

MINISTERIO DE INDUSTRIA

DIRECCION GENERAL DE MINAS

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

HOJA

10-4

35

00244

MAPA GEOTECNICO GENERAL

BARCELONA



CHONERO

**INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA**

**MAPA GEOTECNICO GENERAL  
E:1/200.000**

**BARCELONA**

**HOJA 10-4/35**

**MADRID, DICIEMBRE 1.972**

El presente estudio ha sido realizado por Ibérica  
de Especialidades Geotécnicas (IBERGESA) en ré-  
gimen de contratación con el Instituto Geológico  
y Minero de España

**Depósito Legal: M. 10210 – 1973**

## **INDICE**

<b>1.— INTRODUCCION .....</b>	<b>1</b>
 <b>2.— DESCRIPCION DE FACTORES CON INCIDENCIA GEOTECNICA .....</b>	 <b>3</b>
2.1.— Características físico—geográficas .....	3
2.2.— Bosquejo Geológico .....	5
2.3.— Criterios de división. Características generales de las Areas .....	7
2.4.— Formaciones superficiales y sustrato .....	13
2.5.— Características geomorfológicas .....	20
2.6.— Características hidrogeológicas .....	23
2.7.— Características geotécnicas .....	27
 <b>3.— INTERPRETACION GEOTECNICA DE LOS TERRENOS .....</b>	 <b>31</b>
3.1.— Terrenos con condiciones constructivas desfavorables .....	31
3.2.— Terrenos con condiciones constructivas aceptables .....	32
3.3.— Terrenos con condiciones constructivas favorables .....	33
 <b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	 <b>35</b>



## 1.— INTRODUCCION

El estudio del comportamiento mecánico del subsuelo constituye hoy una técnica muy desarrollada, investigadora de las tensiones y deformaciones que el suelo experimenta bajo estados de carga. No puede decirse lo mismo de la cartografía geotécnica, ya que, dada la complejidad de los posibles problemas a considerar, resulta difícil su representación en un número limitado de documentos gráficos. Esta es la razón por la que no se ha llegado a establecer en el mundo una sistemática para la confección de mapas geotécnicos.

Ante esta situación ha sido preciso establecer una metodología para la confección de mapas geotécnicos en nuestro país, en la que se han tenido presente los resultados de los análisis de dos estudios:

- Cartografía geotécnica que se realiza en el mundo, sus finalidades, sus métodos y sus resultados.

- Problemas geotécnicos derivados del desarrollo inmediato en nuestro país.

Se han establecido los criterios de clasificación de los terrenos. Dado que esta clasificación hay que obtenerla a partir de innumerables datos de tipo geológico y mecánico, se ha establecido el tratamiento que es necesario dar a aquéllos para llegar a resultados utilizables.

Se consideran factores principales, para la confección de mapas de aptitud de terrenos, la topografía y morfología; las formaciones litológicas blandas y consolidadas, así como sus características mecánicas; niveles freáticos y posibilidades de drenaje. Los factores secundarios serán los que se refieren a la climatología, sismología y la existencia o no de recursos naturales (agua, vegetación, arbolado, materiales rocosos para construcción).

La cartografía geotécnica es, pues, aquella rama de la geotecnia que mediante estudios de investigación de la estructura tectónica de la corteza terrestre, composición de las rocas que forman la parte más superficial de la misma, análisis de los fenómenos geológicos actuales —aguas subterráneas y geomorfología—, y con las experiencias habidas en otras zonas geológicas y geográficas similares, establece una distribución de las condiciones geotécnicas de la corteza terrestre, explica el carácter zonal y regional de la distribución de los procesos y fenómenos geotécnicos, descubre los factores que rigen las condiciones geológicas para la construcción, y predice los cambios que en las condiciones geotécnicas pueden producir esas construcciones.

Los mapas geotécnicos serán mapas geológicos en los que se incluyen las características geotécnicas necesarias para el cálculo de estructuras industriales y urbanas, diferenciándose de aquéllos por suministrar datos cualitativos y cuantitativos del terreno que podrán ser de aplicación inmediata en obras de construcción e ingeniería civil.

El fin de estos mapas será determinar las propiedades técnicas de cada unidad de clasificación y su límite extensional, según los cambios de las mismas.

Los mapas "Generales" facilitarán, dentro de las limitaciones que impone la escala 1:200.000, las características físicas, y mecánicas de los terrenos y sus límites de variación, según cambien sus condiciones geológicas, hidrogeológicas, geomorfológicas, geodinámicas y geotécnicas.

Los resultados obtenidos durante la realización de los mismos se incluyen de forma sintetizada en el presente documento, quedando el conjunto de datos barajados para su elaboración archivados, de forma sistemática, en este organismo, encargado, aparte de esta primera fase de confección, de su actualización en el tiempo a medida que se perfeccionen las técnicas de investigación, valoración y representación.



## **2.— DESCRIPCION DE FACTORES CON INCIDENCIA GEOTECNICA.**

### **2.1.— CARACTERISTICAS FISICO—GEOGRAFICAS.**

Situación geográfica, relieve y red fluvial.

El área estudiada comprende la Hoja nº 10-4 del Mapa Topográfico Nacional a E. 1/200.000, se halla situada sobre el ángulo Nororiental de la Península Ibérica y está limitada geográficamente por las coordenadas:

Longitud: 2º 08' 49" 5 — 3º 28' 49" 5

referidas al meridiano de Greenwich, dato Europeo

Latitud: 41º 20' 04" 1 — 42º 00' 04" 1

Administrativamente, se distribuye entre las provincias de Barcelona y Gerona. Corresponde a la primera toda la zona O. y SO., y a la segunda el extremo E. y NE. La mayor concentración urbana e industrial se centra en Barcelona (situada sobre el ángulo SO.) y sus alrededores, si bien en toda la Hoja abundan núcleos importantes. Destacan: Gerona, La Bisbal, Palafrugell, Palamós, Blanes, Santa Coloma de Farnés, en la provincia de Gerona; y Malgrat, Mataró, Badalona, Granollers, Masnou, Vich, etc., en la de Barcelona. En este aspecto, debe indicarse que esta zona es una de las que poseen mayor índice demográfico dentro de la península, y sin lugar a dudas la de mayor desarrollo industrial.

El relieve, con acusada impresión de montuosidad, presenta una serie de características importantes.



Por todo el ángulo NO., hasta prácticamente el centro de la Hoja, se extienden las sierras de Montseny y de Viellas, con morfología muy acusada y altitudes máximas de 1.500—1.700 mts. A su alrededor aparecen una serie de zonas llanas: Vich al O., Gerona al E. y las cuencas de los ríos Tordera y Monjent al Sur. A continuación se observan relieves acusados, aunque con altitudes menores, oscilando entre los 500—700 mts.: Sierra de Montnegre y de las Gabarras.

La red fluvial, que aquí de forma muy clara se ciñe a la disposición general del relieve, presenta dos vertientes de agua. Una, situada sobre la mitad N., con el río Ter por eje hidrográfico que cruza la Hoja por el borde N.; y otra, situada al S. que vierte sus aguas sobre el Mar Mediterráneo. Si bien la densidad hidrográfica es amplia en ambas cuencas, el caudal de los ríos es bajo. Únicamente son dignos de mención, debido a la importancia que representan desde el punto de vista del drenaje de la zona, y de los problemas que éste acarrea con vistas a la contaminación de los mismos, los ríos Tordera, Caldas, Besós y Monjent. Los restantes, normalmente "Rieras", presentan únicamente problemas en épocas lluviosas, pues concentran los aportes de las alineaciones montañosas, que discurren por ellos a grandes velocidades, y actúan como agentes erosivos de gran importancia, y en ciertos momentos, de gran peligrosidad.

## CLIMATOLOGIA Y METEOROLOGIA

Para el estudio de las condiciones climáticas de la Hoja se han consultado, aparte de los datos generales insertos, algunas publicaciones del Ministerio de Obras Públicas y del Aire, los puntuales obtenidos del Servicio Meteorológico Nacional de Barcelona, Vich y Gerona, por considerar que entre ambos conjuntos se cubre ampliamente el clima predominante en la región.

Los datos que a continuación se incluyen, hacen referencia a temperaturas, precipitaciones e índices climáticos, englobándose en este punto los que influyen sobre el coeficiente de reducción a aplicar en la ejecución de algunas obras por climatología adversa.

### *Temperaturas.*

La temperatura media anual, deducida en un período de 30 años (1930—61), varió desde 8°C en el ángulo NO. de la Hoja, hasta 16°C en toda la costa. En este mismo período, las temperaturas máximas oscilaron desde 34°C en el borde NO., hasta 40°C en el borde E., y las mínimas absolutas de -15°C por el ángulo NO. a -10°C en la costa.

Las oscilaciones térmicas fueron relativamente pequeñas en la costa, y más elevadas por el ángulo NO. La razón de ello radica, por una parte, en el papel moderador con que actúa la presencia del Mar Mediterráneo, y por otra, la influencia de la alineación montañosa situada al NO.

Las humedades relativas fueron del orden de 60 al 70 por ciento en toda la zona litoral, y superiores al 70 por ciento en las zonas montañosas.

El número de horas de sol ascendió, según la dirección NO.—SE., desde valores de 2.300 horas, a valores de 2.500.

### ***Precipitaciones.***

El promedio anual de precipitaciones, en el período 1931—60, osciló desde 700 mm. en el borde N., a 600 mm. en el litoral. Estos valores se repartieron entre 90 días en el primer caso, y 80 en el segundo.

Las máximas en 24 horas fueron altas, dándose valores superiores a los 200 mm. en los meses de invierno en el NE., y de 100 mm., en igual época del año, en el SO.

### ***Indices climáticos.***

Es interesante, como cierre de este capítulo, determinar los coeficientes medios anuales de reducción climatológica para cada clase de obra. Para ello, se ha supuesto cada una repartida uniformemente a lo largo de los 365 días del año y éstos repartidos en 12 meses con arreglo a la tabla siguiente en la que no se han tenido en cuenta los días festivos:

ENERO	0,0489	JULIO	0,0849
FEBRERO	0,0767	AGOSTO	0,0849
MARZO	0,0849	SEPTIEMBRE	0,0822
ABRIL	0,0822	OCTUBRE	0,0849
MAYO	0,0849	NOVIEMBRE	0,0822
JUNIO	0,0822	DICIEMBRE	0,0849

### ***Coefficientes medios anuales para la obtención del número de días útiles de trabajo a partir del número de días laborables.***

#### **CLASE DE OBRA**

	Hormigones hidráulicos	Explanaciones	Aridos	Riegos y Tratamientos	Mezclas Bituminosas
BARCELONA	0,936	0,887	0,941	0,660	0,811
GERONA	0,847	0,792	0,921	0,506	0,652

## **2.2.— BOSQUEJO GEOLOGICO.**

Aunque la finalidad del mapa se aparta de lo que normalmente se entiende por cartografía geológica, su ejecución, sin embargo, parte de la misma, por lo que conviene, antes de pasar a otros puntos más concisos y prácticos, dar un esbozo de la geología de la Hoja. Para ello se pasará revista, tanto a las rocas existentes, dando su distribución y naturaleza, como a la tectónica sufrida, que nos dará razón de su situación relativa y su jerarquización dentro del conjunto total.

### **ROCAS**

Los terrenos de la Hoja se incluyen dentro del Paleozoico, Mesozoico, Terciario y Cuaternario, observándose asimismo grandes afloramientos de rocas ígneas, y una serie de pequeños retazos de rocas filonianas y metamórficas.

#### **A) Paleozoico.**

**a<sub>1</sub>) Cámbrico.**— Se sitúa masivamente al N. de la Sierra de las Gabarras y de Viella, así como en afloramientos aislados al NE. de San Celoni y al N. de Blanes. Está formado por una serie de pizarras arcillosas, arenosas y micáceas, con intercalaciones de cornubianitas, cuarcitas y mármoles.

**a<sub>2</sub>) Ordovícico.**— Aparece en forma de extensos manchones en las sierras de Montseny, Montnegre, y al N. de Barcelona. Se compone de una potente serie pizarrea en la que se alternan niveles de grauwacas y cuarcitas.

**a<sub>3</sub>) Silúrico.**— Se sitúa, al igual que el anterior, en la ladera NO. de la Sierra de Montseny y en algunos puntos de la cordillera Litoral Catalana. Está formado por pizarras en su parte inferior, y calizas negras en la superior.

**a<sub>4</sub>) Devónico.**— Sus afloramientos más importantes se sitúan en la Sierra de Montseny y al N. de Barcelona y Calella. Lo forman materiales calcáreos: calizas, dolomías y calcoesquistos.

**a<sub>5</sub>) Carbonífero.**— Se incluyen en este piso una serie de terrenos situados al pie de las sierras del Tibidabo y Montnegre, en la Cordillera Litoral Catalana y en las estribaciones del Montseny. Se diferencian en él dos grandes conjuntos: uno inferior, en el que predominan los esquistos, las pizarras y las grauwacas, y otro superior detrítico, en el que se observan bancos de conglomerados, grauwacas y areniscas.

#### **B) Secundario.**

**b<sub>1</sub>) Triásico.**— Los terrenos datados como triásicos se extienden masivamente al N. de Caldas de Montbuy, también sobre la vertiente O. de la Sierra del Montseny, y en forma de pequeños retazos, al N. de Badalona. Está formado por dolomías, calizas, areniscas y arcillas rojizas, entre las cuales, y de forma esporádica, aparecen lentejones de yeso.

#### **C) Terciario.**

**c<sub>1</sub>) Paleogeno.**— Aparece por el ángulo NO. de la Hoja. Se diferencian una serie de terrenos del Paleoceno, otros del Eoceno propiamente dicho, de facies marina, y finalmente otros datados como del Eoceno Superior y Oligoceno de facies continental.

