

MINISTERIO DE INDUSTRIA

DIRECCION GENERAL DE MINAS

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

HOJA	9-5
	42

00296

MAPA GEOTECNICO GENERAL

TARRAGONA



4/2NE25

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

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

TARRAGONA

HOJA 9-5/42

SERVICIO PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA

El presente estudio ha sido realizado por TCR-
Técnicos Consultores Reunidos, S.A., en régimen
de contratación con el Instituto Geológico y
Minero de España.

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

Depósito Legal. M 38050 - 1976

Talleres Gráficos IBERGESA - Crta. de Burgos km 12,200 - Madrid

INDICE

	pág
1. INTRODUCCION	1
2. DESCRIPCION DE FACTORES CON INCIDENCIA GEOTECNICA	3
2.1. Características físico-geográficas	3
2.2. Bosquejo geológico	5
2.3. Criterios de división. Características generales de las Areas	8
2.4. Formaciones superficiales y sustrato	12
2.5. Características geomorfológicas	17
2.6. Características hidrológicas	21
2.7. Características geotécnicas	22
3. INTERPRETACION GEOTECNICA DE LOS TERRENOS	27
3.1. Terrenos con condiciones constructivas desfavorables	27
3.2. Terrenos con condiciones constructivas aceptables	28
3.3. Terrenos con condiciones constructivas favorables	29
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

La zona correspondiente al presente estudio, Hoja 9-5 del Mapa Topográfico Nacional a Escala 1:200.000, se halla situada en la parte nororiental de la península, y está limitada por las coordenadas siguientes:

Longitud $0^{\circ} 48' 49''$, 5 - $2^{\circ} 08' 49''$, 5
(referida al Meridiano de Greenwich)
Latitud $40^{\circ} 40' 04''$, 4 - $41^{\circ} 20' 04''$, 3

Sólo el 30 por ciento de la Hoja es continental, correspondiendo administrativamente a las provincias de Barcelona y Tarragona. Los núcleos urbanos e industriales más importantes son, para la primera, Gavá, Sitges y Villanueva y Geltrú, mientras que en Tarragona hay que citar la propia capital, además de Reus, Vendrell, Valls y Falset.

En época veraniega, en casi todos los pueblos y ciudades de la costa de ambas provincias se aprecia un gran aumento demográfico.

El relieve de la Hoja presenta una gran variedad, pues aunque ésta se extiende casi por entero por la gran unidad tectónica que constituyen las Catalánides, salvo en el ángulo NO correspondiente al Terciario de la Depresión del Ebro, ésta a su vez está formada por diversas "subunidades": la Cordillera Prelitoral, la Depresión Prelitoral y la Cordillera Litoral. Estas últimas confieren a la zona una variedad topográfica muy grande.

Las dos Cordilleras están constituidas, dentro del ámbito de la Hoja, por materiales del Triásico, Jurásico y Cretácico, apareciendo en la Cordillera Prelitoral también materiales paleozoicos. Es aquí donde aparecen los mayores relieves, con los 1.201 m que se alcanzan en las Montañas de Prades.

La Depresión Prelitoral, situada entre ambas cordilleras, se halla rellena por materiales miocenos y cuaternarios, con alturas variables entre los 100 y 250 m y el nivel del mar.

La otra gran unidad tectónica, Depresión del Ebro, presenta una morfología abrupta, constituida por conglomerados terciarios. Las alturas superan los 1.000 m.

La red hidrográfica está integrada por tres ríos principales, que son, de E a O, el Foix, el Gayá y el Francolí, así como por los deltas del Llobregat y del Ebro.

CLIMATOLOGIA Y METEOROLOGIA

Los datos obtenidos para la confección del esquema que sigue se tomaron, principalmente, del Servicio Meteorológico Nacional y del Ministerio de Obras Públicas —Dirección General de Carreteras— y pertenecen a diversas estaciones, repartidas dentro de la Hoja, que ofrecían los datos referentes a temperaturas, precipitaciones, vientos e índices climáticos más representativos dentro del ámbito general de la misma, obteniéndose así el clima predominante de la región.

Temperaturas

La temperatura media anual, en un período de 30 años (1931-60), varió entre los 17^o C, en la zona costera, a los 14^o C, en el interior.

Durante el mismo período y para las mismas Areas, la media de las temperaturas máximas fue de 39^o C a 37^o C, y la media de las temperaturas mínimas de 5^o C a 10^o C, respectivamente.

La oscilación de los valores medios mensuales de las temperaturas extremas correspondientes al mismo período, fue de 21^o C, en la zona costera y 27^o C, en el interior.

La humedad relativa media diaria, para el mismo período, fue del 70 por ciento y 65^o, en la costa y del 55 por ciento y 75^o en la zona NO, del interior, para los meses de julio y enero, respectivamente.

El valor medio anual del número de horas de sol, entre 1931 y 1960, osciló entre 2.500 y 2.800 horas en las zonas E y NO, respectivamente.

Precipitaciones

La media de precipitación anual osciló, durante el período 1931-60, entre 500 y 700 mm, con un número medio anual de 80 días de lluvia.

Índices climáticos

Se ha supuesto cada clase de obra repartida uniformemente a lo largo de los 365 días del año y estos repartidos en los 12 meses descontando 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 los datos anteriores por los coeficientes de reducción de cada mes y sumando los productos parciales mensuales, se han obtenido los siguientes resultados.

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

PROVINCIA	CLASE DE OBRA				
	Hormigón	Explanación	Aridos	Riegos y Tratamientos	Mezclas Bituminosas
TARRAGONA	0,952	0,916	0,956	0,651	0,832
BARCELONA	0,936	0,887	0,941	0,660	0,811
LERIDA	0,893	0,851	0,965	0,509	0,704

2.2. BOSQUEJO GEOLOGICO

Habida cuenta de la urgencia de una base geológica en cualquier estudio de tipo geotécnico, y aunque éste no sea precisamente el objetivo final, es interesante y necesario presentar un bosquejo litológico estructural de la Hoja, como ayuda para interpretar el comportamiento de los materiales, en la medida en que afecte a la geotecnia.

Este esbozo geológico se ha basado en la cartografía existente, publicada por el I.G.M.E., y, fundamentalmente, por la escala del trabajo, en la síntesis geológica a escala 1:200.000.

ESTRATIGRAFIA

Dentro del ámbito geográfico que abarca la presente Hoja, se encuentran comprendidas parte de las dos grandes unidades estructurales siguientes:

- La cordillera Costero Catalana, que se extiende por la, casi, totalidad de su superficie y
- La Depresión del Ebro, que se halla localizada en el extremo NO.

La cordillera Costero Catalana, a su vez, está constituida por otras tres unidades menores, alineadas aproximadamente de NE a SO, y que son:

- La cordillera Litoral
- La Depresión Prelitoral y
- La cordillera Prelitoral

Las cordilleras Litoral y Prelitoral están formadas por materiales pertenecientes al Paleozoico y Mesozoico, rellenando sedimentos terciarios y cuaternarios la fosa tectónica correspondiente a la Depresión Prelitoral.

La Depresión del Ebro, constituida por materiales terciarios —Oligocenos— se halla poco afectada por la tectónica alpídica, salvo en las zonas marginales.

En resumen, se puede decir que los terrenos presentes en la Hoja corresponden a un zócalo Paleozoico de tectónica Hercínica, una cobertera Alpídica mesozoico-terciaria y un Cuaternario ampliamente desarrollado.

Paleozoico (Cordillera Costero Catalana)

Representando por el gran afloramiento del Priorato-Montañas de Prades, en el O, y el de las proximidades del Llobregat, al E.

Silúrico

Aflora en la zona E de las Catalánides, y se encuentra formado por pizarras que alternan con delgadas capas de cuarcitas en la base y encima una serie de pizarras ampelíticas y pizarras silíceas. En el techo aparecen calizas fosilíferas.

El total supera los 500 m de espesor.

Devónico

Localizado también en la zona del Llobregat. Está constituido por materiales fundamentalmente calizos de escasa potencia —unos 30 m— y reducidos afloramientos.

Carbonífero

Casi todo el Paleozoico del O, Priorato-Montañas de Prades, debe tener esta edad. Es una serie detrítica cuya potencia sensiblemente supere los 800 m, y que se apoya discordantemente sobre el Silúrico, allí donde éste aflora.

Los materiales que constituyen dicha serie son conglomerados, pizarras silíceas y arenosas, liditas, areniscas, calcoesquistos, calizas y grauwackas.

Granitos y rocas eruptivas

Los granitos aparecen únicamente en el sector O de la Hoja, en Prades, Falset, Alforja y S de Argentera.

Petrográficamente, se trata de un granito básico de tránsito a granodiorita, que suele estar muy meteorizado.

En los alrededores de Prades existe un afloramiento de dioritas, que según algunos autores podría representar “una fase de diferenciación precoz del magma granítico”.

Asimismo, se constatan numerosos diques de pórfidos, pegmatitas, etc.

Aureolas metamórficas

Presentan poco desarrollo. Se trata de corneanas y pizarras quiastolíticas, fundamentalmente.

Mesozoico

El Mesozoico tiene un gran desarrollo dentro de la Hoja, tanto en el sector oriental como en el occidental.

Triásico

Muy bien representado, fundamentalmente, en la zona O.

Se puede admitir la siguiente sucesión, para sus tres pisos clásicos, en las Catalánides.

Keuper. 30 m de calizas y dolomías en el techo, 30 m de margas abigarradas y yesos en la base.

Muschelkalk. De 100 a 300 m de calizas y dolomías en el techo y muro, y arenas y arcillas rojas yesíferas en el centro.

Buntsandstein. De 150 a 200 m de arcillas, areniscas rojas y conglomerados.

Jurásico

Los asomos más orientales correspondientes al Jurásico empiezan en los bloques de Garraf y de Gayá, con poca potencia y materiales fundamentalmente, calizo-dolomíticos y margosos: dolomías oscuras, calizas tableadas, calizas y dolomías brechoides y facies más margosas. (Los yacimientos de bauxita del Panadés se encuentran en brehas en contacto con el Triás).

