



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

ESTUDIO DE RIESGOS GEOLOGICOS POR
HUNDIMIENTOS EN CARAVIA LA ALTA
(ASTURIAS)

EXPEDIENTE Nº

--	--	--	--

ORGANICA Nº PROGRAMA Nº CONCEPTO Nº

--	--	--



MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

01079

Este estudio ha sido realizado por:

Francisco López Santiago. Director del Estudio.

Area de Ingeniería GeoAmbiental. I.T.G.E.

Colaboradores:

Juan Suárez Rubiera. Ingeniero de Minas

Aurita Fernández. Geóloga.

INDICE

1.- INTRODUCCION.

2.- LOCALIZACION Y ACCESOS.

3.- GEOLOGIA.

3.1.- CARACTERISTICAS LITOLOGICAS

3.1.1.- Recubrimiento Superficial.

3.1.1.1.- Rellenos artificiales.

3.1.1.2.- Aluviones.

3.1.1.3.- Coluviones.

3.1.1.4.- Eluviones.

3.1.1.5.- Suelos.

3.1.2.- Substrato rocoso.

3.1.2.1.- Paleozoico.

3.1.2.2.- Mesozoico.

3.2.- CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES.

3.3.- HIDROGEOLOGIA.

3.4.- HIDROGEOGRAFIA.

3.5.- GEOMORFOLOGIA.

**3.6.- VARIACIONES POR MOVIMIENTOS DE TIERRAS OBSERVADOS
MEDIANTE EL EXAMEN DE FOTOS AEREAS.**

4.- DESCRIPCION DE LOS DAÑOS.

5.- ANALISIS DE LOS FACTORES QUE INTERVIENEN.

5.1.- LABORES MINERAS.

5.1.1.- De interior. Subsistencia.

5.1.2.- De exterior. Deslizamientos.

5.2.- EL KARST.

6.- ZONIFICACION DE RIESGOS.

7.- CONCLUSIONES.

8.- RECOMENDACIONES.

9.- BIBLIOGRAFIA.

ANEXOS :

I.- ESTUDIO DE CARACTERIZACION GEOTECNICA.

II.- ANALISIS DE AGUAS.

III.- FOTOGRAFIAS.

1.- INTRODUCCION

1.- INTRODUCCION

La Consejería del Interior (Administración Territorial) del Principado de Asturias, encargó al Instituto Tecnológico GeoMinero de España, (I.T.G.E.) la realización de un Estudio sobre los " Riesgos Geológico-Mineros en Caravia la Alta", a la vista de los daños que desde hace más de 20 años se vienen produciendo sobre las edificaciones de dicha población y a instancias de su Alcalde, D. Francisco Fernández Ribero.

Se trata, como puede verse en este Estudio, de una zona kárstica, afectada además por las labores mineras tanto de interior como de exterior, que en su día efectuó la Empresa Fluoruros S.A. La combinación de ambos factores ha generado una situación de Riesgos Geológico-Mineros a los que se pasa revista, pretendiendo encaminar un futuro Estudio de Detalle que pueda deslindar de forma más precisa, los límites de dichas zonas de Riesgo, mediante, por ejemplo, una campaña de medidas Geofísicas.

Se ha realizado una recopilación de los datos de las labores mineras, tarea harto difícil, debido a la situación atravesada por la citada Empresa Fluoruros, S.A., en quiebra desde hace varios años, a lo que hay que añadir la antigüedad de las labores de interior, que datan de años anteriores a 1969. Con estos datos se ha efectuado una estimación de subsidencia mediante programas de ordenador al efecto, dado el tipo de huecos supuestos y los diferentes materiales que intervienen.

Se ha construido un detallado informe Geológico, mediante el análisis de las fotografías aéreas de los tres vuelos existentes sobre la zona y una campaña exhaustiva de visitas de campo a un área suficientemente grande para poder extrapolar los fenómenos kársticos visibles al karst oculto por el recubrimiento de la zona poblada.

Se han fotografiado las edificaciones dañadas y se han tomado muestras del suelo, de la caliza y del agua de la zona.

2.- LOCALIZACION Y ACCESO.

2.- LOCALIZACION Y ACCESO.

El Concejo de Caravia, está situado en la costa medio-oriental asturiana, comprendido entre los paralelos 43^a 26' 9" y 43^a 28' 47" de latitud N y los meridianos 5^a 9' 37" y 5^a 12' 52" de longitud O. con referencia en Greenwich. Limita al N. con el mar; al S. con el término municipal de Parres; al E. con Ribadesella y al O. con el concejo de Colunga. Tiene una superficie de 13,23 Km².

Por sus características topográficas, se podrían distinguir dos zonas principales: alta y baja. La primera de ellas es la meridional, corresponde a las estribaciones de la cordillera del Suevo y la sierra de El Fito, comprendida entre altitudes de 150 y 600 metros. Surcada por numerosas vaguadas, es tierra de pastos en los claros de monte bajo, estando, en los suelos que lo permiten, intensamente repoblada de eucalipto. La zona baja, es toda ella similar, en ella están situados los núcleos de población con sus tierras de labor y frutales y se caracteriza por las extensas praderías muy divididas y algunas manchas forestales también repobladas de eucaliptos y otra vegetación autóctona; una extensa área de esta zona baja, se ve afectada, por abandonadas explotaciones a cielo abierto y subterráneas y sus correspondientes escombreras, actualmente usadas estas últimas, como basureros incontrolados, también se observan ruinas abundantes de edificaciones industriales. Actualmente, se está avanzando un pozo-plano para abrir una nueva explotación.

Las precipitaciones medias anuales para una zona intermedia entre el mar y la montaña oscilan alrededor de 1400mm. Aunque se carece de datos rigurosos, puede señalarse que la temperatura media en el mes de febrero oscila entre 3^a y 8^a centígrados y es raro que la temperatura descienda por debajo de los 5^a. La media del invierno es de 5^a y la máxima absoluta no suele pasar de los 13^a. En agosto, la temperatura media está comprendida entre los 15^a y 20^a y la media de las máximas entre 20^a y 25^a. En el régimen de vientos, son los más frecuentes el NO. y el NE. Rara vez la nieve llega a cubrir el monte de El Fito. Se producen nieblas por advección de aire templado y húmedo sobre las

aguas frías del litoral; en ocasiones, empujadas por vientos flojos de componente N. llegan hasta la cordillera de El Fito cubriendo todo el concejo.

Caravia Alta, comprende los núcleos de población de Prado, Bandalisque, Pumarín y La Tejera, muy próximas entre sí; hacia el E. más alejado, el pueblo o caserío de Cerracín, cerca del límite con el concejo de Ribadesella.

Para el trabajo que nos ocupa, tomaremos como referencia geográfica a Prado, que es la capital del Concejo de Caravia. Sus coordenadas referidas a Greenwich son: $5^{\circ} 11' 10''$ de longitud O. ; $43^{\circ} 27' 50''$ de latitud N. y altitud media de 125 metros sobre el nivel del mar.

Las inmediaciones de la población objeto de estudio como ella misma, se extiende: 1 kilómetro al N. en dirección a la costa; 1,7 Km. al E. coincidiendo con el Pico Forquita y otro Km. al O. dejando dentro el río Melfonso o de los Romeros.

3.- GEOLOGIA

3.- GEOLOGIA.

La zona que nos ocupa, está constituida por materiales cuaternarios y mesozoicos (Triásico y Jurásico); éstos se apoyan sobre otros del paleozoico, en los cuales existe una falta de sedimentación desde el ordovícico medio al carbonífero. Los materiales del ordovícico son más detríticos, se depositaron arenas de grano grueso y de escasa profundidad, que se manifiestan en las crucianas y Scolisthus que aparecen. La cuarcita armoricana representa la culminación de un periodo de sedimentación de arenas y materiales pelíticos en una serie alternante.

Durante el ordovícico medio, cambia la sedimentación y lo hace en un medio nerítico, lo que origina que se depositen las pizarras del Sueve.

La ausencia de sedimentación, desde el ordovícico medio hasta el carbonífero, como sucede en la zona estudiada, indica la existencia de un área con tendencia positiva a la emersión, en la que probablemente no hubo depósitos e incluso pudo existir una erosión en determinadas áreas.

La sedimentación carbonífera, se inicia con la caliza griotte. Después de una deposición química, en aguas poco profundas, se implanta una sedimentación terrígena de predominio marino. Durante el periodo de tiempo que va, del final de la tectónica herciniana, a la transgresión triásica, el área de la cuenca mesozoica que se iba formando, se vió afectada por un relieve morfológico o estructural que no alcanzó completa pleneplanación. Los sedimentos y en parte los del Buntsandstein se depositaron en las zonas deprimidas produciendo por tanto un relleno de las mismas siendo posteriormente unidas por la transgresión del Keuper arcillo-vaporítico.

El Muschelkalk aparece transgresivo sobre un zócalo carbonífero constituido fundamentalmente por calizas de montaña. Hacia el O. está situado sobre una serie más potente, posiblemente del Buntsandstein; los materiales pertenecientes a este piso, se han

depositado en surcos originados en la fase de distensión que tuvo lugar después de la tectónica hercínica, el más típico y mejor representado es el surco de Villaviciosa, tiene su comienzo inmediatamente al O. de la zona de estudio y está relleno de materiales mesozoicos. Durante el keuper se comprueba la existencia de una cuenca evaporítica, en la que se depositaban junto a las arcillas rojas yesos y localmente otras sales.

La tectónica es sencilla de tipo ondulado tabular, al final del Buntsandstein es posible que se produzca una fase tectónica que supedita las características del área madre, preparándola para fabricar el conglomerado calcáreo, que sobre él o directamente sobre el paleozoico se presenta en todas las áreas próximas a relieves calcáreos.

En un área de unos 12 Km. en la zona estudiada, se situaban todas las mineralizaciones más importantes. Las cuales están controladas por el comportamiento tectónico, aparecen en forma de filones encajando en fracturas en la cuarcita armónica y alguna explotación se desarrollaba hasta su límite. Todas las mineralizaciones estratiformes, están constituidas por fluorita y sílice, las de tipo filón están constituidas fundamentalmente por fluorita y calcita.

Los materiales cuaternarios, están representados por suelos, coluviones y aluviones, estos últimos de menor extensión. Los primeros aparecen recubriendo la mayor parte de los materiales paleozoicos, se extienden por el pueblo y la cordillera de El Fito, también aquí incluimos los materiales de derrubios, todo el distrito se encuentra recubierto por tierras de labor, prados y abundante vegetación, que tapa la mayoría de las formaciones paleozoicas y mesozoicas.

Por encima de la brecha aparecen unos niveles dolomíticos de edad muschelkalk, pero no se puede asegurar que sean facies marinas, representan el tránsito al keuper primero en una facies de borde arenoso y luego en facies salobres, con yesos y sales, que dan paso a la sedimentación del jurásico marino. Estos niveles dolomíticos, están formados por bancos de 10 a 15 centímetros, interestratificados con niveles pizarrosos de potencia

menor; presentan intercalaciones nodulosas más duras, color gris rojizo.

El tramo superior del triásico que correspondería al Keuper, está constituido por margas de color rojizo, con algunas manchas verdosas arenosas y micáceas en varios niveles, son poco compactas hojosas y escamosas; en la parte superior, presentan niveles de yesos, también se pueden observar, cuarzos bipiramidados de tonos claros y rojizos.

En la base de las margas rojas, aparecen niveles de calizas o calcarenitas; en el mapa a escala 1: 5.000 realizado en la zona correspondiente a la cantera de S. Lino- explotación a cielo abierto abandonada y sin rellenar, situada al N. del poblado de Pumarín- los distintos materiales triásicos, desde la brecha a la marga, aparecen representados de un solo color, debido a su disposición superpuesta.

3.1.- CARACTERISTICAS LITOLÓGICAS

3.1.1.- RECUBRIMIENTO SUPERFICIAL

3.1.1.1.- Rellenos artificiales.

Son importantes y pueden ser de diferentes tipos, pero los que nos interesan en este caso, son los de acumulación y vertido.

En la población e inmediaciones de Caravia Alta, tenemos dos tipos: las escombreras y los basureros; las escombreras están constituidas por materiales procedentes de las antiguas explotaciones de fluorita; las situadas cerca del poblado, están formadas por materiales areno-arcillosos de color rojizo, con cantos de distinta naturaleza, calizas, brechas, cuarcitas y areniscas. Han sido implantadas buscando la facilidad del transporte y están situadas próximas a las explotaciones que hubo, en general y dada la topografía de la zona, las escombreras se sitúan al NO. y SE. del poblado; las situadas al NO., tienen buenos accesos desde la carretera general, desde la carretera de la playa y otros accesos

desde varios puntos del poblado. Próximas a ellas, no existen edificaciones, que se puedan ver afectadas por las zonas de influencia.

Es de destacar, el impacto visual que causan pues en general no se ha restaurado la vegetación, excepción hecha, de la explotación a cielo abierto y más tarde rellenada con el mismo escombros, en las proximidades de la iglesia parroquial, que hoy se destina a tierras de labor y pradería. Similar a estas escombreras, existe otra en la zona alta, estribaciones de montaña, al SE. del poblado, que se acondicionó para pradería y arbolado.

Por la zona alta, estribaciones de montaña, existen otras escombreras de mínimo volumen, constituidas por acumulación de materiales calcáreos, en lo que fueron explotaciones de fluorita; por la zona alta de la sierra de El Fito y próximas a la carretera del mismo nombre, también se ven escombros a pie de cantera, en este caso de materiales de cuarcita.

Los basureros, en general incontrolados, están situados sobre las escombreras y constituidos por escombros de obras de construcción y por residuos domésticos, como recipientes metálicos, plásticos, maderas, hierros de todo tipo, vidrios, tejidos, etc.

3.1.1.2.- Aluviones.

Los aluviones están constituidos por materiales que han sufrido transporte fluvial y depósito, son los suelos de menor extensión en la zona que nos ocupa, se encuentran en el cauce del río, que se encuentra seco en parte de su recorrido y en los márgenes del mismo por la zona alta,- aguas arriba de la carretera general- los materiales son arenas y cantos de naturaleza cuarcítica.

Debido a una gran riada, que arrastró considerable cantidad de materiales, el valle presenta un aspecto caótico, con depósito heterogranular desde bloques hasta tamaños arena, procedentes de escombreras y coluviones de la zona alta.

En las zonas más elevadas, se depositaron los de mayor tamaño, disminuyendo éste, a medida que nos acercamos al poblado; los cantos presentan formas angulosas, debido a que no sufrieron transporte importante y no fueron erosionados. Por el cauce del río aguas abajo del poblado, se encuentra una extendida zona de arenas finas recientes, de color blanco-grisáceo, de naturaleza cuarcítica, de entre cero y unos dos metros de espesor aproximadamente- cubre el tronco hasta el arranque de las ramas, en varios árboles frutales-, probablemente debido a una inundación, por atascamiento del ojo del puente, de acceso a la escombrera y que terminó por reventar, cortándolo. Se ha tomado una muestra de material, del lecho del río, para su posterior estudio E6M3.

3.1.1.3.- Coluviones.

Constituidos por materiales que han sufrido transporte de tipo gravitacional, la extensión de éstos es importante, suelen aparecer recubriendo los montes de El Fito, estando limitados por los numerosos valles existentes; litológicamente, son suelos sobre todo arenosos, con intercalaciones arcillo-limosa o limo-arcillosa, todos ellos con cantos, bloques o bolos de cuarcitas y areniscas, que en algunos casos se encuentran muy alterados y son heterométricos, con lo que podemos decir, que estos suelos están bien graduados. En general, su espesor oscila entre 3 y 5 metros, con tapiz vegetal de unos 50 centímetros, según se puede observar en las pistas realizadas por los mismos y en los cortes de los arroyos. Los clastos presentan formas angulosas o subangulosas.

La población de Caravia Alta, está asentada sobre materiales cuaternarios, con características similares a las que presentan los coluviones de las estribaciones de la sierra de El Fito, y según estudios realizados para la ubicación del nuevo ayuntamiento, parecen corresponder, a materiales de un cono de deyección. De estos coluviones se han tomado dos muestras, E5M2, la primera en las estribaciones de la sierra y en las afueras del caserío de La Tejera, - Caravia Alta, la segunda E7M4.

3.1.1.4.- Eluviones.

Entre los núcleos de población de Prado, La Tejera y Pumarín, se observa, lo que parece un eluvión, con terrenos arcillosos rojizos, por descomposición de margas de la misma tonalidad, e insistimos en eluvión y no roca alterada, ya que cambia la estructura de la roca primaria y aún se conserva estratificada. En esta estratificación se observan bandas diferentes: arcillas rojas compactas y arcillas blanco-amarillentas.

3.1.1.5.- Suelos.

Los suelos que recubren Caravia Alta y sus alrededores, son coluviones y aluviones, siendo de mayor importancia los primeros, ya que representan un área más extensa. Estos coluviones, son en su mayor parte, de naturaleza arenosa, con intercalaciones limosas o arcillosas, de tonos amarillentos, grisáceas o rojizos; dentro de esta matriz, se encuentran, cantos, bolos y bloques de cuarcitas y areniscas muy alteradas.

Estos suelos pueden sufrir arrastres por el agua, de los materiales arenosos más finos, lo cual puede originar hundimientos y socavaciones.

Respecto de los suelos, a la hora de proyectar obras sobre los mismos es importante tener en cuenta, la capacidad portante y sus otras características, mediante el estudio de muestras tomadas a tal fin. Por otra parte benefician al sistema ecológico, al ser idóneos a ciertas repoblaciones forestales.

3.1.2.- Substrato rocoso.

Se distinguen las unidades estructurales siguientes: el zócalo constituido por los materiales paleozoicos y discordante con respecto a los materiales más modernos; la cobertera, integrada por materiales mesozoicos-triásicos y jurásicos-, éste se dispone discordante sobre el paleozoico.

3.1.2.1.- Paleozoico.

Está formada por materiales ordovícicos, como son la cuarcita armoricana y las pizarras del Suevo y materiales carboníferos, como la caliza griotte y la "caliza de Montaña". Dentro de los materiales paleozoicos, existe una falta de sedimentación, desde el ordovícico medio, hasta el carbonífero.

Cuarcita armoricana.- Viene representada por un potente banco de cuarcitas de color blanco masivas, que en el techo aparecen muy alteradas, con presencia de un microconglomerado con cantos de cuarzo, de diferentes tamaños, el espeso viene a ser de 350 a 400 metros; esta formación tiene una edad arenigiense Skiddawiense, se le atribuye esta edad debido a las crucianas y pistas que aparecen en ella; en la zona estudiada, aflora formando relieves pronunciados, próximos a la carretera de El Fito.

Pizarras del Suevo.- Es un nivel de unos 100 metros de espesor, está situado directamente sobre la cuarcita armoricana, son pizarras negras bien estratificadas, que llevan intercaladas algunas capas de mineral de hierro, en la zona estudiada no afloraban bien, apareciendo en las vaguadas, quedando cubiertas de coluviones en el resto. Tampoco aparece en ellas fauna, pero los estudios realizados por distintos autores, indican la existencia de graptolites.

Caliza griotte.- Se apoya directamente sobre las pizarras del Suevo, es tableada, roja y nodulosa, de edad viseiense namuriense, son de facies muy características, asociadas en su base a radiolaritas, lo que constituye un nivel guía inmejorable, poseen muy poco espesor y mucha fauna, en el área estudiada no aparecen, lo que puede ser debido a que estén tapadas por los materiales cuaternarios; fuera de la zona en que se realizó el estudio, aflora teniendo a muro las pizarras del Suevo y a techo la caliza de Montaña.

Caliza de Montaña.- A continuación de la caliza griotte, se dispone la caliza de

Montaña, de edad namuriense, es gris oscura masiva, presentando coloraciones más claras, hacia el techo de la formación, el tránsito entre la griotte y la Montaña es gradual y se nota en la coloración; a esta caliza corresponden los afloramientos más extensos, dentro del área estudiada; no se observó ningún resto de fauna, al techo nos encontramos con una caliza esparítica de coloraciones más claras y no tan fétida.

