

MINISTERIO DE INDUSTRIA

DIRECCION GENERAL DE MINAS

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

HOJA	7-7
	55

00267

MAPA GEOTECNICO GENERAL

LIRIA



4/25/05

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

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

LIRIA

HOJA 7-7/55

SERVICIO PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA

El presente estudio ha sido realizado por Proyectos e
Informes Geológicos y Geotécnicos (GEOPRIN, S.L.)
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. 7.442-1975

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

INDICE

1. INTRODUCCION	1
2. DESCRIPCION DE FACTORES CON INCIDENCIA GEOTECNICA	3
2.1. Características físico-geográficas	3
2.2. Bosquejo geológico	6
2.3. Criterios de división y características generales de las áreas	9
2.4. Formaciones superficiales y sustrato	14
2.5. Características geomorfológicas	21
2.6. Características hidrológicas	26
2.7. Características geotécnicas	29
3. INTERPRETACION GEOTECNICA DE LOS TERRENOS	35
3.1. Terrenos con condiciones constructivas muy desfavorables	35
3.2. Terrenos con condiciones constructivas desfavorables	36
3.3. Terrenos con condiciones constructivas aceptables	37
3.4. Terrenos con condiciones constructivas favorables	38
3.5. Terrenos con condiciones constructivas muy favorables	40
BIBLIOGRAFIA	41

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 Hoja estudiada corresponde a la designada con la numeración 7-7 del Mapa Topográfico Nacional a E 1:200.000 y está situada prácticamente en el centro de la región levantina. Geográficamente las coordenadas que limitan la zona son:

Longitud: $0^{\circ} 31' 10'' 8 - 1^{\circ} 51' 10'' 6$

referida al meridiano de Greenwich dato Europeo, y

Latitud: $39^{\circ} 20' 04'' 5 - 40^{\circ} 00' 04'' 6$

Administrativamente la forman, más o menos parcialmente, las provincias de Cuenca, Teruel, Castellón de la Plana, Valencia y Albacete. Tan sólo los terrenos de Valencia y Cuenca están ampliamente representados, ocupando en su casi totalidad la superficie de la Hoja. En su borde SO, asoma la provincia de Albacete; al NE, algo mejor representadas, las provincias de Teruel y Castellón de la Plana.

Los núcleos de población más importantes se agrupan a lo largo de la carretera nacional III, Madrid-Valencia (Minglanilla, Utiel, Requena y Buñol) y en la región prelitoral valenciana: Cheste, Benaguacil, Liria, Ribarroja de Turia y Puebla de Vallbona. En el ángulo NE, y ya en la provincia de Castellón, Viver, Jerica y Caudiel.

La densidad demográfica es baja en la parte occidental de la Hoja, ocupada por las provincias de Cuenca, Teruel y Albacete, con densidades de población de 15,75, 22,71 y 12,77 hab/km² respectivamente. Valencia y Castellón de la Plana con índices de densidad de población mucho más altos: 146,63 hab/km² para la primera y 54,82 hab/km² para la segunda. De todas formas hemos de hacer notar que el máximo de concentración de

población, en la región valenciana, está situado ligeramente al E del borde oriental de esta Hoja.

Se puede afirmar que el índice industrial corre paralelamente a la evolución demográfica de la región. Casi inexistente en la parte occidental y N de la área en estudio (máximo de municipios con población regresiva), estabilizado y en claro desarrollo en el resto (máximo de municipios estables y progresivos), influencia lógica de la gran zona industrial desarrollada alrededor de Valencia.

Desde un punto de vista morfológico, esta zona ofrece una gran disparidad. Por un lado la región de La Meseta que ocupa la parte SO y central de la Hoja. Corresponde al extremo oriental y nor-oriental de La Mancha, con altitudes medias que alcanzan los 700-800 m. Por otro, la zona de las llanuras prelitorales, pertenecientes a la Llanura Valenciana, con cotas medias de 150 a 200 m, y, finalmente, la Serranía de Cuenca (Macizo de Albarracín) y Sierra de Javalambre, separadas por el Corredor del Turia, que se sitúan en la parte N, centro y SE de la Hoja, con alturas que oscilan ampliamente entre los 800 y 1.400 m, y con altitudes máximas de 1.679 m (Moreno), en el Javalambre. Las pendientes topográficas, en esta zona, son muy frecuentemente, superiores al 30 por ciento.

La red hidrográfica existente se incluye en su totalidad en la vertiente mediterránea, estando comprendida en las cuencas del Júcar.

Los cursos de régimen continuo son escasos (Palancia y Turia, que desembocan en el Mediterráneo, y Magro y Cabriel, afluentes del Júcar por su margen izquierda). El resto de los canales son por lo general intermitentes y de poco caudal, funcionando muchos de ellos, sobre todo en la región SE, con un régimen de ramblas.

Los caudales medios, medidos a lo largo de una serie de años, en las distintas estaciones de aforos —situadas en la Hoja a E 1:200.000 de Liria— del río Turia dan valores que oscilan entre 8,83 y 14,4 m³/s, estando su aportación en hectómetros cúbicos comprendida entre valores de 279 y 454.

En el río Cabriel, entre 5,78 y 18,6 m³/s, para el caudal medio de la serie de años y valores de 183 a 588 de aportación en hectómetros cúbicos, media serie de años.

CLIMATOLOGIA Y METEOROLOGIA

Para el estudio de las condiciones climáticas de la Hoja se ha consultado una serie de publicaciones específicas editadas por el Servicio Meteorológico Nacional y Ministerio de Obras Públicas (Dirección General de Carreteras). También se han estudiado, a lo largo de una serie de años, las características termopluviométricas de las siguientes estaciones ubicadas en la zona: Yemeda, Bugarra, Buñol, Chelva, Requena, Siete Aguas y Utiel.

Los datos que a continuación exponemos hacen referencia a: Temperaturas, Precipitaciones, Vientos dominantes e Índices climáticos.

Temperaturas

La temperatura media anual, determinada para un período de 30 años (1931-60), varía entre 10° C en la parte NO de la Hoja y 17° C en la zona suroriental que corresponde a la Huerta Valenciana.

Considerada la variación por meses, las temperaturas medias oscilan entre los 10° C y los 20° C en la zona de Serranía y entre los 7° C y los 24° C en la zona de la Huerta. (Datos referidos en ambos casos a los meses de enero y agosto, en el período de 1931-60).

Las máximas absolutas, en el mismo período, fueron de 36° C en el borde Septentrional de la Hoja y 42° C en el extremo Sur-oriental. Las mínimas absolutas señalaron -20° C en una región bastante amplia del NO y una temperatura que en ningún caso bajó de -10° C en toda la llanura prelitoral.

El valor medio anual del número de horas de sol en el período 1931-60 varía entre 2.700 en la parte S y Oriental de la Hoja a 2.500 en el borde centro-septentrional de la región en estudio.

Precipitaciones

El valor medio de la precipitación anual es de unos 400 mm en casi toda la zona, alcanzando los 500 mm en el ángulo nor-occidental. El número anual medio de días de lluvia, en el período 1931-60, fue de 60 a 70 en casi toda la Hoja y de 80 en el borde septentrional.

La humedad relativa media es mínima en la zona de precipitación máxima (45 %), mientras que llega a un 65 por ciento en la zona prelitoral valenciana.

Las medias mensuales de precipitación oscilan entre 10-30 mm/mes, en el mes de julio, a 50-70 mm/mes, en el mes de octubre.

El número medio de días con precipitación de nieves fue de 1 día en las zonas llanas y hasta de 10 días en las cumbres de la Serranía.

Vientos dominantes

En la parte oriental de la Hoja se establece un claro ciclo alternante de direcciones dominantes del viento, de abril a septiembre en dirección E y de octubre a marzo en dirección O. En la región de la Serranía, la dirección predominante del viento es en sentido O, en los meses de mayo a septiembre, y NO en el resto de los meses.

Indices climáticos

Interesa ahora determinar el coeficiente medio anual de reducción climatológica 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 éstos repartidos en los 12 meses con arreglo a la tabla siguiente, en la que no 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 siguientes coeficientes medios anuales.

***Coefficientes medios anuales para 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
Albacete	0,790	0,747	0,967	0,476	0,654
Castellón	0,959	0,911	0,965	0,738	0,858
Cuenca	0,716	0,661	0,944	0,453	0,574
Teruel	0,701	0,657	0,955	0,368	0,527
Valencia	0,960	0,914	0,966	0,673	0,826

Interpretación climática

Dentro de la zona de estudio, que ha sido clasificada como de Clima Seco, se pueden distinguir tres dominios climáticos:

- a) La Llanura Prelitoral Valenciana, con clima semiárido y variaciones de temperatura estacionales y diarias relativamente poco marcadas; temperatura media anual alta, humedad relativa elevada y 2.700 horas de sol aproximadamente. Pluviosidad muy escasa, con valores de precipitación máxima en 24 horas muy altos, correspondiendo a octubre o primeros de noviembre.
- b) Serranía de Cuenca y Javalambre. Caracterizado por un clima seco subhúmedo, con marcadas variaciones estacionales y diarias de temperatura. Temperatura media anual intermedia y humedad relativa baja. El número de horas de sol oscila entre 2.500 y 2.600; pluviosidad escasa, y valores altos de precipitación máxima en 24 horas.
- c) Región nor-oriental de La Mancha, con clima semiárido, y variaciones de temperatura, estacionales y diarias, marcadas; temperatura media anual de intermedia a alta, humedad relativa baja y 2.700 horas anuales de sol. Pluviosidad muy escasa, con valores de precipitación en 24 horas de altos a muy altos.

2.2. BOSQUEJO GEOLOGICO

Es evidente que un conocimiento lo más detallado posible de las características litológicas, litoestratigráficas y tectónicas (discordancias, estructuras, etc.) de la zona en estudio resulta imprescindible para una acertada interpretación de los datos geotécnicos. A continuación se realiza esta síntesis, poniendo especial interés en las circunstancias que por su naturaleza tienen mayor implicación.

Las rocas

Si se exceptúan unos pequeños asomos de materiales paleozóicos en el borde NO de la Hoja, el resto de la región está compuesto por facies carbonatadas, detríticas principalmente y evaporíticas. Conforme a su cronoestratigrafía se distinguen:

Materiales Paleozóicos

Constituyen el grupo menos importante, y se pueden diferenciar las siguientes unidades de índole litoestratigráfica.

- a) Pizarras y esquistos, cuarcitas en bancos y alternancia de cuarcitas y pizarras. Las pizarras en general son arenosas, arcillosas y de colores grisáceos, presentando una acentuada pizarrosidad. Esta serie se encuentra plegada y puede corresponder al Ordovícico Inferior-Silúrico Superior.
- b) Calizas con tramos de pizarras y areniscas, y al techo cuarcitas en bancos: Edad, Devónico Inferior-Superior.
- c) Pizarras, con intercalación de niveles con carbón y areniscas. Esta unidad descansa discordantemente sobre las anteriores y se puede atribuir al Carbonífero Superior.

Materiales Mesozóicos

Se encuentran muy bien representados en toda la Hoja y con una gran diversidad de facies. Desde un punto de vista litológico sus materiales pertenecen a uno de estos tres grandes grupos: carbonatado, detrítico o químico.

De muro a techo se distinguen las siguientes unidades:

- d) Conglomerados silíceos, brechas, arcillas rojas abigarradas, a veces yesíferas, y arenisca roja en bancos. Esta formación alcanza varios centenares de metros de espesor y está bien representada en el ángulo NO de la Hoja. Sus materiales se atribuyen, clásicamente, al Buntsandstein y reposan indistintamente sobre el resto de las unidades ya descritas.
- e) Calizas dolomíticas, dolomías, calizas tableadas, margas dolomíticas y a veces arcillas yesíferas y yesos. Esta serie presenta espesor variable, como media de 60 a 100 m. Está fuertemente tectonizada y su edad sería Muschelkalk.
- f) Esta serie está formada por un conjunto de facies de espesor no bien determinado, preferentemente arcilloso-yesíferas, aunque se pueden encontrar también delgadas intercalaciones de areniscas blancas y rojas, calizas dolomíticas en bancos, dolomías celulares finamente estratificadas y ofitas. Se presenta en campo fuertemente distorsionada y, como resultado, con una estratigrafía confusa. Alcanza un desarrollo espectacular en el borde externo del Javalambre y aflora ampliamente en todo el conjunto de la Hoja; su edad sería Keuper.
- g) Esta serie pertenece fundamentalmente al grupo carbonatado. Está compuesta por dolomías, calizas dolomíticas, carniolas, calizas tableadas, calizas oolíticas y pisolíticas; hacia el techo predominan las calizas margosas, margo-arenosas y las margas. Los cambios de facies pueden ser importantes de un punto a otro de la zona, y su espesor, aunque normalmente considerable, puede verse reducido, bien por circunstancias tectónicas, bien por paleogeográficas. En ese conjunto litológico está representado, sin duda, casi todo el Jurásico.
- h) Se diferencian dos grupos desde un punto de vista litológico, uno basal, con arenas, arenas caoliníferas, areniscas, arcillas, margas, conglomerados, alguna caliza y lechos de lignito, predominando en general las arcillas y arenas arcillosas. Otro medio-superior, principalmente carbonatado: calizas, calizas dolomíticas, margas y a veces alguna arenisca.

Los cambios de facies son muy aparentes en toda la formación basal, así como las variaciones de espesor. La parte media-alta es mucho más constante en sus facies. La potencia total de estas series alcanza varios centenares de metros y su edad sería Cretácico Inferior-Superior.

Materiales Terciarios

- i) Conjunto de materiales que presentan una variada litología y abundantísimos cambios laterales de facies. Se pueden encontrar arcillas, conglomerados, areniscas, brechas, margas, calizas y en ámbitos muy reducidos yesos, arcillas yesíferas, creta lacustre y lignitos. El espesor de estas formaciones es variable y dependiendo en general del relieve subyacente. Su edad está comprendida, muy posiblemente, desde el Cretácico Superior al Mioceno Terminal.

Materiales Cuaternarios

- j) Se refiere este último apartado a los depósitos cuaternarios. Su composición litológica dependerá, lógicamente, de la posición que ocupe sobre los distintos ámbitos litológicos ya descritos. Pueden distinguirse: gravas, calizas y silíceas, arenas, arcillas, limos fluviales, costras, travertinos, etc. Su potencia es reducida, aunque en la Llanura Prelitoral Valenciana estos depósitos pueden alcanzar gran espesor.

La Tectónica

El rasgo principal es la marcada directriz ibérica de las estructuras y el efecto secundario de las inyecciones diapíricas del Keuper, que retoca y transforma localmente los accidentes tectónicos más antiguos. Solamente al SE de la Hoja se observa, en una zona de transición, directrices alpinas. Nos encontramos, pues, en conjunto, ante una tectónica de tipo germánico.

Las fases tectónicas más antiguas conocidas en la zona pertenecen a la orogenia hercínica. Posteriormente, las series paleozóicas, ya plegadas, sufren un proceso de arrasamiento, seguido de deformaciones de amplio radio que se fracturan dando una compartimentación en "horts" y "grabens". Sobre ese paleo-relieve, ya fuertemente marcado, se inicia la sedimentación de los materiales mesozóicos. Los depósitos plásticos, arcillosos-yesíferos del Keuper, actúan como un nivel de despegue sobre el que flotan el resto de los materiales mesozóicos.

