

MINISTERIO DE INDUSTRIA

DIRECCION GENERAL DE MINAS

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

HOJA	4-9
	69

00283

MAPA GEOTECNICO GENERAL

POZOBLANCO



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

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

POZOBLANCO

HOJA 4-9/69

SERVICIO PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA

El presente estudio ha sido realizado por Informes y Proyectos, (INYPSA), 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. 22367 - 1.975

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

INDICE

	pág
1. INTRODUCCION	1
2. DESCRIPCION DE FACTORES CON INCIDENCIAS GEOTECNICAS	3
2.1. Características físico-geográficas	3
2.2. Bosquejo geológico	7
2.3. Criterios de división. Características generales de las áreas	12
2.4. Formaciones superficiales y sustrato	18
2.5. Características geomorfológicas	26
2.6. Características hidrológicas	29
2.7. Características geotécnicas	33
3. INTERPRETACION GEOTECNICA DE LOS TERRENOS	37
3.1. Terrenos con condiciones constructivas muy desfavorables	37
3.2. Terrenos con condiciones constructivas desfavorables	38
3.3. Terrenos con condiciones constructivas aceptables	39
3.4. Terrenos con condiciones constructivas favorables	41
3.5. Terrenos con condiciones constructivas muy favorables	42
BIBLIOGRAFIA	43

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 INCIDENCIAS GEOTECNICAS

2.1. CARACTERISTICAS FISICO-GEOGRAFICAS

Se incluyen en este apartado la situación geográfica, el relieve, la climatología, la red fluvial y el balance hídrico.

2.1.1. Situación geográfica

La área en estudio es la Hoja 4-9 Pozoblanco. Como fondo topográfico se ha utilizado el Mapa Militar de España a escala 1:200.000. Los límites coinciden con la número 69 del Mapa Geológico de Síntesis y se sitúa en el ángulo Sur-Occidental de la Península. Su superficie es de 16.000 km² aproximadamente y está comprendida entre 38°00'04", 8 - 38°40'04", 8 de latitud N y 4°31'10", 8 - 5°51'10", 8 de longitud O referida a Greenwich. Corresponde a parte de las provincias de Badajoz, Ciudad Real, Córdoba y Sevilla.

2.1.2. El relieve

La Hoja ocupa una superficie de altitudes poco variables comprendidas casi siempre entre los 400 y los 700 m, sobre la que destacan algunas alineaciones montañosas de dirección NO-SE, que alcanzan cotas de hasta 1.107 m en el Cerró del Judio.

Las zonas planas se sitúan sobre una banda de dirección groseramente E-O, en la mitad septentrional de la Hoja, con una anchura que oscila entre 10 y 25 km.

Las zonas de resalte se concentran especialmente en el S y ángulo Nororiental.

2.1.3 Climatología

Para la redacción de este epígrafe han servido de base los datos proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional y por el Ministerio de Obras Públicas. Se ha utilizado además información de las estaciones de Peñarroya, Pozoblanco, Pedroche y Pintado.

Se hace referencia a continuación a las temperaturas, precipitaciones, régimen de vientos, curvas ombrotérmicas e índices climatológicos.

Temperatura

Las temperaturas medias anuales en la área en estudio oscilaron para el período 1931-1960 entre los 14° para una franja de dirección OSO-ENE donde están situados los núcleos más importantes de la población de la Hoja, y los 17° en la región de la Serena, al N y proximidades del embalse de Bembezar, al S. El gradiente térmico es por tanto bastante regular, en dirección N-S a partir de la línea de mínimos situada en el centro de la Hoja.

En el mismo período la temperatura máxima absoluta osciló entre los 44° en el ángulo Sur-Oriental y 42° en una estrecha región, entre Valverde de Llerena y Pozoblanco. Las mínimas absolutas se sitúan en torno a -10°, ligeramente inferiores en las proximidades de Villanueva de Córdoba y Valverde de Llerena, y 1 ó 2 grados más elevadas en el resto de la Hoja.

La oscilación verano-invierno de las temperaturas medias mensuales varía entre 18° al O y 20° al E, mientras la oscilación de los valores medios mensuales de las temperaturas extremas lo hace entre 32° en el SE y 34° en la área central.

Por último el valor máximo de la oscilación de temperatura en el período considerado es de 51° en el NE y de 49° en el SE.

En la totalidad de la Hoja se registran heladas durante los meses de enero, febrero, marzo y diciembre. En abril y noviembre, únicamente la esquina Sur-Oriental no registra temperaturas inferiores a 0°, incluso en mayo y octubre la área de Valverde de Llerena-Azuaga-Fuente Obejuna suele presentar temperaturas negativas. Fluctúa por tanto entre 4 y 8 el número de meses de heladas en la superficie de la Hoja.

El número de horas de sol medio anual oscila entre 3.000 en las proximidades de Adamuz y 2.600 en las de Valverde de Llerena, con mínimas respectivas de 150 y 130 en el mes de diciembre y máximos de 370 y 355 en el mes de julio.

Precipitaciones

La precipitación media anual varía desde los 700 mm en la área Pozoblanco-Villanueva de Córdoba-Embalse de Guadamellato y los 500 mm en los alrededores de Zalamea de la Serena. El número medio de días anuales de lluvia es bastante uniforme, en torno a 70.

El valor medio mensual de la precipitación es máximo en el mes de octubre y fluctúa entre 85 mm en el S de la Hoja y 70 mm en el N. Las mínimas corresponden al mes de julio, que no sobrepasa los 3 mm. La precipitación máxima medida en 24 horas en Azuaga para un período de 10 años es de 75 mm en el mes de marzo.

La humedad relativa media diaria oscila entre el 35 y 70 por ciento en el N y el 45 y 75 por ciento en el S.

Vientos

La dirección de los vientos es variable en función de los tipos de tiempo y de las barreras topográficas.

Durante el verano, los vientos pueden ser cálidos o fríos, según la posición del anticiclón de las Azores y de la depresión atmosférica situada sobre la Península, con el "Solacio" procedente del N o del E, que presenta a menudo gran continuidad y aumenta sus efectos en dirección E-O. Otras veces, durante esta estación, aparecen vientos de componente O o NO que, aunque no producen lluvias, suavizan las temperaturas; incluso aparecen vientos del S y del SE, el "Granadino", cálidos, pero que al llegar a estas áreas se han enfriado al atravesar algunas zonas montañosas.

En invierno, el centro de altas presiones situado sobre la península provoca vientos muy fríos de componente N.

En los comienzos del otoño, los vientos proceden del NO y SO, siendo los causantes, especialmente el segundo, de las lluvias de septiembre.

La velocidad máxima para 30 años es de 25-50 km/hora y la media varía entre 5 y 10 km/hora.

Curvas ombrotérmicas

El número de meses secos al año para la superficie comprendida en la Hoja varía entre 5 en el S-O y 7 en amplias áreas de la parte occidental.

Indices climáticos

Dado el interés que pudiera tener el conocer los coeficientes de reducción laboral achacables a causas climáticas, se incluirán a continuación algunos de ellos en función de los distintos tipos de obras.

Para ello se ha supuesto cada obra repartida uniformemente a lo largo de los 365 días del año, y éstos, a su vez, 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 de los meses, se han obtenido los siguientes coeficientes medios anuales.

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

CLASE DE OBRA

Provincia	Hormigón	Explanaciones	Aridos	Riegos y Tratamientos	Mezclas Bituminosas
CORDOBA	0,913	0,857	0,927	0,606	0,754
BADAJOS	0,933	0,878	0,952	0,614	0,776
SEVILLA	0,936	0,889	0,943	0,666	0,807
C. REAL	0,860	0,805	0,954	0,574	0,704

2.1.4. Régimen y Red fluvial

La área en estudio pertenece a las cuencas del Guadalquivir y del Guadiana, y está drenada por los tributarios de la margen derecha del primero y por los de la margen izquierda del segundo.

Los afluentes más importantes que vierten al Guadalquivir son: el Bembezar, el Guadiato y el Guadalmellato.

El módulo absoluto del Guadiato en la Breña, aguas abajo y ya fuera de la Hoja, es de $5,58 \text{ m}^3/\text{s}$, según la media de las observaciones realizadas durante 22 años. El módulo relativo para los 1.493 km^2 de cuenca resulta ser de $3,74 \text{ k/s/km}^2$.

El módulo absoluto para la cuenca del Guadalmellato es de $5,78 \text{ m}^3/\text{s}$, según la media de las observaciones realizadas de 1945 a 1963. El módulo relativo para los 1.168 km^2 de cuenca alcanza los $4, \text{ l/s/km}^2$.

Los cursos fluviales que aportan al Guadiana están situados en el N de la Hoja y son: el río Matachel y el Zuñar, con sus afluentes Guadamatillas, Guadarramilla y Guadalmir. Las estaciones de aforos que existen en estos cursos fluviales están bastante lejos, fuera ya de los límites de la Hoja.

2.1.5. Déficit de escorrentía

El déficit de escorrentía o evapotranspiración real media oscila entre 450 y 550 mm.

2.2. BOSQUEJO GEOLOGICO

2.2.1. Estratigrafía

2.2.1.1. Materiales pre-orogénicos

Al hablar de materiales pre-orogénicos se hace de forma general, sin discernir sobre las diferentes etapas orogénicas a las que, sin duda, se vió sometida la zona en cuestión; más concretamente se referirá a los materiales pre-triásicos.

2.2.1.1.1. Precámbrico

Los materiales asimilados a esta Edad adquieren gran desarrollo en la parte occidental de la zona. Se tomó como serie tipo a la Unidad de Sierra Albarrana. Se trata de un anticlinal de núcleo algo extruido, lo que le da un aspecto sinforme. En él se distinguen los siguientes tramos:

- a) Serie del núcleo, formada por areniscas cuarcítico-feldespáticas con evidente retrometamorfismo ("Itacolumnitas" y cuarcitas puras). En conjunto presentan una potencia de unos 150 m.
- b) Paragneis con zonas de migmatización: se encuentran encima de la serie anterior, rodeándola en toda su extensión, y como ella se ven cortados hacia ambos extremos mecánicamente. Resultan de la acción del metamorfismo regional sobre una serie arkósica, llegándose a condiciones de mesozona profunda con amplio desarrollo de sillimanita. La potencia en este punto se puede estimar en unos 400 m.
- c) Micasquistos. Rodean a la formación anterior, no siendo hundidos definitivamente por las fracturas del NO, por lo que continúan hacia Azuaga, hasta ser laminados paulatinamente por un accidente tectónico con componente de desgarre, probablemente muy importante.

El metamorfismo regional más fuerte observado es del grado granate-estaurolita-distena, es decir, que las condiciones más extremadas en este paquete han alcanzado una mesozona de media a alta, siendo más generales las paragénesis menos profundas.

La potencia es difícilmente estimable, aunque lo normal es que sobrepase los 300 m.

- d) Serie pizarroso-detrítica de Azuaga. Esta serie, que podemos asimilar al Precámbrico terminal, es la mejor representada de todo el conjunto, alcanzando gran extensión en los cursos altos y medios de los ríos Sotillo, Bembézar, Benajarafe y Névalo, así como una serie de bandas al S del Devónico, sobre el que se encuentra Valsequillo.

Se trata de una serie pizarrosa en la que se intercalan episodios detríticos de tipo cuarcítico, y que hacia el techo se van haciendo más abundantes, hasta constituir una serie alternante de pizarras y cuarcitas, llegándose en algunos puntos al predominio absoluto de material detrítico y constituyendo los "porfiroides" de Malcocinado. La potencia de esta serie es difícil de dar, por desconocer en gran parte su estructura, aunque se estima que no debe ser inferior a los 6.000 m. El metamorfismo corresponde a una epizona no muy profunda, habiendo zonas que se pueden considerar anquimetamórficas.

