

00309

MAPA GEOTECNICO GENERAL

VINAROZ



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOTECNICO GENERAL
E:1/200.000

VINAROZ

HOJA 8-6/48

**SERVICIO PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA**

El presente estudio ha sido realizado por la
Empresa Nacional ADARO de Investigaciones
Mineras, S.A. (ENADIMSA), en régimen de con-
tratación con el Instituto Geológico y Minero de
España.

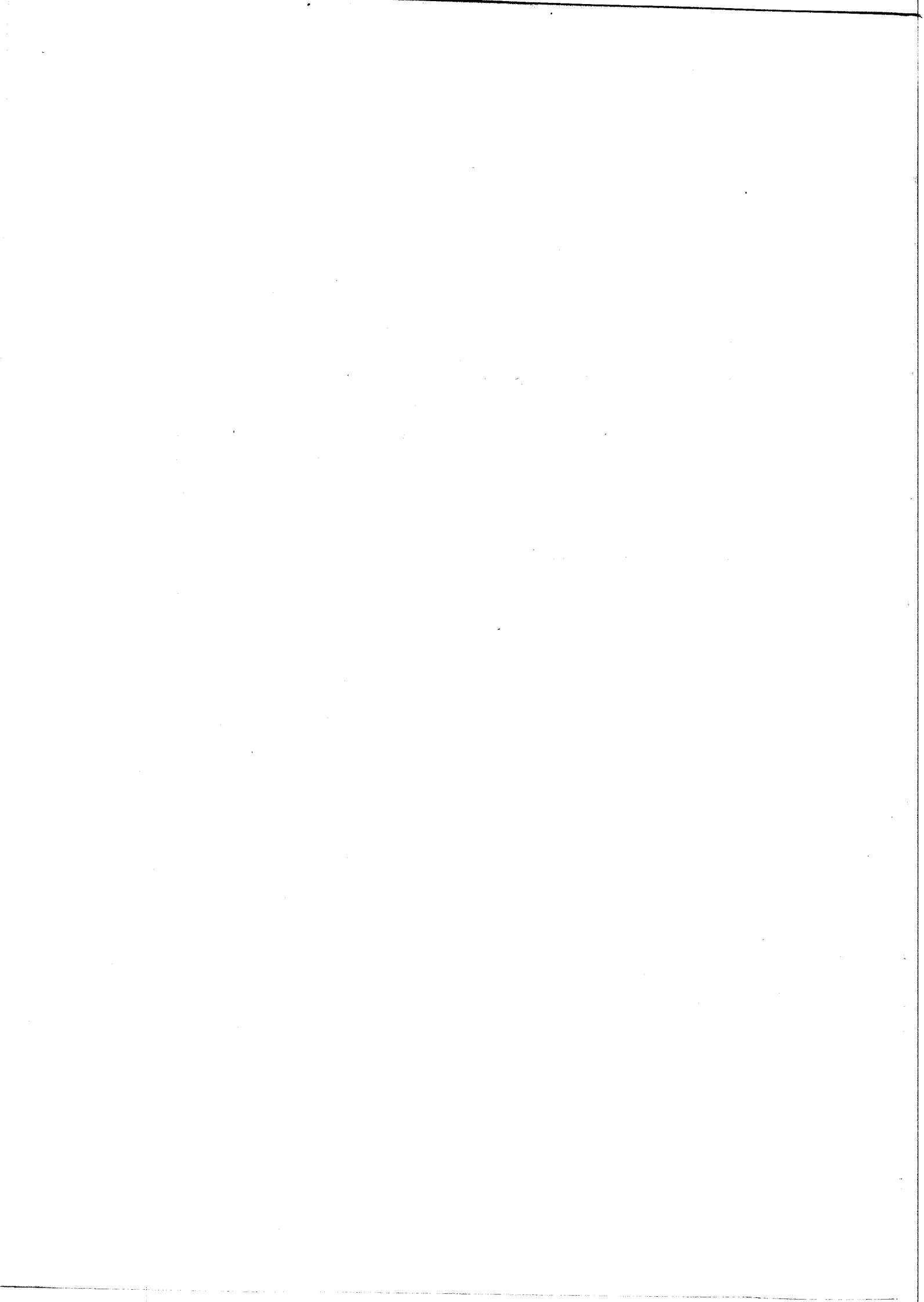
Servicio de Publicaciones - Ministerio de Industria - Claudio Coello, 44 - Madrid-1

Depósito Legal. M. 19778 - 1975

AUGESA - Reprografía - km 12.200 Crta. de Burgos. Madrid

INDICE

| | pág |
|--------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1. INTRODUCCION | 1 |
| 2. DESCRIPCION DE FACTORES CON INCIDENCIA GEOTECNICA | 3 |
| 2.1. Características físico-geográficas | 3 |
| 2.2. Bosquejo geológico | 7 |
| 2.3. Criterios de división. Características generales de las Areas | 9 |
| 2.4. Formaciones superficiales y sustrato | 12 |
| 2.5. Características geomorfológicas | 18 |
| 2.6. Características hidrológicas | 19 |
| 2.7. Características geotécnicas | 23 |
| 3. INTERPRETACION GEOTECNICA DE LOS TERRENOS | 27 |
| 3.1. Terrenos con condiciones constructivas Muy Desfavorables | 27 |
| 3.2. Terrenos con condiciones constructivas Desfavorables | 28 |
| 3.3. Terrenos con condiciones constructivas Aceptables | 29 |
| 3.4. Terrenos con condiciones constructivas Favorables | 30 |
| BIBLIOGRAFIA | 31 |



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, para la que se ha tenido presente los resultados de dos estudios realizados:

- 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 qué 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 varíen 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

ASPECTOS FISIOGRAFICOS

Dentro de este apartado se analizarán someramente las siguientes facetas: situación, relieve y red fluvial.

La Hoja nº 8-6 está situada en la área oriental de la Península Ibérica, quedando definida geográficamente por las coordenadas:

Longitud: $0^{\circ} 48' 49''$ 4-E - $0^{\circ} 31' 10''$ 6-O

Latitud: $40^{\circ} 40' 04''$ 5 - $40^{\circ} 00' 04''$ 4

Longitud referida al meridiano de Greenwich, dato europeo.

Desde el punto de vista administrativo, el territorio comprendido dentro de la Hoja pertenece prácticamente en su totalidad a la provincia de Castellón, con superficie en la parte NO y O perteneciente a Teruel y en la NE a Tarragona.

El relieve presenta una enorme desigualdad dentro del ámbito de la Hoja, pudiendo dividirse mediante una línea imaginaria que pasase a una distancia aproximada de 25 km de la costa y paralela a ella.

En la zona occidental de esta divisoria se encuentra la parte montañosa, formada por estribaciones de la Ibérica. La línea general de las cumbres está formada por una serie de muelas, que caen en dirección SE con pendientes muy fuertes, obra de la erosión remontante de los ríos mediterráneos que han actuado ante un frente calizo fuertemente dislocado.

En el límite inferior de la zona de la provincia de Teruel que entra en la Hoja se encuentra la Sierra de la Batalla con la alineación de Peñagolosa, en la que se registra la cota de mayor altitud (1.813 m) de toda la superficie estudiada.

Fuera de este bloque, al E de la línea divisoria, pero en conexión evidente con el mismo, se encuentran los macizos de Sierra Engarcerán, atalayas de Alcalá, Hirta y el Desierto de las Palmas que emergen sobre las llanuras de aluvión que las rodean. Toda la zona restante está constituida por llanos formados generalmente por arrastres cuaternarios, que son prolongación de las terrazas superiores de la margen derecha del Ebro.

La costa es llana en general, constituida en su mayor parte por playas arenosas que, no obstante, se ven interrumpidas en ciertos tramos por la llegada hasta el mar de algunas sierras del conjunto montañoso del interior, que originan pintorescos sectores de costa acantilada.

Como accidente importante en la costa se encuentra el bastión peñascoso de la península de Peñíscola, que está unido a tierra por un tómbolo en constante proceso de crecimiento.

La red fluvial está formada en general por ríos que vierten sus aguas al Mediterráneo a través de los derrames ibéricos, haciéndolo hacia el Ebro algunos ríos de la zona N de la Hoja.

En consonancia con la climatología y el relieve, los ríos son de régimen fuertemente irregular, de acusado desnivel y desigual curso, yendo sus cauces, con frecuencia, encerrados entre peñascos. Su régimen, concordante con el pluviométrico de la región, presenta crecidas en Primavera y Otoño.

De todos los ríos de la zona, los únicos que se pueden considerar como tales son el Mijares, en la parte S de la Hoja, en el que se encuentra el embalse de Sichar, y el de María Cristina, en la Rambla de la Viuda, afluente del Mijares.

En la zona N sólo se encuentra el río Cenia, que sirve de límite provincial con Tarragona.

CLIMATOLOGIA Y METEOROLOGIA

Para el estudio climático de la Hoja nos hemos basado, fundamentalmente, en los resultados registrados en los observatorios que pueden representar, más exactamente en lo que cabe, los dos tipos de dinámica climática dominante: el interior, zona occidental de la Hoja, intramontañoso, y el costero mediterráneo; para la zona occidental se ha tomado como más representativo la estación termo-pluviométrica de Teruel y para la zona costera la estación termo-pluviométrica de Castellón.

Asimismo se ha hecho uso de las referencias oficiales que constan en diversas Publicaciones de los Ministerios de Agricultura, Aire y Obras Públicas.

Los datos generales que a continuación se incluyen han sido desglosados en cuatro apartados: Temperaturas, Precipitaciones, Vientos e Índices climáticos.

Temperaturas

La temperatura media anual, determinada por la información proporcionada en un período de 30 años (1931-1960), en la mitad occidental varió entre 10 y 12º C, y en la zona costera, en el mismo período de tiempo, entre 16 y 17º C. Las temperaturas, por lo tanto, encuadran a la Hoja como de clima templado a templado-cálido en la zona costera y templado con tendencia a frío en la zona montañosa.

Las temperaturas medias mensuales varían entre términos bastante amplios, que van desde 0º C en los meses de diciembre y enero, a 21º C en el mes de agosto, en lo referente a la parte occidental.

En cuanto a la franja costera, las temperaturas medias oscilan entre límites menos amplios, que van desde 10º C en diciembre a 24º C en agosto. Por lo tanto, teniendo en cuenta las oscilaciones de temperatura, y de acuerdo con la clasificación de los climas de HANN, podemos decir que en esta Hoja el clima es templado con tendencia a subtropical en la franja costera.