3.1.2.2.- Mesozoico.

El mesozoico se dispone discordante sobre el paleozoico, está formado por materiales triásicos y jurásicos.

Triásico.- Directamente sobre los materiales paleozoicos antes descritos, en neta discordancia angular y erosiva, tenemos una brecha formada por cantos de caliza de montaña envueltos en un cemento rojizo de naturaleza calcárea, los cantos son de color gris oscuro con tamaños que oscilan entre 2 y 18 centímetros y en algunos casos mayores. Debido a la forma angulosa que presentan, deducimos que no han sufrido transporte, o que lo han sido mínimamente. En la brecha, aparecen geodas con calcita recristalizada, lo que indica procesos de diagénesis. El cemento calcáreo y de color rojizo, puede representar ya la presencia de la transgresión muschelkalk, el color, es debido a la influencia de las series superpuestas del keuper. Esta brecha puede llegar a faltar, pero su potencia es bastante uniforme, habiéndose depositado sobre un zócalo que se había erosionado. Esta formación es correlacionable con el conglomerado de la Riera, en dicha localidad, este conglomerado, está situado sobre unas potentes series, que se atribuyen al Buntsandstein, lateralmente parece pasar a una caliza gris algo rojiza, compacta y microconglomerática.

Jurásico.- El tránsito Keuper - Hettagiense es poco neto, repitiéndose varias veces, las calizas tableadas microdolomíticas y azoicas, y las arcillas rojas también azoicas; el espesor de este nivel de tránsito, es de unos 30 a 40 metros, el color es claro y en algunos niveles entre los estratos de caliza, aparecen pizarras de poco espesor.

3.2.- CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES.

Se distinguen las unidades estructurales siguientes: zócalo, cobertera y recubrimiento superficial. Zócalo.- Integrado por el paleozoico plegado, fallado y claramente discordante, respecto a los depósitos más recientes; en esta zona los afloramientos paleozoicos pertenecen a la Región de Mantos, ésta constituye una unidad muy bien individualizada, tanto tectónica como paleogeográficamente, desde el punto de vista tectónico, se caracteriza por la existencia de multitud de unidades despegadas. Estas unidades corridas son afectadas por una serie de pliegues normales a ellas, que coincide con las dos etapas de deformación herciniana, la primera es la que da lugar al emplazamiento de mantos y formación de pliegues paralelos a las mismas y la segunda produce pliegues de gran radio, que deforman las estructuras anteriores y son las responsables de la inversión de los frentes cabalgantes.

Inspeccionando los márgenes del río, se observa en la caliza de Montaña, una especie de escalón probablemente asociado a una grieta o falla.

Cobertera.- Integrada por el mesozoico que se encuentra fisurado y fallado.

Recubrimiento superficial.- Incluyen los suelos de todo tipo. Presentan una gradación de los cantos a la hora de producirse el depósito de los materiales, con cantos de distintos tamaños. Suelen presentar bandas estratificadas de distintos colores, y contacto con el sustrato rocoso discordante.

Los accidentes profundos de importancia, se sitúan fuera de la zona estudiada. El zócalo, la brecha y en menor medida el nivel dolomítico presentan en conjunto un comportamiento competente, lo que condiciona una tectónica de bloques en la base. El keuper tiene un comportamiento plástico, las fracturas desaparecen a medida que penetran en la cuenca triásica. Existen tres direcciones principales de fractura: la NE-SO, ligada a

antiguas alineaciones hercinianas; las otras dos direcciones son E.-O y NO-SE, representadas por la falla intermedia o de Caretes y la falla Cantábrica o de Ventaniella, esta última afectada por el decrochement destrogiro, que afecta al paleozoico. El juego de esta falla ha condicionado la historia postpaleozoica de la región. La falla de Peña Caretes, es de hundimiento, con el labio S. hundido, ésta condiciona el ámbito de las cuencas jurásico y cretácico-terciaria, mediante dos movimientos de sentido inverso. La dirección NE-SO. está sobrevalorada como dirección de fractura, ya que no responde al parcelamiento tectónico, que corresponde a rasgos condicionados por la estructura del paleozoico y en edad, es posterior a las otras dos.

3.3.- HIDROGEOLOGIA.

Según el informe realizado por Tejerina en el año 1980, sobre la descripción geológica del distrito minero de Caravia-Berbes, con respecto a la hidrogeología, da las siguientes puntualizaciones: " se producen ocasionalmente superposiciones de manifestaciones kársticas. En la realización de la planta 60 del pozo Melfonso, hacia el N. se encontró una sima rellena de arenas y arcillas; al realizar la planta 120, se volvió a encontrar esta sima, de la que salía agua con arena a fuerte presión, la posición de ésta por debajo del nivel freático actual, probablemente por debajo del nivel del mar, implica que el bloque debió estar más alto en un momento dado de su historia geológica. Las manifestaciones kársticas de carácter constructivo, están en relación con una posición del nivel freático similar al actual, por lo que consideramos, que se han desarrollado posteriormente. La aplicación de las variaciones del nivel de base a los movimientos tectónicos más visitables, encaja bastante bien con la generalidad de los datos observados".

Según el informe geológico-geotécnico realizado para la construcción de la casa consistorial en mayo de 1.989, se destaca el hecho, de que hasta una profundidad de 22,2 metros, investigada mediante sondeos mecánicos, no existe nivel freático continuo, esto ha sido comprobado mediante sondeos y controles. Según los datos obtenidos, mediante los sondeos, resulta evidente, la circulación de agua a través de este depósito, llegándose

incluso a producir arrastre de finos arenosos, originado vaciados o sifonamientos parciales, que también han sido detectados en los ensayos dinámicos de penetración.

El Recubrimiento superficial, presenta una permeabilidad baja, debido a que son suelos de mezclas, arenas limosas o arenas arcillosas; el drenaje de estos suelos, puede ser aceptable o deficiente, dependiendo de la cantidad de arcilla que presente.

3.4.- HIDROGEOGRAFIA

Recorridos los numerosos arroyos, que tienen su origen en la sierra de El Fito y que afluyen al río Melfonso, se observa que desde su origen hasta media ladera aproximadamente, aunque muy escaso, llevan cierto caudal de agua, que se sume y desaparece; uno de ellos sin embargo, tras sumirse y reaparecer bajo aluviones de grueso calibre, llega a desembocar al río y desaparece definitivamente a muy pocos metros. El mencionado río Melfonso, en su cabecera o nacimiento, también posee cierta corriente continua de agua, pero que a la altura de la pista que une Prado con la carretera de El Fito, desaparece definitivamente, bajo otro aluvión con cantos de gran tamaño; hablamos de aguas arriba de la carretera general de Ribadesella a Villaviciosa. Aguas abajo de la mencionada carretera, del lecho del río Melfonso, lleva cierto pequeño caudal, pero creemos debido a aguas residuales domésticas, que también se sumen, hacia una kilómetro de recorrido aproximadamente.

A la altura de un pozo-plano en activo y en avance; existe una antigua bocamina de la que aflora un considerable caudal continuo de agua, que a unos 20 metros de la mencionada bocamina, vierte al cauce seco de dicho río Melfonso y que junto con el desagüe de la mina en activo, constituyen el caudal del río, hasta su desembocadura en el mar. Estas observaciones lo fueron en el mes de diciembre de 1.989, en que se realizó el presente estudio.

Por otra parte, tanto en el río, como en dos afluentes del mismo, se observan unos

desproporcionados aluviones, con cantos de gran tamaño; uno de ellos en la cabecera del río, bajo la pista de Prad a la carretera de El Fito; otro en la parte baja, del arroyo que anteriormente mencionábamos, mantenía corriente de agua, cuyo aluvión, también se extendió por el río, aguas abajo de la desembocadura de dicho arroyo, hasta la carretera general; por último, otro gran aluvión, se depositó a lo largo del arroyo más oriental, que baja de la sierra, sin que llegara a alcanzar al río, impedido por un cauce profundo y estrecho, existente antes de su desembocadura.

Según versiones recogidas, estos anómalos aluviones, fueron ocasionados, por una tromba de agua, caída tiempo atrás y que en el primero que mencionamos, se originó por el arrastre de una escombrera depositada en el cauce del río, por debajo de la pista y las otras dos creemos que por la misma causa - escombros vertidos en los cauces - aunque en estos dos últimos casos, no se pudo apreciar la situación de los escombros, si es que los había, pero, sí, las explotaciones de procedencia.

En el río Melfonso fue tomada una muestra de 4 litros de agua para su posterior análisis.

Respecto de la desaparición de las aguas en el cauce del río, aguas arriba, de las explotaciones subterráneas -pozo minero- que existieron parece que éstas se filtraban al interior de la mina-pozo, razón por la que se efectuó el encauzamiento de las mismas, con un canal de hormigón de 90x50 centímetros, -hoy destrozado por los aluviones y tromba de agua caída - dicho canal, tenía una longitud de unos 275 metros aproximadamente, construido por el lecho del río y otros 25 metros, derivaban por el arroyo que aún trae agua; al paso por las instalaciones exteriores de la explotación, en vez de canal descubierto, se conducían las aguas por tubería de cemento de un metro de diámetro y que también actualmente se encuentra destruida en su mayor parte.

3.5.- GEOMORFOLOGIA

La mayoría de los materiales, se encuentran alterados superficialmente, suelen ser sensibles a la acción del agua pluvial: la caliza de Montaña, que llega hasta el borde del río, aparece erosionada, debido a la acción de las aguas fluviales en su día; también presenta la caliza, lapiares, representados por pequeños surcos de erosión debido a las aguas de lluvia; se observa la presencia de dolinas, todo ello representado en el mapa, al igual que todas las explotaciones abandonadas que aparecen en la caliza. Las excavaciones que se realizaron en roca, actualmente están medio cegadas, por los desprendimientos laterales, representando un peligro latente.

Las estribaciones de la sierra de El Fito, de media ladera hacia abajo, se observan muy afectadas por excavaciones a cielo abierto de diferente tamaño y profundidad, que también se indican.

Recorriendo la sierra de El Fito en dirección NE. se observan donde los suelos son de poco espesor surcos-cabeceras de arroyos- debidos a la acción del agua, en que los suelos son de poco espesor. En estas zonas, próximas a la cumbre, la vegetación es de monte bajo, - matojos - no habiéndose extendido hasta ellas, la repoblación forestal.

De paso por el pueblo, se observan edificaciones y muros agrietados e incluso hundidos, probablemente, a causa de las explotaciones subterráneas, ya que parecen de construcción antigua y los desperfectos relativamente recientes, que no tendrían razón de ser, dada su situación en zonas, hasta cierto punto sin desnivel.

Recorriendo varias pistas, que se internan hasta las estribaciones de la sierra de El Fito, realizadas con desmonte y terraplén, se observan algunos deslizamientos por la parte superior o desmonte, achacables a que dichos taludes rebasan la pendiente de equilibrio del material de los suelos; dado su pequeña dimensión, en algunos casos no se han podido representar en el plano.

4.- DESCRIPCION DE LOS DAÑOS

4.- DESCRIPCION DE LOS DAÑOS.

En el año 1969, se encargó un Informe sobre daños producidos por subsidencia imputada en principio a las labores de interior de Fluoruros, S.A. En dicho informe se recogen el tipo de daños que han venido sufriendo las edificaciones desde los años 60, más intensas en aquella época por la actividad minera.

Había en esa fecha unas 24 casas dañadas, resumiéndose los daños a grietas acentuadas en paredes y muretes así como hundimientos bastante importantes del suelo que aparecían de forma más o menos repentina coincidente con el avance de las galerías y el arranque del mineral (Hevia 1969). La asociación de estas labores a "soplados" (cavidades kársticas rellenas de arenas, arcillas y bolos) parecen ser las causas de estos hundimientos. De hecho, el corte de uno de estos soplados por las labores a finales de 1965, provocó una avenida de agua y arena de fatales consecuencias de forma que se pararon las explotaciones de interior. Pueden apreciarse estos contactos en el Plano de Labores (Zona Caravia) y en particular en el Perfil Longitudinal L.C así como en el Perfil Transversal 10+00. En el mismo informe, se deja entrever la interinfluencia del karst y la explotación, incidiendo en la forma del yacimiento por encima del Nivel + 30 de la explotación, con leyes bajas (25% de F2Ca) pero mucha potencia y mezclado con arenas y arcilla.

En la actualidad y tras 20 años sin explotaciones en interior, las casas dañadas presentan síntomas de ruina por abandono más que por subsidencia, si bien esto es la pescadilla que se muerde la cola, puesto que al irse deteriorando la vivienda, la gente la abandona y aquella se arruina. En las Fotos número 1 a 12 del Anexo III pueden verse las grietas y el estado ruinoso de las edificaciones de Caravia la Alta en Octubre de 1989.

La excavación y relleno parcial de la Corta Aurora, continuación de la explotación hasta los años 80, ha influido probablemente en la maltrecha estabilidad de la zona, como puede intuirse a la vista del Corte Longitudinal L.C. En dicho anexo III se encuentran las

Fotos números 13 a 16, en las que se aprecia la proximidad y volumen de lo que fue dicha Corta y el estado de semi-restauración en que quedó. También se muestra la costa cercana apreciándose la formación de dolinas.

5.- ANALISIS DE LOS FACTORES QUE INTERVIENEN.

5.- ANALISIS DE LOS FACTORES QUE INTERVIENEN.

Analizamos en lo que sigue los diferentes factores de tipo particular que intervienen, dando por supuesto que el régimen de lluvias, la geología y las características de los materiales son factores de tipo general que siempre van a modificar el equilibrio de la zona, teniendo en cuenta que se trata de calizas, cuaternario y karst.

El karst original fue rellenado por las arenas y margas con parte del filón de Fluorita erosionado, depositándose encima el Cuaternario actual. Cualquier variación en el nivel freático de la zona, afecta a la superficie en mayor o menor grado:

- Una elevación anormal de dicho nivel puede generar una fluidificación del terreno y provocar movimientos de fluencia, hundimientos, etc.
- Una disminución anormal por el contrario, puede generar una contracción de las arenas y provocar el mismo fenómeno de subsidencia.

Las labores mineras agravan esta situación, al deprimir el nivel freático a niveles anormales, tanto en interior como en exterior.

El otro factor particular es el karst mismo y las formaciones a él asociadas como dolinas, cavernas, etc., en las que la zona es prolífica.

5.1.- Labores mineras.

En el Plano de Labores de Caravia y en los perfiles que se han sacado aparecen tanto las labores de interior como las de exterior. Las influencias de unas y otras son de distinto tipo.

Comenzaremos por las de interior, estimando subsidencias para plantear luego posibles deslizamientos debidos a las de exterior.

5.1.1.- De interior. Subsidencia.

El análisis de la subsidencia que pueda ser causado por este tipo de explotaciones, no es viable mediante el habitual ángulo de influencia en terrenos sedimentarios y con aperturas de capa o filones de dimensiones métricas.

El caso que nos ocupa pasa a ser esencialmente distinto y por ello se han aplicado técnicas informáticas para evaluar no sólo el hundimiento si no también las pendientes y deformaciones de la cubeta teórica formada.

En el plano 4 se encuentran los datos de partida digitalizados, como han sido curvas de nivel topográficas y diferentes puntos del yacimiento, en particular cotas de galerías y potencia del filón en cada punto, habiéndose medido el recubrimiento extrapolado en cada punto, ya que se supone bien determinado al menos en la zona de la población, la que nos interesa en particular. De dichos planos y del Informe Geológico - Geotécnico de Mayo 1989 se puede estimar entre 20 y 40 metros.

En el Plano 8 aparecen las isolíneas de hundimiento debidas a las explotaciones en la zona de Caravia la Alta y los niveles de pendientes y deformaciones, ambos en mm/m calculados en base a un filón de 4 metros de potencia media, en la que se incluye una caída del techo y el consiguiente esponjamiento de un filón que tiene, como puede verse en los cortes longitudinales, entre 1.5 y 3 metros de media, salvo con contadas ocasiones, y fuera de la zona estudiada.

El cono de hundimiento formado es muy vertical dentro de la caliza, para pasar a extenderse al coger el recubrimiento cuaternario, debido a su falta de cohesión. De cualquier forma, alcanza valores de 1.4 metros con deformaciones superiores a los 30

mm/m que por supuesto son causantes de ruina inmediata caso de estar edificada la limitada zona afectada y remarcamos limitada por la proximidad a superficie.

En resumen, los efectos de la subsidencia en los años 60-70 han sido muy localizados e intensos, habiendo quedado estancados en un breve periodo de tiempo ya que al estar tan próximos a superficie el efecto llega casi con toda su intensidad en los 2 ó 3 primeros meses, quedando reducida la faseológica a una fracción residual muy pequeña, e inferior en este caso al 5 ó 10% del hundimiento máximo, es decir, unos 14 cm. que no significan nada. Se puede decir que salvo coalescencia puntual con cavidades preexistentes del karst, riesgo muy difícil de evaluar sin medios geofísicos, la subsidencia no está afectando la estabilidad de la zona.

5.1.2.- De exterior. Deslizamientos.

A la vista de los diferentes perfiles y en concreto del Longitudinal L.C., se ha estudiado el equilibrio del talud de Corta Aurora por esa línea, ya que parece ser la de más influencia en la población. Se ha tomado solamente los primeros 30 metros de talud que son del cuaternario. No se conocen deslizamientos importantes durante la marcha, quizá por no estar anotados, sin embargo dada la tardanza en el rellenado y la ausencia de control en la compactación, no es descartable en modo alguno un deslizamiento o mejor llamado una decompresión de todos los terrenos aguas arriba de dicho talud, hasta la carretera y el río. Esta decompresión puede traer como consecuencia:

- Drenaje y pérdida de aguas del nivel freático bajo el pueblo durante la fase de explotación.
- Movimientos de deslizamiento estacionales que podrían haber disminuido en magnitud con el rellenado.

- Lavado de arenas y arcillas hacia la corta con la consiguiente subsidencia.
- Riesgo de sifonamiento y hundimiento brusco por crecida del nivel freático.

La evidencia de esta decompresión la pone el reciente y ya mencionado Estudio Geotécnico de Mayo 1989. En él se hacen ensayos de penetrabilidad dinámica con índice n_{20} inferior a 10 y en muchos casos valiendo 0 en tramos de varios centímetros e incluso hasta 2 metros, clasificando el terreno en "flojo" a "muy flojo" con densidades relativas de 0.0 a 0.4 y ángulos de rozamiento inferiores a los 30°.

No se pretende achacar los efectos únicamente a la Corta Aurora, pero sí darle un peso importante en la continuidad de los movimientos en el subsuelo de la población que debieran haber terminado, al menos en extensión, con el final de las labores de interior.

5.2.- El karst.

Los riesgos asociados al karst son muy variados, pero casi todos confluyen en el hundimiento, en sus diversas manifestaciones, asientos, subsidencias.

El asiento se produce por el efecto antes comentado de la diferencia de penetrabilidad es decir capacidad de carga del sedimento que cubre el karst y es algo puntual o local.

La subsidencia es aplicable a los fenómenos más lentos, extensos y también intensos (hasta decamétricos).

El hundimiento como tal es el fenómeno brusco que viene asociado a una dolina y

es de pequeña a mediana extensión (hasta cientos de metros cuadrados y profundidades decamétricas).

En la Tabla I aparecen los riesgos asociados al karst, elaborada por Durán Valsero, (ITGE 1988).

Los factores de incidencia son, como ya dijimos, los Litológicos, Estructurales y Climáticos e Hidrogeológicos, siendo estos últimos los que más influyen en las causas desencadenantes de hundimientos y subsidencias. Como ya se comentó, las grandes lluvias o las grandes sequías que influyen en el nivel freático de forma anormal, dan pie generalmente a la producción de hundimientos en el karst. El último bienio ha sido especialmente seco en Asturias, dando posiblemente origen a la reciente actividad bajo Caravia la Alta. Las paleochimeneas, como las que existen aquí (ver Perfiles) son indicio claro de lo que el karst juega en los riesgos de la zona.

