Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

CARACTERIZACION DE ESTRUCTURAS SUBTERRANEAS ARTIFICIALES. APLICACION A UN CASO CONCRETO. (ESTRUCTURAS SUBTERRANEAS. ASTURIAS II)

APLICACION MINA VILLABONA

ESTUDIOS GEOMORFOLOGICO, NEOTECTONICO Y SISMOTECTONICO

CONVENIO ESPECIFICO
ITGE - PRINCIPADO DE ASTURIAS

1995

SECRETARIA GENERAL DE LA ENERGIA Y RECURSOS MINERALES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

01311

CARACTERIZACION DE ESTRUCTURAS SUBTERRANEAS ARTIFICIALES. APLICACION A UN CASO CONCRETO.

(ESTRUCTURAS SUBTERRANEAS. ASTURIAS II)

APLICACION MINA VILLABONA

ESTUDIOS GEOMORFOLOGICO, NEOTECTONICO Y SISMOTECTONICO

CONVENIO ESPECIFICO
ITGE - PRINCIPADO DE ASTURIAS

1995

INDICE

	PAG
GEOMORFOLOGIA	
1. SITUACION MORFOESTRUCTURAL	1
2. ANALISIS GEOMORFOLOGICO	2
3. DEPOSITOS O FORMACIONES SUPERFICIALES	6
3.1. LADERAS	6
3.2. POLIGENICAS	7
3.3. FLUVIAL	8
3.4. ANTROPICO	9
NEOTECTONICA	
1. PROBLEMATICA GENERAL	10
2. FRAGMENTACION ALPINA	11
3. ACTIVIDAD NEOTECTONICA	12
SISMOTECTONICA	
1. INTRODUCCION	15
2. CORRELACION SISMOTECTONICA	15
ANEXO I. MAPA SISMOTECTONICO DE ESPAÑA	18
ANEXO II. CATALOGO DE SISMOS	23

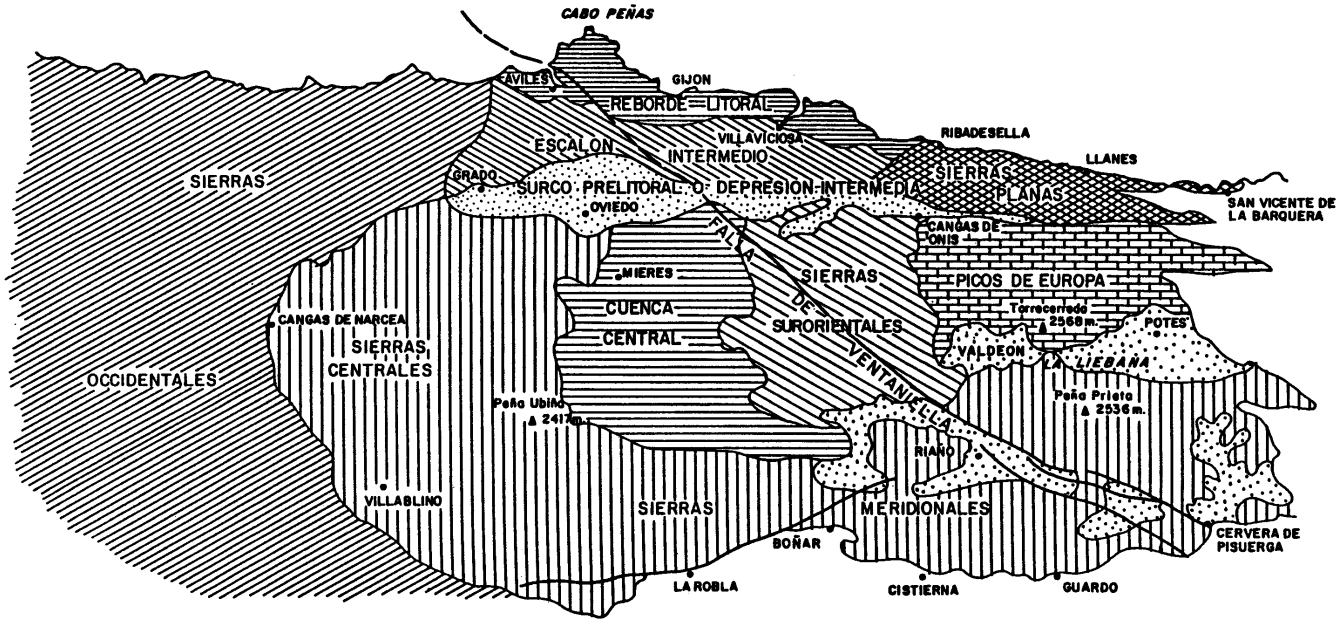
GEOMORFOLOGIA

1.- SITUACION MORFOESTRUCTURAL.

El área estudiada se encuentra en el borde sur de lo que morfoestructuralmente se ha denominado Escalón Intermedio, que constituye una franja de elevaciones heterogéneas que se alargan E-O paralela a la costa (fig. 1). Dicha unidad está constituida por rocas paleozoicas y mesozoicas y queda limitada por bruscos desniveles de más de 200 m tanto al norte como al sur ocupados por el Reborde Litoral y el Surco Prelitoral respectivamente. El Surco Prelitoral o Depresión Intermedia comienza al sur del área con la entrada de los afloramientos paleógenos que rellenan el sinclinorio de Oviedo - Infiesto. Las rocas más antiguas constituyen las máximas desviaciones de un área donde la principal superficie de erosión reconocida se encuentra enrasada con la cima del Monte Naranco en la Cuenca de Oviedo.

Un rasgo común de toda la región cantábrica es que su morfoestructura global constituye un mosaico de contornos tectónicos complejos fuertemente complicado por la erosión diferencial. Y a esa gran escala existe una coincidencia absoluta entre la distribución estructural y la repartición de los volúmenes montañosos, un hecho muy patente en su sector oriental pero no tanto en el occidental si se exceptúan casos concretos como ocurre con el Accidente de Ventaniella. Así, y a grandes trazos, las unidades estructurales como la zona Monoclinal ondulada de Gijón - Villaviciosa, la Franja tectonizada intermedia y el Sinclinorio Oviedo - Infiesto, coinciden respectivamente y de norte a sur con las unidades geomorfológicas del Reborde litoral, Escalón intermedio y el Surco prelitoral o Depresión intermedia.

A esa configuración morfotectónica fundamental se superpone una evolución cíclica condicionada por esa misma tectodinámica y matizada por la erosión diferencial. Debe arrancar de una superficie de erosión previa al Permotrías vuelta a retocar durante la larga etapa de estabilidad mesozoica. El hecho diferencial respecto a otros lugares del Macizo Hespérico de que no existan superficies de aplanamiento culminantes bien definidas debe implicar condiciones de evolución morfogenéticas particulares ausentes



Las grandes unidades geomorfológicas de la Cordillera Cantabrico-asturiana (Esquema basado en MARTINEZ GARCIA, 1981 y BERTRAND Y BERTRAND, 1984). Fig. 1

de etapas de fuerte estabilidad. Se acepta una continuidad morfogenética de carácter gliptogenético acompañante a la orogénesis terciaria. Es decir, que el encajamiento de la red fluvial, o lo que es lo mismo la definición orográfica, es simultánea al levantamiento alpino del bloque cantábrico estimado entre el Eoceno superior y el Mioceno. Los cauces, especialmente los de rango superior, muestran un trazado meandriforme, fuertemente encajado e independiente de las estructuras geológicas tanto hercínicas como alpinas. Es una circunstancia sólo explicable en condiciones sinorogénicas. La controversia planteada está en la finalización de esas condiciones. En la vertiente sur junto a la Meseta Castellana la continuidad topográfica entre los sediplanos de la cuenca y los piedemontes intramontañosos de la cordillera parece implicar una cierta estabilidad durante el Neógeno superior-Cuaternario. Por el contrario en el litoral algunos proponen la existencia de accidentes de actividad reciente que han levantado la costa.

El problema es la inexistencia o la escasez de datos que permitan establecer edades concretas a los depósitos recientes, incluido el Terciario. Sólo parece claro que el encajamiento de la red hidrográfica está en relación directa con la orogénesis alpina. Dentro de esa dinámica, establecer las etapas morfogenéticas resulta bastante dificultoso.

2.- ANALISIS GEOMORFOLOGICO.

La red fluvial regional muestra una disposición subsecuente general coincidente con las unidades litológicas del sustrato rocoso paleozoico y con el sistema de plegamiento y fracturación que afecta también a los afloramientos mesozoicos. Así, los principales cursos de agua en la zona, los ríos Nora y Noreña, guardan una dirección marcadamente E-O, coincidente con el Sinclinorio Oviedo - Infiesto. También es cierto que a esa gran escala la red también muestra un trazado de aspecto dendrítico explicado por antecedencia y al mismo tiempo controlado por rasgos estructurales. Es una característica que se señala también a pequeña escala. El río Aboño costituye el principal curso fluvial del área de estudio, presenta en dicho trayecto una orientación O-E subsecuente a la estructura monoclinal de la franja de afloramientos triásicos en los cuales se encaja, y siguiendo la fracturación normal que estructura geológicamente el

área en un bloque sur levantado de afloramientos paleozoicos y triásicos, y un bloque norte hundido con materiales triásicos y jurásicos. Como se verá, esta directriz tectónica marca también la división en unidades del relieve.

La vertiente meridional del valle del Río Aboño está formado por un bloque levantado de materiales paleozoicos. Esta vertiente es más suave que la septentrional y sus arroyos, tributarios del Aboño tienen mayor recorrido. Estos cursos de orden menor presentan una disposición consecuente con la estructura suavemente monoclinal hacia el NNE del triásico o, en su defecto, de la antigua superficie de erosión permo-triásica que debía biselar los materiales carboníferos hacia esta dirección. La vertiente norte, marcadamente asimétrica, está conformada por los taludes que ofrecen las series jurásicas, también suavemente inclinadas hacia el N, de forma que sus arroyos tienen un carácter obsecuente y menor recorrido. La zona constituye un relieve relativamente accidentado, como corresponde a la complejidad estructural de la Franja Tectonizada Intermedia, con una altitud general oscilando alrededor de los 200 m. Los 441 m del vértice Santofirme, en el borde sur, constituyen el punto más alto y los 110 m del cauce del Aboño, a la altura de la población de Villabona, el más bajo. Ambas cotas se encuentran sobre materiales de edad triásica, si bien el pico del Santofirme lo constituyen los compactos conglomerados cuarcíticos basales del Buntsandstein, mientras que el surco fluvial está indefectiblemente excavado en las blandas arcillas del Keuper. Por los afloramientos triásicos que coronan al sur el macizo paleozoico levantado y su prolongación hacia el E, através de las capas verticalizadas de calizas cretácicas, transcurre la delgada divisoria hidrográfica entre los cauces que vierten directamente hacia el Cantábrico (Aboño) y los que drenan primero la zona deprimida de la Cuenca de Oviedo - Infiesto.