— El Paleoceno incluye conglomerados, areniscas y argiolitas rojas.

— El Eoceno marino esta representado por conglomerados calcáreos, areniscas, calizas y margas.

— El Eoceno Superior continental empieza con niveles de gravas, alternándose con otros margosos, sobre los que aparecen bancos de areniscas y arcillas rojas, que destacan mucho sobre las margas gris azuladas.

**c<sub>2</sub>) Neogeno:** — Mioceno: Está representado por sus facies marinas, lacustre y continental. La primera, localizada en afloramientos en las proximidades de Barcelona, Santa Coloma de Gramanet y al norte de Badalona, consta de una alternancia de areniscas y margas. La facies continental constituye los terrenos que rellenan la fosa del Vallés, y presenta materiales muy detríticos entre los que abundan las arcosas y conglomerados. Finalmente, la lacustre, señalada en un pequeño afloramiento al pie del macizo del Montseny, consta de margas finas muy replegadas.

— Plioceno: Está representado por los depósitos que recubren la depresión de La Selva. Se caracteriza por una litología de areniscas blancas —poco compactas—, arcillas y conglomerados, depositados en régimen torrencial, localmente lacustre.

#### ***D) Cuaternario.***

Pertenecen a este grupo una serie de depósitos situados por todo el ámbito de la Hoja, representados por terrenos sueltos y muy heterométricos.

Por lo general, su génesis es muy diversa. Apareciendo como: terrazas fluviales, depósitos de pendiente, limos calizos y costras de caliche, derrubios de pendiente, conos de deyección, formaciones deltaicas y depósitos marinos antiguos o actuales.

#### ***E) Rocas Igneas y Metamórficas.***

Incluimos aquí granitos, adamellitas, granodioritas y otros conjuntos de rocas ácidas que aparecen por el centro y litoral marino de la Hoja.

### **TECTONICA.**

A grandes rasgos pueden separarse, dentro de la Hoja, las siguientes unidades morfoestructurales:

- Depresión del Ebro
- Cordillera Prelitoral
- Depresión Prelitoral
- Cordillera Litoral

La depresión del Ebro está constituida por materiales paleogenos. Por lo general, las capas horizontales al acercarse al borde S., se levantan bruscamente, apareciendo en el interior de la depresión únicamente onduladas.

La Cordillera Prelitoral esta formada por el Paleozoico y las formaciones graníticas, en la Depresión Prelitoral son los terrenos datados como neógenos los que predominan mientras que en la Cordillera Litoral son los paleozoicos los dominantes.

Estas unidades son consecuencia de la historia geológica de la región, en la que se han sucedido numerosos y complejos fenómenos de actividad sedimentaria, ígnea y metamórfica.

### **2.3.— CRITERIOS DE DIVISION. CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS AREAS.**

Pese a que en el apartado 1.1. se enumeraron una serie de objetivos a cubrir con el presente mapa, resulta evidente que el fin primordial del mismo será el de definir, siempre con las limitaciones que presenta la escala 1/200.000, las condiciones constructivas de todos los terrenos.

Para alcanzar este fin, el proceso se inicia con la división zonal de la Hoja, se continúa con el análisis individual de una serie de características del terreno, observándolas en aquellos aspectos que puedan influir, favorablemente o desfavorablemente, a la hora de su aprovechamiento como base de sustentación de obras técnicas, y se finaliza con el tratamiento conjunto de todos los datos anteriores para, partiendo de ellos, definir cualitativamente sus condiciones constructivas.

## CRITERIOS DE DIVISION GEOTECNICA.

De la división del mapa geológico de la Hoja y del análisis de su evolución, se deduce de forma indiscutible la existencia de dos grandes unidades: una, situada sobre el ángulo NO., y que pertenece al extremo más oriental de la Depresión del Ebro, y otra, que ocupa el resto de la zona, y que se incluye dentro de la Cordillera Costero Catalana.

Siguiendo las normas de división taxonómica establecida para la división y denominación geotécnica, se separan dentro de la Hoja dos unidades de primer orden: La Región I y la Región II. En la I se incluyen el conjunto de terrenos que forman la Cordillera Costero Catalana, y en la II los que colmatan la Depresión del Ebro.

Para la delimitación de unidades de segundo orden, "Area", nos fijaremos en la homogeneidad macrogeomorfológica de los terrenos.

El proceso seguido para realizar esta subdivisión se basa en el estudio de los diferentes tipos de rocas, así como en su resistencia a la erosión y en su distinto comportamiento mecánico ante los diversos movimientos tectónicos que han actuado sobre ellas.

De esta forma aparecen en la zona estudiada seis Areas dentro de la Región I: I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, I<sub>3</sub>, I<sub>4</sub>, I<sub>5</sub>, I<sub>6</sub> y dos dentro de la Región II: II<sub>1</sub> y II<sub>2</sub>.

Dentro del Area I<sub>1</sub> se incluyen los terrenos que forman la Cordillera Prelitoral. Por lo general son rocas plutónicas o paleozoicas muy competentes y con morfología acusada.

Dentro de I<sub>2</sub> se incluyen los terrenos que forman la Cordillera Litoral. Litológicamente es similar a la anterior, si bien su morfología está más suavizada.

Dentro de I<sub>3</sub> se agrupan los terrenos que forman el borde O. de la Cordillera Prelitoral. Su morfología es, por lo general, acusada.

El Area I<sub>4</sub> agrupa los terrenos de la depresión que aparece entre la Cordillera Litoral y Prelitoral. Por lo general presenta una morfología llana, formada por terrenos sueltos, normalmente de tipo granular.

El Area I<sub>5</sub>, muy similar morfológica y litológicamente a la anterior, agrupa los terrenos que forman la depresión de La Selva, mientras que la I<sub>6</sub>, igualmente de morfología llana y con una gran variedad litológica, se distribuye por el NE. de la Hoja.

Dentro de la II<sub>1</sub> se agrupan los terrenos pertenecientes a la Depresión del Ebro. Su morfología es eminentemente llana y su origen está ligado a la actual red hídrica de la zona de Vich.

Por último, II<sub>2</sub> agrupa los terrenos de la Depresión del Ebro. En su litología predominan los grupos calizos y margosos.

## CARACTERISTICAS DE LAS AREAS.

### Area I<sub>1</sub>

Se distribuye por el NO. de la Hoja, extendiéndose desde su borde N., sobre el Embalse de Suqueda, hasta el O. de La Garriga, sobre las Sierras de Viellas y de Montseny.

Su litología es muy variada, destacándose, de N. a SO.; una serie de pizarras paleozoicas muy metamórficas en esquistos cuarzo-feldespáticos en su parte S.; un conjunto de rocas graníticas y granodioríticas que se extiende desde el N. de San Hilario de Sacalm hasta el límite entre las provincias de Barcelona y Gerona; un macizo fundamentalmente

paleozoico, que ocupa las estribaciones O. de la Sierra del Montseny y en el que sobresalen los grupos de las cuarcitas y pizarras; finalmente, sobre el borde O., una serie de afloramientos graníticos.

Su morfología oscila entre acusada y muy acusada, con pendientes topográficas que superan en muchos puntos valores superiores al 20 y al 25 por ciento. Este hecho, unido al alto grado de tectonización que ha afectado a los materiales paleozoicos, así como a su carácter eminentemente tabular, predispone, bien deslizamientos de depósitos sueltos, provenientes de la alteración o de zonas influidas por fracturas, bien la caída de bloques sanos por ruptura a lo largo de sus planos de tectonización. Estos aspectos dan un carácter geomorfológico desfavorable, que no se compensa con la gran competencia mecánica de sus materiales y su elevada resistencia a la erosión.

Los materiales que la forman se consideran, en pequeño, como impermeables, poseyendo, en grande, una cierta permeabilidad ligada a su alto grado de tectonización —en las formaciones graníticas y granodioríticas—, y a la lajosidad —en las rocas paleozoicas—. Este aspecto unido a la morfología acusada, condiciona un drenaje por escorrentía superficial, muy favorable, el cual imposibilita la aparición de zonas de inundación con deficiente saneamiento natural. Sin embargo, la acción del agua favorece la alteración en profundidad de los macizos paleozoicos y el deslizamiento de las coberturas sueltas.

Normalmente, y salvo eventuales bolsadas de agua, ligadas a zonas de fractura o falla, la aparición de acuíferos definidos y continuos es nula.

Tal como ya se indicó en los párrafos anteriores, sus características mecánicas son muy favorables, pues los materiales que la forman admiten, por lo general y siempre que no se altere con las aplicaciones de las mismas el estado estable de ciertas zonas (recubrimientos, zonas de fracturas, etc.), cargas elevadas sin que aparezcan fenómenos de asentamiento.

Por último, hay que indicar que su parte más occidental queda englobada dentro de la zona B del mapa Sismorresistente con intensidades macrosísmicas que oscilan entre  $G = VII$  y  $G = VIII$ , aspecto este que, como se verá más adelante, puede condicionar en parte, el carácter favorable con que se designan sus características mecánicas.

## Area I<sub>2</sub>

Se extiende, con una anchura de 10 a 15 Km., por todo el litoral de la Hoja, desde Barcelona hasta Gerona, adquiriendo al E. de esta última capital una mayor anchura.

Prácticamente está ocupada por un gran plutón de materiales graníticos y granodioríticos con una cobertura paleozoica, reducida en el S. y más potente en el N., y un recubrimiento cuaternario, formado por materiales sueltos, entre los que predomina la fracción granular por todo el litoral marino, y que alcanza las mayores potencias al S.; en Barcelona, en el centro, y sobre el río Tordera, y al N., sobre el río Rida y la Riera de los Molinos.

En su morfología, aunque se aprecia un marcado carácter montañoso, se alteran una serie de zonas prácticamente llanas, en las cuales las pendientes topográficas no superan el 7 por ciento, con otras muy abruptas, con pendiente del 20 y el 30 por ciento. La conjunción de ambas morfologías, sobre todo en las zonas próximas a la costa, así como la aparición de grandes recubrimientos y el alto grado de tectonización que han sufrido los materiales paleozoicos y las rocas plutónicas subyacentes, favorece, bien el deslizamiento de los depósitos sueltos, bien la caída de bloques, bien el desgajamiento de grandes lajas. Todos estos fenómenos empeoran sensiblemente las condiciones geomorfológicas de ciertos sectores.

Sus características hidrogeológicas, consideradas masivamente, son similares a la del Area anterior, pero localmente se aprecian algunas diferencias. En general, las rocas plutónicas y los recubrimientos paleozoicos son prácticamente impermeables, con una permeabilidad ligada al grado de tectonización. Esto, y su acusada morfología, son los factores que condicionan un drenaje favorable por escorrentía superficial, imposibilitando a la vez la existencia en profundidad de niveles acuíferos definidos y continuos. Los recubrimientos cuaternarios que, como ya se indicó, tapizan amplias zonas y poseen localmente potencias apreciables, están formados por materiales sueltos parcialmente permeables, y con un grado de almacenaje de agua elevado. Esto condiciona en ellos un drenaje por percolación natural aceptable, y favorece la aparición de ciertos niveles acuíferos a distintas profundidades (por lo general, a cotas no muy elevadas).

La capacidad de carga del primer grupo de rocas se considera, en general, alta, no siendo normal la aparición de fenómenos de asentamiento. En cambio en los materiales de deposición cuaternaria, las capacidades de carga oscilan de altas a medias, pudiendo aparecer asentamientos de magnitud media.

Sus características sísmicas varían sensiblemente, de tal forma que empeoran al ir de NE. a SO., pasando de un grado de intensidad macrosísmica  $G = VII$  en el NE. a superior a VIII en el SO.

### Area I<sub>3</sub>

Se extiende, en forma de una estrecha banda, por las estribaciones Occidentales de la Sierra del Montseny, esbozando una especie de media luna al NO. de La Garriga.

Agrupar el conjunto de terrenos del Mesozoico emergido. Litológicamente destaca un primer nivel formado por una alternancia de calizas, dolomías, areniscas y yesos que descansa sobre otro de color rojizo y de carácter detrítico, constituido por potentes bancos de conglomerados con pequeñas intercalaciones de calizas y dolomías. Por lo general, todo el paquete presenta una marcada coloración rojiza y un grado de cementación muy variable.

Su morfología, a excepción de algunos manchones aislados en los cuales las formas de relieve pueden considerarse como suaves, es en general acusada, con elevadas pendientes topográficas que a veces alcanzan de un 20 a 30 por ciento y abundantes escarpes prácticamente verticales. Este hecho, unido al carácter tabular de los materiales que la forman y a la gran trituración de los mismos, ocasionan la aparición de zonas sueltas con una cierta tendencia bien a los desmoronamientos masivos, bien a los desprendimientos de grandes lajas.

Globalmente los materiales que la forman se consideran impermeables, si bien se da en ellos una cierta permeabilidad ligada a su elevada fracturación. Este aspecto y su acusada morfología favorecen un drenaje superficial activo, eliminando la posibilidad de aparición de zonas en las que existan problemas en su saneamiento. La aparición de niveles acuíferos a distintas profundidades es incierta y localista, estando siempre conectados a horizontes muy fisurados.

Las características mecánicas son, en principio, favorables, pues la capacidad de carga de las rocas que la forman es alta y la posibilidad de aparición de fenómenos de asentamiento nula. Sin embargo, y muy localmente, la existencia de niveles de yesos, de fácil disolución por el agua, puede producir oquedades en el terreno, y al verse sometido a carga, puede ceder de manera brusca. Este fenómeno es muy problemático estando su aparición muy restringida, pues las capas competentes de la superficie absorben normalmente las cargas que puedan gravitar sobre ellas.



#### **Area I<sub>4</sub>**

Incluye los terrenos existentes en la parte O. de la Hoja entre la Cordillera Prelitoral y la Litoral, que rellenan la fosa del Valle.