En lo referente al número de horas de insolación es máximo en la costa —aproximadamente entre 2.700 y 2.800 h— disminuyendo progresivamente hacia el interior, llegando en el extremo occidental a 2.400 h.

Precipitaciones

El valor medio anual de precipitaciones en el período 1931-60 oscila alrededor de los 500 mm en prácticamente toda la extensión de la Hoja, con un ligero aumento en dirección O, llegando a los 600 mm, y con una pequeña disminución en dirección S, donde se llegan a alcanzar los 400 mm.

Tales precipitaciones se reparten entre 60 y 80 días de lluvia a lo largo del año, presentando un máximo no muy pronunciado en la Primavera y Otoño y un mínimo en los meses de julio y agosto.

La humedad relativa media oscila entre valores del orden del 65 por ciento durante los meses de Verano, manteniéndose en los meses de Invierno entre valores comprendidos entre 60 y 73 por ciento.

El número de días de heladas es muy importante y variable dentro del ámbito de la Hoja, con una variación entre 5 y 15 días en toda la franja costera, y alrededor de 80 días en la zona del interior montañoso, concentrándose en los meses de diciembre, enero y febrero.

El número de días al año con precipitación en forma de nieve es muy escaso en las áreas bajas (o nulo), en particular en la costa, donde el fenómeno puede considerarse como raro. No obstante es más frecuente en el interior, donde la precipitación en algunos puntos llega a los 20 días al año, variando en general entre los 7 y 20 días en toda la zona.

Vientos

El desarrollo de este apartado se ha basado en los datos proporcionados por la estación meteorológica de Castellón, elaborados estadísticamente mediante la recopilación efectuada entre 1931 y 1960.

Las direcciones predominantes de los vientos que afectan a la región estudiada se concentran en las direcciones E y O, principalmente la primera. La distribución anual de las frecuencias de direcciones del viento dominante arroja los siguientes resultados: E 58,3 por ciento; O 25 por ciento; N 16,6 por ciento y NE 8,3 por ciento.

Los vientos más violentos se encuentran en las cuatro direcciones siguientes: O, N, NE y E, superando difícilmente los 70 km/h, cuyas rachas representan el 0,3 por ciento de la media anual. Las velocidades más ampliamente representadas oscilan entre los 15 y 25 km/h.

Indices climáticos

Resulta interesante determinar los coeficientes medios anuales de reducción climática para cada clase de obra. Para ello, se ha supuesto cada clase de obra repartida uniformemente a lo largo de los 365 días del año, y a éstos repartidas en los 12 meses con arreglo a la tabla siguiente, en la que se han tenido en cuenta los días festivos.

| | | | |
|---------|--------|------------|--------|
| ENERO | 0,0849 | 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 |

Multiplicando el cuadro anterior por los coeficientes de reducción correspondientes a cada mes y sumando los productos parciales de los 12 meses se han obtenido los coeficientes medios anuales.

Coeficientes medios anuales para la obtención del número de días útiles de trabajo a partir del número de días laborables

CLASE DE OBRA

| Provincias | Hormigón | Explanaciones | Aridos | Riegos y Tratamientos | Mezclas Bituminosas |
|------------|----------|---------------|--------|-----------------------|---------------------|
| Castellón | 0,959 | 0,911 | 0,965 | 0,738 | 0,858 |
| Teruel | 0,701 | 0,657 | 0,955 | 0,368 | 0,527 |

Como en los casos anteriores, se han tomado los datos referidos a las observaciones de Teruel por ser las que presentan mayor afinidad con las de la zona montañosa de la Hoja objeto de estudio.

Interpretación de los datos climáticos

Mediante el análisis y conjugación de los datos reseñados anteriormente, podemos distinguir en la Hoja objeto de estudio, dos zonas perfectamente diferenciadas en cuanto a climatología, que serían:

a) **Zona Occidental**

Clima de montaña sin llegar a ser alpino, con grandes fluctuaciones de la temperatura, con una atmósfera bastante seca, insolación intensa, bastantes nevadas y abundantes días de heladas. Las lluvias más copiosas y regulares que en la costa, llegando en ocasiones a sobrepasar los 600 mm por año.

Tales características climáticas tienen su traducción sobre los procesos de alteración del sustrato rocoso, facilitando notablemente el desarrollo de los fenómenos de erosión de naturaleza físico-mecánica. Los procesos de alteración ligados a fenómenos químicos, sufren una notable contracción.

b) Zona Costera

Clima típicamente mediterráneo, con las pequeñas oscilaciones de la temperatura que caracteriza a los climas marítimos; es un clima templado y saludable, pero con una humedad verdaderamente elevada en las zonas más cercanas al mar y causa de que los períodos álgidos de calor y frío retrasen su aparición.

En el litoral, durante el estío, no escasean las lluvias, breves pero aparatosas, con gran acompañamiento eléctrico.

2.2. BOSQUEJO GEOLOGICO

En este apartado se trata de hacer una síntesis breve y somera de los caracteres geológicos cuya consideración y conocimiento son básicos y resultan indispensables para las zonas cuyas particularidades geotécnicas se pretende estudiar.

EL MEDIO LITOLOGICO

Si consideramos la cronología como factor diferenciador fundamental, distinguiremos la agrupación rocosa perteneciente al Cretácico, que abarca en general toda la extensión de la Hoja, con pequeñas intercalaciones de rocas pertenecientes al Triásico y Jurásico.

Empezaremos estudiando, ateniéndonos al orden cronológico, las rocas correspondientes al Triásico. En primer lugar, aparecen unas areniscas de color rojizo, con estratificación cruzada e intercalaciones de arcillas apizarradas y violáceas. Se presentan en la zona S y O de la Hoja.

A continuación se encuentran unas calizas dolomíticas oscuras, que forman la cresta de los anticlinales; a veces están teñidas por sales de hierro, que le dan un tono rojo sangre en venillas. Asimismo, aparece un nivel rojo entre las calizas, que es una intercalación detrítica de arcillas, areniscas y conglomerados rojos. Sólo se dan afloramientos en el O de la zona estudiada.

Le sigue a este nivel otro, que está formado por arcillas abigarradas, saliniferas y yesíferas, que alternan con potentes bancos de yesos. De igual modo, sólo se encuentra en la parte SO.

Por último, se encuentra un nivel constituido por distintos tipos de materiales en las diferentes zonas donde aparece; así, unas veces está formado por material dolomítico, mientras que otras lo está por carniolas y calizas tableadas, fuertemente tectonizadas.

Siguiendo el orden cronológico, estudiaremos a continuación el Jurásico, que está formado, en principio, por una caliza microcristalina, gris-pardo, matriz margoso-caliza muy fina, sobre la que se encuentra una serie formada por: A) caliza dolomítica castaño-rojiza. B) caliza oolítica. C) caliza dolomítica roja con matriz recristalizada y alterada. D) caliza recristalizada, pardo-clara, con matriz caliza. E) caliza fina con gran cantidad de restos orgánicos. F) caliza margosa. G) caliza microcristalina, gris-pardo, con matriz margo-caliza muy fina.

Se encuentra distribuido irregularmente por toda la superficie de la Hoja.

En lo referente al Cretácico tenemos, en principio, la facies Wealdense que está formada por niveles detríticos, de conglomerados y areniscas bajas, a las que siguen arcillas plásticas ocres y grises, alternando con margas arenosas de color ocre. Siguen areniscas y calizas arenosas y por último se repiten las primeras rocas descritas.

Se encuentra localizada en la parte N de la Hoja donde es predominantemente margosa y en la zona meridional es de carácter arenoso.

Siguiendo esta facies Wealdense se encuentra el Urgo-Aptense, que está formado por calizas, areniscas y margas; sobre esta serie, calizas y areniscas ferruginosas alternantes con arcillas arenosas; encima arena y arcillas coloreadas.

Se encuentra distribuida irregularmente por toda la Hoja ocupando grandes extensiones.

Encima de las calizas del Urgo-Aptense se encuentra una formación denominada capas de Utrilla que, en su parte superior, con poco o nada de lignito, está compuesta por arenas y areniscas, generalmente blancas y rojizas con tonos amarillos y verdes; irregularmente distribuidas se encuentran partes fuertemente ferruginosas.

Otra parte inferior, con mucho lignito, compuesta predominantemente de arena de diversa coloración, a las que se asocian calizas nodulosas y margas de color gris.

En el Cretácico Superior se encuentran, en primer lugar, calizas amarillentas y grises con alternancia de margas, arcillas y arenas, sobre las que se localiza una potente serie de calizas masivas y también en lajas.

Dentro del Terciario, el Eoceno y Oligoceno están formados por materiales detríticos y conglomerados, situándose en el NO y SO de la Hoja.

El Mioceno, por su parte, está integrado por conglomerados, margas y arcillas, así como brechas no consolidadas.

Por último, el Mioceno-Plioceno, que está constituido por margas, arcillas y conglomerados.

Respecto de los depósitos Cuaternarios, éstos se pueden dividir en tres tipos:

- a) Formado por depósitos de tierras arcillo-arenosas, con niveles intercalados de gravas calizas poco consolidados.
- b) Constituido por gravas y formaciones detríticas que jalonan el curso de los arroyos y ramblas de la zona.
- c) Formado por la costra de travertinos que cubre gran parte de las depresiones, estando poco consolidados.

Debido al carácter pantanoso de la zona costera que nos ocupa, existen importantes acumulaciones de turba.

Se ha dejado para el final, por su poca importancia dada su reducida extensión, pequeños afloramientos paleozoicos que pueden asimilarse al Carbonífero, estando constituidos por pizarras arcillosas grises oscuras y pizarras de tonos ocres claros, alternando con tramos arenosos, estando atravesado todo el conjunto por venas de cuarzo; en algunas zonas se encuentran litarenitas muy cuarzosas y ricas en mica.

LA TECTONICA

La zona que nos ocupa se halla intensamente plegada y afectada además por intensos fenómenos de distensión que dan origen a una importante red de fracturas.

Existe en la región un substratum paleozoico plegado por la orogenia hercíniana. Se trata de materiales que han estado sometidos a una tectónica violenta, con pliegues de dirección O y en la que el empuje tectónico está dirigido de SO a NE.

Un sistema de fallas transversales produce un descenso de bloques hacia el mar. Las fallas longitudinales producen un descenso de bloques paralelos y se aprecia una zona central, al O de la cual se encuentran los bloques hundidos al E de las fallas, mientras que a poniente el descenso se realiza hacia el O.