2.2.1.1.2. Serie de transición

Aunque el Cámbrico es discordante sobre el Precámbrico, en el campo, el paso de un sistema a otro no es neto y se hace mediante una serie compleja de transición, en la que predominan materiales volcánicos básicos e intermedios, rocas piroclásticas y cinéritas (polvos volcánicos) pizarrosas que, a veces, presentan estructuras de kink-band. De forma discontinua aparecen conglomerados poligénicos de matriz generalmente volcánica; entre los cantos predominan los de naturaleza ígnea.

La potencia del nivel volcánico es difícil de evaluar; para el tramo de conglomerados poligénicos pueden admitirse los 200 m apuntados por FRICKE.

2.2.1.1.3. Paleozoico

2.2.1.1.3.1. Cámbrico

El sistema Cámbrico está mejor individualizado gracias a la presencia de restos fósiles, especialmente en las calizas. Por otra parte, la estratigrafía presenta una gran continuidad lateral.

Los niveles que se diferencian en este sistema son, de abajo a arriba:

1. Serie detrítica con grauwas y cuarcitas en su base, sobre las que se sitúa un paquete de pizarras más finas, a veces micáceas. Pueden darse como potencia media 300-500 m.

No se han encontrado fósiles, pero su posición subyacente respecto a las calizas fosilíferas autoriza a datarlas como Cámbrico Inferior. Afloran en el SE de Villaviciosa.

2. Formación de rocas carbonatadas: calizas, dolomías, margocalizas y pizarras. Afloran ampliamente en los sectores S y SO, no siempre de forma continua, ya porque aparezca como grandes lentejones o por efecto de la tectónica en pliegues de escaso desarrollo.

Su litología es variable: desde muy puras y ferruginosas en el O, a margosas y nodulosas en el E.

Se han señalado en ellas numerosos yacimientos fosilíferos.

La potencia, por lo que se ha apuntado anteriormente, varía de unos puntos a otros, oscilando de 200 a más de 1.000 m.

3. En concordancia con las calizas inferiores, se sitúa una nueva formación detrítica cuyo tamaño de grano aumenta de los niveles inferiores a los superiores.

Para LOTZE, el Cámbrico Medio y Superior está compuesto de abajo arriba, por:

- a) Arcillas y pizarras arcillosas más o menos margosas; a veces aparecen bancos de areniscas y caliza. Se han encontrado trilobites.
- b) Serie pizarrosa areniscosa, con areniscas, cuarcitas, pizarras silíceas y pizarras micáceas, algunos diques de diabasas.
- c) Vulcanitas: mantos gruesos de diabasas, tobas y brechas diabásicas.

2.2.1.1.3.2. Devónico

En líneas generales se pueden resumir a los diversos autores diciendo que el Devónico, en esta región, está representado por una serie detrítica cuarcítico-pizarrosa, en cuya

base predominan las cuarcitas, a veces muy compactadas, que destacan fuertemente en el relieve. El resto está constituido por un potente paquete de pizarras, areniscas y cuarcitas, de colores generalmente amarillos o rojizos, en disposición flyschoides.

Entre unos y otros se encuentran afloramientos aislados (lentejones) de calizas detríticas muy fosilíferas, del Devónico Inferior alto o del Devónico Medio.

Se piensa que entre el Devónico y el Carbonífero existe una discordancia angular-erosiva, tanto más acusada cuanto más al S.

2.2.1.1.3.3. Carbonífero

En discordancia sobre el Devónico existe un Carbonífero bien representado.

Como síntesis, su estratigrafía es, aproximadamente, la siguiente:

a) Carbonífero Inferior: alternancia de pizarras y grauwacas en facies flysch.

Su potencia puede estimarse en unos 100 m. Aflora en el valle de Los Pedroches y en las cuencas del SO.

b) La discordancia Carbonífero Inferior-Carbonífero Medio se manifiesta por la existencia de un importante conglomerado basal poligénico, suprayacente al Culm. Le sigue una serie detrítica pizarrosa con disposición ciclotemática; algunos de estos ciclotemas terminan en un nivel de carbón, niveles que han sido y son explotados.

Destaca especialmente en la Cuenca de Bélmez una serie de afloramientos calizo que, en ocasiones (Sierra del Castillo), alcanzan potencias respetables y que están aislados, aunque siguen las direcciones hercínicas.

2.2.1.2. Materiales post-orogénicos

2.2.1.2.1. Triásico

Este sistema, en discordancia manifiesta con los terrenos anteriormente descritos, está poco representado en la región. Se reduce a un paquete de conglomerados rojizos y areniscas rojoamarillentas del Trías Inferior (Buntsandstein). Una característica peculiar de los conglomerados son las "impresiones" que representan los cantos, generalmente cuarcíticos y muy redondeados. Normalmente están bien cementados, pero, en ocasiones, están tan sueltos que pueden confundirse con materiales pliocuaternarios de pie de monte.

Aflora principalmente en la zona de Adamuz.

2.2.1.2.2. Mioceno

Se trata, fundamentalmente, de calizas y limos y/o arcillas. Las calizas son blancas y muy fosilíferas (lamelibranquios, algas...) y muy posiblemente sean tortonienses. A veces se presentan niveles de conglomerados. Los únicos afloramientos de la zona se encuentran en Adamuz.

2.2.1.2.3. Plio-Cuaternario

Se incluyen todos los materiales detríticos continentales recientes, constituidos, por gravas y arenas, que cubren grandes extensiones en toda la región, si bien sólo se han diferenciado en aquellas zonas en que su presencia dificulta las observaciones sobre los materiales infrayacentes.

2.2.1.3. Materiales Igneos

2.2.1.3.1. Plutónicos

El plutonismo ha tenido un amplio desarrollo en la zona estudiada.

a) Plutónico de Valverde de Llerena, en el SO de la Hoja de Azuaga. Se atribuye Edad Precámbrica porque se encuentra representado entre los cantos del conglomerado de base del Cámbrico en el río Sotillo.

b) En este apartado se incluyen dos "stocks" de distinta naturaleza, con la particularidad de que han sido afectados por el metamorfismo regional. El mayor, se encuentra al S de Granja de Torrehermosa; se trata de un ortogneis que tuvo su origen en una granodiorita con fenocristales de feldespato potásico peritizados, con tamaños que oscilan entre los 5 y 7 mm. El segundo se encuentra al E de Villanueva del Rey, y podemos considerarlo como un aplita gneisificada.

c) Complejo plutónico "Los Ojuelos-La Coronada".

Se trata de una masa discontinua, al menos en superficie; si bien el tipo de roca dominante es básica (gabro y/o diorita); también se presentan de forma irregular, pero muy abundante, rocas ácidas e intermedias.

Respecto a la Edad de este plutonismo se da como Hercínico, porque en la zona de Mirabuenos, al E de Villaviciosa, metamorfiza a terrenos pizarrosos asimilables al Culm.

d) Se incluye aquí las masas plutónicas cuya composición fundamental abarca rocas de la familia del granito s.l. aunque no de forma homogénea.

Destaca, en primer lugar, la gran mancha granítica del Valle de Los Pedroches, en el sector N, que sigue la dirección aproximada NO-SE. Se ha intruido en el seno de una potente formación de pizarras y grauwas, del Culm, a las que metamorfiza, dando una aureola de 1 a 1,5 km de potencia, con corneanas biotítico-feldespáticas. Sus bordes no son netos, sino que son extraordinariamente numerosas las apofisis aisladas.

La composición es granítica en general, predominando rocas del tipo granodioritas y adamellitas, de grano medio. El conjunto está cruzado por una intensa red de fracturas, rellenas en gran parte con materiales porfídicos.

En la banda devónica, al N de la cuenca carbonífera de Bélmez, existen numerosas masas plutónicas de composición granítica que deben estar emparentadas con el batolito de Los Pedroches; granito de grano medio en conjunto; tampoco están ausentes algunas diferenciaciones más básicas.

El pequeño afloramiento al NE de Cerro Muriano es un leucogranito. La masa de El Alamo, al SO de El Vacar, es un granito de grano medio a grueso.

Al S de Villaviciosa aparece una masa ígnea compleja que, en su parte central, tiene composición granítica; existe una densa red de fracturas rellenas por materiales volcánicos, fundamentalmente de tipo riolita. Hacia el SO se dan dioritas y pórfidos.

El plutonismo de Los Arenales, al O de Cerro Muriano y N de Las Ermitas, es quizá la masa granítica más uniforme de la zona. Se trata de un granito potásico en el que son muy frecuentes cavidades microclínicas, lo que manifiesta un plutonismo poco profundo.

Por último, el plutónico de Minas Glorias, en la Hoja de La Cardenchora, encaja con la serie pizarrea del Precámbrico Alto, al cual metamorfiza localmente. De composición granítica, su característica más destacable es el tamaño de grano, especialmente grueso, con grandes cristales. A veces, se encuentra atravesado por diques de rocas básicas.

- d') Considerada aparte, en virtud de su composición y textura particulares, se trata de una masa ígnea no muy extensa, que es rodeada en parte por el granito del S de Villaviciosa.
- e) Se trata de pequeñas masas aisladas de poco interés. Su composición es granítica con textura aplítica. Se localizan en las proximidades de Fuente Obejuna y al NO del plutónico de Minas Glorias.
- f) Pórfidos sieníticos. Al S y SO de Villanueva del Rey y entre las Hojas de Villaviciosa y La Cardenchora, al E del río Benajázar.

2.2.1.3.2. Volcánicos

V₁: Una zona importante a este respecto está situada al N de la Cuenca Bélmez-Adamuz. En efecto, son muy numerosas las intrusiones básicas que afectan al Devónico y al Carbonífero, tales son las manchas del S de Los Blázquez-La Granjuela, NE de Espiel, N de Villaharta y N y NE de Adamuz.

Aquí predominan los materiales básicos tipo microgabro, microdiorita, basaltos y doleritas. A veces, como ocurre en el nivel Carbonífero del NE de Obejo, se dan diferenciaciones ultrabásicas, en ocasiones serpentinizadas, que han sido objeto de exploración.

Otros afloramientos de naturaleza semejante se localizan al N de Berlanga, dentro de terrenos precámbricos.

V₂: Complejo volcánico de El Alcornocal. Sin duda, la masa volcánica más importante se inicia en las proximidades de Argallón, en la Hoja de Fuente Obejuna, y se continúa hasta Cerro Muriano.

Su composición es extraordinariamente compleja y su estudio ha sido muy somero. No obstante, se puede consignar que se dan microgabros, microdioritas, basaltos, doleritas y riolitas.

Su Edad es igualmente hercínica, aunque algo posterior al desarrollo del plutonismo y subvolcanismo hercínicos.

V₃: De escasa importancia, se trata de las riolitas antes mencionadas, que rellenan la intensa red de fracturas dentro del granito del S de Villaviciosa.

También se incluyen en este apartado las pequeñas masas al O de Peñarroya, donde se sabe que coquizan el Carbón Westfaliense.

2.2.2. Tectónica

La geología estructural de esta zona es extraordinariamente complicada, sobre todo en detalle. Esta complejidad puede explicarse si se tiene en cuenta la antigüedad de los materiales y las sucesivas etapas orogénicas a que se han visto sometidos, así como las modificaciones que ha debido introducir el intenso magmatismo.

La estructura general, es decir, estructuras en sinclinorio y anticlinorio con pliegues agudos de vergencias variables: en el sector S las vergencias son, en general, al S y en el sector N predominan las vergencias al N.