Progresivamente la potencia aumenta hacia el O, con cerca de 100 m en la Sierra de la Musara, donde son calizas y dolomías brechoides en la base, con una serie dolomítica encima.

Los afloramientos jurásicos más meridionales de la Hoja son también los más importantes, alcanzando una potencia superior a los 200 m de calizas brechoides, en la base, calizas y margas fosilíferas encima y al techo de la serie en la zona, correspondiendo al Bajociense 30 m de calizas margosas.

Los espesores siguen aumentando hacia el SO en la Hoja contigua.

Cretácico

Se halla representado tanto en la Cordillera Prelitoral como en la Litoral por una formación calcárea de unos 500 m de potencia. El primer centenar corresponde a una serie dolomítica, encima de la cual vienen los tramos calcáreos de gran potencia y con niveles margosos suprayacentes.

No existen depósitos cretácicos en las Montañas de Prades, volviendo a aflorar éstos hacia el S.

Terciario

Oligoceno

Aparece en la esquina noroccidental de la Hoja, formando la Sierra de Montsant.

Se trata de materiales finos, areniscas, arcillas y algunos yesos en la base, que soportan una importante masa de conglomerados de unos 250 m de potencia.

Mioceno

Ampliamente representado en la Depresión Prelitoral Catalana, aparece en sus dos facies, continental y marina.

La facies marina presenta un conglomerado calcáreo de base y calcarenitas, éstas poco potentes. Encima siguen margas y areniscas que llegan a tener 500 m.

En el Campo de Tarragona las facies marinas se hallan situadas en las proximidades de la costa, mientras que hacia el N se convierten en facies cada vez más groseras, cerca de las montañas que bordean el Campo de Tarragona, donde la formación continental se apoya e indenta sobre capas marinas.

Cuaternario

Estos depósitos se hallan regularmente distribuidos a lo largo y ancho de la Hoja, siendo su característica principal la variabilidad que presentan, tanto por su composición como por su desarrollo. En general, y salvo las costras de caliche, suelen ser tramos bastante sueltos.

La génesis de estos minerales es muy variada, pudiéndose distinguir fundamentalmente: depósitos de origen coluvial deyectivo, depósitos aluviales, depósitos eólicos consolidados y cordones de dunas, depósitos deltáicos —del Llobregat, del Francolí y del Ebro— y otros depósitos cuaternarios de menor desarrollo.

2.3. CRITERIOS DE DIVISION. CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS AREAS

Debido a la gran diversidad litológica y de formas que se encuentran dentro del ámbito de la Hoja, y habida cuenta de la escala (1:200.000), a la que se trabaja, se hace necesario al efectuar la división zonal de la Area, el tomar un criterio de síntesis.

CRITERIOS DE DIVISION GEOTECNICA

Tomando como base criterios preestablecidos y las normas del I.G.M.E., se ha dividido la Hoja en dos regiones y nueve áreas, correspondiendo a la Región I, Depresión del Ebro, tres Areas y a la Región II, Cordilleras Costero-Catalanas, las seis restantes.

El criterio usado para la división de cada una de las regiones está claramente definido por la observación de las distintas unidades geotectónicas que forman la Hoja.

En cuanto a la subdivisión en Areas, se ha usado como criterio principal el "macro geomorfológico", pero recordando siempre la escala de trabajo.

Región I

Comprende el conjunto de materiales terciarios, situados en el ángulo NO, y que forman parte de la Depresión del Ebro.

Se trata casi exclusivamente, de una potente formación de conglomerados oligocenos, con algunas arcillas y yesos en la base, dispuesta subhorizontalmente salvo en las zonas que limitan con la Región II. Estos materiales constituyen la Area I₁.

Ocupando una extensión muy reducida, al NO de Valls, se encuentran las Áreas I₂ y I₃, estando formada la primera por arcillas, areniscas y conglomerados, y la segunda por depósitos aluviales.

Región II

Comprende la gran diversidad de materiales, que forman las Cordilleras Costero Catalanas. Las formaciones de mayor relieve son las del sustrato, aún cuando aparecen también grandes zonas recubiertas por formaciones superficiales.

En la Área II₁ van incluidos todos los materiales paleozoicos junto con las rocas plutónicas.

Como Área II₂ se han incluido todos los materiales que constituyen el Trías y que son fundamentalmente areniscosos, arcillosos y yesíferos, así como tramos más o menos carbonatados del Muschelkalk. Morfología en general acusada.

Dentro de la Área II₃ van incluidos los materiales calco-margosos y dolomíticos del Muschelkalk, Jurásico y Cretácico, el relieve es también acusado.

La Área II₄ comprende materiales terciarios de litología variada, con morfología generalmente alomada.

Dentro de la Área II₅ se incluyen las formaciones superficiales, cuaternarios del Campo de Tarragona, depósitos deltáicos, dunas y resto de materiales no consolidados.

La Área II₆ está constituida, principalmente, por calizas arrecifales, margas, dolomías y arcillas. La morfología suele ser alomada.

CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS AREAS

Area I₁

Se halla situada en el ángulo NO de la Hoja.

Su litología la constituyen, principalmente, conglomerados y brechas y otros materiales como margas, arcillas, areniscas y yesos. La potencia total del conjunto puede sobrepasar los 250 m.

La morfología es eminentemente acusada, con cotas superiores a los 1.000 m, y está sometida a una erosión muy activa, lo que ha producido numerosos abarrancamientos.

En conjunto, se considera de naturaleza impermeable, con un fuerte drenaje superficial, salvo en puntos muy localizados. Prácticamente carece de acuíferos, debido a estas características.

La capacidad de carga es elevada, aún cuando la existencia de niveles margo-yesíferos pueden hacer variar las condiciones mecánicas. La magnitud de los asentamientos suele ser nula, salvo en puntos donde puedan influir los niveles citados.

El grado de intensidad MKS está comprendido entre $G \leq V$ (bajo), y $G \leq VI$ (medio).

Area I₂

Prácticamente sin representación dentro del ámbito de la Hoja, asoma al NO de Valls.

Litológicamente diversa, forma sin embargo, una unidad bastante clara, en la que predominan las argilolitas, areniscas y conglomerados.

La erosión es diferencial, a causa de la diversidad litológica, y muy activa.

En general, sus terrenos son impermeables, aún cuando los materiales aisladamente pueden ser permeables.

No suelen existir acuíferos de interés, si bien por causas tectónicas y características de las areniscas, pueden existir acuíferos aislados.

Las características mecánicas son aceptables, con capacidades de carga media y asientos de igual magnitud, siendo los problemas existentes producto de la diversidad litológica.

El grado de intensidad macrosísmica MKS, que le corresponde, es $G \leq VI$ (bajo-medio).

Area I₃

Se han agrupado dentro de esta Area, materiales aluviales de formaciones superficiales.

Su extensión en la Hoja, como ocurre con la Area anterior, es muy reducida.

No puede hablarse de una capacidad de carga uniforme, dada la variedad de depósitos, aunque predomina la de tipo medio. Los asientos, por las mismas causas, pueden ser medios o elevados.

Características sísmicas iguales a las de la Area II₂.

Area II₁

Esta Area, que agrupa todos los materiales paleozoicos y rocas plutónicas en la Cordillera Costero Catalana, está situada al O del cauce del Llobregat y en el sector occidental, en las Montañas de Prades. En este último lugar, adquiere un gran desarrollo.

La morfología es acusada, salvo en los lugares en que aparecen los granitos y dioritas, en que es más suave.

La permeabilidad en "pequeño" es muy baja, y en "grande" algo mayor, debido a la tectonización del conjunto. El drenaje es muy bueno. Salvo condiciones tectónicas muy favorables, no hay ninguna posibilidad de acuíferos importantes.

La capacidad de carga es alta y no se presentan asientos.

Las características sísmicas varían empeorando de O a E, con $G \leq V$ (bajo) y $G \leq VIII$ (medio), respectivamente.

Area II₂

Se halla distribuida en la Hoja, rodeando la Area II₃.

Su litología es variada con conglomerados, arcillas, areniscas, yesos y rocas carbonatadas, todos ellos correspondientes al Trías.

La morfología es bastante acusada, debiéndose diferenciar las zonas de borde, abruptas, con las partes altas, que son superficies localizadas de mucha menos pendiente. Dada la intensa erosión superficial, existen abarrancamientos muy profundos.

Los terrenos pueden considerarse "en grande" como impermeables, existiendo una permeabilidad reducida, por fisuración en materiales calcáreos. El drenaje superficial es muy activo y reduce la posibilidad de acuíferos importantes, limitándose éstos a puntos aislados, con problemas de aparición de aguas agresivas selenitosas y hundimientos por disolución de los yesos.

Debido a la diversidad de materiales que la constituyen, la capacidad de carga es variable, siendo baja en facies keuperoides, con frecuentes apariciones de asientos bruscos, debido a los yesos. En los tramos competentes las características mecánicas son buenas, pero en la práctica, y debido a los materiales citados —infrayacentes— pueden aparecer también asientos bruscos.

El grado de intensidad macrosísmica (MKS) aumenta desde el $O \leq V$ (bajo) hacia el $E \leq VIII$ (medio).

Area II₃

Se halla localizada junto a la Area II₂, con la que limita. Los materiales que la constituyen son calizas, margas y dolomías del Jurásico y Cretácico.

El relieve es bastante acusado, variando en algunos puntos a moderado. La erosión, dificultada por el recubrimiento forestal donde este existe, crea profundos barrancos allí donde aparecen tramos más blandos.

La permeabilidad, por fisuración en los materiales calcáreos, y reducida en las intercalaciones margosas. El drenaje superficial, debido a esta sermipermeabilidad y a la morfología, es favorable. En los terrenos calcáreos pueden existir fenómenos de tipo kárstico, siendo posible la existencia de acuíferos de interés a niveles profundos.

Por regla general, la capacidad de carga es alta, y no es probable la aparición de asientos de magnitud elevada. Estas condiciones mecánicas pueden empeorar al pasar a tramos margosos.

Las características sísmicas son iguales a las de la Area II₂.

Area II₄

En esta Area se hallan agrupados materiales de edad terciaria, arcillas, margas, areniscas, arenas y, ocasionalmente, conglomerados.