Interesa señalar ahora, sobre todo teniendo en cuenta que pueden influir en las características geotécnicas posteriores de los sedimentos, las discordancias más importantes. Los movimientos Kiméricos han debido tener poca importancia en la región, y las variaciones de facies y de espesor, así como la posible ausencia de los depósitos jurásicos en algunas zonas, se pueden deber a fenómenos epirogenéticos que determinaron áreas ausentes de sedimentación por pulsaciones, transgresivas o regresivas. Mayor importancia parece haber tenido la fase Neokimérica que produjo la emersión, plegamiento y erosión del jurásico, cuyo relieve quedó fosilizado por el Cretácico Inferior.

Una segunda fase, aunque de menor importancia que la anterior, es la que se establece entre el Cretácico Inferior y el Superior (Fase Aústrica). Se produjo nuevo plegamiento y erosión de los materiales ya depositados.

Como elementos importantes en la historia tectónica de la región, ya que han configurado básicamente la estructura de la área, son las fases acaecidas entre el Oligoceno Medio-Superior y Mioceno Inferior. Finalmente las fases waláquica y rodánica, junto con los fenómenos epirogenéticos recientes, dan el aspecto tectónico actual de la zona.

2.3. CRITERIOS DE DIVISION Y CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS AREAS

Los factores con incidencia geotécnica son múltiples y oscilan entre una amplia gama de valores. Su descripción para unos terrenos tan variados como los de nuestra Hoja sería, por tanto, muy complicada si no se recurriese a una serie de simplificaciones progresivas.

En primer lugar, todos los terrenos de la Hoja se han clasificado en unidades geotectónicas con personalidad geográfica marcada. Posteriormente, dentro de estos grandes grupos se ha procedido a una clasificación de segundo orden por criterios macrogeomorfológicos. No puede pretenderse que los suelos que integran cada unidad de clasificación de segundo orden posean propiedades mecánicas homogéneas; pero indudablemente se podrá establecer en cada caso una cierta personalidad geotécnica, basándose en los valores predominantes.

En segundo lugar, cuando se desarrolle cada uno de los factores, se agruparán todos los materiales siguiendo un criterio litológico y buscando un comportamiento similar de cada grupo ante el factor de que se trate en cada caso.

CRITERIOS DE DIVISION GEOTECNICA

De acuerdo con un criterio geotectónico se han formado tres regiones con una marcada personalidad geográfica, que se han llamado La Mancha, Llanuras Prelitorales y Serranía. Los rasgos distintivos de cada una de ellas son los siguientes:

Región I. La Mancha

Forma parte de la inmensa región del mismo nombre que penetra en la Hoja por su ángulo SO.

Sus cotas medias oscilan entre 750 y 800 m, pudiendo asimilarse a la parte alta de la submeseta S.

Morfológicamente es una llanura miocena que ofrece, en ocasiones, un relieve alomado y que está cortada por el cauce del Cabriel y de sus afluentes, que se encajan hasta una profundidad superior a los 200 m.

En las proximidades de Utiel y Requena aparece colmatada por cuaternarios potentes, subsistiendo en toda la región relieves residuales y cerros testigos aislados.

El clima es continental y seco. La humedad relativa es baja y la pluviosidad y neviosidad muy escasa.

Región II. Llanuras Prelitorales

Esta región, situada en el ángulo SE de la Hoja, constituye una prolongación de las llanuras costeras valencianas.

La morfología típica es la de llanuras escalonadas con abundantes relieves residuales y cerros testigos mesozóicos, estando gran parte de la región colmatada por materiales cuaternarios.

El clima tiene una sensible influencia mediterránea, con alta humedad relativa y oscilaciones de temperatura relativamente suaves.

Existen cultivos de cítricos y otros frutales, y extensas huertas.

La región puede clasificarse de progresiva y está densamente poblada.

Región III. Serranía

Ocupa toda la mitad N de la Hoja y avanza hasta la extremidad meridional, con ancho espolón que separa La Mancha de las Llanuras Prelitorales.

Desde un punto de vista geotectónico, la región pertenece al Sistema Ibérico y está integrada por materiales, fundamentalmente de edad mesozóica.

Se trata de una zona compleja y variada, con grandes diferencias puntuales, pero con una cierta homogeneidad de alturas medias, paisajes, y climatología que la distinguen netamente de las dos regiones mencionadas anteriormente.

El clima es continental y extremo, algo suavizado por la relativa proximidad al Mediterráneo.

Las formas más extendidas son los paisajes ruiniformes, el desarrollo de muelas, los valles en uve, los valles en curva y los paisajes en graderío.

Los cultivos son escasos y la concentración urbana muy baja, con un carácter marcadamente regresivo.

Las regiones definidas en el punto anterior se han dividido en áreas de acuerdo con un criterio macrogeomorfológico. Estas unidades de clasificación se designan con el número romano de la región de que forma parte afectado de un subíndice en numeración árabe que designa su número particular de orden dentro de la misma.

La región de La Mancha se ha subdividido en tres áreas; la región de las Llanuras Prelitorales en dos, y la región de la Serranía en seis. Los criterios que han servido de base para esta clasificación son los siguientes:

Area I₁

Ocupa la parte occidental de la región de La Mancha. Presenta un paisaje tabular, cuestas poco marcadas y valles de fondo plano. Los interfluvios están muy desarrollados y existen frecuentes suelos pardo-rojizos y rojos, con horizontes angílicos formados, a veces, sobre fondos pedregosos.

Area I₂

Ocupa el centro de la región de La Mancha. El paisaje es alomado-abarrancado. El hecho más marcado es la acción remota de las torrenteras y arroyos que desembocan en el Cabriel; aunque, en la actualidad, la área está estabilizada. Se desarrolla un marcado relieve en graderío con pronunciadas cuestas.

Area I₃

Ocupa la parte oriental de la región de La Mancha. Podría llamarse Llanuras de Utiel y Requena, con lo que queda definida la situación y el tipo de paisaje que presenta. Se trata de un conjunto de glacis imbricados, del tipo de acumulación, que lateralmente pasan a glacis ladera.

Area II₁

Ocupa la parte N de la región Llanuras Prelitorales. Representa una zona de colmatación y relleno cuaternario, con desarrollo de glacis en los relieves testigos o marginales. Ramblas, y conos de deyección alrededor de los exutorios principales de los relieves mesozóicos.

Area II₂

Ocupa la parte S de la región Llanuras Prelitorales. La colmatación cuaternaria es menos marcada y los relieves testigos mucho más abundantes que en el caso anterior. El paisaje es alomado.

Area III₁

Situada en la parte oriental de la región Serranía. Su relieve es el típico de corredores y el conjunto sumamente característico.

Area III₂

La ciudad de Titaguas ocupa su centro, y el rasgo más característico de su paisaje es el desarrollo espectacular de mesas y muelas.

Area III₃

Constituye la Serranía propiamente dicha y ocupa la mayor parte de la región de su nombre.

La morfología es variada y compleja con influencia clara de las alineaciones estructurales. Las formas son muy numerosas, por lo que se renuncia a su detalle. Es perfectamente reconocible una superficie antigua sobre los 1.200 m. Espectacular desarrollo de glacis de ladera, conos de deyección y productos de arroyada. Interfluvios poco desarrollados.

Area III₄

Situada al NO de la región llamada Serranía, constituye un asomo de los materiales terciarios de la cuenca de Calatayud-Teruel. El relieve llano o intermedio la diferencian claramente de los abruptos terrenos que la rodean.

Area III₅

Constituye un gran golfo o entalladura en la Serranía y ocupa su borde occidental. Se trata de materiales mesozóicos peniplanizados por los agentes erosivos. Podría definirse como un glacis desarrollado sobre materiales competentes (pediment), existiendo también

algún cono testigo y algún relieve residual; restos de una superficie más antigua. Los desniveles, muy localizados, próximos a los 200 m, dejando amplios interfluvios. En esas cuestas se desarrolla un amplio relieve en graderío, como consecuencia de la alternancia de las capas duras y blandas del Cretácico Inferior.

Area III₆

Constituye un asomo de la Sierra del Javalambre, que entra en la Hoja por el N.

Se trata de un modelado periglacial, con fenómenos de criofracción y valles en cuna. La altitud media de la área es la más elevada de la Hoja, oscilando entre 1.300-1.400 m, si bien existe un nivel de cumbres con cotas superiores a los 1.600 m.

CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS AREAS

Area I₁

La litología predominante es la de arcillas compactas. El tipo de relieve sensiblemente llano. La estabilidad geomorfológica perfecta. Los materiales son prácticamente impermeables y el drenaje es deficiente. Las características mecánicas son medias o altas y los movimientos de tierra sencillos y baratos. Las condiciones constructivas son favorables, salvo en el centro de la área, en que son desfavorables.

Area I₂

La litología predominante es la de arcillas compactas; pero existen depósitos sueltos de granulometría variada y un enclave de arcillas yesíferas. El tipo de relieve predominante es el llano; pero en el curso del Cabriel se dan relieves intermedios y abruptos. Existe inestabilidad de diversos grados en las proximidades del mencionado río, así como en el enclave de arcillas yesíferas, siendo el resto de la área completamente estable. Los materiales son impermeables en una mayoría, exceptuando los depósitos sueltos; las condiciones de drenaje son variadas como consecuencia de los diferentes valores de la permeabilidad y el relieve, existiendo drenaje desfavorable en más de la mitad de la área. Las características mecánicas oscilan entre medias y muy bajas, pero predominando las primeras. Los movimientos de tierra serán baratos o de costo medio. Las condiciones constructivas predominantes son las favorables, pero existen zonas en que se dan condiciones constructivas desfavorables e, incluso, muy desfavorables.

Area I₃

La litología predominante es la mezcla de gravas, arcillas y arenas en proporciones variables. El relieve es sensiblemente llano y la estabilidad geomorfológica perfecta. Los materiales tienen una buena permeabilidad y el drenaje será favorable en la inmensa mayoría de la área. Las propiedades mecánicas variarán de una forma puntual entre valores bajos y muy altos. Los movimientos de tierra serán sencillos y baratos. Las condiciones constructivas son aceptables o favorables.

Area II₁

Predomina la litología a base de mezclas de gravas, arenas y arcillas, existiendo enclaves carbonatados y superficies ocupadas por arcillas compactas. El relieve es sensiblemente llano, en general, y la estabilidad geomorfológica perfecta. Predomina la permeabilidad alta y el drenaje favorable. Las características mecánicas son medias o bajas y los movimientos de tierra sencillos y baratos. Las condiciones constructivas oscilan entre aceptables y favorables.

Area II₂

Predomina la litología a base de arcillas de baja plasticidad compactas y de arcillas yesíferas muy plásticas, existiendo también enclaves carbonatados. El relieve es llano, excepción hecha de la mitad meridional de la área, donde también concurre una inestabilidad más o menos acusada, mientras que en el resto de la misma la estabilidad es perfecta. Los materiales son impermeables, y gran parte de la área presenta desfavorables condiciones de drenaje. Las características mecánicas son muy variadas, remitiéndose a la cartografía correspondiente por la dificultad de dar reglas generales en este resumen. Los movimientos de tierra serán baratos, excepto en las zonas abruptas del S de la área. Condiciones constructivas favorables, excepto en el extremo meridional.

Area III₁

La litología predominante es la de arcillas yesíferas de alta plasticidad. El relieve es abrupto o montañoso, y existe una completa inestabilidad. Los materiales son impermeables; pero existen condiciones de drenaje favorables. Las características mecánicas son muy bajas, y los movimientos de tierra de costos muy elevados. Condiciones constructivas muy desfavorables en general.

Area III₂

La litología predominante es arcillosa, existiendo también arenas, margas y calizas en proporciones más minoritarias. El relieve es abrupto o montañoso y existe una moderada inestabilidad. Los materiales son impermeables, pero las condiciones de drenaje son favorables. Las características mecánicas son bajas o medias y los movimientos de tierras de costo elevado. Condiciones constructivas generalmente desfavorables.

Area III₃

Litología fundamentalmente carbonatada, y en menor medida materiales silíceo-clásticos cementados. Relieve abrupto o montañoso y estabilidad geomorfológica buena. Materiales permeables y condiciones de drenaje favorables. Características mecánicas altas o muy altas y movimientos de tierras de costo elevado o muy elevado. Las condiciones constructivas son favorables o aceptables.

Area III₄

Litología variable entre arcillosa y carbonatada. Relieve generalmente llano y estabilidad completa salvo en una banda de arcillas yesíferas en el centro de la área. Materiales de baja o media permeabilidad y condiciones de drenaje aceptables o deficientes. Características mecánicas generalmente altas o medias, y movimientos de tierras de costo moderado. Las condiciones constructivas son favorables o aceptables.

Area III₅

Litología carbonatada. Relieve sensiblemente llano y estabilidad completa. Permeabilidad baja y condiciones de drenaje aceptables. Características mecánicas excelentes y movimientos de tierras de costo bajo o moderado. Las condiciones constructivas son muy favorables.

Area III₆

Litología predominantemente de calizas y margas. Relieve abrupto o montañoso. Estabilidad completa. Permeabilidad baja. Drenaje favorable. Características mecánicas excelentes y movimientos de tierras de costo elevado. Predominan las condiciones constructivas aceptables.

2.4. FORMACIONES SUPERFICIALES Y SUSTRATO

Se han agrupado los distintos materiales que componen la zona estudiada en dos grandes grupos. El primero se ha denominado formaciones "superficiales". En él se incluye el conjunto de depósitos en general poco consolidados que se caracterizan, principalmente, por su morfología y génesis, más que por sus características litológicas. Estos materiales se distribuyen irregularmente por toda la superficie de la Hoja y representarían la acción combinada de diferentes agentes que han construido esos depósitos y modelado el relieve hasta darle su forma actual.

En el segundo grupo, denominado "sustrato", se incluyen el resto de las formaciones que se desarrollan por debajo de las llamadas "superficiales". Los materiales que componen el sustrato son de variada litología y génesis. Unos se han formado en ambiente marino, otros en continental o mixto. Algunos, como los pertenecientes al paleozóico, han sufrido, posteriormente a sus depósitos, una serie de procesos que les han hecho cambiar sustancialmente sus características físicas, químicas y mecánicas.

En ambos casos las formaciones "superficiales" y "sustratos" se han desglosado en una serie de subgrupos, atendiendo a sus características litológicas principales y posición estratigráfica, para los materiales que componen el "sustrato", y génesis y forma para las formaciones "superficiales".

En el mapa adjunto se han cartografiado sintéticamente, dado la escala de trabajo, las características litológicas de la región, de acuerdo con la clasificación en subgrupos que a continuación vamos a exponer. También se incluye una ficha resumen de las distintas litologías que componen las unidades de segundo orden en que se ha dividido la Hoja.

FORMACIONES SUPERFICIALES

Arenas y arcillas con recubrimiento de limos arenosos — Q_a

Estos depósitos se encuentran ligados al cauce actual de los ríos y están repartidos anárquicamente por toda la Hoja. Proceden, principalmente, de la erosión de las áreas con areniscas, arcillas, margas, calizas, etc. Su posición a lo largo del perfil del río depende de la relativa estabilidad del mismo. Por lo general, estos depósitos se disponen en aquellos cursos con fondos de valle amplios y laderas de valle desarrolladas y tendidas.