Al S de la Cuenca de Bélmez afloran extensamente los materiales precámbricos, intensamente metamorfizados y con numerosas intrusiones ígneas. Parece que debe corresponder a la zona axial de un gran anticlinorio, cuya zona más profunda, y con estructura de anticlinal algo complicado, aflora en la Sierra Albarrana; el resto de los terrenos precámbricos corresponden a niveles más altos.

El flanco S se interrumpe, a la altura de Malcocinado, por un accidente tectónico de gran envergadura, que pone en contacto la serie pizarrosa-detritica de Azuaga con el Cámbrico del sector S. En algunos puntos, la serie de Azuaga es infrayacente con respecto al Cámbrico, pero en otros sucede lo contrario; por esto, se cree que el contacto es mecánico, mediante una falla con importante componente de desgarre de plano de aproximadamente vertical, y con frecuentes alabeamientos, lo cual explicaría la relación anómala entre ambas formaciones.

Por lo que respecta al flanco N del gran anticlinorio al N de la Cuenca de Bélmez, albergada en una zona deprimida por fracturas, aparecen materiales devónicos; están ausente el Cámbrico y Silúrico.

La formación devónica presenta buzamientos generales al N, aunque la serie está muy replegada, incluso con fenómenos de arrastre (dragfolds) y pliegues menores de eje vertical.

El paso Devónico-Culm de Los Pedroches no se presenta con características patentes de discordancia.

La estructura interna de este Culm es en pliegues agudos isoclinales, de amplitud métrica y clara vergencia al N de unos 55 a 60°. El sinclinorio está complicado por la gran bóveda de batolito de Los Pedroches.

A partir del conglomerado basal del Carbonífero Medio el plegamiento es más apretado, de amplitud decamétrica; las vergencias son igualmente al N, pero los buzamientos de los planos Axiales, hacia el SO, son menos fuertes que en el Culm.

2.3. CRITERIOS DE DIVISION. CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS AREAS

Si bien en el capítulo 1 se enumeraron una serie de objetivos a cubrir con el presente mapa, resulta evidente que el fin primordial del mismo será el de definir, siempre con las limitaciones que presenta la E 1:200.000, las condiciones constructivas de los terrenos.

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

CRITERIOS DE DIVISION GEOTECNICA

Siguiendo los criterios prescritos para realizar las divisiones zonales posibles dentro de esta escala, así como las de sus probables subdivisiones, se han delimitado dos Regiones y doce Areas; diez dentro de la primera Región y dos dentro de la segunda.

En la Región I se incluyen todos aquellos terrenos considerados como emergidos. La Región II engloba todos aquellos terrenos considerados como hundidos posteriormente a la tectónica Alpina.

Para la delimitación de las unidades de segundo orden (Areas) dentro de las Regiones anteriormente señaladas, se han considerado las diferentes homogeneidades macrogeomorfológicas de sus terrenos.

El proceso seguido para ello ha tenido como base el estudio de las diferentes formas de relieve, los tipos de rocas, su resistencia a la erosión y su comportamiento mecánico ante los distintos movimientos tectónicos que han actuado sobre ellos a través de su historia geológica.

Así se han individualizado dentro de la Región I, diez Areas: la I₁, I₂, I₃, I₄, I₅, I₆, I₇, I₈, I₉, I₁₀; y dentro de la Región II dos Areas, la II₁ y la II₂.

En la Area I₁ se incluyen pizarras, pizarras alternantes con areniscas y pizarras procedentes del metamorfismo de contacto, asociadas a corneanas, con pendientes inferiores al 15 por ciento, a menudo con una cubierta de alteración de reducida potencia. Ocupa una amplia zona en los dos tercios superiores de la Hoja, estando bastante bien representada también en su ángulo SO. En la Area I₂ se incluyen aquellos terrenos similares litológica y mecánicamente a los anteriores, si bien con pendientes superiores al 15 por ciento. En general presentan menores recubrimientos o aparecen desnudos.

En la Area I₃ se incluyen las rocas ígneas tanto ácidas como básicas, migmatitas, gneises y sus correspondientes asociaciones filonianas en cada caso. Ocupa una amplia área por encima de la diagonal NO-SE de la Hoja con pendientes inferiores al 15 por ciento. Con frecuencia presentan una cobertura hasta de una decena de metros de material detrítico suelto. También se hallan representadas, aunque en afloramientos de menos extensión, en el resto de la Hoja.

En la Area I₄ se incluyen las anteriores litologías pero con pendientes mayores del 15 por ciento. La roca aflora directamente, o si tiene recubrimiento es menos potente. La extensión superficial de esta Area es menor que la de la anterior.

La Area I₅ incluye las rocas detríticas alternantes (grauwacas, cuarcitas y arcosas), así como cuarcitas puras y pequeños retazos de derrubios de naturaleza cuarcítica. Las cuarcitas se extienden a lo largo de una banda sobre la diagonal NO-SE de la Hoja y en su esquina NE.

La Area I₆ ocupa unas alineaciones de dirección NO-SE en el SO de la cartografía, formada por las calizas paleozoicas, con frecuencia bastante carstificadas; presenta recubrimientos de arcillas de descalcificación. También se incluye en ella un retazo de caliza (situado en el NO del Mapa), de color gris y de textura marmórea en ocasiones.

La Area I₇ está constituida por una alternancia de areniscas, cuarcitas, conglomerados, brechas y pizarras (las más abundantes). Esporádicamente aparecen algunas intercalaciones calcáreas o volcánicas.

La Area I₈ comprende las rocas volcánicas, tanto ácidas como básicas, en general bastante consistentes, aunque existen también afloramientos de rocas piroclásticas y tobas.

A veces se hallan alteradas, aunque por lo general en pequeña magnitud. La mayor extensión de afloramientos de este tipo de rocas se encuentra en la mitad S de la Hoja.

A la Area I₉ pertenecen unos conglomerados de matriz arcillosa que no cementa, que ocupan una pequeña extensión en el ángulo SE del Mapa.

La Area I₁₀ está formada por una serie alternante de conglomerados, vulcanitas y pizarras (bastante arcillosas), poseyendo de vez en cuando intercalaciones de calizas o areniscas de pequeño espesor.

La Area II₁ incluye todos aquellos depósitos conectados, bien actualmente, bien en épocas geológicas anteriores, con los cauces de los ríos, aunque también, y con mayor extensión, depósitos eluviales, coluviales y rañas. Está formada por arenas, gravas, arcillas, limos y cantos, unas veces solos y otras entremezclados. En ocasiones se trata de cantos más o menos angulosos, englobados en arcillas. Su relieve es por lo general bastante llano, situándose preferentemente en el ángulo NO de la zona cartografiada.

La Area II₂ comprende las calizas terciarias que lateralmente pasan a calizas arenosas. Ocupa pequeñas superficies en el ángulo SE del Mapa.

CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS AREAS

Area I₁

En la Región I el criterio elegido para la separación zonal en áreas ha sido predominantemente petrográfico y morfológico.

Esta área está formada como litología dominante por rocas pizarrosas, que a veces están interestratificadas con areniscas. Se ha exigido la condición de que sus pendientes fueran menores del 15 por ciento, por lo que aparece con frecuencia recubierta por suelos cohesivos que engloban lajas de pizarra alterada.

La permeabilidad es muy baja en toda la área, efectuándose superficialmente la casi totalidad del drenaje. La aparición del agua, siempre escasa, va ligada en general a los recubrimientos, en cuyo caso los caudales sufren una acusada variación estacional.

Bajo el punto de vista mecánico poseen capacidad de carga media, con asientos de la misma magnitud, que serán mayores en las zonas de recubrimiento. Por ello, y para aumentar la capacidad de carga, debe eliminarse la capa superficial antes de iniciar cualquier cimentación.

Area I₂

Con la misma litología que la área anterior. La topografía es de pendientes superiores al 15 por ciento y los recubrimientos son menos frecuentes y presentan menor espesor. En las zonas con pendientes altas aparecen deslizamientos, favorecidos en muchos casos por la posición de los planos de esquistosidad paralelos a la pendiente de las laderas.

El agua en el terreno es escasa debido a las fuertes pendientes e impermeabilidad de los materiales, que favorecen el desarrollo del drenaje superficial. Únicamente pueden aparecer cantidades ínfimas de agua subterránea a favor de las intercalaciones no pizarrosas en zonas fracturadas.

La capacidad de carga es media, si bien hay zonas de deslizamientos potencial donde se hace mínima. Los asientos en general son menores que en la área I₁ debido al menor espesor de recubrimiento; en compensación, en las zonas de posible deslizamiento los asientos serán grandes.

Area I₃

Está formada por rocas ígneas ácidas y básicas, gneises, cuarcitas y migmatitas, que dan formas suaves con pendientes inferiores al 15 por ciento. Los recubrimientos, de material granular bastante heterométrico, son frecuentes y con espesores de hasta una decena de metros. Aparecen con frecuencia rocas filonianas que atraviesan sobre todo las rocas ígneas.

Desde el punto de vista hidrológico el sustrato es impermeable, aunque la cobertura es permeable por porosidad intergranular, causa a la que se debe la aparición de acuíferos importantes. El drenaje superficial no es muy favorable debido a las bajas pendientes y a la abundancia de los recubrimientos.

Sus características geotécnicas son favorables, con capacidades de carga alta y asientos despreciables; sin embargo es necesario eliminar la capa superficial de terreno suelto y heterométrico antes de realizar las cimentaciones. El fuerte espesor a veces de éste hace prohibitiva la necesaria preparación previa.

Area I₄

Con las mismas características litológicas que la anterior, presenta rasgos morfológicos más acusados, con pendientes superiores al 15 por ciento. Presentan una estabilidad natural elevada, si bien pueden aparecer desprendimientos favorecidos por la topografía del terreno y por el intenso diaclasado. Las zonas recubiertas por depósitos de alteración son menos frecuentes que en la área anterior.

La permeabilidad es muy baja, con el drenaje superficial muy favorecido por la pendiente. El agua subterránea está ligada a fracturas.

Las características geotécnicas son muy favorables, con capacidad de carga alta y asientos mínimos.

Se debe eliminar en las cimentaciones la capa superficial de material heterométrico, que por su poco espesor no debe presentar problemas para su extracción.

Area I₅

Formada por rocas detríticas alternantes (grauwacas, cuarcitas y arcosas) y cuarcitas puras. Los recubrimientos, bastante localizados y muy superficiales son de material granular.

Presenta una morfología variable con pendientes superiores al 15 por ciento en los crestones cuarcíticos.

Al pie de las zonas con mayor pendiente aparecen acumulaciones de material desprendido muy anguloso y heterométrico marcando las zonas de mayor inestabilidad; en los demás puntos la estabilidad es buena bajo todo tipo de acciones.

El drenaje superficial es en general aceptable, mejor en las areniscas compactas y cuarcitas, con mayor relieve, que en los canchales. La permeabilidad se ve ligeramente favorecida por la competencia de estas rocas, más fracturadas que las pizarras que las rodean, cosa que se nota sobre todo en la zona de S. Benito, al NE de la Hoja.

La capacidad de carga es en general alta, sin asientos, aunque en puntos aislados puedan ambos parámetros alcanzar magnitudes medias.

Area I₆

Formada por calizas y dolomías bastante carstificadas. En superficie dan lugar en algunos puntos a arcillas de decalcificación con cantos calizos incluidos. Es de morfología media con pendientes del 7 al 30 por ciento que a veces alcanzan valores superiores.

Las laderas son estables, si bien puede haber algún deslizamiento de los materiales cohesivos en puntos muy localizados.