La morfología es moderada, con pendiente variable por término medio entre el 0 y el 15 por ciento. La erosión superficial es intensa, pudiendo producirse fenómenos de solifluxión y deslizamiento de laderas.

La permeabilidad “en grande” es muy baja, puesto que están reunidos materiales de escasa y nula permeabilidad. El drenaje es de tipo medio y no existen grandes posibilidades de encontrar acuíferos de interés.

La capacidad de carga varía entre media y baja, con asientos también bajos, salvo en puntos localizados —factores litológicos principalmente— en que son altos.

Igual tipo de características sísmicas a la de las Areas II₂ y II₃.

Area II₅

Se distribuyen en cinco zonas principales: Delta del Llobregat, zona de Villanueva y Geltrú, zona de Vendrell, Depresión de Valls-Reus y Delta del Ebro.

La litología es muy variada, con depósitos principalmente de origen coluvial deyectivo —conglomerados más o menos cementados, costras y detríticos finos— aluviales —gravas, limos, arenas y arcillas— y deltaicos —arenas, limos y arcillas—.

La morfología es eminentemente llana, salvo en algunos tramos de los cauces fluviales y en ciertos depósitos coluviales.

La permeabilidad del conjunto es variada, hallándose supeditada en gran parte a la granulometría de los materiales. A escasa profundidad, pueden aparecer algunos acuíferos no muy importantes.

Mecánicamente no es uniforme, dependiendo siempre de la litología, aunque, en general, la capacidad de carga es de tipo medio, y varía según el espesor de las formaciones superficiales comentadas. Sobre la costra calcárea se pueden provocar asientos diferenciales, en relación con la profundidad de cimentación. En las zonas del delta del Ebro y del Llobregat, sobre todo en la primera, las características mecánicas son muy desfavorables.

El grado de sismicidad aumenta, empeorando de O a E entre valores de $G \leq V$ y $G \leq VIII$ (bajo y medio).

Area II₆

Se distribuye por la mitad oriental de la Hoja.

La litología está constituida, fundamentalmente, por calizas arrecifales, margas, dolomías y arcillas.

La morfología es alomada, con algunas altiplanicies, variando las pendientes entre el 7 y 15 por ciento.

Los materiales tienen una permeabilidad diversa, pero en conjunto la Area puede considerarse semipermeable. El drenaje superficial es aceptable.

La capacidad de carga es elevada por término medio, y casi no existe el riesgo de que se produzcan asientos de importancia.

Las características sísmicas varían entre $G \leq VI$ (bajo) y $G \leq VII$ (medio).

2.4. FORMACIONES SUPERFICIALES Y SUSTRATO

En este apartado, se describen los diversos materiales presentes dentro del ámbito de la Hoja, agrupándolos según sus características litológicas y geotécnicas.

Aunque la base de la que se parte es la síntesis 1:200.000 del I.G.M.E., teniendo en cuenta el objetivo final geotécnico de la Hoja, ésta se ha ampliado con mapas a escalas mayores donde vienen cartografiados depósitos interesantes geotécnicamente pero no presentes a una escala tan pequeña.

Primeramente se individualizan dos grandes grupos, como son el de las formaciones superficiales y el del sustrato.

En el primero se incluyen los materiales no consolidados o por lo menos que no lo estén generalmente y que corresponden a formaciones plio-cuaternarias.

En el segundo grupo se encuentran el resto de los materiales, de edad comprendida entre paleozoica y terciaria.

Depósitos de origen coluvial deyectivo (Qc)

Se distribuyen irregularmente a lo largo de toda la Hoja, siendo, dentro de las formaciones superficiales los que ocupan una mayor extensión. Su máximo desarrollo lo alcanzan en los sectores de Reus, Vendrell y Villanueva y Geltrú.

Por lo general, están compuestas por conglomerados angulares de variada procedencia —Paleozoico, Mesozoico y Cenozoico— con matriz limo-arcillosa y costras calcáreas con numerosos cantos, existiendo también sedimentos limosos y margosos.

La resistencia que presentan a la erosión es diferencial y su aprovechamiento industrial reducido.

Depósitos aluviales (Qa)

Se sitúan a lo largo de la red de drenaje, ocupando una extensión importante (ríos Gayá y Francolí). Suelen estar formados por una mezcla de materiales sueltos, gravas con cantos poco rodados, englobados en una matriz areno-arcillosa, que pueden pasar lateralmente a limos, arenas y arcillas (llanura de inundación del Llobregat).

No están aprovechados industrialmente.

Depósitos deltáicos (Qde)

Estos depósitos que aparecen en la desembocadura del Llobregat y del Ebro, están constituidos por arenas, limos y arcillas mezclados, de gran potencia.

No presentan gran resistencia a la erosión.

Aprovechamiento industrial prácticamente nulo.

Depósitos eólicos consolidados y cordones de dunas litorales en movimiento (Qeo)

Existen depósitos arenosos de poca anchura a lo largo de casi toda la costa. Presentan baja resistencia a la erosión.

Depósitos cuaternarios de escaso desarrollo (Q)

Se hallan agrupados aquí depósitos muy variados que se distribuyen irregularmente y con poca extensión por la mitad oriental de la Hoja.

Argilolitas, areniscas, conglomerados y arenas (T_{5, 8, 7, 3}). Mioceno

En este grupo de depósitos están incluidos materiales situados al NO de Vendrell, zona de Valls y NO de Reus. Se trata fundamentalmente de argilolitas, areniscas y conglomerados.

La resistencia que presentan a la erosión no es muy alta.

Calizas recifales, margas, arenas y arcillas (T_{106, 105, 3, 8}). Mioceno

Ocupan una extensión importante dentro del Terciario de la Hoja. Predominan las calizas recifales, lo que da al conjunto una resistencia a la erosión baja, pudiendo ser diferencial localmente.

Margas, areniscas, arenas y arcillas (T_{105, 8, 3, 5}). Mioceno

Forman pequeños afloramientos en el centro de la Hoja. Se trata principalmente de margas y areniscas masivas, cuya resistencia a la erosión es muy variable, en general media.

Conglomerados y brechas con algunos yesos, margas, arcillas y areniscas (T_{7, 6, 14}). Oligoceno

A este grupo corresponden los materiales que aparecen en el ángulo NO de la Hoja, donde constituyen la Sierra de Montsant. Básicamente son conglomerados masivos con potencias superiores a los 250 m. En la base existen niveles de arcillas y yesos.

En conjunto esta formación es resistente a la erosión.

Argilolitas, areniscas y conglomerados (T_{5, 8, 7}). Eoceno

Los materiales incluidos aquí, no afloran más que en un pequeño pico al NO de Valls.

Fundamentalmente son arcillas y areniscas con una resistencia media a la erosión.

Calizas, dolomías, calizas margosas y areniscas (T_{12, 13, 12/105, 5}). Paleoceno

Los afloramientos de estos depósitos se hallan reducidos a la zona de Cabo de Salou, y presentan una erosionabilidad baja por término medio.

Arcillas, areniscas y conglomerados (S_{5, 8, 7}). Trías-Buntsandstein

Forman una banda que bordea al Muschelkalk en las Cordilleras Litoral y Prelitoral.

Sus características mecánicas varían entre medios y altos, aunque el hecho de ser fácilmente erosionables las areniscas, y estar formando frecuentemente un escarpe sobre el Paleozoico, favorece la existencia de frecuentes desprendimientos de bloques.

Conglomerados, pizarras, areniscas, grauwackas y cuarcitas (P_{7, 11, 8, 101, 103}). Carbónico

Estos materiales constituyen casi todo el Paleozoico de las Montañas de Prades, en donde llegan a alcanzar potencias superiores a los 800 m.

Mecánicamente muy resistentes, si bien con problemas derivados de la tectonización del conjunto. No se erosionan con facilidad.

Calizas, dolomías, pizarras y cuarcitas (P_{12, 13, 11, 103}). Silúrico y Devónico

Se han agrupado las calizas negras carburadas de la parte alta del Silúrico y las calizas devónicas, con las que constituyen una formación comprensiva. Se presentan también pizarras y cuarcitas, estas últimas en pequeñas intercalaciones.

Sus características mecánicas y de resistencia a la erosión son muy similares a los materiales carboníferos.

Granitos (γ) y Dioritas (η)

Aparecen los granitos y dioritas en las Montañas de Prades.

Las características mecánicas de ambos materiales en estado "fresco" son muy favorables, mientras que la resistencia a la erosión es irregular, con puntos en los que la meteorización ha alcanzado un gran desarrollo, y en otros, en los que ha actuado sólo muy superficialmente.

Arcillas, calizas, dolomías, margas, yesos y areniscas ($S_5, 12, 13, 105, 14, 8$). Triásico

Dentro de este conjunto se han incluido materiales muy diversos pero cuyas características mecánicas son generalmente bajas.

La mayor parte de los afloramientos correspondientes al Muschelkalk y Keuper, estando éstos muy desarrollados, tanto en la Cordillera Litoral como en la Prelitoral.

Calizas, dolomías y margas ($S_{12, 13, 105}$). Jurásico y Cretácico

Corresponden todos estos materiales a la parte carbonatada del Jurásico y Cretácico, distribuyéndose a lo largo de la cordillera Litoral, en donde forman el Macizo de Garraf y en la Sierra de la Llavería.

Esta formación, que se aprovecha industrialmente (Garraf) posee unas condiciones mecánicas favorables y no suele ser fácilmente erosionable, salvo cuando forma un relieve abrupto, presentándose entonces problemas de inestabilidad.