La presencia de limos arenosos sobre el producto estrictamente aluvial, se justifica por la acción areolar y de inundación, por crecidas, del valle aluvial.

Su espesor es en general reducido o muy reducido. Se aprovechan industrialmente sus arenas, aunque en algunas zonas el equivalente en arena puede no alcanzar un punto óptimo.

Gravas gruesas y arenas — $Q_a/2$

Depósitos ligados al fondo actual de las ramblas. Se distribuyen en la parte oriental de la área en estudio. Su distribución granulométrica es muy heterogénea, debido a su forma peculiar de transporte y al aporte lateral de material que proviene de las paredes de las propias ramblas, por socavación y posterior hundimiento de las mismas. El espectro litológico está compuesto, en buena medida, por elementos calizos.

Estos aluviales se presentan sueltos, con matriz arenosa y con ausencia, en general, de finos. Su utilización industrial es muy escasa y podrían usarse como áridos de baja calidad.

Arcillas, arenas y limos — $Q_a/3.5$

Depósitos ligados al cauce actual de los ríos. Están bien representados en la Área I₁. Ocupan fondos de valle amplios, con paredes ligeramente verticales pero de poco desarrollo. Proviene del arrastre y lavado de las series terciarias (arcillas, margas, areniscas, etc.), que se desarrollan en esa área, con una red principal bien jerarquizada, pero con densidad de drenaje poco acentuada. El espesor de esta unidad es reducido y su aprovechamiento industrial carece de interés.

Gravas cementados con matriz arenosa-arcillosa — $Q_c/2$

Depósitos coluviales. Están distribuidos por toda la Hoja, pero alcanzan un gran desarrollo en la parte centro-oriental de la misma. La distribución espacial y geométrica de estos depósitos determinan gran cantidad de formas topográficas. Se caracterizan litológicamente en general por su débil poligenismo y clasificación mala a media. Su cementación es debida a procesos edafogénicos (desarrollo del horizonte Ca que en profundidad empasta al material coluvionar) y sin duda a los propios procesos de disolución del material calizo que contenga el coluvión. Las características globales de estos depósitos dependerán del ámbito morfo-litológico donde se desarrollen, de las pendientes y del clima. Su espesor variará desde reducido a importante. Su aprovechamiento industrial

queda limitado para áridos de baja calidad y materiales de relleno susceptibles de compactación.

Gravas y areniscas con arcillas y arenas — Q_d

Conos de deyección. Depósitos que se disponen al pie de relieves medios o montañosos y que pueden alcanzar gran extensión superficial y espesores importantes. Sus características litológicas están ligadas a las de las áreas, de las cuales proceden. Están bien repartidos en el borde NE de la Hoja. La clasificación oscilará de mala a buena y su poligenismo litológico puede ser acusado. Su aprovechamiento industrial presenta características similares al apartado anterior, aunque superado por su mejor clasificación.

Arcillas con arenas y gravas, conglomerados, areniscas y arcillas — Q_f , $Q_{f/7}$

Depósitos fluviales desconectados del cauce actual de los ríos. Se han distinguido dos unidades a pesar de la gran semejanza litológica que presentan, por predominar en una de ellas las arcillas. Estas formaciones detríticas, con posición cronológica discutida, tienen por lo general espesores entre 2 y 5 m, y se apoyan, indistintamente, sobre materiales de distinta edad. Depósitos, con clara edad cuaternaria, reposan sobre ellos. Se distribuyen, preferentemente, en la área 12. Estos materiales se presentan sueltos, y los tamaños medios de las gravas y conglomerados son pequeños. Su uso industrial para áridos puede quedar limitado por la reducida escala granulométrica que presentan y la posible abundancia de finos.

Travertinos y tobas — Q_k

Estos depósitos se encuentran muy bien representado en la Región III y buena parte de la Región II. Se distinguen dos procesos distintos en su formación. El primero estaría relacionado con las surgencias de tipo Kárstico; el segundo está ligado con los cursos fluviales, dando como resultado terrazas travertínicas, tal como se puede observar en el corredor de Chelva. Su espesor puede ser importante. Desde un punto de vista industrial estos materiales se pueden emplear como rocas de construcción.

Arcillas, arenas, limos, gravas cementadas y costras calcáreas — Q_p

Depósitos poligénicos. Se distribuyen ampliamente en la zona central y oriental de la Hoja. Su génesis es muy compleja y se presenta en campo como un conjunto de depósitos de distinto origen (coluviones, depósitos fluviales, suelos, etc.), pero estrictamente relacionados, muy a menudo, unos con otros por sucesivos cambios verticales y laterales de facies. Su espesor puede llegar a ser muy importante. Interesa destacar que coronando esas formaciones se desarrollan costras calcáreas, a veces con potencia próxima a 1 m, y encima horizontes argílicos bien desarrollados, de origen edáfico (suelos rojos mediterráneos, pardos y pardo-rojizos). Su aprovechamiento industrial, como áridos de distinta calidad, puede verse limitado por la fuerte cementación que a veces presentan estos materiales.

Gravas cementadas, arenas, arcillas y limos — Q_t

Depósitos de terrazas. Se distribuyen, las mejores desarrolladas, a lo largo de los ríos principales que cruzan la Hoja, y colocadas sobre los cauces actuales de los mismos, con distinta cota relativa. El espesor visto en campo no sobrepasa los 2-3 m. Su composición litológica es variada, pero en muchas zonas predominan las gravas calizas; en general la matriz que une los cantos, es arcillosa-arenosa. Su aprovechamiento industrial está limitado a los áridos, con una amplia gama de calidades.

SUSTRATO

Materiales terciarios

Arcillas, conglomerados, calizas y areniscas — $T_{5/2-6}$

Esta facies se distribuye, principalmente, en la Región I y II, con espesores que pueden alcanzar fácilmente, en algunos puntos, más de 200 m. En realidad es una sucesión alternante de arcillas rojas, con conglomerados, areniscas, margas y calizas interestratificadas con ellas. Ocasionalmente aparecen lechos de lignito de muy reducida potencia y extensión lateral. Su aprovechamiento industrial puede ser múltiple: productos cerámicos, rocas para la construcción, etc.

Arcillas, margas y calizas — $T_{5/105-12}$

Ocupan una pequeña zona dentro de la área I₂. Su espesor visible no sobrepasa los 50-60 m. La coloración de estas series es de un fuerte tono rojizo. Estratigráficamente, están situadas por debajo de las tablas margo-calizas del Páramo. Sería una alternancia de arcillas rojas con delgados bancos de margas blancas y calizas. Su aprovechamiento industrial es semejante al de la unidad anteriormente descrita.

Calizas, conglomerados, arcillas y areniscas — $T_{12/2-5}$

Esta formación está escasamente representada en la Hoja. Serían facies locales y de ámbito restringido. Su espesor es variable y dependiendo, en la mancha más extensa cartografiada en el mapa adjunto, del relieve subyacente. A menudo las calizas se presentan como calizas travertínicas y con espesores discretos. Su uso industrial está reducido al medio rural como rocas de construcción.

Calizas y margas — $T_{12/105}$

Esta unidad corona las formaciones terciarias miocenas, dando un aspecto tabular a las zonas donde se presenta. Se encuentra bien representada en la Región I, y en parte de la II. Su espesor puede ser superior a los 20 m. El aprovechamiento industrial de estos materiales, en la zona, está enfocado como roca de construcción y para la obtención de cales.

Conglomerados calizos — T_{7/6}

Se disponen, con mayor o menor desarrollo, alrededor de los relieves mesozóicos. Su potencia es considerable en el borde sur-oriental de la Región III. En realidad se trata de brechas y bloques que lateralmente pasan a conglomerados con fracciones más finas intercaladas. Representan facies marginales del terciario superior. Su aprovechamiento industrial parece poco probable.

Yesos — T₁₄

Se disponen, básicamente, en la Región I. Su extensión superficial es reducida y sus espesores débiles por lo general. Ocupan posiciones estratigráficas distintas dentro de la serie regional de esta zona. Contienen muchas impurezas y a veces están finamente estratificados, presentando maclas en punta de flecha. No parece indicado su uso como aglomerante.

Creta lacustre, calizas, margas, arcillas, lignitos y yesos — T_{107/12-14}

Formación muy localizada, en los alrededores del pueblo de Fuencaliente, pero con espesor considerable, ya que puede alcanzar más de 250 m. Los lignitos se presentan en lechos finos o en capas de algunos metros de espesor, en las que antiguamente se han realizado labores de extracción. Las arcillas rojas yesíferas tienen un fuerte parecido con las facies del Keuper arcilloso-yesífero. El color de estos depósitos es variable, del blanco al abigarrado, y su aprovechamiento industrial parece limitarse a la explotación ocasional de los lignitos.

Materiales mesozóicos

Margas y calizas — S_{105/12}

Unidad bien representada en la Región III. Sería una alternancia de margas azules y verdosas, con calizas y finas intercalaciones de una marga calcárea compacta que se meteoriza y rompe en forma paralelepédica. Las margas azules y verdosas pueden alcanzar algunos metros de espesor. Su uso industrial puede tener interés para aglomerantes.

Calizas, calizas dolomíticas, calizas margosas, margas, arcillas y arenas — S_{12/105-5}

Esta formación está ampliamente distribuida en la Región III y ocasionalmente en la II. Su espesor puede ser considerable, predominando claramente el grupo de los carbonatos, en la mayoría de los afloramientos cartografiados en el mapa adjunto. (Como producto de alteración, son frecuentes las arcillas de descalcificación, pero siempre con espesores inferiores a los 0,10-0,20 m). Se utilizan industrialmente para la obtención de áridos, aglomerantes y rocas para la construcción.

Arcillas, margas y calizas — S_{5/105-12}

Estos depósitos se concentran, preferentemente, en la parte occidental de la Area III₃. Se presentan como una alternancia de margas y arcillas con colores variados (verdes, azules y abigarrados) y calizas. El espesor que pueden alcanzar las margas y arcillas es considerable, sobrepasando a veces los 30 o 40 m. Este conjunto litológico, por la alternancia de capas duras y blandas, se dispone como un típico relieve en graderío en muchas zonas. Su uso industrial está reducido, en la región, a rocas para la construcción.

Arenas y arcillas con lechos de lignitos — S_{3/5}

Materiales desigualmente distribuidos en toda la Area III₃. Se presentan en capas de arenas silíceas, de colores blancos, rojizos o abigarrados, que alternan con bancos de arcilla gris verdosa. A veces se intercalan niveles de lignitos. El espesor de estas series es muy poco constante, pero puede alcanzar un máximo de 60 m. Estos depósitos podrían tener interés para la industria del vidrio.

Arcillas y arenas caoliníferas entremezcladas con areniscas y conglomerados — S_{5/3}

Se distribuyen de forma irregular por la Región III y ocasionalmente en la II. Ocupan amplias extensiones de la Hoja, con espesores, a veces, de varios centenares de metros. Esta formación presenta en campo fuertes coloraciones rojizas debido al predominio, en su constitución, de paquetes arcillosos de color rojo ladrillo. Hacia el techo de la serie se dispone el nivel más característico de arenas caoliníferas, que son explotadas en toda la región para la obtención del caolín, cuyo uso principal se destina a productos cerámicos.

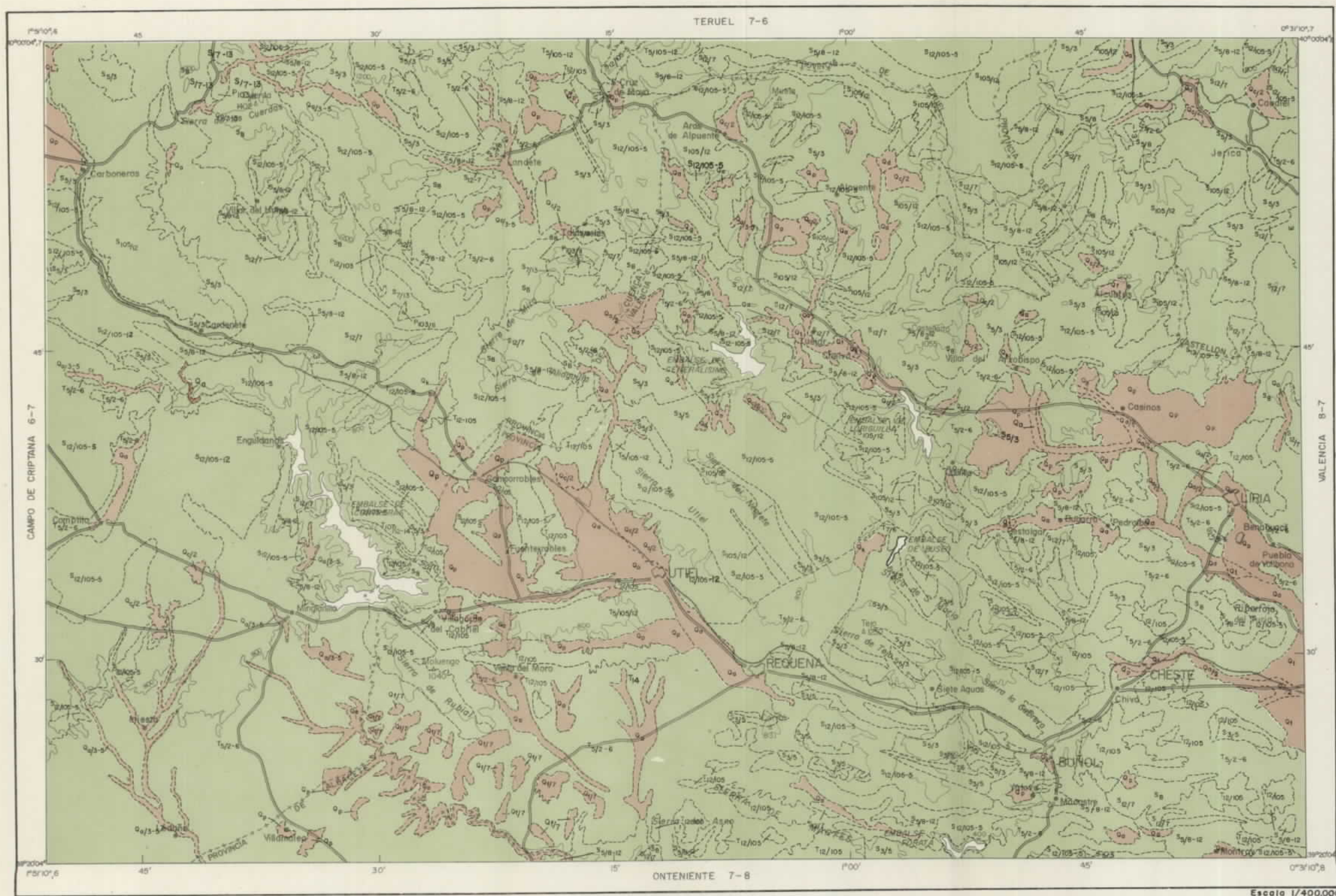
Arcillas abigarradas, arcillas yesíferas, yesos y ofitas — S_{5/8-12} ω

Estos materiales están repartidos en la Región III, donde ocupan amplias extensiones, en la Región II y ocasionalmente en la I. Predominan las arcillas y arcillas yesíferas, que presentan colores abigarrados. Los yesos, tableados o masivos, son blancos y a veces alabastrinos. El espesor de esta formación puede ser muy importante; las ofitas han sido localizadas en varios puntos de la Región III. Las formaciones de yesos son explotadas activamente para la industria de aglomerantes.