El drenaje se efectúa preferentemente de forma subterránea a favor de la red de carstificación. En superficie el drenaje es deficiente, los manantiales son abundantes y con caudal bastante continuo.

La capacidad de carga es alta y los asientos inexistentes. Puede haber problemas en relación con los recubrimientos arcillosos que deben eliminarse de las cimentaciones para evitar asientos diferenciales.

Area I₇

En su mayor parte está constituida por pizarras, existiendo frecuentemente intercalaciones de areniscas, cuarcitas, conglomerados y brechas.

La morfología es bastante variable, desde zonas prácticamente llanas a zonas con pendientes superiores al 15 por ciento.

Desde el punto de vista mecánico, la estabilidad es función inversa de la pendiente con peligro de deslizamiento en las zonas más abruptas. La capacidad de carga es de tipo medio. El agua aparecerá normalmente en relación con las zonas de fisuración, siendo el drenaje superficial favorable.

Area I₈

Se incluyen las rocas volcánicas ácidas y básicas ligadas a los ciclos tectónicos paleozoicos. Son en general bastante compactas, excepción hecha de algunos pasajes de rocas piroclásticas y tobas. Dan lugar a una morfología muy variable, que fluctúa entre las formas suaves y las abruptas, con todos los tránsitos intermedios. Las pendientes oscilan entre el 0 y más del 30 por ciento. En general son estables aunque pueden aparecer desprendimientos en zonas alteradas, tectonizadas o en relación con litologías menos coherentes como son las tobas y los piroclastos.

Desde el punto de vista hidrológico, son materiales semipermeables con drenaje superficial favorable, que empeora en las zonas con baja pendiente del terreno. El agua subterránea va, sobre todo, ligada a la textura de la roca en tobas y piroclastos y a las zonas alteradas y fracturadas.

La capacidad de carga es alta y los asientos nulos, si bien en los piroclastos tobas y zonas recubiertas por materiales de alteración disminuye la capacidad de carga y aumenta la magnitud de los asientos.

Area I₉

La integran unos conglomerados de matriz arcillosa que en general está suelta, por lo que se asemejan a los depósitos de pie de monte, pero que en ocasiones se encuentran bastante bien cementados. En el primer caso (el mejor representado), la capacidad de

carga es de tipo medio, siendo los asentos que se pueden producir también de magnitud media en áreas con pendientes inferiores al 15 por ciento.

Desde el punto de vista hidrológico, tanto el drenaje superficial como el subterráneo se pueden considerar aceptables.

Area I₁₀

Se incluye una serie alternante de conglomerados, vulcanitas y pizarras bastante arcillosas.

Las pendientes son inferiores al 15 por ciento, siendo la estabilidad normalmente buena, excepto en los casos en que la pizarrosidad coincida con la pendiente topográfica.

El drenaje superficial es favorable por lo general en toda la zona.

La capacidad de carga es por lo general alta y los asentos son, en conjunto, de tipo medio.

Area II₁

Su litología es de gravas, arenas, arcillas, limos y cantos, distribuidos de forma bastante irregular.

Su morfología es muy suave con pendientes inferiores al 7 por ciento en los cauces actuales y llana con escalón en su frente hacia el cauce de los ríos, en las terrazas. La estabilidad es buena, sin que la acción del hombre tenga influencia sobre la misma; únicamente en los frentes de las terrazas puede haber degradaciones y desmoronamientos.

La zona ligada a la red fluvial es predominantemente permeable con una imbricación de lentejones más o menos amplios, formados por materiales permeables por porosidad intergranular que alternan con materiales impermeables. El drenaje es bueno en las zonas próximas a los cauces de los ríos, y es predominantemente superficial en toda la área.

La profundidad de los acuíferos depende de las condiciones litológicas y geomorfológicas de cada zona.

Desde el punto de vista mecánico, la capacidad de carga va de media a alta, con asentos medios que pueden ser de mayor magnitud en las zonas limo-arcillosas de los cauces actuales de los ríos.

En las áreas más arcillosas, pueden, ocasionalmente, aparecer zonas de encharcamiento.

Area II₂

Formada por calizas terciarias que lateralmente pasan a calizas arenosas.

De morfología media a suave su pendiente suele ser inferior al 15 por ciento, aunque en zonas muy restringidas puede ser más acusada. La estabilidad en general es buena.

Desde el punto de vista mecánico no son de prever asentos y su capacidad de carga es elevada.

Materiales permeables por fisuración y disolución.

El drenaje superficial es deficiente en zonas llanas y aceptable en zonas de mayor pendiente. El drenaje subterráneo es aceptable.

2.4. FORMACIONES SUPERFICIALES Y SUSTRATO

En este apartado se incluirán los principales tipos de rocas encontradas en la Hoja, agrupándolas según sus características litológicas en el sentido más amplio, y evitando subdivisiones finas basadas en criterios petrográficos, situacionales o en diferencias tectónicas.

De cada conjunto definido, se precisarán sus características físicas y mecánicas, así como su resistencia ante los agentes de erosión externa.

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

Arenas, gravas, limos y arcillas (depósitos ligados a cursos de agua actuales) Qa

Está muy poco representado este tipo de materiales en el conjunto de la Hoja dada la escasa importancia de los ríos que por ella discurren.

Su composición y granulometría viene condicionada por la litología de la cuenca, por lo que los materiales de esta formación son bastante variables.

Como cimienta, cuando no está sometido a heladas, oscila entre aceptable y bueno según predominen las arenas, los limos arcillosos o las gravas.

Como base estos materiales no son en general adecuados, su acción potencial de helada es de ligera a alta para las fracciones finas y de nula a ligera para las gruesas.

Arenas, gravas y arcillas poco cementadas (depósitos eluviales y coluviales procedentes de la alteración de rocas intrusivas: granitos, dioritas, gabros, etc. y gneis metamórficos) Qg

Los componentes de la roca madre al descomponerse dan lugar a: los feldespatos y plagioclasas a arcillas, el cuarzo a arenas cuarcíferas y las micas que aunque alteradas, permanecen.

Estas formaciones se distribuyen de forma irregular por debajo de la diagonal NO-SE de la Hoja, y bastante regularmente por encima de ella.

Las mayores acumulaciones se sitúan en las zonas de menores pendientes y su litología cae dentro del ámbito de las arenas limosas y arenas arcillosas (SM y SC) que en algunos puntos presentan tránsitos a arenas mal graduadas (SP-SM), otras veces hay gravas arcillosas, mezclas de grava y arena, arcillas inorgánicas o arcillas con grava y arena o limos. En ocasiones aparecen cantos y bolos bastante redondeados de granito y gneises. Su resistencia en seco y su plasticidad es baja o muy baja.

Su acción potencial a la helada es alta. Su valor para cimentaciones y sub-bases de carreteras es en general mediano, mientras que para bases es inaceptable.

Arenas, gravas y arcillas sueltas (depósitos eluviales y coluviales procedentes de la alteración de rocas volcánicas, ácidas y básicas) Qv

Se distribuyen de forma irregular al N de la diagonal NE-SO de la Hoja. Su clasificación por plasticidad y granulometría sitúa a estos depósitos en grupos muy variables. En los análisis se han encontrado arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media CL, arenas arcillosas SC y arcillas inorgánicas de plasticidad elevada CH.

Para terraplenes la estabilidad de estos materiales es pasable, si bien las arcillas CH obligan a taludes tendidos. Las condiciones de compactación en rellenos varían entre buenas y aceptables con control cuidadoso para el grupo SC. Para las arcillas muy plásticas la compactación varía entre aceptable y mala.

Como cimiento cuando no está sometido a la acción del hielo su valor oscila entre aceptable y bueno, salvo para las arcillas plásticas que es de malo a muy malo.

Como base no son utilizables, y su acción potencial de helada oscila entre media y alta.

Deben utilizarse equipos de compactación sobre neumáticos y cilindros de pata de cabra, especialmente para los limos y arcillas.

Arcillas y cantos angulosos de pizarra sueltos (depósitos eluviales y coluviales procedentes de la alteración de macizos pizarrosos) Qp

Están distribuidos de forma irregular en toda la Hoja, sobre los materiales pizarrosos, especialmente en las zonas con menor pendiente. Muchas de las muestras pertenecen a zonas que en el mapa figuran como pizarras inalteradas, debido a que los retazos en que se han tomado no son cartografiados a la escala de este estudio, no obstante ser bastante frecuentes.

En función de la plasticidad y granulometría, estos materiales son arcillas inorgánicas (CL), arenas arcillosas (SC), arenas limosas (SM), tránsito de arenas limosas a arenas arcillosas (SM-SC) y estados intermedios entre arcillas inorgánicas y limos inorgánicos (CL-ML).

Como cimiento cuando no está sometido a la acción del hielo es aceptable a bueno. Para terraplenes su estabilidad varía de pasable a aceptable, y se compacta bastante bien con rodillo de pata de cabra y equipo sobre neumáticos, aunque cuando existan limos inorgánicos habrá que vigilar estrictamente la humedad. Para cimentaciones su capacidad de carga es muy variable. No es válido para base de carreteras. Su capacidad para segregar hielo es de ligera a alta y su compresibilidad y entumecimiento de ligero a medio.

Canchales formados por cantos gruesos angulosos de cuarzo y cuarcita y metacuarcita (coluviones depositados al pie de los crestones cuarcíticos y areniscas) Qc

Además de las manchas cartografiadas existen otras muchas que por su pequeña extensión no son representables en esta escala. Estas últimas están, asimismo, ligadas a Pc.

Las primeras dan origen a acumulaciones heterogranulares, mal graduadas, con pocos o ningún fino (GP) que se compactan bien con tractor sobre oruga y rodillo liso.

Los rellenos con este material dan buen resultado cuando no está sometido a la acción del hielo.

El resto, presenta además de las gravas una matriz arenolimsa-arenoarcillosa (SM-SC) o arenoarcillosa (SC) que empeora la compactación y hace menos adecuada su utilización para base de carreteras. Su capacidad para segregar hielo aumenta y su C.B.R. disminuye.

Arcillas y cantos (rañas con heterometría media); arcillas, cantos redondeados y rañas; arcillas y cantos irregulares más dispersos y arcillas con rañas encima a veces Qd

Todos los materiales abarcados por esta denominación poseen cantos más o menos redondeados de tamaños y composiciones dispares.

La granulometría varía de grano fino a grueso, desde limos y arcillas hasta gravas, pasando por arenas.

Aparecen suelos con finos plásticos (SC, GC) y otros de plasticidad reducida o no plásticos (SM, CL).

Su valor como cimiento cuando no está sometido a la acción del hielo oscila de aceptable a bueno, aunque como firme para colocarlo directamente bajo pavimentos bituminosos sea malo e incluso inaceptable.

Su capacidad para segregar hielo varía entre ligera y alta, con todos los pasos intermedios. Lo normal es que este tipo de terrenos sean impermeables o casi impermeables salvo excepciones.

Deben utilizarse para la compactación equipos sobre neumáticos y cilindros de pata de cabra, debiendo tenerse en cuenta que cuando el terreno sea del tipo SM habrá que vigilar estrictamente su grado de humedad.

Rañas con fuerte heterometría Qr

Las clasificaciones obtenidas han sido (CL-ML), (SM), (GM), (GC), (CL), (GM-GC), (SC), (GP) y (SC).

Este apartado engloba pues, suelos de muy distintos tamaños de grano y grandes variaciones en cuanto a su contenido en arcillas.

Como cimiento cuando no están sometidos a la acción del hielo son aceptables, buenos o excelentes. Por lo general son prácticamente impermeables excepto en los grupos (GP) con permeabilidad excelente y en los (GMd) que suele ser aceptable.