El problema de los riesgos kársticos es su difícil localización en el espacio y su casi imposible predicción en el tiempo. Por ello, no hay un método único y el más rápido y sencillo es el trazado de una cartografía morfológica, como la que se ha realizado en este trabajo. Sin embargo de cara a una zona con carga urbanística, donde la precisión con vista a futuras edificaciones, es crucial, pensamos que estos riesgos kársticos, complicados con la minería, debieran atacarse mediante métodos geofísicos, que tan buenos resultados están dando en estas lides, en particular los microgravimétricos y los de radar.

6.- ZONIFICACION DE RIESGOS

6.- ZONIFICACION DE RIESGOS.

A la vista de lo expuesto y teniendo en cuenta el Plano 2 con la subsidencia minera antigua, los Perfiles Transversales y el Longitudinal L.C. donde se localizan paleochimeneas, "soplados" rellenos que pueden o han podido modificar su compactación con el nivel freático, la influencia de la Corta Aurora, más reciente, y la hidrogeología de la zona, nos hemos planteado la zonificación del poblado de Caravia la Alta en base a tres posibilidades, dado el alcance de este Estudio:

- Zonas de Alto Riesgo, donde la presión admisible a transmitir al suelo por las edificaciones es muy baja y donde se recomienda **NO EDIFICAR** por la posible aparición de hundimientos por coalescencia con las explotaciones. Aparecen en el Plano 8.
- Zonas de Bajo Riesgo, donde aflora la caliza y donde, en principio, sería recomendable continuar la expansión urbanística de Caravia. Se localizan lógicamente más cerca de las estribaciones montañosas y aparecen Plano 8.
- Zonas de Riesgo Indeterminado, donde no hay proximidades de explotación pero se sigue sobre el recubrimiento cuaternario de dudosa competencia. La presión admisible a transmitir al terreno por las edificaciones no debería sobrepasar los $0,25 \text{ Kg/cm}^2$ (Ensayos de penetración estandar. Sanglerat 1967). Las cimentaciones deberán realizarse previa mejora del terreno, por ejemplo preparando una capa de relleno de escoria de horno alto de 1 metro de espesor, para disipar cargas puntuales. Aparecen en el Plano 8 sin rayar, es decir, el resto que no está ya rayado.

En esta última zona de Riesgo Indeterminado, procede realizar un Estudio Geofísico de detalle, para conocer con más precisión esos riesgos, ya que la zona en cuestión es la más próxima a la actual población y el planteamiento de edificar en la

ladera de la montaña es muy poco agradable al ciudadano que tiene sus prados y por ende su modo de vida, lógicamente, en el cuaternario.

7.- CONCLUSIONES

7.- CONCLUSIONES.

Se han repasado las posibles causas de Riesgo Geológico y Minero que pueden afectar a Caravia la Alta.

La subsidencia minera de interior, parece independiente, al menos en principio, de las recientes actividades del subsuelo, aunque no se descarta la coalescencia de huecos de explotación y del karst propio de la zona.

La subsidencia provocada por un macro-deslizamiento producido por la alteración del nivel freático del subsuelo tras la apertura de la Corta Aurora, parece fundamentarse, ya que el hueco producido y la clase de recubrimiento de los últimos 30 metros del talud, que en su día llegó a tener 60, hacen pensar en esta posibilidad, fomentada por la decompresión evidente del terreno, medida con ensayos de penetración dinámica (Mayo 1989).

El riesgo añadido de posibles sifonamientos del recubrimiento por cavidades del karst se contempla aquí estableciendo unas zonas de Riesgo y dándose para ellas unas recomendaciones de orden general que se resumen a continuación.


8.- RECOMENDACIONES.

8.- RECOMENDACIONES.

Insistiremos a fuer de pesados en la necesidad de concretar y delimitar las zonas de Riesgo Indeterminado mediante una Campaña de Geofísica, que nos ayudaría también a concretar el estado real de la Zona de Alto Riesgo, evaluando el volumen de cavidades existente, asociado a la minería de interior. La influencia de la Corta aurora se podría perfilar más y completar el Estudio con un análisis hidrodinámico del sistema de corrientes, quizá aprovechando el acceso por el Pozo Melfonso hasta el nivel freático.

Las recomendaciones de edificación ya mencionadas nos parecen adecuadas para el caso de no realizarse dicho Estudio complementario. Bastante conservadoras, son susceptibles de mejorar y por ello de abaratar si se aquilatan más los factores de seguridad. De cualquier forma, la utilización de una capa bien compactada (en tres o cuatro tongadas) de escorias, previa a la cimentación, es una práctica económica y que libera al terreno de un porcentaje de carga nada desechable (función del ángulo de fricción de las escorias utilizadas).

El Director del Proyecto

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Francisco López Santiago', written over a horizontal line.

Fdo.: Francisco López Santiago

BIBLIOGRAFIA

- * Gervilla, M; Beroiz C; Pignatelli R.; Barón A; Coma, J.E.; Felgueroso, C; Ramirez del Pozo, J. y Giannini, G.; Hoja 30 del Mapa Geológico de España, escala 1:50.000, Instituto Geológico y Minero de España (1973).

- * Hevia Alvarez, T.: Informe sobre las causas de hundimientos producidos en el suelo y grietas en varios edificios de la villa de Caravia Alta, y sobre el peligro que para aquel poblado representa la explotación a cielo abierto proyectada por la empresa " Fluoruros S.A." (1969).

- * Modroño Allende, R.; y De la Vega Menéndez, Ignacio: Informe Geológico-Geotécnico para la cimentación del nuevo edificio de Casa Consistorial en Caravia (Asturias). (1989).

- * Tejerina, L. y Zorrilla Bringas, J.: Descripción Geológica del distrito minero Caravia-Berbes (Asturias. Boletín Geológico y Minero T.XCI-VI (716-731) Año 1980).

ANALISIS DE DUREZA Y Ph EN UNA MUESTRA DE AGUA.

CLIENTE: Sr. D. Juan SUAREZ RUBIERA.

Estudios de riesgos geológicos-mineros en Caravia
Alta.

INFORME Nº 9003

Oviedo, Enero de 1.990

RESULTADOS ANALITICOS

Dureza en Grados Franceses: 19°F

Ph : 7.07

Oviedo, 17 de Enero de 1.990

Ro. Juan José Toranzo

Fdo.: Ana M^a Fernández



ESTUDIOS DE CARACTERIZACION GEOTÉCNICA SOBRE MUESTRAS DE SUE-
LOS Y ROCAS DE LA ZONA DE CARAVIA ALTA (ASTURIAS)

Dpto. de Explotación y Prospección de Minas.
Universidad de Oviedo.
Oviedo, Enero de 1.990

Informe Geotécnico

B) ROCAS: Análisis y ensayos de caracterización geotécnica.

- Estudio petrográfico.
- Calcimetría.
- Pérdida por calcinación.
- Determinación del residuo insoluble.
- Ensayo Franklin.
- Ensayo de Compresión Simple.
- Ensayo Brasileño.

2- PLANTEAMIENTO DE LOS ESTUDIOS.

Los estudios de las muestras de suelos se han iniciado con la descripción previa del material y la posterior preparación de las muestras para las distintas determinaciones correspondientes a los "Ensayos de Identificación".

En base a dichas determinaciones, de forma indirecta, se han obtenido los parámetros de Grado de Saturación, Porosidad y Permeabilidad (según fórmula de Hanzen).

Finalmente y en base a los resultados obtenidos se ha realizado la clasificación geotécnica de los suelos correspondientes a las clasificaciones S.U.C.S. y la A.A.S.H.O.

Los estudios de las muestras de rocas han requerido la obtención previa de testigos cilíndricos mediante una sonda testificadora, así como un tallado y refrentado para las pruebas de Compresión Simple, Franklin y Brasileño.

Paralelamente, se han realizado láminas delgadas para su posterior estudio petrográfico por transparencia, al objeto de la determinación de los componentes mineralógicos, textura y porosidad.

Informe Geotécnico

El estudio se ha cumplimentado con las determinaciones de carbonatos con el calcímetro de Bernard, pérdida por calcinación y el residuo insoluble.

3. RESULTADOS.

3.1 SUELOS

3.1.1 Muestra E5/M2.

a) Descripción de la muestra: Suelo coluvionar constituido por gravas de cuarcita y areniscas heterométricas, con tamaños fluctuantes entre 2 y 10 cm. de formas angulosas y tonos blanquecinos y amarillentos; presentando procesos avanzados de arenización, concretamente los de gravilla gruesa. El resto está integrado por una abundante matriz arenosa de tonos blanquecino-amarillentos. La fracción fina limo-arcillosa es prácticamente inexistente.

b) Ensayos de Identificación:

- Humedad Natural: HN = 2.18 %
- Contenido en Materia Orgánica: 0.15%
- Contenido en CO_3^{2-} : negativo.
- Contenido en SO_4^{2-} : negativo.
- Densidad aparente: $\gamma = 1.51 \text{ gr/cm}^3$.
- Densidad seca: $\gamma_d = 1.46 \text{ gr/cm}^3$.
- Densidad de las partículas sólidas: $\gamma_s = 2.72 \text{ gr/cm}^3$.
- Grado de Saturación: $S_r = 6.88 \%$
- Porosidad: $n = 46.28 \%$
- Permeabilidad: $k = 3.6 \times 10^{-2} \text{ cm/seg.}$
- Límites de Atterberg: N.P. (material no plástico).
- Análisis granulométrico:
Fracción Grava: 38.7 %

Informe Geotécnico

Fracción Arena: 59.1 %

Fracción Finos: 2.2 %

$D_{10} = 0.13\text{mm}$

$D_{30} = 0.21\text{mm}$

$D_{60} = 1.00\text{mm}$

Coefficiente de Uniformidad: $C_u = 7.69$

Coefficiente de Curvatura: $C_c = 0.34$

c) Clasificación Geotécnica:

- Clasificación S.U.C.S. : SP
- Clasificación A.A.S.H.O. : A-3

3.1.2 Muestra E6/M3.

a) Descripción de la muestra: Suelo fluvio-torrencial constituido esencialmente por gravas de cuarcita, areniscas, calizas, brechas y pizarras, de tamaños variables entre 2 y 15 cm., de morfología angulosa a subredondeada y con tonalidades diversas (blanquecinas, amarillentas, rojizas, etc.). Esta fracción gruesa está embebida en una matriz arenosa de tonos pardo-rojizos. La fracción de finos (limos y arcillas) es prácticamente nula.

b) Ensayos de Identificación:

- Humedad Natural: $HN = 7.8 \%$
- Contenido en Materia Orgánica: 0.01%
- Contenido en CO_3^{2-} : 0.03%
- Contenido en SO_4^{2-} : Indicios
- Densidad aparente: $Y = 1.84 \text{ gr/cm}^3$.
- Densidad seca: $Y_d = 1.69 \text{ gr/cm}^3$.
- Densidad de las partículas sólidas: $Y_s = 2.79 \text{ gr/cm}^3$.
- Grado de Saturación: $S_r = 33.41 \%$
- Porosidad: $n = 39.45 \%$

Informe Geotécnico

- Permeabilidad: $k = 3.6 \times 10^{-1}$ cm/seg.
- Límites de Atterberg: N.P. (material no plástico).
- Análisis granulométrico:
 - Fracción Grava: 84.3 %
 - Fracción Arena: 15.3 %
 - Fracción Finos: 0.4 %
 - $D_{10} = 0.60$ mm
 - $D_{30} = 16$ mm
 - $D_{60} = 55$ mm
 - Coefficiente de Uniformidad: $C_u = 91.67$
 - Coefficiente de Curvatura: $C_c = 7.76$

c) Clasificación Geotécnica:

- Clasificación S.U.C.S. : GP
- Clasificación A.A.S.H.O. : A-1-a

3.1.3 Muestra E7/M4.

a) Descripción de la muestra: Suelo coluvionar integrado fundamentalmente por una abundante fracción arenosa de tonalidad pardo amarillenta, acompañada por una fracción de gravilla y gravas de naturaleza cuarcítica y morfología angulosa. Coexiste una pequeña fracción arcillosa en forma de nódulos de tonos abigarrados. Finalmente cabe reseñar la presencia de algunos restos vegetales de tonos oscuros, que han sido separados manualmente para no inferir en los resultados de los análisis.

b) Ensayos de Identificación:

- Humedad Natural: $HN = 15.3$ %
- Contenido en Materia Orgánica: 0.08 %
- Contenido en CO_3^{2-} : negativo
- Contenido en SO_4^{2-} : indicios.

Informe Geotécnico

- Densidad aparente: $\gamma = 1.37 \text{ gr/cm}^3$.
- Densidad seca: $\gamma_d = 1.18 \text{ gr/cm}^3$.
- Densidad de las partículas sólidas: $\gamma_s = 2.95 \text{ gr/cm}^3$.
- Grado de Saturación: $S_r = 30.17 \%$
- Porosidad: $n = 60.00 \%$
- Permeabilidad: $k = 1.2 \times 10^{-2} \text{ cm/seg.}$
- Límites de Atterberg:
 - Límite Líquido: $LL = 36$
 - Límite Plástico: $LP = 23$
 - Índice de Pasticidad: $I_p = 13$
- Análisis granulométrico:
 - Fracción Grava: 46.7%
 - Fracción Arena: 47.1%
 - Fracción Finos: 6.2%
 - $D_{10} = 0.11 \text{ mm}$
 - $D_{30} = 0.50 \text{ mm}$
 - $D_{60} = 2.60 \text{ mm}$
 - Coefficiente de Uniformidad: $C_u = 23.63$
 - Coefficiente de Curvatura: $C_c = 0.87$

c) Clasificación Geotécnica:

- Clasificación S.U.C.S. : **SP-SC**
- Clasificación A.A.S.H.O. : **A-2-6**

3.2 ROCAS

3.2.1 Muestra de Caliza de Montaña.

a) Descripción del material: bloque de caliza grisácea, de grano medio. Presencia de vetillas de calcita blanquecina y diversos planos de fisuración.

b) Estudio petrográfico:

- Componentes: Esparita 99%
Cuarzo $< 1 \%$

Informe Geotécnico

Opacos < 1 %

- Porosidad < 1 %
- Clasificación (Folk): Caliza esparítica

c) Composición del material:

- Calcimetría: 98.8 %
- Pérdida por calcinación: 42.6 %
- Resíduo insoluble: 1.18 %

d) Ensayos de caracterización geotécnica:

1- Ensayo de compresión simple: se verificó sobre dos probetas:

Probeta nº 1 : $R_c = 1249 \text{ Kp/cm}^2$

Probeta nº 2 : $R_c = 1012 \text{ Kp/cm}^2$

Resistencia media: $R_c = 1130 \text{ Kp/cm}^2$

Resultados evaluables como material de alta resistencia.

2- Ensayo Franklin: se verificó bajo la modalidad de *ensayo diametral*, sobre testigos cilíndricos y con un total de 10 determinaciones.

Probeta nº 1 : $I_s = 1.3 \text{ Kp/cm}^2$

Probeta nº 2 : $I_s = 9.3 \text{ Kp/cm}^2$

Probeta nº 3 : $I_s = 1.3 \text{ Kp/cm}^2$

Probeta nº 4 : $I_s = 14.6 \text{ Kp/cm}^2$

Probeta nº 5 : $I_s = 8.0 \text{ Kp/cm}^2$

Probeta nº 6 : $I_s = 30.5 \text{ Kp/cm}^2$

Probeta nº 7 : $I_s = 2.7 \text{ Kp/cm}^2$

Probeta nº 8 : $I_s = 9.3 \text{ Kp/cm}^2$

Probeta nº 9 : $I_s = 1.3 \text{ Kp/cm}^2$

Probeta nº 10: $I_s = 6.6 \text{ Kp/cm}^2$

$I_s(50) = 0.775 \text{ MPa}$

$R_c = 24 \times I_s(50) \text{ (MPa)} = 18.6 \text{ MPa} = 189.7 \text{ Kp/cm}^2$

Informe Geotécnico

Los resultados obtenidos son muy reducidos en comparación con los ensayos de compresión simple. La razón puede ser debida a que en la mayoría de los casos la rotura ha sido coincidente con las vetillas de calcita; así como la deficiencia que presentaban los testigos obtenidos.

1- Ensayo Brasileño: el ensayo se verificó sobre un total de 10 probetas.

Probeta nº 1 : Z = 89.4 Kp/cm²
Probeta nº 2 : Z = 39.4 Kp/cm²
Probeta nº 3 : Z = 114.0 Kp/cm²
Probeta nº 4 : Z = 107.8 Kp/cm²
Probeta nº 5 : Z = 67.2 Kp/cm²
Probeta nº 6 : Z = 65.4 Kp/cm²
Probeta nº 7 : Z = 94.3 Kp/cm²
Probeta nº 8 : Z = 98.7 Kp/cm²
Probeta nº 9 : Z = 83.7 Kp/cm²
Probeta nº 10: Z = 75.3 Kp/cm²

Valor medio: Z = 83.5 Kp/cm²

Resultados evaluables como material de resistencia media-alta.

3.2.2 Muestra de Caliza Jurásica.

a) Descripción del material: Dolomía grisácea de grano fino, con abundantes laminaciones. Presencia de vetillas de calcita blanquecina perpendiculares a la estratificación, estructuras estilolíticas aisladas y zonas de geodas tapizadas con material recristalizado.

b) Estudio petrográfico:

- componentes: Dolomicrita 93 %
Esparita 4 %

Informe Geotécnico

Cuarzo 1 %
Aloquímicos 1 %
Opacos 1 %

- Porosidad 1 %
- Clasificación (Folk): Dolomia biogénica afanocris-
talina.

c) Composición del material:

- Calcimetría: 93.5 %
- Pérdida por calcinación: 39.3 %
- Residuo insoluble: 6.5 %

d) Ensayos de caracterización geotécnica:

1- Ensayo de compresión simple: se verificó sobre dos
probetas:

Probeta nº 1 : $R_c = 1463 \text{ Kp/cm}^2$

Probeta nº 2 : $R_c = 1286 \text{ Kp/cm}^2$

Resistencia media: $R_c = 1374 \text{ Kp/cm}^2$

Resultados evaluables como material de alta resis-
tencia.

2- Ensayo Franklin: se verificó bajo la modalidad de
ensayo diametral, sobre testigos cilíndricos y con un
total de 10 determinaciones.

Probeta nº 1 : $I_s = 31.8 \text{ Kp/cm}^2$

Probeta nº 2 : $I_s = 2.7 \text{ Kp/cm}^2$

Probeta nº 3 : $I_s = 50.2 \text{ Kp/cm}^2$

Probeta nº 4 : $I_s = 60.8 \text{ Kp/cm}^2$

Probeta nº 5 : $I_s = 11.9 \text{ Kp/cm}^2$

Probeta nº 6 : $I_s = 73.7 \text{ Kp/cm}^2$

Probeta nº 7 : $I_s = 53.0 \text{ Kp/cm}^2$

Probeta nº 8 : $I_s = 39.6 \text{ Kp/cm}^2$

Probeta nº 9 : $I_s = 50.2 \text{ Kp/cm}^2$

Probeta nº 10: $I_s = 34.4 \text{ Kp/cm}^2$

Informe Geotécnico

$$I_s(50) = 3.85 \text{ MPa}$$

$$R_c = 24 \times I_s(50) \text{ (MPa)} = 92.4 \text{ MPa} = 942.4 \text{ Kp/cm}^2$$

1- Ensayo Brasileño: el ensayo se verificó sobre un total de 10 probetas.

Probeta nº 1 : Z = 140.7 Kp/cm²

Probeta nº 2 : Z = 88.2 Kp/cm²

Probeta nº 3 : Z = 150.8 Kp/cm²

Probeta nº 4 : Z = 82.0 Kp/cm²

Probeta nº 5 : Z = 111.0 Kp/cm²

Probeta nº 6 : Z = 104.1 Kp/cm²

Probeta nº 7 : Z = 63.6 Kp/cm²

Probeta nº 8 : Z = 48.0 Kp/cm²

Probeta nº 9 : Z = 61.7 Kp/cm²

Probeta nº 10: Z = 81.0 Kp/cm²

Valor medio: Z = 93.1 Kp/cm²

Resultados evaluables como material de resistencia media-alta.