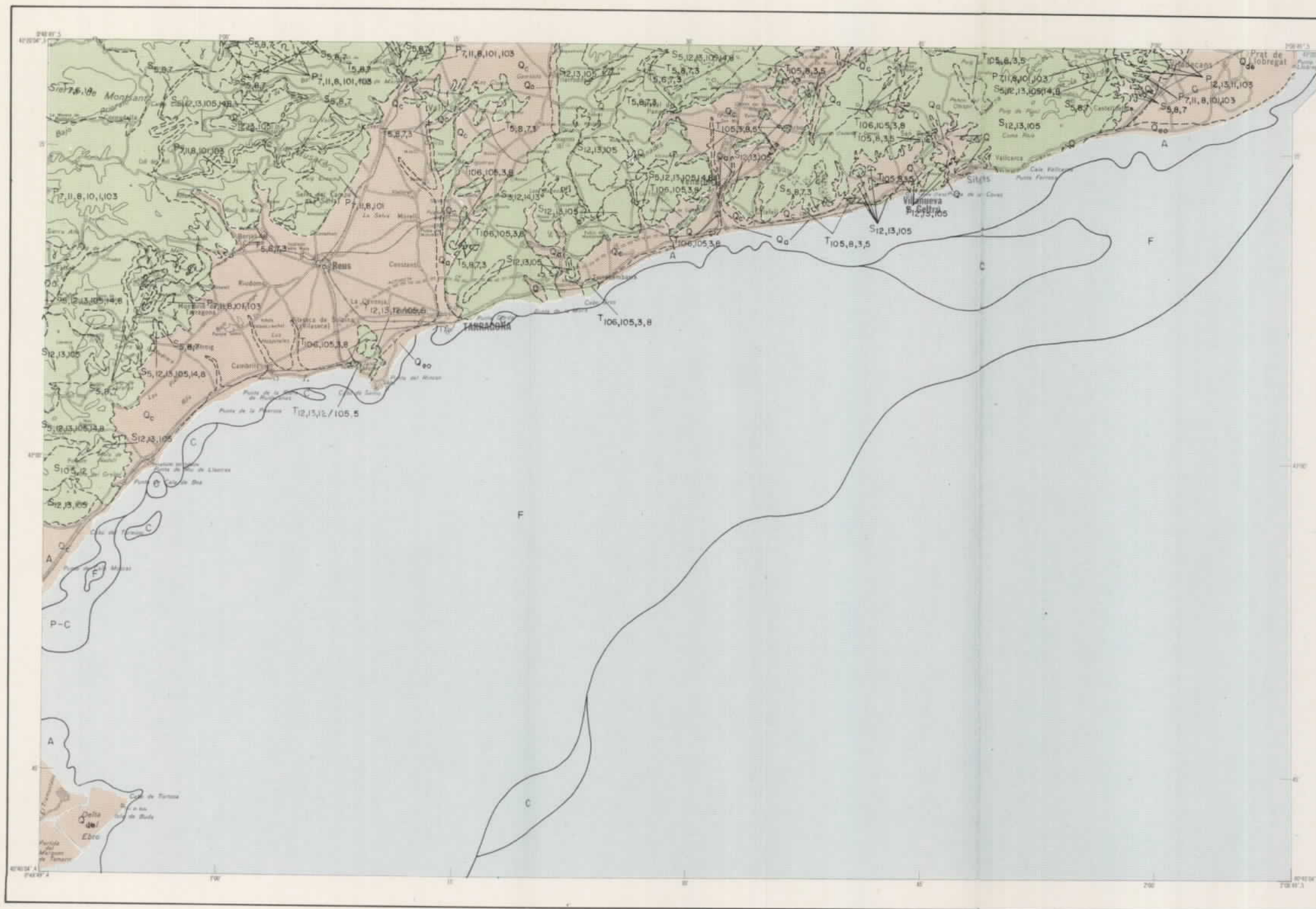
Calizas y margas ($S_{105, 12}$). Jurásico

Grupo muy similar al anterior, pero con mayor abundancia de tramos margosos y menor resistencia a la erosión.

Arenas, arcillas, yesos y dolomías ($S_3, 5, 14, 13$). Cretácico

Estos depósitos de poco desarrollo se hallan situados entre Valls y Vendrell. Aunque, fundamentalmente, sea dolomítico hay que destacar la presencia de pequeños niveles de yeso. En conjunto su resistencia a la erosión es alta aunque localmente puede disminuir.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS LITOLOGICAS
I	I ₁	Constituida por conglomerados y brechas principalmente, siendo frecuente la aparición de otros materiales como margas, arcillas, areniscas y ocasionalmente yesos. Se localiza al NO de la Hoja. Area de erosión activa, presenta numerosos abarrancamientos.
	I ₂	Formada por argilolitas, areniscas y conglomerados. Ocupan una extensión reducida al NO de Valls.
	I ₃	Comprende formaciones superficiales aluviales constituidas por gravas y limos arcillosos. Extensión muy reducida como en el caso de la Area I ₂ .
II	II ₁	Comprende materiales paleozoicos, cuarcitas, pizarras, grauwackas y plutónicos, granitos, granodioritas, diques pegmatíticos, etc, de las Cordilleras Costero Catalanas. Aunque las formaciones pizarrosas resultan erosionables a través de sus planos de tectonización, el conjunto en general es poco erosionable.
	II ₂	Incluye rocas de variada litología, conglomerados, arcillas, yesos y rocas carbonatadas, pertenecientes al Triás. Sometidas a activa erosión, dado su acusado relieve e intensa tectonización, presentan numerosos abarrancamientos, así como fenómenos locales de hundimiento por disolución de yesos. Se distribuye bordeando a la Area II ₃ .
	II ₃	Localizada en las inmediaciones de la Area II ₂ , que la bordea. Sus materiales comprenden rocas carbonatadas de edad jurásica y cretácica. La erosión, parcialmente dificultada por un recubrimiento forestal discontinuo, crea profundos abarrancamientos en los tramos más blandos.
	II ₄	Agrupar materiales blandos terciarios, arcillas, margas, arenas, areniscas y algunos conglomerados. La erosión superficial es muy activa, dada la blandura de los materiales, dando lugar a fenómenos de solifluxión y deslizamiento a favor de las pendientes.
	II ₅	Comprende depósitos de variada litología, deltaicos, eólicos, deyectivos y formaciones detríticas finas aluviales. Se distribuye principalmente en las siguientes zonas: Delta del Ebro y del Llobregat, Villanueva y Geltrú, Vendrell y depresión de Valls-Reus. Depósitos en general fácilmente erosionables.
	II ₆	Litología constituida fundamentalmente por materiales de facies marinas: calizas arrecifales, margas, dolomías y arcillas terciarias, moderadamente resistentes a la erosión.



Escala 1:400.000

SUSTRATOS

T5,8,7,3	Argilolitas, areniscas, conglomerados y arenas (Formaciones miocenas)
T106,105,3,8	Calizas recitales, margas, arenas y arcillas (Formaciones miocenas)
T105,8,3,5	Margas, areniscas, arenas y arcillas (Formaciones miocenas)
T7,6,14	Conglomerados y brechas, con algunos yesos, margas, arcillas y areniscas (Formaciones oligocenas)
T5,8,7	Argilolitas, areniscas y conglomerados (Formaciones eocenas)
T12,13,12/105,5	Calizas, dolomías, calizas margosas y areniscas (Formaciones paleocenas)
S5,8,7	Areniscas, arcillas y yesos (Formaciones triásicas. Facies Bunt)
S5,12,13,105,14,8	Calizas, dolomías, margas, arcillas, yesos y areniscas (Formaciones triásicas)
S12,13,105	Calizas, dolomías y margas (Formaciones cretácicas y jurásicas)
S105,12	Calizas y margas (Formaciones jurásicas)
S3,5,14,13	Arenas, arcillas, yesos y dolomías (Formaciones cretácicas)
P7,11,8,10,103	Pizarras, conglomerados, areniscas, grauwacas y cuarcita, con metamorfismo diferenciado (Formaciones carboníferas)
P12,13,11,103	Calizas, pizarras, dolomías y cuarcitas (Formaciones silúricas y devónicas)
g	Granito (Rocas plutónicas ácidas)
rl	Diorita (Rocas plutónicas)

FORMACIONES SUPERFICIALES

Qc	Depósitos de origen coluvial defectivo. Son conglomerados heterométricos angulosos de procedencia diversa (paleozoico, mesozoico y cenozoico) con matriz limo-arcillosa y costras calcáreas con numerosos cantos. Existen también depósitos formados por materiales detríticos finos con cantos gruesos que presentan caracteres torrenciales y aluviales	Qde	Depósitos deltaicos Están formados por arenas, limos y arcillas mezcladas
Qa	Depósitos aluviales Constituidos por conglomerados poco cementados, englobados en una matriz areno-arcillosa, que lateralmente pueden pasar a limos, arenas y arcillas (llanura de inundación)	Qeo	Depósitos eólicos consolidados y cordones de dunas litorales en movimiento
		Q	Depósitos cuaternarios de escaso desarrollo. Suelo aluviones y coluviones

FONDOS MARINOS

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

2.5. CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS

Se trata en este apartado el factor geomorfológico, analizando la influencia que tiene sobre las condiciones constructivas, mediante la interpretación del mapa topográfico —pendientes naturales— y el estudio del grado de estabilidad de los terrenos, tanto de forma puramente natural como bajo la acción del hombre.

Area I₁

Esta Area presenta una topografía abrupta, con pendientes generalmente superiores al 30 por ciento. Carente de recubrimiento, está sometida a una erosión muy activa que da origen a numerosos abarrancamientos por acción fluvial y a formaciones de derrubios en pie de monte en las cotas bajas de ladera.

Es estable en condiciones naturales y, dado el carácter de sus materiales, inestable bajo la acción del hombre en sus zonas marginales en particular, y por la aparición de yesos.

Area I₂

Su topografía es muy variada, presentando toda la gama de pendientes, desde inferiores al 7 por ciento a superiores al 30 por ciento, según su distribución areal, algunas veces adosada a formaciones tectonizadas más antiguas, y la intensidad de la erosión, en particular en los relieves marginales límites con otras Areas. La erosión es muy activa y, dada la diversa resistencia de los materiales que la componen, tiene carácter diferencial y selectivo, dando lugar a frecuentes abarrancamientos y desprendimientos de bloques de tamaño reducido. Generalmente, recubierta por suelos de labor.

Es en general, estable en condiciones naturales, salvo en zonas marginales y de borde en las que, según pendiente, pueden producirse fenómenos de solifluxión y deslizamientos; e inestable bajo la acción del hombre.