Los suelos (GP) como firme directamente bajo pavimentos bituminosos varían de aceptables a malos y los (GM) de aceptables a buenos; el resto de los tipos oscilan entre malos e inaceptables para este uso.

Los equipos de compactación que deben ser utilizados en el caso de los suelos (GP) son tractor de orugas, equipo sobre neumáticos y rodillo liso. Para los suelos (GM), (SM) y (ML), debe ser utilizado equipo sobre neumáticos y cilindros de pata de cabra, realizando siempre una inspección estricta de la humedad. En el resto de los casos se debe utilizar equipo sobre neumáticos y cilindros de pata de cabra.

Arcillas y cantos de alteración sobre paragneis biotítico-moscovítico Qm

Abarca una pequeña extensión en el O de la Hoja. Pueden ser considerados como depósitos eluviales y coluviales.

Se trata de un material grueso con finos plásticos, que varía de aceptable a bueno como cimientó cuando no está sometido a la acción del hielo, pero inaceptable como firme cuando se pone directamente bajo pavimentos bituminosos.

Posee una capacidad para segregar hielo de ligera a alta, siendo en general impermeable o casi impermeable.

Los equipos de compactación que deben emplearse en este tipo de terreno son los cilindros de pata de cabra y el equipo sobre neumáticos.

Arcillas calcáreas y cantos de pequeño tamaño de naturaleza calcárea Qca

Proceden de la alteración "in situ" de un conglomerado de cantos calcáreos redondeados de pequeño tamaño. La extensión superficial de estos materiales es muy pequeña, aflorando al O de la zona cartografiada. Se trata de terrenos plásticos (SC) impermeables o casi impermeables.

Como firme bajo pavimentos bituminosos es inaceptable siendo aceptable o incluso bueno como cimientó, en ausencia de hielo.

Para la compactación deben utilizarse equipos sobre neumáticos y cilindros de pata de cabra.

SUSTRATO

Calizas con cambios laterales de facies o calizas arenosas Tca

Tienen poca extensión superficial y únicamente afloran en el cuarto inferior derecho de la Hoja. El material que de ellas se extraiga será utilizable para terraplenes, base de carreteras y probablemente capa de rodadura, en el caso de que en su composición existan elementos cuarzosos, de lo contrario, por dar un índice de deslizamiento elevado, no es recomendable.

En desmontes soporta taludes elevados si bien es necesaria la utilización de explosivos para realizar su arranque.

Conglomerados englobados en matriz arcillosa S

Aparecen solamente en el ángulo SE del Mapa en una pequeña extensión. En parte aparecen los cantos sueltos, no cementados, en cuyo caso dan la impresión de ser rañas cuaternarias clasificadas como GC (mezclas de gravas, arenas y arcillas plásticas). Son buenos como cimientó cuando no están sometidos a la acción del hielo y malos como firme de carreteras, a la vez que prácticamente impermeables.

Su capacidad para segregar hielo va de ligera a media.

Para compactarlos se deben utilizar equipos sobre neumáticos y cilindros de pata de cabra.

Otras veces aparecen los cantos cementados por las arcillas. Dicho cemento no es muy fuerte, pudiendo ocurrir que con pendientes elevadas o bajo la acción de agentes externos, llegue a desprenderse de la masa que los engloba.

Pizarras, a veces con esporádicas intercalaciones de otros materiales especialmente areniscas y grauvacas Pp

En este conjunto dominan las pizarras y se extienden principalmente por encima de la diagonal NO-SE de la Hoja, aunque también se hallan representadas por debajo de la línea citada. Los macizos rocosos a que dan lugar se caracterizan por una esquistosidad bastante acusada. La estabilidad en los desmontes varía ampliamente; es función sobre todo de las laderas del desmonte, respecto a los planos de esquistosidad y son fáciles al excavar.

Areniscas en tránsito a cuarcitas, cuarcitas y conglomerados con matriz que cementa Pc

Corresponden a diversas edades dentro del Paleozóico; se sitúan repartidas por toda la Hoja y son materiales muy compactos, con capacidad de carga elevada, sin asientos, sosteniéndose muy bien en desmontes, si bien para su extracción es necesario el empleo de explosivos. Su abrasividad es elevada razón por la cual los útiles de perforación sufren fuerte desgaste.

Cuarcitas con intercalaciones pizarrosas y frecuentes episodios volcánicos, conglomerados, brechas, pizarras y algunas intercalaciones calcáreas. Pda

Ocupan amplias zonas repartidas principalmente en la parte inferior de la diagonal NO-SE de la Hoja. Sus características geotécnicas son muy dispares, variando desde muy favorables en el caso de las vulcanitas e intercalaciones calcáreas hasta las menos favorables de las pizarras cuando la pendiente topográfica coincide con la esquistosidad. Una cartografía a escala más fina podría delimitar las distintas zonas.

Arcillas y cantos (depósitos eluviales y coluviales procedentes de la alteración de los materiales de la formación Pda).

Se trata de materiales que a la escala de este trabajo no se han considerado como cartografiables pero que por la frecuencia con que aparecen son bastante representativos.

Las muestras analizadas se han clasificado como: gravas arcillosas (GC), arenas limosas (SM) y arenas arcillosas (SC).

Cuando no está sometido a la acción del hielo su valor como cimiento es aceptable o bueno y como base para carreteras es malo o inutilizable. La capacidad de estos materiales para segregar hielo es de ligera a alta, siendo a su vez impermeables o casi impermeables.

Para la compactación se deben utilizar equipos sobre neumáticos y cilindros de pata de cabra. En el caso (SM), se debe inspeccionar estrictamente la humedad.

Calizas y dolomias, con frecuencia bastante karstificadas y en ocasiones marmóreas Pca

Esta formación se sitúa en el tercio inferior de la Hoja y una pequeña parte en el superior, siguiendo dos bandas de dirección aproximada SE-NO. La mayor extensión superficial de esta litología corresponde al nivel carbonatado cámbrico.

Se presentan a veces recubiertas por arcillas rojas, conteniendo cantos angulosos procedentes de la alteración de la roca madre.

Buen material de construcción, en desmontes su estabilidad es buena, abrasividad baja, excelente para bases y sub-bases en carreteras y balastos para ferrocarriles.

Su competencia mecánica es alta y sus condiciones geotécnicas muy favorables.

Arcillas rojizas y cantos calizos angulosos compactados en ellas (depósitos eluviales de alteración y descalcificación de calizas):

Ocupan pequeños manchones irrepresentables a esta escala según varias bandas discontinuas dirigidas aproximadamente de SE a NO en el tercio inferior de la Hoja.

Son gravas limo-arcillosas (GM-GC) y arenas arcillosas (SC).

Su valor como cimiento cuando no está sometido a la acción del hielo va de aceptable a bueno. Como firme puede ser inaceptable en el caso en que predominen las arenas arcillosas, o malo cuando lo hagan las gravas limo-arcillosas. Normalmente son impermeables o casi impermeables. Para la compactación se deben de utilizar equipos sobre neumáticos y cilindros de pata de cabra.

Arcosas Pa

Se trata de arenas limosas con finos no plásticos o de plasticidad reducida (SM) y arenas arcillosas con finos plásticos (SC). Como cimiento en ausencia de hielo varían de aceptables a buenas, pero como firme en carreteras son inutilizables.

Con pendientes superiores al 15 por ciento puede existir peligro de deslizamientos. Para compactarlas se deben utilizar equipos sobre neumáticos y cilindros de pata de cabra.

Grauwacas, cuarcitas y arcosas Pag

Afloran solamente en la esquina SO de la Hoja, siguiendo la dirección NO-SE. No presentan en general problemas geotécnicos, excepto si en la zona de arcosas existen fuertes pendientes, en cuyo caso puede haber peligro de deslizamientos. Las cuarcitas son buenas como firme de carreteras y como capa de rodadura. Su abrasividad es elevada y para su arranque se hace necesaria la utilización de explosivos. A pesar de las variaciones litológicas soportan taludes fuertes.

Pizarras alternando con areniscas y cuarcitas Ppm

Se sitúan en el tercio S de la Hoja. Sus características litológicas son muy variables, dados los diversos tipos que aparecen. En general existen áreas con propiedades muy diferentes que sólo una cartografía a escala más detallada que la presente, podría diferenciar. No obstante, lo característico de todas ellas es la poca potencia de los bancos de cada una de las litologías que lo componen.

Pizarras muy silíceas y corneanas procedentes del metamorfismo del contacto Mp

Se extienden por el NE de la Hoja, alrededor del gran afloramiento granítico. La esquistosidad es poco manifiesta, son más resistentes a la erosión que las ya tratadas en los dos grupos anteriores y con mayor abrasividad.

Desmontes de peor excavación, pero que soportan un mayor talud, capacidad de carga más alta y asientos prácticamente inexistentes, todo ello referido a los dos tipos de pizarras ya descritos.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS LITOLOGICAS
I	I ₁	Está formada por rocas pizarrosas como litología dominante, a las que en algunas zonas le acompañan areniscas, grauwacas y a veces calizas. Recubrimientos frecuentes de no mucha potencia; generalmente cohesivos, pendientes inferiores al 15 por ciento.
	I ₂	Litológicamente similar a lo anterior; morfología más abrupta con pendientes superiores al 15 por ciento. Recubrimientos inexistentes o de potencia mínima.
	I ₃	Está formada por rocas ácidas y básicas atravesadas por diques y filones de aplitas, pegmatitas, etc., migmatitas, gneises y cuarcitas, con morfología suave de pendientes inferiores al 15 por ciento. Coberturas frecuentes a veces hasta de 10-12 m. En puntos localizados es frecuente la presencia de arcosas.
	I ₄	La misma asociación litológica que la anterior, con la sola excepción en este caso de la inexistencia de arcosas, pero con pendientes mayores del 15 por ciento. La roca aflora o tiene un recubrimiento muy fino, muy competente y bastante resistente a la erosión.
	I ₅	Rocas detríticas, alternancias de conglomerados, cuarcitas, grauwacas y arcosas. Los recubrimientos tienen poca importancia superficial y poco espesor.
	I ₆	Está formada por calizas con frecuentes señales de karstificación. En superficie están a veces enmascaradas bajo arcillas de descalcificación en las que se incluyen cantos calizos.
	I ₇	Areniscas, cuarcitas, conglomerados, brechas y pizarras; con intercalaciones volcánicas.
	I ₈	Comprende rocas volcánicas aflorantes y cineritas, así como arenas, gravas, arcillas y cantos irregulares procedentes de la alteración de aquéllas.
	I ₉	Formada por conglomerados constituidos por cantos englobados en matriz arcillosa que no cementa.
	I ₁₀	Incluye conglomerados, vulcanitas, pizarras arcillosas o areniscas. En ocasiones con intercalaciones calcáreas.
II	II ₁	Está formada por gravas, arenas, arcillas y limos, ligados a cursos de agua actuales. El resto de la área está formada, en general por arcillas con cantos (de cuarzo, cuarcita, caliza, algunos de pizarra) y rañas.
	II ₂	Calizas terciarias que pasan lateralmente a calizas arenosas.