Calizas dolomíticas, carniolas, margas dolomíticas y yesos — S_{12/7}

Afloran en la Región III y II. Están fuertemente tectonizados, ya que reposan directamente sobre la unidad arcillosa-yesífera tratada anteriormente. Su composición litológica fundamental son las calizas y calizas dolomíticas en bancos o tableadas. Ocasionalmente encontramos algún tramo yesífero intercalado. Se utilizan industrialmente en la zona para aglomerantes y áridos.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS LITOLOGICAS
I	I ₁	Litología alternante de arcillas, areniscas, conglomerados, margas y calizas. Presencia, ocasional, de arcillas yesíferas. El resto está compuesto por materiales finos, de fondo de valle (arenas, arcillas y limos), suelos pardo-rojizos y costras sobre las tablas calizas, y depósitos, muy poco potentes, de laderas originados por el destrozo de los materiales subyacentes.
	I ₂	Alternancia de arcillas, areniscas, conglomerados, margas y calizas. Presencia, ocasional, de arcillas, calizas dolomíticas y lechos de lignitos. Distribuidos, anárquicamente, en el valle del río Cabriel, depósitos de gravas, conglomerados, areniscas y finos con potencia reducida. Predominan los fenómenos de erosión y arrastre. Se utilizan industrialmente los yesos para aglomerantes y la caliza para áridos.
	I ₃	Calizas, margas, arcillas, areniscas y conglomerados. Sobre estos materiales se disponen, ocupando amplias superficies, gravas, brechas, arcillas, limos, suelos pardo-rojizos y costras. Ocasionalmente arcillas yesíferas y calizas en bancos. Los procesos de erosión se desarrollan preferentemente en los bordes de la Area. Los yesos y calizas se utilizan industrialmente para aglomerantes.
II	II ₁	Muy bien representadas las mezclas de gravas cementadas, arenas, areniscas, arcillas, limos. Encima costras y suelos rojos mediterráneos con horizontes argílicos bien desarrollados. Las calizas, margo-calizas y la presencia ocasional de calizas dolomíticas y arcillas yesíferas completa el cuadro litológico y esta Area. Predominan los procesos de erosión lineal y sedimentación. Se utilizan industrialmente las calizas (áridos y aglomerantes) y los yesos (aglomerantes).
	II ₂	Margas, calizas, calizas dolomíticas, arenas, arcillas, arcillas yesíferas, areniscas, conglomerados, margas calizas, tobas y travertinos y costras. Dentro de esa amplia gama litológica predominan las primeras; las otras muy localizadas, pero a veces ocupando amplias extensiones dentro de la Area. Materiales fácilmente atacables por la erosión. Se utilizan industrialmente para áridos, aglomerantes, rocas para la construcción y productos cerámicos.
III	III ₁	Arcillas rojas, arcillas yesíferas, yesos masivos y en bancos. Con menor desarrollo superficial, arenas, calizas, calizas dolomíticas. Ocasionalmente tobas y travertinos. Predominan los fenómenos de erosión y arrastre. Se utilizan, en la zona, los yesos para aglomerantes y la arcilla para productos cerámicos.
	III ₂	Area litológicamente compuesta por una alternancia de arcillas, areniscas y conglomerados, al techo arenas caoliníferas y ocasionalmente tablas calizas. Tienen importancia los productos de ladera. Activos procesos, sobre esos materiales, de erosión y arrastre. Existe una importante industria extractiva para la obtención del caolín, para productos cerámicos.
	III ₃	Area donde predomina el grupo de los carbonatos: calizas, calizas dolomíticas, margas, etc. Pero de hecho podemos encontrar cualquier litología, típica o atípica, de estas series mesozóicas del dominio ibérico. Ocasionalmente pizarras, cuarcitas, pizarras carboneras, lechos de lignitos y creta lacustre. Los fenómenos de erosión, arrastre y sedimentación se dan indistintamente y con diferente intensidad en la zona, aunque predominan los primeros. Se utilizan industrialmente los materiales de esta Area para productos cerámicos, aglomerantes, áridos y rocas de construcción, principalmente.
	III ₄	Calizas, margas, areniscas, conglomerados, arcillas y enclaves localizados de arcillas yesíferas, calizas dolomíticas y arenas. Existen depósitos con cierta extensión, pero con débiles espesores, de arcillas de descalcificación. Los procesos de erosión se muestran activos en el borde E de la Area. No se aprovechan, especialmente, los materiales de esta zona.
	III ₅	Las calizas y calizas dolomíticas representan la litología fundamental. El resto de los materiales están compuestos por margas, arcillas, arcillas yesíferas, arenas y arenas caoliníferas. Activos procesos, muy localizados, en el centro de la Area, de erosión y arrastre. Se aprovechan industrialmente las calizas para áridos y rocas de construcción y el caolín para productos cerámicos.
	III ₆	Calizas, calizas dolomíticas y margas como litología casi exclusiva, con un pequeño enclave de arcillas yesíferas. Interesa destacar la acción periglaciaria sobre esos materiales, que determina intensos procesos de criofracción con los consiguientes depósitos de ladera, de características homométricas y de mononegismo. Desde un punto de vista industrial no se utilizan, especialmente, las rocas de esta Area.



Q _a	Arenas y arcillas con recubrimiento de limos arenosos e intercalaciones de gravas y cantos (Depósitos ligados al cauce actual de los ríos)
Q _{g2}	Gravas gruesas y arenas (Depósitos ligados a los cauces actuales de las ramblas)
Q _{a/3-5}	Arcillas, arenas y limos (Depósitos ligados al cauce actual de los ríos)
Q _{g2}	Gravas cementadas con matriz arenosa-arcillosa (Depósitos coluviales)
Q _d	Gravas y areniscas con arcillas y arenas (Conos de deyección)

Q _f	Arcillas con arenas y gravas (Depositos fluviales desconectados del cauce actual de los rios)
Q _{1/7}	Conglomerados, areniscas y arcillas (Depositos fluviales desconectados del cauce actual de los rios)
Q _k	Travertinos y lobas.
Q _p	Arcillas, arenas, limos, gravas, gravas cementadas y costras calcáreas, a veces entremezclados con zonas pedregosas (Depósitos poligénicos)
Q _t	Gravas cementadas, arenas arcillosas, arcillas y limos (Depósitos de terraza)

MATERIALES TERCARIOS

T _{5/2-6}	Arcillas, conglomerados, calizas y areniscas predominando las arcillas en general y los conglomerados y areniscas en los bordes de relieves mesozoicos
T _{5/105-12}	Arcillas, margas y calizas.
T _{12/2-5}	Calizas, conglomerados, arcillas y areniscas.
T _{12/105}	Calizas y margas en general con potencia reducida.
T _{7/6}	Conglomerados calizas muy bien cementados y con espesores potentes.
T ₁₄	Yesos.
T _{107/12-14}	Creta lacustre, calizas, margas, arcillas, lignitos, yesos

MATERIALES MESOZOICOS

S _{105/12}	Margas y calizas.
S _{12/05-5}	Calizas, calizas dolomíticas, calizas margosas, margas, arcillas y arena. Predomina el grupo de calizas.
S _{5/02-12}	Arcillas, margas y calizas, predominando el grupo de las arcillas.
S _{3/5}	Arenas y arcillas con lechos de lignitos.
S _{5/3}	Arcillas y arenas caoliníferas, entremezcladas con areniscas y conglomerados.
S _{5/8-12}	Arcillas abigarradas, arcillas yesíferas, yesos, areniscas y calizas dolomíticas, predominando el grupo de las arcillas y yesos. Potencia muy apreciable.
S _{12/7}	Calizas dolomíticas, corniolas, margas dolomíticas y yesos, predominando las primeras.
S _B	Areniscas, conglomerados y arcillas, predominando el grupo de las areniscas. Potencia muy apreciable.
S _{7/13}	Conglomerados silíceos masivos.
ω	Ofitas.

MATERIALES PALEOZOICOS

P_{103/II} Cuarcitas, pizarras y areniscas.

P_{12/103} Calizas, cuarcitas, pizarras y areniscas.

Areniscas, conglomerados y arcillas – S₈

Estos depósitos afloran, irregularmente distribuidos, en la Región III y ocasionalmente en el resto. Están fuertemente trabados por un cemento silíceo o dolomítico, y se presentan en campo, muy a menudo, dando espectaculares taludes o cantiles, con formas de erosión muy características. Su coloración es rojo intenso. A nivel rural, se utilizan las areniscas como roca de construcción.

Conglomerados silíceos masivos – S_{7/13}

Afloran en áreas reducidas, pero principalmente en el borde NO de la Hoja. Son potentes bancos de conglomerados cuarcíticos con algún cuarzo, sin cemento y escasa matriz que los una, de tal forma que los cantos se ponen en contacto unos con otros, y, debido a la carga que soportan, se origina una soldadura, en esos puntos de contacto, entre los cantos. El resultado final son los llamados cantos impresionados, típicos en estas facies inferiores del triásico. Industrialmente tienen muy poco interés en la zona.

Materiales paleozóicos

Cuarcitas, pizarras, areniscas, calizas – P₁₀₃, P_{12/103}

Los afloramientos de estos materiales ocupan reducidos enclaves en el borde NO de la Hoja y un único y pequeñísimo asomo en las cercanías de Chelva (Barranco de Alcotas). Se presentan siempre en lugares de difícil acceso. Su único interés estriba en una mancha del carbonífero, con pizarras carboneras, en donde se ha explotado, hasta fechas recientes, carbón.

2.5. CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS

El paisaje que los terrenos de la Hoja ofrecen hoy a los ojos del observador, es un reflejo en general de la diferente respuesta de los materiales ante la acción de los agentes erosivos.

Este apartado se va a centrar en este tipo de fenómenos. A lo largo de las páginas siguientes se irán analizando los relieves más característicos, apreciando sus causas y estudiando su significado. Se señalarán las zonas todavía inestables, que siguen buscando su equilibrio, y aquellas otras con estabilidad precaria, que puede ser alterada por la intervención humana.

Todo ello quedará cartografiado en un documento gráfico y será resumido en un cuadro final que recogerá las características geomorfológicas fundamentales de cada unidad de clasificación de segundo orden.

Buscando una mayor claridad expositiva, se han agrupado todos los materiales de la Hoja en grupos con igual comportamiento geomorfológico, y sobre cada uno de ellos se estudiarán las causas determinantes de su disposición topográfica y los agentes motivadores de su eventual inestabilidad.

Estos grupos, de amplio carácter, serán los siguientes: materiales sueltos, materiales fundamentalmente cohesivos, mezclas de materiales cohesivos y rocas carbonatadas, mezclas de materiales cohesivos y granulares, materiales cohesivos yesíferos, materiales granulares sin cementar, materiales granulares cementados y materiales metamórficos.

Materiales sueltos

Bajo este epígrafe se incluyen todos aquellos suelos depositados desde el pleistoceno inferior hasta la actualidad por la acción de agentes de transporte rigurosamente continentales.

Estos materiales no han sido afectados por ningún tipo de movimiento, y su relieve dependerá exclusivamente de la acción de los agentes erosivos y de las características del medio de transporte que los originó. En estas condiciones no resulta sorprendente que la mayor parte de sus depósitos se encuentran horizontales o subhorizontales, puesto que este es el resultado lógico de la actuación de la erosión sobre materiales de parecida competencia.

No obstante, la acción posterior de ramblas o torrenteras puede determinar un relieve intermedio o abrupto, como ocurre en las márgenes del río Cabriel. Por otro lado, existen materiales como los de pie de monte, o los producidos por las aguas de escorrentía sin encauzar que yacen sobre las propias laderas, a cuyas expensas están formados (coluviones y eluviones), y que presentan también una inclinación apreciable con desniveles comprendidos entre el 7 y el 30 por ciento.

La estabilidad de las zonas ocupadas por estos suelos depende de dos parámetros fundamentales, la pendiente topográfica y el gradiente hidráulico. En base a ellos, pueden establecerse los siguientes comportamientos:

Los depósitos sueltos dispuestos en pendiente superior al 30 por ciento son completamente inestables debido al lavado de las fracciones arcillosas por las aguas de escorrentía, lo que determina una disminución de la cohesión de la mezcla que apareja deslizamientos gravitativos, tendentes a buscar una nueva posición de equilibrio más tendida.

Los depósitos sueltos dispuestos en laderas con pendientes comprendidas entre el 15 y el 30 por ciento son estables en estado natural; puesto que si bien las aguas de escorrentía arrastrarán la matriz arcillosa, transformando la mezcla en puramente granular y carente de cohesión, la pendiente no es suficiente para determinar desplazamiento gravitativo. No obstante, la intervención humana puede aparejar la inestabilidad del conjunto, si no se planea adecuadamente la explanación del terreno, debido a la componente en la dirección de la pendiente que se introduce con las cargas de las estructuras.

Los depósitos sueltos dispuestos horizontalmente son totalmente estables en todas las condiciones, salvo en el caso de que aparezcan rodeados por pendientes fuertes, lo que determina zonas de recepción con alto gradiente hidráulico. En este caso existe también una completa estabilidad en condiciones naturales; pero las futuras estructuras pueden sufrir asientos bruscos por socavaciones en la base de sus fundaciones. El origen de estas socavaciones hay que buscarlo también en el arrastre de finos, y sus efectos, que serán analizados en capítulos posteriores, pueden ser muy perniciosos para las construcciones.

Materiales predominantemente cohesivos

Integran vastas extensiones, horizontales o subhorizontales, localizadas preferentemente en la mitad meridional de la Hoja.

Se trata de arcillas de baja plasticidad depositadas en régimen lacustre durante el terciario, y sometidas desde entonces a la acción de los agentes erosivos.

La horizontalidad de estos terrenos es su nota más destacada, lo que comporta una completa estabilidad bajo todas las condiciones.

Únicamente en lugares muy localizados esta estabilidad se ve comprometida, puesto que la acción de ramblas y torrenteras determina la formación de paredes próximas a la

verticalidad que, lentamente, recuperan su ángulo de equilibrio mediante deslizamientos gravitativos, anunciados por la aparición de levantamientos de base y grietas de tracción en el techo. La intervención humana puede acelerar la secuencia de los acontecimientos, si no se ejecutan medidas preventivas, como pueden ser las de ataludar las paredes.

Estos terrenos potencialmente inestables son poco frecuentes en términos porcentuales, y aparecen recogidos en la cartografía adjunta, acompañados de una nutrida simbología de deslizamientos de fósiles, activos y potenciales, cuya génesis ya ha sido explicada.

Mezclas de materiales cohesivos y carbonatados

Son las más frecuentes dentro de la zona, integrando casi la totalidad de los terrenos de su mitad septentrional y un considerable porcentaje de los de su mitad inferior.