Oviedo 22 de Enero de 1990



Fdo: Miguel Torres Alonso

Informe Geotécnico

Relación del personal del Departamento que ha participado en la elaboración del presente estudio:

Dr. M. Torres Alonso

M^a R. González Moradas (Mecánica de Suelos)

L.F. Rodríguez Bouzo (Mecánica de Rocas)

A. Suárez Blanco (Técnico de Laboratorio)

ANEXO I :

SUELOS

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD NATURAL

Laboratorio de Geología
Escuela de Minas - Oviedo

Referencia:

Fecha:

Operador:

$$\% \text{ Humedad Natural} = \frac{\text{Muestra húmeda} - \text{Muestra seca}}{\text{Muestra seca}} \times 100$$

Referencia Muestra	Peso Tara	Peso Tara+Muest. Húmeda	Peso Muestra Húmeda	Peso Tara+Muest. Seca	Peso Muestra Seca	% Humedad Natural
E5 / M2	91.1	337.3	246.2	1º	241.7	1.86
				2º 332.8		
				3º		
E5 / M2	83.5	264.8	181.3	1º	177.8	1.97
				2º 261.3		
				3º		
E5 / M2	87.8	209.3	121.5	1º	118.3	2.70
				2º 206.1		
				3º		
E6 / M3	85.5	296.1	210.6	1º	194.5	8.28
				2º 280.0		
				3º		
E6 / M3	97.2	293.8	196.6	1º	185.2	6.15
				2º 282.4		
				3º		
E6 / M3	93.0	241.4	148.8	1º	136.2	8.96
				2º 229.2		
				3º		
E7 / M4	71.4	154.4	83.0	1º	71.1	16.74
				2º 142.5		
				3º		
E7 / M4	79.0	157.4	78.4	1º	69.3	13.13
				2º 148.3		
				3º		
E7 / M4	97.5	208.3	110.8	1º	95.4	16.14
				2º 192.9		
				3º		
				1º		
				2º		
				3º		
				1º		
				2º		
				3º		
				1º		
				2º		
				3º		

PESO ESPECIFICO

(Pícnómetro Beckman) (B)
 Laboratorio de Geología
 Escuela de Minas - Oviedo

Referencia:

Fecha:

Operador:

MUESTRA Nº	Peso del portamuestras	Peso del porta- muestra + muestra	Peso de la muestra	Lectura final	Lectura real	$P_e = \frac{P_m}{V}$
	t (grs)	ts (grs)	$P_m = ts - t$	V_f (c.c.)	$V = V_f - V_o$ (c.c.)	
E5 / M2	102.6	140.8	38.2	9.180	14.056	2.718
E6 / M3	102.6	139.0	36.4	8.195	13.041	2.791
E7 / M4	102.6	134.2	31.6	5.835	10.711	2.950
Determinación del "Cero"				$V_o(a) = -4.95$ $V_o(b) = -4.74$ $V_o(c) = -4.95$	$V_o = \frac{V_o(a) + V_o(b) + V_o(c)}{3} = -4.87$	

LIMITE LIQUIDO (L.L)

Nº DE GOLPES		34	34			
REFERENCIA CÁPSULA (Nº)		J	V			
PESOS (GRS)	CÁPSULA DE VIDRIO	25.63	25.81			
	CÁPSULA DE VIDRIO + MUESTRA HÚMEDA	30.52	30.79			
	MUESTRA HUMEDA	4.89	4.89			
	CÁPSULA DE VIDRIO + MUESTRA SECA	29.28	29.52			
	MUESTRA SECA	3.65	3.71			
	HUMEDAD (%)	33.97	34.23			

LIMITE PLASTICO (L.P)

REFERENCIA PESAFILTROS (Nº)		A	B	
PESOS (GRS)	PESAFILTROS	25.30	26.00	
	PESAFILTROS + MUESTRA HÚMEDA	30.48	31.27	
	MUESTRA HÚMEDA	5.18	5.27	
	PESAFILTROS + MUESTRA SECA	29.52	30.31	
	MUESTRA SECA	4.22	4.31	
	HUMEDAD (%)	22.75	22.27	

L.L. = 36

L.P. = 23

INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.) = L.L. - L.P. = 13

OBSERVACIONES:

GRANULOMETRIA (II)

Laboratorio de Geología
Escuela de Minas - Oviedo

Referencia:

E5 / M 2

Fecha:

Operador:

TAMIZADO DE LA FRACCIÓN MAYOR DE 2 mm.						Peso de la muestra = 5993 gr.
A STM n ²	Luz de malla mm.	Tara	Tara + muestra	Peso retenido grs.	Peso que pasa	% que pasa
4"	101,6					
1 1/2"	38,1			347	5504	94.07
3/4"	19,1	331	1006	675	4829	82.53
3/8"	9,52	331	805	474	4355	74.43
4	4,76	331	733	402	3953	67.56
—	2,00	438	718	280	3673	62.77 = W %

TAMIZADO DE LA FRACCIÓN MENOR DE 2mm.						Peso de la muestra =
Húmedad higroscópica			Peso de la muestra			
Peso muestra secada al aire (A) = grs.			Peso muestra secada al aire (B) = grs.			
Peso muestra secada en estufa (S) = grs.			Peso muestra secada en estufa (W = FH x B) = grs.			
FACTOR FH = $\frac{S}{A}$ =			FACTOR F = $\frac{W\%}{W}$ =			
DIN 1174 n ²	Luz de malla mm.	Tara	Tara + muestra	Peso retenido grs.	Peso que pasa	% que pasa
5	1,20	529	625	96	3577	61.13
10	0,60	404	656	252	3325	56.83
16	0,385	405	757	352	2973	50.81
24	0,25	404	1251	847	2126	36.33
40	0,15	406	1897	1491	635	10.85
60	0,10	392	873	481	154	2.63
80	0,075	412	495	83	71	1.21
100	0,060	390	431	41	30	0.51
110E	0,050	395	425	30	0	0.00

% que pasa = Factor F x Peso que pasa

'ANÁLISIS HIDROMÉTRICO								
Hidrómetro n ² = Agente dispersante Tiempo dispersión:								
Cilindro sedimentación n ² Volumen empleado: Hora								
Tiempo T	Lectura bruta	T ₂ °C	Corrección compuesta	Lectura corregida R	K	Profundidad efectiva L	Diámetro mm D	% que pasa P
1 min.								
2 min.								
5 min.								
30 min.								
60 min.								
4h.10min.								
24h.								

D = K √L/T

P = R x o x F

F = ; o = ; Pe =

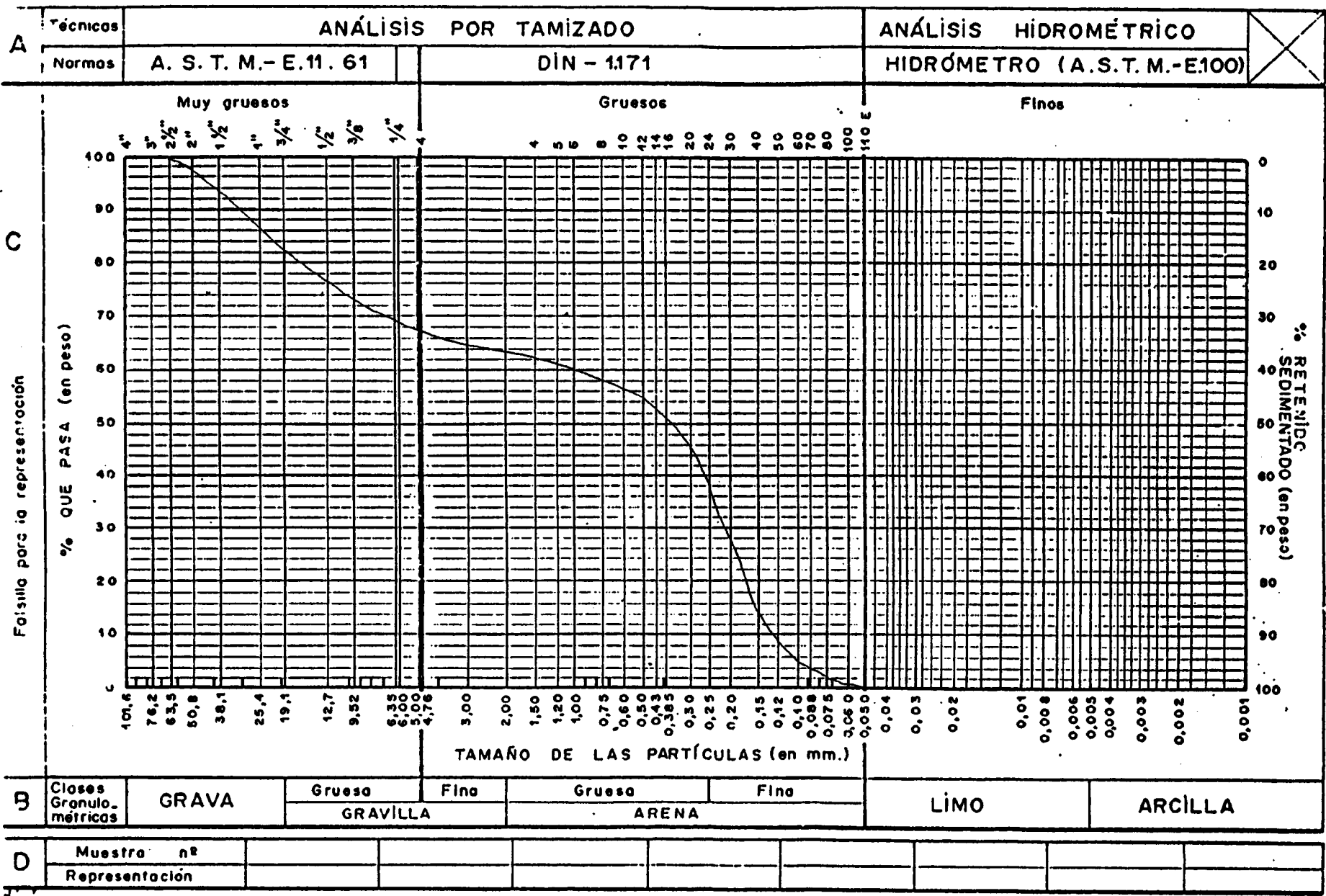
CURVA GRANULOMÉTRICA

Referencia:

ES / M2

Fecha:

1125-15.



Folículo para la representación

GRANULOMETRIA (II)

Laboratorio de Geología
Escuela de Minas - Oviedo

Referencia:

E6 / M3

Fecha:

Operador:

TAMIZADO DE LA FRACCIÓN MAYOR DE 2 mm.						Peso de la muestra = 7550 gr
ASTM nº	Luz de malla mm.	Tara	Tara + muestra	Peso retenido grs.	Peso que pasa	% que pasa
4"	101,6					
1 1/2"	38,1	598	4060	3462	4044	53.56
3/4"	19,1	598	2124	1526	2518	33.35
3/8"	9,52	598	1101	503	2015	26.69
4	4,76	598	1035	437	1578	20.90
—	2,00	438	787	349	1229	16.28 W %

TAMIZADO DE LA FRACCIÓN MENOR DE 2 mm.						Peso de la muestra =
Humedad higroscópica			Peso de la muestra			
Peso muestra secada al aire (A) = grs.			Peso muestra secada al aire (B) = grs.			
Peso muestra secada en estufa (S) = grs.			Peso muestra secada en estufa (W = FHxB) = grs.			
FACTOR FH = $\frac{S}{A}$ =			FACTOR F = $\frac{W\%}{W}$ =			
DIN 1171 nº	Luz de malla mm.	Tara	Tara + muestra	Peso retenido grs.	Peso que pasa	% que pasa
5	1,20	533	722	189	1040	13.77
10	0,60	359	608	249	791	10.48
16	0,385	325	502	177	614	8.13
24	0,25	316	618	302	312	4.13
40	0,15	405	638	228	84	1.11
60	0,10	395	448	53	31	0.41
80	0,075	413	430	17	14	0.18
100	0,060	392	400	8	6	0.08
110E	0,050	395	401	6	0	0.00

% que pasa = Factor F x Peso que pasa

'ANÁLISIS HIDROMÉTRICO								
Hidrómetro nº = Agente dispersante Tiempo dispersión:								
Cilindro sedimentación nº Volumen empleado : Hora								
Tiempo T	Lectura bruta	Tº °C	Corrección compuesta	Lectura corregida R	K	Profundidad efectiva L	Diámetro mm D	% que pasa P
1 min.								
2 min.								
5 min.								
30 min.								
60 min.								
4h.10min.								
24h.								
D = K $\sqrt{L/T}$			P = R x a x F			F =; c =; Pe =		

CURVA GRANULOMÉTRICA

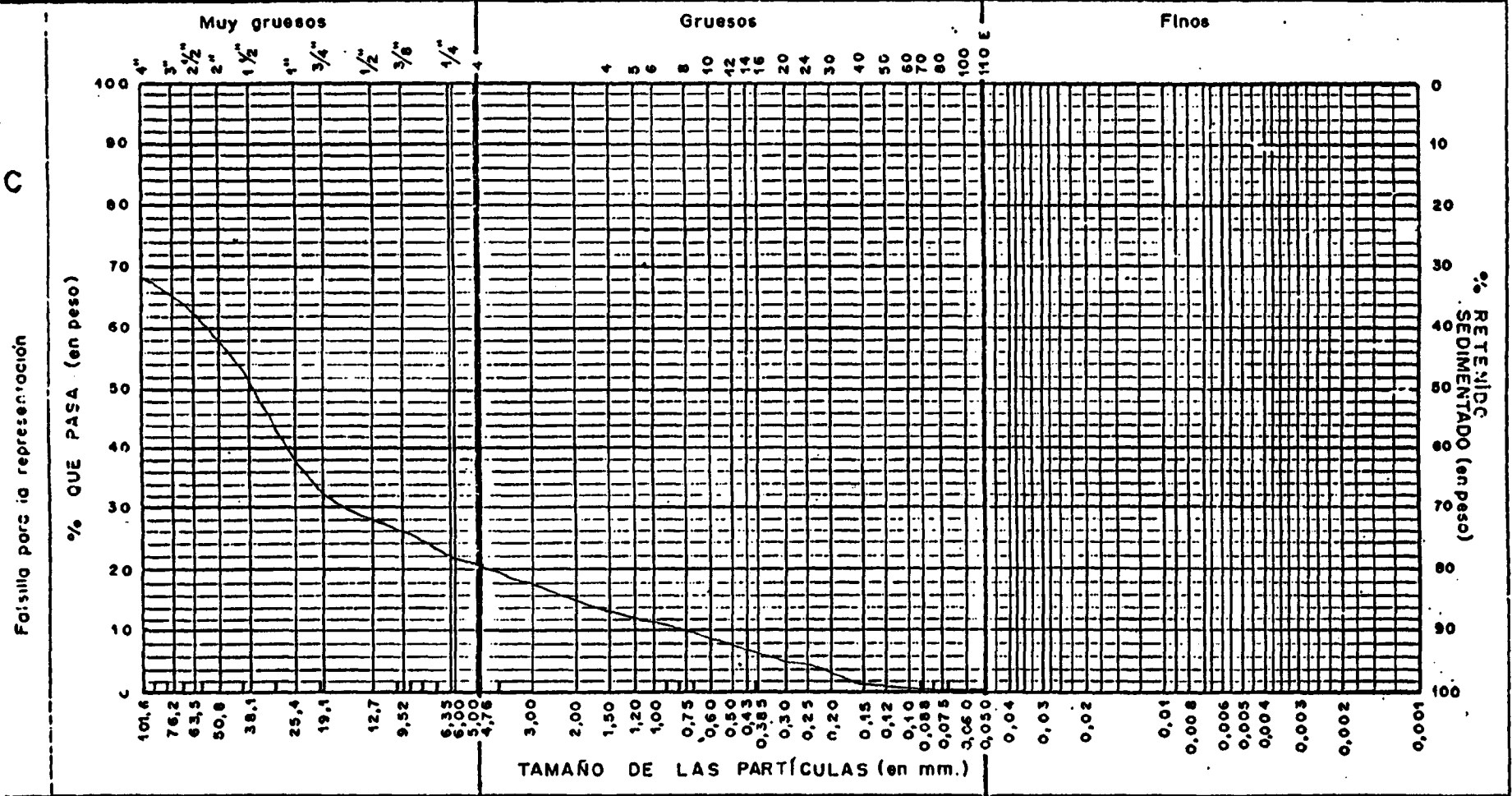
Referencia:

E6 / M3

Fecha:

1125-15.

A	Técnicos	ANÁLISIS POR TAMIZADO	ANÁLISIS HIDROMÉTRICO	<input checked="" type="checkbox"/>
	Normas	A. S. T. M.- E.11. 61	DIN - 1.171	



B	Clases Granulo-métricas	GRAVA	Gruesa	Fino	Gruesa	Fino	LÍMO	ARCILLA
			GRAVILLA		ARENA			

D	Muestra nº						
	Representación						

Fórmula para la representación

C

% QUE PASA (en peso)

% RETENIDO SEDIMENTADO (en peso)

GRANULOMETRIA (II)

Laboratorio de Geología
Escuela de Minas - Oviedo

Referencia:

E7 / M4

Fecha:

Operador:

TAMIZADO DE LA FRACCIÓN MAYOR DE 2 mm.						Peso de la muestra = 2245 gr
ASTM n°	Luz de malla mm.	Tara	Tara + muestra	Peso retenida grs.	Peso que pasa	% que pasa
4"	101,6					
1 1/2"	38,1			59	2186	97.37
3/4"	19,1			112	2074	92.38
3/8"	9,52			92	1982	88.28
4	4,76	630	951	321	1661	73.97
—	2,00	630	1089	459	1202	53.54 = W %

TAMIZADO DE LA FRACCIÓN MENOR DE 2mm.						Peso de la muestra =
Humedad higroscópica			Peso de la muestra			
Peso muestra secada al aire (A) = grs.			Peso muestra secada al aire (B) = grs.			
Peso muestra secada en estufa (S) = grs.			Peso muestra secada en estufa (W = FHxB) = grs.			
FACTOR FH = $\frac{S}{A}$ =			FACTOR F = $\frac{W\%}{W}$ =			
DIN 1171 n°	Luz de malla mm.	Tara	Tara + muestra	Peso retenido grs.	Peso que pasa	% que pasa
5	1,20	196	423	227	975	43.43
10	0,60	359	601	242	733	32.65
16	0,385	324	440	116	617	27.48
24	0,25	316	448	132	485	21.60
40	0,15	404	587	183	302	13.45
60	0,10	394	472	78	224	9.98
80	0,075	412	487	75	149	6.64
100	0,060	390	427	27	122	5.43
110E	0,050	395	413	18	104	4.63

ANÁLISIS HIDROMÉTRICO								
Hidrómetro n° = Agente dispersante Tiempo dispersión:								
Cilindro sedimentación n° Volumen empleado: Hora								
Tiempo T	Lectura bruta	Tg °C	Corrección compuesta	Lectura corregida R	K	Profundidad efectiva L	Diámetro mm D	% que pasa P
1 min.								
2 min.								
5 min.								
30 min.								
60 min.								
4h.10min.								
24h.								
D = K $\sqrt{L/T}$			P = R x o x F			F = ; o = ; Pe =		