Las líneas tectónicas siguen la dirección alpina paralela a la costa. La dirección de los ejes anticlinales y la de las cadenas montañosas es N-NE, es decir, que parecen obedecer todos los fenómenos a una misma causa; son consecuencia de una tectónica de plegamientos, es decir, que el movimiento alpino ha dejado clara su huella.

Aparece, además, una orogenia paleoalpina que debió tener sus movimientos iniciales en el Kimmeridgense.

Existen, asimismo, una serie de discordancias hercinianas entre materiales de la base de Trías y materiales del Paleozoico, y también entre el Trías y el Aptense.

Según todas estas manifestaciones se puede asegurar que se ha producido un importante plegamiento entre el Terciario Inferior y el Superior, que puede considerarse como el principal de la zona.

Existe un plegamiento preoligocénico que se puede encajar en un tipo intermedio, entre el Germánico y el del Jura. La forma de los pliegues, en lugar de presentarse de tipo continuo, experimenta cambios bruscos en el buzamiento de sus flancos, formándose anticlinales en forma de artesa. Frecuentemente estos cambios de buzamiento van acompañados de roturas.

2.3. CRITERIOS DE DIVISION. CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS AREAS

El tema de este capítulo es quizás el punto más delicado a resolver dentro de los objetivos del presente trabajo. Debido a la diversidad litológica y a la influencia de los dos tipos de climas existentes en la región, así como a la variedad de formas, se crean una serie de problemas cuya resolución no puede abordarse sin plantear un gran número de hipótesis. Esto no quiere decir que se pretenda sustituir con este trabajo a futuros estudios más precisos en escala e intensidad, necesarios en el caso de que se trate de acciones que generalmente tienen carácter puntual o muy localizado.

Para lograr los objetivos señalados comenzaremos por una división zonal de la Hoja; se continúa con un análisis individual de aquellas características propias del terreno que puedan influir de alguna forma sobre sus propias propiedades, en el momento de su utilización como basamento de otras técnicas.

Se ha definido, en función de caracteres fácilmente perceptibles, una sola región y seis áreas en toda la extensión de la Hoja.

CRITERIOS DE DIVISION GEOTECNICA

Como se ha indicado, se distingue una sola región, que abarca la totalidad de la Hoja, por lo que sus características generales son las descritas en los primeros puntos de la memoria al indicar las características físico-geográficas y geológicas de la Hoja.

El número de áreas determinadas, dentro de la Región, ha sido de seis:

- I₁ Repartida a lo largo de la Hoja; en la franja costera, con pequeñas manchas en la zona interior montañosa, sin que en esta parte tengan grandes extensiones: son materiales de recubrimiento.
- I₂ Repartida irregularmente en toda la extensión de la Hoja a través de pequeños afloramientos. Está formada por materiales pertenecientes al Terciario: formaciones detríticas y margas.

- I₃ Está formado por materiales calcáreos pertenecientes al Muschelkalk, Jurásico y Cretácico Superior; son en general pequeños afloramientos, particularmente los del Triásico, que se encuentran situados en el SO de la zona, y los del Cretácico Superior, en el NO. Por su parte, los del Jurásico están repartidos por toda la superficie de la Hoja.
- I₄ Es la área que ocupa la mayor extensión de la Hoja; está formada por materiales margosos y margo calizas, correspondientes al Cretácico.
- I₅ Formada por los materiales detríticos del Cretácico y detrítico yesíferos del Triásico, que están irregularmente repartidos en toda la superficie de la Hoja en pequeños afloramientos.
- I₆ Está constituida por pequeños afloramientos localizados en el S de la Hoja y constituido por pizarras arcillosas y litarenitas del Carbonífero.

CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS AREAS

Area I₁

Está constituida por una agrupación litológica que abarca los depósitos cuaternarios de cierto relieve: sus principales componentes son rocas detríticas y arcillosas.

Esta área está enclavada en la zona más próxima a la costa, ocupando grandes extensiones. Existen pequeñas manchas en el interior de la Hoja.

Su topografía es bastante plana, respondiendo, generalmente, a zonas aluviales, depósitos de turbas, así como una costra de travertinos que cubre una gran parte de las depresiones.

La vegetación es, en general, muy escasa salvo en las zonas de turberas y marisma, estando representada principalmente por naranjales y olivares.

En las zonas eminentemente detríticas se presenta una hidrología freática moderada.

Se utilizan industrialmente los depósitos detríticos de algunas ramblas para áridos; asimismo se explotan algunas turberas para abonos.

Area I₂

Está localizada en el NO, SO y SE de la Hoja, quedando integrada por afloramientos de regular tamaño, compuestos por sedimentos detríticos, margas, arcillas y conglomerados.

Desde el punto de vista topográfico, caracteriza a zonas de gran variabilidad de pendientes, desde formas planas a pendientes superiores a un 15 por ciento en algunos casos.

La vegetación es muy escasa como en toda la superficie de la Hoja, estando formada, en general, por monte bajo y árboles frutales.

La hidrología superficial está medianamente desarrollada, no existiendo apenas circulación subterránea.

Los materiales que se explotan en esta área consisten fundamentalmente en arcillas que se emplean en la fabricación de productos cerámicos y más concretamente de azulejos, actividad muy desarrollada al S de la Hoja.

Área I₃

Está repartida irregularmente en toda la extensión de la superficie estudiada, ocupando normalmente grandes extensiones.

Está constituida por rocas calcáreas compactas del Muschelkalk, Suprakeuper, Jurásico y Cretácico, con pequeñas intercalaciones, en algunos casos, de series detríticas.

Su relieve es el más pronunciado de toda la Hoja, presentando escarpes en numerosos puntos como consecuencia de los efectos de la erosión diferencial. También se originan unas formas planas, tipo mesas, en las cimas de los montes.

La hidrología superficial está bien desarrollada, aunque también se dan zonas con presencia de fenómenos cársticos.

La vegetación es muy escasa, prácticamente nula, formada casi exclusivamente por arbustos y monte bajo.

Los materiales que se aprovechan son principalmente las calizas jurásicas como piedra ornamental; para esto mismo y para áridos las calizas cretácicas.

Área I₄

Ocupa una gran extensión de la Hoja, estando repartida muy irregularmente por toda ella.

Está formada por margas, margocalizas y algunos niveles de calizas arenosas, arcillas y areniscas, pertenecientes en su totalidad al Cretáceo, en sus facies Wealdense, Urgo-Aptense y capas de Utrillas.

El relieve de esta área, con ser bastante pronunciado, no llega a alcanzar las cotas de la área anterior, ni los escarpes de aquella; en cambio, se asemeja a la I₃ por el mismo tipo de mesas en las cimas de los montes.

La hidrología superficial está muy desarrollada, dándose también en algunas zonas la presencia de pequeños fenómenos cársticos.

La vegetación sigue siendo tan escasa como en toda la Hoja, formada exclusivamente por arbustos y, en algunos casos, pequeños pinares.

Los materiales que son objeto de explotación en esta área son las margocalizas con destino como áridos y roca de construcción.

Área I₅

Esta área está repartida irregularmente en pequeños afloramientos a lo largo y ancho de toda la superficie de la Hoja.

Se engloban los siguientes materiales: arenas, arcillas areniscas y niveles de yesos del Trías, así como las arenas y arcillas correspondientes al Cretácico.

La topografía de esta zona es bastante irregular, presentando desde formas planas, en los afloramientos de arenas y arcillas, hasta formas con pendientes superiores al 15 por ciento en las areniscas.

La vegetación es muy escasa en toda la área, en la que aparecen exclusivamente arbustos bajos y, rara vez, escasos pinares.

La red hidrográfica superficial está bastante bien desarrollada en general; no así la subterránea, que únicamente encuentra zonas parcialmente permeables en los niveles areniscosos interiores.

Se aprovechan industrialmente las arcillas y los yesos del Keuper como material cerámico y aglomerante respectivamente. También se utilizan las arenas cretácicas como áridos.

Área I₆

Se encuentra constituida por pequeños afloramientos de pizarras arcillosas y litarenitas situadas entre Borriol y Villafames.

Presenta una topografía con pendientes que oscilan en torno al 15 por ciento.

Existen canchales de materiales pizarrosos, de reducidas dimensiones.

La vegetación está representada, en algunas zonas, por grandes pinares; en el resto queda constituida por arbustos.

Siendo el clima de tipo pluvial bastante desarrollado, el sistema hidrológico es subterráneo, aunque de escasa entidad.

En esta área se utilizan industrialmente las grauwacas en la preparación de áridos por trituración.

2.4. FORMACIONES SUPERFICIALES Y SUSTRATO

En la superficie objeto de estudio se han distinguido dos grandes unidades. En la primera, denominada "formaciones superficiales", se han agrupado todos aquellos materiales incoherentes o semicoherentes, de extensión y espesor variables, depositados desde el Villafranquiense hasta la actualidad.

En la segunda, bajo la denominación de "sustrato" se engloban el conjunto de rocas, más o menos consolidadas, que integran el basamento de la zona estudiada.

Cada una de estas grandes unidades ha sido desglosada en otras de orden inferior, al objeto de poder precisar, en cada caso, sus particularidades físicas, mecánicas, etc.

Esta subdivisión está basada en criterios diferentes en cada caso; en lo referente a las formaciones superficiales, se atiende a un criterio genético, de acuerdo con el proceso que ha originado los distintos depósitos; y en cuanto al sustrato responde a un criterio combinado litológico-estratigráfico.

Ambas divisiones se han hecho con un criterio de síntesis, teniendo en cuenta la escala de trabajo y la heterogeneidad litológica y cronológica de la zona.

FORMACIONES SUPERFICIALES

Bolos, gravas y arenas, en general limpios, a veces con muy pequeñas intercalaciones o recubrimiento de arcillas y limos (depósitos ligados a cursos de agua actuales) – Qa

Las formaciones de gravas y arenas que corresponden a este apartado se encuentran ligadas tanto a los cauces de los ríos como a las numerosas ramblas que hay en la zona, y que en época de lluvias transportan gran cantidad de material.

La naturaleza de los materiales que constituyen estas zonas viene condicionada por los distintos tipos de terreno, sobre los que actúa la acción erosiva de la red fluvial o de drenaje. Se trata por lo general de sedimentos no consolidados, formados por cantos de calizas y en algunos casos dolomías, gravas y en general escasa cantidad de arena y fracción arcillo-limosa.

Estos materiales se aprovechan con fines industriales, proporcionando áridos de dureza y calidad media.

Son terrenos muy permeables y con muy poca resistencia en seco, aunque en algunas ocasiones los finos puedan contener agentes cementantes que originan un aumento de resistencia.