En estos terrenos se dan todos los tipos posibles de relieve, pero predominan claramente el abrupto y el montañoso.

Su estabilidad puede calificarse de completa, pero ello no excluye la existencia de una serie de fenómenos geomorfológicos, que aparecen debidamente cartografiados.

El más importante y frecuente es la caída de bloques sueltos, cuya causa hay que buscarla en la diferente competencia de las calizas, dolomías, y las arcillas o margas, junto con los sistemas de planos de fracturación, lo que origina la erosión más rápida de las segundas y el descalce de los bloques carbonatados que ruedan hasta zonas más bajas a favor de la pendiente.

Con menor frecuencia se registran deslizamientos y laderas inestables en zonas muy inclinadas, en las que predominan los materiales cohesivos.

Por último hay que señalar la existencia de numerosas dolinas de origen kárstico en casi todos los terrenos predominantemente carbonatados.

La abundancia de manifestaciones de karst en calizas no basta para modificar la definición de estabilidad que se ha aplicado a estos terrenos, puesto que se concede poca importancia al fenómeno, por las razones que se desarrollan en el apartado dedicado a la Geomorfología de los materiales cohesivos yesíferos.

Mezcla de materiales cohesivos y granulares

Los terrenos integrados por estos materiales son fundamentalmente arcillosos y ofrecen un relieve generalmente abrupto o montañoso. La estabilidad de una ladera o talud arcilloso depende de la cohesión de su arcilla, característica íntimamente ligada a su contenido en humedad, de forma que cuando ésta aumenta se originan deslizamientos, tendentes a conseguir una posición de equilibrio más tendida.

La intercalación de formaciones granulares permeables activa la circulación del agua por el interior de la masa arcillosa y aumenta considerablemente la inestabilidad del conjunto por la razón ya explicada.

De este modo, los terrenos de este grupo son ricos en toda suerte de deslizamientos fósiles, activos y potenciales, observados en campo y debidamente cartografiados, y han sido calificados como inestables en mayor o menor grado según la cuantía de sus pendientes medias y la densidad de fenómenos geomorfológicos registrados

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS
I	I ₁	Relieve: sensiblemente llano. Tectónica: inexistente. Capas: en posición horizontal. Fenómenos geomorfológicos: ninguno destacable. Estabilidad: completa bajo todas las condiciones.
	I ₂	Paisaje: alomado. Relieve: abrupto en las márgenes del Cabriel y llano en el resto. Tectónica: inexistente, salvo en un asomo de arcillas yesíferas en su extremidad meridional. Capas: horizontales, salvo el citado asomo. Fenómenos geomorfológicos: laderas inestables, abarrancamientos y deslizamientos de todos los tipos, procesos concentrados en las márgenes del Cabriel; hundimientos potenciales en las arcillas yesíferas. Estabilidad: en las márgenes del Cabriel, las arcillas terciarias, cortadas por torrenteras, con paredes casi verticales, son inestables totalmente por tener que buscar un nuevo ángulo de equilibrio a través de deslizamientos. Las arcillas yesíferas también tienen inestabilidad completa. El resto del curso del Cabriel ha sido considerado como inestable solamente bajo la acción del hombre, y los terrenos no mencionados como de estabilidad completa.
	I ₃	Relieve: sensiblemente llano. Tectónica: inexistente. Capas: generalmente horizontales. Fenómenos geomorfológicos: muy escasos. Se reducen a algunos abarrancamientos y a alguna ladera inestable muy localizada. Estabilidad: completa, salvo dos pequeñísimos asomos de arcillas yesíferas calificados de inestables.
II	II ₁	Relieve: predominio absoluto del relieve llano. Tectónica: inexistente, salvo en pequeños enclaves mesozoicos. Capas: generalmente horizontales. Fenómenos geomorfológicos: ninguno destacable. Estabilidad: completa, si exceptuamos las zonas de ramblas que determinan inestabilidad de paredes y posibilidad de socavaciones. Fenómenos todos ellos muy localizados y no cartografiados.
	II ₂	Relieve: variado entre llano y abrupto, predominando el primero. Tectónica: generalmente inexistente, pero existen enclaves muy plegados y fracturados. Fenómenos geomorfológicos: muy numerosos, pero muy localizados. Los más frecuentes son los deslizamientos y laderas inestables. Estabilidad: generalmente completa, pero existen zonas completamente inestables, y otras inestables bajo la acción del hombre. Las primeras corresponden a enclaves de arcillas yesíferas de relieve intermedio o abrupto, y las segundas a arenas dispuestas con relieve abrupto.
III	III ₁	Relieve: abrupto o montañoso. Tectónica: violenta. Fenómenos geomorfológicos: abundantísimos y graves. Los más frecuentes son los deslizamientos y hundimientos bruscos por potencial Karst yesífero, y así como frecuentes caídas de bloques. Estabilidad: muy frecuentemente la inestabilidad es completa. Las zonas estables constituyen una excepción.
	III ₂	Relieve: de montañoso a intermedio. Tectónica: suave. Fracturación: pequeña, por ser materiales predominantemente cohesivos. Fenómenos geomorfológicos: numerosos deslizamientos tanto fósiles, como activos y potenciales. Estabilidad: terrenos inestables bajo la acción del hombre que localmente pueden serlo en condiciones naturales.
	III ₃	Relieve: predominio casi absoluto de los tipos abruptos y montañosos. Tectónica: violenta. Fracturación: intensa. Fenómenos geomorfológicos: los más frecuentes son las caídas de bloques y las dolinas kársticas. Más raramente se localizan laderas inestables, deslizamientos y subsidencias por disolución de yesos. Estabilidad: generalmente existe estabilidad completa. Con carácter excepcional se señalan enclaves inestables en estado natural, y otros inestables bajo la acción del hombre.
	III ₄	Relieve: sensiblemente horizontal. Tectónica: inexistente, salvo en el centro de la Area, donde hay un gran enclave mesozoico. Fenómenos geomorfológicos: frecuentes, pero ligados exclusivamente a ese enclave. Estabilidad: completa, salvo en la área ocupada por las arcillas yesíferas, que se ha definido como totalmente inestable.
	III ₅	Relieve: generalmente llano, salvo en su cordón central. Tectónica: suave a media. Fenómenos geomorfológicos: asociados a la inestabilidad de laderas y paredes, y concentrados en una banda que ocupa el centro de la Area. Estabilidad: grados variables de inestabilidad en el centro de la Area y estabilidad completa para el resto.
	III ₆	Relieve: abrupto a montañoso. Tectónica: violenta. Fenómenos geomorfológicos: exclusivamente, la presencia de dolinas kársticas y fenómenos de gelifración. Estabilidad: completa, salvo en un pequeño enclave de arcillas yesíferas definido como inestable.



INTERPRETACION DEL MAPA TOPOGRAFICO

- P** Zonas planas, pendientes menores del 7 por ciento.
- I** Zonas intermedias, pendientes entre el 7 y el 15 por ciento.
- A** Zonas abruptas, pendientes entre el 15 y el 30 por ciento.
- M** Zonas montañosas, pendientes superiores al 30 por ciento.
- Limite 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.
- Limite de separación de Zonas.

SIMBOLOGIA

FENOMENOS GEOLOGICOS ENDOGENOS

- Falla o zona de falla
- - - - - Falla o zona de falla supuesta
- ~ ~ ~ Zona influenciada por fracturas o fallas

FENOMENOS

- www Abarrancamiento
- ⌒ Deslizamiento en potencia
- ⌒ Deslizamiento activo
- ⌒ Deslizamiento fosil
- ⌒ Acumulación de rocas sueltas

GEOLOGICOS

EXOGENOS

- Δ Talud de material suelto
- ||| Laderas inestables
- ⊙⊙⊙ Zona de Karstificación
- ⊙⊙⊙ Subsidiencias potenciales por arrastre o disolución de yesos
- ⊙⊙⊙ Ladera con material suelto
- ⊙⊙⊙ Zona con erosión activa

DIVISION ZONAL

- Limite de separación de Regiones
- - - Limite de separación de Areas
- I1 Designación de un Area

Escala 1/400.000

Materiales cohesivos yesíferos

Se trata de arcillas con intercalaciones de yesos que pueden alcanzar caracteres masivos. Los terrenos cuyos materiales poseen esta litología ofrecen un relieve abrupto o montañoso y han sido calificados como de completa inestabilidad.

Los deslizamientos activos y fósiles que se han observado en campo son numerosísimos y los favorece la acción defloculante que ejerce sobre las arcillas el ion magnesio, presente en el yeso en cantidades apreciables.

Por otro lado, la posible presencia de yeso en forma masiva nos pone frente a un grave problema geomorfológico, que es el de su disolución o arrastre con formación de subsidencias en superficie. La importancia de este hecho justifica su desarrollo detallado.

La diferencia entre el karst yesífero y el karst calizo es doble. En primer lugar, una caverna kárstica en calizas requiere tiempo geológico para su formación, mientras que en yesos se puede producir en meses.

En segundo lugar, la competencia de la caliza permite que no se reflejen en superficie los efectos de una cavidad situada a algunos metros de profundidad, mientras que la disolución de yesos apareja la ruina de cualquier estructura colocada sobre ella, aunque su profundidad sea muy considerable.

Estos dos motivos hacen que puedan resultar seriamente dañadas estructuras colocadas sobre terrenos yesíferos, aunque en el momento de su construcción se verificase que no existía ninguna cavidad. El karst puede iniciarse después y completarse en un plazo muy breve.

El yeso es muy poco soluble en agua y por ello debe haber una renovación constante de la misma para que puedan formarse cavidades. Esta renovación puede originarse por una extracción intensiva de aguas subterráneas que origina pulsaciones del nivel freático, lo que no es el caso de estos terrenos situados en zonas claramente regresivas o por una comunicación del yeso con cursos de aguas naturales o artificiales, o por un drenaje mal ejecutado, o por un empleo inadecuado de pozos absorbentes para evacuación de aguas residuales. Las zonas en que se presentan estos terrenos carecen de ríos u obras hidráulicas importantes y tampoco han sido modificados sensiblemente por la acción humana. Se trata, por tanto, de un fenómeno puramente potencial; pero que puede alcanzar caracteres alarmantes si cuando se inicie su aprovechamiento no se toman las oportunas medidas.

Materiales granulares sin cementar

Integran terrenos, escasamente representados en nuestra Hoja, con relieves intermedios o abruptos.

Sus problemas geomorfológicos (inestabilidad de paredes y socavaciones) son idénticos a los depósitos sueltos; y su origen, ligado al lavado de las fracciones arcillosas, es también similar. Por ello, no es preciso repetirlos, y basta hacer constar que presentan el peligro de las socavaciones como problema más importante; este hecho ha obligado a calificarlos, frecuentemente, como inestables bajo la acción del hombre. El criterio que se ha seguido es el de valorar el gradiente hidráulico en cada caso concreto.

Materiales granulares cementados

Se trata de conglomerados y areniscas que integran terrenos de relieve abrupto o montañoso, con paisajes ruñiformes y paredes verticales de alturas considerables.

No presentan problemas geomorfológicos dignos de ser considerados, si se exceptúa la caída de bloques, y han sido definidos como de estabilidad completa.

Materiales metamórficos

Solamente se presentan en una zona muy reducida, ángulo NO de la Hoja, ofreciendo un relieve abrupto. La intensa fracturación de estos materiales determina un fácil acceso del agua y trae como consecuencia la aparición de deslizamientos a favor del buzamiento de los planos de pizarrosidad, lubricados y descompuestos por el agua; por lo que estos terrenos deben ser considerados como moderadamente inestables.

2.6. CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS

La acción del agua sobre los agregados de suelo es el factor más importante a la hora de calificar la idoneidad constructiva de un terreno. La cohesión de las arcillas depende de su contenido de humedad; la capacidad portante y la compresibilidad de un suelo están condicionadas por la cota de su nivel freático. La estabilidad de un talud granular puede alterarse por lavado de sus fracciones finas, y muchas ruinas de estructuras se producen por socavaciones o disoluciones en la base de sus fundaciones. No obstante, estos fenómenos no van a ser desarrollados en este apartado, pues no se ha realizado la agrupación de factores con un criterio genético. De este modo, si la acción del agua determina una consecuencia geomorfológica o geotécnica, se analiza la misma en el correspondiente epígrafe. Por ello, entre las características geomorfológicas se han considerado los cambios de cohesión, los lavados de fracciones finas, las socavaciones y las disoluciones, y entre las geotécnicas se considerará el deterioro de propiedades mecánicas que se opera en los terrenos con alta cota del nivel freático, reservando este apartado para el estudio de la permeabilidad de los materiales y drenaje de los terrenos, que son propiedades con influencia directa sobre la idoneidad constructiva de estos últimos, sin determinar previamente ningún efecto geomorfológico o geotécnico.

Buscando, como siempre, la mayor claridad expositiva, se han agrupado todos los materiales de la Hoja en grupos de similar comportamiento hidrológico, barajando su litología (condicionante de la permeabilidad y del drenaje por infiltración) y su relieve (determinante del drenaje por escorrentía).

Los grupos así formados, que serán abordados de una forma individualizada, son los siguientes: depósitos sueltos, materiales predominantemente cohesivos, materiales predominantemente granulares sin cementar, materiales predominantemente granulares cementados, materiales predominantemente carbonatados y materiales metamórficos.

Depósitos sueltos

Su distribución se recoge en el plano adjunto. Se trata de terrenos integrados por mezclas de gravas, arenas, arcillas y limos, con un tipo de relieve que varía entre llano y abrupto, si bien predomina, casi completamente, el llano.

En aquellas zonas en que predominan claramente los acarreos gruesos el coeficiente de permeabilidad tendrá valores altos o muy altos, y los terrenos integrados por estos materiales han sido calificados de muy permeables.

En las mezclas de gravas, arcillas, arenas y limos, las condiciones de permeabilidad serán variables entre límites amplios, dependiendo del porcentaje de las diversas frac-

ciones, del tamaño de los granos y de la distribución granulométrica. El coeficiente de permeabilidad de estos suelos oscilará entre altos y medios. Han sido calificados de permeables, lo que no excluye que, localmente, aparezcan zonas de baja permeabilidad no representables a la escala de trabajo elegida.

El nivel freático debe encontrarse en la mayoría de estos terrenos a una profundidad pequeña o moderada.

El drenaje por infiltración será muy favorable, con carácter casi general, viéndose entorpecido únicamente de una forma local por la aparición del agua a profundidades muy pequeñas.

El drenaje por escorrentía oscilará entre amplios límites; pero será muy desfavorable en la mayoría de los terrenos, por predominar el relieve sensiblemente llano.

Los desarrollos calcáreos sobre estos terrenos ofrecen una permeabilidad excelente y no modifican el favorable drenaje estipulado para los mismos. No ocurrirá igual, sin embargo, con los típicos suelos mediterráneos, netamente impermeables; pero que, dada su reducida potencia, no constituyen un obstáculo para la realización del drenaje mediante pozos absorbentes.