Las principales unidades morfoestructurales en que se puede dividir el área de estudio son: a) al norte, el interfluvio septentrional del río Aboño; b) hacia el centro-sur el interfluvo meridional, y c) en su extremo más meridional, el borde de los afloramientos terciarios de la Cuenca de Oviedo - Infiesto, que constituyen el borde de la cuenca hidrográfica del río Nora y su afluente el Noreña.

a) El interfluvio septentrional del río Aboño está constituido principalmente por series tabulares jurásicas, carbonatadas, de disposición suavemente buzante al norte. Los resaltes de las capas de calizas y dolomías dan lugar a escarpes estructurales escalonados que ocasionalmente sostienen pequeños rellanos de superficies estructurales, que pueden incluso coronar cimas como la situada directamente al norte de Villabona; sin embargo, la principal altura de esta zona, el cerro de Castiello (alrededor de 330 m), aparece coronada por una potente formación de conglomerados cuarcíticos jurásicos masivos (Fm. Fabuda), que da lugar a una cumbre cónica y que suministra material para los amplios recubrimientos coluvionares que tapizan las laderas, articulando resaltes estructurales y acumulándose hacia el fondo del valle, donde recubren el techo del Triásico en forma de coluviones y de glacis. Localmente, se producen acumulaciones rellenando torrenteras que incorporan, tanto material silíceo como lajas y bloques carbonáticos (pedrizas). Los tramos margosos de la serie jurásica, y sobre todo los arcillosos o margosos del triásico, dan lugar a formas de solifluxión que no alteran fundamentalmente el sustrato. Al NE de Villabona se localiza una fractura de dirección E-O, paralela a la falla normal que separa el Triásico del Carbonífero al sur de Villabona. Esta fractura parece que supone un ligero escalón entre los glacis situados a su norte y la vertiente afectada por procesos de "creeping", más baja y cercana al cauce del Aboño, aunque no se puede concretar si supone un elemento tectónicamente activo o pasivo de la morfogénesis cuaternaria.

b) La mayor parte del relieve al sur del río Aboño se asienta sobre el Triásico o sobre el Paleozoico subyacente. El control estructural sigue prefigurando las principales formas del relieve, la disposición inclinada hacia el norte de los materiales del Trias han favorecido que el encajamiento fluvial durante el Neógeno y el Cuaternario se haya ido produciendo con una marcada deriva hacia el norte, dejando tras de sí amplias formas de glacis, más antiguos que los de la vertiente norte, que articulan los resaltes de los distintos niveles areniscosos intercalados entre las arcillas del Keuper. Algunas superficies estructurales, también inclinadas hacia el NE, se conservan tanto sobre estas areniscas (área del

alto de Manzaneda o en el cerro cónico al este de Villabona), como sobre los conglomerados basales que aparecen en el área del Santofirme. Los afloramientos triásicos de arcillas rojas en facies Keuper dan lugar frecuentemente a procesos de solifluxión, en los que el terreno aparece surcado por pequeñas cicatrices longitudinales; en ocasiones los deslizamientos provocan el colapso del firme de las carreteras o irrumpen en estas (como al O de la mina). Los afloramientos paleozoicos se hayan formados principalmente por pizarras y areniscas de edad Westfaliense, que ofrecen un escaso contraste morfológico, únicamente algunas capas producen resaltes según direcciones muy norteadas y suponen formas de resistencia casi puntual a la erosión que sustentan cerros de forma cónica; en esta zona los regueros presentan acusadas incisiones con cabeceras tapizadas por derrubios caóticos en forma de pedrizas.

Toda el área se encuentra intensamente remodelada por la actividad del hombre, destacando grandes acumulaciones de áridos para cimentación y de escombros como subproducto de la actividad minera.

c) Al sur de la divisoria que suponen las alturas del Santofirme y de los resaltes E-O de las capas de calizas cretácicas, se extiende un área deprimida ocupada por rellenos fluviales a fluviolacustres de edad paleógena. Salvo algunos niveles de conglomerados con cantos carbonatados (Fm. Pudinga de Posada), que dan un resalte estructural e incluso delimitan una superficie (contrafuerte sur del Santofirme), estos materiales predominantemente arenosos-margosos son blandos y dan lugar a un relieve muy plano por el que discurren hacia el sur los arroyos tributarios del Noreña, dejando casi sin encajamiento sus depósitos de fondo de valle; hacia el sureste del área estudiada, junto a la salida del túnel del ferrocarril hacia Oviedo, se localiza un pequeño replano de terraza fluvial que corresponde al fondo de un pequeño valle pegado a los resaltes cretácicos y que ha quedado ligeramente colgado respecto a la planicie de la cuenca de Oviedo.

3.- DEPOSITOS O FORMACIONES SUPERFICIALES.

El actual emplazamiento climatológico de la zona de estudio, en el seno de una región de alta humedad, conlleva el desarrollo de una muy delgada, pero extensa, cubierta de material superficial que oculta casi la totalidad del afloramiento rocoso. Este, es el resultado de múltiples procesos gravitacionales o mixtos (poligénicos), combinados con una intensa actividad edáfica. Sin embargo, son escasos y poco potentes los depósitos ligados estrictamente a la dinámica fluvial.

Por otra parte, la ocupación humana y su actividad minera e industrial ha salpicado la zona de multitud de desechos que han acabado por integrarse en el paisaje.

Ya se señaló que es difícil que la zona presente afloramientos rocosos. Este suele ser un hecho excepcional sólo favorecido por los escarpes de capas duras o los fuertes taludes naturales o artificiales. En los casos más favorables los interfluvios, constituidos en su mayoría por vertientes moderadamente fuertes, aparecen cubiertos por un leve (inferior a un metro) tapiz edáfico con un importante horizonte orgánico superficial.

3.1.- LADERAS.

Los depósitos superficiales asociados a procesos gravitacionales en las laderas están representados por dos tipologías diferentes, lito y sobre todo morfológicas: coluviones y pedrizas; los procesos de solifluxión raramente alteran el sustrato en profundidad, por lo que son tratados exclusivamente como forma y no como depósito o formación.

Las pedrizas están constituidas por arenas, cantos, fragmentos de cantos y bloques en un depósito de aspecto superficial caótico; en el interfluvio septentrional del río Aboño son frecuentes, además, las lajas y bloques de rocas carbonáticas y la exígua matriz es más margosa. Se hayan constreñidos a las cabeceras y algunos tramos de los arroyos, presentando generalmente una planta triangular invertida; su potencia, máxima

en las zonas axiales de los arroyos es muy variable, dentro de un rango de uno a dos metros. Su edad debe ser holocena.

Los coluviones están formados por cantos silíceos (cuarcita y arenisca) en una matriz arenoso-limosa de tonalidad ocre en los coluviones más altos del interfluvio meridional (litológicamente muy semejante a los recubrimientos de los glacis de este área) y más pardos en los coluviones más bajos, cercanos al río Aboño, y los del interfluvio septentrional. Sus afloramientos constituyen corredores que articulan laderas inestables con pequeños replanos estructurales o fondos de valle y arroyos. Presentan mayor cantidad de matriz que los derrubios de las pedrizas, menor pendiente en general y un mayor grado de edafización.

Están bien desarrollados tanto en el interfluvio septentrional, donde la Formación Fabuda ofrece una gran disponibilidad de material conglomerático, como en el meridional, donde la fuente principal de fracción gruesa la constituyen los conglomerados triásicos. Escasamente superan el metro de potencia y su edad, difícilmente concretable, es cuaternaria

3.2.- POLIGENICAS.

Dentro de las formaciones asociadas a procesos poligénicos destacan los depósitos de glacis de cobertera, de los que han sido diferenciados dos, tanto en virtud de su edad y posición relativa dentro de la evolución morfogenética como por presentar caracteríticas litológicas algo distintas. En este caso, su formación está ligada a pendientes demasiado suaves (3-8%) para involucrar únicamente factores gravitacionales, necesitando además de un agente fluvial para explicar su origen.

Los glacis de cobertera antiguos están formados por una delgada lámina de recubrimientos (0.5 a 1 m); se trata de cantos cuarcíticos, fragmentos de conglomerados y de areniscas triásicas, en una abundante matriz arenoso-arcillosa de fuerte tonalidad ocre. Esta matriz parece proceder de las arcillas del Keuper, bajo un proceso de reducción en un medio más húmedo y, sobre todo, de los tramos pelítico-arenosos del

Westfaliense, que en los primeros metros, allí donde aparecen exhumados, se encuentran afectados por una alteración argílica de tonos amarillentos. La combinación de exhumación (previo levantamiento) y condiciones climáticas más húmedas lleva a considerar una edad probablemente neógena para esta formación superficial, tal vez prolongable hasta el Pleistoceno. Como ya ha sido mencionado anteriormente estas formas y depósitos alcanzan su mejor desarrollo en el interfluvio meridional, donde la estructura geológica general coadyuva a su formación, aunque en el bloque septentrional se aprecian formas similares en las cercanías de la cárcel de Villabona. Regularizan las laderas septentrionales del Santofirme articulando los resaltes estructurales y se hayan generalmente desligados de la incisión subactual. Su reconocimiento es frecuentemente problemático, dado que por sus condiciones favorables (extensa superficie y blando sustrato) han sido objeto de la plantación de eucalipto.

Los glacis de cobertera modernos afloran a baja cota respecto al cauce principal, exclusivamente en el interfluvio septentrional, a los pies de las fuertes pendientes que sustentan las series jurásicas. Esto podría interpretarse tentativamente como una migración lateral del cauce hacia la margen sur de su valle en tiempos más recientes (Holoceno). Litológicamente son similares a los coluviones, tratándose de cantos cuarcíticos y en menor medida carbonatados, en una matriz arenoso-limosa; su grado de edafización es notable.