Litológicamente es un gran depósito de materiales detríticos en el que abundan las arenas arcósicas y los conglomerados de elementos gruesos, alternando con lentejones de arcilla de colores muy diversos, con una potencia media de unos 600—800 mts., y descansando sobre un zócalo granítico. Parcialmente dicho depósito aparece soterrado bajo una serie de recubrimientos más arcillosos y de coloración ligeramente más oscura, ligados al cauce actual de los ríos, que con dirección N. a S. lo cruzan en toda su extensión. Estos últimos, si bien muy similares litológicamente a los primeros, aparecen menos cementados y con unas características hidrogeológicas diferentes.

Su morfología es prácticamente llana, sin que aparezcan formas de relieve acusadas. En detalle, se aprecian ligeras alomaciones conectadas con la red actual de drenaje y el efecto erosivo de la misma.

Sus materiales se consideran, en general, como semipermeables, si bien puntualmente pueden pasar a permeables o a impermeables, siendo este último caso muy improbable. Esto, unido a la morfología, favorece tanto la percolación natural como la escorrentía superficial, con lo cual el drenaje se considera aceptable, si bien, y debido a la deposición selectiva de las distintas fracciones granulares que arrastra el agua, pueden surgir pequeñas zonas con problemas de saneamiento natural, pero que no marcarán la tónica general del Area.

Por lo general, no es improbable la existencia de niveles acuíferos a distintas profundidades, normalmente a cotas superiores a las previstas para cimentaciones superficiales, a excepción de los recubrimientos cuaternarios en donde puede aparecer agua a cotas muy bajas.

Su comportamiento mecánico es muy uniforme. Las capacidades de carga oscilan entre altas y medias, según estemos en presencia de los depósitos arcósicos miocenos, o bien en los areno—arcillosos cuaternarios. La magnitud de los posibles asentamientos será de tipo medio, aunque deberá analizarse con detalle la posible aparición de niveles arcillosos que podrán ocasionar asientos, de mayor magnitud total, o asientos diferenciales.

#### **Area I<sub>5</sub>**

Se distribuye entre el borde E. de la Cordillera Prelitoral y la apófisis que llega hasta Gerona de la Litoral, enmarcando los terrenos que ocupan la depresión de La Selva.

Litológicamente, al igual que I<sub>4</sub>, es un gran depósito de materiales granulares —arenas, areniscas y conglomerados—, si bien ahora se entremezclan con gravas sueltas y cantos graníticos, pizarras metamórficas, y depósitos basálticos de irregular composición. Su potencia media decrece sensiblemente en relación al anterior, pues ahora no rebasa los 60—70 mts.

Al igual que en I<sub>4</sub>, se observan una serie de depósitos cuaternarios de potencia reducida (5—10 mts.), que recubren parcialmente a los anteriores. Por lo general, se igualan en ellos las fracciones arcillosas y arenosas, aumentando la proporción de arcilla, fracción que aparece muchas veces en forma de lentejones aislados y sin mezcla alguna.

Su morfología es prácticamente llana, observándose una serie de alomaciones y montículos ligados a efusiones volcánicas. No obstante, y debido a la fácil erosionabilidad de sus materiales, se aprecian irregularidades en el relieve ligadas a la acción erosiva del agua y a los efectos que produce sobre este depósito suelto.

Las características hidrogeológicas y mecánicas son muy parecidas a las de I<sub>4</sub>. En general, sus materiales se consideran como semipermeables con un drenaje —mezcla de percolación y escurrimiento superficial— aceptable, y con posibilidad de existencia de niveles acuíferos a distintas profundidades, que en los depósitos cuaternarios se reduce sensiblemente. La capacidad de carga oscilará entre alta y media, siendo la magnitud de los posibles asentamientos de tipo medio, siempre que se esté sobre la formación granular o sobre la areno-arcillosa, y de tipo elevado cuando aparezcan lentejones arcillosos, que pueden a la vez, y en sus límites, producir asentamientos diferenciales con respecto a los depósitos que los circunvalan.

### **Area I<sub>6</sub>**

Se distribuye por el borde NE. de la Hoja, agrupando los terrenos de la parte más baja de la depresión del Ampurdan.

Litológicamente se diferencia bastante de las dos anteriores, pues en ésta aparecen una serie de formaciones eocenas de calizas, margas, maciños, areniscas y conglomerados, a las que circundan depósitos granulares, similares a las de I<sub>5</sub>, y depósitos cuaternarios de origen fluvial y marino.

Su litología es muy variada, pasando desde rocas compactas a depósitos totalmente sueltos (arena de playa).

Su morfología, de formas llanas y pendientes topográficas inferiores al 7 por ciento, refleja la anterior variación litológica, destacándose una serie de montículos y alomaciones que corresponden a las formaciones eocenas del resto de los depósitos. Será en estos últimos, en los que, debido a su escasa cementación, pueden surgir problemas geomorfológicos exógenos, al producirse en ellos desmoronamientos y deslizamientos casi siempre de pequeña importancia.

Las características hidrogeológicas varían con la litología. En formaciones eocenas formadas por materiales impermeables y con una morfología alomada, se favorece la escurrimiento superficial, creándose un drenaje favorable. En el resto de depósitos, el drenaje, efectuado por percolación natural a causa de la semipermeabilidad de sus materiales, se considera únicamente aceptable. Este hecho, unido a su poca potencia y a descansar sobre un lecho impermeable, conduce a su rápida colmatación, apareciendo zonas encharcadas y agua a poca profundidad, fenómeno que no se da en las primeras formaciones, en las cuales, la existencia de agua está ligada a horizontes muy fracturados y fisurados.

Las características mecánicas de las formaciones eocenas serán favorables. Capacidades de carga altas e inexistencia de asientos. Únicamente en zonas alteradas —eminente-mente arcillosas—, pueden aparecer asientos de tipo medio. Aceptables en el resto de depósitos (capacidades de carga y magnitud de los asentamientos de tipo medio).

A causa de la gran variación litológica, tanto en las grandes unidades como dentro de los depósitos cuaternarios, el comportamiento de los mismos es muy irregular variando sus características de manera muy brusca en distancias relativamente pequeñas. Esta variación se extiende tanto en superficie como en profundidad.

### **Area II<sub>1</sub>**

Se sitúa en el ángulo NO. de la Hoja, extendiéndose por los alrededores de Vich, desde Manlleu a Centellas.

Agrupar un conjunto de depósitos aluviales, fluviales y coluviales, compuestos por fracciones arcillosas y granulares, normalmente sueltos y de colores oscuros grisáceos. Eventualmente aparecen zonas de margas grises—azuladas, sustrato impermeable en donde descansan las anteriores formaciones.

En su morfología predominan las formas totalmente llanas. Si bien, y de manera esporádica, aparecen asomos de margas que rompen esta uniformidad con formas alomadas, de escasa importancia y extensión.

Sus materiales se consideran, en general, como semipermeables, con una marcada tendencia a la impermeabilidad, a causa de la abundancia de fracciones arcillosas que se observan en algunos puntos. Esto, unido a su gran horizontalidad, a su escasa vegetación y su capacidad de almacenaje de agua, condiciona una escorrentía muy débil, realizándose normalmente su drenaje por percolación natural. Por su irregular potencia, y por descansar sobre un zócalo impermeable, la posibilidad de que dichos depósitos se saturen de agua es grande, apareciendo entonces amplias zonas con encharcamientos.

En general, la capacidad de carga de estos depósitos es de tipo medio, pudiendo aparecer asientos de la misma magnitud. Ahora bien, las rápidas variaciones litológicas en profundidad pueden variar negativamente estas condiciones, por lo que el análisis puntual en ellos es muy conveniente.

## **Area II<sub>2</sub>**

Se extiende, al igual que II<sub>1</sub>, por todo el ángulo NO. y la circunvala a manera de anillo.

Su estratigrafía es muy variada, pues aparecen margas, calizas, areniscas, conglomerados, maciños, etc., por lo general, en bancos horizontales y con coloraciones muy variadas, que pasan desde gris-azuladas a rojizas las últimas. Asimismo, se observan una serie de niveles de yesos, normalmente de potencia reducida y coloración blanquecino-rojiza.

Su morfología presenta dos tipos de relieves. En la zona próxima a II<sub>1</sub> aparecen formas en "pendiente" con acusados desniveles e intensas huellas de erosión lineal; a continuación se observan formas llanas con ligeros escalones, debidos al distinto comportamiento de los grupos litológicos, y con un recubrimiento arcilloso rojizo procedente de la alteración de los mismos.

Por lo general, sus materiales se consideran impermeables; no obstante, existe una ligera permeabilidad en algunos casos (litologías calizas y conglomerados) debido a la fisuración. Esto, unido a la existencia de dos formas de relieve distinto, hace que allí donde éstas sean en "pendiente" el drenaje sea favorable, creándose una red de escorrentía muy marcada; sin embargo, en los otros depósitos, el drenaje se efectuará por filtración a través de fisuras, con lo cual se realizará de forma muy lenta, creando amplias zonas con problemas en su saneamiento natural.

Mecánicamente, todas estas formaciones poseen en principio capacidad de carga alta, siendo los posibles asentamientos prácticamente nulos. Sin embargo, debido, por una parte, a la serie de depósitos sueltos producidos por la erosión lineal en la base de las formas en "pendiente", así como a la inestabilidad potencial observable en los mismos; y por otra, debido a los recubrimientos arcillosos que recubren las formas planas, sus condiciones mecánicas empeoran bastante, sobre todo en las primeras formas de relieve, ocasionando una serie de deslizamientos, al actuar carga sobre ellos.

## **2.4.— FORMACIONES SUPERFICIALES Y SUSTRATO**

En este apartado incluiremos los principales tipos de rocas encontrados en la Hoja, agrupándolos según sus características litológicas y evitando las subdivisiones más finas basadas en criterios petrográficos o en diferenciaciones tectónicas.

De los conjuntos definidos se precisarán, en lo posible, sus condiciones físicas y mecánicas así como la resistencia de sus constituyentes ante los agentes de erosión externa.

El mapa adjunto encuadra todos los tipos aparecidos en dos grandes unidades de clasificación: Las Formaciones Superficiales y el Sustrato. En la primera se incluyen aquellos depósitos, poco o nada coherentes, de extensión y espesor muy variable, y depositados desde el Villafranquiense hasta la actualidad. La segunda incluye el conjunto de rocas, más o menos consolidadas depositadas a lo largo del resto de la historia geológica. Dicho mapa se acompaña con una ficha resumen en la que se exponen las características litológicas de cada una de las unidades de clasificación de segundo orden (Áreas).

## FORMACIONES SUPERFICIALES

### ***Depósitos fluviales, mezcla de arenas y arcillas con intercalaciones o recubrimientos parciales de gravas. – Qf –***

Dentro de este primer grupo, estos depósitos ocupan las mayores extensiones dentro de la Hoja. Se observan, en forma masiva, en la depresión de Vich y en las del Vallés, La Selva y el Ampurdán, y en forma de bandas estrechas, repartidas esporádicamente por toda la superficie estudiada, contorneando las redes naturales de drenaje.

Por lo general, están formados por una mezcla irregular de materiales sueltos de tipo granular y cohesivo. La relación de ambos está en función de la situación de los depósitos. Los que rodean la localidad de Vich son eminentemente arcillosos, de color gris rojizo y con potentes horizontes en los cuales las arcillas son el único componente. En el resto de los que tapizan los grandes valles, la proporción de arcilla disminuye, aumentando la fracción granular gruesa (gravas, bolos, cantos, etc.). Por último, los que rodean las rieras son casi exclusivamente granulares (arenas y gravas) con pocos finos.

Su aprovechamiento industrial está bastante extendido, tanto en sus litologías cohesivas (arcillas) como en las granulares (arenas y gravas).

### ***Depósitos coluviales, arenas con gravas y bolos unidos parcialmente con matriz arcillosa. – Qc –***

Dichos depósitos aparecen, con gran profusión, por todo el borde SE. del gran plutón que forman la Cordillera Litoral, si bien, en forma de pequeños manchones es posible localizarlos sobre esta cordillera y rebordeando a la Prelitoral.

Por lo general, y a excepción de algunos depósitos de pie de monte situados en la Sierra de Montseny, compuestos por materiales gruesos, medianamente rodados y muy meteorizados, están formados por fracciones granulares (arenas) ligeramente cementadas por matriz arcillosa. Su potencia es muy variable, oscilando desde menos de 1 mts. hasta 10 ó 15 mts.

Su resistencia a la erosión es baja, apareciendo surcados por abarrancamiento, normalmente de pequeña dimensión.

Su aprovechamiento industrial es muy reducido.

***Depósitos de terraza. Mezcla de arenas y arcillas. — Qt —***

Se sitúan sobre las márgenes del río Besós, y están formados por una mezcla de arenas y arcillas, en la que predomina la fracción arenosa.

Normalmente el grado de cementación de los mismos crecerá a medida que nos alejamos del cauce del río, decreciendo a la vez la posible aparición de niveles granulares gruesos.

***Depósitos deltaicos. Mezcla de arenas y limos. — Qde —.***

Se sitúan preferentemente en las desembocaduras de los ríos Besos y Tordera.

Por lo general, están formados por una mezcla de arenas y limos de colores claros con eventuales intercalaciones turbosas.

Su potencia es muy variable. En el primero de los mencionados es de 40 ó 50 mts, y el segundo, inferior a 20 mts.

Por lo general, su grado de cementación es muy bajo, su resistencia a la erosión pequeña, y su aprovechamiento industrial, nulo.

***Depósitos marinos antiguos y playas actuales. — Qm —***

Se sitúan sobre el litoral costero que se extiende desde Barcelona a Blanes, con una anchura y profundidad muy reducidas.

Por lo general, están formados por arenas más o menos limpias, que a medida que nos alejamos hacia el interior aparecen entremezcladas con arcillas y limos.