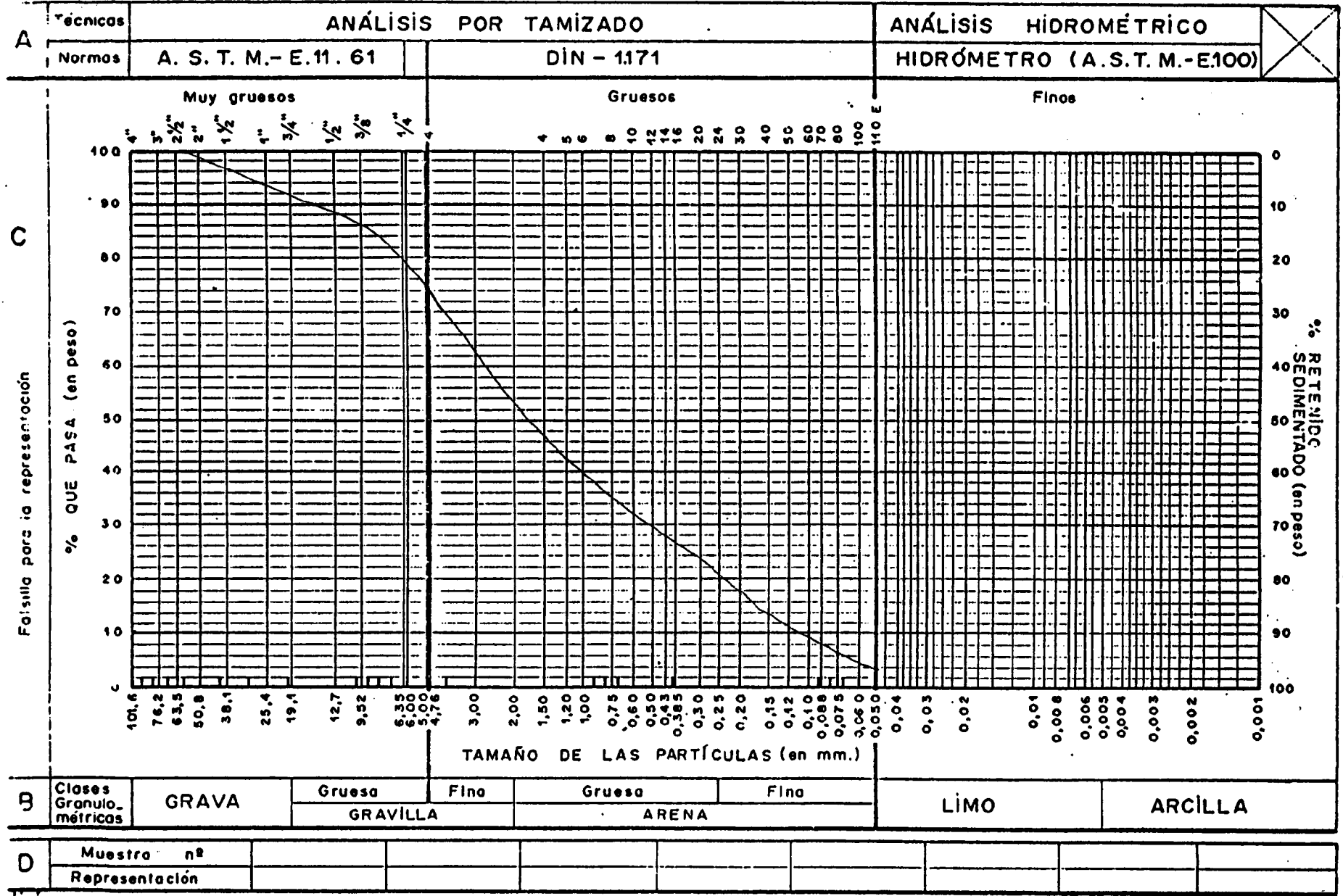
CURVA GRANULOMÉTRICA

Referencia:

E7 / M4

Fecha:

1125-15.



Folleto para la representación

C

% QUE PASA (en peso)

% RETENIDO SEDIMENTADO (en peso)

ANEXO II :

ROCAS

Referencia:

CALIZA DE MONTAÑA

Muestra E11/M8 . Probeta nº 1

CARGA (c) Kg	ALTURA cm.	DIAMETRO MAXIMO (d)	OBSERVACIONES: Deformaciones, grietas y ruptura.
18500	7.21	4.34	La probeta presenta vetillas de calcita, la mayor parte de las cuales son oblicuas a la dirección de aplicación de la carga, formando un ángulo de aproximadamente, 45°
			La carga se aplica oblicua a la estratificación.
			La altura de la probeta no cumple la condición de ser el doble del diámetro; debido a la imposibilidad de tallar probetas de mayor tamaño, dada la fisuración que presenta el bloque muestra.

CARGA DE RUPTURA: (qu)

Carga(c) = 18500 Kg.

$$q_u = \frac{c}{\pi \left(\frac{d}{2}\right)^2} = 1249 \text{ Kp/cm}^2$$

ESQUEMA
DE
RUPTURA



Referencia:

CALIZA DE MONTAÑA

Muestra E11/MB . Probeta nº 2

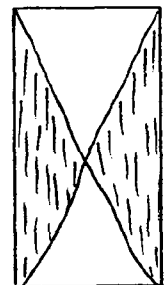
CARGA (c) Kg	ALTURA cm.	DIAMETRO MÁXIMO (d)	OBSERVACIONES: Deformaciones, grietas y ruptura.
15000	6.75	4.34	Probeta análoga a la nº 1.
			Presenta una pequeña geoda de 3x1.5 mm en un lateral.

CARGA DE RUPTURA: (qu)

Carga(c) = 15000 Kg.

$$q_u = \frac{c}{\pi \left(\frac{d}{2}\right)^2} = 1012 \text{ Kp/cm}^2$$

ESQUEMA
DE
RUPTURA



REFERENCIA:

CALIZA DE MONTAÑA

Muestra E11/M8. Probeta nº1.

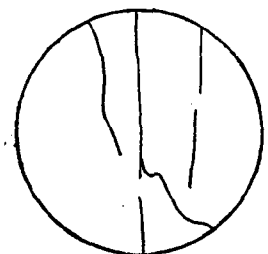
CARGA (F)Kg	ALTURA (h)cm.	DIAMETRO (d)cm.	OBSERVACIONES: (DEFORMACIONES, GRIETAS Y RUPTURA)
950	1.56	4.34	Probeta gris clara, con zonas blanquecino-amarillentas.
			Fisuras parcialmente rellenas de calcita de trazado obli-
			cuo a la orientación techo-muro. Aplicación de la carga
			paralela a las fisuras.
			Rotura coincidente con vetillas de calcita.

CARGA DE RUPTURA: (Z)

CARGA (F) = 950 Kg.

$$Z = \frac{2F}{\pi hd} = 89.4 \text{ Kp/cm}^2$$

ESQUEMA
DE
RUPTURA



Laboratorio de Geología
Escuela Superior de Minas-Oviedo

ENSAYO "BRASILEÑO"

REFERENCIA:

CALIZA DE MONTAÑA

Muestra E11/M8. Probeta nº 2

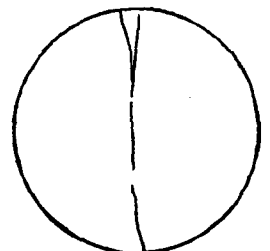
CARGA (F)Kg	ALTURA (h)cm.	DIAMETRO (d)cm.	OBSERVACIONES: (DEFORMACIONES, GRIETAS Y RUPTURA)
390	1.45	4.34	Probeta análoga a la anterior.
			Fisuras paralelas a la dirección techo-muro

CARGA DE RUPTURA: (Z)

CARGA (F) = 390 Kg.

$$Z = \frac{2F}{\pi hd} = 39.4 \text{ Kp/cm}^2$$

ESQUEMA
DE
RUPTURA



Laboratorio de Geología
Escuela Superior de Minas-Oviedo

ENSAYO "BRASILEÑO"

REFERENCIA:

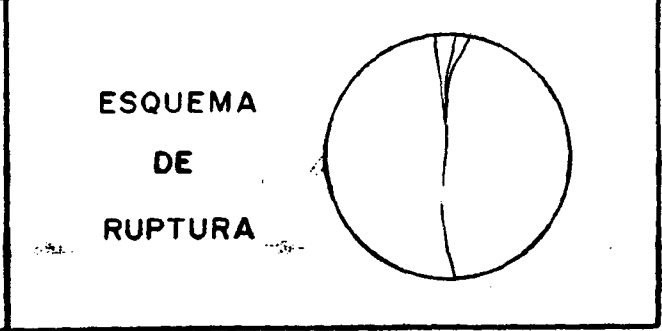
CALIZA DE MONTAÑA

Muestra E11/M8. Probeta nº3.

CARGA (F)Kg	ALTURA (h)cm.	DIAMETRO (d)cm.	OBSERVACIONES: (DEFORMACIONES, GRIETAS Y RUPTURA)
1175	1.51	4.34	Probeta similar a la anterior.

CARGA DE RUPTURA: (Z)
 CARGA (F) = 1175 Kg.

$$Z = \frac{2F}{\pi h d} = 114.0 \text{ Kp/cm}^2$$



Laboratorio de Geología
Escuela Superior de Minas-Oviedo

ENSAYO "BRASILEÑO"

REFERENCIA:

CALIZA DE MONTAÑA:

Muestra E11/M8. Probeta nº 4

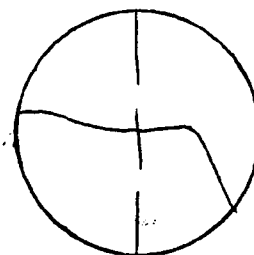
CARGA (F)Kg	ALTURA (h)cm.	DIAMETRO (d)cm.	OBSERVACIONES: (DEFORMACIONES, GRIETAS Y RUPTURA)
1110	1.51	4.34	Probeta similar a la anterior.

CARGA DE RUPTURA: (Z)

CARGA (F) = 1110 Kg.

$$Z = \frac{2F}{\pi hd} = 107.8 \text{ Kp/cm}^2$$

ESQUEMA
DE
RUPTURA



Laboratorio de Geología
Escuela Superior de Minas-Oviedo

ENSAYO "BRASILEÑO"

REFERENCIA:

CALIZA DE MONTAÑA.

Muestra E11/M8. Probeta nº5

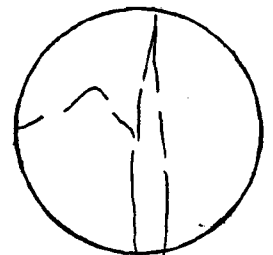
CARGA (F)Kg	ALTURA (h)cm.	DIAMETRO (d)cm.	OBSERVACIONES: (DEFORMACIONES, GRIETAS Y RUPTURA)
680	1.48	4.34	Probeta igual que las anteriores.

CARGA DE RUPTURA: (Z)

CARGA (F) = 680 Kg.

$$Z = \frac{2F}{\pi hd} = 67.2 \text{ Kp/cm}^2$$

**ESQUEMA
DE
RUPTURA**



REFERENCIA:

CALIZA DE MONTAÑA.

Muestra E11/M8 . Probeta nº6

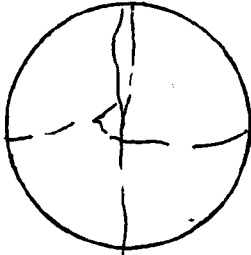
CARGA (F)Kg	ALTURA (h)cm.	DIAMETRO (d)cm.	OBSERVACIONES: (DEFORMACIONES, GRIETAS Y RUPTURA)
680	1.52	4.34	Análoga a las anteriores.
			Rotura coincidente con venillas de calcita.

CARGA DE RUPTURA: (Z)

CARGA (F) = 680 Kg.

$$Z = \frac{2F}{\pi h d} = 65.4 \text{ Kp/cm}^2$$

ESQUEMA
DE
RUPTURA



REFERENCIA:

CALIZA DE MONTAÑA.

Muestra E11/E8. Probeta nº7

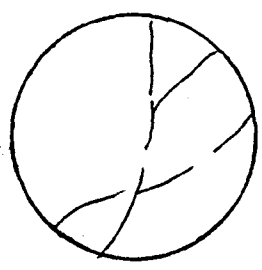
CARGA (F)Kg	ALTURA (h)cm.	DIAMETRO (d)cm.	OBSERVACIONES: (DEFORMACIONES, GRIETAS Y RUPTURA)
985	1.53	4.34	La probeta presenta una geoda de aproximadamente 4x3mm.
			Presenta una pequeña desconchadura en el borde de una
			de las bases.

CARGA DE RUPTURA: (Z)

CARGA (F) = 985 Kg.

$$Z = \frac{2F}{\pi hd} = 94.3 \text{ Kp/cm}^2$$

ESQUEMA
DE
RUPTURA



Laboratorio de Geología
Escuela Superior de Minas-Oviedo

ENSAYO "BRASILEÑO"

REFERENCIA:

CALIZA DE MONTAÑA

Muestra E11|M8 .Probeta nº 8

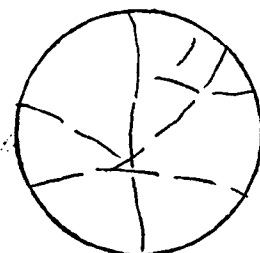
CARGA (F)Kg	ALTURA (h)cm.	DIAMETRO (d)cm.	OBSERVACIONES: (DEFORMACIONES, GRIETAS Y RUPTURA)
1030	1.53	4.34	La probeta presenta un desconchado en el borde de una de sus bases.

CARGA DE RUPTURA: (Z)

CARGA (F) = 1030 Kg.

$$Z = \frac{2F}{\pi h d} = 98.7 \text{ Kp/cm}^2$$

ESQUEMA
DE
RUPTURA



Laboratorio de Geología
Escuela Superior de Minas-Oviedo

ENSAYO "BRASILEÑO"

REFERENCIA:

CALIZA DE MONTAÑA.

Muestra E11/M8. Probeta nº9.

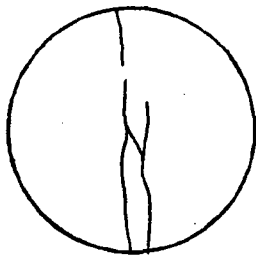
CARGA (F)Kg	ALTURA (h)cm.	DIAMETRO (d)cm.	OBSERVACIONES: (DEFORMACIONES, GRIETAS Y RUPTURA)
835	1.46	4.34	La probeta presenta un desconchado en el borde de una de sus bases.

CARGA DE RUPTURA: (Z)

CARGA(F)= 835 Kg.

$$Z = \frac{2F}{\pi hd} = 83.7 \text{ Kp/cm}^2$$

ESQUEMA
DE
RUPTURA



Laboratorio de Geología
Escuela Superior de Minas-Oviedo

ENSAYO "BRASILEÑO"

REFERENCIA:

CALIZA DE MONTAÑA.

Muestra E11/M8. Probeta nº 10.

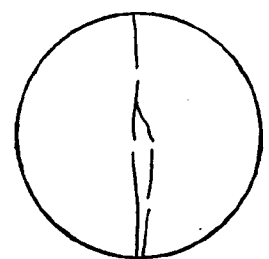
CARGA (F)Kg	ALTURA (h)cm.	DIAMETRO (d)cm.	OBSERVACIONES: (DEFORMACIONES, GRIETAS Y RUPTURA)
745	1.45	4.34	Está desconchada en los bordes, de forma análoga a las anteriores.

CARGA DE RUPTURA: (Z)

CARGA (F) = 745 Kg.

$$Z = \frac{2F}{\pi hd} = 75.3 \text{ Kp/cm}^2$$

ESQUEMA
DE
RUPTURA



Referencia:

CALIZA JURÁSICA.

Muestra E10/M7. Probeta nº 1

CARGA (c) Kg	ALTURA cm.	DIAMETRO MAXIMO (d)	OBSERVACIONES: Deformaciones, grietas y ruptura.
21600	8.69	4.34	La probeta presenta un bandeado de estratificación li-
			geramente oblicuo a las bases de la probeta. La direc-
			ción techo-muro es paralela a la aplicación de la carga.
			Existen abundantes vetillas de calcita recristalizada.
			En algunos casos su disposición es prácticamente perpen-
			dicular a la aplicación de la carga.

CARGA DE RUPTURA: (qu)

Carga(c) = 21600 Kg.

$$qu = \frac{c}{\pi \left(\frac{d}{2}\right)^2} = 1463 \text{ Kp/cm}^2$$

ESQUEMA

DE

RUPTURA



Referencia:

CALIZA JURÁSICA

Muestra E10/M7. Probeta nº2

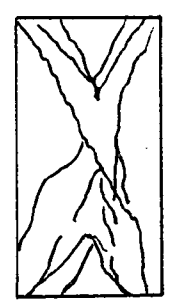
CARGA (c) Kg	ALTURA cm.	DIAMETRO MAXIMO (d)	OBSERVACIONES: Deformaciones, grietas y ruptura.
19000	8.70	4.34	Análoga a la anterior.
			Previamente a la rotura de la probeta, se generó una
			pequeña fisura coincidente con una vetilla de calcita.

CARGA DE RUPTURA: (qu)

Carga(c) = 19000 Kg.

$$q_u = \frac{c}{\pi \left(\frac{d}{2}\right)^2} = 1286 \text{ Kp/cm}^2$$

ESQUEMA
DE
RUPTURA



REFERENCIA:

CALIZA JURÁSICA

Muestra E10/M7. Probeta nº 1

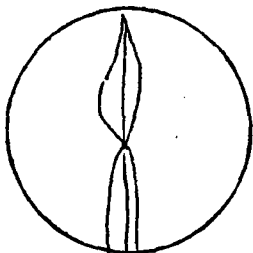
CARGA (F)Kg	ALTURA (h)cm.	DIAMETRO (d)cm.	OBSERVACIONES: (DEFORMACIONES, GRIETAS Y RUPTURA)
1320	1.38	4.33	Bandeado paralelo a la dirección de aplicación de la carga, y de trazado perpendicular a la dirección techo-muro. Presencia de vetillas más o menos perpendiculares al bandeado, y de estructuras estilolíticas.
			La aplicación de la carga ha sido paralela a la dirección de las vetillas.

CARGA DE RUPTURA: (Z)

CARGA (F) = 1320 Kg.

$$Z = \frac{2F}{\pi hd} = 140.7 \text{ Kp/cm}^2$$

ESQUEMA
DE
RUPTURA



REFERENCIA:

CALIZA JURÁSICA

Muestra E10/M7 .Probeta nº2

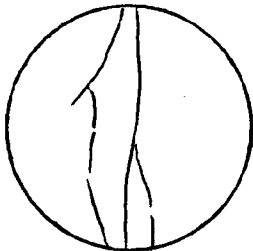
CARGA (F)Kg	ALTURA (h)cm.	DIAMETRO (d)cm.	OBSERVACIONES: (DEFORMACIONES, GRIETAS Y RUPTURA)
1005	1.67	4.34	Análoga a la probeta anterior pero sin presencia de estilolitos. La aplicación de la carga se hace perpendicular a las vetillas de calcita.

CARGA DE RUPTURA: (Z)

CARGA (F) = 1005 Kg.

$$Z = \frac{2F}{\pi hd} = 88.2 \text{ Kp/cm}^2$$

ESQUEMA DE RUPTURA



REFERENCIA:

CALIZA JURÁSICA.

Muestra.E10/M7. Probeta nº 3

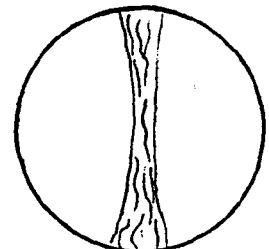
CARGA (F)Kg	ALTURA (h)cm.	DIAMETRO (d)cm.	OBSERVACIONES: (DEFORMACIONES, GRIETAS Y RUPTURA)
1410	1.37	4.34	Bandeado paralelo a las bases de la probeta. Dirección
			techo-muro perpendicular a las bases. Color rosáceo
			gris-rosáceo. Abundancia de fisuras rellenas de cal-
			cita, perpendiculares a la estratificación.
			La aplicación de carga es perpendicular a la dirección
			techo-muro. Carga perpendicular al trazado de la mayo-
			ria de las vetillas de calcita.