3.3.- FLUVIAL.

Los depósitos fluviales paleógenos que constituyen el relleno de la cuenca de Oviedo son la formación superficial más antigua dentro del área estudiada. Los materiales, afectados por la orogenia alpina, describen una estructura suavemente sinformal, desde prácticamente horizontales en su zona central a algo más inclinados en sus bordes, como es el contrafuerte sur del Santofirme. En este punto afloran conglomerados con cantos y bloques de caliza y en menor medida silíceos (Fm. Pudinga de Posada), que dan un fuerte resalte estructural; hacia el sur y este los materiales están constituidos por facies más distales, margas y arenas de tonos amarillos, cuyo depósito ha sido excavado y aplanado durante la morfogénesis finiterciaria y cuaternaria.

El modelado reciente (Holoceno), donde los procesos de erosión dominan aplastantemente a los de sedimentación ha dado lugar a muy pocos depósitos asociados a una red fluvial de procedencia terciaria. El río Aboño, que constituye la arteria fluvial de la zona de estudio, presenta una escasa superficie de sedimentos de fondo de valle. Estos se disponen en un área alargada y groseramente orientada de O a E, sin duda influida por la fracturación normal que baja el bloque o interfluvio septentrional. Se localizan, en las cercanías de Villabona, algunos conos de deyección en la confluencia de arroyos con la llanura aluvial del cauce principal. No presenta en este tramo alto un sistema de terrazas asociado. Los arroyos del sur, que drenan hacia el Noreña, presentan tempranamente extensiones comparativamente importantes de depósitos fluviales, dada la alta erosionabilidad de los materiales terciarios de los que se nutren y sobre los que se asientan, y su escasa incisión, que da lugar a llanuras aluviales más extensas e incluso en cabecera conservan algún resto de depósitos de terraza, lógicamente más antiguos que el fondo de valle, por lo que pueden datarse como edad de referencia al Pleistoceno. Los materiales de todos estos depósitos fluviales, principalmente limos y arenas con cantos con un importante perfil orgánico desarrollado en superficie, son bastante semejantes. Su potencia es escasa, de 1 a 2 m.

3.4.- ANTROPICO.

El desarrollo minero ha originado multitud de acumulaciones de escombros rocosos. Otras veces las acumulaciones corresponden a áridos, principalmente tamaño grava, para su uso en cimentaciones. Cuando son relativamente recientes su identificación y separación cartográfica no presenta ningún grado de dificultad. Por el contrario cuando son antiguos el paso de los años, bajo las condiciones del clima asturiano, los camufla bajo una densa cobertura vegetal. Aparte de las escombreras mineras, otras acumulaciones de materiales tienen como objeto la nivelación de las instalaciones y la infraestructura viaria (ferrocarril).

NEOTECTONICA

1.- PROBLEMATICA GENERAL.

Orográficamente hablando, la Cordillera Cantábrica es una cadena alpina. Su eclosión se debe a la convergencia de placas europea e ibérica que comienza en el Eoceno superior y su consecuente y tímida subducción hacia el sur de la litosfera oceánica. Este proceso da lugar a una estructuración de bloques E-O.

El levantamiento orográfico da lugar a una sedimentación sinorogénica que rellena la Cuenca del Duero y la Fosa Marginal norespañola mientras que en las áreas levantadas se produce una intensa etapa erosiva con continuidad hasta la fecha actual. Dicha situación es la causante de que los sedimentos recientes tengan poca o ninguna representación. El terciario aflora disperso por el occidente asturiano o circunscrito a la cuenca mesozoico-terciaria del Surco Prelitoral. El Cuaternario o mas rigurosamente los sedimentos recientes apenas si existe. En unos y en otros existe el mismo problema: la escasez de referencias cronológicas. Esta circunstancia supone correlaciones litoestratigráficas muy forzadas con sedimentos cuya posición cronoestratigráfica es medianamente conocida, generalmente los de la Cuenca del Duero.

Ante los planteamientos anteriores los sedimentos modernos, a efectos de representación cartográfica con enfoque neotectónico quedan subdivididos en:

- Terciario donde se incluyen una gran variedad de materiales azoicos que incluyen series siderolíticas, arcosas, conglomerados etc. y en el que puede incluso estar representado el Cretácico. En el caso asturiano es muy probable que la mayoría de la sedimentación terciaria corresponda a la segunda mitad del Paleógeno, sincrónica con el gran levantamiento de la Cordillera.

- Materiales de época presumiblemente neotectónica que abarca sistemas de terrazas y otros depósitos, relacionados con la morfología cantábrica. Esta vinculación al Cuaternario es mas que improbable en la mayoría de los casos

puesto que hay que partir del hecho que la morfogénesis actual se inició ya en el Terciario.

Los datos neotectónicos están representados mediante símbolos en verde azul y rojo y corresponden respectivamente a las edades Miocena, Pliocena y Cuaternaria de los sedimentos presumiblemente por ellas afectados. Este es el motivo por el que las estructuras no tienen una datación real sino tan solo una edad máxima posible.

Siempre se considerarán de posible actividad neotectónica aquellos accidentes estructuras o anomalías que afecten a materiales neógenos o posteriores o incluso, algunas fallas de rango principal, ya sea por presentar gran continuidad, desnivelar antiguas superficies de erosión etc... pero que no afectan a sedimentos recientes pero de edad desconocida. El argumento mas que discutible es que dicha actividad no puede ser confirmada ni tampoco excluida. Desgraciadamente este caso es el mas frecuente y es la consecuencia de las pocas referencias cronoestratigráficas de los sedimentos cenozoicos de todo el Macizo Hespérico y en concreto de su area asturiana.

2.- FRAGMENTACION ALPINA.

El terciario más próximo ocupa el Surco prelitoral dando lugar a la Cuenca de Oviedo al pie del Escalón Intermedio constituido por materiales mesozoicos. La articulación entre ambos dominios que ha sido denominada estructuralmente Franja Móvil Intermedia esta relacionada con un accidente profundo de gran movilidad mesozoica y especialmente durante la orogenia alpina. En esta región las estructuras alpinas aparecen claramente señaladas en dos grandes franjas de accidentación tectónica: la citada Franja Móvil Intermedia y el Sistema NO-SE.

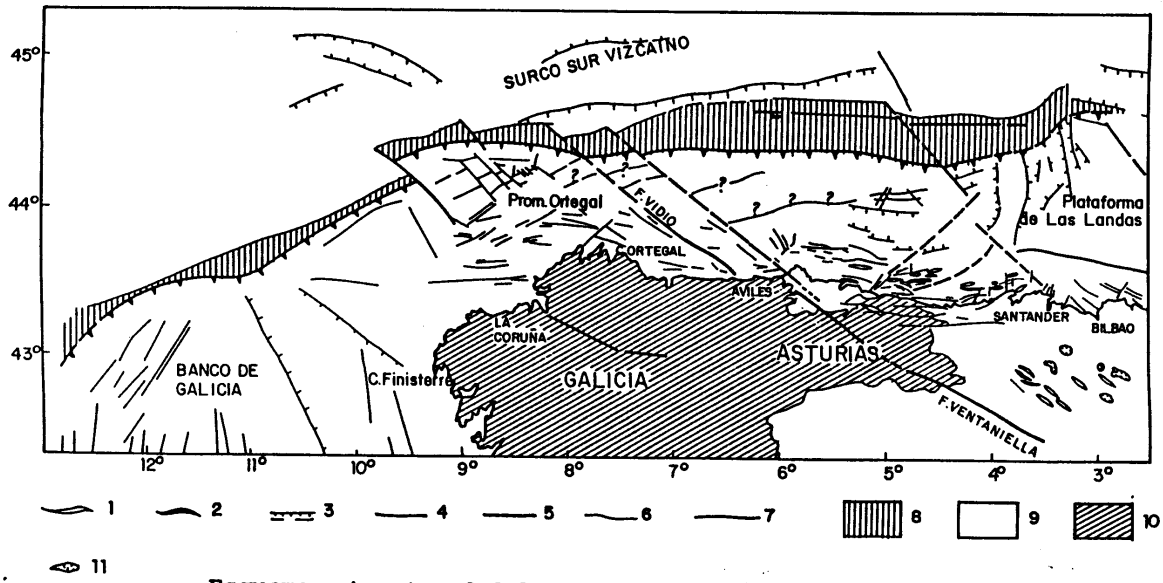
- La primera corresponde a un sector complejo de orientación E-O, fuertemente fallado y plegado con vergencia general hacia el Sur. Las direcciones predominantes de los distintos elementos estructurales son NO-SE en el borde occidental y E-O en el resto. En la mayoría de los casos pueden haber tenido distintas épocas de actividad; por ejemplo, la familia de fracturas NO-SE suelen

ser fallas de plano vertical con el bloque Norte hundido pero también se aprecian desplazamiento horizontales de carácter dextro. Este tipo de movimiento parece que se relaciona con desgarres tardihercínicos o pre-mesozoicos. Por el contrario el movimiento principal de las fallas y cabalgamientos E-O que elevan el bloque norte se atribuye al Oligoceno en correspondencia con su depósito tectosedimentario de la Pudinga de Posada.

- El elemento mas característico de la familia NO-SE es el accidente cortical de ventaniella, constituido en superficie por una franja de fracturación que sigue una orientación aproximada N130E. Cierra toda la Cordillera Cantábrica prolongándose por la plataforma continental hacia el surco sur vizcaino (fig. 2) y donde da lugar al cañón de Aviles y hacia la Sierra de la Demanda donde se diversifica en varios sistemas de fracturación complejos. Este accidente de mas de 400 Km de recorrido presenta un plano subvertical o ligeramente buzante hacia el NE y un desplazamiento horizontal dextro de unos 4 km. medido en afloramientos paleozoicos. Pone en contacto el Paleozoico con Permotrías y Cretácico y da lugar a fosas tectónicas asociadas por lo que su actividad alpina está claramente determinada.

3.- ACTIVIDAD NEOTECTONICA.