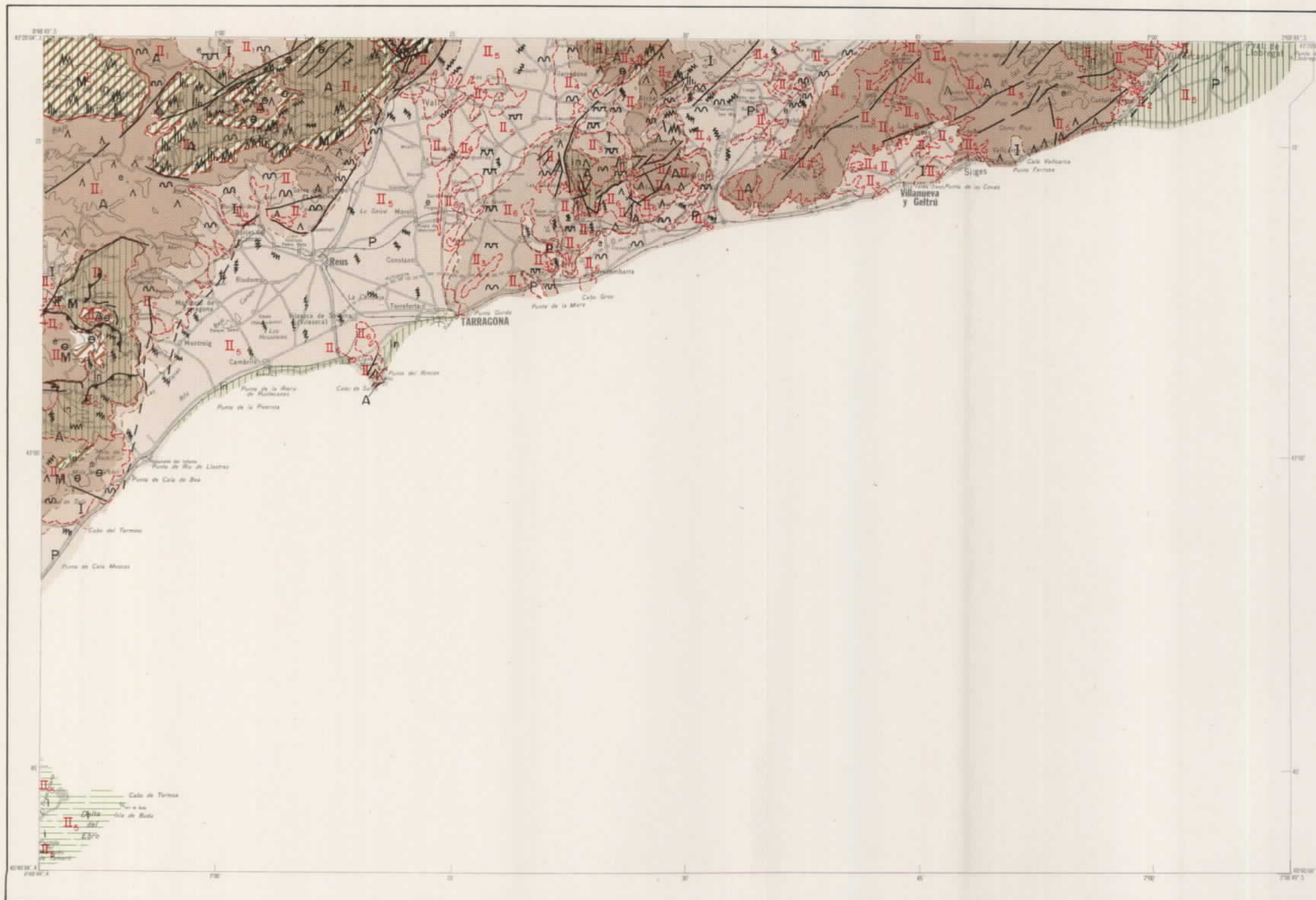
Area I₃

Su topografía es eminentemente llana, con pendientes medias inferiores al 7 por ciento, si bien algunos cauces de ríos pueden tener pendientes superiores, correspondientes a las de las Areas que atraviesan. Es estable en condiciones naturales y generalmente bajo la acción del hombre, dependiendo en este caso de la clase, granulometría, potencia, pendiente y eventual cementación calcárea de sus materiales; la heterogeneidad de los mismos es origen de abarrancamientos por cursos fluviales.

Area II₁






Su topografía muestra pendientes generalmente superiores al 15 y en ocasiones al 30 por ciento, salvo en zonas localizadas de rocas eruptivas, granitos y dioritas, donde la erosión ocasiona superficies con pendientes comprendidas entre el 7 y 15 por ciento por término medio. El recubrimiento superficial corresponde al tipo forestal que estabiliza considerablemente las laderas disminuyendo la erosión. Estables naturalmente y generalmente bajo la acción del hombre, salvo en puntos localizados donde la dirección de tectonización coincide con la pendiente natural.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS
I	I ₁	Morfología acusada. Erosión intensa. Carencia de recubrimiento. Numerosos abarrancamientos. Estable en condiciones naturales. Inestable bajo la acción del hombre en las facies de borde, por aparición de yesos.
	I ₂	Morfología de alomada a acusada. Erosión activa. Frecuentes abarrancamientos con erosión diferencial. Estable en condiciones naturales, salvo en facies de borde. Inestable bajo la acción del hombre. Deslizamiento y soliflucción en puntos localizados. Recubrimiento por suelos de labor.
	I ₃	Morfología llana. Estable en condiciones naturales y generalmente bajo la acción del hombre, dependiendo de la clase, cohesión y cementación de los horizontes detríticos que la componen. Frecuentes abarrancamientos. Recubrimiento por suelos de labor.
II	II ₁	Morfología acusada, en ocasiones alomada. Recubrimiento de tipo forestal. Erosión intensa con avanzada peneplanización en las rocas eruptivas. Estables naturalmente y generalmente bajo la acción del hombre, salvo en puntos en que la dirección de tectonización coincide con la pendiente natural.
	II ₂	Morfología muy acusada. Recubrimiento escaso, generalmente concentrado en las cotas inferiores por derrubios de ladera. Erosión intensa. Numerosos abarrancamientos. Inestables naturalmente y bajo la acción del hombre, salvo en las superficies estructurales más elevadas. Erosión diferencial intensa en los niveles inferiores. Fenómenos de hundimiento localizados por karstificación o por disolución de yesos en los niveles superiores.
	II ₃	Morfología de acusada a alomada. Frecuente recubrimiento forestal, otras veces de ladera por derrubios. Generalmente estable en condiciones naturales y bajo la acción del hombre, salvo en zonas de relieve abrupto donde su inestabilidad es total. Frecuentes abarrancamientos.
	II ₄	Morfología alomada. Recubrimiento de suelos de labor. Erosión intensa, con frecuentes abarrancamientos. Estable tanto en condiciones naturales como bajo la acción del hombre, salvo en puntos localizados de borde en que pueden aparecer fenómenos de soliflucción.
	II ₅	Morfología muy suave. La existencia de una costra calcárea de potencia variable, allí donde se presenta, confiere una alta estabilidad al terreno. En el resto, y fundamentalmente en el Delta del Ebro, las condiciones son menos favorables.
	II ₆	Morfología por lo general alomada, en ocasiones acusada. Recubrimiento forestal variable. Suele ser estable en condiciones naturales y bajo la acción del hombre.







Escola 1 400.000

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 20 por ciento. |
|  | Zonas montañosas, pendientes superiores al 30 por ciento. |
|  | Limite 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 y 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




- | | |
|---|---------------------------------|
|  | Cabalgamiento |
|  | Falla o zona de falla |
|  | Falla supuesta |
|  | Zona influenciada por fracturas |

FENOMENOS GEOLOGICOS EXOGENOS

- | | |
|--|------------------------------------|
| SSSS | Recubrimiento |
| SSS | |
|  | Áreas de erosión muy activa |
|  | Formas de relieve aleomado |
|  | Formas de relieve con altiplanices |
|  | Formas de relieve acusada |
|  | Formas de relieve muy acusada |
|  | Áreas cársticas |
|  | Turberas |

- | | |
|---|---|
|  | Deslizamiento a favor de la dirección de la tectonización |
|  | Deslizamiento en potencia a favor de la pendiente natural |
|  | Abarrancamiento |
|  | Acumulación de materiales sueltos |
|  | Laderas inestables |
|  | Zona con posible caída de bloques |
|  | Hundimientos |

DIVISION ZONAL

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

Area II₂

El relieve topográfico reúne pendientes superiores, generalmente, al 30 por ciento, en particular en sus zonas marginales, existiendo zonas localizadas de menor pendiente correspondientes a superficies estratigráficas bien diferenciadas en las cotas más elevadas. El recubrimiento generalmente es escaso y se halla concentrado en las zonas inferiores de ladera en forma de derrubios. La erosión superficial es intensa y existen numerosos abarrancamientos. Pese a la resistencia de sus materiales, el intenso ataque erosivo y elevadas pendientes son causa de una inestabilidad natural y bajo la acción del hombre, salvo en las superficies estructurales más elevadas. Existe erosión diferencial en los niveles inferiores y fenómenos de hundimiento por karstificación o disolución de yesos en puntos localizados de los niveles superiores.

Area II₃

La topografía varía de acusada a alomada, con pendientes generalmente superiores al 15, y en ocasiones al 30 por ciento. El recubrimiento forestal es frecuente, disminuyendo la acción erosiva aún cuando existen abundantes abarrancamientos por erosión diferencial de los tramos blandos. Generalmente es estable en condiciones naturales y bajo la acción del hombre salvo en zonas de elevada pendiente donde su inestabilidad es total.

Area II₄

Corresponde a esta Area una morfología alomada con pendientes comprendidas entre el 0 y el 15 por ciento.

Dada la blandura de los materiales, sufre una activa erosión superficial con frecuentes abarrancamientos.

Tanto en condiciones naturales como bajo la acción del hombre, suele ser estable, aunque en zonas de ladera pueden ocasionarse fenómenos de solifluxión.

Area II₅

Morfología muy suave en general, con pendientes variables entre el 0 y 7 por ciento del glacis del Campo de Tarragona y la zona llana correspondiente al Delta del Ebro.