Su resistencia a la erosión es muy baja y su aprovechamiento industrial prácticamente nulo.

***Depósitos eólicos. — Qeo —***

Estos depósitos se sitúan, unos al NO. y SO. de Granollers y otros al NO. de Bagur.

Los primeros constan de un primer nivel de arcillas rojizas sobre el que descansa otro de arenas y limos de origen eólico; recubriendo estos últimos aparecen una serie de costras de caliche. Los segundos son eminentemente arenosos sin finos, depósitos dunares.

Por lo general la resistencia de los mismos a la erosión es de tipo medio en los primeros y bajo en los segundos. Su aprovechamiento industrial, prácticamente nulo.

**SUSTRATO**

***Arenas, conglomerados y cantos graníticos unidos con matriz arcillosa (Formaciones pliocenas) — T<sub>3/8/1</sub>***

Estos sedimentos aparecen recubriendo parcialmente el valle de La Selva, y están constituidos por arenas, procedentes de la alteración de los macizos graníticos situados al O, están entremezcladas con conglomerados y cantos semirredondeados de pizarras metamórficas y granitos, así como con niveles arcillosos que actúan como cemento de unión.

Por lo general, su coloración presenta tonalidades rojizas y su resistencia a la erosión es baja. Su aprovechamiento industrial está relativamente extendido.

***Conglomerados con cantos y fragmentos basálticos (Formaciones pliocenas) — T<sub>8/1</sub>***

Aparecen recubriendo la parte baja del Ampurdan al E. de la Hoja. Su litología es similar a la descrita anteriormente, aunque con predominio de los conglomerados y abundancia de los recubrimientos de mantos granulares de naturaleza basáltica.

***Areniscas y margas — T<sub>7/105</sub> —; Arenas y conglomerados con lentejones de arcillas — T<sub>3/8-5</sub> —; Margas finas y calizas — T<sub>105/12</sub> — (Formaciones miocenas).***

Se incluyen en este grupo el conjunto de depósitos miocenos, en sus facies marina, lacustre y continental.

La primera, observada sobre el monte de Montjuich y al N. y NE. de Barcelona, está representada por una alternancia de areniscas, muy cementadas, y margas. Normalmente presenta una coloración ocre y posee una resistencia a la erosión apreciable.

La facies continental constituye la formación que colmata la fosa del Vallés, y está constituida por materiales detríticos, arenas y conglomerados, alternando con niveles arcillosos. Por lo general, presentan colores ocres o rojizo amarillento, y posee poca resistencia a la erosión, que la disgrega lenta, pero continuamente.

La facies lacustre se sitúa únicamente en un afloramiento situado al N. de Campins. En él se observa un potente paquete de margas grises, dentro del que aparecen pequeños niveles calizos.

***Areniscas, calizas y conglomerados (Formaciones eocenas) — T<sub>7/12/8</sub> —***

Esta formación se sitúa al NO. del macizo del Montseny y está compuesta por areniscas, conglomerados y argilitas rojas; color este que marca la tónica general.

Normalmente, los conglomerados presentan cantos angulosos calizos, material este último que se observa en forma de pequeños niveles intercalados dentro de la formación total.

Globalmente estas litologías son competentes y resistentes a la erosión que únicamente los disgrega superficialmente.

***Calizas — T<sub>12</sub> —; Margas grises azuladas — T<sub>105</sub> —; Margas arenosas y areniscas — T<sub>105-3/7</sub> —; Arcillas y areniscas — T<sub>5/7</sub> — Formaciones correspondientes al Eoceno Marino).***

Esta serie de formaciones litológicas, se observan, ya sobre la Plana de Vich, ya rebordeándola, y alcanzan su mejor representación sobre el E. de la misma.

La secuencia litológica se inicia con una serie de formaciones calizas T<sub>12</sub> situadas desde Santa Julia hasta el borde N. de la Hoja, por lo general, de color ocre grisáceo, bastante arenosas, dispuestas en horizonte muy finos y con bastante fisuración, que van pasando progresivamente a margas y areniscas calcáreas y finalmente a margas gris-azuladas. Estas últimas aparecen con mucha profusión, tanto aflorando en las llanuras de Vich, como rebordeándola. Presentan una morfología suave en la que se aprecian claras huellas de erosión lineal y un ligero aspecto laminar a causa de su alteración superficial. Por último, y recubriendo parcialmente estos depósitos, aparecen arcillas arenosas de colores claros y de reducida potencia.

Globalmente la formación posee una resistencia a la erosión que oscila entre baja y media. Su aprovechamiento industrial está poco extendido.

***Maciños, arcillas y conglomerados con niveles de yesos (Formaciones eocenas) — T<sub>118/5/14</sub> —***

Por el borde O. de la Plana de Vich y a continuación de las formaciones margosas y calcáreas, estas últimas muy trituradas, aparecen niveles de yesos blancos seguidos de arcillas, areniscas y conglomerados rojizos.

Por lo general, y a excepción de las primeras litologías, poco competentes y bastante sueltas, el resto, con una clara disposición tabular, son bastante competentes y resistentes a la erosión.

***Calizas — T<sub>12</sub> —; Calizas arenosas — T<sub>12/3</sub> —; Conglomerados — T<sub>8</sub> — (Formaciones eocenas).***

Sobre el borde SO. de la Plana de Vich, aparecen una serie de formaciones calcáreas, normalmente en potentes bancos, con colores grisáceos, y recubrimientos parciales de conglomerados.

Por lo general, aparecen las rocas poco o nada alteradas, con escasos signos de erosión, una morfología llana en superficie y con acusados desniveles en los bordes.

***Arenas y areniscas — T<sub>3/7</sub> —; Margas arenosas y areniscas — T<sub>105-3/7</sub> —; Calizas — T<sub>12</sub> — (Formaciones eocenas del E. de la Hoja).***

En el extremo NE. aparecen una serie de formaciones calizas de colores ocre-rojizos, descansando sobre niveles de areniscas y arenas de color ocre y fácilmente disgregables. Son competentes y bastante resistentes a la erosión. Su aprovechamiento industrial se encuentra bastante extendido.

La formación margosa, que aflora por el E., presenta coloraciones ocre con una baja resistencia a la erosión.

***Dolomías, calizas y yesos — S<sub>13/12/14</sub> —; Conglomerados y areniscas — S<sub>8/7</sub> — (Formaciones triásicas).***

En la Cordillera Prelitoral, en su vertiente O., aparece una franja triásica extensa, en la que se distinguen dos niveles. Uno formado por un paquete de dolomías y calizas con intercalaciones de areniscas, arcillas rojas y yesos, y otro, formado por conglomerados y areniscas rojas.

En general estas formaciones son muy competentes y resistentes a la erosión, teniendo un aprovechamiento industrial selectivo de algunas de sus litologías.

***Pizarras, cuarcitas y grauwacas — P<sub>ε/103/101</sub> — (Formaciones carboníferas).***

Los cinco grupos que a continuación describimos se incluyen dentro del Paleozoico. Debido a su variedad litológica y al solapamiento con que vienen reflejados en la cartografía geológica, se han eliminado los contactos intermedios entre pisos, reseñando únicamente, dentro de la gran mancha paleozoica, las litologías predominantes, muy similares en casi todos ellos.



REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS LITOLOGICAS
I	I <sub>1</sub>	Presenta una morfología muy variada destacándose de N. a SO. una serie de pizarras paleozoicas muy meteorizadas con esquistos cuarzo-feldespáticos, un conjunto de rocas graníticas y granodioríticas, un macizo paleozoico en el que predominan las cuarcitas y las pizarras, y finalmente sobre el borde O., un gran afloramiento de granitos.
	I <sub>2</sub>	Está ocupada por un gran plutón de materiales graníticos y granodioríticos con una cobertura paleozoica por el N., y un recubrimiento cuaternario formado por materiales granulares que tapizan todo el litoral marino.
	I <sub>3</sub>	Está formada por un primer horizonte en el que se alternan calizas y dolomías con areniscas y yesos, descansando sobre otro de carácter detrítico constituido por bancos de conglomerados con intercalaciones de calizas y dolomías.
	I <sub>4</sub>	Está constituida por un gran depósito de materiales detríticos en el que abundan las arenas arcósicas y los conglomerados, alternándose con lenticiones de arcillas. La potencia de este depósito oscila entre los 600 y los 800 mts.
	I <sub>5</sub>	Está constituida por un depósito de materiales granulares (arenas y conglomerados), entremezclados con gravas sueltas, cantos graníticos, pizarras metamórficas y cantos basálticos. La potencia media de este depósito oscila entre 60 y 70 mts.
	I <sub>6</sub>	Aparecen en ella una serie de formaciones eocenas compuestas por calizas, margas, maciños, areniscas y conglomerados, circundadas por depósitos granulares, arcillosos hacia el O. y exclusivamente arenosos en el E.
II	II <sub>1</sub>	Está constituida por un gran depósito de materiales sueltos en el que se alternan en la misma proporción las fracciones arcillosas y arenosas, descansando sobre un sustrato de margas grises.
	II <sub>2</sub>	Presenta una litología variada en la que se observan margas, calizas, areniscas, conglomerados y maciños, dispuestos en bancos horizontales, con intercalaciones de niveles de yesos de potencia muy reducida y de coloración blanquecino-rojiza.



## SUSTRATO

T <sub>3/8/1</sub>	Arenas, conglomerados y cantos graníticos unidos con matriz arcillosa. (Formaciones pliocenas).
T <sub>8/1</sub>	Conglomerados con cantos y fragmentos basálticos. (Formaciones pliocenas).
T <sub>7/105</sub> T <sub>3/8-5</sub> T <sub>105/12</sub>	Areniscas y margas; arenas y conglomerados con lentejones de arcillas; margas finas y calizas. (Formaciones miocenas).
T <sub>7/12/8</sub>	Areniscas, calizas y conglomerados. (Formaciones eocenas).
T <sub>12</sub> T <sub>105</sub> T <sub>105-3/7</sub> T <sub>5/7</sub>	Calizas; margas gris azuladas; margas arenosas y areniscas; arcillas y areniscas. (Formaciones correspondientes al Eoceno Marino).
T <sub>118/5/14</sub>	Maciños, arcillas y conglomerados con niveles de yesos. (Formaciones eocenas).
T <sub>12</sub> T <sub>12/3</sub> T <sub>8</sub>	Calizas; calizas arenosas; conglomerados. (Formaciones eocenas).
T <sub>3/7</sub> T <sub>105-3/7</sub> T <sub>12</sub>	Arenas y areniscas; margas arenosas y areniscas; calizas. (Formaciones eocenas del E. de la Hoja).
S <sub>13/12/14</sub> S <sub>8/7</sub>	Dolomías, calizas y yesos; conglomerados y areniscas. (Formaciones triásicas).
P <sub>8/103/101</sub>	Pizarras, cuarcitas y grauwacas. (Formaciones carboníferas).
P <sub>12/8/103</sub>	Calizas, esquistos y cuarcitas. (Formaciones devónicas).
P <sub>8/12</sub>	Pizarras negras y calizas con pequeñas intercalaciones de cuarcitas. (Formaciones silúricas).
P <sub>8/103</sub>	Pizarras y cuarcitas. (Formaciones ordovícicas).
P <sub>8</sub>	Pizarras arenosas, arcillosas y cuarcíticas. (Formaciones cámbricas).
Y	Granitos y granodioritas. (Rocas ácidas).
X	Gneises. (Rocas metamórficas).
Y <sub>A</sub> T <sub>P</sub> T <sub>P</sub> O <sub>2</sub>	Aplitas, pórfidos cuarcíferos, pórfidos y filones de cuarzo. (Rocas filonianas).

## FORMACIONES SUPERFICIALES

Q <sub>f</sub>	Depósitos fluviales. Mezcla de arenas y arcillas con intercalaciones o recubrimientos de gravas. Están formados por una mezcla irregular de fracciones granulares y cohesivas en la cual la relación entre ambas está en función de la situación de los depósitos. Los situados al O., son eminentemente arcillosos, mientras que en los restantes predominan arenas y gravas.
Q <sub>c</sub>	Depósitos coluviales. Arenas, gravas y bolos cementados parcialmente por una matriz arcillosa. Por lo general, y salvo algunos depósitos situados al pie del Montseny formados por materiales gruesos, poco rodados y heterométricos, se componen de fracciones granulares (arenas) con una ligera proporción de arcillas.
Q <sub>t</sub>	Depósitos de terraza. Mezcla de arenas y arcillas. Están formados por una mezcla de arenas y arcillas en proporciones muy similares. El grado de cementación de los mismos crece al alejarnos del cauce de los ríos, pudiendo entonces aparecer niveles de gravas.
Q <sub>de</sub>	Depósitos deltaicos. Mezcla de arenas y limos. Están formados por una mezcla de arenas y limos con eventuales intercalaciones de turba.
Q <sub>m</sub>	Depósitos marinos antiguos y playas actuales. Están formados por arenas rojizas, más o menos limpias, en las cuales se observa un creciente aumento de arcillas y limos a medida que nos desplazamos desde la costa hacia el interior.
Q <sub>eo</sub>	Depósitos eólicos. Arenas con pococs o ningún fino. Constan, las situadas al O., de un primer nivel de arcillas rojizas sobre el que descansa otro de arenas y limos con algunas costras de caliche. Los del NE. son eminentemente arenosos sin apenas mezcla de fracciones cohesivas.

## FONDOS MARINOS

A	Fondos eminentemente arenosos
F	Fondos recubiertos por una capa de fangos
P	Fondos formados por cantos gruesos y rocas
C	Fondos formados por recubrimientos de conchas
P-C	Fondos en los que se alternan rocas y cantos con bandas de arenas conchíferas

En este apartado se describirán someramente las rocas predominantes dentro de cada piso, pues la situación aproximada de los mismos ya se ha indicado en el punto 2.2.