Hablar de actividad neotectónica tanto de la Falla de Ventaniella como de otros sistemas de fracturación que afectan a este sector asturiano es sumamente arriesgado. En el Oeste los afloramientos mesozoicos de Grado se emplazan según dos sistemas de fracturación fundamental: NO-SE y NE-SO posterior. Condicionan los actuales límites norte/sur y este/oeste respectivamente según fallas normales de alto ángulo. Sin embargo de la edad de los sedimentos afectados nada se sabe. Solo que se procura correlacionarlos litoestratigráficamente con los que aparecen en la próxima Cuenca de Oviedo pues parece cada vez mas aceptada la idea de que todos los retazos terciarios pertenecen a una única unidad mayor fragmentada y aislada por tectónica y erosión. Correspondería a una única cuenca continental alargada E-O con un límite septentrional especialmente influyente (Franja Móvil Intermedia) que ha controlado la sedimentación,



Esquema estructural del margen septentrional de España (BOILLOT, 1984). 1, Sinclinal. 2, Anticlinal. 3, Falla normal mesozoica. 4-5, Fallas de desgarre. 7, Fallas nuevas cenozoicas. 8-9, prisma de acreción tectónico. 10, Basamento premesozoico (en tierra). 11, diapiro salino. Fig. 2

atribuida (por gasterópodos) al Oligoceno. También se ha constatado la fragmentación de estos sedimentos con posterioridad debido a líneas estructurales transversales, especialmente la Falla de Ventaniella.

La situación es que desde el registro posiblemente oligoceno hasta la actualidad apenas aparece nada y si aparece es totalmente imposible establecer su posición cronoestratigráfica. Aunque con algunos sectores meridionales de la Falla de Ventaniella (norte de Burgos) no se descartan rejuegos neotectónicos, toda esta posible actividad está en función de la edad que se asigne a los sedimentos implicados.

En su extremo SE, el accidente de Ventaniella desnivela la superficie fundamental (¿Plioceno?) con un hundimiento de 75-100 m del bloque NE. Asimismo rompe también el piedemonte de Cervera de Pisuerga y posiblemente es el inductor de una flexión NO-SE en el Páramo de Masa (norte de Burgos). Tales argumentos implican, si no neotectónica si al menos movimientos finiterciarios.

En el litoral cantábrico el desarrollo de acantilados parece favorecido por el ascenso del bloque cantábrico y la existencia de un escalonamiento en plataformas (Rasas) es una confirmación de este hecho. Sin embargo el modelado costero se interpreta como resultado combinado de movimientos epirogénicos (tectónicos) y de fenómenos eustáticos (climáticos). El escalonamiento de las rasas en franjas paralelas a la costa, no es consecuencia de desnivelaciones tectónicas sino de la evolución policíclica de la Cordillera. Si existe sin embargo un hecho significativo: Galicia experimenta un levantamiento menor que el litoral asturiano. La interpretación se ajusta a un levantamiento epirogénico generalizado en función de un reajuste isostático del extremo occidental de la Cadena Pirenaica.

La elevación del nivel del mar al final del Pleistoceno (transgresión Flandriense) y su posterior retirada es un elemento de confusión mas a añadir.

La observación concreta del Area de Estudio no revela en principio indicios de actividad neotectónica a pesar de estar ubicada dentro del radio de acción del Accidente

de Ventaniella. De hecho la propia explotación está limitada al Sur, por una falla perteneciente a dicho sistema, que pone en contacto directo las formaciones del Carbonífero con las del Trías. Incluso, en el interior de la mina son facilmente visibles diversos sistemas de fallas, de pequeño salto, con dirección predominante NE-SO. Aunque todos los argumentos disponibles implican una inactividad de la falla de Ventanilla en época reciente, lo que si es cierto es que el elemento geográfico más importante de la zona, el trazado del río Aboño, se ajusta a esa línea estructural, una línea de debilidad litológica que no tiene que implicar actividad reciente. El hecho de que señale además una notoria diferencia morfológica entre ambas riberas (Keuper inferior margen derecha y Keuper superior margen izquierda) tampoco es indicativo de movimiento próximo en el tiempo pues se explica por la diferenciación litológica del sustrato.

Excepto los ya indicados no se conocen ningún otro tipo de rasgos susceptibles de ser explicados neotectónicamente.

SISMOTECTONICA

1.- INTRODUCCION.

Un mapa sismotectónico señala la relación entre la tectónica y la recurrencia de terremotos presentando por tanto una información básica relativa a la estructuras tectónicas, especialmente su historia reciente y la sismicidad de la región. El hecho de que los datos disponibles tanto en el primero como y sobre todo, en el segundo caso, sean escasísimos y el propio carácter del estudio hace que este tenga que abordarse desde escalas muy amplias. La elección de la escala 1:1.000.000 aunque puede parecer exagerada nos permite por un lado contemplar todo el contexto estructural del NO peninsular y por otro disponer de un número mínimo de registros de sismos con el que poder extraer algunas ideas generales sobre su correlación tectónica regional. La base documental de este informe la constituye el Mapa Sismotectónico de España (ITGE, inédito) convenientemente revisado, adaptado y completado en la fecha actual por lo que se ha creído conveniente y de forma preliminar transcribir resumidamente un texto explicativo del mismo, especialmente en lo referente a los datos sismológicos representados en un anexo al presente informe. Se entiende que ello redundará en una mejor comprensión del mapa.

2.- CORRELACION SISMOTECTONICA.

El NO peninsular tiene una BAJA o NULA SISMICIDAD tanto histórica como instrumental con terremotos de magnitud inferior a 5.2 (Zamora, 2-10-1961). Aunque de irregular repartición puede establecerse una cierta correlación estructural. De todas formas la relación entre la sismicidad y en concreto la neotectónica es muy precaria, por la baja actividad y escasez de datos en ambos casos.

Aunque el tamaño de los terremotos es pequeño algunos alcanzaron las siguientes intensidades:

Intensidad VIII: frontera portuguesa (28-11-1347)

Intensidad VII: La Coruña (10-9-1866)

El terrol (24-11-1910)

Pontevedra (26-11-1920)

Arredondo, Santander (16-10-1938)

Corrales de Buelma, Santander (7-1-1965)

Intensidad VI: Galicia (seis sismos)

Zamora (29-8-1853 y 10-2-1961)

Oviedo (2-1-1915 y 4-4-1950)

norte de Ribadeo (3-5-1962)

En cuanto a magnitud de valor máximo correspondería al terremoto de Zamora (10-2-1961) con 5.2. No hay constancia de que ninguno más alcanzara ese valor; poco mas de media docena superior 4.0. Casi todos los sismos son corticales y de escasa profundidad. Solo en Galicia se conocen dos con sismicidad intermedia: Becerrea, Lugo (16-1-1979) a 80 Km y un sismo marino al oeste de Pontevedra (16-2-1979) a 60 Km.

Dentro del NO Galicia es la zona con sismicidad mas manifiesta. En su borde occidental esta relacionada con las fallas submeridianas que compartimentan el margen continental. Un poco mas al norte pueden estar relacionados con los accidentes E-O o también con el corredor tectónico ENE-OSO de Puentes de García Rodríguez ya que su prolongación submarina es coincidente con la situación de los sismos. En el interior de la región gallega estos fenómenos están relacionados con la familia de fracturas NNE-SSO ampliamente desarrollada en el norte portugués aunque también pueden estar implicadas otros sistemas tales como los de orientación NNO-SSE a NO-SE. En todos los casos los indicios neotectónicos son muy escasos o dudosos.

La sismicidad de Santander está relacionada con importantes accidentes de la cadena Vasco-Cantábrica: fallas E-O a ENE-OSO reflejo en superficie de la prolongación de la Franja Cabalgante de Cabuérniga y fallas N-S correspondientes a la Franja Cabalgante del Besaya.

En la Meseta castellana pueden aparecer terremotos difíciles de correlacionar tectónicamente pero la mayoría de los mismos se sitúan según bandas NNE-SSO, NE-SO y ENE-OSO que concuerdan con accidentes conocidos: Esla, Valderaduey y Villalpando, todos en el área de Zamora.

En ASTURIAS la poca sismicidad existente aparece en relación con fracturas NO-SE del Accidente de Ventaniella o con los de dirección NNE a NE al sur de Trubia. Al norte, ya en plataforma marina la escasa sismicidad parece concordante con los posibles y escasos datos neotectónicos existentes. Unos y otros correlacionables con las principales fallas: las NE-SO con desgarre dextro (falla de Vidio), las normales E-O y NO-SE, por orden de importancia.

En todo este contexto de la posición de la zona de estudio se pueden hacer dos consideraciones fundamentales y contrapuestas:

- emplazamiento en un contexto regional de nula o muy escasa sismicidad.

- su situación en el ámbito del Accidente de Ventanilla. La mas importante sutura cortical de la zona.

ANEXO I

MAPA SISMOTECTONICO DE ESPAÑA

Metodología y Leyenda (Resumen texto explicativo)

Elementos del Mapa: sismológicos y neotectónicos.

1 Toma de Datos Sismológicos

Recopilación y análisis bibliográfico, especialmente las monografías publicadas por el I.G.N.:

catálogos de sismos próximos.

catálogo de isosistas.

catálogo de terremotos del Area Ibero-Magrebí

Otra información (mecanismos focales, microsismicidad) fue obtenida de diferentes publicaciones.

El catálogo de Sismos del I.G.N. presenta una calidad dispar tanto espacial como temporal (modernización de las técnicas para la obtención de datos) lo que hace diferenciar una etapa histórica previa a 1960 y otra posterior instrumental.

Los parámetros sismológicos del catálogo son:

NUMERO: número que diferencia cada sismo y que permite ver en un listado los parámetros de un sismo localizado en el mapa.

FECHA Y HORA: año, mes, día, hora y minuto, segundo y décima de segundo de ocurrencia del terremoto, cuando se conocen.

LOCALIZACION: Longitud y latitud: valor de las coordenadas geográficas del epicentro en grados, minutos y décimas de minuto, referidas al meridiano de Greenwich, siendo negativas hacia el este y positivas hacia el oeste. Prof.: profundidad del hipocentro en kilómetros. Localidad y código postal, o país.

PRECISION. EZ: desviación típica de la solución de profundidad ("error") en km. EH: desviación típica de la solución epicentral ("error") en km. RMS: error cuadrático medio en segundos de los residuos en tiempo a cada estación. NO: número de observaciones de ondas P y S utilizadas para el cálculo de la solución. Valor imprescindible para comprender la precisión de la solución dada.

La imprecisión en la situación del terremoto es muy grande, tal como se observa por ejemplo en el valor EH. Ello supone una importante limitación a la hora de intentar establecer relaciones sismotectónicas.

