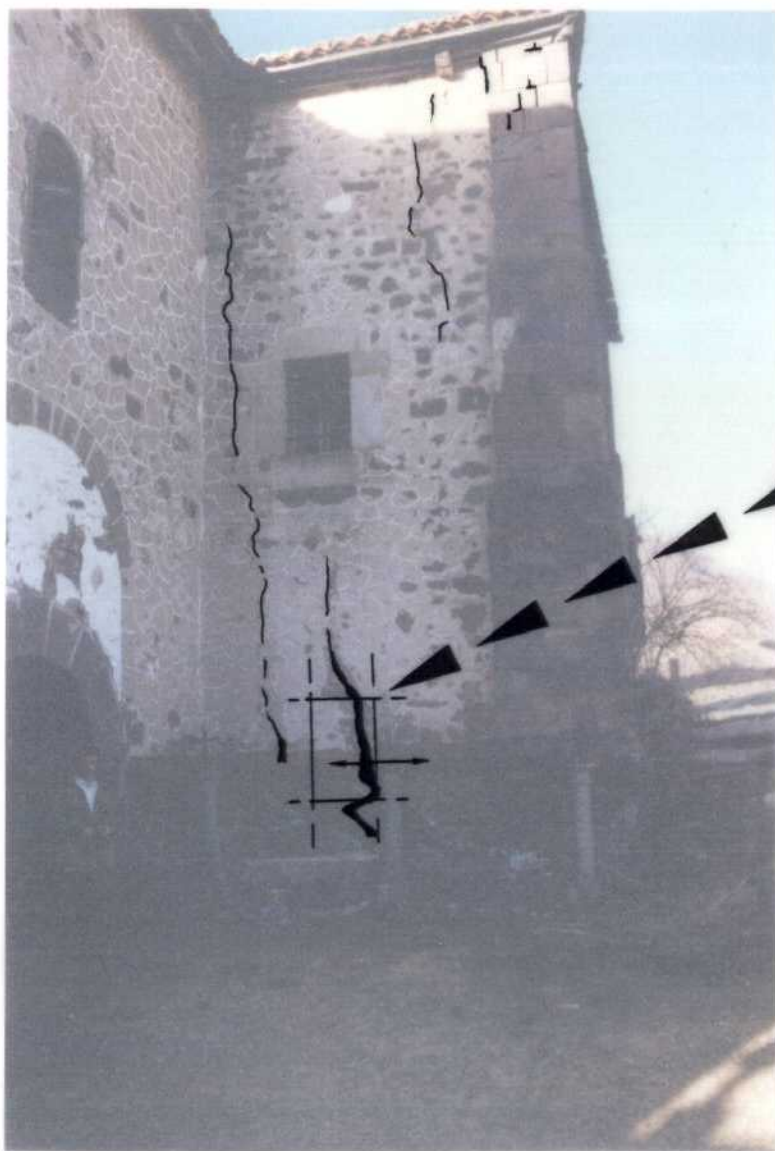


FOTOGRAFIA 15 .

Interior de la iglesia del Tresabuela. Totalmente apeada por problemas del movimiento del terreno.