La estabilidad, salvo en esta última zona, es elevada en condiciones naturales y, normalmente, también bajo la acción del hombre, incrementando su estabilidad extensa costra —de 20 cm a 5 m— existente.

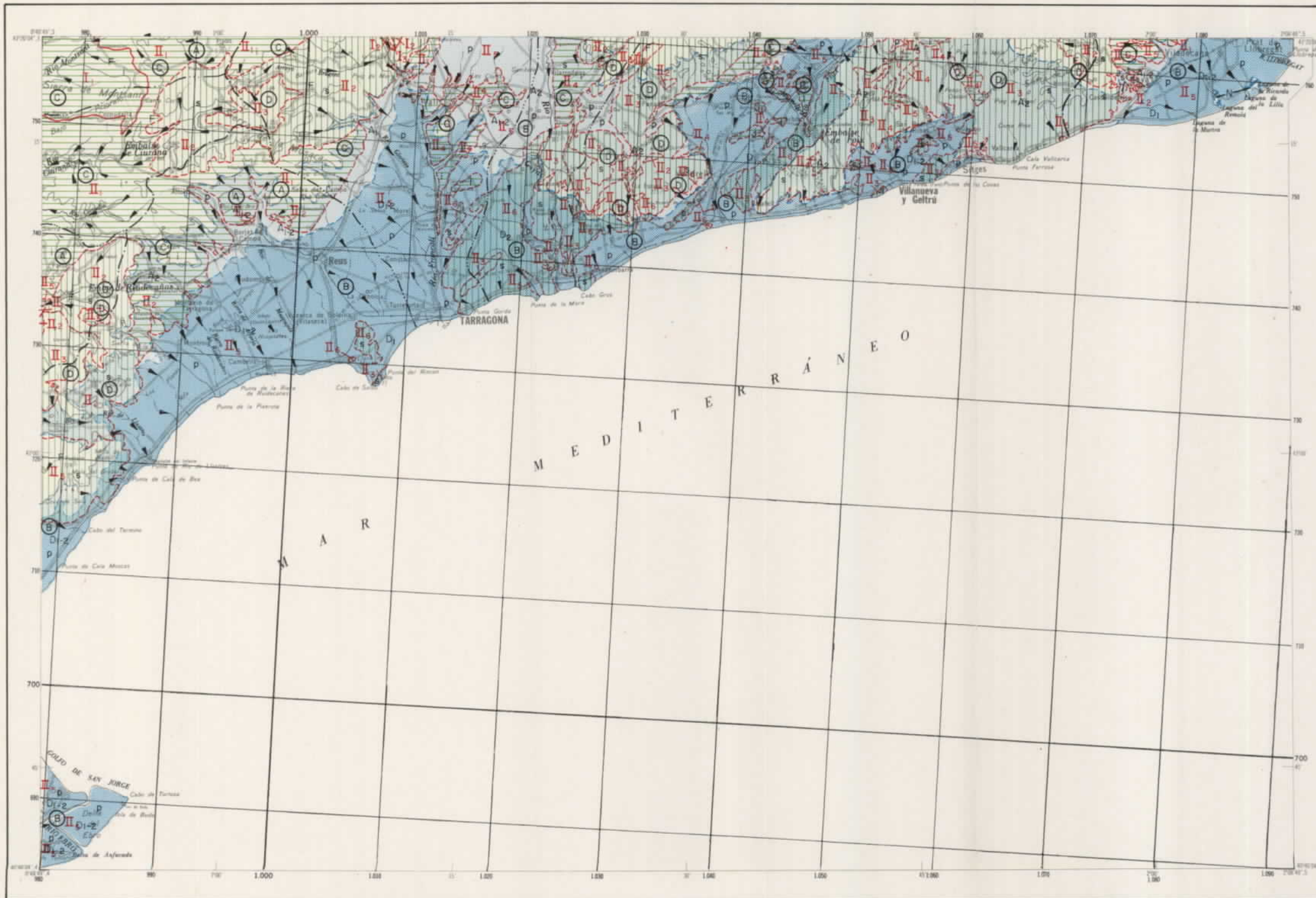
Area II₆

Su morfología es alomada y corresponde a pendientes naturales comprendidas por término medio entre el 7 y el 15 por ciento.

El recubrimiento forestal es moderado.

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

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS
I	I ₁	Materiales impermeables. Drenaje superficial favorable y muy activo, dada la energía del relieve. Inexistencia de acuíferos.
	I ₂	En general impermeable, aún cuando existan materiales permeables intercalados. Drenaje de aceptable a favorable según la geomorfología. Posibilidad de existencia de acuíferos de interés prácticamente nula, aún cuando es factible la existencia de niveles aislados.
	I ₃	Materiales detríticos heterogranulares de permeabilidad muy diversa, a veces regularmente cementados. Están en general considerados como semipermeables siendo permeables las formaciones aluvionares actuales. Drenaje superficial deficiente y, a veces, nulo. Percolación generalmente aceptable. Existencia de acuíferos a poca profundidad.
II	II ₁	Materiales impermeables. Escorrentía superficial muy activa. Por lo general ausencia de acuíferos, salvo en puntos aislados ligados a zonas de fractura o Areas de intensa erosión, en los granitos, donde es posible la existencia de acuíferos aislados de pequeña entidad.
	II ₂	Materiales calcáreos permeables por fisuración con horizontes arcilloso-areniscosos de permeabilidad reducida, en conjunto se considera semipermeable. Posibilidad de fenómenos kársticos. Posibilidad de dilución de yesos y contaminación salina por aguas selenitosas en puntos localizados. Drenaje superficial generalmente favorable, salvo en los tramos yesíferos. Posible existencia de acuíferos a profundidad elevada.
	II ₃	Materiales permeables por fisuración con ocasionales intercalaciones de niveles poco permeables, en general se considera semipermeable. Drenaje superficial generalmente favorable. Fenómenos kársticos en puntos localizados. Posibilidad de existencia de acuíferos de interés en profundidad, ligados a fenómenos estructurales.
	II ₄	Materiales impermeables y poco permeables. Drenaje superficial aceptable. Inexistencia de acuíferos.
	II ₅	Permeabilidad diversa, según materiales, por lo general permeable. Drenaje superficial deficiente y por percolación aceptable. Existencia de acuíferos limitada a escasa profundidad.
	II ₆	Semipermeable en conjunto, con materiales calcáreos permeables por fracturación. Drenaje superficial aceptable. Posibilidad de acuíferos de interés a profundidades medias.



CONDICIONES DE DRENAGE

- Zonas con drenaje Nulo.
- Zonas con drenaje Deficiente
D₁-Drenaje por percolación
D₂-Drenaje por escorrentía superficial
D₁₋₂-Drenaje mixto
- Zonas con drenaje Adecuado
A₁-Drenaje por percolación
A₂-Drenaje por escorrentía superficial
A₁₋₂-Drenaje mixto
- Zonas con drenaje Favorable
- Límite de separación de Zonas

PERMEABILIDAD DE LOS MATERIALES

- Materiales Permeables
- Materiales Semipermeables
- Materiales Impermeables
- Límite de separación de los distintos materiales

SIMBOLOGIA

HIDROLOGIA SUPERFICIAL

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

HIDROLOGIA SUBTERRANEA

- Zonas con acuíferos aislados
- Zonas con acuíferos en formaciones permeables por porosidad intergranular
- Zonas sin acuíferos
- Zonas con acuíferos en formaciones permeables por fisuración

FACTORES HIDROLOGICOS VARIOS

- Agua a escasa profundidad

DIVISION ZONAL

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

Escala 1:400.000

2.6. CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS

Se intentan representar en este apartado los factores hidrogeológicos que pueden incidir sobre las condiciones constructivas, condicionándolas desde un punto de vista geotécnico. Así, se estudian las condiciones de drenaje y la diversa permeabilidad de los materiales.

Area I₁

Se halla constituida por materiales impermeables, debido a la coherencia y cementación de sus componentes detríticos. Las elevadas pendientes facilitan un drenaje superficial muy activo. Dadas sus características, es improbable la existencia de acuíferos.

Area I₂

Formada por alternancia de materiales de diversa permeabilidad, arcillas impermeables y areniscas cuyo grado de permeabilidad depende de su fracturación y grado de cementación de sus granos, en general se considera impermeable. El drenaje, generalmente superficial, varía de aceptable a favorable, dependiendo de sus características geomorfológicas y pendiente natural. En general, carente de acuíferos, aún cuando por motivaciones tectónicas, fracturas, o condiciones de deposición, potencia y cementación de las areniscas, puedan hallarse acuíferos aislados.

Area I₃

Reune materiales detríticos heterogranulares de permeabilidad muy diversa, con abundantes cambios laterales de facies. En general es considerada como semipermeable, aún cuando localmente puedan hallarse zonas con permeabilidad acusada o totalmente impermeables. Dada su escasa pendiente y los materiales constituyentes, el drenaje superficial es deficiente, constando por lo general una percolación aceptable. Por término medio es factible la existencia de acuíferos a poca profundidad, cuyas dimensiones e importancia dependen tanto de la granulometría, potencia y profundidad del horizonte como de posibles cambios laterales del mismo.

Area II₁

Formada por materiales impermeables, la escorrentía superficial es activa. Generalmente carente de acuíferos, salvo en zonas intensamente fracturadas o sometidas a intensa erosión, granitos y dioritas, donde es posible la existencia de acuíferos limitados a formaciones superficiales de tipo granular.

Area II₂

Constituida por materiales calizos permeables por fisuración, con horizontes arcilloso-arenoso-conglomeráticos, de permeabilidad reducida, en general se considera

impermeable. Con drenaje superficial activo, la existencia de profundos abarrancamientos, que drenan las formaciones calcáreas, reducen la existencia de acuíferos importantes a puntos localizados de intensa tectonización y profundidad elevada. Localmente cabe la existencia de contaminación salina por disolución de los tramos yesíferos.

Area II₃

Formada por materiales calcáreos impermeables por fisuración, con intercalaciones margosas de permeabilidad reducida, en general se considera impermeable. El drenaje superficial resulta favorable. Existen fenómenos kársticos en Areas localizadas, ligadas a formaciones calcáreas de considerable potencia y a fracturas estructurales. Es posible la existencia de acuíferos de interés, profundos, ligados a fenómenos tectónicos.