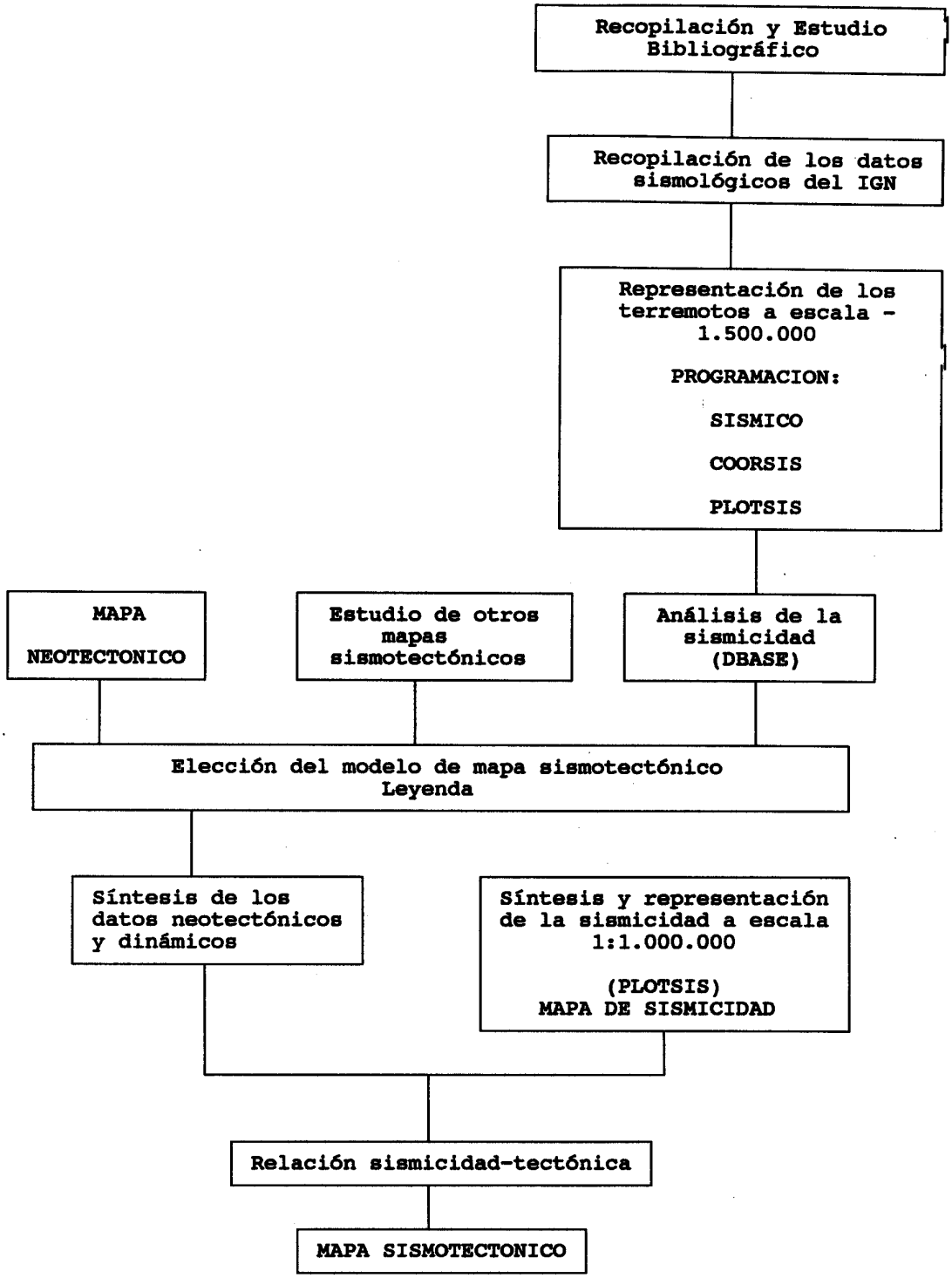
TAMAÑO: M: valor de magnitud Mb, calculada sobre el sismograma. Es un datos objetivo del tamaño del terremoto y es típico de la época instrumental. Im: intensidad máxima en la escala M.S.K., que es la que se utiliza en España en la Norma Simo-resistente (1.974). Define los efectos producidos en las personas mediante 12 grados que aumentan de I a XII según su destrucción. Es un dato cualitativo de poca precisión, típico de terremotos históricos.

TIPO: característica del sismo. Para la Península Ibérica: R (réplica), P (premonitorio), T (tsunami), S (submarino), * (sismo con mapa de isosistas). Para las islas Canarias: E (sismo de origen volcánico), J (presencia de un enjambre de terremotos), R (réplica).

2.- Se compró al I.G.N. la información de terremotos hasta marzo de 1990 del catálogo Ibero-Magrebí, en soporte magnético. Está dividida en dos ficheros ASCII, uno para la Península Ibérica y otro para el Archipiélago Canario.

3.- Representación en papel a escala 1:500.000 de los sismos con sus parámetros. Para ello se realizaron en colaboración con el Dpto. de Informática del ITGE diferentes programas en FORTRAN 77:

- SISMICO.FOR: numera los terremotos, los separa en husos (28, 29, 30, 31) y cambia las coordenadas geográficas de situación a centesimales.


Recopilación y Estudio Bibliográfico
Recopilación de los datos sismológicos del IGN
Representación de los terremotos a escala - 1.500.000
PROGRAMACION:
SISMICO
COORSIS
PLOTSIS
MAPA NEOTECTONICO
Estudio de otros mapas sismotectónicos
Análisis de la sismicidad (DBASE)
Elección del modelo de mapa sismotectónico Leyenda
Síntesis de los datos neotectónicos y dinámicos
Síntesis y representación de la sismicidad a escala 1:1.000.000
(PLOTSIS)
MAPA DE SISMICIDAD
Relación sismicidad-tectónica
MAPA SISMOTECTONICO

CUADRO IV

- COORSIS. FOR: transforma las coordenadas geográficas centesimales en coordenadas UTM según husos.

- PLOTSIS. FOR: dibuja los terremotos con tamaño proporcional a su magnitud e intensidad, teniendo la posibilidad de indicar el número de orden del terremoto, la profundidad y el "error" epicentral.

2 Modelo y Leyenda del Mapa Sismotectónico

La elección del modelo está basada, por un lado en los modelos de mapas de otras zonas ya realizados, considerando con especial interés las recomendaciones de la E.S.C. (Pavoni, 1985), y por otro lado en el análisis de los datos neotectónicos y sismológicos de España.

Para analizar los datos sismológicos del catálogo de España se introdujeron los datos en un fichero DBASE. Así se observó la distribución de terremotos según su profundidad, magnitud, intensidad, "errores" en su situación tipo. Un primer problema deriva de la densidad diferencial de sismos, ya que mientras unas zonas están casi vacías (Macizo Hespérico e Islas), otras están excesivamente densas (Béticas). Por otra parte, son sólo los sismos mayores y mejor situados los realmente válidos para un mapa sismotectónicos, por lo que hay que eliminar aquellos otros menos válidos y así clarificar esas zonas muy densas.

Los diferentes documentos consultados dan más importancia a los terremotos con valor de magnitud ya que suelen corresponder a la etapa instrumental, con mayor precisión. Los terremotos sin magnitud y con intensidad son de la época histórica y su situación es poco precisa, agrupándose en zonas habitadas (pueblos-ciudades), emborronando la zona y confundiendo la interpretación sismotectónica.

A la hora de representar la sismicidad, la E.S.C. sólo considera los sismos con $M \geq 4{,}5$, mientras los diferentes mapas de otras zonas consideran además los terremotos históricos sin magnitud y con intensidad, seleccionando más o menos sismos según sea la sismicidad de la zona. Así, el mapa francés dibuja todos los terremotos aunque haciendo agrupamientos en zonas densas, el mapa del Caúcaso representa sólo los mismos con $M \geq 5.0$ y los históricos más importantes, el mapa de Granada considera los sismos con $M > 3.0$ y con $Im \geq IV$. A partir de estas observaciones se decidió poner los sismos de la Península Ibérica. Se representan en este documento según la magnitud cuando ésta es mayor o igual a 3 excepto en el caso del Macizo Hespérico donde han sido representados (terremotos instrumentales) y según la intensidad cuando ésta es mayor o igual a VI y se desconoce el valor de magnitud (terremotos históricos). En las islas Canarias se bajaron estos límites a 2.5 y V debido a su baja sismicidad.

Se ensayó también la posibilidad de separar sismos situados con precisión de los situados imprecisamente (tal como se indica en el mapa de Francia y en las recomendaciones de la E.S.C.), a partir de los parámetros

del catálogo EH y NO, pero se desestimó debido a la arbitrariedad del límite de separación y al hecho de que la precisión viene implícita a grandes rasgos en la indicación del terremoto según M o I (de todos modos, esa diferenciación se tuvo en cuenta a la hora de establecer relaciones sismotectónicas).

La profundidad del sismos es un dato muy impreciso, ya que se calcula a partir de una estructura "standar" de la corteza y el manto, en muchos casos alejada de la realidad. Sin embargo, es un dato útil que se indica en casi todos los mapas sismotectónicos. En este documento se indica con un color que diferencia de manera muy aproximativa los terremotos producidos en la parte superior de la corteza ($\leq$ 10 km), los producidos en la parte inferior de la misma (11-35 Km), los del manto superior, o intermedios, (36-65 km) y los profundos (>66 km). Estos intervalos se basan en varios puntos:

- El análisis de la distribución de la profundidad indica que los terremotos (siempre instrumentales) se agrupan artificialmente en torno a valores utilizados según conceptos históricos: terremotos superficiales (5 y 10 km), corticales (20 y 33 Km) y subcorticales (60 km).

- La corteza terrestre en España (ver plano nº 2) tiene un espesor medio de 32 km y presenta una importante discontinuidad sobre los 10-13 km de profundidad.

- El manto superior tiene una zona de baja velocidad en torno a los 60-70 km de profundidad.

Las réplicas y premonitorios no se han representado sino como una zona delimitad por una línea, cuando el número de réplicas y premonitorios es suficiente, y que generalmente presenta una elongación que debe de coincidir con la dirección de la estructura principal que los origina.