CARGA DE RUPTURA: (Z)---

CARGA (F) = 1410 Kg.

$$Z = \frac{2F}{\pi hd} = 150.8 \text{ Kp/cm}^2$$

ESQUEMA
DE
RUPTURA



REFERENCIA:

CALIZA JURÁSICA

Muestra E10/M7. Probeta nº4

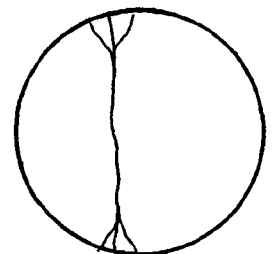
CARGA (F)Kg	ALTURA (h)cm.	DIAMETRO (d)cm.	OBSERVACIONES: (DEFORMACIONES, GRIETAS Y RUPTURA)
580	1.52	4.34	Probeta de tonos grisáceos y rosáceos con vetillas de calcita perpendiculares a la estratificación.
			Carga perpendicular a la dirección techo-muro y paralela a la mayoría de las vetillas de calcita.
			El trazado de la rotura ha sido coincidente con las propias vetillas de calcita.

CARGA DE RUPTURA: (Z)

CARGA (F) = 850 Kg.

$$Z = \frac{2F}{\pi hd} = 82.0 \text{ Kp/cm}^2$$

ESQUEMA DE RUPTURA



REFERENCIA:

CALIZA JURÁSICA

Muestra E10/M7. Probeta nº 5

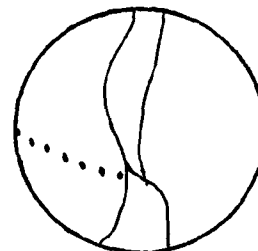
CARGA (F)Kg	ALTURA (h)cm.	DIAMETRO (d)cm.	OBSERVACIONES: (DEFORMACIONES, GRIETAS Y RUPTURA)
1080	1.42	4.35	Similar a las anteriores.
			La carga ha sido aplicada oblicua a la dirección de las vetillas de calcita.

CARGA DE RUPTURA: (Z)---

CARGA(F) = 1080 Kg.

$$Z = \frac{2F}{\pi hd} = 111.0 \text{Kp/cm}^2$$

ESQUEMA
DE
RUPTURA



REFERENCIA:

CALIZA JURÁSICA

Muestra E10/M7. Probeta nº6.

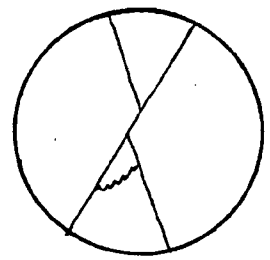
CARGA (F)Kg	ALTURA (h)cm.	DIAMETRO (d)cm.	OBSERVACIONES: (DEFORMACIONES, GRIETAS Y RUPTURA)
1080	1.52	4.34	Similar a las anteriores. Presenta una vetilla de calcita, aproximadamente de 1mm. de espesor. Aplicación de carga: oblicua a la vetilla.

CARGA DE RUPTURA: (Z)...

CARGA (F) = 1080 Kg.

$$Z = \frac{2F}{\pi hd} = 104.1 \text{Kp/cm}^2$$

ESQUEMA
DE
RUPTURA



Laboratorio de Geología
Escuela Superior de Minas-Oviedo

ENSAYO "BRASILEÑO"

REFERENCIA:

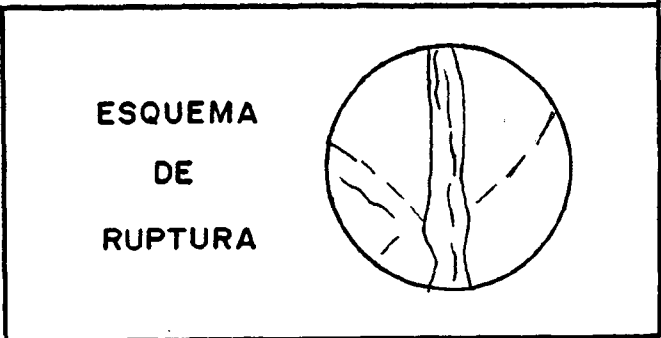
CALIZA JURÁSICA

Muestra E10/M7. Probeta nº7

CARGA (F)Kg	ALTURA (h)cm.	DIAMETRO (d)cm.	OBSERVACIONES: (DEFORMACIONES, GRIETAS Y RUPTURA)
675	1.56	4.34	Similar a las anteriores.

CARGA DE RUPTURA: (Z) ---
 CARGA (F) = 675 Kg.

$$Z = \frac{2F}{\pi hd} = 63.6 \text{ Kp/cm}^2$$



Laboratorio de Geología
Escuela Superior de Minas-Oviedo

ENSAYO "BRASILEÑO"

REFERENCIA:

CALIZA JURÁSICA

Muestra E10/M7. Probeta nº8.

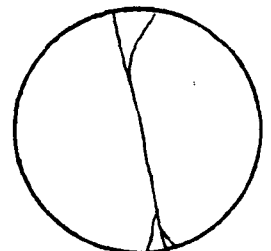
CARGA (F)Kg	ALTURA (h)cm.	DIAMETRO (d)cm.	OBSERVACIONES: (DEFORMACIONES, GRIETAS Y RUPTURA)
485	1.48	4.34	<p>Similar a las anteriores. Presencia de una importante vetilla de calcita recristalizada de notable espesor. Aplicación de la carga paralela a la vetilla. La rotura ha sido coincidente con el trazado de la propia veta de calcita.</p>

CARGA DE RUPTURA: (Z)

CARGA (F) = 485 Kg.

$$Z = \frac{2F}{\pi hd} = 48.0 \text{ Kp/cm}^2$$

ESQUEMA
DE
RUPTURA



REFERENCIA:

CALIZA JURÁSICA

Muestra E10/M7 .Probeta nº9

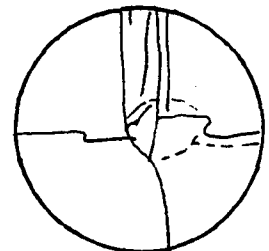
CARGA (F)Kg	ALTURA (h)cm.	DIAMETRO (d)cm.	OBSERVACIONES: (DEFORMACIONES, GRIETAS Y RUPTURA)
555	1.32	4.34	Similar a las anteriores. Aplicación de la carga perpendicular a una importante vetilla que atraviesa la probeta.
			Presencia de formas análogas a una geoda tapizada de material recristalizado.

CARGA DE RUPTURA: (Z)

CARGA (F) = 555 Kg.

$$Z = \frac{2F}{\pi hd} = 61.7 \text{ Kp/cm}^2$$

ESQUEMA
DE
RUPTURA



Laboratorio de Geología
 Escuela Superior de Minas-Oviedo

ENSAYO "BRASILEÑO"

REFERENCIA:

CALIZA JURÁSICA

Muestra E10/M7. Probeta nº 10

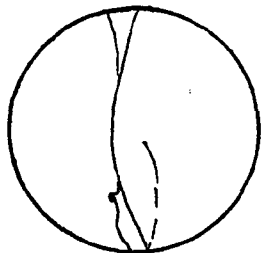
CARGA (F)Kg	ALTURA (h)cm.	DIAMETRO (d)cm.	OBSERVACIONES: (DEFORMACIONES, GRIETAS Y RUPTURA)
835	1.51	4.34	Similar a las anteriores.

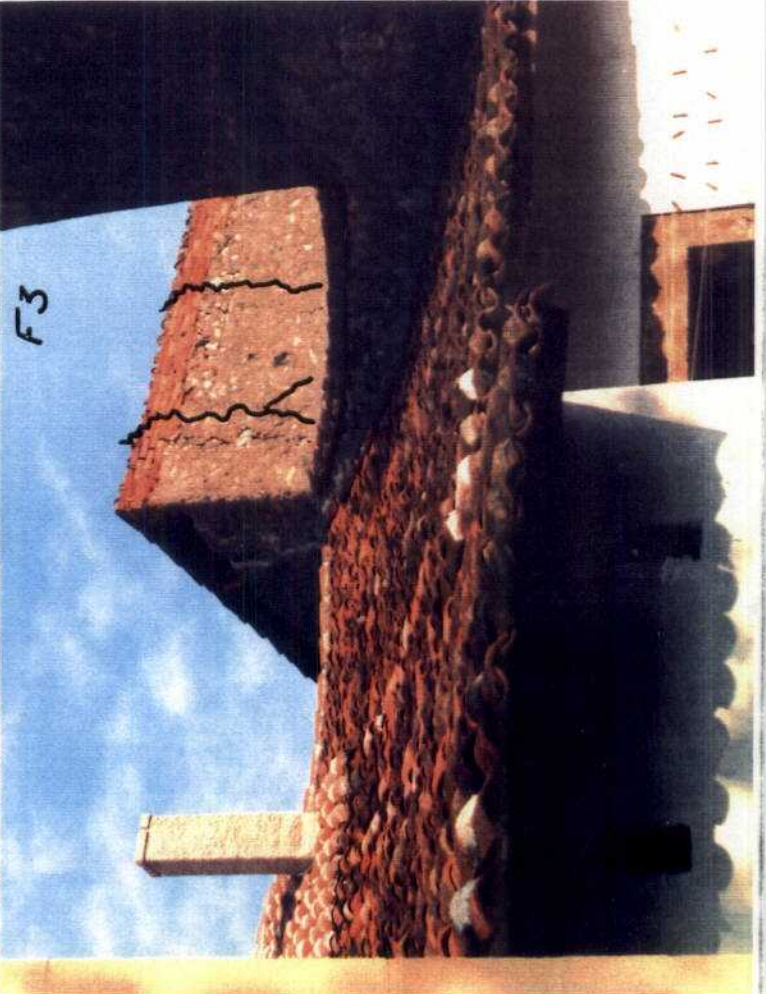
CARGA DE RUPTURA: (Z)---

CARGA (F) = 835 Kg.