Area II₄

Materiales de escasa y nula permeabilidad, concurriendo por ello en la Area zonas semipermeables e impermeables.

El drenaje superficial es aceptable, por término medio, con algunos puntos donde se muestra deficiente. No existen acuíferos de interés.

Area II₅

Formada por materiales detríticos heterogranulares con permeabilidad y distribución diversa, comunmente permeables.

Drenaje superficial deficiente y por percolación aceptable. Por lo general, es factible la existencia de acuíferos a profundidad moderada.

Area II₆

Constituida por materiales detríticos calcáreos cementados, permeables por fracturación. En conjunto, se considera semipermeable y con drenaje superficial aceptable.

Es posible la existencia de acuíferos de interés a profundidades medias, dependiendo tanto del ámbito e importancia de alimentación como de las condiciones estructurales existentes en Areas próximas.

2.7. CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

Las características geotécnicas se estudian en el presente apartado independientemente de los demás factores. Los diferentes puntos en que se dividen estas características son:

- Capacidad de carga, subdividida a su vez en baja para valores comprendidos entre 1 y 2 kg/cm², media para los que se hallan entre 2 y 4 kg/cm² y alta para valores mayores de 4 kg/cm².
- Asientos previsibles que de forma orientativa se han clasificado en nulos, medios y altos.

- Datos con especial incidencia geotécnica, representados en el mapa mediante símbolos.
- Y, por último, grado de sismicidad, en base a la escala internacional macrosísmica (MKS).

Area I₁

La capacidad de carga, que por lo general es elevada, puede, sin embargo y debido a la existencia de niveles margo-yesíferos en zonas localizadas, como son las marginales de la Sierra de Montsant, hacer variar las condiciones mecánicas del conjunto a términos menos favorables.

Los asientos suelen ser nulos, salvo en las zonas de borde citadas.

Los problemas geotécnicos se derivan de la acusada morfología del conjunto y de la inestabilidad de los bordes. Existe, asimismo, posibilidad de fenómenos kársticos, por ejemplo Montserrat.

Area I₂

En general, esta Area presenta una capacidad de carga media, no descartándose el que aparezcan asientos de la misma magnitud.

Las laderas pueden presentar fenómenos de deslizamiento.

Existen problemas geotécnicos derivados de la diversidad litológica de los materiales constituyentes y de la presencia de niveles freáticos someros.

Area I₃

Debido a la diversidad litológica de los depósitos, no puede estimarse una capacidad de carga uniforme para toda la Area, aunque predomine la de tipo medio.

Las mismas causas, junto con el ámbito de deposición de los niveles detríticos, posibilitan la existencia de asientos de magnitud media a elevada, así como la aparición de problemas geotécnicos debidos a niveles freáticos poco profundos, con los consiguientes problemas de drenaje.

Area I₄

Capacidades de carga bajas. Frecuentes las apariciones de asientos y de hundimientos debidos a la disolución de los yesos, que proporcionan a las aguas un alto poder de agresividad.

Area I₅

La capacidad de carga y la presencia de asientos varían entre elevada y media, e inexistentes a medios, respectivamente, siendo determinantes al respecto los materiales que constituyen la Area, por regla general calizos o margoso-arcillosos. Normalmente no se aprecian graves problemas geotécnicos y cuando éstos aparecen, son principalmente de índole litológica e hidrológica.

Las facies keuperoides tienen baja capacidad de carga y frecuentes apariciones de asientos bruscos, por disolución de los yesos. Los problemas geotécnicos que se presentan son graves.

Los tramos competentes de la Area, por el contrario, admiten alta capacidad de carga y no exhiben asientos. Este hecho, sin embargo, no es cierto en la práctica, pues los materiales suprayacentes de las facies keuperoides presentan, a veces, asientos bruscos por disolución de los yesos inferiores.

Area II₃

Capacidad de carga alta con inexistencia de asientos, por regla general, aún cuando las condiciones mecánicas de los materiales varíen cuando el tramo pasa de calizo a margoso, siendo entonces las capacidades de carga medias, y los asientos de la misma magnitud.

Area II₄

La capacidad de carga es de tipo medio, con algunas zonas muy localizadas de capacidades bajas. Los asientos que se presentan son también, salvo en los puntos citados, de tipo medio.

Los problemas geotécnicos se deben, ante todo, a un drenaje deficiente, y también a deslizamientos de ladera.

Area II₅

Materiales de litología variables con distinto comportamiento mecánico, pudiendo ser la capacidad de carga baja o muy baja en los deltas del Llobregat y del Ebro o en los cordones de dunas litorales, y relativamente elevada en el glacis del Campo de Tarragona, en donde pueden presentarse asentamientos diferenciales en función de la profundidad de cementación.

En zonas con niveles freáticos someros pueden plantearse problemas geotécnicos de índole hidrogeológica.

Area II₆

Por su capacidad de carga e inexistencia de asientos, son favorables desde un punto de vista geotécnico, salvo en zonas localizadas.

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

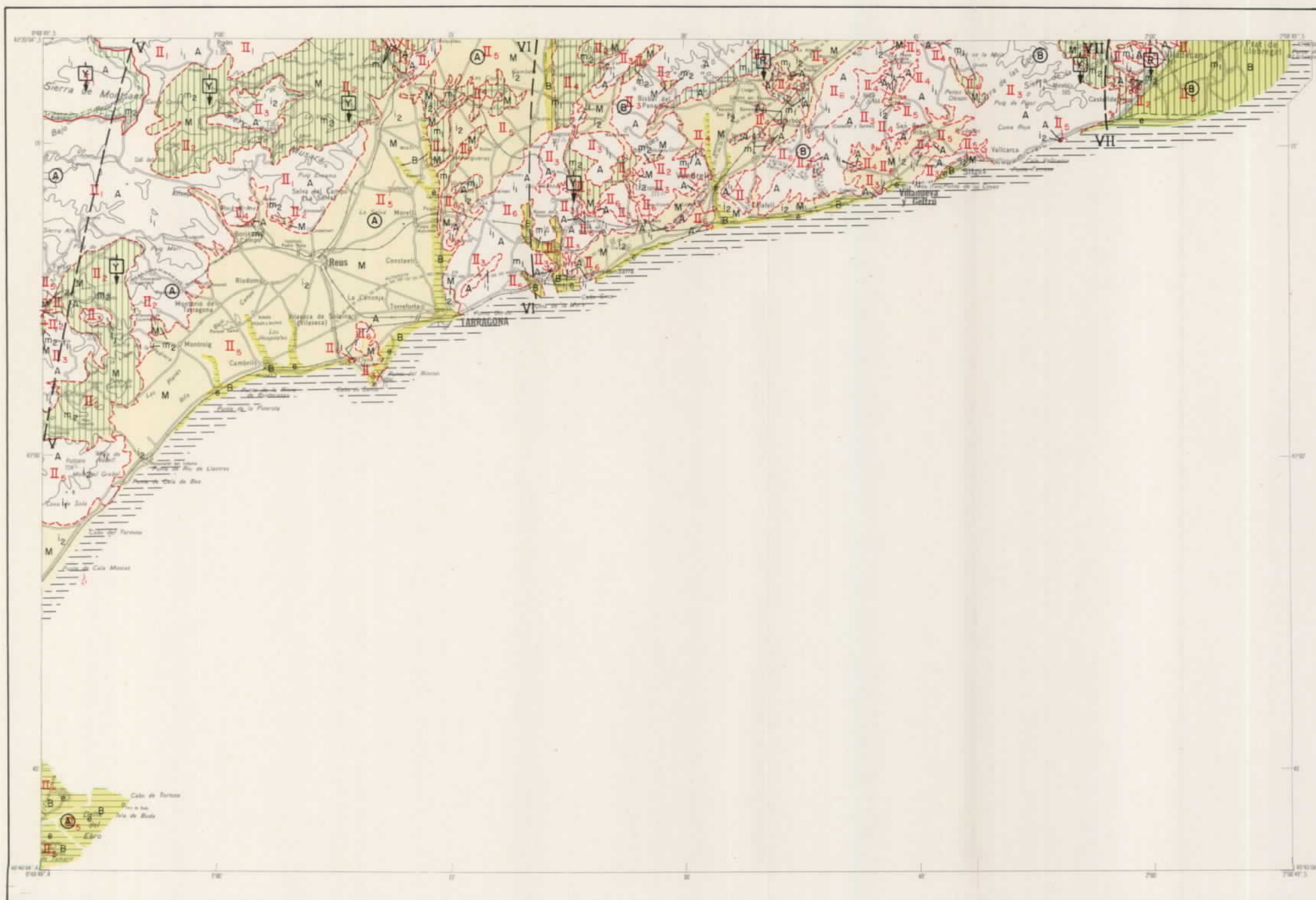
De acuerdo con el "Mapa de zonas sísmicas generalizado de la Península Ibérica", se observan tres zonas distintas dentro de la Hoja. Una situada al E, con un grado de intensidad $G = VII$ según la escala (MKS); otra que se sitúa al O, con un grado de intensidad $G < VI$; y finalmente, otra situada al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

En las dos últimas, no es verosímil que se produzcan por causas sísmicas efectos perjudiciales en las construcciones.

En la primera por el contrario, pueden producirse: en las "construcciones rurales", daños que oscilarán 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 E 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) Parte A".