SUSTRATO

- | | |
|------|---|
| Tca- | Calizas, pasan lateralmente a calizas arenosas. |
| S- | Conglomerados de cantos angulosos englobados en matriz arcillosa que no cementa. |
| Pg- | Pizarras y micaesquistos, a veces con esporadicas intercalaciones de otros materiales, especialmente cuarcitas y areniscas. |
| Pc- | Cuarcita y a veces conglomerados con matriz que cementa. |
| Pdc- | Areniscas, cuarcitas, conglomerados, brechas y pizarras, con algunas intercalaciones volcanicas y/o calcareas. |
| Pca- | Calizas, a veces karstificadas. |
| Pa- | Arcosas, con pequeño contenido en feldespatos. |
| Pag- | Grauwackas, cuarcitas y arcosas. |
| Ppm- | Pizarras y cuarcitas. |
| Mp- | Pizarras mosqueadas, muy siliceas y corneanas procedentes del metamorfismo de contacto. |
| Mm- | Paragneis biotitico moscovitico. |
| Mn- | Ortogneis, con grandes nodulos de feldespatos. |
| V- | Rocas volcanicas aflorantes y cineritas. |

FORMACIONES SUPERFICIALES

- | | | | |
|-----|--|------|--|
| Qa- | Arenas, gravas, limos, arcillas y cantos grandes redondeados (depositos ligados a cursos de agua). | Qd- | Arcillas y cantos irregulares de cuarzo, cuarcita y algunos de caliza y pizarra con heterometria media (espesor de 1 a 10 metros en ocasiones con cantos redondeados.) |
| Qg- | Arenas, gravas y arcillas poco cementados (depositos eluviales y coluviales procedentes de la alteracion de rocas intrusivas: granitos, granodioritas, gabros, dioritas, etc.) | Qr- | Rañas (arcillas sueltas y cantos irregulares de cuarcita con fuerte heterometria.) |
| Qv- | Arenas, gravas, arcillas sueltas y a veces cantos irregulares de tamaño medio (depositos eluviales y coluviales procedentes de la alteracion de rocas volcanitas, acidas y basicas.) | Qm- | Arcillas y cantos angulosos de paragneis biotítico-moscovítico (depositos eluviales y coluviales procedentes de la alteracion de paragneis biotítico moscovítico.) |
| Qp- | Arcillas, cantos angulosos de pizarra sueltos y algunos de cuarcita (depositos eluviales y coluviales procedentes de la alteracion de macizos pizarrosos y pizarroso-detriticos.) | Qoa- | Arcillas calcareas sueltas y cantos redondeados de pequeño tamaño (depositos procedentes de la alteracion "in situ" de conglomerados calcareas.) |
| Qc- | Canchales formados por cantos gruesos angulosos de cuarzo, cuarcita y metacuarcita (coluviones depositados al pie de las crestas cuarciticas.) | | |

Ortogneís (gneises groseros) Mm

Su única representación en toda la Hoja la constituye un afloramiento de reducidas dimensiones hacia el O de la misma.

Este conjunto rocoso presenta una abrasividad elevada, en los desmontes, soporta taludes bastante pronunciados y para su excavación será necesaria generalmente la utilización de explosivos.

La capacidad de carga es buena y los asientos pueden considerarse despreciables.

Paragneís biotítico-moscovítico Mn

Se halla representado únicamente en el cuarto S-O del Mapa. Se trata de un material pizarroso cuyos componentes principales son las micas (biotita y moscovita) y cuyas superficies de esquistosidad no están muy marcadas, lo cual le da un aspecto más masivo que el que suelen poseer las pizarras de la formación Pp. Como consecuencia de la menor importancia de las superficies de discontinuidad, los taludes que se pueden construir en este material serán más pronunciados que los de las pizarras típicas, cuando en ambos casos la pendiente topográfica coincida con la esquistosidad.

Es de notar en esta formación la ausencia de recubrimientos importantes. Las condiciones constructivas en general serán favorables excepto en las zonas con pendientes muy pronunciadas (superiores al 30 por ciento) y en los lugares influenciados por fallas y fracturas.

Rocas volcánicas ácidas y básicas (riolitas, espilitas, doleritas, basaltos, riodacitas, dacitas, andesitas, etc.). De forma muy aislada: rocas piroclásticas, tobas, etc. V

Están situadas generalmente por debajo de la diagonal NE-SO dando lugar a relieves muy variables. Son bastante estables aunque pueden aparecer desmoronamientos en zonas tectonizadas.

Su capacidad de carga es alta, salvo en las zonas de recubrimiento o sobre tobas volcánicas y materiales piroclásticos cuando están poco cementados; sólo en estos casos pueden aparecer asientos de magnitud media pues en los demás se puede hablar de inexistencia de asientos.

La abrasividad es elevada y los desmontes suelen ser estables, permitiendo taludes de magnitudes importantes.

Vulcanitas, conglomerados, calizas, areniscas y pizarras Vs

Afloran en el SO de la Hoja en varios retazos de pequeña extensión. En cuanto a comportamiento mecánico, todos los componentes poseen características parecidas, siendo excepción las pizarras que pueden originar problemas de deslizamientos cuando coinciden las superficies de discontinuidad con la pendiente topográfica.

Las vulcanitas son las rocas más duras de este conjunto y tanto los conglomerados como las calizas y areniscas permitirán construir taludes bastante elevados.

Rocas ácidas como: granitos, sienitas, dioritas, granodioritas, adamellitas, etc. y sus correspondientes asociaciones filonianas como: pegmatitas, aplitas, etc. y rocas básicas como: gabros, doleritas, etc.; en este apartado se incluyen también las rocas migmatíticas. I

Ocupan amplias superficies por encima de la diagonal NO-SE de la Hoja. Presentan una morfología muy variable con pendientes que alcanzan y hasta superan el 30 por ciento. En ocasiones dan lugar a bolos y formas redondeadas, sobre todo en las zonas en que están alterados. Suelen encontrarse recubiertas por suelos arenosos procedentes de su alteración, a los que, junto con las zonas de fractura, suele ir ligada el agua.

Su abrasividad es elevada y es necesario, si está fresco, el uso de explosivos para su extracción. Su estabilidad en desmontes es buena y puede soportar taludes importantes. Por el contrario el jabre es ripable y se sostiene mal, problema agravado casi siempre por el contenido en agua de este tipo de material.

En su interior, son frecuentes los diques y filones que en muchos casos suelen tener un comportamiento diferencial, no sólo desde el punto de vista morfológico, sino también desde el hidrológico y geotécnico.

2.5. CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS

En este apartado se analizan los principales rasgos morfológicos, en relación con la repercusión que tienen, o pueden tener, sobre las condiciones constructivas de cada tipo de terreno.

El análisis tendrá como base las características y comportamiento de las diferentes asociaciones de rocas ante las condiciones del medio, resaltando aquellos problemas que surjan en el terreno, bien por causas puramente naturales, bien por la acción directa del hombre. Se completará lo expuesto por medio de un mapa y de una ficha resumen en la que se incluyen las características geomorfológicas más interesantes de cada unidad de clasificación de segunda categoría.

Area I₁

Presenta una topografía suave con pendientes menores del 15 por ciento.

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

Aparece recubierta con frecuencia por materiales cohesivos, que incluyen, a veces, en su interior lajas de pizarras. Otras veces las acumulaciones están formadas predominantemente por rocas sueltas.

Area I₂

Presenta una topografía de mayor relieve, con formas morfológicas de pendientes superiores al 15 por ciento. Al ser menos estable que la anterior, pueden verse deslizamientos, favorecidos con frecuencia por el buzamiento de los planos de pizarrosidad coincidente con la dirección de máxima pendiente de las laderas.

Con pendientes entre el 15 y 30 por ciento pueden aparecer zonas inestables ante la acción del hombre, si contribuye a ello la esquistosidad; con pendientes superiores la inestabilidad puede hacerse manifiesta incluso sin la intervención humana.

Los recubrimientos tienen menor desarrollo superficial y espesor que en la Area I₁.

Area I₃

Con morfología suave a intermedia, presenta pendientes inferiores al 15 por ciento.

La área se considera estable tanto bajo condiciones naturales como bajo la acción del hombre, si bien en las zonas con mayor pendiente pueden aparecer en puntos muy localizados zonas inestables en los depósitos granulares que recubren amplias superficies de esta área.

Area I₄

Presenta una morfología en general abrupta con formas de relieve de pendientes superiores al 15 por ciento.

La área se considera estable tanto bajo acciones naturales como bajo la acción humana. Pueden aparecer desprendimientos, muy localizados, en relación con fallas y diaclasas y en las zonas con mayor pendiente; se producen, entonces, acumulaciones rocosas en su pie.

Los recubrimientos son más estrictos, menos potentes y más dispersos que en la área anterior.

Area I₅

Presenta formas de relieve muy heterogéneas.

El terreno se considera estable bajo todo tipo de acciones, si bien en las zonas de borde de los crestones cuarcíticos, donde la pendiente es mayor aparecen desprendimientos, jalonados en su pie por canchales y acumulaciones detríticas muy heterométricas.

Area I₆

Presenta morfología acusada con pendientes más frecuentes que oscilan entre el 7 y el 30 por ciento.

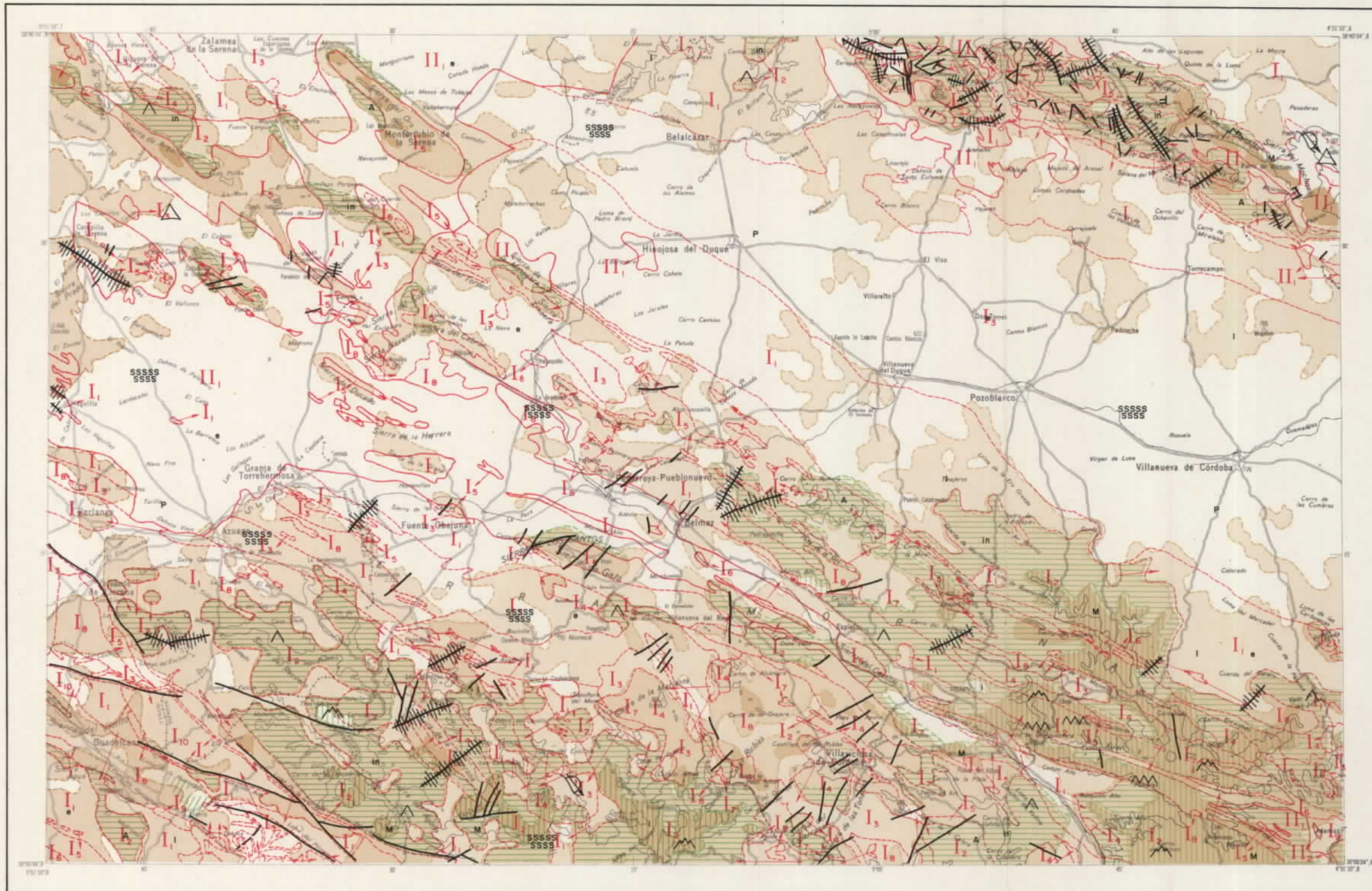
En algunas zonas pueden aparecer formas de relieve más acusadas con pendientes superiores.