$$Z = \frac{2F}{\pi hd} = 81.0 \text{ Kp/cm}^2$$

ESQUEMA
 DE
 RUPTURA





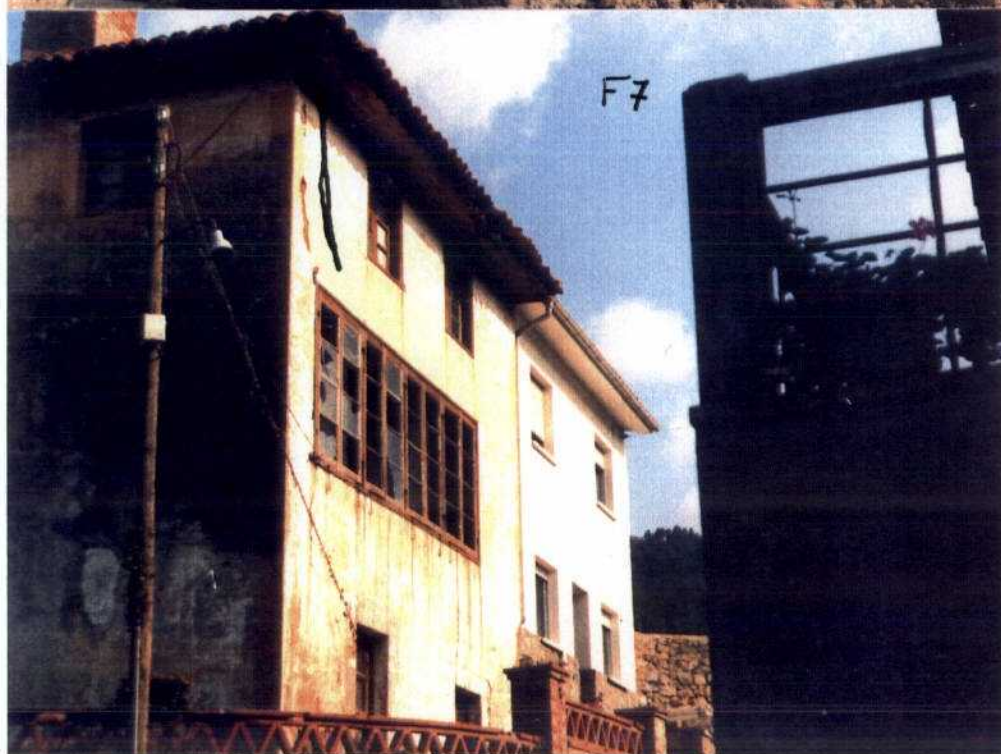






FOTO 13



FOTO 14

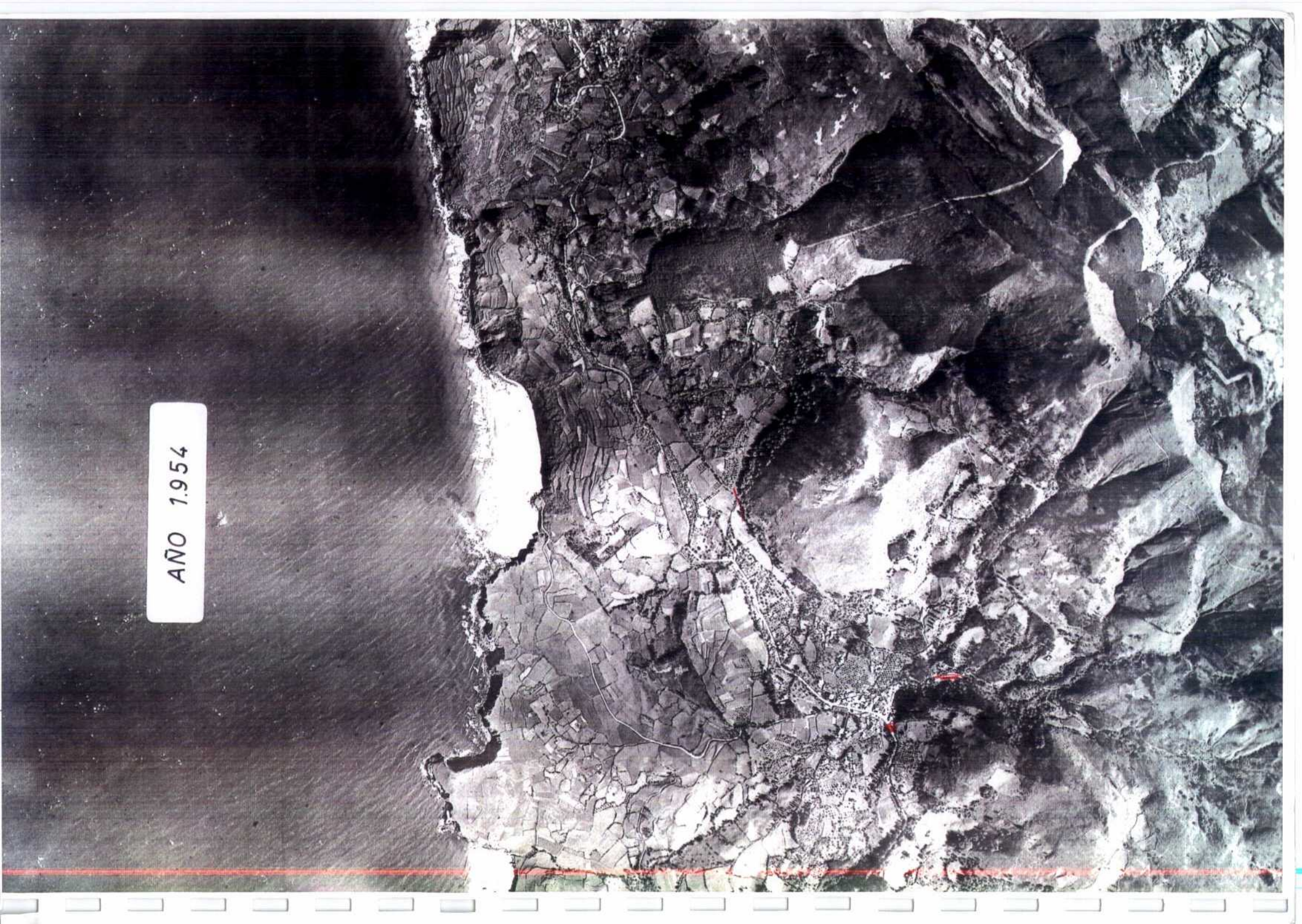


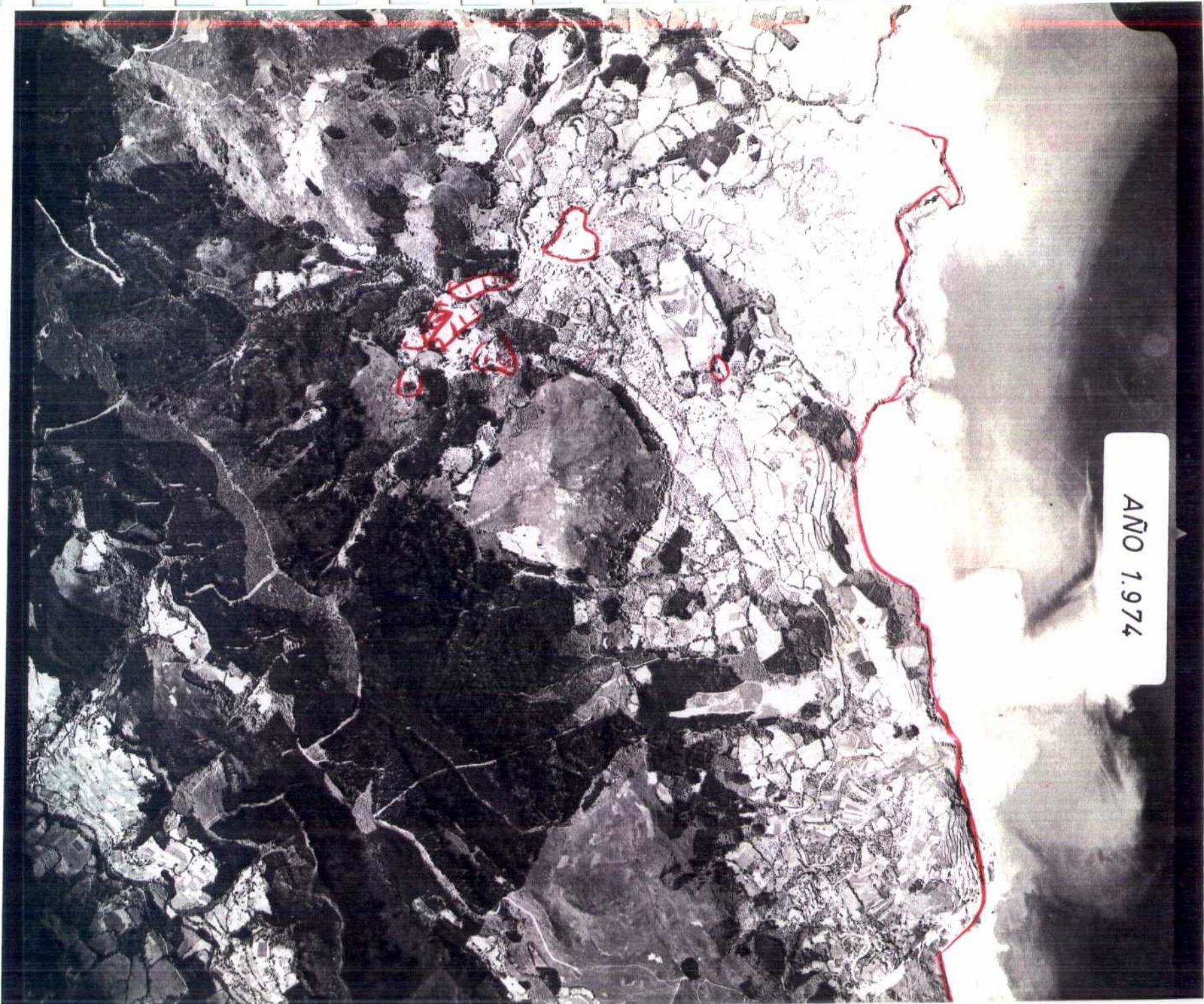
FOTO 15



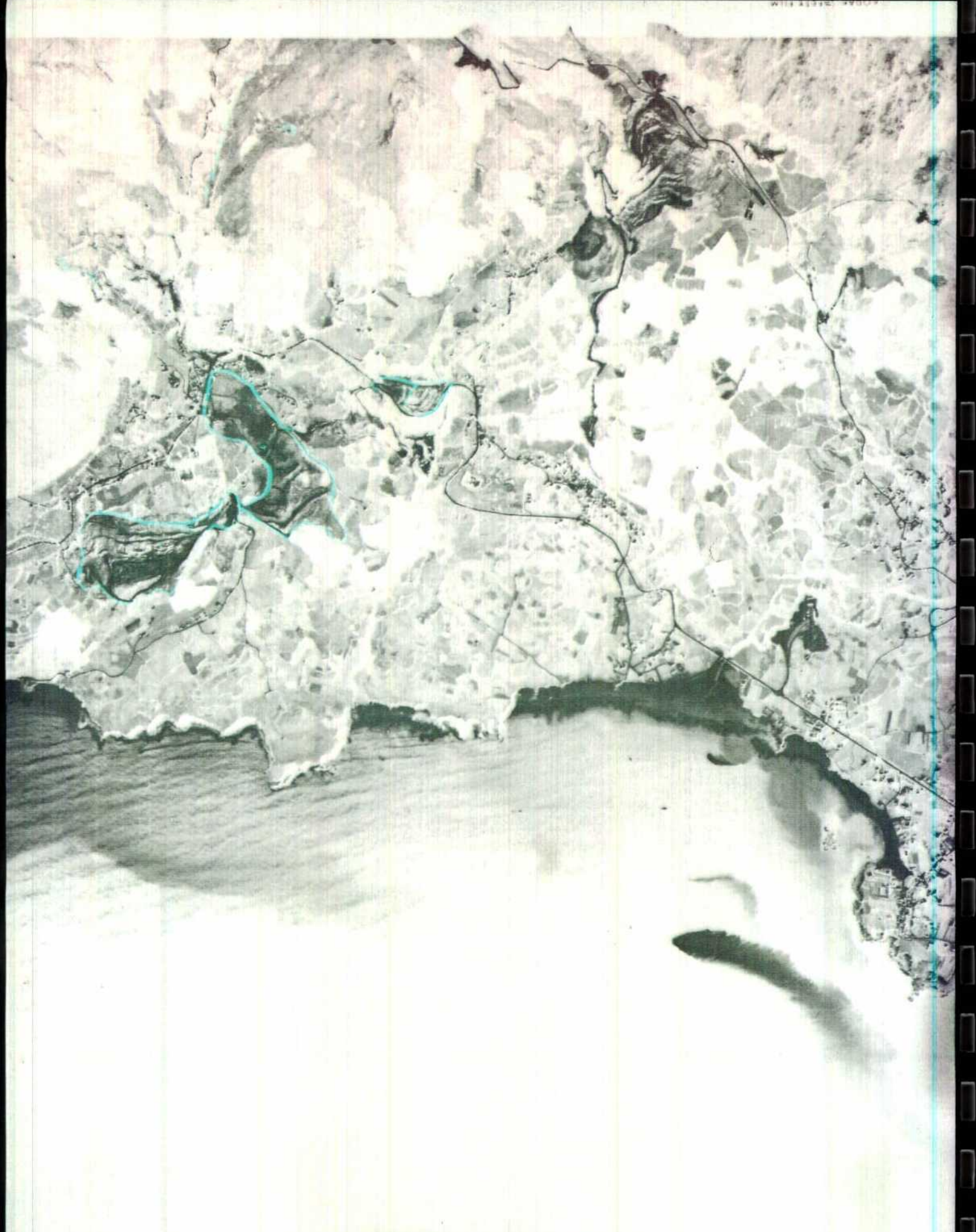
FOTO 16

AÑO 1.954

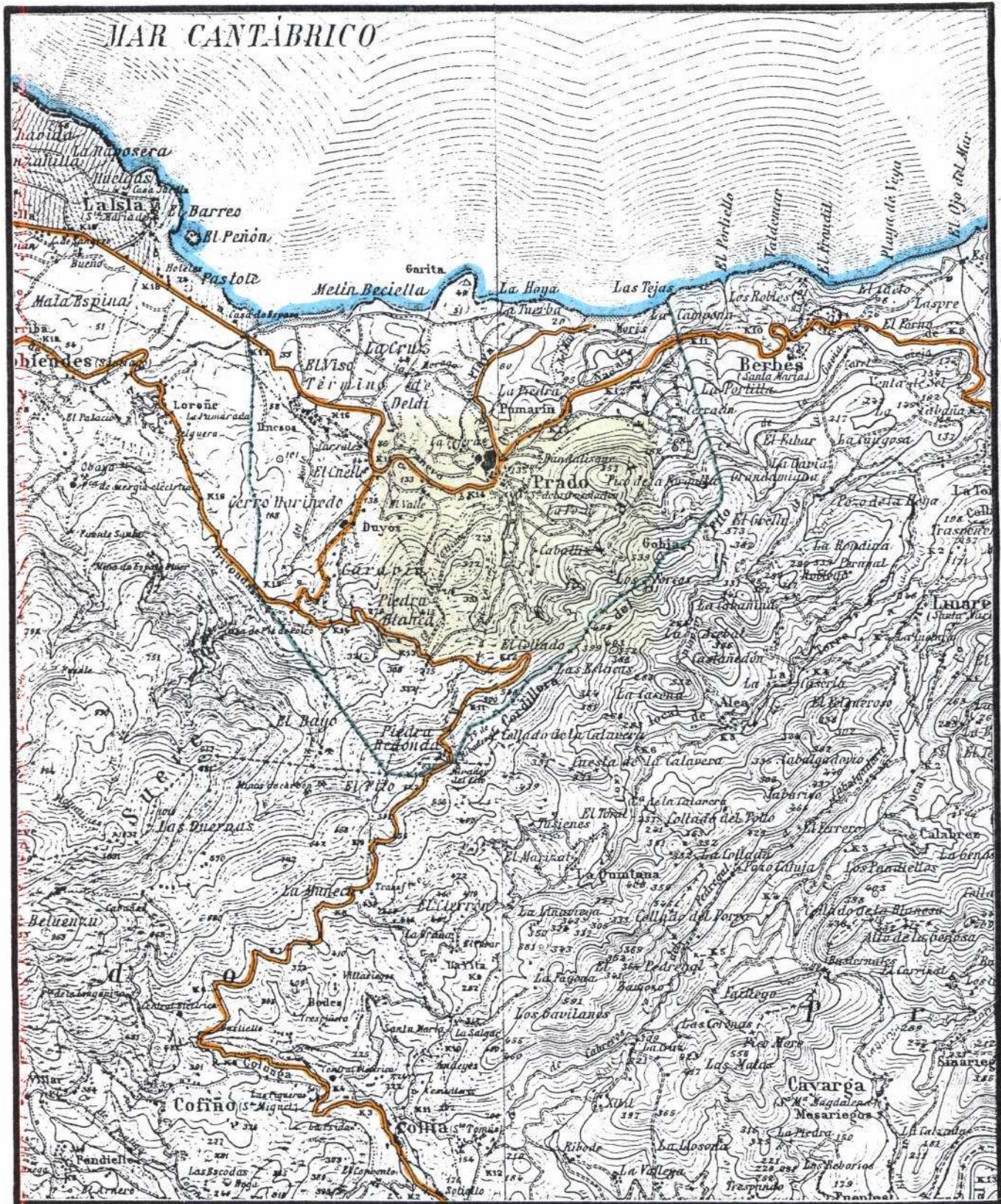




AÑO 1.974

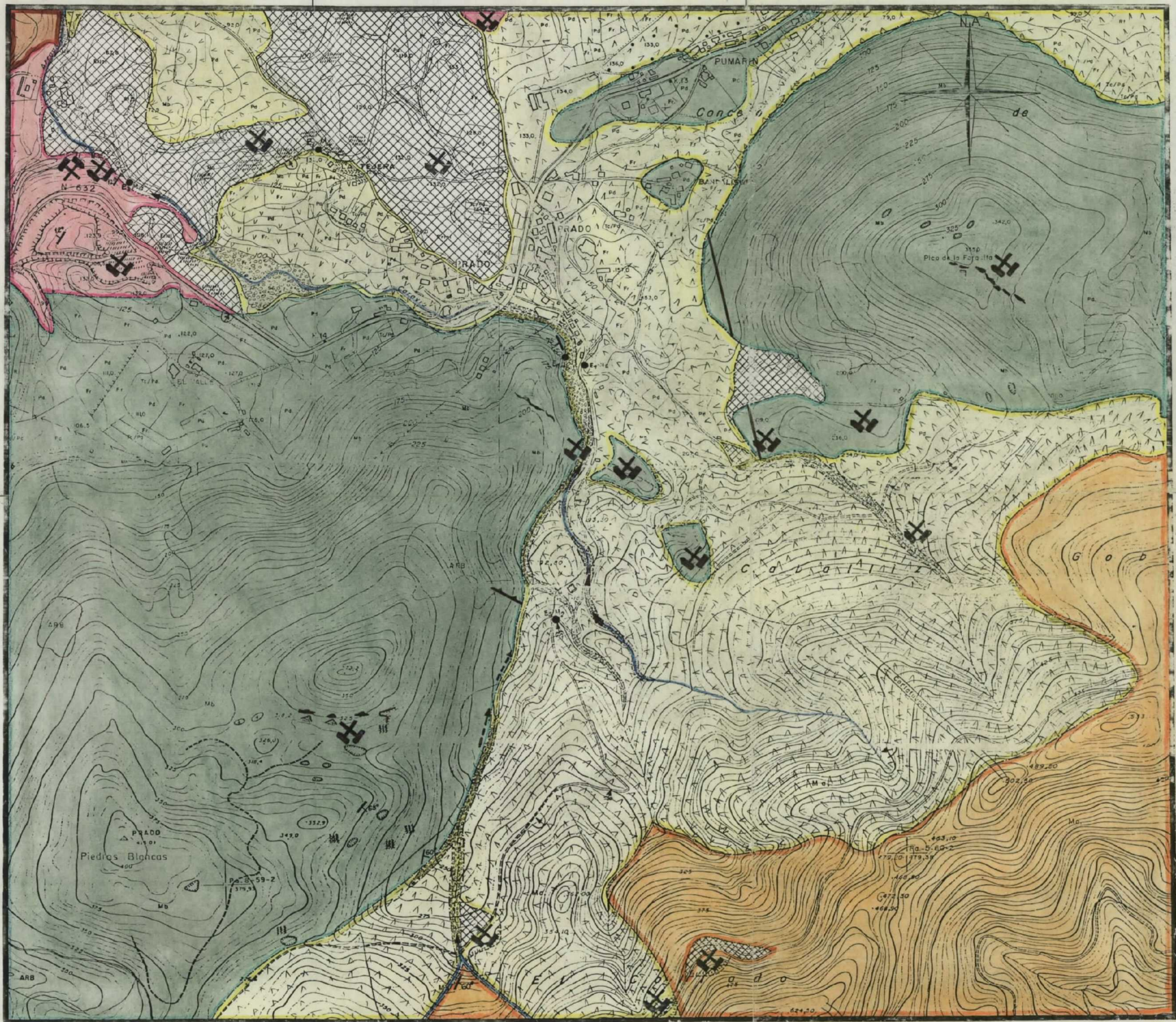


ANO 1985



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

PROYECTO ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS POR HUNDIMIENTOS EN CARAVIA LA ALTA (ASTURIAS)					CLAVE
SITUACIÓN					PLANO N.º 1
DIBUJADO	FECHA Enero 1990	COMPROBADO	AUTOR	ESCALA 1:50.000	CONSULTOR



LEYENDAS Y SIGNOS CONVENCIONALES

- ELUVIONES
- COLUVIONES
- ALUVIONES
- JURASICO - Caliza tableada
- TRIASICO - Brechas, niveles dolomíticos, marcos
- CALIZA DE MONTAÑA
- CALIZA GRIDITE
- PIZARRAS DEL SUEVE
- CUARCITA ARMORICANA

- ESCOMBRENAS
- BASUREROS
- AMBITO EROSION FLUVIAL
- CURSOS DE AGUA
- BROTES DE AGUA
- SUMIDORES DE AGUA
- MINAS O CANTERAS EN ACTIVO
- MINAS O CANTERAS ABANDONADAS
- COLINAS

- DESLIZAMIENTOS
- DIRECCION E INCLINACION ESTRATOS
- LAPAZ
- CREEP
- EXPLOTACION A CIELO ABIERTO
- GRIETAS Y HUNDIMIENTOS
- FALLA CON LABIO HUNDIDO
- ESTACIONES DE MUESTREO

Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

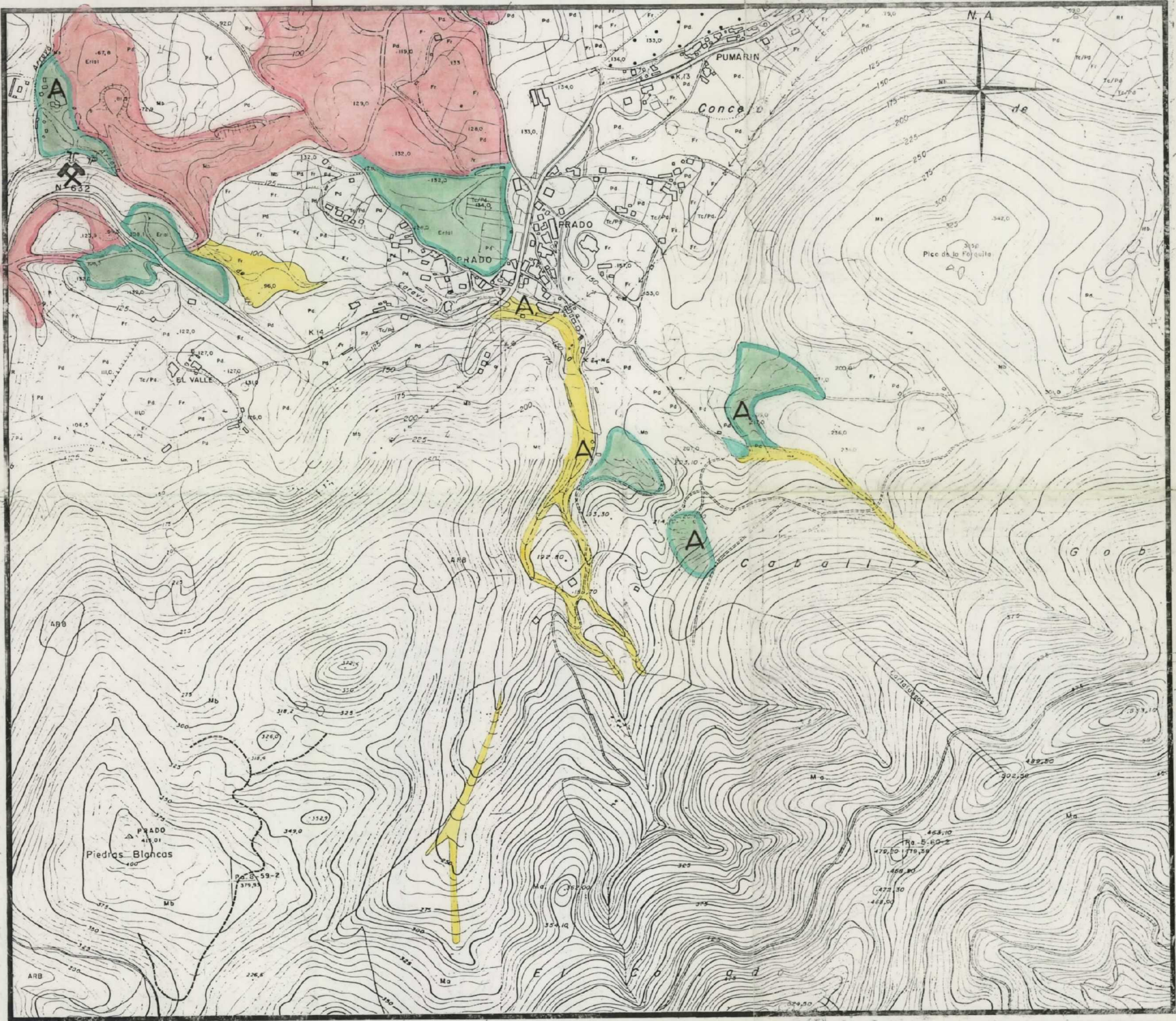
PROYECTO **ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS POR HUNDIMIENTOS EN CARAVIA LA ALTA (ASTURIAS)**

CLAVE


PLANO GEOMORFOLÓGICO

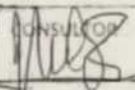
PLANO N.º **2**

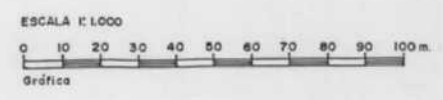
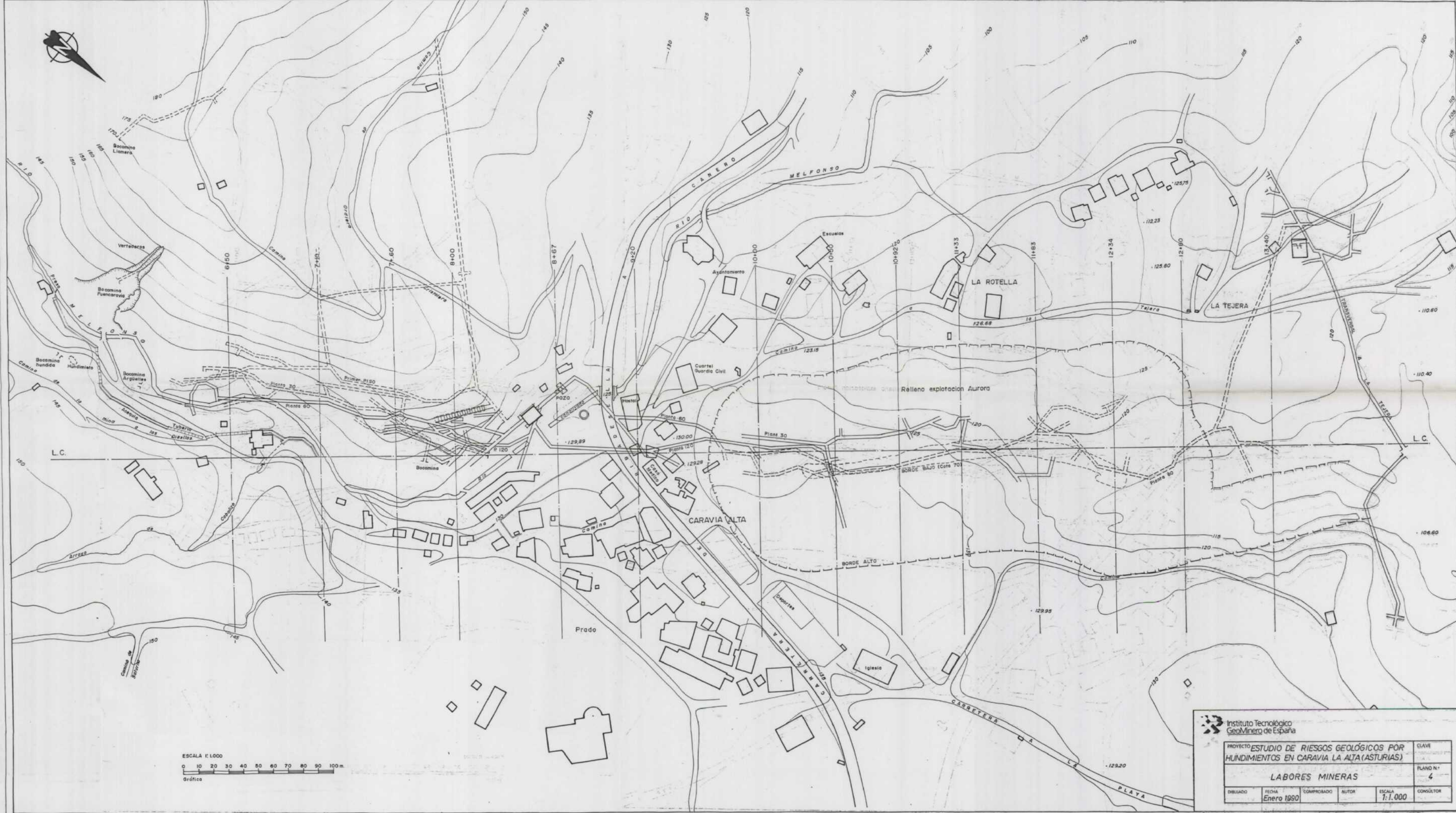
DIBUJADO	FECHA	COMPROBADO	AUTOR	ESCALA
	Enero 1990			1:5.000