Gravas angulosas principalmente calcáreas y dolomíticas con matriz limo-arcillosa rojiza (depósitos coluviales) – Qe

Estos materiales están formando los rellenos de depresiones y valles que se encuentran en el interior de la Hoja.

Están constituidos por los materiales provenientes de la erosión de las montañas adyacentes; su composición general abarca una gama muy amplia de granulometrías, que comprende desde gravas mal graduadas a bolos de gran tamaño con matriz arcillosa.

Estos depósitos, tienen una resistencia seca que oscila entre mediana y alta.

Arenas y gravas ligeramente cementadas (depósitos de terrazas) – Qt

Dentro de este apartado se engloban todos los depósitos de terraza, sin entrar en ninguna subdivisión ni diferenciación específica respecto a su situación con relación al cauce del río, sino estudiándolos como una unidad litológica en conjunto.

Su composición general abarca una gama muy amplia de granulometrías, que comprende desde gravas mal graduadas a bolos de gran tamaño con matriz arcillosa.

Están repartidas generalmente en la zona costera de la Hoja, en las proximidades de los ríos y ramblas.

Son materiales permeables, aunque hay zonas donde tienen carácter semipermeable.

Por lo general suelen tener una resistencia en seco aceptable. Sus condiciones mecánicas las hacen adecuadas como sub-base de carreteras; sus características de drenaje suelen oscilar entre deficientes y nulas.

Industrialmente se aprovechan en escasa medida, empleándose, cuando lo son, para la obtención de áridos de trituración.

Cuaternario de playa (depósitos marinos) – Qm

Depósitos originados por la erosión marina de las formaciones costeras.

Son depósitos en general arenosos, aunque en algunas áreas se encuentran entremezclados con gravas, que se disponen naturalmente a lo largo de todo el litoral. En algunas zonas aparecen dunas.

Depósitos turbosos – Qt

Son dos afloramientos costeros situados en Torrenostra y Benicasim. Se trata de depósitos de turba recubiertos por una capa superior de limo oscuro.

Son afloramientos de naturaleza impermeable, dotados de una capacidad portante prácticamente nula. Su drenaje también es nulo, convirtiéndose en zonas pantanosas, aún con débiles lluvias.

Se aprovechan industrialmente para la fabricación de abonos.

SUSTRATO

Materiales indiferenciados – I

Están constituidos por una gran diversidad de formaciones que abarcan desde margas, arcillas, arenas y calizas en el Cretáceo Superior, a sedimentos detríticos en el Miocene Superior. Son pequeños afloramientos que aparecen en el NO de la Hoja.

En conjunto resulta una formación fácilmente erosionable, especialmente cuando las pendientes son reducidas no se efectúa una erosión rápida.

Constituyen superficies ligeramente alomadas en las que se tallan abarrancamientos normales a las direcciones de circulación preferente de las aguas.

En general son materiales comprendidos entre semipermeable a impermeables. Tienen una capacidad de carga que varía desde media a alta, dándose en algunos puntos particulares un valor bajo.

No se explotan industrialmente.

Margas, arcillas y conglomerados (Terciario Superior) – T_{7/5/105}

Se encuentra localizado en el SO, E y Centro de la Hoja, ocupando pequeñas extensiones.

Está constituido por un conjunto de margas, arcillas y conglomerados, de matriz margo-arcillosa poco consistente y cantos procedentes de materiales de edad cretácica y jurásica.

En conjunto es una formación fácilmente erosionable, aunque en zonas de pendiente reducida no se efectúe una erosión rápida.

Normalmente, son materiales permeables, aunque en algunas zonas son semipermeables. Su capacidad de carga es media, presentando en algunos casos zonas de arcillas en las que son previsibles posibles deslizamientos.

Son superficies alomadas en las que quedan marcados perfectamente los signos de la acción erosiva de las aguas. El drenaje es, en general, deficiente.

Se aprovechan industrialmente los tramos arcillosos, en algunos casos mezclados con arenas, para la obtención de productos cerámicos.

Areniscas y conglomerados (sedimentos detríticos del Paleógeno) – T_{7/8}

Se encuentran localizados en general en el Centro de la Hoja, aunque se dan afloramientos en el NO y SO de la misma.

Está constituido por sedimentos detríticos con predominio de areniscas de grano grueso y conglomerados. Estos conglomerados, en los bordes de la cuenca, llegan a alcanzar gran desarrollo. Constituyen formas muy redondeadas, fácilmente erosionable. Poseen una capacidad de carga media, llegando, en algunos casos, a alta.

Son materiales permeables y con un drenaje que varía entre deficiente y aceptable según los lugares.

No se aprovecha industrialmente ningún tipo de material.

Arenas, areniscas, arcillas y conglomerados – S_{3/5-7}

Se encuentra repartido, en general en pequeños afloramientos a lo largo y ancho de toda la extensión objeto de estudio.

El presente tramo está representado por areniscas bajas, arenas y areniscas rojas y blancas, arenas caolíferas, conglomerados y arcillas plásticas ocres y grises.

Se pueden distinguir dos zonas: en la parte oriental de la Hoja, estos afloramientos están formando pequeños cerros muy redondeados y con un marcado signo de la acción erosiva de las aguas; en la parte occidental son zonas de mayor altitud, presentando un gran aumento de la escorrentía superficial. Son en general fácilmente erosionables, habiéndolos considerado como impermeables, siendo permeables y semipermeables en algunas zonas.

Presentan una capacidad de carga media, pudiendo producirse deslizamientos en las zonas arcillosas.

Se explotan industrialmente las arcillas para productos cerámicos y las arenas como áridos.

Arcillas abigarradas, yesíferas y bancos de yesos – S₅₋₁₄

Se localizan en el SO del tercer cuadrante, formando afloramientos de pequeña extensión.

Está formado por arcillas abigarradas, saliníferas y yesíferas, que alternan con potentes bancos de yesos. Normalmente aparecen recubiertos por un suelo, producto de su propia alteración.

Presentan formas redondeadas, con marcados signos de la acción erosiva de las aguas; pendientes entre moderadas y altas; son prácticamente impermeables.

Aunque su capacidad de carga es media, se pueden apreciar asentamientos, resquebrajamientos o hundimientos de las estructuras, debidos a la fácil disolución de los yesos.

En este nivel se explotan industrialmente los yesos como aglomerantes.

Areniscas y arcillas apizarradas – S₈₋₅

Están formando pequeños afloramientos en los alrededores de Giral y con mayor extensión entre Villafames y el Desierto de Las Palmas.

La integran formaciones de areniscas de color rojizo y arcillas apizarradas y violáceas.

Constituyen, en general, formas agrestes, con bastantes escarpes en las zonas de areniscas, y pendientes por lo común altas.

Su capacidad de carga varía entre media y alta; la permeabilidad es prácticamente nula, aunque en algunas zonas, debido a la fisuración de las areniscas, puede facilitarse el desarrollo de alguna pequeña permeabilidad.

Se explotan industrialmente las arcillas para productos cerámicos y las arenas como roca ornamental, debido a su coloración rojiza y verdosa, o bien para terrazo.

| REGION | AREA | FICHA DE CARACTERISTICAS LITOLOGICAS |
|--------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | I ₁ | <p>Está constituida por depósitos de litología muy variable, entre los que aparecen arenas, arcillas, gravas y turberas, componentes estos entremezclados o individualizados.</p> <p>En general aparecen dispuestos horizontalmente y tienen una potencia considerable.</p> <p>Son depósitos normalmente erosionables.</p> |
| | I ₂ | <p>Está formada por materiales detríticos que pasan desde arcillas arenosas a margas, conglomerados y brecha no consolidadas. La potencia es media en general, siendo en algunos puntos muy reducida.</p> <p>Son depósitos en los que su erosionabilidad crece a medida que decrece el tamaño de los granos.</p> |
| | I ₃ | <p>Está formada por rocas calizas compactas microcristalinas y recristalizadas, así como calizas masivas, y carniolas y calizas dolomíticas.</p> <p>Están dispuestas horizontalmente en la cima de los montes.</p> <p>Se aprovechan industrialmente como roca ornamental, construcción y áridos.</p> |
| | I ₄ | <p>Está constituida por rocas margosas y margo-calcáreas, de color ocre, a blanquecinas, a menudo con pequeños niveles de arenas y arenas del mismo color.</p> <p>Son, en general, fácilmente erosionables.</p> |
| | I ₅ | <p>Está formada por arcillas, arenas, areniscas y yesos (con tonalidades que varían entre blanquecinas y rojizas) y potentes bancos de yesos intercalados.</p> <p>Su erosionabilidad es grande, en general.</p> |
| | I ₆ | <p>Fundamentalmente la integran pizarras arcillosas alternando con tramos arenosos, y reducidas intercalaciones de grauwackas muy cuarzosas y ricas en mica.</p> <p>Las pizarras presentan tonalidades de gris oscuro a ocre claro.</p> <p>Debido a su disposición en lajas son fácilmente erosionables por el agua a través de sus planos de tectonización, aunque globalmente poseen una resistencia a la erosión apreciable.</p> |