3 Síntesis y representación de los documentos neotectónicos y geodinámicos y de la base geológica del mapa.

La base geológica elegida se refiere a unidades estructurales debido a su significado como zonas geodinámicas con diferente dinámica actual y remanente. Los elementos neotectónicos representados son principalmente las fallas. Se representan con símbolos estándar que representan su último movimiento reconocido y con un color que muestra su relación con la sismicidad actual (o el grado de conocimiento de dicha relación). Las relaciones sismotectónicas se han establecido tanto a escala 1.500.000 como a escala 1:1.000.000 y, en algunos casos en que el detalle lo requería, a escala 1:200.000.

ANEXO II

Catálogo de sismos (16N)

Límites: 3º 30' O - 10º O
41º 30' N - 44º N

LISTADO DE SISMOS

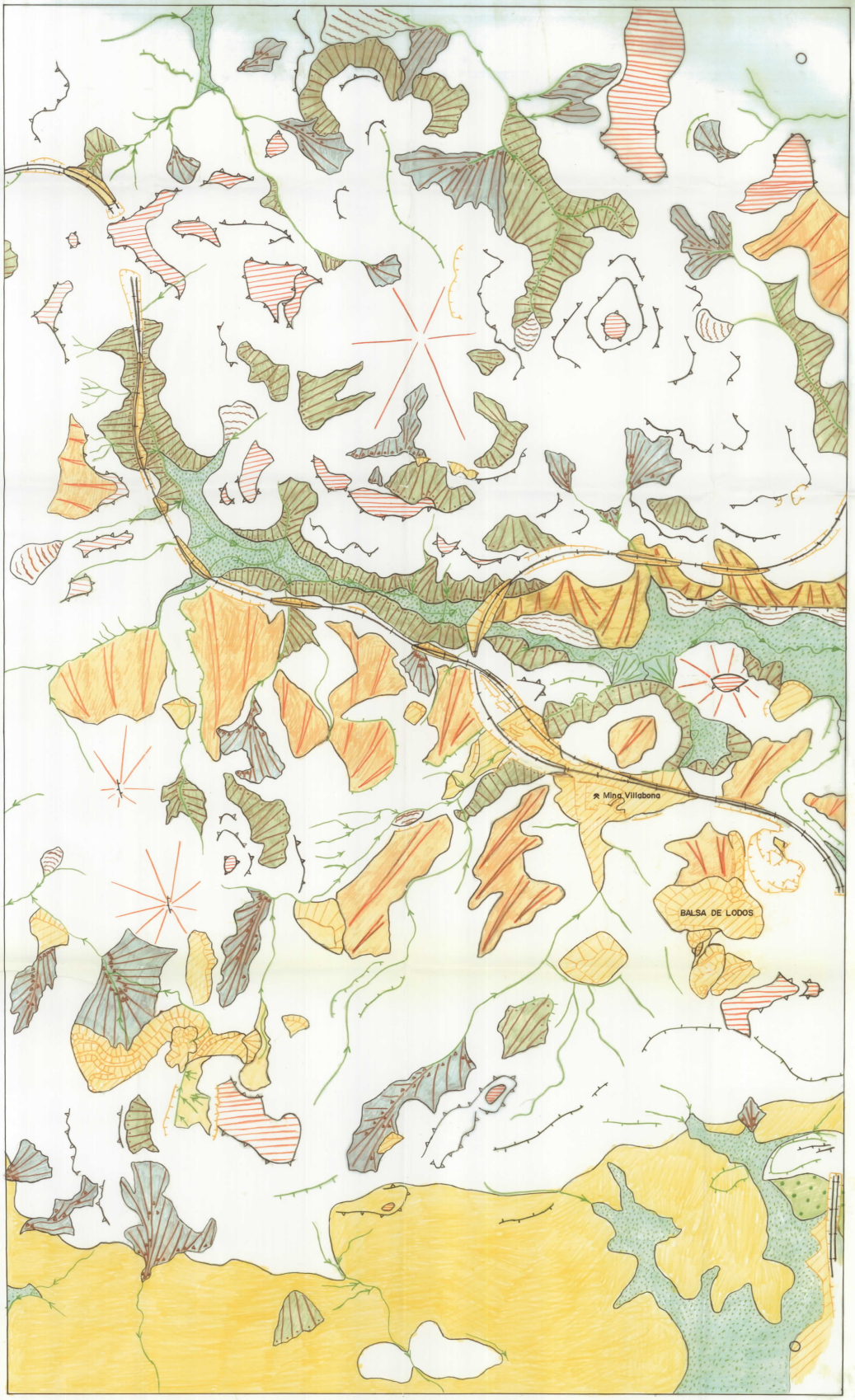
Longitud GMMd	Latitud GGMMd	Fecha	Prof.	Magn. x 10	I.max. x 10	Localidad
-5060	43180	7180000	0	0	0	Asturias
-5400	41300	9490000	0	0	0	W. Península Ibérica
-6420	41540	13471128	0	0	80	Franca. Portugal
-5500	43220	15220600	0	0	0	Oviedo
-6000	42420	17551031	0	0	50	León
-8360	41300	17560828	0	0	40	Barcelos. Portugal
-8360	41300	17561128	0	0	40	Barcelos. Portugal
-8560	43100	17850806	0	0	0	Bayo. La Coruña
-8300	41300	17870717	0	0	50	Braga. Portugal
-7280	43020	18040407	0	0	0	Lugo
-6330	42040	18290504	0	0	50	Puebla de Sanabria. Zamora
-3560	41420	18300926	0	0	0	Roa. Burgos
-5400	43300	18431112	0	0	0	Gijón. Asturias
-8250	43220	18440418	0	0	0	La Coruña
-8240	43240	18451106	0	0	0	La Coruña
-7330	43000	18511030	0	0	0	Lugo
-5480	41360	18530829	0	0	60	Zamora
-8500	42400	18531006	0	0	0	Arra de Sangenjo. Pontevedra
-8250	41330	18560705	0	0	40	Braga. Portugal
-8300	42540	18581010	0	0	0	Santiago. La Coruña
-6080	43330	18611010	0	0	0	Cudillero. Asturias
-8240	43240	18660910	0	0	70	La Coruña
-7330	43000	18750419	0	0	0	Lugo
-8180	43300	18760904	0	0	0	El Ferrol. La Coruña
-4420	41420	18770403	0	0	0	Valladolid
-6060	43360	18770910	0	0	0	Cudillero. Asturias
-8330	42530	18780218	0	0	0	Santiago Compostela. Coruña
-8120	43300	18780527	0	0	0	El Ferrol. La Coruña
-8120	43300	18780805	0	0	0	El Ferrol. La Coruña
-8250	41330	18790623	0	0	30	Braga. Portugal
-8450	42140	18800212	0	0	0	Vigo. Pontevedra
-8120	43300	18801118	0	0	0	El Ferrol. La Coruña
-7300	43420	18880429	0	0	50	Vivero. Lugo
-8360	42000	18900822	0	0	40	Tuy. Pontevedra
-7520	42200	18951225	0	0	60	Orense
-5400	43330	18970308	0	0	50	Gijón. Asturias
-8140	43300	18970524	0	0	50	El Ferrol. La Coruña
-3480	43120	18990116	0	0	60	Santander
-4480	44000	19020724	0	0	0	Cantábrico
-8480	42000	19040224	0	0	60	Tomiño. Pontevedra
-7510	42240	19040614	0	0	50	Cubeiro. Lugo
-8300	42540	19041217	0	0	40	Santiago Compostela. Coruña
-8300	42540	19060521	0	0	40	Santiago Compostela. Coruña
-8240	43240	19060522	0	0	0	La Coruña
-8180	43300	19060523	0	0	0	El Ferrol. La Coruña
-7470	41310	19070507	0	0	0	Ribeira de Pena. Portugal
-8480	41420	19090306	0	0	30	Viana do Castelo. Portugal
-8360	41420	19090424	0	0	70	Viana do Castelo. Portugal
-6250	43200	19090503	0	0	40	Tineo. Asturias
-3460	43270	19090803	0	0	40	Santander

Longitud GMMd	Latitud GGMMd	Fecha	Prof.	Magn. x 10	I.max. x 10	Localidad
-7260	41570	19100425	0	0	50	Verin. Orense
-7500	41400	19100426	0	0	60	Serra do Barroso. Portugal
-8360	41300	19100606	0	0	60	Vila do Conde. Portugal
-8420	42120	19101122	0	0	0	Vigo. Pontevedra
-8150	43320	19101124	0	0	70	El Ferrol. La Coruña
-7060	43360	19110124	0	0	30	Ribadeo. Lugo
-8540	41420	19110209	0	0	60	Viana do Castelo. Portugal
-7300	43000	19110607	0	0	40	Lugo
-8300	41300	19130426	0	0	30	Braga. Portugal
-8300	41300	19130724	0	0	60	Vizela. Portugal
-8430	41400	19131027	0	0	60	Viana do Castelo. Portugal
-7480	41480	19131028	0	0	30	Montealegre. Portugal
-7200	43250	19140529	0	0	30	Mondoñedo. Lugo
-6180	43120	19150102	0	0	60	Sta. María Genestaza. Asturias
-8240	43240	19151114	0	0	40	La Coruña
-8500	41520	19151206	0	0	60	Caminha. Portugal
-7470	41310	19151207	0	0	40	Ribeira de Pena. Portugal
-8300	43200	19181210	0	0	0	La Coruña
-7380	41340	19181225	0	0	60	Vidago. Portugal
-8240	43000	19191227	0	0	0	Ordenes. La Coruña
-8300	41360	19200513	0	0	40	Braga. Portugal
-8360	42240	19201126	0	0	70	Pontevedra
-8360	42240	19201201	0	0	0	Pontevedra
-8300	42060	19211129	9	9	9	Moncao. Portugal
-7480	42180	19221012	0	0	0	Orense.
-7500	42120	19240210	0	0	30	Allariz. Orense
-8330	42530	19251025	0	0	40	Santiago Compostela. Coruña
-6250	43200	19300818	0	0	30	Cangas de Tineo. Asturias
-8500	41520	19300928	0	0	40	Caminha. Portugal
-8490	42340	19301212	0	0	50	Villanueva Arosa. Pontevedra
-8130	42040	19310419	0	0	50	Melgaco. Portugal
-8430	41570	19310609	0	0	40	Vila N. Cerveira. Portugal
-4240	43180	19320427	0	0	40	Cabezón de la Sal. Santander
-4240	43180	19320428	0	0	30	Cabezón de la Sal. Santander
-4240	43180	19320503	0	0	30	Cabezón de la Sal. Santander
-4240	43180	19320504	0	0	50	Cabezón de la Sal. Santander
-4050	43180	19320506	0	0	0	Caldas de Besaya. Santander
-8420	41540	19350724	0	0	30	Vila N. Cerveria. Portugal
-9480	42240	19360620	0	0	50	Atlántico
-3370	43150	19381016	0	49	70	Arredondo. Santander
-8540	41420	19390104	0	0	40	Carreco. Portugal
-3350	42560	19391002	0	43	50	Villarcayo. Burgos
-9300	42000	19410217	0	0	30	Atlántico
-8540	41480	19410424	0	0	50	Carreco. Portugal
-8540	41480	19410710	0	0	50	Quarteira. Portugal
-8540	41480	19410710	0	0	40	Quarteira. Portugal
-6480	41300	19411106	0	0	40	Peredo. Portugal
-8240	41360	19420106	0	0	50	Ferreiros. Portugal
-8300	41360	19420110	0	0	50	Lage. Portugal
-9000	43400	19441125	0	47	50	Atlántico