- LEYENDAS**
- A INICIADAS ANTES DE 1.954
 - EVOLUCION 1.954 / 1.974
 - EVOLUCION 1.974 / 1.985-1.989
 - RIADA 1.974 / 1.985 (ALUVIONES)


 Instituto Tecnológico
 GeoMinero de España

PROYECTO ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS POR HUNDIMIENTOS EN CARAVIA LA ALTA (ASTURIAS)			CLAVE
EVOLUCIÓN DE MOVIMIENTOS DE TIERRAS			PLANO N.º 3
DIBUJADO	FECHA Enero 1990	COMPROBADO	AUTOR
		ESCALA 1:5.000	



		INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMÍNERO DE ESPAÑA	
PROYECTO ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS POR HUNDIMIENTOS EN CARAVIA LA ALTA (ASTURIAS)			
LABORES MINERAS			
DIBUJADO	FECHA	COMPROBADO	AUTOR
	Enero 1980		
ESCALA 1:1.000		CONJUNTO 4	

PLANO DE LABORES (Zona Caravia)

(diverso tipo) 280314

SECCION LONGITUDINAL L. C.
ESCALA 1:1000

SECCION LONGITUDINAL L. C.
ESCALA 1:1000

Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

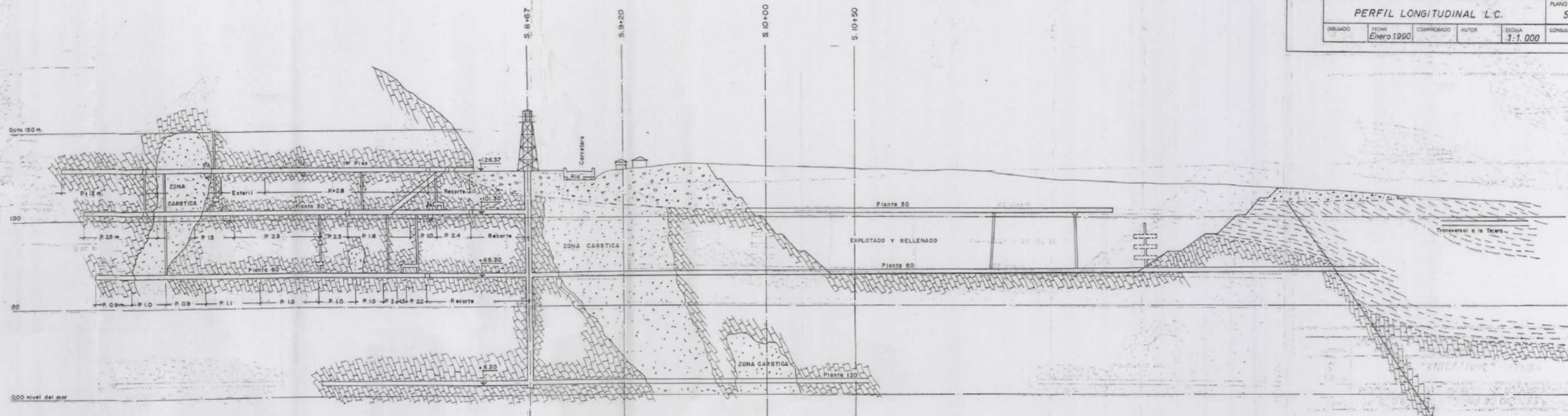
PROYECTO ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS POR
HUNDIMIENTOS EN CARAVIA LA ALTA (ASTURIAS)

CLAVE

PERFIL LONGITUDINAL L. C.

PLANO N.º
5

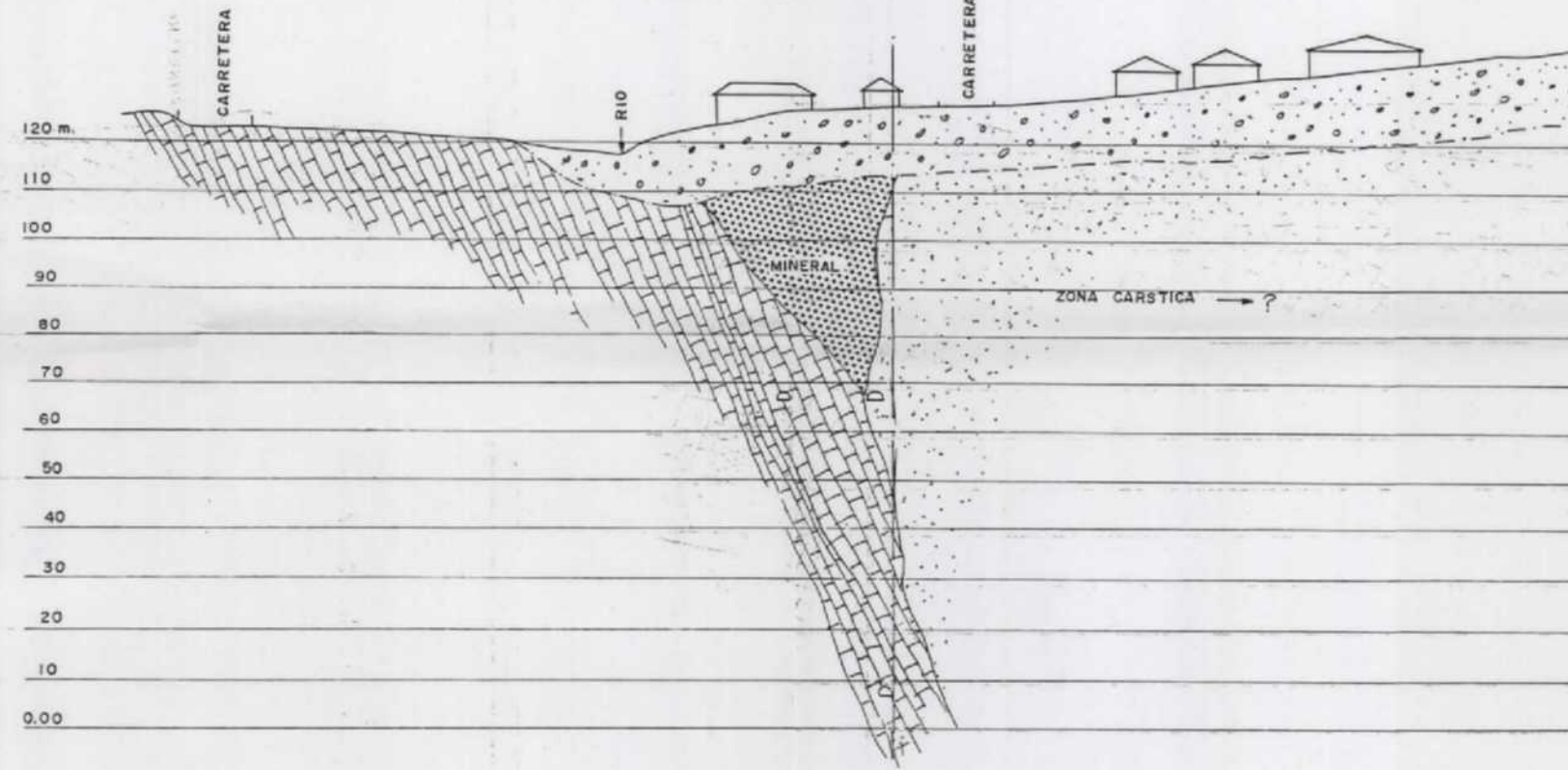
DIBUJADO	FECHA Enero 1990	COMPROBADO	AUTOR	ESCALA 1:1.000	CONSULTOR
----------	---------------------	------------	-------	-------------------	-----------



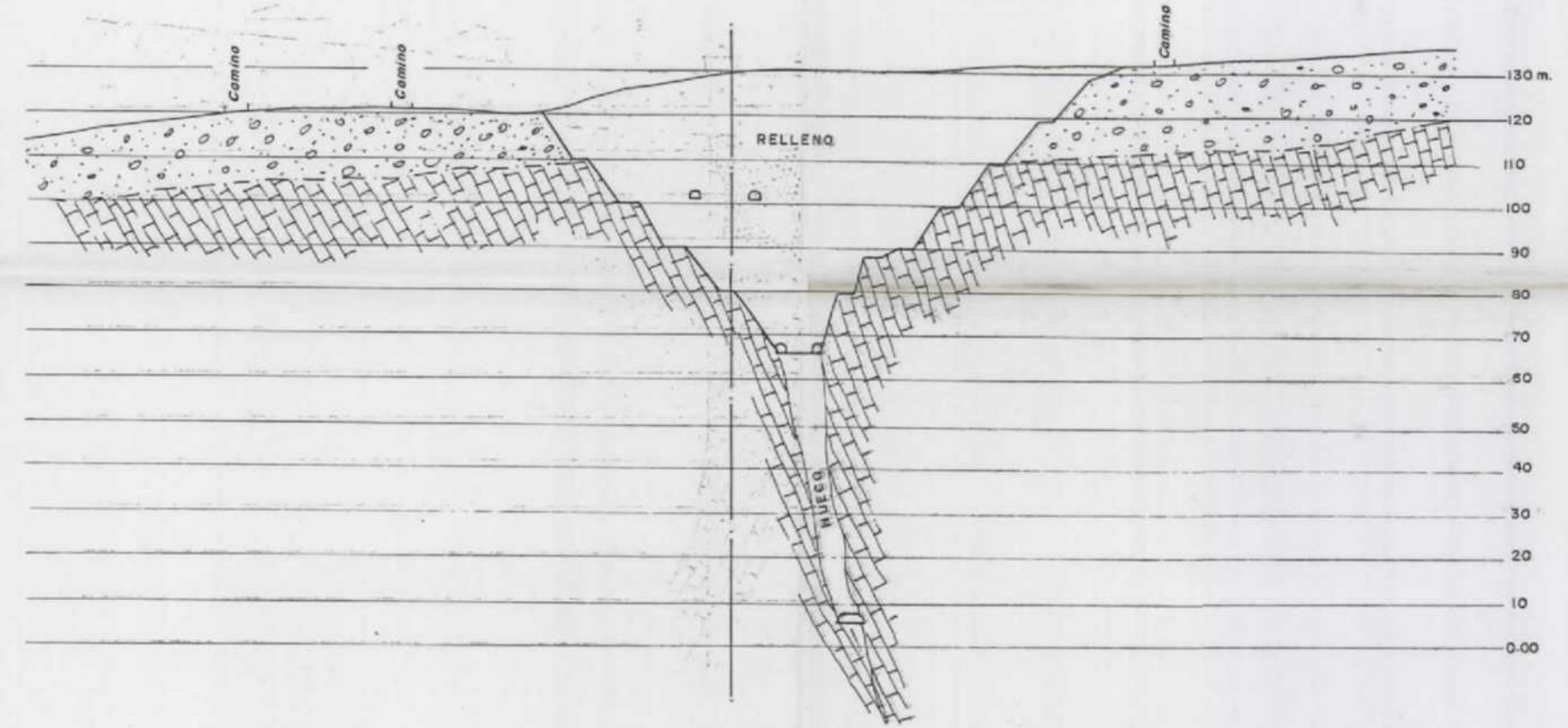
SECCIONES TRANSVERSALES

ESCALA: 1:1.000

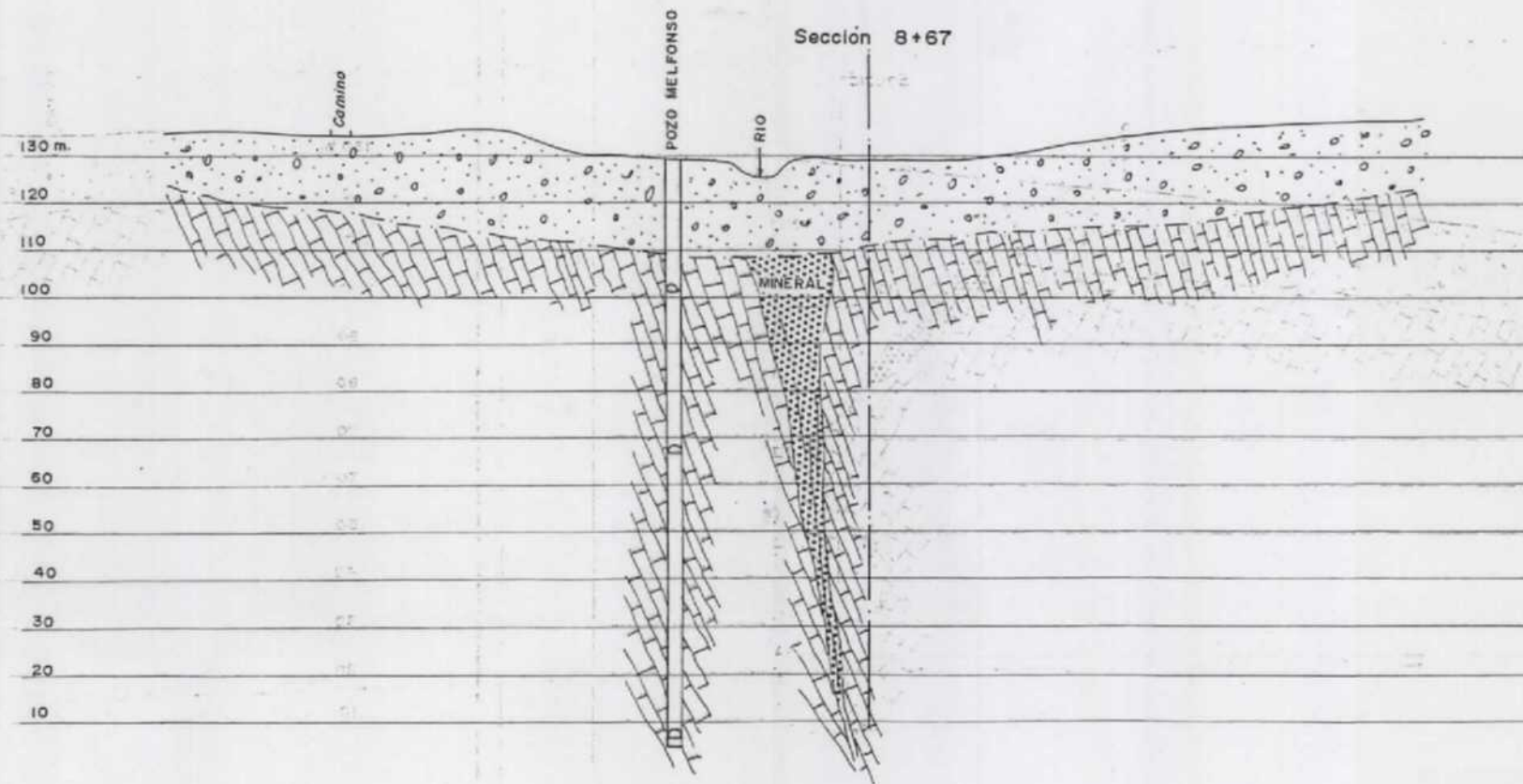
L.C.
Sección 9+20



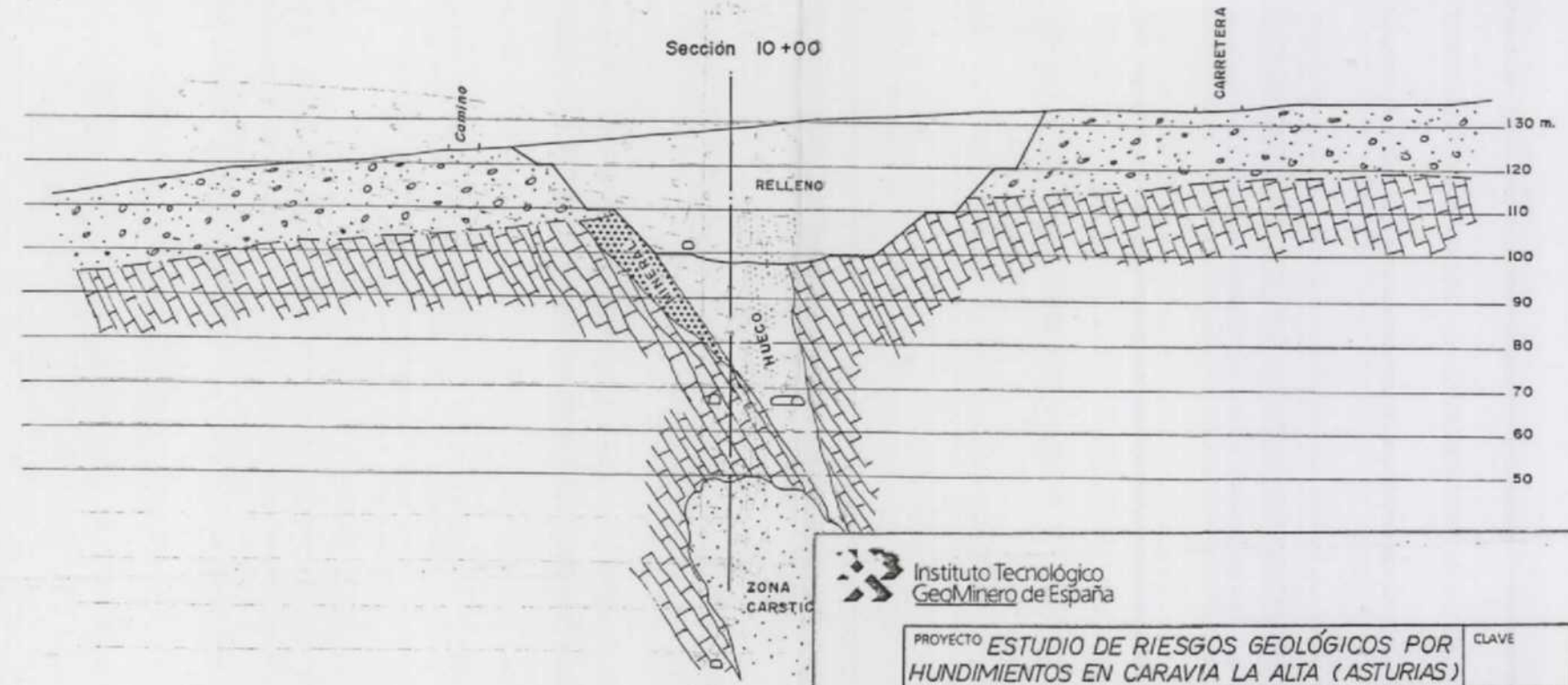
L.C.
Sección 10+50



Sección 8+67



Sección 10+00



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

PROYECTO ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS POR
HUNDIMIENTOS EN CARAVIA LA ALTA (ASTURIAS)

CLAVE

SECCIONES TRANSVERSALES (10+00)

PLANO N.º

6

DIBUJADO	FECHA Enero 1990	COMPROBADO	AUTOR	ESCALA 1:1.000	CONSULTOR
----------	---------------------	------------	-------	-------------------	-----------




Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

PROYECTO: ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS POR HUNDIMIENTOS EN CARAVIA LA ALTA (CASTURIAS)					CLAVE
LOCALIZACIÓN DE EDIFICIOS FOTOGRAFIADOS					PLANO N.º 7
DIBUJADO	FECHA Enero 1990	COMPROBADO	AUTOR	ESCALA 1:1000	CONSULTOR <i>[Signature]</i>



 ZONA RIESGO MINIMO
 ZONA RIESGO MAXIMO

 Instituto Tecnológico
 GeoMinero de España

PROYECTO: ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS POR HUNDIMIENTOS EN CARAVIA LA ALTA (ASTURIAS)				CLAVE:
DEMARCACIÓN DE ZONAS DE RIESGOS				PLANO N.º: 88
DIBUJADO: 	FECHA: Enero 1990	COMPROBADO: 	AUTOR: 	ESCALA: 1:1.000
CONSULTOR: 