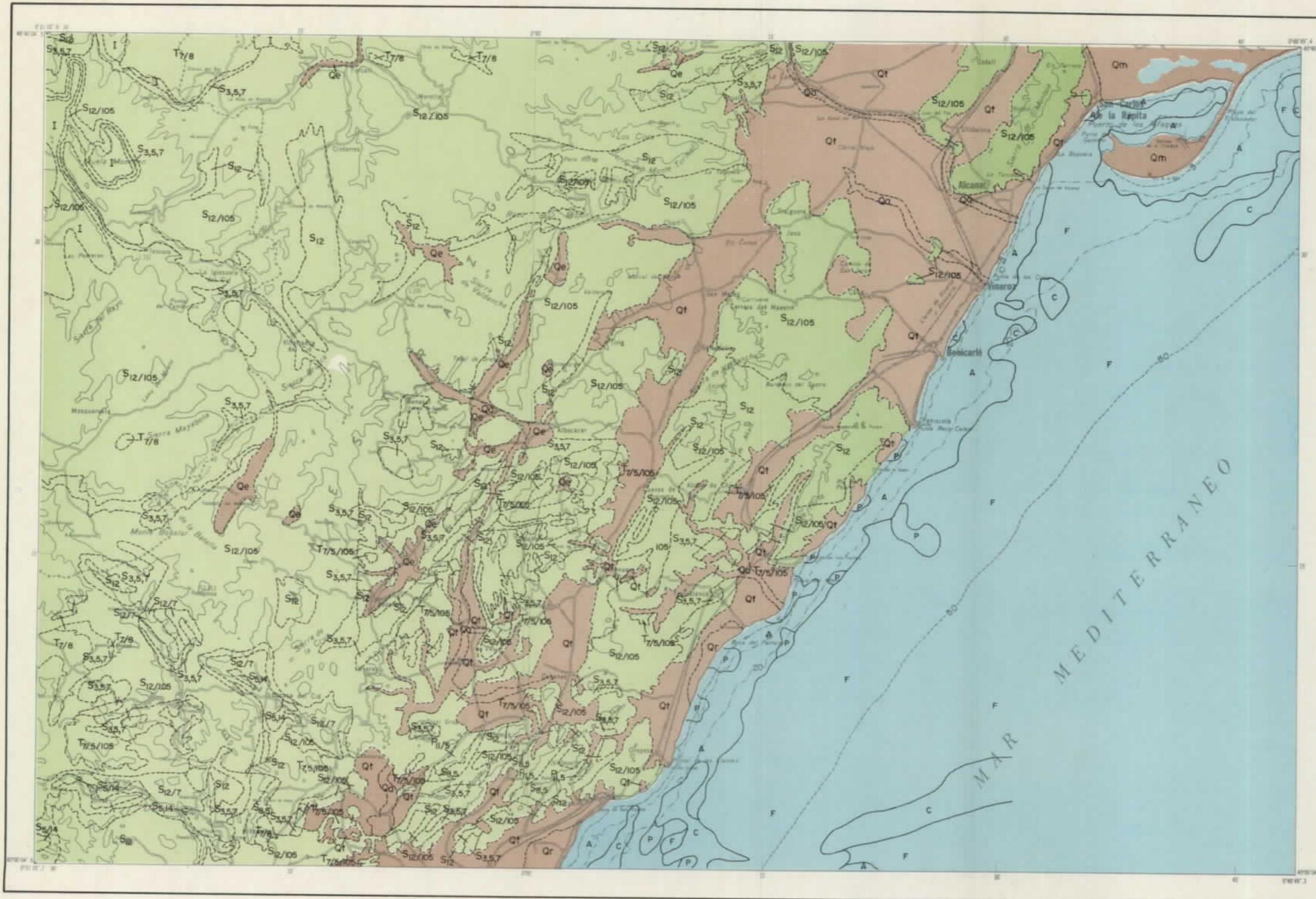
MAPA GEOTECNICO GENERAL

FORMACIONES SUPERFICIALES Y SUSTRATO

VINAROZ

48

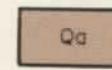
8-6



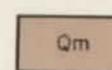
SUSTRATO

- I** Materiales indiferenciados correspondientes al Terciario y al Cretácico Superior.
- T_{7/5}/105** Formaciones de margas, arcillas y conglomerados, estos últimos formados generalmente por materiales calizos.
- T_{7/8}** Esta formado por sedimentos detríticos con predominio de areniscas de grano grueso y conglomerados.
- S_{3,5,7}** Formaciones de areniscas bajas, arenas y arcillas rojas y blancas, arenas calizadas, conglomerados y arcillas plásticas ocreas y grises.
- S_{5,14}** Formaciones de arcillas abigarradas, saliniferas y yeseras, que alternan con potentes bancos de yeso.
- S_{8,5}** Formaciones de areniscas de color rojizo y arcillas apizarradas y violáceas.
- S₁₂** Formaciones de caliza microcristalina, gris pardo, matriz margoso-caliza muy fina y calizas recristalizadas, pardo claras, con matriz caliza.
- S_{12/7}** Formaciones de calizas dolomíticas oscuras, carniolas y calizas tableadas.
- S_{12/105}** Formaciones de margas grises, calizas margosas y calizas arenosas.
- P_{11/5}** Pizarras arcillosas grises oscuras y pizarras de tonos ocreos claros.

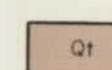
FORMACIONES SUPERFICIALES



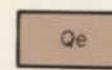
Qa
Bolos, gravas y escasa fracción arenosa, en general limpios, a veces muy pequeñas intercalaciones de limos y arcillas (depósitos ligados a cursos de agua actuales)



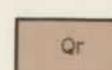
Qm
Depósitos playeros, arenales de barras y arenas de los depósitos de interacción marino-fluvial del delta del Ebro. (Depósitos marinas)



Qt
Gravas calcáreas y dolomíticas, redondeadas y subredondeadas en zonas, ligeramente cementadas. (Depósitos terrazas)



Qe
Gravas angulosas, principalmente calcáreas y dolomíticas, con matriz limo-arcillosa rojiza. (Depósitos coluviales)



Qr
Depósitos de turba recubiertos por una capa superior de limo oscuro. (Depósitos turbosos)

FONDOS MARINOS

- A** Fondo eminentemente arenoso
- F** Acumulaciones de fango
- P** Fondos rocosos con grandes cantos y piedras
- C** Fondo de guijarros y conchuelas

Calizas microcristalinas y recristalizadas – S₁₂

Constituyen todos los afloramientos jurásicos que hay en la Hoja. Son formaciones de caliza microcristalina, gris-pardo, con matriz margoso-caliza muy fina y calizas recristalizadas de color pardo y tonos claros con matriz calcárea.

Morfológicamente representan las zonas más abruptas, con pendientes superiores al 30 por ciento y con numerosos escarpes y cortados, producidos por erosión diferencial.

Es frecuente que las cimas adopten una morfología tabular plana.

Se las ha considerado como semipermeables, debido a la gran cantidad de fisuras y grietas que tienen; presentan fenómenos de carstificación.

Su drenaje es muy favorable, con una escorrentía superficial muy activa. Tienen una capacidad de carga alta, aunque en los bordes se dan casos de desprendimientos de bloques calizos, siempre a partir de las direcciones de ruptura.

Estas calizas se utilizan industrialmente como roca ornamental (mármol) y en ocasiones como rocas de construcción y áridos de machaqueo.

Calizas dolomíticas, carniolas y calizas tableadas – S_{12/7}

Aparecen en pequeños afloramientos en el tercer cuadrante de la Hoja estudiada.

Litológicamente son calizas dolomíticas oscuras (que constituyen la charnela de los anticlinales), dolomías, carniolas y calizas tableadas, fuertemente tectonizadas.

Estos materiales adoptan una configuración agreste, con elevadas pendientes. Debido a su fuerte fracturación se las ha considerado semipermeables en conjunto, con un drenaje muy favorable y una escorrentía superficial muy activa.

Su capacidad de carga es alta, pero presenta los mismos problemas que el tramo anterior.

Se han explotado industrialmente algunos niveles de dolomías para su empleo como áridos y rocas de construcción.

Margas, calizas margosas y calizas arenosas – S_{12/105}

Se reparten por toda la superficie de la Hoja, estando constituido por calizas más o menos masificadas, calizas margosas con niveles de calizas arenosas, encontrándose, en algunos casos, también arcillas.

Ocupan zonas de gran altitud y fuertes pendientes; los niveles superiores de calizas dan lugar, en numerosas zonas, a cornisas y mesas facilitadas por la erosión de otros tramos más blandos.

Se les ha considerado a estos materiales entre semipermeables a impermeables, con un drenaje favorable, y una capacidad de carga que varía entre media y alta.

Se han aprovechado las calizas de estos niveles para rocas de construcción y áridos.

Pizarras arcillosas y litarenitas – P_{11/5}

Este grupo queda integrado por pizarras arcillosas grises oscuras y pizarras de tonos ocreos claros, alternando con tramos arenosos; asimismo, existen intercalaciones de grauwackas muy cuarzosas.

Ocupa pequeños afloramientos, al S de Villafames, con formas redondeadas y pendientes medias.

Se las considera semipermeables debido al gran diaclasamiento y pizarrosidad que presentan. Las condiciones de drenaje son aceptables.

Su capacidad de carga se puede considerar como alta, aunque localmente se pueden producir deslizamientos.

En cuanto a su aplicabilidad industrial, sólo cabe destacar la posible utilización de las grauwackas en la obtención de áridos por trituración.

2.5. CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS

En este apartado se trata de analizar la influencia que las circunstancias morfológicas, de nexo geológico, producen o pueden producir sobre el comportamiento del suelo y subsuelo más inmediato cuando se debe actuar directamente sobre ellos.

Tal estudio solamente puede ser correctamente enfocado cuando se parte de dos supuestos básicos.

El primero supone el estudio meticoloso de las formas actuales desarrolladas sobre los distintos tipos de materiales en extensión y particularidades genéticas. El segundo tiene en cuenta la estimación de la evolución y transcendencia que pueden tener estas, cuando se cortan o destruyen, como consecuencia de las realizaciones ingenieriles diversas.

También es conveniente considerar las circunstancias excepcionales, que pueden desencadenar procesos catastróficos.

Todos los resultados obtenidos, con arreglo a los supuestos antes mencionados, vienen reflejados en un mapa y en una ficha resumen en la que se incluyen las características geomorfológicas más interesantes de cada unidad de clasificación de segundo orden.

Área I₁

Morfológicamente es llana en toda su extensión, con pendientes topográficas ínfimas.

Por lo general, es estable en condiciones naturales y modificable bajo la acción del hombre.

Al encontrarse en regímenes climáticos torrenciales, pueden coincidir problemas de arroyadas. En los cursos altos de los ríos se observan fenómenos de abarrancamientos.

Área I₂

Zona con una gran variedad de relieve, pues pasa desde formas planas a pendientes que oscilan en torno al 25 por ciento. En general, constituye formas redondeadas alomadas.

Los materiales que integran la área son estables bajo condiciones naturales e inestable bajo la acción del hombre.

Se observan en ella fenómenos de hundimientos y deslizamientos, ocasionados por la acción erosiva de las aguas sobre la matriz arenó-arcillosa.

Area I₃

Presenta una topografía abrupta, en general, con pendientes que superan en numerosos puntos el 30 por ciento.

En algunas zonas se trata de mesas planas cortadas por ramblas de pequeña amplitud y con perfiles de desarrollo de bastante pendiente. En las zonas de valles presentan escarpes acusados.

Zona estable bajo condiciones naturales y bajo la acción del hombre. Esta estabilidad, en algunos puntos, puede verse afectada por la presencia de niveles margosos arcillosos del Keuper sobre los que descansa el conjunto calcáreo. El agua que se infiltra por las fisuras de las calizas puede convertir los niveles arcillosos en superficies de deslizamientos.

Por lo general, muestra una carstificación bastante desarrollada, y se pueden presentar hundimientos y deslizamientos de bloques. Existe, asimismo, gran cantidad de materiales sueltos en las laderas.