Longitud GMMd	Latitud GGMMd	Fecha	Prof.	Magn. x 10	I.max. x 10	Localidad
-7540	41420	19461221	0	0	0	Dornelas. Portugal
-7480	41420	19470321	0	0	30	Boticas. Portugal
-8300	41300	19481118	0	48	50	Braga. Portugal
-6000	43180	19500404	0	46	60	Teverga. Asturias
-8120	41420	19510623	0	0	30	Infesta. Portugal
-7420	41480	19570714	0	0	40	Sapiaos. Portugal
-6240	41300	19570907	0	0	30	Miranda Douro. Portugal
-7060	41360	19580120	0	0	50	Mascarenhas. Portugal
-7060	41360	19580121	0	0	50	Romeu. Portugal
-8240	41300	19600503	0	0	50	Celeiro. Portugal
-8480	41420	19601105	0	0	50	Deao. Portugal
-6118	41435	19610210	0	52	60	Zamora
-6118	41435	19610210	0	39	0	Zamora
-6118	41435	19610210	0	52	50	Zamora
-6118	41435	19610314	0	44	0	Zamora
-5493	41541	19611222	5	41	30	SW. Benavente. Zamora
-5459	41457	19611222	23	45	0	N. Zamora
-7009	43531	19620503	5	43	60	Cantábrico
-4060	43120	19650107	0	41	70	Reocín. Santander
-7177	43093	19650318	5	32	0	Pol. Lugo
-4024	43084	19650509	0	36	0	Ne. Reinosa. Santander
-7150	42120	19671101	0	27	30	Sierra de Queija. Orense
-8450	41450	19680330	0	0	30	Viana do Castelo. Portugal
-8399	42115	19730420	5	36	40	Porrino. Portugal
-8480	42500	19730607	0	33	0	Noya. La Coruña
-6521	43040	19741224	14	37	0	San Antolín. Asturias
-7060	43300	19750110	0	33	0	Ribadeo. Lugo
-5127	43120	19750801	5	35	0	SE. Pola de Laviana. Asturias
-8120	41540	19760909	0	0	0	Sierra do Soajo. Portugal
-5144	43198	19761126	0	34	0	Cangas de Onis. Asturias
-7480	42240	19770715	0	0	0	Orense
-8300	42300	19770829	0	0	0	Pontevedra
-4142	42252	19780809	0	33	0	Villasandino. Burgos
-7455	42023	19781012	5	36	0	Blancos. Orense
-7436	41531	19781012	5	43	0	Baltar. Orense
-7091	42533	19790116	80	36	60	Becerra. Lugo
-7221	42456	19790215	10	46	50	Sarria. Lugo
-9292	42326	19790216	60	40	50	Atlántico
-7522	42189	19790220	10	34	40	Orense
-8300	42050	19790223	0	0	30	Salvatierra Miño. Pont.
-7200	43020	19790512	0	0	40	Castroverde. Lugo
-3432	42372	19790523	0	30	0	Poza de la Sal. Burgos
-8330	42000	19790531	0	0	0	Moncao. Portugal
-7098	42533	19791218	20	42	60	Becerrea. Lugo
-8111	42100	19800211	5	32	0	Creciente. Pontevedra
-6208	41518	19800530	10	31	0	Alcañices. Za
-8400	42200	19801006	0	34	50	Pontevedra
-8210	42254	19801125	5	0	50	Puente Caldelas. Pontevedra
-6425	42446	19810708	27	36	0	Fabero. León
-5300	43480	19821129	0	35	0	Cantábrico

Longitud GMMd	Latitud GGMMd	Fecha	Prof.	Magn. x 10	I.max. x 10	Localidad
-5171	43305	19830420	16	39	0	Colunga. Asturias
-9254	43485	19830925	32	37	0	Atlántico
-8262	42124	19840829	5	34	30	Puenteáreas. Pontevedra
-7265	42546	19841125	20	32	0	Sarria. Lugo
-7450	42383	19841125	5	30	0	Sarria. Lugo
-5495	41333	19850422	6	30	0	Zamora
-6503	42450	19860511	5	32	0	Vega de Espinareda. León
-4280	41497	19860625	5	25	0	Venta de Baños. Palencia
-7130	42245	19860704	5	36	40	Quiroga. Lugo
-7470	42072	19870115	6	33	30	Xinzo de Limia. Orense
-3322	43183	19870122	10	34	0	Ramales de la V. Santander
-8475	42583	19870204	9	28	40	Negreira. La Coruña
-5015	43029	19870219	5	31	0	Riaño. León
-7067	43116	19870421	13	31	0	Fonsagrada. Lugo
-7146	42004	19870514	5	30	0	A Gudiña. Orense
-7410	42431	19870516	5	29	0	Taboada. Lugo
-7445	42068	19870519	18	29	0	Sandias. Orense
-7491	42004	19870523	17	31	0	A Limia. Orense
-6462	42176	19870525	5	29	0	Serra do Eixe. Orense
-7410	42424	19870530	5	32	40	Taboada. Lugo
-8234	43033	19870706	8	29	0	Ordes. La Coruña
-5594	42231	19870728	5	33	35	Riego de la Vega. León
-7423	41489	19870808	14	29	0	Montealegre. Portugal
-6483	42103	19870816	9	28	0	Sierra Secundera. Zamora
-8254	42171	19871005	5	27	0	Mondariz. Pontevedra
-3427	43036	19871107	13	39	40	Sotoscueva. Burgos
-8258	42171	19871115	5	26	0	Mondariz. Pontevedra
-7000	42427	19880112	1	29	0	Piedrafita. Lugo
-7096	43022	19880329	1	33	0	Baleira. Luego
-6438	42298	19880410	3	32	30	Borrenes. León
-8369	43087	19880425	23	30	0	Carballo. La Coruña
-8289	42164	19880505	10	28	0	Mondariz. Pontevedra
-6485	41311	19880701	1	27	0	Macedo Cavaleiros. Portugal
-7139	42045	19880702	2	31	0	A Gudiña. Orense
-6461	42168	19880715	3	26	0	Serra do Eixe. Orense
-7529	42245	19880907	7	29	0	Coles. Orense
-7173	43032	19881008	5	27	40	Castroverde. Lugo
-8041	42198	19881012	15	0	0	NE. Ribadavia. Orense
-6493	42192	19881116	5	27	0	Serra do Eixe. Orense
-9030	42586	19881207	10	27	30	Olveira. La Coruña
-7459	42102	19881211	5	25	0	Allariz. Orense
-7456	42100	19881211	5	24	0	Allariz. Orense
-7444	42092	19881211	5	24	0	Allariz. Orense
-6536	42179	19881212	5	27	0	Serra do Eixe. Orense
-7463	42107	19881212	5	32	0	Allariz. Orense
-7449	42098	19881212	5	24	0	Allariz. Orense
-7443	42091	19881212	5	24	0	Allariz. Orense
-7453	42097	19881230	5	27	0	Allariz. orense
-7458	42092	19881230	5	28	0	Allariz. Orense
-7444	42080	19881230	5	24	0	Allariz. Orens

Longitud GMMd	Latitud GGMMd	Fecha	Prof.	Magn. x 10	I.max. x 10	Localidad
-7465	42073	19881230	5	34	0	Allariz. Orense
-7454	42091	19890102	5	25	0	Allariz. Orense
-8372	42234	19890209	6	30	30	SE. Pontevedra
-5036	43094	19890220	9	39	35	Picos de Europa. Asturias
-8084	42267	19890315	5	25	0	Carballiño. Orense
-6380	43354	19890607	25	33	0	NW. Luarca
-7463	42092	19890610	5	33	0	Allariz. Orense
-7466	42106	19890611	5	31	0	Allariz. Orense
-8109	43209	19890705	5	28	0	Ría de Betanzos. La Coruña
-8281	42542	19890722	8	27	0	NE. Sant. Compostela. Coruña
-7337	42079	19890829	6	28	0	Laza. Orense
-7310	42063	19890830	13	38	30	Laza. Orense
-6557	42205	19891002	5	26	0	Serra do Eixe. Orense
-6121	43346	19891026	22	35	35	Cabo Vidio. Asturias
-6541	42172	19891130	0	26	0	Serra do Eixe. Orense
-7414	42435	19891202	14	27	0	Taboada. Lugo
-7415	42443	19891222	7	30	0	Taboada. Lugo
-4321	42403	19900323	9	35	30	S. Cervera. Pontevedra
-4277	42591	19900327	2	32	30	N. Cervera. Pontevedra



LEYENDA

PROCESOS GENETICOS / CRONOLOGIA		ENDOGENAS	EXOGENAS				
		ESTRUCTURALES	LADERAS	POLIGENICAS	FLUVIALES		ANTROPICAS
CUATERNARIO	HOLOCENO	1-3	a, 4, 5, 6	c	15,16	13,14 e	17-20 h
	PLEISTOCENO		b	8	f	12	
TERCIARIO	NEOGENO			d	7, 9	10,11	
	PALEOGENO					g	

FORMACIONES SUPERFICIALES

a.- Arenas, bloques, cantos silíceos o lajas de calizas.

b.- Arenas, limos y cantos ocres o pardos.

c.- Arenas, limos y cantos silíceos pardos.

d.- Arenas y conglomerados ocres.

e.- Limos y arenas con clastos.

f.- Limos y arenas con clastos.

g.- Conglomerados calizos, margas y arenas amarillas.

h.- Acumulaciones de terrígenos.