Materiales predominantemente cohesivos

Se incluyen dentro de este grupo los terrenos integrados exclusivamente por suelos cohesivos, que ofrecen, generalmente, un relieve llano y ocupan la casi totalidad de la Región I y buena parte de la II, y los terrenos integrados por mezclas de materiales cohesivos y carbonatados, granulares o yesíferos, siempre que el predominio corresponda a los primeros. Estas mezclas suelen estar dispuestas con un relieve abrupto o montañoso y se han muy extendidas por toda la Hoja, y, predominantemente, en la Región III.

Sus características hidrológicas más destacadas son las siguientes:

Permeabilidad: muy baja

Drenaje por infiltración: prácticamente nulo

Drenaje por escorrentía: variable entre amplios límites, dependiendo de las características topográficas.

Materiales predominantemente granulares sin cementar

Se hallan escasamente representados en la Hoja, concentrándose en su cuadrante suroriental, bajo relieves intermedios o abruptos.

Sus características hidrológicas son las siguientes:

Permeabilidad: alta, si bien pueden darse permeabilidades bajas con carácter local.

Drenaje por infiltración: muy favorable.

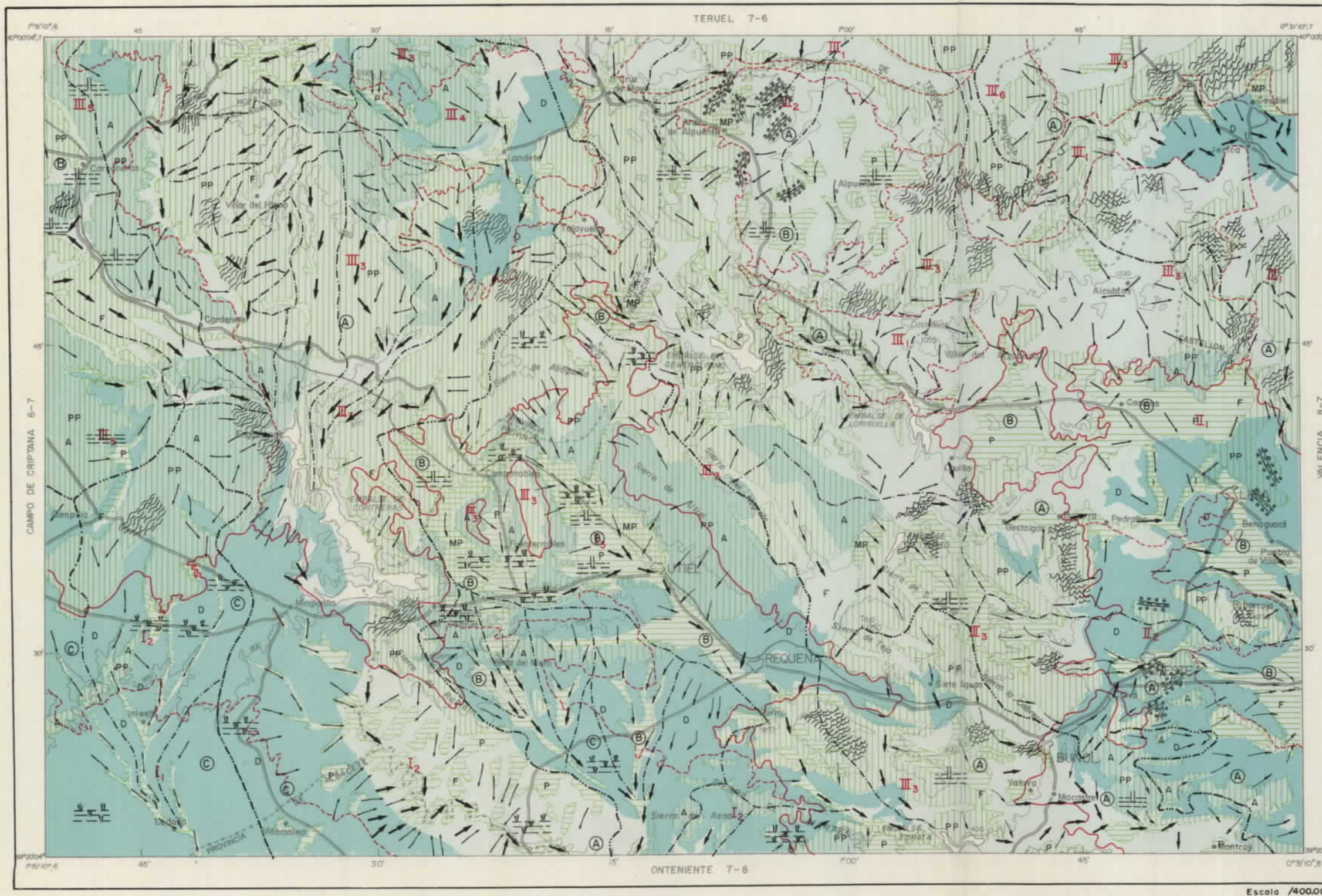
Drenaje por escorrentía: muy favorable.

Materiales predominantemente granulares cementados

Se extienden ampliamente por la Región III, ofreciendo un relieve abrupto o montañoso.

Sus características hidrológicas son las siguientes:

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS
I	I ₁	Sus características generales son las siguientes: Materiales: impermeables. Drenaje por infiltración: nulo. Drenaje por escorrentía: desfavorable. Condiciones generales de drenaje: deficientes. Como excepción cabe citar unos depósitos sueltos de escasa entidad en donde concurre una buena permeabilidad y unas condiciones favorables de drenaje.
	I ₂	Sus características generales son las siguientes: Materiales: impermeables. Drenaje por infiltración: nulo. Drenaje por escorrentía: desfavorable o aceptable. Condiciones generales de drenaje: deficientes. Las excepciones se concentran en las márgenes del Cabriel, ocupando una superficie equivalente a la tercera parte de la Area. En esta zona, las condiciones son las siguientes: Materiales: de permeabilidad variada. Drenaje por infiltración: variable. Drenaje por escorrentía: favorable. Condiciones generales de drenaje: favorables.
	I ₃	Sus características generales son las siguientes: Materiales: permeables. Drenaje por infiltración: favorable. Drenaje por escorrentía: deficiente o aceptable. Condiciones generales de drenaje: favorables. Existen materiales netamente impermeables con drenaje deficiente, que se concentran preferentemente en el extremo oriental de la Area.
II	II ₁	Sus características generales son las siguientes: Naturaleza de los materiales: alta permeabilidad. Drenaje por infiltración: favorable. Drenaje por escorrentía: deficiente. Condiciones generales de drenaje: favorables. Las excepciones son muy numerosas. Son abundantes los materiales impermeables y, con frecuencia, se dan condiciones de drenaje deficiente.
	II ₂	Sus características generales son las siguientes: Naturaleza de los materiales: impermeables o poco permeables. Drenaje por infiltración: aceptable o desfavorable. Drenaje por escorrentía: desfavorable. Condiciones generales de drenaje: deficientes o aceptables. Algunos terrenos de esta Area están integrados por materiales permeables con buenas condiciones de drenaje.
III	III ₁	Sus características generales son las siguientes: Materiales: impermeables o poco permeables. Drenaje por infiltración: deficiente. Drenaje por escorrentía: muy favorable. Condiciones generales de drenaje: favorable. Las excepciones no tienen ninguna entidad.
	III ₂	Sus características generales son las siguientes: Materiales: impermeables. Drenaje por infiltración: casi nulo. Drenaje por escorrentía: excelente. Condiciones generales de drenaje: favorables. Localmente se encuentran terrenos integrados por materiales permeables, con condiciones de drenaje también favorables.
	III ₃	Sus características generales son las siguientes: Materiales: permeabilidad de baja a media. Drenaje por infiltración: aceptable. Drenaje por escorrentía: excelente. Condiciones generales de drenaje: favorables. Las excepciones a estas reglas generales son de muy escasa entidad.
	III ₄	No puede hablarse del predominio de ninguna característica. Las condiciones son variables entre los siguientes límites: Materiales: permeabilidad de baja a media. Drenaje por infiltración: de aceptable a deficiente. Drenaje por escorrentía: de deficiente a favorable. Condiciones generales de drenaje: de deficiente a favorable.
	III ₅	Sus características generales son las siguientes: Materiales: permeabilidad de baja a media. Drenaje por infiltración: aceptable. Drenaje por escorrentía: deficiente. Condiciones generales de drenaje: aceptables. Las excepciones no poseen suficiente entidad para ser consideradas.
	III ₆	Sus características generales son las siguientes: Materiales: permeabilidad de baja a media. Drenaje por infiltración: aceptable a deficiente. Drenaje por escorrentía: excelente. Condiciones generales de drenaje: favorables. No existen excepciones.



CONDICIONES DE DRENAGE

- F Zonas con drenaje favorable
- A Zonas con drenaje aceptable
- D Zonas con drenaje deficiente
- Limite de separación de Zonas

PERMEABILIDAD DE LOS MATERIALES

- I Materiales impermeables
- PP Materiales poco permeables
- P Materiales permeables
- MP Materiales muy permeables
- Limite de separación de los distintos materiales

SIMBOLOGIA

HIDROLOGIA SUPERFICIAL

- Limite de subcuenca hidrográfica principal
- Limite de subcuenca hidrográfica secundaria
- Red de drenaje
- Dirección de los cauces permanentes

HIDROLOGIA SUBTERRANEA

- (A) Zonas con acuíferos aislados
- (B) Zonas con acuíferos en formaciones granulares
- (C) Zonas practicamente sin acuíferos

FACTORES HIDROLOGICOS VARIOS

- ~ Agua ligada a fenomenos de fracturación
- ~ Agua a escasa profundidad
- ~ Zonas propensas a eventuales encharcamientos
- ~ Zonas con posibles aguas colgadas

DIVISION ZONAL

- Limite de separación de Regiones
- Limite de separación de Areas
- I₁ Designación de un area

Permeabilidad: variable con el grado de cementación, oscilando entre media y baja.
Drenaje por infiltración: aceptable.
Drenaje por escorrentía: muy favorable

Materiales predominantemente carbonatados

Aparecen en las tres regiones, integrando la casi totalidad de la tercera. Su relieve suele ser abrupto o montañoso, pero en la Area III₅ y en las Regiones I y II se dan superficies carbonatadas sensiblemente horizontales.

Sus características hidrológicas son las siguientes:

Permeabilidad primaria: en general baja, variando con el grado de dolomitización y el ámbito deposicional, pudiéndose darse valores aceptables en los carbonatos originados en medios de alta energía.

Permeabilidad secundaria: variable con la fracturación, oscilante entre media y baja.

Drenaje por infiltración: aceptable

Drenaje por escorrentía: desfavorable para la Area III₅ y algunos enclaves en las Regiones I y II, y muy favorables para el resto.

Materiales metamórficos

Muy escasamente representados, limitándose a pequeñas zonas de la Región III, de un interés pequeño por ser francamente regresivas.

Sus características hidrológicas son las siguientes:

Permeabilidad primaria: muy baja.

Permeabilidad secundaria: media, por existir una fracturación muy intensa.

Drenaje por infiltración: aceptable.

Drenaje por escorrentía: muy favorable.

La permeabilidad y el drenaje constituyen las dos propiedades hidrológicas con mayor influencia sobre la idoneidad constructiva de los terrenos. En el documento gráfico adjunto aparecen cartografiadas, además, otras características cuya incidencia sobre las condiciones constructivas es muy pequeña en general.

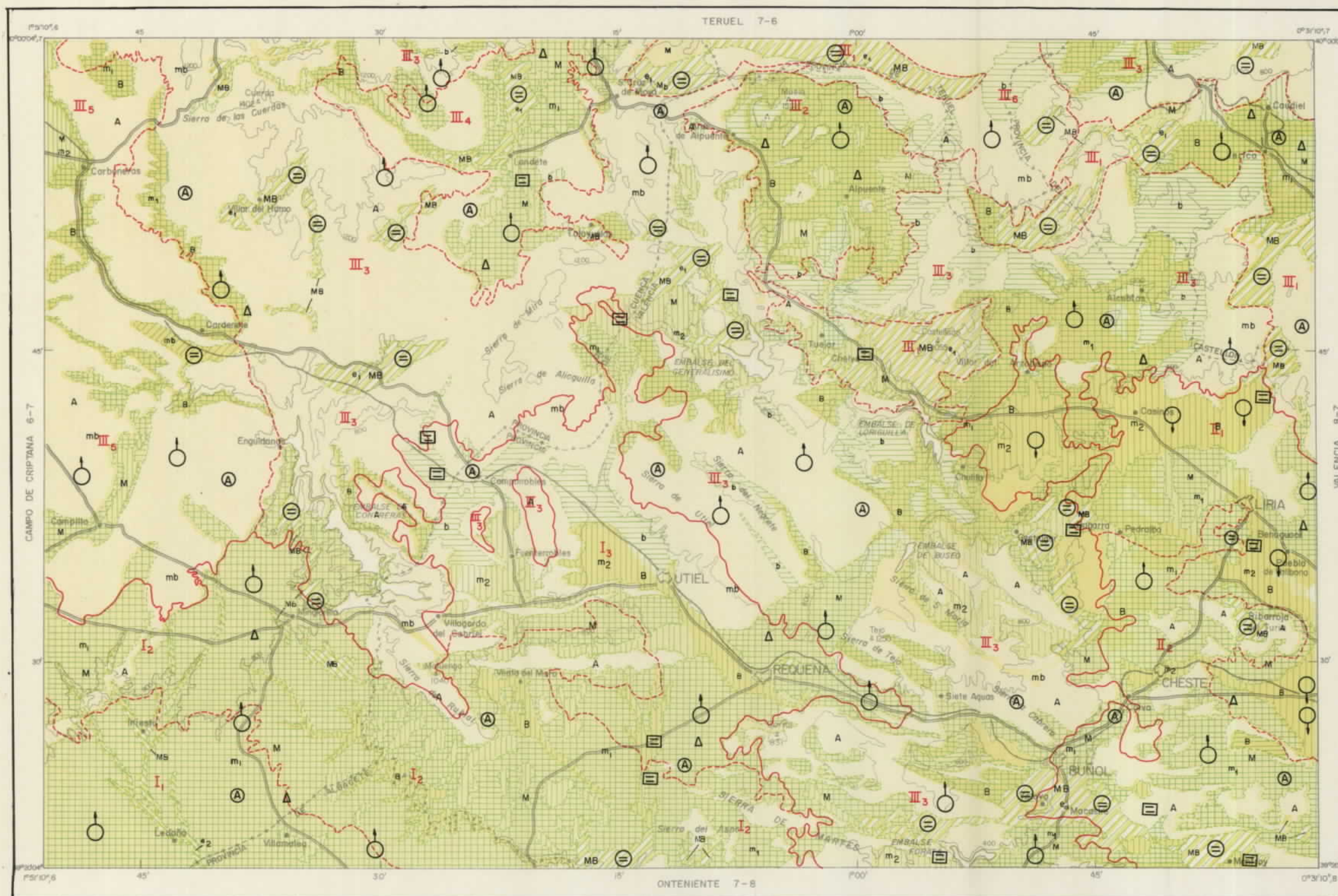
2.7. CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

En este apartado van a estudiarse las propiedades más determinantes del comportamiento de los agregados de suelo ante la acción de las cargas. Constituye, por tanto, una de las partes claves, lo que justifica que se haya desarrollado con mayor detalle que las precedentes.