Area I₄

Al igual que la área anterior, posee una topografía bastante abrupta y con grandes pendientes. Asimismo presenta en muchas cimas una disposición horizontal, dando lugar a mesas o tablas, bordeadas por escarpes regularmente pronunciados.

Es una zona estable bajo condiciones naturales (presentando en algunos casos problemas de deslizamientos causados por la presencia de niveles arcillosos) e inestable bajo la acción moderadamente intensa del hombre.

Ofrece, en general, los mismo fenómenos geomorfológicos que la área anterior.

Area I₅

Son zonas con pendientes catalogadas de media a elevada; en algunas partes en que han sido muy erosionadas por las aguas presentan un aspecto dentado en las laderas.

Es una área estable bajo condiciones naturales e inestable bajo la acción del hombre.

Se observan en ella abundantes fenómenos de hundimientos, deslizamientos y abarrancamientos, ocasionados por la disolución progresiva de las formaciones yesíferas.

Area I₆

Zona con pendientes comprendidas entre el 7 y el 20 por ciento; en algunos puntos suelen ser menores.

Esta área es estable bajo condiciones naturales y bajo la acción del hombre.

Pueden producirse deslizamientos entre los planos de pizarrosidad; existen también coluviones pizarrosos.

Localmente se producen fenómenos de solidfluxión superficial relacionados con zonas de microfisuración.

2.6. CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS

En este apartado se analizan las diversas características hidrogeológicas fundamentales de los distintos materiales de la Hoja.

| REGION | AREA | FICHA DE CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS |
|--------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | I ₁ | Ofrece una morfología totalmente llana. Estable bajo condiciones naturales e inestable bajo la acción del hombre. Presenta abarrancamientos y ocasionalmente deslizamientos. |
| | I ₂ | Se caracteriza por una morfología muy variada, desde formas planas a pendientes que oscilan del 15 por ciento. Estable bajo condiciones naturales e inestable bajo la acción del hombre. Aparecen en ella fenómenos de hundimientos y deslizamientos. |
| | I ₃ | Zona con una morfología abrupta con pendientes que superan en numerosos puntos el 30 por ciento. Se considera estable bajo cualquier tipo de acción, natural o artificial. Presenta fenómenos de hundimientos, deslizamientos y carstificación. |
| | I ₄ | Su morfología es bastante abrupta con pendientes comprendidas entre el 15 y 30 por ciento. Estable bajo condiciones naturales e inestable bajo la acción moderadamente intensa del hombre. Aparecen en ella hundimientos y deslizamientos. |
| | I ₅ | Zona con pendientes moderadas en general, aunque en algunos puntos sean elevadas. Estable bajo condiciones naturales e inestable bajo la acción del hombre. Aparecen en ella fenómenos de hundimientos, deslizamientos y abarrancamientos, causados principalmente por la disolución progresiva de los yesos. |
| | I ₆ | Presenta una morfología con pendientes que varían entre el 7 y 20 por ciento. La zona es estable bajo cualquier tipo de acción, natural o artificial. Pueden producirse deslizamientos entre los planos de pizarrosidad; existen coluviones pizarrosos. |



INTERPRETACION DEL MAPA TOPOGRAFICO

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

SEPARACION DE ZONAS SEGUN SU GRADO DE ESTABILIDAD

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

SIMBOLOGIA

FENOMENOS GEOLOGICOS ENDOGENOS

- Falla o zona de falla
- Falla con indicación de hundimiento
- Zona influenciada por fracturas o fallas
- Frente de cabalgamiento o manto de corrimiento
- Dirección de pizarrosidad

FENOMENOS GEOLOGICOS EXOGENOS

- Deslizamiento en potencia
- Deslizamiento activo
- Solifluxión
- Acumulación de rocas sueltas
- Hundimiento
- Áreas cársticas
- Ladera con recubrimiento abundante por alteración
- Formas de relieve acusadas
- Abarcamiento
- Laderas inestables
- Deslizamiento en favor de la dirección de tectonización
- Deslizamiento en potencia a favor de la pendiente natural

DIVISION ZONAL

- Límite de separación de Regiones
- Límite de separación de Áreas
- I₃ Designación de un Área

El estudio de esta faceta tendrá como base la estimación de la permeabilidad y cualidades de drenaje de las diferentes áreas. La conjugación de ambos criterios, permitirá tener una idea de la incidencia de las características hidrogeológicas, en las condiciones constructivas de cada área.

Los resultados obtenidos quedan reseñados en el mapa adjunto y en la correspondiente ficha resumen.

Área I₁

La litología de estos depósitos, detrítica con zonas arenos-arcillosas, cabe definirlas como permeables, aunque localmente, en zonas muy arcillosas, puede presentar una permeabilidad deficiente.

Existe, en general, una importante circulación subterránea de agua dulce que procedente de las formaciones mesozoicas atraviesa los depósitos permeables del Cuaternario, llegando al mar. En la banda costera se ofrecen surgencias de agua dulce y salobre, lo que ha dado lugar a zonas pantanosas, convertidas posteriormente en turberas.

El drenaje en esta zona se puede calificar como nulo o deficiente mediante una red de escorrentía superficial, siendo aceptable el efectuado por percolación natural.

Área I₂

La litología de los materiales pertenecientes a esta área es eminentemente detrítica, con algunos niveles de margas y arcillas, lo que ocasiona que en algunos puntos en lugar de ser materiales permeables presenten una permeabilidad deficiente.

El drenaje se puede calificar como deficiente debido a lo poco desarrollada que está la escorrentía superficial, por ser, en general, una zona bastante llana, aunque en las zonas con pendiente apreciable el drenaje es aceptable.

Área I₃

Los materiales que componen esta área —calizas, carniolas, dolomías, etc., todas ellas rocas carbonatadas— se pueden considerar como impermeables.

Ahora bien, esta condición se ve modificada por la aparición de fenómenos estructurales y tectónicos (fisuras, diaclasas, fallas, etc.) y por procesos físico-químicos (decalcificación y desarrollo de fenómenos cársticos), por lo que se las considera como semipermeables.

Toda esta zona tienen un drenaje favorable, bien por poseer una escorrentía superficial muy activa o bien por poseer una percolación natural acusada (funcionamiento cárstico).

Área I₄

En esta área aparecen ya materiales impermeables, es decir, margas y arcillas. Pero aunque en conjunto se puede considerar toda la área como impermeable, existen algunas zonas constituidas por calizas arenosas, margocalizas o calizas margosas, las cuales presentan un elevado grado de tectonización (fisuras, diaclasas, etc.) y asimismo fenómenos

| REGION | AREA | FICHA DE CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS |
|--------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | I ₁ | <p>Zona de elevada permeabilidad; localmente puede ser semipermeable. La hidrología subterránea está muy desarrollada. El drenaje superficial se puede considerar como nulo o deficiente, siendo aceptable el efectuado por percolación natural.</p> |
| | I ₂ | <p>Zona que en conjunto se puede considerar como permeable, pero debido a la presencia de niveles de margas y arcillas, habrá puntos donde tenga una permeabilidad deficiente. El drenaje varía entre deficiente y aceptable según la morfología del terreno, considerándolo en conjunto como deficiente.</p> |
| | I ₃ | <p>Zona semipermeable, en relación con las formas de adsorción de origen cárstico y fracturas existentes. Existencia de circulación acuífera subterránea, ligada a fenómenos cársticos. Drenaje superficial favorable, con escorrentía superficial muy activa.</p> |
| | I ₄ | <p>Zona con materiales de naturaleza impermeable, aunque localmente se pueden apreciar indicios de permeabilidad en relación a fenómenos tectónicos. Drenaje superficial favorable, por poseer una escorrentía superficial bastante desarrollada. Área prácticamente sin acuíferos.</p> |
| | I ₅ | <p>Zona considerada como impermeable, por lo que debido a este hecho y a su morfología, con pendientes bastante acusadas, tiene un drenaje por escorrentía superficial que se puede considerar como aceptable. Circulación subterránea prácticamente nula.</p> |
| | I ₆ | <p>Zona semipermeable, condicionada por fisuración y tectonización de los materiales que la integran. La circulación en profundidad es muy escasa. El drenaje superficial, se puede considerar como aceptable.</p> |