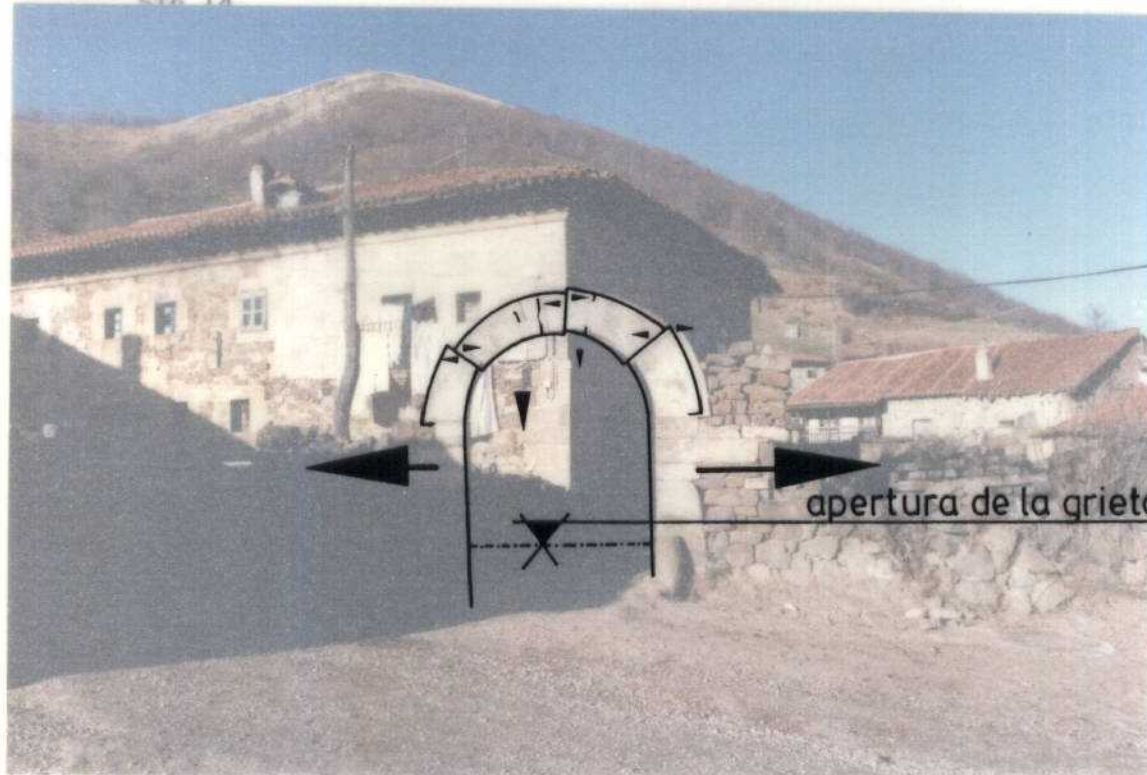
STb 16

STb 17



FOTOGRAFIAS 16 y 17.

Grietas en los muros de la iglesia que evidencian perfectamente la dirección de los movimientos.



FOTOGRAFIA 18.

Arco de piedra que presenta un visible desplazamiento relativo en el descenso de las dovelas.



FOTOGRAFIA 19.

Cata de 1,8 m. en el terreno que constituye el sustrato sobre el que se asienta la iglesia. En profundidad aparecen grandes bloques calizos, también imbuidos en una matriz arcillosa de aspecto plástico y completamente húmedas.



FOTOGRAFIA 18.

Arco de piedra que presenta un visible desplazamiento relativo en el descenso de las dovelas.

STb 21



FOTOGRAFIA 19.

Cata de 1,8 m. en el terreno que constituye el sustrato sobre el que se asienta la iglesia. En profundidad aparecen grandes bloques calizos, también imbuidos en una matriz arcillosa de aspecto plástico y completamente húmedas.

ANEXO IV: RESEÑA PERIODISTICA.

## POLACIONES

La iglesia del siglo XVII es el edificio más dañado

# Corrientes subterráneas de agua producen desprendimientos en las casas de Tresabuela

A. DEL SAJA. Tresabuela

Las casas de la localidad purriega de Tresabuela están siendo afectadas por corrimientos de tierra, ocasionados, parece ser, por corrientes de agua que discurren por el subsuelo. Su iglesia, del siglo XVII, es el edificio que se encuentra más dañado, por lo que ha habido que proceder a apuntalar la cubierta. La Diputación Regional de Cantabria ha destinado cinco millones de pesetas para acometer las obras más urgentes de reparación del templo, dentro del convenio firmado con el obispo para la restauración de aquellos edificios religiosos que se encuentran en deficiente estado de conservación.

Tresabuela, pueblo perteneciente al municipio de Polaciones, tiene serios problemas. Sus 52 habitantes están viendo cómo sus viviendas se resquebrajan al fallar sus cimientos. La iglesia está siendo la más afectada. En algunos puntos, las paredes del templo tienen ya más de 10 centímetros de separación y el tejado amenazaba con venirse abajo, por lo que hubo necesidad de apuntalarle.

Parece que la causa de los daños que sufren las casas de Tresabuela es debida a corrimientos del terreno generados por las corrientes de agua que discurren por el subsuelo. Hay muchos manantiales que debilitan las tierras sobre las que se asientan los cimientos que sustentan a las débiles edificaciones.

### Preocupación

La situación de Tresabuela preocupa. El alcalde de Polaciones, Fernando Criado Gómez, sigue el asunto de cerca y

espera el máximo apoyo de la Diputación Regional de Cantabria.

El ente regional ha encargado los estudios técnicos necesarios para conocer con exactitud las causas que originan los corrimientos del terreno. Los informes geológicos realizados apuntan a las aguas subterráneas como causantes del problema, por lo que está previsto el realizar una serie de calicatas con el fin de lograr el reencauzamiento de las aguas.

La iglesia de Tresabuela, edificio más afectado, es una interesante construcción del siglo XVII, que cuenta con un retablo barroco que, según ha explicado el alcalde, Fernando Criado, se trajo de la capilla Real de Madrid. En los muros del templo se ven las huellas del deterioro que producen las aguas. Una mano cabe en las grietas. La cubierta se caía, por lo que se tuvo que apuntalar.

La Diputación Regional ha destinado cinco millones de pesetas, para hacer frente a las reparaciones más urgentes de



Iglesia de Tresabuela, edificio más afectado por las corrientes de agua.

la iglesia. De todos modos, en opinión del regidor purriego, "harán falta unos 20 millones".

### El padre Rábago

De Tresabuela es el padre

Rábago, que fue confesor de Fernando VI y el principal promotor de la creación de la diócesis de Santander, en el año 1754. Precisamente, la casa natal del padre Rábago está situada justo en frente de la iglesia del pueblo.