Las características geotécnicas más importantes son la capacidad de carga y la compresibilidad, pero se ha querido abordar también el análisis de la velocidad de consolidación, la expansividad, la agresividad de suelos, la agresividad de aguas y los costos de los movimientos de tierras.

Se han reunido los materiales de la Hoja en grupos con similar comportamiento geotécnico que serán desarrollados de un modo separado. Esos grupos son los siguientes: depósitos sueltos con predominio del grano grueso, depósitos sueltos con predominio del

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS GEOTECNICAS
I	I ₁	Capacidad de carga: casi siempre media. Existiendo zonas en que es muy baja. Compresibilidad: media y, con carácter excepcional, alta. Expansividad: considerable. Agresividad de suelos: despreciable. Agresividad de aguas: despreciable. Movimiento de tierras: económico.
	I ₂	Capacidad de carga: variada, predominando la media. Compresibilidad: variada, predominando la media. Expansividad: generalmente considerable. Agresividades: despreciables, salvo en el extremo SE en que son severas. Movimiento de tierras: generalmente económico, salvo en el extremo SE en que su costo será muy elevado.
	I ₃	Capacidad de carga: media o baja. Compresibilidad: media. Expansividad: considerable o nula. Agresividades: de despreciables a positiva. Movimiento de tierras: económico.
II	II ₁	Capacidad de carga: muy variada, aunque en gran parte aparece cartografiada como baja. Compresibilidad: Media. Agresividad de suelos: despreciable. Agresividad de aguas: positiva con carácter puntual. Movimiento de tierras: económico.
	II ₂	Capacidad de carga: media o alta con abundantes excepciones. Compresibilidad: media o baja, con excepciones. Expansividad: considerable o nula. Agresividades: de despreciables a severas. Movimiento de tierras: costo generalmente económico, que en el extremo S de la Area puede ser muy elevado.
III	III ₁	Capacidad de carga: generalmente muy baja. Compresibilidad: generalmente muy alta. Expansividad: generalmente muy baja. Agresividades: severas. Movimiento de tierras: costo muy elevado.
	III ₂	Capacidad de carga: generalmente baja. Compresibilidad: media. Expansividad: presenta. Agresividades: despreciables. Movimiento de tierras: costo elevado.
	III ₃	Capacidad de carga: alta o muy alta, generalmente. Compresibilidad: muy pequeña. Expansividad: presenta. Agresividades: generalmente despreciables. Movimiento de tierras: costos elevados o muy elevados.
	III ₄	Capacidad de carga: generalmente de media a muy alta. Compresibilidad: generalmente de media a muy baja. Expansividad: de nula a considerable. Agresividades: despreciables, salvo en emplazamientos concretos. Movimiento de tierras: costos desde económicos hasta elevados.
	III ₅	Capacidad de carga: muy alta. Compresibilidad: muy baja. Agresividades: despreciables. Movimiento de tierras: costo moderado.
	III ₆	Capacidad de carga: alta o muy alta. Compresibilidad: baja a muy baja. Expansividad: presenta. Agresividades: de despreciables a positivas, salvo en casos muy concretos. Movimiento de tierras: costos elevados o muy elevados.



CAPACIDAD DE CARGA

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

ASIENTOS PREVISIBLES

- mb Asientos absolutos muy bajos
- b Asientos absolutos bajos
- m₁ Asientos absolutos medios. Diferenciales poco importantes.
- m₂ Asientos absolutos medios. Diferenciales importantes.
- e₁ Asientos absolutos elevados. Diferenciales importantes.
- e₂ Asientos absolutos elevados. Diferenciales muy importantes.
- Limite de Separación de Zonas.

SIMBOLOGIA

GRADO DE SISMICIDAD

- A Bajo $G \leq VI$
- B Medio $VI < G \leq VIII$
- C Alto $G > VIII$
- Escala internacional macrosísmica (MSK)
- Limite de separación de Zonas

FACTORES GEOTECNICOS VARIOS

- ⊖ Suelos agresivos al hormigón
- ⊕ Aguas agresivas al hormigón
- Existencia de arcillas preconsolidadas por desecación
- ⊙ Existencia de arcillas sobreconsolidadas por presión
- △ Existencia de arcillas expansivas

DIVISION ZONAL

- Limite de separación de Regiones
- Limite de separación de Areas
- I₁ Designación de un area

Escala 1/400.000

grano fino, depósitos sueltos en general, materiales fundamentalmente cohesivos, mezclas de materiales cohesivos y granulares, mezclas de materiales cohesivos y carbonatados, mezclas de materiales carbonatados y cohesivos, materiales cohesivos yesíferos, materiales granulares sin cementar, materiales granulares cementados y materiales metamórficos.

Por último, se analizarán las características geotécnicas de las unidades de clasificación de segundo orden, y se recoge todo lo expuesto en un documento gráfico que acompaña al informe.

Características geotécnicas de los grupos de materiales

Depósitos sueltos con predominio del grano grueso

Distribución: se hallan escasamente representados, señalándose su mayor concentración en el centro de la Area I₃.

Litología: gravas con matriz arenosa o arcillosa.

Grupos: los más abundantes son los GP y GW, más raramente los GM y GC.

Capacidad de carga: muy alta.

Compresibilidad: muy baja a baja.

Velocidad de consolidación: rápida.

Agresividad de las aguas: de despreciable a positiva.

Agresividad de los suelos: despreciable.

Expansividad: nula.

Depósitos sueltos con predominio del grano fino

Distribución: muy escasamente representados y concentrados en la Area I₁.

Litología: arenas de grano fino mezcladas con arcillas de plasticidad variada, generalmente preconsolidadas por desecación.

Grupos: SM, SC, CL y CH.

Capacidad de carga: baja a muy baja.

Compresibilidad: alta a muy alta.

Velocidad de consolidación: rápida.

Agresividad de las aguas: despreciable.

Agresividad de los suelos: despreciable.

Expansividad: nula.

Depósitos sueltos en general

En ningún caso pesan más las limitaciones de la escala de trabajo elegida que en el presente. Como se verá en el detalle de las propiedades mecánicas de los terrenos epigrafiados, todas ellas varían bruscamente de una forma puntual no representable.

El comportamiento de otros materiales semejantes hace presumir unas características geotécnicas aceptables en la casi generalidad de los casos, pero en esta disciplina la excepción debe mandar sobre la regla, siempre que ello redunde en beneficio de la seguridad. Por ello, en la cartografía adjunta los depósitos sueltos en general quedan definidos como de capacidad de carga baja y compresibilidad media, con posibilidad de asientos diferenciales importantes; pero en este caso se recomienda que no se siga el criterio a rajatabla y que se ejecute algún estudio adicional. En lo que sigue, se da la gama de valores más probable para cada una de las características mecánicas que se están definiendo.

Distribución: ampliamente representados en zonas progresivas y densamente pobladas, con concentraciones máximas en las Areas II₁ y I₃.
Litología: mezclas de gravas, arcillas y arenas en proporción variable. Las arcillas están, generalmente, ligeramente preconsolidadas por desecación.
Grupos: variadísimos.
Capacidad de carga: oscilará entre baja y alta con cambios bruscos y puntuales.
Compresibilidad: de baja a media.
Velocidad de consolidación: rápida.
Agresividad de las aguas: despreciable a positiva.
Agresividad de los suelos: despreciable.
Expansividad: nula.

Materiales fundamentalmente cohesivos

Distribución: ampliamente representados en la Hoja, ocupando la mayor parte de las Areas I₁ y I₂.
Litología: arcillas compactas sobreconsolidadas por presión y de baja plasticidad.
Grupos: CL y ocasionalmente CH.
Capacidad de carga: media.
Compresibilidad: media.
Velocidad de consolidación: muy lenta.
Agresividad de las aguas: despreciable.
Agresividad de los suelos: de despreciable a trazas.
Expansividad: considerable.

Mezclas de materiales cohesivos y granulares, con predominio de los primeros

Distribución: moderadamente representados en toda la Región III de la Hoja.
Litología: arcillas, ligeramente compactas, de baja plasticidad, conteniendo abundantes intercalaciones de arenas finas y arenas limosas, suavemente sobreconsolidadas.
Grupos: CL, SM y SC, también CH con cierta frecuencia.
Capacidad de carga: de baja a media.
Compresibilidad: media.
Velocidad de consolidación: moderadamente lenta.
Agresividad de las aguas: despreciable.
Agresividad de los suelos: despreciable.
Presión de hinchamiento: baja.

Mezcla de materiales cohesivos y carbonatados, con predominio de los primeros

Distribución: se reparten por casi toda la Región III, ocupando gran parte de la Area III₂. Sus características mecánicas, que se detallan a continuación, son excelentes, pero no puede excluirse la aparición en superficie de arcillas muy plásticas, blandas y normalmente consolidadas, procedentes de la descalcificación de calizas y margas. Estas arcillas poseen una muy pequeña capacidad de carga y una elevada compresibilidad. No obstante, su aparición es sumamente esporádica y sus potencias muy reducidas, por lo que no tienen un gran interés. Las características de este grupo de materiales son las siguientes:
Litología: margas, arcillas compactas sobreconsolidadas de baja plasticidad, calizas y dolomías.

Capacidad de carga: elevada para el caso de los carbonatos y muy alta en el caso de los suelos cohesivos.

Compresibilidad: casi nula en el caso de los carbonatos, muy baja en el caso de las margas y media para las arcillas. Aunque los asientos serán bajos, deberá cuidarse que las bases de las fundaciones apoyen sobre materiales de espesor, lo más homogéneo posible, para evitar diferenciales que pueden ser fuertes.

Velocidad de consolidación: muy lenta.

Agresividad de las aguas: despreciable.

Agresividad de los suelos: positiva.

Expansividad: de baja a considerable.

Mezclas de materiales carbonatados y cohesivos, con predominio de los primeros

Sus características mecánicas son excelentes, pero al igual que en el caso anterior cabe esperar condiciones desfavorables en puntos muy localizados, por la presencia de arcilla de descalcificación. El detalle geotécnico de este grupo de materiales es el siguiente:

Distribución: ampliamente representados, ocupando la mayor parte de la Región III.

Litología: calizas, dolomías, margas y arcillas, citados de acuerdo con su importancia cuantitativa.

Capacidad de carga: alta a muy alta.

Compresibilidad: baja a muy baja.

Velocidad de consolidación: media.

Agresividad de las aguas: despreciable a positiva

Agresividad de los suelos: despreciable a trazas.

Expansividad: despreciable.

Materiales cohesivos yesíferos

Distribución: representados en todas las regiones, y concentrados en la Área III₁.

Litología: arcillas muy plásticas con elevado contenido en sulfatos e intercalaciones yesíferas.

Grupo: fundamentalmente CH.

Capacidad de carga: baja a muy baja.

Compresibilidad: alta a muy alta.

Velocidad de consolidación: muy lenta.

Asientos: en general homogéneos, pero localmente pueden ocurrir diferenciales importantes por la presencia de roca de yeso a pequeña profundidad.

Agresividad de los suelos: severa.

Agresividad de las aguas: mucho más reducida por la escasa permeabilidad de estos materiales.

Materiales predominantemente granulares sin cementar

Distribución: representados muy escasamente, y concentrándose en el cuadrante suroriental.

Litología: arenas densas o medianamente densas, mezcladas con arcillas de baja plasticidad y pequeña sensibilidad, en las que la coqueolinita es el material fundamental.

Grupos: SP, SC y CL.

Capacidad de carga: media.

Compresibilidad: media.

Velocidad de consolidación: de rápida a media, dependiendo de la proporción de arcilla.

Agresividad de las aguas: despreciable.

Agresividad de los suelos: despreciable.

Materiales predominantemente granulares cementados

Distribución: ampliamente representados por toda la Región III.

Litología: areniscas, conglomerados y arcillas de baja plasticidad.

Capacidad de carga: muy alta.

Compresibilidad: muy baja.

Velocidad de consolidación: rápida.

Agresividad de las aguas: despreciable.

Agresividad de los suelos: despreciable.

Materiales metamórficos

Distribución: aparecen exclusivamente en una pequeña zona integrada en la Área III₃.

Litología: fundamentalmente pizarras y cuarcitas.

Capacidad de carga: en general, muy alta, pero la degradación de las pizarras puede ocasionar arcillas blandas, dándose en esos puntos capacidades portantes muy bajas.

La importancia de estas arcillas no es grande puesto que su potencia es reducida.

Compresibilidad: en general, muy baja. Localmente puede ser muy alta.

Velocidad de consolidación: lenta.

Presión probable de trabajo: elevada, cuidando de cimentar en la pizarra sana, atravesando, mediante zanjas de hormigón pobre, las arcillas de alteración.

Agresividad de las aguas: despreciable.

Agresividad de los suelos: despreciable.

SISMICIDAD

Toda la Hoja tiene un grado de sismicidad baja $G \leq VI$ por lo cual no deben esperarse daños sísmicos de consideración.

3. INTERPRETACION GEOTECNICA DE LOS TERRENOS

El objeto de este capítulo es la definición precisa de las condiciones constructivas de los terrenos existentes en la Hoja, mediante la síntesis de todas las características analizadas en los apartados anteriores.

El número de problemas incidentes, con la expresión de su clase y la ponderación de su importancia, constituye la información básica que se utilizará para calificar la idoneidad constructiva de los diferentes suelos.

De acuerdo con su idoneidad para recibir estructuras, los terrenos de la Hoja se han clasificado en cinco grandes grupos, que aparecen cartografiados en el último documento gráfico: muy desfavorables, desfavorables, aceptables, favorables y muy favorables. El análisis detallado de cada uno de ellos constituye el resto de este último capítulo.

3.1. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS MUY DESFAVORABLES

Han sido incluidos dentro de este grupo extremo los terrenos que presentan problemas litológicos, geomorfológicos y geotécnicos, todos ellos simultáneamente y en grado máximo.

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

La distribución de los terrenos de este grupo puede apreciarse en la cartografía adjunta. Se trata fundamentalmente de arcillas muy plásticas, con elevado contenido en sulfatos e intercalaciones de yesos, que en ocasiones pueden alcanzar el carácter de masivos.

El grado de ataque de estos suelos al hormigón de las fundaciones debe calificarse de severo, de acuerdo con la nomenclatura utilizada por la Norma de uso universal.

El relieve de estos terrenos oscila entre abrupto y montañoso, y puede hablarse de una inestabilidad total. Los deslizamientos se producen por cambios en el contenido de humedad de las arcillas y son muy favorecidos por la acción defloculante del ión magnesio, presente en el yeso en cantidades apreciables.

Las arcillas de estos suelos poseen, por regla general, unos valores muy altos del Límite Líquido y del Índice Plástico, lo que determina una compresibilidad muy alta y una capacidad de carga muy baja.

La existencia de yesos masivos crea el riesgo de eventuales subsidencias bruscas por disolución o arrastre de los mismos. La condición para que acontezca este fenómeno plástico es la constante renovación del agua ante el frente de ataque (debido a la escasa capacidad de disolución de sulfato que posee este líquido), y en el estado natural del terreno no se dan cita las circunstancias precisas para que se verifique esta renovación. No obstante, la intervención humana puede facilitar el acceso de las aguas de escorrentía hasta los yesos mediante unos irresponsables pozos absorbentes, unas excavaciones, un drenaje mal efectuado o una conducción de agua a media ladera. Las consecuencias de una actuación de este tipo podrían ser muy graves.