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS GEOTECNICAS
I	I ₁	<p>Capacidad de carga generalmente elevada, salvo en zonas marginales donde la erosión selectiva y existencia de yesos les confiere una inestabilidad a veces acusada. Asientos nulos, excepto en zonas de borde antes apuntadas.</p> <p>Problemas geotécnicos elevados por la acusada topografía del conjunto e inestabilidad de los bordes y eventuales hundimientos ocasionados por karstificación.</p>
	I ₂	<p>Capacidad de carga media. Posibilidad de aparición de asientos de magnitud media. Posible existencia de deslizamientos de ladera en zonas periféricas. Problemas geotécnicos por niveles freáticos someros.</p>
	I ₃	<p>Capacidad de carga variable, generalmente de baja a media. Posibilidad de asientos de magnitud media y, en ocasiones, elevada, dependiendo de las características litológicas y ámbito de deposición de los niveles detríticos que componen esta Area. Existencia de problemas geotécnicos por niveles freáticos a poca profundidad.</p>
II	II ₁	<p>Capacidad de carga generalmente elevada, con inexistencia de asientos. Problemas geotécnicos por deslizamientos en zonas donde la pizarrosidad de sus materiales coincida con la pendiente natural.</p>
	II ₂	<p>Capacidad de carga variable según los distintos horizontes litológicos que lo componen, generalmente elevada con inexistencia de asientos, aún cuando la presencia de niveles blandos, arcillas, margas y yesos, disminuye considerablemente las características mecánicas del conjunto, posibilitando la existencia de hundimientos por disolución de yesos.</p>
	II ₃	<p>Capacidad de carga alta e inexistencia de asientos, aún cuando la presencia de tramos más blandos y margas, disminuye localmente estas características.</p>
	II ₄	<p>Capacidad de carga media, con algunos puntos de baja. Posible aparición de asientos de tipo medio. Por drenaje deficiente, pueden existir problemas geotécnicos en algunas zonas.</p> <p>Las laderas con pendiente acusada pueden presentar deslizamientos.</p>
	II ₅	<p>Materiales heterogéneos. Su ámbito de deposición es muy variable, correspondiendo la mayor extensión a los siguientes tipos:</p> <p>Glacis del Campo de Tarragona: capacidad de carga media, dependiendo del espesor de la costra. Posibles asentamientos de magnitud media a profundidad de cimentación elevada. Problemas localizados de drenaje.</p> <p>Playas: capacidad de carga baja, asientos medios a elevados.</p> <p>Formaciones deltáicas: capacidad de carga baja, asientos de magnitud elevada. Grandes problemas de drenaje.</p>
	II ₆	<p>Capacidad de carga elevada e inexistencia de asientos, salvo en zonas localizadas. En la práctica, no se presentan grandes problemas geotécnicos.</p>



Escala 1:400.000

CAPACIDAD DE CARGA

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

ASIENTOS PREVISIBLES

- I₁ Zonas con Inexistencia de asientos
- I₂ Zonas con posible aparición de asientos a profundidad de cimentación elevada
- m₁ Zonas con posibilidad de asientos de magnitud media
- m₂ Zonas con posibilidad de asientos bruscos por disolución de yesos
- II Zonas con posibilidad de aparición de asientos de magnitud elevada
- Límite de separación de Zonas

SIMBOLOGIA

- A Bajo $G \leq VI$
- B Medio $VI < G \leq VIII$
- C Alto $G > VIII$
- Escala internacional macrosísmica (MSK)
- Límite de separación de Zonas
- CL Recubrimiento arcilloso
- Y Eventual aparición de yesos
- R Recubrimientos
- Z Zona con movimientos diferenciales

DIVISION ZONAL

- Límite de separación de Regiones
- - - Límite de separación de Areas
- I₂ Designación de un Area

3. INTERPRETACION GEOTECNICA DE LOS TERRENOS

El análisis de todas las características antes estudiadas y representadas, permite exponer a continuación las conclusiones y síntesis obtenidas.

En definitiva, tras el estudio geotécnico, se ha efectuado una clasificación que indica las condiciones diversa incidencia e importancia de los factores analizados.

3.1. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS DESFAVORABLES

Incluye este epígrafe terrenos correspondientes a las Areas I₁, II₂ y II₅, que por sus especiales características presentan elevados problemas constructivos.

Area I₁

Correspondiente a la Sierra de Montsant, compuesta por conglomerados. Su abrupta morfología y profundos abarrancamientos dificultan en gran modo cualquier trazado de accesos o tareas urbanizadoras.

Area II₂

De litología relativa variada, constituida por formaciones calizodolomíticas, arcillas y areniscas con frecuentes yesos intercalados. Su compleja disposición tectónica y acusados rasgos morfológicos, así como la heterogeneidad litológica de sus formaciones,

sumando a la ocasional presencia de yesos, son origen de elevadas pendientes, característicos abarrancamientos con erosión diferencial y, en ocasiones, fenómenos de hundimiento por disolución de yesos.

Area II₃

Zona correspondiente a la Sierra de la Guardia, incluye tramos calcáreos de elevada pendiente y acusada morfología, con abundantes abarrancamientos que dificultan extremadamente cualquier ordenación constructiva.

Area II₅

Zona correspondiente a la desembocadura del Ebro, constituida por materiales deltáicos inconsolidados y pantanosos de muy bajas características mecánicas y elevados problemas de drenaje, así como sectores costeros con cordones de dunas litorales cuya reducida extensión dificultan su representación a la escala considerada.

3.2. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS ACEPTABLES

Los terrenos que presentan este tipo de condiciones se incluyen en las siguientes Areas:

Area II₃

Superficies estructurales situadas a cotas elevadas de morfología, sensiblemente menos acusada que las zonas de borde que las rodean. Materiales carbonatados competentes, de elevada capacidad de carga y asientos nulos, que presentan problemas de origen exclusivamente geomorfológico o geomorfológicos y litológicos.

Area II₄

Zonas de la misma correspondientes a morfología alomada y pendientes moderadas dan lugar a la aparición de problemas morfológicos, por lo general reducidos. Por otra parte, la heterogeneidad de los materiales que la componen, generalmente de capacidad de carga media y en ocasiones baja, margas, areniscas, arenas, arcillas, etc, introducen problemas de tipo litológico o geotécnico de magnitud reducida.

Area II₅

Correspondiente al Campo de Tarragona, con formaciones arcilloso-detríticas, normalmente recubiertas por costra calcárea superficial de variable potencia que pueden dar lugar según la profundidad de cimentación a la aparición de asientos de magnitud media. Los problemas hidrológicos normalmente reducidos, pueden verse incrementados en zonas próximas a la red fluvial.

Area II₆

Zonas con morfología moderada. Materiales de litología variada, calizas, dolomías, margas y arcillas, en general de elevada capacidad de carga. Presentan problemas de tipo litológico y geotécnico por las diversas características mecánicas inherentes a la propia heterogeneidad de los materiales.

3.3. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS FAVORABLES

Este apartado incluye terrenos con reducidos, o fácilmente superables, problemas de orden constructivo situados en las siguientes Areas:

Area II₁

Zonas de morfología reducida y relieve alomado o poco acusado. Constituidas por rocas de elevadas características mecánicas, presentan, por lo general, problemas de tipo geomorfológico y/o litológico de magnitud media.

Area II₃

Zonas aisladas y de morfología suave incluidas en esta Area. Elevada capacidad de carga de los materiales que la componen, presentando, por lo general, problemas de tipo litológico y geotécnico de magnitud reducida.

Area II₅

Zona correspondiente a la desembocadura del Llobregat. Aún cuando las características resistentes de sus materiales, depósitos deltáicos, terrazas fluviales, etc, sean de magnitud media a baja, presentándose problemas de carácter geomorfológico, hidrológico y geotécnico, el elevado desarrollo industrial y demográfico de esta Area condicionan su clasificación e inclusión en este epígrafe.

BIBLIOGRAFIA

- Derruau, M. **Geomorfología** Edt. Ariel (1970).
- Elías Castillo, F. y Ruiz Beltrán, L. **Clasificación agroclimática de España (Basada en la clasificación ecológica de Papadakis)** Servicio Meteorológico Nacional (1973).
- García Lozano, F. **Balance Hídrico**. Centro de Estudios Hidrográficos. M.O.P. (1971).
- I.G.M.E. **Mapa Geológico de España a escala 1:200.000. Hoja nº 34. Hospitalet.** (1972).
- I.G.M.E. **Mapa Geológico de España a escala 1:200.000. Hoja nº 42. Tarragona.** (1972).
- I.G.M.E. **Mapa Geotécnico General a escala 1:200.000. Hoja nº 35. Barcelona.** (1972).
- I.G.M.E. **Mapa Geotécnico General a escala 1:200.000. Hoja nº 15/24. Arties/Berga.** (Inédito).
- I.G.M.E. **Mapa Geotécnico General a escala 1:200.000. Hoja nº 33. Lérida.** (Inédito).
- I.G.M.E. **Mapa Geotécnico General a escala 1:200.000. Hoja nº 41. Tortosa.** (Inédito).
- I.G.M.E. **Mapa Hidrológico Nacional (División de Aguas Subterráneas).** Memoria del I.G.M.E. Tomo 81. (1972).
- Instituto Nacional de Estadística. **Anuario Estadístico de España.** (1973).
- Jiménez Salas, J.A. **Geotecnia y Cimientos.** Edt. Rueda. (1971).
- Ministerio de Industria. **Programa Sectorial para la confección del mapa geotécnico nacional.** (Plan Nacional de Minería - PNIM) I.G.M.E. (1972).
- M.O.P. **Datos climáticos para carreteras.** Dirección General de Carreteras. División de materiales (1964).
- M.O.P. **Estudio Previo de Terrenos Corredor del Ebro.** Tramo Tárrega-Vendrell. (1972).
- M.O.P. **Estudio Previo de Terrenos.** Enlace Barcelona Pirineos. Tramo Manresa-La Poble de Lillet. (1973).

- Ministerio de Planificación del Desarrollo. **Norma Sismorresistente P.G. S-1 (1968) Parte A**. Boletín Oficial del Estado. Gaceta de Madrid nº 279. (1974).
- Instituto Hidrográfico de la Marina. **Mar Mediterráneo Costa E de España (nº 119), de Cabo de la Nao a Punta del Llobregat incluyendo las Islas Baleares**. (1971).
- Instituto Hidrográfico de la Marina. **Mar Mediterráneo Costa E de España (nº 871), de Punta Paloma al Río Llobregat**. (1971).
- Instituto Hidrográfico de la Marina. **Mar Mediterráneo Costa E de España (nº 838), de Cabo Tortosa a Punta Paloma**. (1972).
- Servicio Geográfico del Ejército. **Base topográfica 1:200.000 de la Hoja nº 42/9-5. Tarragona**. (1968).