Los afloramientos carboníferos presentan dos series litológicas marcadamente distintas; una inferior, en la que predominan las pizarras con intercalaciones calcáreas y otra superior, más detrítica, en la que aparecen bancos de cuarcitas, conglomerados, grauwacas y areniscas.

Toda la formación muestra coloración oscura, gran competencia mecánica y elevada resistencia a la erosión.

***Calizas, esquistos y cuarcitas —  $P_{12/\xi/103}$  — (Formaciones devónicas).***

En esta formación, eminentemente calcárea, se alternan bancos calizos, pizarras negras, niveles de cuarcitas, esquistos arenosos y calizas marmóreas. En general esos materiales poseen una elevada resistencia mecánica siendo poco atacables por la erosión.

El aprovechamiento industrial, sobre todo de los grupos calizos, está muy extendido.

***Pizarras negras y calizas con pequeñas intercalaciones de cuarcita —  $P_{\xi/12}$  — (Formaciones silúricas).***

Esta formación, con una marcada tonalidad negruzca, muy tectonizada, lajosa y fisurada en bloques paralelepípedicos de pequeño tamaño, está formada por pizarras y calizas negruzcas, entre las que eventualmente pueden aparecer niveles finos de cuarcitas.

***Pizarras y cuarcitas —  $P_{\xi/103}$  — (Formaciones ordovícicas).***

Son las que aparecen más desarrolladas dentro del conjunto de las Catalanides.

Por lo general, se presenta una gran serie en la que se alternan niveles de pizarras con otros de cuarcitas y grauwacas.

La coloración del conjunto es oscura, apareciendo todas sus litologías muy trituradas y rotas.

Individualmente los grupos litológicos presentan una gran resistencia mecánica, siendo poco erosionables, si bien su disposición y tectonización los predisponen a los deslizamientos y desmoronamientos.

***Pizarras arenosas, arcillosas y cuarcíticas —  $P_{\xi}$  — (Formaciones cámbricas).***

Están representadas por una extensa gama de pizarras —arenosas, arcillosas, cuarcíticas, etc.—, de coloraciones muy varias (rojas, negruzcas, grises azuladas, etc.) y fácilmente desgajables en lajas.

En general, su resistencia a la erosión no es, debido a su carácter foliar, muy elevada. Su aprovechamiento industrial está poco extendido.



### **Rocas ácidas. Granitos — $\gamma$ — y Granodioritas — $\eta$**

Se incluyen en este apartado el conjunto de rocas ígneas aparecidas en la Hoja sin entrar en discriminaciones petrográficas o estructurales. Pese a que en el mapa sólo se ha diferenciado la gama de los granitos y granodioritas, dentro de las primeras es posible diferenciar adamellitas de grano fino, de grano grueso y porfídicas; y en las segundas, granodioritas y granodioritas porfídicas.

Ambos conjuntos presentan formas acusadas con una ligera alteración superficial en arenas y una elevada resistencia mecánica.

Las primeras presentan coloraciones claras y son más difícilmente erosionables que las granodioritas, que se alternan fácilmente.

### **Rocas metamórficas — $\xi$ —**

Dentro de este grupo se distinguen una serie de gneises cuarzo—feldespáticos de colores claros (blanco amarillento y grises) con una cierta esquistosidad debida a la biotita y a la sericita.

### **Rocas filonianas. Aplitas — $\gamma^A$ —; Pórfidos cuarcíferos — $\pi_{qf}$ —; Pórfidos — $\pi$ —; Filones de Cuarzo — $Q_z$ —**

Este conjunto de materiales aparecen incluidos dentro de los batolitos graníticos. Resaltan sobre el terreno a causa de su dureza y elevada resistencia a la erosión.

En general, bien en su conjunto (cuarzo), bien en alguno de sus componentes, pueden tener interés industrial o minero.

## **2.5.— CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS.**

Este apartado analizará los principales rasgos morfológicos de la Hoja, viendo qué repercusión tienen sobre las condiciones de los terrenos, ya por causas puramente naturales, o bien al trastocar su equilibrio mediante la acción directa del hombre. Se completará con un mapa y una ficha resumen, en la que se incluirán las características geomorfológicas más interesantes de cada unidad de clasificación de segundo orden.

### **Area I<sub>1</sub>**

Prácticamente toda ella presenta una morfología muy acusada con formas de relieve que oscilan entre abruptas y montañosas, y pendientes topográficas superiores al 20 por ciento.

Debido al carácter laminar de sus rocas en muchos niveles y al alto grado de tectonización sufrido se observa una gran cantidad de zonas influidas por fracturas o fallas, fenómeno que trae como consecuencia la existencia de depósitos sueltos y heterométricos con una tendencia potencial al deslizamiento. Deslizamientos que se producen al efectuar descalces en la base.

Asimismo pueden observarse estos hechos en los depósitos de pie de monte y en ciertas lajas, que pueden deslizar a lo largo de sus planos de pizarrosidad.

Por consiguiente, la estabilidad de esta Area es muy irregular. En general, se puede considerar estable, si bien aparecen un gran número de zonas con una inestabilidad elevada, al actuar sobre ellos agentes externos.

### **Area I<sub>2</sub>**

Su morfología puede considerarse en general como acusada, aunque dentro de ella las formas de relieve oscilan desde prácticamente llanas, sobre el litoral y en la desembocadura de casi todos los ríos, hasta montañosas, con pendientes topográficas del orden del 20 al 30 por ciento, en el resto.

Aun siendo, tanto la litología como el grado de tectonización, similares a los de I<sub>1</sub>, aquí, debido a las menores altitudes, los efectos que producen están muy disminuídos. Se observan, sin embargo, al N. y al S., grandes zonas alteradas superficialmente en materiales granulares. Estos depósitos son potencialmente inestables pudiendo deslizar a favor de las pendientes. Asimismo, y debido a la gran cantidad de diaclasas existentes en las masas plutónicas y en las formaciones paleozoicas, es muy probable el desprendimiento y la caída de bloques al efectuar, en éstas, obras que alteren su equilibrio natural.

Por consiguiente, el Area debe considerarse, salvo en ciertos puntos en donde los recubrimientos sean potentes o las rocas aparezcan muy trituradas, estable, y potencialmente inestable en aquéllos.

### **Area I<sub>3</sub>**

Su morfología se considera muy acusada, observándose formas inclinadas, en las cuales, las pendientes son muy elevadas en el borde, superiores al 30 por ciento, descendiendo bastante en el centro.

Su estabilidad es elevada, si bien ciertas zonas con alto grado de tectonización y muy fisuradas, tienen una potencial tendencia a los desprendimientos, tanto de lajas finas como de bloques. Asimismo, y pese a ser un efecto que difícilmente se producirá, hay que indicar que la eventual presencia de yesos, materiales de fácil disolución, pueden provocar en ciertas zonas hundimientos de pequeña magnitud.

Por lo general, los problemas geomorfológicos aparecerán en el contacto con I<sub>1</sub> debido a la intensa tectónica sufrida y a los efectos mecánicos que de ella se desprenden.

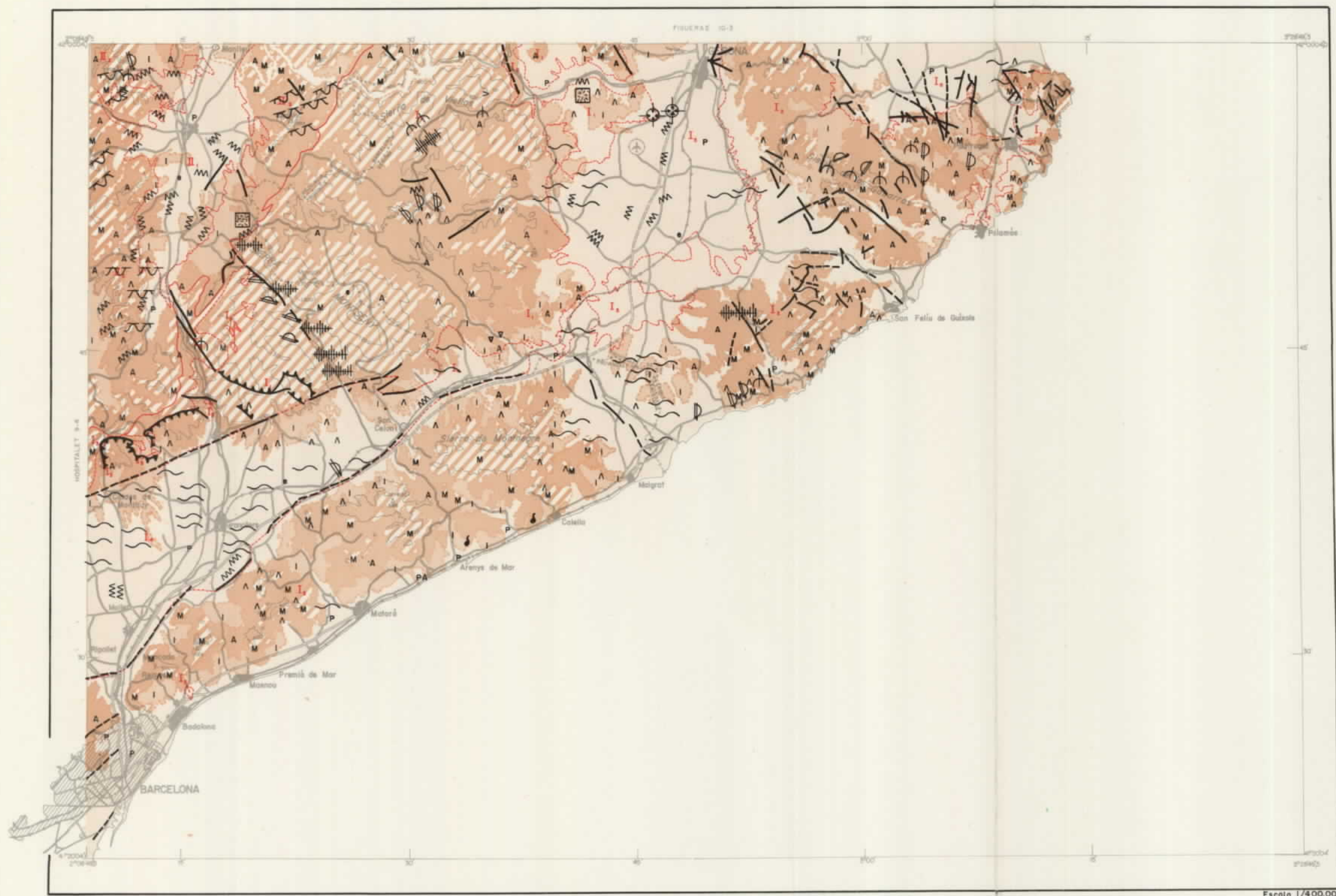
### **Area I<sub>4</sub>**

Presenta una morfología de formas llanas con pendientes topográficas inferiores al 7 por ciento, en la que únicamente se observan ligeras alomaciones ocasionadas por la desigual acción erosiva del agua sobre las litologías existentes.

Normalmente su resistencia a la erosión es baja, por lo que aparecen huellas de la acción de fenómenos erosivos: abarrancamientos, entalladuras, etc., que, puntualmente, pueden provocar desmoronamientos y pequeños deslizamientos, aunque de escasa importancia.

La estabilidad natural de las pendientes es elevada. Únicamente puede ser algo inestable cuando se conjugan las condiciones expuestas en el párrafo anterior.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS
I	I <sub>1</sub>	<p>Presenta una morfología acusada con formas de relieve abruptas y pendientes topográficas superiores al 20 por ciento.</p> <p>Debido al carácter laminar de algunas de sus litologías y a su elevada fracturación, es normal la aparición de zonas tapizadas por depósitos sueltos, con una tendencia potencial a deslizar, sobre todo al alterar sus condiciones naturales.</p> <p>Su estabilidad es, salvo en las zonas antes indicadas, elevada, dándose, no obstante, posibles desprendimientos de lajas y bloques.</p>
	I <sub>2</sub>	<p>Presenta una morfología acusada sobre la que se intercalan zonas prácticamente llanas.</p> <p>A parte de los problemas relacionados con materiales angulares sueltos procedentes del grado de tectonización, se observan otros relacionados con los recubrimientos arenosos de su alteración, y que al igual que los primeros, puede en algunos puntos, deslizar.</p> <p>Su estabilidad es, salvo lo antes indicado, elevada.</p>
	I <sub>3</sub>	<p>Presenta una morfología acusada con formas de relieve de tipo "tabla" y pendientes topográficas del orden del 20 al 30 por ciento.</p> <p>Su estabilidad es elevada, si bien en ciertas zonas muy tectonizadas, pueden aparecer problemas de desprendimientos y caídas de lajas.</p> <p>Aparte de esto, los problemas más acusados se darán en el contacto con I<sub>1</sub> a causa de la intensa tectónica sufrida.</p>
	I <sub>4</sub>	<p>Presenta una morfología de formas llanas con pendientes topográficas inferiores al 7 por ciento.</p> <p>Debido a su baja resistencia, es normal la aparición en ella de huellas de erosión lineal que pueden ocasionar puntualmente pequeños desmoronamientos.</p> <p>Su estabilidad natural es elevada.</p>
	I <sub>5</sub> - I <sub>6</sub>	<p>Presenta una morfología de formas llanas, con pendientes topográficas inferiores al 7 por ciento, sobre la que se destacan una serie de alomaciones y montículos.</p> <p>Los posibles problemas geomorfológicos serán consecuencia de la acción erosiva, que en algunos puntos podrá alterar la estabilidad, por lo general, elevada.</p>
II	II <sub>1</sub>	<p>Presenta una morfología totalmente llana con pendientes topográficas inferiores al 3 por ciento, sobre la que eventualmente aparecen pequeñas alomaciones ligadas a las litologías subyacentes.</p> <p>Salvo los problemas relacionados con la erosión lineal y los fenómenos de inestabilidad que pueda acarrear, sobre todo en las zonas alomadas, la estabilidad es elevada.</p>
	II <sub>2</sub>	<p>Presenta una morfología muy irregular, con pendientes topográficas elevadas en sus bordes, y prácticamente nulas en su centro. Esto condiciona que en los bordes se agudicen los problemas geológicos exógenos (deslizamientos, desprendimientos, zonas inestables), creándose una inestabilidad que desaparece en el resto del Area.</p>



### INTERPRETACION DEL MAPA TOPOGRAFICO

- Zonas planas, pendientes del 0 al 7 por ciento.
- Zonas intermedias, pendientes del 7 al 15 por ciento.
- Zonas abruptas, pendientes del 15 al 30 por ciento.
- Zonas montañosas, pendientes superiores al 30 por ciento.
- Límite de separación de Zonas.