Una vez expuestos los problemas de este grupo de terrenos, surge inmediatamente una primera recomendación: evitar cualquier tipo de construcción en los mismos y elegir otro emplazamiento más favorable, siempre que ello sea posible.

No obstante, cuando resulte imprescindible construir sobre ellos, habrá que guardar especificaciones muy estrictas.

3.2. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS DESFAVORABLES

Se incluyen dentro de este grupo los terrenos que presentan problemas geotécnicos muy graves o la combinación de geotécnicos normales con geomorfológicos muy acusados.

Problemas de tipo geotécnico (p.d)

Se localizan casi exclusivamente en el ángulo SO de la Hoja, y se trata de materiales de origen fluvial, pertenecientes a los grupos SM, SC y CH.

Las bajas propiedades mecánicas de estos materiales se deben a sus características plásticas y al hecho de encontrarse, en casi su totalidad, el nivel freático a cota relativamente elevada.

Cabe esperar en los terrenos de este grupo una capacidad de carga baja, y una compresibilidad muy alta. La velocidad de consolidación será rápida y los asentos se producirán casi simultáneamente a la aplicación de las cargas. Por otro lado, cabe esperar diferenciales de igual cuantía que los totales.

Problemas de tipo geotécnico (p.d) y geomorfológico

Bajo este grupo se encuadran dos diferentes litologías sobre las que inciden problemas de igual formulación, pero que presentan diferentes peculiaridades en cada uno de los casos, por lo que preferimos recurrir a su exposición separada.

Sobre suelos predominantemente granulares.

Estos terrenos se encuentran concentrados en las márgenes del río Cabriel, y están integrados por mezclas de gravas, arcillas, arenas y limos con distribución errática, mal clasificados granulométricamente y variadas características plásticas en el caso de los suelos cohesivos. El relieve oscila entre subhorizontal y abrupto.

La variada litología expuesta determina una enorme variación puntual de las características mecánicas. La capacidad de carga oscilará entre alta y muy baja y los asentos entre casi inexistentes y considerables, pudiendo acontecer variaciones bruscas en el espacio de pocos metros.

La consolidación será rápida.

Existe una evidente inestabilidad por lavado de las fracciones finas, lo que apareja modificaciones en el ángulo de reposo de los taludes.

Es posible también que acontezcan asentos localizados bruscos e importantes, por socavación bajo la base de las fundaciones, debido a la existencia de un alto gradiente hidráulico.

Bajo los suelos descritos yacen unas arcillas compactas, preconsolidadas y de baja plasticidad. Por ello, puede resultar acertado transmitir las cargas de las estructuras a estas arcillas.

Sobre suelos predominantemente cohesivos.

Los terrenos integrantes de este grupo están compuestos por mezclas de suelos de los tipos SM, SC y CL, dispuestos con un relieve que oscila entre abrupto y montañoso y distribuidos por casi toda la Hoja, con mayor concentración, en el cuadrante NE.

La mezcla de arcillas y arenas condiciona un fácil acceso de las aguas de escorrentía y determina una inestabilidad grave por variaciones en el contenido de humedad de las arcillas. Sin embargo, los problemas geotécnicos son de pequeña cuantía. La capacidad de carga oscila entre baja y media, y los asentos, con velocidad de consolidación moderada, revestirán valores tolerables.

3.3. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS ACEPTABLES

Con este grupo se inicia la exposición sistemática de los terrenos que aún presentando una cierta problemática, pueden calificarse de aceptables. Los aspectos negativos presentan escasa virulencia y su aprovechamiento no presenta grandes dificultades, ni técnicas ni económicas.

Problemas de tipo geomorfológico

Bajo este epígrafe se engloban unas escasísimas zonas, distribuidas en el sector suroriental de la Hoja, compuestas por materiales de los grupos SM, SC y CL con predominio de los dos primeros y que pueden ofrecer un relieve abrupto.

El problema más grave está ligado a socavaciones favorecidas por la litología y el gradiente hidráulico.

En un segundo plano puede hablarse de una potencial inestabilidad en los taludes ocasionados por la modificación que acarrea en el ángulo de reposo el lavado de las fracciones finas por aguas de escorrentía, fenómeno favorecido por la permeabilidad alta y el relieve abrupto.

El movimiento de tierras necesario resultará económico, puesto que las propiedades granulométricas y plásticas determinan que los rellenos puedan ejecutarse con suelos procedentes de las excavaciones.

Problemas de tipo geotécnico (p.d)

Se distribuyen abundantemente por las zonas más densamente habitadas de la Hoja, con un relieve sensiblemente horizontal y una litología sumamente variada, con alternancias erráticas de gravas, arcillas, arenas y limos.

Las características plásticas y granulométricas de los materiales de estos terrenos varían de un modo puntual entre valores extremos, lo que determina una completa heterogeneidad de las propiedades mecánicas. La capacidad de carga será media o alta. Los asientos serán variables.

De lo expuesto se desprende que la calificación constructiva que hemos dado a este grupo de terrenos es tal que campañas puntuales en la zona permitirán diagnósticos mucho más optimistas que el aquí explicado para su generalidad.

Problemas de tipo litológico y geomorfológico

Aproximadamente la tercera parte de la superficie total de la Hoja está integrada por terrenos de este grupo, que presenta una litología fundamentalmente carbonatada y un relieve entre abrupto y montañoso.

Cuantitativamente, se trata del grupo más importante; pero su interés disminuye si tenemos en cuenta que las áreas ocupadas por sus terrenos carecen de núcleos importantes de población y de comunicaciones eficientes.

Los materiales procedentes de desmonte tienen idoneidad dudosa para la ejecución de terraplenes que vayan a recibir cargas. Este hecho, unido al accidentado relieve y a la competencia de las rocas carbonatadas, hace presumir un movimiento de tierras costoso, inconveniente principal de los terrenos de este grupo; si bien la importancia del problema es variable en cada emplazamiento y para cada tipo de obra.

Problemas de tipo hidrológico y geotécnico (p.d)

La superficie ocupada por los terrenos de este grupo es muy pequeña. La litología dominante es la de arcillas de baja plasticidad con intercalaciones de arenas limosas y arenas arcillosas. El relieve es sensiblemente horizontal.

La capacidad de carga es moderadamente baja. Los asientos absolutos pueden ser importantes. La velocidad de consolidación es relativamente lenta. El drenaje es deficiente debido a la horizontalidad e impermeabilidad de los terrenos.

3.4. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS FAVORABLES

Sobre ellos inciden problemas de un solo tipo con carácter moderado o de dos tipos con carácter muy suave. La superficie ocupada por estos terrenos es una cuarta parte del total de la Hoja y sobre ellos se asientan muchos de los núcleos urbanos más importantes.

Problemas de tipo litológico e hidrológico

Los terrenos de esta clase ocupan casi todo el extremo meridional de la Hoja. Están constituidos por arcillas compactas de baja plasticidad que han estado sometidas al paso

de tapadas mayores de las actualmente existentes, lo que determina un aumento de su capacidad portante y una reducción de su compresibilidad.

Es previsible que cargas de trabajo medias sean perfectamente tolerables sin que los asientos que produzcan puedan comprometer la estabilidad de las estructuras.

El drenaje es deficiente, puesto que se trata de materiales muy impermeables, y el relieve es sensiblemente horizontal. La propia sobreconsolidación ya comentada, unida a la ausencia de nivel freático y a la sequedad del clima de la zona, determina que estas arcillas posean probablemente una considerable presión de hinchamiento, lo que constituye el único problema de estos terrenos. No obstante, este fenómeno no es en ningún caso de carácter grave y solamente pueden resultar afectadas las estructuras que trabajen con un régimen de cargas muy variable.

Salvo casos singulares, no serán precisos grandes movimientos de tierras, puesto que el relieve es sensiblemente llano; por ello tiene menor importancia el hecho de que las arcillas excavadas quizás no puedan usarse para rellenar las zonas que vayan a recibir cargas severas. A mayor abundancia, puede considerarse que como su plasticidad es baja, se pueden construir a sus expensas terraplenes para soportar cargas livianas.

Problemas de tipo litológico y geomorfológico

Se incluyen dentro de este grupo las zonas integradas por areniscas y conglomerados dispuestos en un relieve abrupto o montañoso. La capacidad de carga de estos materiales es alta y los asientos no pasarán de despreciables.

El movimiento de tierras necesario para la explanación de estos terrenos tendrá que ser necesariamente muy importante y puede resultar costoso. No obstante, los materiales de desmonte resultarán magníficos para la ejecución de terraplenes, resistiendo cargas importantes. Este hecho representa un considerable alivio y ha sido el factor determinante para la clasificación de estos terrenos.

Problemas de tipo geomorfológico

Los terrenos en estas condiciones son poco numerosos y se encuentran en zonas claramente regresivas, sin núcleos importantes de población cercanos. Su litología fundamental es la de margas con alto contenido de carbonato cálcico y su relieve oscila entre abrupto y montañoso. El valor de estas margas como soporte de fundaciones es excelente. Su competencia es muy alta y su compresibilidad muy baja. El relieve de los terrenos determina que su explanación apareje un considerable movimiento de tierras.

Problemas de tipo litológico

Los terrenos integrantes de este grupo son escasísimos. Están integrados por arcillas rojizas de baja plasticidad y buenas propiedades mecánicas dispuestas en un relieve de tipo intermedio.

La preparación de estos terrenos requerirá un moderado movimiento de tierras y los materiales procedentes de las excavaciones no servirán para ejecutar rellenos que vayan a recibir cargas severas.

Las estructuras cuyas cargas varíen entre límites amplios pueden tener algún problema de estabilidad por la potencial expansividad de estas arcillas, recomendándose en estos casos concretos estudios más cuidadosos.

Problemas de tipo geotécnico (p.d)

Casi todos los terrenos que presentan problemas de capacidad de carga o de asientos han sido incluidos en grupos más rigurosos, desde un punto de vista constructivo. El calificativo de favorable se ha reservado para las mezclas de suelos granulares y cohesivos con marcado predominio de los primeros. Lo normal es que este tipo de terrenos no presenten ningún problema geotécnico, pretendiéndose únicamente poner de manifiesto que es posible la aparición de bolsadas arcillosas, de pequeñas dimensiones, que pueden aparejar asientos diferenciales de una cierta importancia.

3.5. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS MUY FAVORABLES

Sobre ellos no inciden nunca problemas de dos tipos, ni tampoco presentan inconvenientes geomorfológicos o geotécnicos. Su descripción será por tanto muy breve, dada la casi total ausencia de recomendaciones constructivas.

Problemas de tipo litológico

Integran la casi totalidad de la Area III₅. Los terrenos de este grupo están formados por materiales carbonatados formando un relieve sensiblemente horizontal. Todas las características mecánicas, geomorfológicas e hidrológicas se conjugan en grado óptimo. El único problema deriva de la dificultad de ejecutar movimientos de tierras.

Problemas de tipo hidrológico

Se distribuyen preferentemente por la Area I₃ y ocasionalmente por la II₁. Los terrenos de este grupo, integrados por materiales de los grupos GP y GM, dispuestos con un relieve horizontal, presentan elevadas capacidades de carga, compresibilidades bajas y una estabilidad perfecta. Su único problema es la posibilidad de que las aguas freáticas puedan atacar al hormigón de las fundaciones. El grado de ataque no pasará de positivo.

BIBLIOGRAFIA

- CAMBEFORT, H. **Geotechnique de l'ingénieur. Reconnaissance des sols.** T.I 345 págs. Ed. Eyrolles. París (1972).
- ECHEVARRIA CABALLERO, M. **Evolución histórica de los mapas geotécnicos en el mundo.** Bol. Geol. y Min. de España. Tomo LXXXIV. pp. 55-68. Madrid (1973).
- ELIAS CASTILLO, F. y GIMENEZ ORTIZ, R. **Evapotranspiraciones Potenciales y Balances de Agua en España.** 293 págs. Ministerio de Agricultura. Dcción. Gral. de Agricultura. Madrid (1965).
- GUERRA DELGADO, A. **Mapa de suelos de España.** C.S.I.C. Inst. Nac. de Edafología y Agrobiología. Madrid (1968).
- GRAUX, D. **Fundamento de Mecánica de Suelos.** T.I. 414 págs. Ed. Editores Técnicos Asociados, S.A. Barcelona (1970).
- I.G.M.E. **Mapa Geológico de España E 1:200.000. Hoja 7-7/55 Liria.** Dpto. de Publicaciones del I.G.M.E. Madrid (1972).
- I.G.M.E. **Mapa Geológico de España E 1:50.000.** Números 719, 695, 721, 720, 693, 666. Dpto. de Publicaciones del I.G.M.E. Madrid.
- JIMENEZ SALAS, J.A. y JUSTO ALPAÑES, J.L. **Geotecnia y Cimientos.** T. I, 422 págs. Ed. Rueda. Madrid (1971).
- LAMBE, T.W. y WHITMAN, R.V. **Mecánica de Suelos.** 582 págs. Ed. Limusa-Wiley, S.A. (1972).
- MELENDEZ HEVIA, F. **Estudio Geológico de la Serranía de Cuenca, en relación a sus posibilidades petrolíferas.** Tesis Doctoral. Publ. Facultad de Ciencias. Madrid (1971).
- M.O.P. **Datos climáticos para Carreteras.** Dcción. Gral. de Carreteras. Madrid (1964).
- M.O.P. **Resumen de Aforos.** 8. Cuencas del Júcar. Dcción. Gral. de Obras Públicas (1966).
- PRESIDENCIA DEL GOBIERNO. **Norma Sismorresistente P.G, S-1, Parte A.** 173 págs. Madrid (1968).
- PRESIDENCIA DEL GOBIERNO. **Censo de la población de España, según la inscripción realizada el 31-12-70.** Instituto Nacional de Estadística (1970).
- S.G.O.P. I. **Coloquio Internacional sobre las Obras Públicas en los terrenos yesíferos.** Comunicaciones. (1962).

- TERZAGHI, K. **Mecánica de suelos en la ingeniería práctica.** 653 págs. Ed. El Ateneo. Barcelona (1963).
- TSCHEBOTARIOFF, G. **Soil Mechanics, Foundations and Earth Structures.** 155 págs. Ed. Mc. Graw - Hill Book Company, Inc. New York (1951).
- VERDEYEN, I. ROISIN, V. y NUYENS, J. **Applications de la Mécanique des soils.** T. I, 484 págs. Ed. Vanaer. Bruxelles-Lovain (1971).
- VERDEYEN, I. ROISIN, V. y NUYENS, J. **Atlas Industrial de España.** Cámara Oficial de Comercio, Industria y Navegación. Madrid (1964-65).
- VERDEYEN, I. ROISIN, V. y NUYENS, J. DIN. 1.054. **Cimentaciones.** 14 págs. Ed. Balzola. Bilbao.
- VERDEYEN, I. ROISIN, V. y NUYENS, J. **Desing Manual. Soil Mechanics, Foundations and Earth Structures.** Department of the Navy Naval facilities engineering command. Washington (1971).