El área es estable tanto bajo la acción de los agentes naturales como del hombre. Unicamente algunas acumulaciones de arcillas procedentes de la decalcificación "in situ" de las calizas pueden, en superficies muy restringidas, dar lugar a pequeños deslizamientos a favor de la pendiente.

Area I₇

Presenta una morfología bastante variable pasando de zonas prácticamente llanas a otras con pendientes superiores al 15 por ciento. En las zonas planas los terrenos son estables ante las condiciones naturales y bajo la acción del hombre. En las más abruptas puede haber peligro de deslizamientos si la pizarrosidad coincide con la pendiente topográfica.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS
I	I ₁	Morfología suave con pendientes inferiores al 15 por ciento, por lo general aparece recubierta de materiales cohesivos y en algunos casos por acumulaciones de pizarras en lajas. Estable bajo condiciones naturales y bajo la acción del hombre.
	I ₂	Presenta una morfología de pendiente más fuerte con valores superiores al 15 por ciento. Su estabilidad está en función además de la pendiente de la dirección de pizarrosidad. Son frecuentes los deslizamientos a favor de esta última. Los recubrimientos o no existen o son de poco espesor.
	I ₃	Muestra relieves intermedios en los que las pendientes son menores del 15 por ciento. Es estable bajo cualquier tipo de acción, existiendo recubrimientos granulares.
	I ₄	Morfología abrupta con pendientes superiores al 15 por ciento. Es estable aunque pueden aparecer desprendimientos, a favor de la pendiente topográfica y del diaclasado. Dan lugar a algunas acumulaciones rocosas. Los recubrimientos son menos frecuentes que en la área anterior.
	I ₅	Morfología bastante variable en los relieves cuarcíticos suele superar el 15 por ciento. En la base de las zonas más pendientes aparecen canchales y acumulaciones detríticas. Estable bajo todo tipo de acciones excepto en las zonas de borde de los crestones cuarcíticos.
	I ₆	Presentan en general morfología acusada, con pendientes variables entre el 7 y el 30 por ciento y que en algunos casos alcanzan valores superiores. La área es estable a excepción de algunas acumulaciones de material cohesivo procedente de alteración "in situ" que pueden dar lugar a pequeños deslizamientos a favor de la pendiente.
	I ₇	Su morfología es muy variable con pendientes que oscilan entre el 3 y más del 15 por ciento. En general hacia el O son bajas del orden del 3 al 7 por ciento, mientras que hacia el S su relieve es más abrupto. Son estables aunque pueden aparecer desmoronamientos de poca importancia ligados a zonas de mayor tectonización e intenso diaclasado.
	I ₈	Morfología variable que va desde prácticamente llana, en la Granjuela, hasta pendientes superiores al 30 por ciento en casi toda la banda S. La estabilidad es buena por lo general.
	I ₉	Posee una morfología más bien abrupta, con pendientes que oscilan entre el 7 y el 30 por ciento. En caso de pendientes superiores al 15 por ciento la estabilidad natural disminuye.
	I ₁₀	Con pendientes normalmente inferiores al 15 por ciento. Estabilidad natural buena excepto en las pizarras, en las que puede haber deslizamientos.
II	II ₁	Presenta una morfología completamente llana en el fondo de los cauces o llana, con escalón en su frente hacia el río, en las terrazas. La pendiente topográfica es inferior al 7 por ciento. En ocasiones, como en el caso de las rañas, esta pendiente puede aumentar. La estabilidad natural es buena si bien las terrazas pueden ir degradándose paulatinamente en su borde.
	II ₂	La pendiente es inferior al 15 por ciento en general. Normalmente es estable bajo condiciones naturales y bajo la acción del hombre en toda su superficie.



INTERPRETACION DEL MAPA TOPOGRAFICO

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

----- Limite de separacion de Zonas.

SEPARACION DE ZONAS SEGUN SU GRADO DE ESTABILIDAD

- e Zonas estables bajo condiciones naturales y bajo la accion del hombre.
 - In Zonas estables bajo condiciones naturales e inestables bajo la accion del hombre.
 - I Zonas inestables bajo condiciones naturales y bajo la accion del hombre.
- Limite separacion de zonas

SIMBOLOGIA

FENOMENOS GEOLOGICOS ENDOGENOS

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

- Formas de relieve muy acusadas
- Formas de relieve acusadas
- Taludes de materiales sueltos
- Acumulacion de rocas sueltas

FENOMENOS GEOLOGICOS EXOGENOS

- Recubrimientos por alteracion
- Abarrancamientos
- Deslizamientos en potencia a favor de las pendientes naturales
- Recubrimientos por alteracion en zonas de rocas sueltas

DIVISION ZONAL

- Limite de separacion de Regiones
- Limite de separacion de Areas
- I Designacion de un Area

Area I₈

Presenta una morfología bastante variable. Las formas de relieve presentan pendientes que oscilan entre 0 y más del 30 por ciento.

Pueden considerarse como estables ante todo tipo de acciones, si bien a menor escala pueden aparecer desmoronamientos de poca importancia, en relación con las zonas más tectonizadas.

En las partes en que la pendiente es baja suelen aparecer recubrimientos.

Area I₉

Posee una morfología más abrupta con pendientes que oscilan entre el 7 y el 30 por ciento. Cuando son inferiores al 15 por ciento la área es estable bajo condiciones naturales y bajo la acción del hombre. Con pendientes superiores al 15 por ciento es estable bajo condiciones naturales pero inestable ante la intervención humana.

Area I₁₀

Las pendientes son normalmente inferiores al 15 por ciento. Es estable ante los agentes naturales y ante la acción del hombre excepto en el caso de las pizarras si la pizarrosidad coincide con la pendiente topográfica.

Area II₁

Presenta una morfología plana con pendientes inferiores al 3 por ciento, tanto en el fondo de los cauces como en las terrazas. En estas las formas son planas con escalón en su frente hacia el río. En la zona de rañas y depósitos eluviales y coluviales las pendientes pueden llegar a ser del orden del 15 por ciento.

La estabilidad tanto natural como ante las solicitudes que introduce el hombre es buena, si bien las terrazas en su frente sufren erosiones a veces bastante importantes y pueden degradarse paulatinamente.

En la cabecera de algunos cauces pueden producirse fenómenos de abarrancamiento muy ocasionalmente existen pequeños decoramientos de la roca del sustrato sin ningún tipo de recubrimiento.

Area II₂

Presenta pendientes con frecuencia inferiores al 15 por ciento si bien en puntos aislados las formas de relieve pueden ser más acusadas.

Es estable ante la acción de la naturaleza y del hombre.

2.6. CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS

En este apartado se analizan las características que afecten de manera más o menos directa las condiciones constructivas de los diferentes terrenos.

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

Areas I₁ y I₂

En ambas, el material predominante es impermeable, los acuíferos escasean y los pocos existentes están en relación con los recubrimientos en la área I₁.

En la área I₂ el agua subterránea, es todavía más escasa y va ligada a zonas de fractura y a intercalaciones no pizarrosas.

El drenaje superficial es en general favorable con una red fluvial muy marcada, especialmente en la área I₂.

Areas I₃ y I₄

Se considera como impermeable. El agua subterránea está en relación con fallas y fracturas en la área I₄, mientras que en la I₃ va ligada a los recubrimientos granulares y aparece a profundidades máximas de 8 a 10 metros, formando acuíferos importantes. En ambas puede aparecer en relación con diques y filones intensamente fracturados. La capa freática se suele presentar a profundidades comprendidas entre 1 y 6 m, en la época de estiaje. En los períodos lluviosos la capa freática llega hasta el nivel del suelo.

El drenaje superficial es favorable debido a las pendientes en la área I₄, y aceptable a causa de los recubrimientos y poco relieve en la área I₃.

Area I₅

El drenaje superficial es por lo general favorable, tanto más cuanto mayor sea la pendiente. El subterráneo es aceptable en la zona de los canchales por percolación natural.

La existencia de agua está ligada en general a fenómenos de fracturación, diaclasado, trituración, etc.

Al NE de la Hoja, en San Benito, hay surgencias en cuarcitas, debido a las razones apuntadas.

Area I₆

Está formada por materiales karstificados con permeabilidad elevada.

El drenaje se efectúa con preferencia de forma subterránea, a pesar de las pendientes a veces bastante fuertes. No obstante se considera que con pendientes superiores al 15 por ciento el drenaje superficial es favorable. Los manantiales abundan y son de caudal más regular que en otras áreas. El agua, cuando hay pozos, se encuentra a profundidades que oscilan normalmente entre 3 y 6 m y en casos excepcionales de 12 a 19 m.

Area I₇

Está formada preferentemente por materiales impermeables o semipermeables. El agua aparece únicamente en relación con zonas de fisuración y con los recubrimientos.

El drenaje superficial es favorable, no apareciendo zonas de encharcamientos.

El agua se encuentra entre 1, 5 y 4 m de profundidad en época de estiaje, llegando generalmente a nivel del suelo en la época lluviosa, debido probablemente a la ubicación de los pozos muy cerca de los cauces de los arroyos.

Area I₈

En los casos en que no existen recubrimientos de alteración, el drenaje superficial es favorable, tanto más cuanto mayor es la pendiente. El agua subterránea, cuando existe, está en zonas en que la alteración es apreciable y ligada casi siempre a fenómenos de fracturación. La profundidad a que se encuentra el agua, en época de estiaje, oscila entre 3 y 7 m.

Area I₉

El drenaje subterráneo se puede considerar aceptable por percolación muy débil, encontrándose el agua a profundidades superiores a los 10 m. El drenaje superficial se considera a su vez aceptable, siendo tanto más favorable cuanto mayor sea la pendiente.

Area I₁₀

El drenaje superficial es por lo general favorable. Todo lo contrario ocurre con el subterráneo excepto en zonas aisladas en las que existan calizas karstificadas o diaclasadas, en las que puede llegar a ser favorable.

Area II₁

La permeabilidad global de toda la área es deficiente. Aparecen niveles freáticos altos en los cauces fluviales.

En las zonas muy arcillosas y llanas pueden aparecer eventualmente áreas encharcadas. El drenaje es sobre todo superficial aunque existen acuíferos por porosidad intergranular. El agua en la superficie ocupada por las rañas se encuentra entre 1,5 y 5,5 m de profundidad.