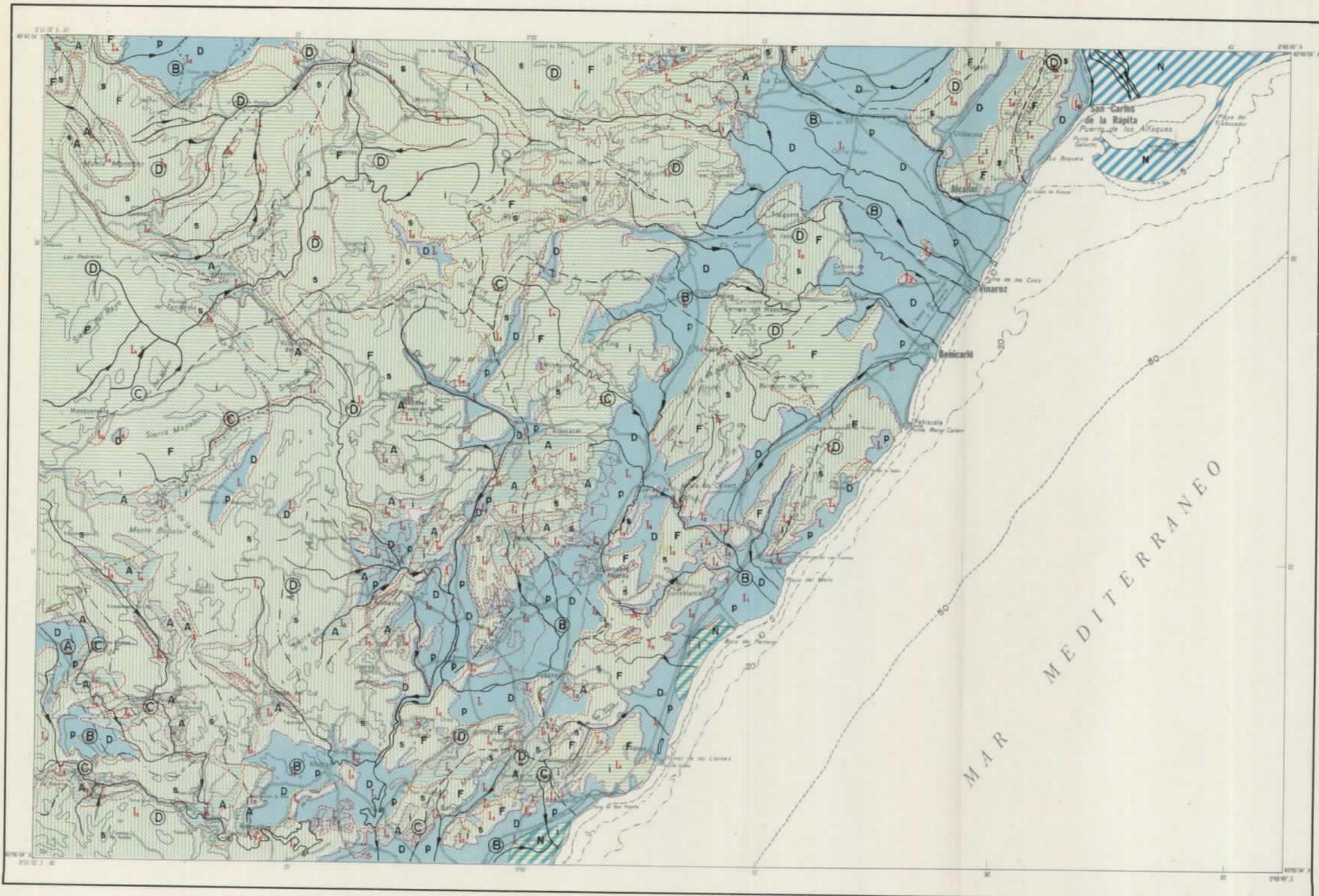
MAPA GEOTECNICO GENERAL

CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS

VINAROZ

48

8-6



CONDICIONES DE DRENAJE

- N Zonas con drenaje nulo
- D Zona con drenaje deficiente
- A Zona con drenaje aceptable
- F Zona con drenaje favorable

Límite de separación de Zonas

PERMEABILIDAD DE LOS MATERIALES

- P Materiales permeables
- S Materiales semipermeables
- I Materiales impermeables

Límite de separación de Zonas

HIDROLOGIA SUPERFICIAL

- Límite de cuenca hidrográfica
- Límite de subcuenca hidrográfica
- Red de drenaje

SIMBOLOGIA

HIDROLOGIA SUBTERRANEA

- (A) Zonas con acuíferos aislados
- (B) Zonas con acuíferos en formaciones permeables, por porosidad intergranular.
- (C) Zonas sin acuíferos.
- (D) Zonas con acuíferos en formaciones permeables por fisuración

DIVISION ZONAL

- Límite de separación de Regiones
- Límite de separación de Áreas
- I₃ Designación de un Área

cársticos, que la hacen semipermeable, y que en algunos casos pueden contener acuíferos situados a escasa profundidad.

Tiene un drenaje que se puede considerar favorable debido a que posee una escorrentía superficial bastante desarrollada.

Area I₅

Es la zona que posee los materiales impermeables más característicos: yesos y arcillas. Pueden presentar una pequeña permeabilidad en las zonas donde existan arcillas y arenas.

El drenaje en este tipo de materiales está determinado por las pendientes existentes; en nuestro caso, como es una zona con pendientes acusadas, el drenaje resulta aceptable por escorrentía superficial.

Area I₆

Las rocas pizarrosas en conjunto son por su propia naturaleza impermeables, pero debido a la fisuración existente entre estas formaciones, las podemos considerar como semipermeables.

Debido a esto, la hidrología subterránea es prácticamente nula, apareciendo en escasos puntos y ligada a alineaciones de fracturación o a accidentes tectónicos importantes.

El drenaje superficial, sobre el cual tiene una influencia decisiva la morfología del terreno, se puede considerar en este caso como aceptable.

2.7. CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

En este apartado se analizarán las características geotécnicas de la Hoja, relacionadas con la mecánica del suelo, frente a aspectos relativos a la actividad constructiva del hombre.

Dentro de estas características geotécnicas, el estudio se centrará de modo especial en los aspectos de la capacidad de carga y posibles asentamientos. En el caso de la capacidad de carga, se trata de dar una apreciación general, basada en la observación de las cualidades intrínsecas de los materiales que constituyen el suelo, o bien las propias de la serie sedimentaria, en la que se tienen en cuenta las acciones de estratificación, fracturación y tectonización.

La posibilidad de aparición de asientos, existencia de yesos, presencia de materia orgánica, etc., son aspectos que también se han considerado.

Todo este estudio se completará 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.

Otro aspecto que puede ser muy decisivo en la actividad constructiva de cualquier región es el comportamiento sísmico previsible del subsuelo; en este caso, en lugar de hacer un estudio de las áreas en particular, se hará de forma global, indicando qué tipos de problemas pueden ocurrir y en qué zonas habrá más propensión a ellos.

Area I₁

Presenta en general una capacidad de carga media, y en zonas localizadas la capacidad de carga es baja. Pueden existir asientos, en algunos casos de magnitud media.

Por lo general los problemas geotécnicos vendrán ligados a las características hidrológicas.

Area I₂

Presenta una capacidad de carga media y los asientos que pueden aparecer son de magnitud media; se puede dar el caso de deslizamientos en los tramos arcillosos.

Posee condiciones constructivas entre desfavorables a aceptables.

Area I₃

Posee una capacidad de carga alta, dándose una carencia casi generalizada de asientos. Localmente pueden presentarse deslizamientos y, en algunas zonas, cavidades subterráneas, todo ello complicado por una tectonización muy intensa.

Presenta unas condiciones constructivas favorables, modificadas solamente por la carstificación local.

Area I₄

Se pueden presentar problemas estrictamente geotécnicos, directamente ligados a los niveles margosos. Tienen una capacidad de carga media, que en algunos puntos es baja y en otros, calizas margosas, altas.

Hay posibilidad de asientos diferenciales en los terrenos con margas más arcillosas.

La existencia de desprendimientos y abarrancamientos hace que las condiciones constructivas, en general, sean solamente aceptables.

Area I₅

Presenta una capacidad de carga de baja a media; en esta área los asientos que pueden aparecer serán medios, con presencia de deslizamientos.

Existe, asimismo, una contaminación de las aguas, por la existencia de yesos masivos o diseminados, que las hacen incompatibles con los aglomerantes hidráulicos ordinarios.

Presenta, en general, condiciones constructivas desfavorables, siendo necesario en algunos casos la preparación previa del terreno (contacto con las aguas).

Area I₆

Posee una capacidad de carga normalmente alta; presenta en algunos puntos —escasos— asientos diferenciales; asimismo, se presentan frecuentes deslizamientos.

Tiene unas condiciones constructivas aceptables, que están condicionadas por la evolución morfológica de las laderas.

CARACTERISTICAS SISMICAS

Toda la extensión de la Hoja, está comprendida dentro de la zona sísmica A, de las definidas por la Norma Sismorresistente P.G. S-1 (1968) Parte A.

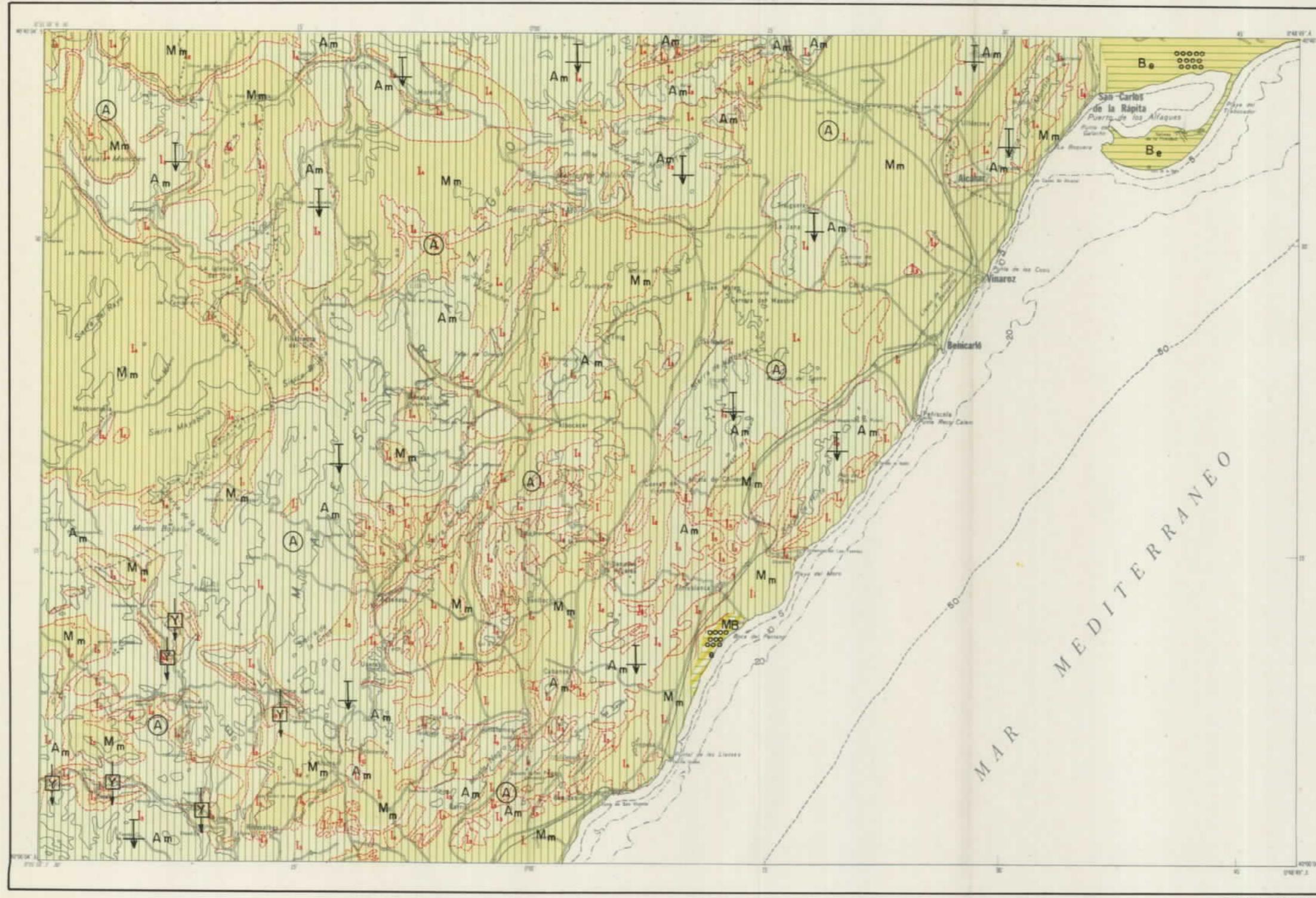
Dentro de esta zona el grado de intensidad macrosísmica (MSK) es menor de VI, por lo que está considerada como de sismicidad baja, sin que se produzcan, normalmente, desperfectos en las construcciones.