### SEPARACION DE ZONAS SEGUN SU GRADO DE ESTABILIDAD

- Zonas estables bajo condiciones naturales y bajo la acción del hombre.
- Zonas estables bajo condiciones naturales e inestables bajo la acción del hombre.
- Zonas inestables bajo condiciones naturales y bajo la acción del hombre.
- Límite de separación de Zonas.

### SIMBOLOGIA

#### FENOMENOS GEOLOGICOS ENDOGENOS

- Falla
- Falla supuesta
- Cabalgamiento
- Zona influenciada por fracturas y fallas

- Formas de relieve alomadas
- Formas de relieve alomadas con altiplanicies.
- Formas de relieve acusadas
- Abarrancamientos

#### FENOMENOS GEOLOGICOS EXOGENOS

- Acumulación de rocas sueltas
- Taludes de materiales sueltos
- Areas de erosión muy activa
- Zona con posible caída de bloques
- Deslizamiento en potencia a favor de las direcciones de tectonización
- Zona de hundimientos

### DIVISION ZONAL

- Límite de separación de Regiones
- Límite de separación de Areas
- Designación de un Area



### **Area I<sub>5</sub> y I<sub>6</sub>**

Su morfología es similar a I<sub>4</sub>, presentando formas llanas en las que las pendientes topográficas no rebasan el 7 por ciento. Sin embargo, aparecen abundantes montículos que les dan un aspecto alomado. Dichos resaltes están ligados en I<sub>5</sub>, a las formaciones granulares gruesas o a los depósitos basálticos, y en I<sub>6</sub>, a las formaciones margosas.

Al igual que en I<sub>4</sub>, los únicos fenómenos geomorfológicos se centran en los producidos por la red de drenaje o la acción de los agentes de erosión lineal (abarrancamientos, etc.), que pueden provocar en ciertos puntos deslizamientos a favor de las pendientes topográficas, desmoronamiento, pequeños hundimientos, etc.

El grado de estabilidad de ambas es elevado y únicamente en puntos muy aislados pueden surgir problemas de inestabilidad.

### **Area II<sub>1</sub>**

Su morfología es totalmente llana, con pendientes topográficas inferiores al 3 por ciento. Únicamente, y de forma aislada, aparecen ligeras alomaciones ligadas a los afloramientos de margas gris-azuladas que sirven de base a los depósitos sueltos.

Será en estos puntos donde pueden aparecer pequeños problemas geomorfológicos: deslizamientos, hundimientos, etc. que no alterarán la estabilidad natural de las mismas.

### **Area II<sub>2</sub>**

De todas las divisiones de segundo orden analizadas, es ésta la que presenta unas características morfológicas más diversas.

Por una parte, en la zona que está lindando con II<sub>1</sub>, se observan formas de relieve inclinadas con pendientes topográficas del 15 al 30 por ciento, mientras que en el resto aparecen formas en "mesa" o "tabla" con pendientes muy bajas, aunque en sus bordes se elevan bastante.

Esto unido a la litología margosa de las primeras zonas y a su fácil erosionabilidad, son los factores que condicionan la aparición de grandes abarrancamientos que provocan desmoronamientos y deslizamientos, algunas veces importantes.

En las zonas más occidentales y en las situadas hacia el S., donde la litología es caliza, estos fenómenos no aparecen.

En general, la estabilidad de estas últimas zonas es alta, mientras que las primeras son inestables bajo la acción del hombre, y a veces, únicamente bajo la acción de agentes naturales.

## **2.6.— CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLOGICAS.**

Este apartado analizará las características hidrológicas que afectan, de manera más o menos directa, a las condiciones constructivas de los terrenos.

El análisis se basará en la distinta permeabilidad de los materiales así como en sus condiciones de drenaje, y en los problemas que, de las conjunciones de ambos aspectos, puedan aparecer. Se completará con un mapa y una ficha en la que se incluirán las características hidrológicas más interesantes de cada unidad de clasificación de segundo orden.

## Area I<sub>1</sub> y I<sub>2</sub>

En general, salvo una serie de recubrimientos cuaternarios que tapizan la parte SE. de I<sub>2</sub>, y de los que se tratará al final de este punto, los materiales que las forman se consideran como impermeables, aunque debido en parte al carácter lajoso predominante en ciertas zonas, y en parte al alto grado de tectonización que los afecta, puede admitirse una cierta permeabilidad por fisuración.

Este aspecto, unido a la acusada morfología y a la prácticamente nula capacidad de almacenaje de agua, condiciona una escorrentía superficial muy activa que trae como resultado un drenaje favorable que imposibilita la aparición de zonas con problemas de saneamiento natural.

La posibilidad de aparición, en profundidad, de niveles acuíferos definidos y continuos es nula. Únicamente, y de forma ocasional, podrán surgir puntos de agua ligados a zonas de fracturación.

Los depósitos cuaternarios que aparecen sobre el litoral costero, así como en el entorno de algunos ríos, están formados por materiales considerados globalmente como semipermeables con una marcada tendencia a la permeabilidad.

Esto, unido a su morfología ligeramente alomada y a su capacidad de almacenaje de agua, son los factores que condicionan su drenaje, por percolación natural, aceptable; aunque en ciertas zonas, debido al poco espesor de los depósitos y a estar limitados, ya por rocas impermeables, ya por el mar, pueden saturarse impidiendo el drenaje, y aparecen entonces zonas encharcadas.

En estos depósitos el agua aparecerá a poca profundidad.

## Area I<sub>3</sub>

Los materiales que la forman se consideran, en pequeño, impermeables; con una pequeña permeabilidad ligada a su fisuración y a la parcial permeabilidad de algunos de sus horizontes, en grande.

Todo ello, unido a la morfología muy acusada, condiciona un drenaje por escorrentía superficial, favorable.

Por lo general, no es anormal la aparición de acuíferos en profundidad —por debajo de los niveles de cimentaciones— ligados a bancos permeables por fisuración, aunque debido a la posible existencia de niveles de yesos, rocas de fácil disolución por el agua, este fluido puede cargarse de iones sulfato que lo harán altamente corrosiva frente a los aglomerantes hidráulicos ordinarios.

## Area I<sub>4</sub>, I<sub>5</sub> y I<sub>6</sub>

En general, las tres Areas pueden incluirse en un único grupo, aunque dentro de I<sub>6</sub> aparecen una serie de afloramientos margosos cuyas características son ligeramente distintas.

A excepción de este último grupo de rocas, el resto se consideran semipermeables, con una clara tendencia a la permeabilidad, si bien ciertas zonas, en donde predomina la fracción arcillosa (entorno próximo de las redes de drenaje), pueden pasar a ser prácticamente impermeables.

Si unimos esto a la morfología llana y a la elevada capacidad de almacenaje de agua de los mismos, tenemos los factores que condicionan una escorrentía baja y una percolación elevada, factor este que mantiene su drenaje superficial.

Los problemas hidrológicos más importantes aparecen ligados a depósitos poco potentes que se saturan rápidamente, creando zonas de difícil drenaje y con agua a nivel de las cimentaciones.

En los terrenos margosos situados sobre  $I_6$ , la permeabilidad será nula, con lo cual se favorecerá el drenaje por escorrentía superficial y se anulará prácticamente la aparición de niveles acuíferos en profundidad.

## **Area II<sub>1</sub>**

Globalmente es muy similar a la  $I_6$ , pues al igual que en ella aparecen incluidos, dentro de la gran mancha cuaternaria, una serie de afloramientos margosos eocenos de características hidrológicas distintas.

Los terrenos que la forman, a excepción de los mogotes margosos, se consideran en general como semipermeables aunque con una tendencia a la impermeabilidad a causa de la preponderancia de la fracción arcillosa.

Su horizontalidad, y baja escorrentía, condicionan un drenaje, por percolación natural, que oscila entre aceptable y desfavorable, y plantea una serie de problemas relacionados con el saneamiento y con la existencia, en ciertas zonas, de agua a nivel de cimentación.

Los mogotes margosos, impermeables y con un drenaje por escorrentía superficial, favorable, activan la aparición de una serie de fenómenos geomorfológicos importantes, a la vez que dificultan las características generales de las zonas de menor cota por aumentar los aportes que confluyen sobre ellas.

## **Area II<sub>2</sub>**

En general, la zona NO., se considera impermeable, pero con unas condiciones hidrológicas muy diferentes según nos refiramos a su borde E., que linda con II<sub>1</sub>, o al resto de ella. En el borde, el carácter impermeable unido a la morfología en pendiente, condiciona un drenaje favorable, si bien el agua provoca abundantes fenómenos de erosión lineal que acarrear puntualmente una serie de fenómenos exógenos. Asimismo, debido a la existencia de niveles de yesos, es normal que el agua sea total o parcialmente selenitosa, siendo entonces muy perjudicial frente a los aglomerantes hidráulicos ordinarios.

En la parte interior, la morfología se suaviza, con lo cual el drenaje se hace más desfavorable, uniéndose a los aspectos antes mencionados, los relacionados con la aparición de zonas encharcadas o propensas a ello, así como otras totalmente saturadas.

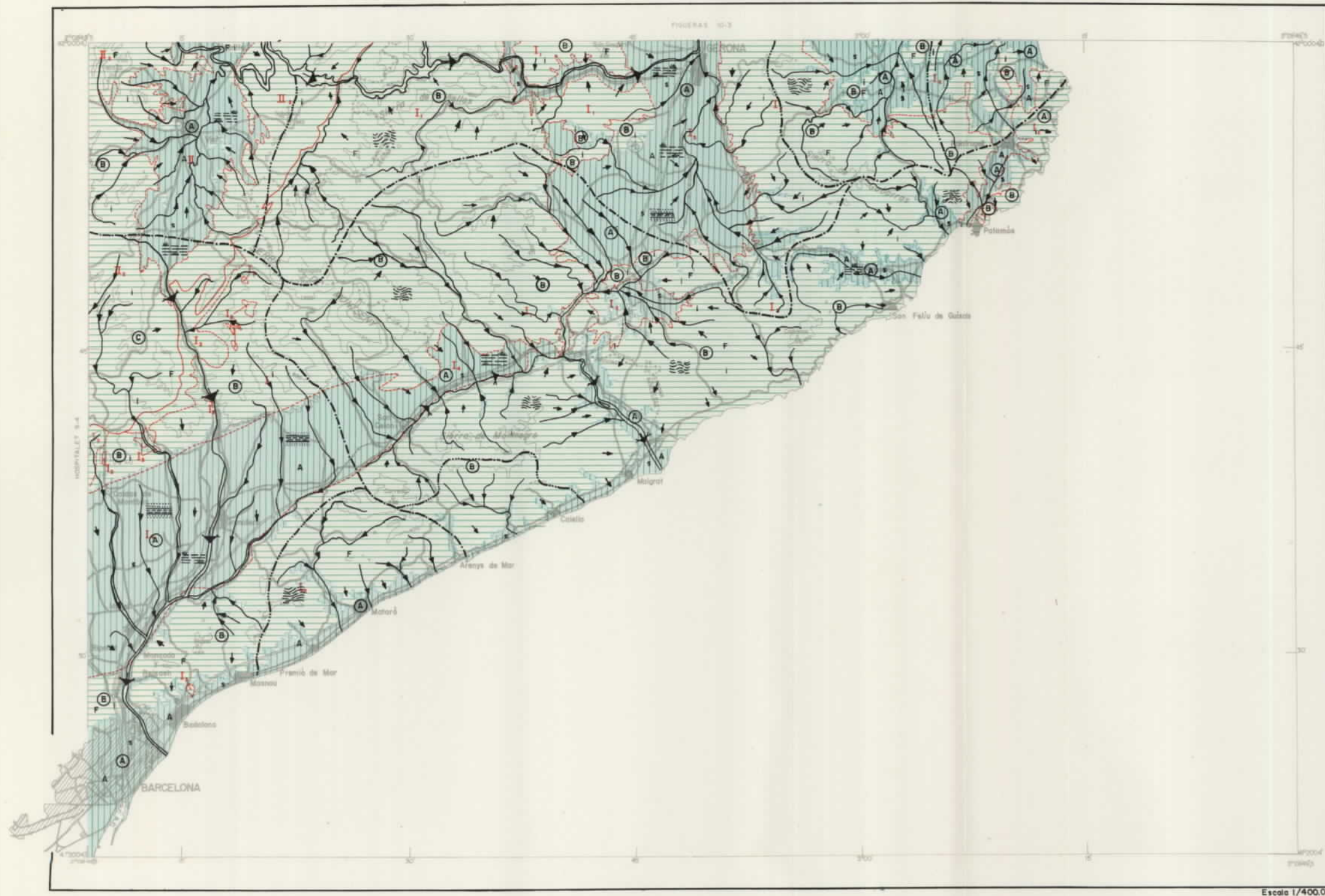
La posibilidad de aparición de agua en ella es nula.