SIMBOLOGIA

FORMAS ESTRUCTURALES

Escarpe sobre capa.

Resalte por capa.

Fractura con expresión morfológica.

FORMAS DE LADERAS

Pedriza.

Coluvión.

Solifluxión generalizada.

FORMAS POLIGENICAS

Superficie estructural con retoques dinámicos.

Glacis de cobertera.

Cerro cónico.

FORMAS FLUVIALES

Escarpe fluvial.

Arista fluvial.

Terraza.

Fondo de valle.

Cono de deyección.

Incisión fluvial.

Cauce principal.

FORMAS ANTROPICAS

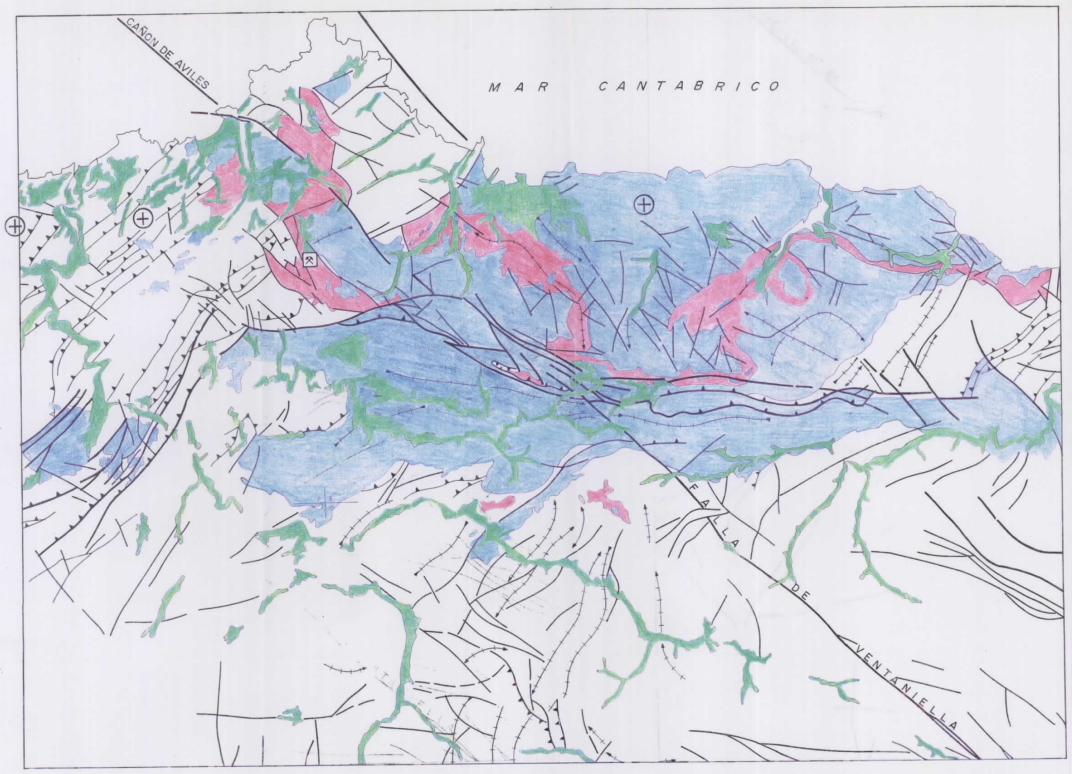
Escombrera.

Superficie.

Talud, escarpe.

Cantera.

PRINCIPADO DE ASTURIAS CONSEJERIA DE INDUSTRIA, TURISMO Y EMPLEO DIRECCION REGIONAL DE INDUSTRIA		
TITULO:	PLANO GEOMORFOLOGICO	PLANO: 1
PROYECTO:	ESTRUCTURAS SUBTERRANEAS-ASTURIAS II	
AUTOR/ES	F.J. RUBIO PASCUAL	
FECHA:	Noviembre 1995	ESCALA: 1 : 4950
Instituto Tecnológico GeoMinero de España		



LEYENDA

UNIDADES

- ZOCALO PREMESOZOICO
- TERRENOS SUSCEPTIBLES DE DIAPIRISMO, HALOCINOSIS, DESPEGUES...ETC.
- MESOZOICO Y TERCIARIO INVOLUCRADO EN SU ESTRUCTURA
- MATERIALES DE EDAD NEOTECTONICA O CUYA ULTIMA EDAD ENTRE DENTRO DE LA EPOCA NEOTECTONICA
- CONTACTO ENTRE DIFERENTES UNIDADES

ACCIDENTES

- SELECCION DE DIRECTRICES DE PLIEGUES EN OROGENOS ALPINOS
- SELECCION DE DIRECTRICES DE CABALGAMIENTOS EN OROGENOS ALPINOS
- FALLAS EN MATERIALES ANTENEOTECTONICOS
- FALLAS QUE AFECTAN A MATERIALES TERCIARIOS DE EDAD DESCONOCIDA (¿PALEOGENO?)

DATOS AREALES

- ELEVACION. (DEPOSITO Y SUPERFICIE DE RASA) (POSTOLIGOCENO).
- SITUACION DE LA MINA VILLABONA

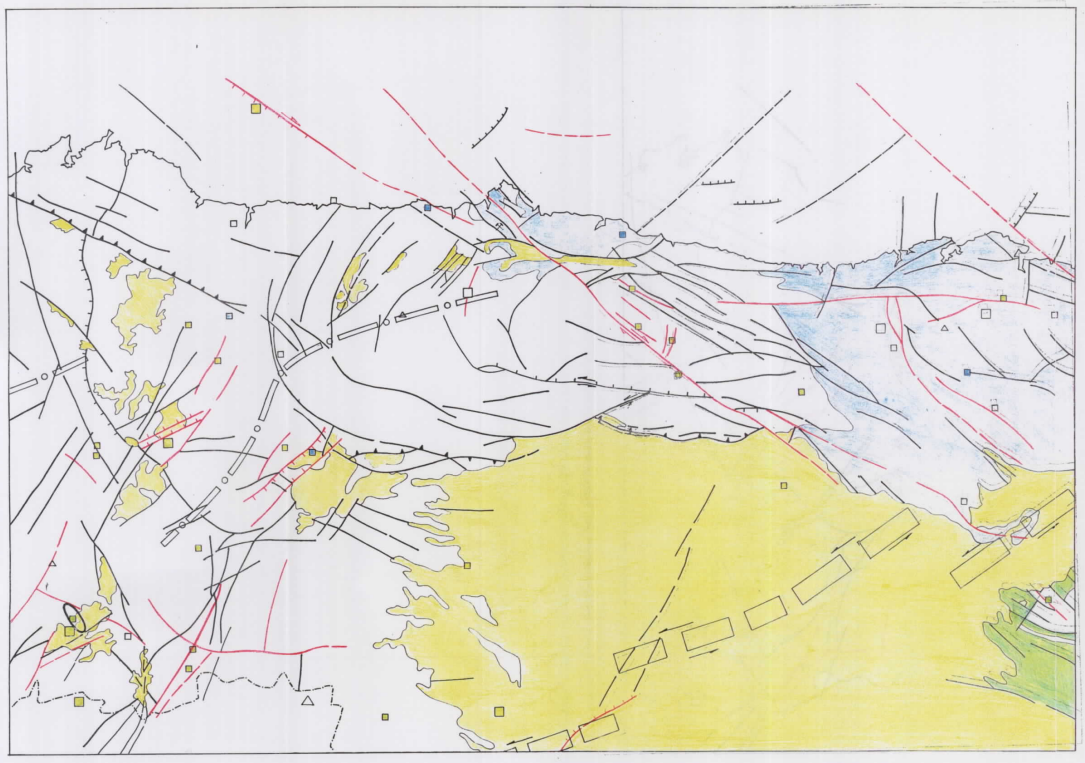
ESCALA 1:200.000

0 5 10 Km.

PRINCIPADO DE ASTURIAS
CONSEJERIA DE INDUSTRIA, TURISMO Y EMPLEO
DIRECCION REGIONAL DE MINERIA Y ENERGIA

TITULO:	Plano Neotectónico	PLANO:	2
PROYECTO:	ESTRUCTURAS SUBTERRANEAS–ASTURIAS-II		
AUTOR/ES	A. MARTIN-SERRANO GARCIA		
FECHA:	Noviembre, 1995	ESCALA:	1:200.000

Instituto Tecnológico GeoMinero de España



LEYENDA

SISMICIDAD

MAGNITUD	M ≥ 5	□
	5 > M ≥ 4	□
	4 > M ≥ 3	□
INTENSIDAD	I ≥ VIII	△
	VIII > I > VII	△
	VII > I ≥ VI	△

PROFUNDIDAL FOCAL (P.km)

- Desconocida
- P ≤ 10
- 10 < P ≤ 35

Agrupación de replicas y premoritorios.

UNIDADES GEOLOGICO-ESTRUCTURALES

- Macizo Hespérico
- Cadenas alpinas.
- Cadenas intermedias alpinas.
- Cuencas y/o subcuencas cenozoicas.

ESTRUCTURAS TECTONICAS Y OTROS SIMBOLOS

- Falla s.l.
- Falla direccional
- Falla supuesta y/o deducida por geofísica.
- Falla normal o con indicación de bloque hundido.
- Falla inversa, cabalgamiento.
- Banda de fallas y zona de cizalla, reflejo de posibles accidentes profundos importantes.
- Anomalía lineal de fuerte gradiente gravimétrico (en areas terrestres).

CONOCIMIENTO DE LA RELACION TECTONICA/SISMICIDAD

- Regular
- Otras fallas. Escaso o no documentado.
- Situación mina Villabona

PRINCIPADO DE ASTURIAS
CONSEJERIA DE INDUSTRIA, TURISMO Y EMPLEO
DIRECCION REGIONAL DE MINERIA Y ENERGIA

TITULO:	Mapa Sismotectónico	PLANO:	3
PROYECTO:	ESTRUCTURAS SUBTERRANEAS-ASTURIAS-II		
AUTORES:	A. MARTIN-SERRANO GARCIA		
FECHA:	Noviembre, 1995	ESCALA:	1:1.000.000

Instituto Tecnológico GeoMinero de España