| REGION | AREA | FICHA DE CARACTERISTICAS GEOTECNICAS |
|--------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | I ₁ | <p>Capacidad de carga media. Posible aparición de asientos.</p> <p>Problemas geotécnicos, en algunos puntos de la Area, que están ligados a sus características hidrológicas.</p> |
| | I ₂ | <p>Presenta una capacidad de carga media, aparecen asientos de magnitud media y deslizamientos localizados, en los niveles arcillosos particularmente.</p> |
| | I ₃ | <p>Posee capacidad de carga alta. Se pueden presentar deslizamientos localizados y en algunos puntos concretos, cavidades subterráneas, ligadas a una tectonización muy intensa.</p> |
| I | I ₄ | <p>Capacidad de carga media, que en puntos de la zona varía entre baja y alta. Hay posibilidad de asientos diferenciales en los terrenos con margas más arcillosas.</p> <p>Problemas estrictamente geotécnicos, en relación con los niveles margosos.</p> |
| | I ₅ | <p>Capacidad de carga baja a media. Aparición de asientos de magnitud media.</p> <p>Contaminación de las aguas por los yesos, lo que ocasiona problemas con los aglomerantes hidráulicos ordinarios.</p> |
| | I ₆ | <p>Posee una capacidad de carga normalmente alta, presenta en algunos puntos, escasos, asientos diferenciales.</p> <p>Presenta frecuentes deslizamientos.</p> |



MAPA GEOTECNICO GENERAL

CARACTERISTICAS GEOTECNICAS



Escala 1:400.000

GRADO DE SISMICIDAD

- (A) Bajo $G \leq VI$
- (B) Medio $VI < G \leq VIII$
- (C) Alto $G > VIII$

SIMBOLOGIA

FACTORES GEOTECNICOS VARIOS

- Y Existencia de Yesos masivos o consolidados
- ↓ Posible aparición de hundimientos
- oooooo Elevado contenido de materia orgánica

DIVISION ZONAL

- Límite de separación de Regiones
- - - Límite de separación de Áreas
- I₃ Designación de un Área

3. INTERPRETACION GEOTECNICA DE LOS TERRENOS

Las consideraciones examinadas a lo largo de los apartados que componen el capítulo 2 nos sirven como punto de partida para poder pasar a desarrollar el tema de las condiciones constructivas en la Hoja.

Estas condiciones a examinar se desarrollan de forma cualitativa, especificando los tipos de problemas que pueden aparecer con más frecuencia y los aspectos que han sido fundamentales para su evaluación.

Las condiciones constructivas de los terrenos existentes se engloban dentro de las acepciones: Muy desfavorables, Desfavorables, Aceptables y Favorables.

3.1. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS MUY DESFAVORABLES

Dentro de este epígrafe se han agrupado terrenos en los que existen, fundamentalmente, problemas de tipo litológico, hidrológico y de tipo litológico, geomorfológico y geotécnico (p.d).

Problemas de tipo litológico e hidrológico

Se han incluido dentro de este tipo la zona correspondiente a las turberas que se encuentran en las proximidades de Torrenostra.

En ella, debido al relieve completamente llano y a la impermeabilidad de los materiales, se producen inundaciones, durante la época de lluvias.

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

En este caso están incluidos los materiales pertenecientes al Keuper, situados en el tercer cuadrante: yesos, bien masivos, bien diseminados y arcillas, y que se les ha clasificado constructivamente como muy desfavorables, debido a la solubilidad de los yesos en el agua, lo que puede ocasionar, bien oquedades en el subsuelo que pueden producir hundimientos en cualquier instante, o bien el ataque de las aguas, que circulan por estos terrenos, con iones sulfato en disolución, a los aglomerantes hidráulicos ordinarios.

Por último, en cuanto a sus características geotécnicas, son materiales con una capacidad de carga media, pero que, debido a su solubilidad (yesos), pueden ocasionar asientos importantes, al verse sometidos a carga.

3.2. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS DESFAVORABLES

En este epígrafe se incluyen todos aquellos terrenos en los cuales los problemas predominantes son: de tipo hidrológico; de tipo litológico, geomorfológico y geotécnico (p.d).

Problemas de tipo hidrológico

Las zonas que circundan los embalses de Sichar y María Cristina, así como las que encuadran el cauce y las riberas del río Cenia, se han considerado como desfavorables, debido al arrastre de materiales limosos y arcillosos, que se depositan en las orillas de los embalses, así como los materiales granulares del río Cenia.

También se considera con este problema la zona del delta del Ebro enmarcada dentro de la Hoja.

Problemas de tipo litológico, geomorfológico y geotécnico (p.d)

Se han considerado como desfavorables los terrenos correspondientes a la Área I₅, excepto los datados como del Keuper.

Se encuentran situados en zonas que presentan una gran diversidad de pendientes, lo que puede producir en numerosos casos desprendimientos y deslizamientos, debido a su litología.

Son materiales con una capacidad de carga media, pero, debido a la permeabilidad de los niveles arenosos, se puede ocasionar un arrastre de éstos, con lo que al someterlos a una carga se producirían hundimientos.

3.3. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS ACEPTABLES

Se incluyen en esta denominación terrenos que presentan los siguientes problemas: de tipo litológico y geomorfológico; de tipo geomorfológico y geotécnico (p.d); de tipo geomorfológico, hidrológico y geotécnico (p.d).

Problemas de tipo litológico y geomorfológico

Con este tipo de problemas aparecen terrenos pertenecientes al Área I₄ que están formados por material indiferenciado, muy fisurado y suelto. Debido a su fracturación y al encontrarse en zonas con pendientes en general altas, pueden llegar a producir deslizamientos y hundimientos.

Salvo estas circunstancias, estas zonas tendrán unas características mecánicas favorables a unas condiciones de drenaje, por escorrentía superficial, óptimas.

Problemas de tipo litológico y geotécnico (p.d)

Presentan este tipo de problemas los terrenos correspondientes a la Área I₂ y que han sido incluidos en este epígrafe, debido a su gran variedad litológica, en cuya composición se mezclan margas, conglomerados, arcillas y materiales detriticos.

Esta litología tan variada le confiere a la zona unas características mecánicas que, aunque en conjunto presenten una capacidad de carga media, pueden variar sensiblemente en cualquiera de las tres direcciones: asimismo, pueden aparecer asientos de magnitud media.

Problemas de tipo geomorfológico y geotécnico (p.d)

En este apartado se incluyen los terrenos correspondientes a la Área I₄, formados por calizas margosas y margocalizas.

Son materiales normalmente muy fracturados y con gran cantidad de rocas sueltas, lo que en algunos casos obligaría a una eliminación de estas, para que su capacidad de carga se mantuviera, en lo cual influye también la pendiente del terreno.

Asimismo, la capacidad de carga, que en estos materiales se considera entre media y alta, puede disminuir debido a los fenómenos de carstificación, que podrían dar lugar a hundimientos puntuales.

En este mismo apartado se incluyen también los terrenos correspondientes a la Área I₆, que están constituidos por pizarras arcillosas y litarenitas, en los cuales se pueden producir deslizamientos debido a la pendiente que tienen, dándose los mismos problemas que en los materiales anteriores en cuanto a la capacidad de carga, salvo el de la carstificación.

Problemas de tipo geomorfológico, hidrológico y geotécnico (p.d)

En este epígrafe se han incluido los terrenos que constituyen el cuaternario, formado por materiales detriticos y arcillosos.

En esta zona aparecen una serie de problemas que están relacionados, por una parte, con el nivel freático (lo que puede conducir a una serie de desmoronamientos y arrastre de materiales), y, por otra, con las características mecánicas, que pueden variar sensiblemente de una dirección a otra. Existe asimismo la posibilidad de aparición de asientos de magnitud media.

3.4. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS FAVORABLES

En este punto se incluyen los terrenos que, aunque se han considerado con condiciones constructivas favorables, pueden presentar problemas puntuales que las hagan variar; estos pueden ser: de tipo geotécnico (p.d) y de tipo geotécnico (p.d) y geomorfológico.

Problemas de tipo geotécnico (p.d)

En zonas que están englobadas dentro de la Área I₃, y que corresponden a mesas o tablas formadas en la cima de los montes, se puede presentar este tipo de problema, al encontrarse gran cantidad de rocas sueltas, así como una cobertura formada por materiales que provienen de la alteración de la caliza.

Esto puede traer, como consecuencia, la eliminación de esta capa que conferiría al terreno en cuestión una capacidad de carga más pequeña.

Problemas de tipo geomorfológico y geotécnico (p.d)

En este caso están incluidos todos los demás terrenos que pertenecen a la Área I₃ y que, a parte de los problemas anteriores, presentan el de su gran pendiente en la mayoría de las partes.

Debido a esta morfología del terreno se pueden producir derrumbamientos y deslizamientos, así como en algunos casos hundimientos debidos a los fenómenos cársticos, que tienen gran desarrollo en algunos puntos.

BIBLIOGRAFÍA

- Inst. Geol. y Minero de España. **Mapa Geológico de España a E 1:200.000 Hoja nº 48. Vinaroz.** Madrid (1971).
- Inst. Geol. y Minero de España. **Mapa de Síntesis de Sistemas Acuíferos de España peninsular, Baleares y Canarias.** Madrid (1971).
- Inst. Hidrog. de la Marina. **Cartas náuticas números 836 y 837.**
- Ministerio de Obras Públicas. **Datos climáticos para carreteras.** Madrid (1964).
- Ministerio de Obras Públicas. **Balance hídrico.**
- Presidencia del Gobierno. **Norma Sismorresistente P.G, S-1 Parte A.** Madrid (1968).
- Servicio Cartográfico del Ejército. **Hoja Topográfica a E 1:200.000 nº 8-6.**
- Servicio Meteorológico Nacional. **Datos climáticos de Castellón y Teruel.**
- Ministerio de Agricultura. **Mapa Agronómico Nacional.** Madrid (1965).
- Instituto Nacional de Estadística. **Reseña Estadística de la provincia de Castellón.** Madrid (1962).
- Gigout, Marcel. **Cuaternario del litoral de las provincias del Levante Español. Cuaternario marino. Cuaternario continental.** Not. y Com. Inst. Geol. y Min. de España nº 57, págs. 200-215. Madrid (1960).