Los materiales situados sobre el SO. y E., son, en pequeño, impermeables y, en grande, tienen una permeabilidad ligada a su grado de fracturación y fisuración.

Como normalmente su morfología es bastante acusada, y nula la capacidad de almacenaje de agua, a excepción de ciertos niveles muy fisurados, la escorrentía es alta, favoreciendo el drenaje superficial.

En toda la zona es posible encontrar agua en profundidad ligada a niveles muy fisurados, si bien aparecen a cotas tales que no influirá sobre las posibles obras a realizar sobre las capas superficiales.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS
I	I <sub>1</sub> - I <sub>2</sub>	<p>Sus materiales se consideran como impermeables, si bien, dado el carácter tabular de alguna de sus litologías, y su alto grado de tectonización, se admite en ellos una cierta permeabilidad por fisuras.</p> <p>Esto, unido a su morfología, condiciona un drenaje, por escorrentía superficial, muy activo, imposibilitando la aparición de problemas de saneamiento.</p> <p>La posibilidad de aparición de agua en profundidad estará ligada a zonas de relleno o de falla.</p> <p>En los depósitos sueltos que tapizan ciertas áreas, las condiciones hidrológicas serán similares a las de I<sub>4</sub> - I<sub>5</sub> - I<sub>6</sub>.</p>
	I <sub>3</sub>	<p>Sus materiales se consideran impermeables, con una pequeña permeabilidad por fisuración en alguno de sus horizontes.</p> <p>Esto, unido a su morfología, condiciona un drenaje por escorrentía superficial muy favorable.</p> <p>La aparición de agua suele estar conectada a horizontes permeables y fisurados, por lo general, a cotas elevadas. Debido a la eventual existencia de yesos, es posible que en ciertas zonas el agua esté cargada de iones sulfato.</p>
	I <sub>4</sub> - I <sub>5</sub> - I <sub>6</sub>	<p>En general, sus materiales se consideran semipermeables con tendencia a la permeabilidad. Esto, unido a la morfología y a la capacidad de almacenaje de agua, condiciona un drenaje, por percolación favorable.</p> <p>Los problemas hidrológicos están ligados a las zonas en las que los horizontes son poco potentes, y como consecuencia se satura rápidamente, apareciendo entonces agua, en superficie o a cotas muy bajas.</p>
II	II <sub>1</sub>	<p>En general, sus materiales se consideran semipermeables, con tendencia a la impermeabilidad. Esto unido a su morfología y a descansar sobre un lecho margoso impermeable plantea, a causa de deficiente drenaje de esta Area, una serie de problemas de saneamiento, así como otros relacionados con el hecho de encontrarse casi siempre en estado saturado.</p>
	II <sub>2</sub>	<p>Sus materiales se consideran impermeables con unas condiciones de drenaje muy distintas según estemos en el borde del Area o a su interior. En el primer caso, el drenaje por escorrentía superficial es favorable, mientras que en el segundo, y a causa de su horizontabilidad, oscila de aceptable a desfavorable.</p> <p>Los problemas hidrológicos están ligados, en parte, a su eventual contaminación por el yeso y en parte, por los fenómenos geomorfológicos, que la acción continuada del agua puede activar.</p>



### CONDICIONES DE DRENAJE

- Zonas con Drenaje Nulo
- Zonas con Drenaje Deficiente
- Zonas con Drenaje Aceptable  
Localmente puede ser deficiente allí donde aparezcan formaciones de tipo aluvial
- Zonas con Drenaje Favorable  
Escorrentía superficial activa
- Límite de separación de Zonas

### PERMEABILIDAD DE LOS MATERIALES

- Materiales permeables
- Materiales semipermeables
- Materiales impermeables.
- Límite de separación de Materiales

### SIMBOLOGIA

#### HIDROLOGIA SUPERFICIAL

- Límite de cuenca hidrográfica
- Límite de subcuenca hidrográfica
- Red de drenaje
- Dirección de la escorrentía
- Cauces permanentes

#### HIDROLOGIA SUBTERRANEA

- Zonas en las que predominan los acuíferos en formaciones permeables por porosidad intergranular
- Zonas prácticamente sin acuíferos
- Zonas en las que predominan acuíferos en formaciones permeables por fisuración.

#### FACTORES HIDROLOGICOS VARIOS

- Agua ligada a fenómenos tectónicos
- Aguas colgadas
- Zonas con tendencia a la inundación

### DIVISION ZONAL

- Límite de separación de Regiones
- Límite de separación de Areas
- Designación de un Area



## 2.7.— CARACTERISTICAS GEOTECNICAS.

En este apartado se analizarán las principales características geotécnicas. Abarcamos bajo esta acepción todas aquellas que están implicadas con la mecánica del suelo y su posterior comportamiento, al verse solicitado por la actividad técnica y económica del hombre.

Este análisis se centrará, de modo especial, en los aspectos de capacidad de carga y posibles asentamientos, indicando también aquellos factores que, de forma directa o indirecta, influyen sobre su óptima utilización como base de sustentación de edificaciones urbanas o industriales. Se completa con un mapa y una ficha resumen, en la que se incluirán las características geotécnicas propiamente dichas de cada unidad de clasificación de segundo orden.

A fin de no perder homogeneidad en la designación, seguiremos refiriéndonos a las diferentes Areas, dando de ellas los aspectos apuntados.

Por último y desconectado de lo anterior, se expondrán las características sismorresistentes de toda la Hoja, indicando qué tipos de fenómenos pueden ocurrir y en qué zonas pueden aparecer.

### Area I<sub>1</sub> y I<sub>2</sub>

En general, ambas áreas, a excepción de las zonas tapizadas por recubrimientos cuaternarios que se tratarán al final, admiten capacidades de cargas altas, siendo la posibilidad de aparición de fenómenos de asentamientos, nula.

Los problemas geotécnicos que pueden aparecer estarán ligados, bien a los recubrimientos, bien a zonas influidas por fallas, pues estos terrenos admiten cargas de menor magnitud, y además, están potencialmente condicionadas a los deslizamientos y desmoronamientos al incidir aquéllos sobre éstos.

Los recubrimientos cuaternarios, muy abundantes por el borde S. de I<sub>2</sub>, admitirán cargas de tipo medio o alto, en función de la litología y su potencia, siendo normal la aparición de asientos de magnitud media.

### Area I<sub>3</sub>

En general, sus características mecánicas son idénticas a las de I<sub>1</sub> y I<sub>2</sub>, si bien ahora, y dado que pueden aparecer eventualmente niveles yesíferos de fácil disolución por el agua, hay que indicar que muy ocasionalmente pueden aparecer, en condiciones muy especiales, asentamientos bruscos, ligados a la progresiva disolución de los yesos, que conduce a la creación de oquedades en el terreno que pueden colapsar en un momento determinado.

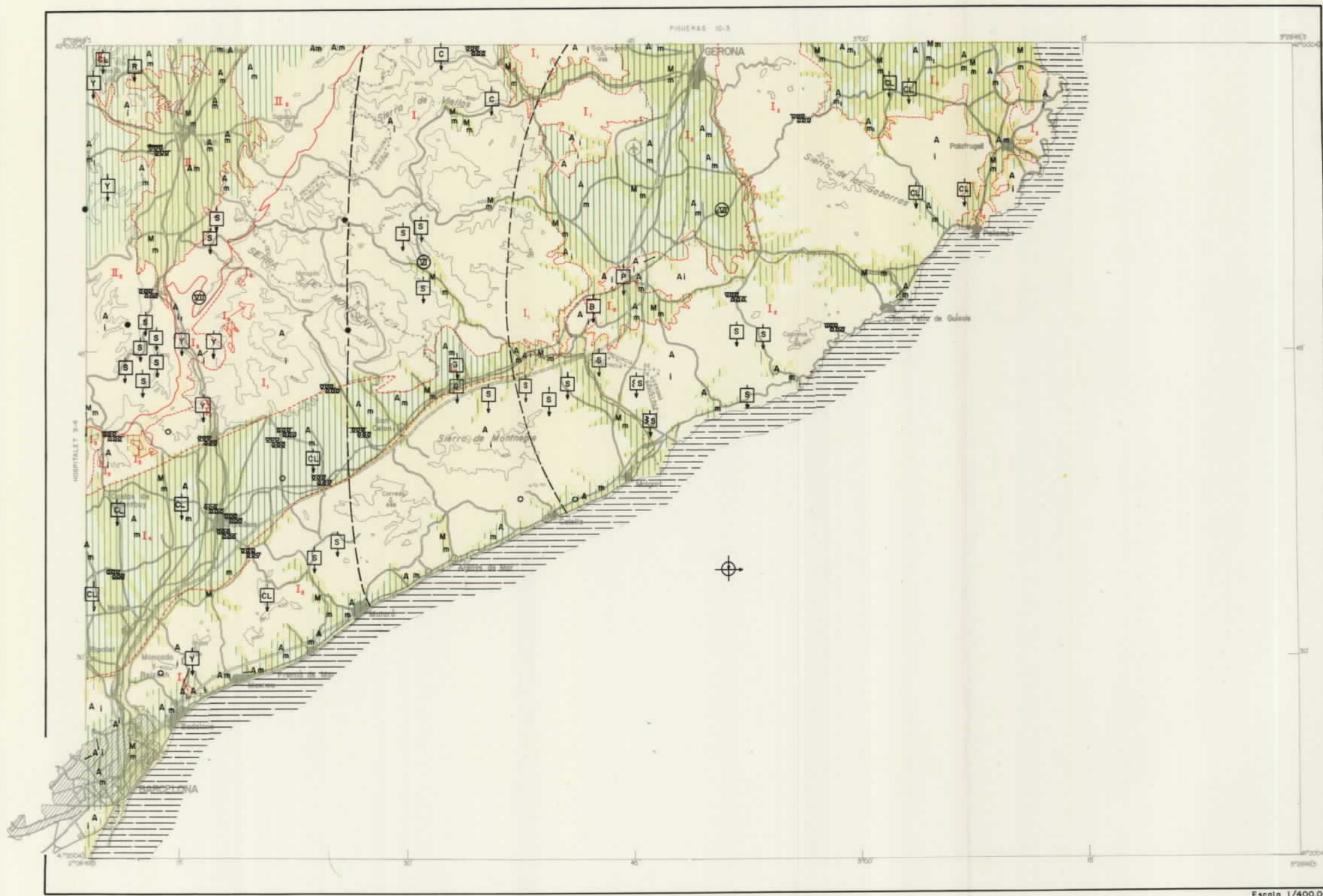
### Area I<sub>4</sub> y I<sub>5</sub>

A excepción de una serie de zonas que corresponden a depósitos cuaternarios en los cuales las capacidades de carga serán de tipo medio y los posibles asentamientos de la misma magnitud, el resto de los terrenos admitirán cargas altas, siendo medias las magnitudes de los posibles asentamientos.

Los problemas geotécnicos están ligados a las variaciones litológicas, tanto en superficie como en profundidad, así como a su distinto comportamiento mecánico.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS GEOTECNICAS
I	I <sub>1</sub> - I <sub>2</sub>	<p>En general, y si se exceptuan los recubrimientos cuaternarios y ciertas zonas de relleno, la capacidad de carga de ambas Areas es alta, no siendo normal la aparición de asentamientos.</p> <p>Los problemas geotécnicos están ligados a las anteriores zonas sueltas, cuyas características mecánicas son inferiores, en cuanto a capacidades de carga, dándose asentamientos de magnitud media o elevada.</p>
	I <sub>3</sub>	<p>En general, su capacidad de carga es alta, y la magnitud de los posibles asentamientos, nula.</p> <p>Los eventuales problemas geotécnicos están ligados a la existencia de niveles yesíferos, y al distinto comportamiento de los diferentes horizontes.</p>
	I <sub>4</sub> - I <sub>5</sub>	<p>Las capacidades de carga, así como la magnitud de los posibles asentamientos, son de tipo medio.</p> <p>Los problemas geotécnicos están ligados a las variaciones litológicas y al distinto comportamiento de los diferentes horizontes.</p>
	I <sub>6</sub>	<p>Es similar mecánicamente a I<sub>4</sub> y I<sub>5</sub>, si bien la alternancia de niveles arcillosos y de afloramientos rocosos condicionan, en los primeros, asentamientos de magnitud media o elevada, y en los segundos, nulos.</p>
II	II <sub>1</sub>	<p>En general, sus terrenos admiten cargas de tipo medio, pudiendo aparecer asentamientos de magnitud media o elevada.</p> <p>Los problemas geotécnicos están relacionados con la irregular potencia de sus depósitos, así como con la eventual aparición de yeso diseminado en ciertas zonas próximas a II<sub>2</sub>.</p>
	II <sub>2</sub>	<p>Dentro de ella, la zona NO., admite capacidades de carga elevadas, y asentamientos, debido a la potencia de la capa arcillosa superficial, muy irregulares. Las zonas S., SO. y E., admiten capacidades de carga altas y asentamientos de magnitud baja a nula.</p> <p>Los problemas geotécnicos, sobre todo en la zona NO., están relacionados con la presencia de yesos.</p>





CAPACIDAD DE CARGA

- A** Zonas con Capacidad de Carga Alta
- M** Zonas con Capacidad de Carga Media
- B** Zonas con Capacidad de Carga Baja
- MB** Zonas con Capacidad de Carga Muy Baja
- Límite de separación de Zonas

ASIENTOS PREVISIBLES

- Zonas con inexistencia de asientos
  - i** Inexistencia de asientos
  - i<sub>1</sub>** Posibles asientos bruscos por disolución de yesos
- Zonas con asientos de magnitud media
  - m** Asientos de magnitud media
  - m<sub>1</sub>** Asientos en niveles de alteración arcillosa
- Zonas con asientos de magnitud elevada
  - Límite de separación de Zonas

GRADO DE SISMICIDAD

- A** Bajo  $G \leq VI$
- B** Medio  $VI < G \leq VIII$
- C** Alto  $G > VIII$
- Límite de separación de Zonas
- Epicentro instrumental
- $h < 50 ; m \leq 6.5$
- h: Profundidad epicentral en Km.
- m: Intensidad unificada
- o Epicentro macrosísmico

SIMBOLOGIA

- CL** Recubrimiento arcilloso
- Y** Eventual aparición de yesos
- S** Recubrimiento de arenas
- G** Recubrimiento de gravas
- C** Recubrimiento de conglomerados

FACTORES GEOTECNICOS VARIOS

- SS** Niveles de gravas
- SS** Recubrimiento de arenas muy erosionadas
- ↓** Dirección del hundimiento actual
- Dirección del deslizamiento actual
- Zona con movimientos diferenciales

DIVISION ZONAL

- Límite de separación de Regiones
- Límite de separación de Areas
- I** Designación de un Area

## Area I<sub>6</sub>

Es muy similar a I<sub>4</sub> y I<sub>5</sub>. Los recubrimientos cuaternarios se comportan de igual manera a la vista en el punto anterior. El resto de depósitos se diferencia un poco, pues debido a su fácil alteración en arcillas más o menos sueltas, es posible observar zonas en las cuales al aplicar cargas aparecen asentamientos de magnitud media o elevada, que por lo general no se observan al aplicarlas sobre la roca no alterada.

## Area II<sub>1</sub>

En general, los terrenos que la forman admitirán cargas de tipo medio, pudiendo aparecer asentamientos de magnitud media o elevada.

Es importante destacar el hecho de que en su borde O., debido a la existencia de los niveles yesíferos de II<sub>2</sub>, es posible la aparición de yeso diseminado, así como la eventual acumulación de aportes hídricos muy selenitosos.

Por último, pueden también surgir problemas relacionados con la irregular potencia de estos depósitos, pues en muchos puntos prácticamente se anulan, apareciendo la formación margosa, de características mecánicas superiores.

## Area II<sub>2</sub>

Su parte NO. admite capacidades de carga elevadas y asentamientos, debido a su alteración superficial en arcillas, muy irregulares, que pasan desde nulos a elevados. Problema éste que se agrava con la existencia de niveles de yesos.

Las zonas S., SO. y E., admiten capacidades de carga altas con asientos nulos o de magnitud baja. Los problemas mecánicos están conectados a los recubrimientos que los tapizan, generalmente de potencias reducidas.

Por último, y tal como se indicó al principio, incluiremos la reseña de las características sísmicas de la Hoja, así como de sus movimientos de basculación actuales.

De acuerdo con el "Mapa de zonas sísmicas generalizado de la Península Ibérica", se observan tres zonas distintas dentro de la Hoja. Una, situada al O., con un grado de intensidad  $G = VII$ , según la escala (M.S.K.); otra que se sitúa al E., con un grado de intensidad  $G < VI$ ; y finalmente otra intermedia en la que  $G = VI$ .

En las dos últimas, no tenderán a producirse por efectos sísmicos efectos dañinos en las construcciones.

En la primera, pueden producirse: "en las construcciones rurales", daños que oscilen desde moderados (grietas y derrumbamientos parciales), hasta la destrucción acentuada (desmoronamientos de paredes interiores, brechas en muros de carga, etc.); "en las construcciones ordinarias" daños moderados o graves (grietas en muros, caídas de bloques, etc.); y "en las construcciones reforzadas", daños ligeros o moderados.

Por esta razón, se deberá, en todo el O. de la Hoja, prever en las edificaciones y construcciones la posible aparición de fenómenos sísmicos, realizándolas según las directrices dadas por la Presidencia del Gobierno en su "Norma Sismorresistente P.G.S - 1" (1968).

Finalmente, a la falta de un mapa de movimientos recientes de la corteza en esta zona de la Península, se incluyen los resultados de mediciones geodésicas entre nivelaciones de gran precisión. Estos resultados dan como conclusión que la zona estudiada acentúa su hundimiento, frente al hundimiento general, con cotas negativas mayores y con la basculación en sentido hacia el Mediterráneo, fenómeno este que deberá tenerse en cuenta a la hora de prever las realizaciones y su mantenimiento, en el litoral de la Hoja.

### **3.— INTERPRETACION GEOTECNICA DE LOS TERRENOS.**

La serie de características analizadas a lo largo de los apartados anteriores, sirve de base para poder pasar a dar sus condiciones constructivas.

Estas condiciones se presentarán de forma cualitativa, indicando asimismo los tipos de problemas que pueden aparecer con más frecuencia y los aspectos que han sido determinantes en la evaluación.

En síntesis, las condiciones constructivas de los terrenos existentes en la Hoja se han englobado dentro de las acepciones: Desfavorables, Aceptables y Favorables.

#### **3.1.— TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS DESFAVORABLES.**

Se han incluido en este grupo aquellos terrenos en los cuales los problemas más relevantes, en un alto grado de desfavorabilidad constructiva, son: de tipo geomorfológicos, y de tipo geomorfológicos y litológicos.

##### ***Problemas de tipo geomorfológicos.***

Prácticamente, todos los terrenos paleozoicos y plutónicos que forman la Cordillera Prelitoral así como algunos de los que existen en la Litoral, se han datado como constructivamente desfavorables. En ellos, la morfología es muy acusada, con formas de relieve que oscilan entre abruptas y montañosas y pendientes topográficas superiores al 30 por ciento en muchos casos.

A esto se une un alto grado de tectonización que trae como consecuencia la aparición de zonas influidas por fracturas y fallas, muy alteradas, sueltas y potencialmente inestables. Por otra parte, en la amplia zona de la Cordillera Litoral, aparecen recubrimientos inestables y zonas muy fisuradas, propensas a adquirir posiciones de mínima energía.

Este conjunto de factores han sido los condicionantes de su evaluación pese a admitir capacidades de carga altas sin que se produzca ningún tipo de asentamiento, y a poseer un drenaje superficial muy favorable.

#### ***Problemas de tipo geomorfológicos y litológicos.***

Los terrenos así datados se sitúan preferentemente sobre el borde NO. de la Hoja.

En ellos, aparte de los problemas geomorfológicos antes apuntados y que aquí aparecen bastante disminuídos, surgen otros relacionados bien con la existencia de niveles de yesos, bien con la de grandes recubrimientos de naturaleza arcillosa.

La existencia de yesos comporta, aunque en pequeña escala, una serie de problemas relacionados con su posible disolución, que da como resultado la aparición de oquedades en el terreno y la contaminación de las aguas con iones sulfato, haciéndolas muy peligrosas frente a los aglomerantes hidráulicos ordinarios.

La existencia de monteras de alteración arcillosa produce zonas mecánicamente inferiores y con problemas hidrológicos en cuanto a su drenaje y saneamiento.

Salvo estos aspectos, la roca sana admitirá cargas elevadas, y su drenaje oscilará, de favorable al S., a ligeramente desfavorable en ciertas zonas del borde NO.

### **3.2.— TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS ACEPTABLES.**

Se incluyen en este apartado una serie de terrenos en los que la datación constructiva ha sido dada por la aparición en ellos, aunque en grado no perjudicial, de problemas de tipo: geomorfológicos, geomorfológicos y geotécnicos (p.d.), y geomorfológicos y litológicos.

#### ***Problemas de tipo geomorfológicos.***

Una pequeña franja de terrenos situados al NO. del macizo de Montseny, así como una serie de zonas situadas sobre la Cordillera Litoral, se incluyen bajo esta acepción, pese a tener unas características mecánicas e hidrológicas muy favorables, por mostrar una morfología de formas acusadas con pendientes topográficas que oscilan del 15 al 30 por ciento. Esto, unido a la existencia de grandes recubrimientos arenosos procedentes de la alteración de las rocas que la forman, así como a los problemas que comportan la eliminación de la capa alterada y el distinto comportamiento mecánico de la roca sana, son los aspectos condicionantes de su inclusión en este apartado.

#### ***Problemas de tipo geomorfológicos y geotécnicos (p.d.).***

Únicamente una serie de terrenos situados sobre el borde NO. de la Plana de Vich se incluyen en este apartado.

Su litología margosa, fácilmente erosionable, y la acumulación de depósitos arcillosos procedentes de aquélla, son los aspectos preferenciales de la evaluación.

Por una parte, los terrenos muestran claros signos de erosión lineal con superficies irregulares tanto morfológica como mecánicamente, con tendencia a la aparición en ellos de fenómenos exógenos (deslizamientos, desmoronamientos, etc.), y por otra, la acumulación de materiales sueltos crea zonas de irregular comportamiento mecánico a causa de la saturación y plasticidad de sus materiales.

#### ***Problemas de tipo geomorfológicos y litológicos.***

Se han incluido en este apartado una serie de terrenos situados al E. y SO. de la Plana de Vich. Pese a que sus características mecánicas e hidrológicas son muy favorables, su morfología es acusada, con pendientes topográficas del 15 al 30 por ciento. Aparecen casi siempre recubiertos por capas de alteración o por horizontes muy fisurados, que les dan una cierta inestabilidad, que, unida a la desfavorable morfología, son las causas de su evaluación aceptable.

### **3.3.— TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS FAVORABLES.**

El resto de los terrenos aparecidos en la Hoja y no comentados anteriormente, se consideran, en su conjunto, como favorables desde el punto de vista constructivo. Sin embargo, de forma puntual acentuada o extendida moderada, pueden surgir problemas de tipo geomorfológicos, de tipo geomorfológicos y litológicos, de tipo litológicos y geotécnicos (p.d.) y de tipo geomorfológicos, hidrológicos y geotécnicos (p.d.).

#### ***Problemas de tipo geomorfológicos.***

Una serie de zonas situadas sobre los bordes de las Cordilleras Litoral y Prelitoral, se consideran favorables desde el punto de vista constructivo, ya que sus características mecánicas, hidrológicas, geomorfológicas y litológicas son favorables. Pero, de forma ocasional, pueden aparecer en ella áreas en las que, debido a la potencia de la capa de alteración superficial, pueden surgir una serie de pequeños problemas, deslizamientos, abarrancamientos, desmoronamientos, que enmascaran sus características generales.

#### ***Problemas de tipo geomorfológicos y litológicos.***

Se incluyen dentro de esta acepción el conjunto de terrenos que tapizan las Áreas I<sub>4</sub>, I<sub>5</sub> y I<sub>6</sub>, y que no corresponden a depósitos cuaternarios.

Aunque globalmente todos ellos poseen unas características constructivas similares, es posible, en detalle y basándonos en su litología, efectuar una serie de puntualización.

Dentro de I<sub>4</sub>, en donde la litología predominante es de tipo granular fina, los problemas pueden surgir del distinto comportamiento de esta gran formación, en comparación con el que poseen los pequeños horizontes plásticos que en ella se intercalan, produciendo sensibles cambios mecánicos dentro de la masa.

Dentro de I<sub>5</sub>, en donde la litología predominante es de tipo granular grueso, los problemas pueden surgir por la aparición de niveles de finos, que al igual que en I<sub>4</sub>, producen una serie de cambios en el comportamiento puntual.

Dentro de I<sub>6</sub>, se mezclan litologías granulares cohesivas y rocas sanas, por lo que los problemas litológicos se acentúan. Esto trae como consecuencia el que la zona presente abundantes cambios en cuanto a sus propiedades mecánicas.

***Problemas de tipo litológicos y geotécnicos.***

Dos zonas, una al NO., y otra al SO, se engloban en este punto, a causa del problema que puede suponer en la primera la existencia de potentes recubrimientos arcillosos con intercalaciones eventuales de yesos; y en la segunda, la gran variación litológica existente, (niveles de gravas, arenas y arcillas), que hagan variar las características mecánicas, sobre todo desde el punto de vista de capacidad de carga y magnitud de los posibles asentamientos.

***Problemas de tipo geomorfológicos, hidrológicos y geotécnicos (p.d.).***

Dentro de este punto se agrupan prácticamente todos los terrenos de deposición cuaternaria, formados por una mezcla de arenas y gravas con intercalaciones o recubrimientos arcillosos, con una potencia muy variable, descansando sobre un sustrato rocoso.

En general sus condiciones constructivas se consideran favorables. Sin embargo pueden surgir problemas puntuales, relacionados, bien con el nivel freático, en algunos puntos muy elevado, bien con el drenaje, no muy favorable en ciertas zonas, o con el distinto comportamiento (capacidad de carga y magnitud de posibles asentamientos) de los tres grupos litológicos.

## BIBLIOGRAFIA

- Cailleux, A. **Las rocas**. Eudeba (1963).
- Cailleux, A. **La era Cuaternaria, problemas y métodos de estudio**. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (1956).
- **Cartas marinas del Noreste de España**.
- **Datos facilitados por el Servicio Meteorológico Nacional de Barcelona, Gerona y Vich**.
- Derruau, M. **Precis de Geomorfologia**. Masson (1964).
- I.G.M.E. **Mapa Geológico de España a E. 1/200.000 Hoja nº 35 Barcelona**. Departamento de Publicaciones del I.G.M.E. (1972).
- I.G.M.E. **Mapa de Síntesis de Sistemas acuíferos de España peninsular. Baleares y Canarias**. Departamento de Publicaciones del I.G.M.E. (1971).
- Jiménez Salas, J.A. **Geotecnia y Cimientos**. Justo Alpeñas, J.L. Editorial Rueda (1971).
- M.O.P. **Datos climáticos para Carreteras (1964)**.
- M.O.P. **Balance Hídrico**.
- Pomerol, CH. **Las rocas eruptivas**. Eudeba (1961).
- Presidencia del Gobierno. **Norma Sismorresistente P.G. S.—1 Parte A (1968)**.
- Servicio Geográfico del Ejército. **Base Topográfica 1/200.000**.