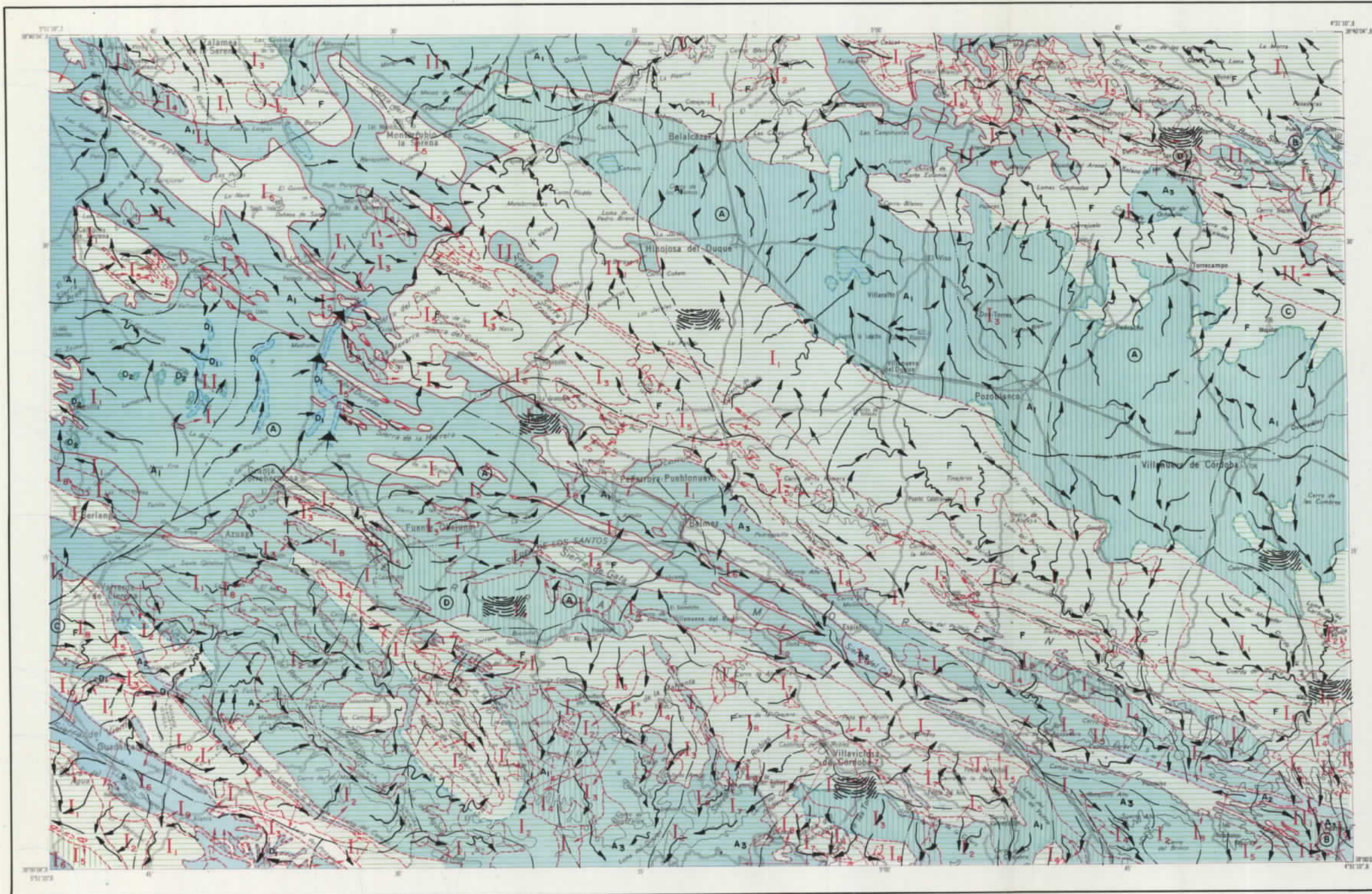
Area II₂

Es toda ella permeable por fisuración y disolución, por lo que el agua subterránea abunda y en el contacto con otras áreas pueden aparecer manantiales de caudal bastante constante.

El drenaje superficial se desarrolla poco.

No es probable encontrar agua a la profundidad de cimentación.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS
I	I _{1y2}	Areas con predominio de materiales impermeables. Hay pocos acuíferos y aislados; en relación con recubrimientos en la área de menor pendiente I ₁ , ligados a zonas de fracturas y muy escasos en la área I ₂ . El drenaje superficial en general es favorable con una red fluvial relativamente marcada, y más densa en la área I ₂ .
	I _{3y4}	Se consideran como impermeables. Debido a los recubrimientos que en I ₃ llegan a alcanzar espesores de 10 a 15 m aparecen acuíferos importantes. Menos frecuente es el agua ligada a fallas y fracturas. El drenaje en general es aceptable, llegando incluso a favorable en la área I ₄ .
	I ₅	Materiales en general semipermeables con drenaje superficial favorable. En la zona de cuarcitas (masivas o canchales) el agua viene ligada a fenómenos de fracturación, diaclasamiento, etc.
	I ₆	Materiales permeables por karstificación. El drenaje se efectúa con preferencia de forma subterránea, siendo el superficial deficiente. Manantiales abundantes y de caudal poco variable.
	I ₇	Materiales en general semi-permeables, que en algunos puntos por su fisuración o textura pueden dar lugar a acumulaciones de agua. Su drenaje es favorable no apareciendo zonas de encharcamiento.
	I ₈	Drenaje superficial en función de la pendiente, aceptable en general y favorable en las ocasiones en que no existen recubrimientos de alteración. Pozos muy abundantes con agua a profundidades del orden de 5 m y en ocasiones de 8 a 10 m (zona de Granjuela). En el resto existe mucha menor abundancia de agua subterránea.
	I ₉	El drenaje, tanto superficial como subterráneo, es aceptable. Este último por percolación muy débil.
	I ₁₀	Drenaje superficial favorable por lo general. El subterráneo puede ser aceptable en zonas localizadas. (Existencia de calizas karstificadas o diaclasadas).
II	II ₁	Se considera como predominantemente impermeable, dado su gran contenido en arcillas, si bien alternan materiales permeables e impermeables. El drenaje es sobre todo superficial aunque existen acuíferos por porosidad intergranular. En las áreas planas más arcillosas pueden, ocasionalmente, aparecer zonas de encharcamiento.
	I ₂	Materiales permeables por fisuración y disolución. El drenaje superficial es deficiente. Hay agua subterránea abundante que puede originar manantiales de caudal bastante regular en numerosos puntos.



CONDICIONES DE DRENAJE

N

Zonas con Drenaje Nulo

D_1	D_2
-------	-------

Zonas con Drenaje Deficiente

D₁

Drenadas en superficie por percolacion natural. Agua a escasa profundidad.

D₂

Drenadas en superficie por es-
correntia poco activa.

A_1	A_2	A_3
-------	-------	-------

Zonas con Drenaje Aceptable

A

Percolacion natural

Percolacion por la fisuracion

Ag

de las rocas

A

Percolacion muy debil

F

Zonas de Drenaje Favorables

Escorrentia superficial muy activa

Limite de separacion de Zonas

PERMEABILIDAD DE LOS MATERIALES

P

Materiales permeables

2

Materiales semipermeables





1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

Materials impermeables

Limite de separacion de los distintos materiales

SIMBOLOGIA


HIDROLOGIA SUPERFICIAL


	Limite de cuenca hidrografica
	Limite de subcuenca hidrografica
	Red de drenaje
	Cauces permanentes

HIDROLOGIA SUBTERRANEA




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

FACTORES HIDROLOGICOS VARIOS

 Agua ligada a fenomenos de fracturacion

 Aguas Colgadas

DIVISION ZONAL

	Limite de separacion de Regiones
	Limite de separacion de Areas
	Designacion de un Area

2.7. CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

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

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

A fin de no perder homogeneidad con lo hasta ahora expuesto, se seguirá en la primera parte de este apartado, haciendo referencia a cada una de las Areas, de forma individualizada, para luego de forma global exponer las características sismorresistentes de toda la Hoja, indicando qué tipo de problemas pueden ocurrir y en qué zonas habrá más propensión a ellos.

Areas I₁ y I₂

Ambas zonas de forma global presentan capacidad de carga media. En el caso de pendientes superiores al 30 por ciento, especialmente cuando dominan las pizarras sin apenas intercalaciones de otro tipo de roca la capacidad de carga es baja, sobre todo en las zonas donde la esquistosidad unida al relieve puedan favorecer los deslizamientos. Los asientos son de magnitud media, aunque en la Area I₁ al cimentar sobre recubrimientos cohesivos, la magnitud de los asientos puede ser mayor.

En los casos en que los recubrimientos sean de poco espesor deberán retirarse antes de realizar las cimentaciones; esta operación será sencilla en la Area I₂, pues debido a su mayor pendiente los recubrimientos serán débiles. Por el contrario, en la I₁ existirán zonas en las que los recubrimientos, de mayor espesor, no harán viable esta operación.

Areas I₃ y I₄

Cuando se trate de roca sana la capacidad de carga será alta sin posibilidad de que existan asientos, sin embargo, la aparición de recubrimientos heterogranulares es causa de una disminución de calidad de las propiedades mecánicas de la Area, que pueden verse aún reducidas en los casos, por demás frecuentes, de aparición de agua. Si la potencia lo permite deberán eliminarse estos recubrimientos antes de proceder a la cimentación.

En general las condiciones constructivas de I₄ serán favorables, en cuanto que no existen, o están muy limitados los recubrimientos, si bien en algunos casos cuando la pendiente sea elevada puede actuar como factor negativo.

La Area I₃ se considera globalmente como aceptable desde el punto de vista geotécnico, dado que la suavidad del relieve hace que las acumulaciones del material detrítico sean frecuentes y en ocasiones con espesores incluso de una decena de metros.

Area I₅

La capacidad de carga es alta por lo general, aunque en zonas aisladas, como en la de las arcosas, pueden existir asientos de magnitud media. Las condiciones geotécnicas se califican como buenas aunque pueden existir pequeños problemas de desmoronamiento de los crestones cuarcíticos en los bordes.

Area I₆

Su capacidad de carga es alta no presentándose, si se está sobre roca sana, ningún tipo de asientos.

Ligados a los recubrimientos arcillosos procedentes de la alteración de la roca misma pueden aparecer problemas geotécnicos, sin embargo dado que en general su potencia es pequeña, se considera a esta Area sin problemas geotécnicos.

Area I₇

Capacidad de carga media, pudiendo existir deslizamientos en la zona de brechas poco cementadas y en los casos en que haya diaclasas y la pizarrosidad coincida con la pendiente topográfica.

Area I₈

Presenta capacidad de carga alta, sin asientos excepto en las zonas de poca superficie en que aparecen: tobas volcánicas, materiales piroclásticos o recubrimientos de alteración menos compactos, dentro de los asientos aumentan y la capacidad de carga disminuye.

Area I₉

Capacidad de carga media. En las zonas con pendientes menores del 15 por ciento los asientos que se puedan producir serán de magnitud media; mientras que los lugares en que dichas pendientes sobrepasen el 15 por ciento pueden originarse deslizamientos importantes y por variaciones litológicas, pueden darse puntualmente, asentamientos diferenciales.

Area I₁₀

Capacidad de carga alta. En los lugares en que la pendiente sea superior al 15 por ciento o coincida con la pizarrosidad se pueden producir deslizamientos y la capacidad de carga es baja.

Los asientos de la Area son de magnitud media y sólo será elevada, en puntos localizados donde, ocasionalmente, pudieran existir recubrimientos cohesivos o materiales de naturaleza arcillosa en general.

Area II₁

Su capacidad de carga es baja, con asientos de magnitud media que pueden ser importantes en las zonas limo-arcillosas, ligadas a cursos actuales de los ríos.

En las terrazas con litología más pobre en finos aparecen a poca profundidad niveles ricos en gravas. Los asientos y la capacidad de carga son entonces, como mínimo, de magnitud media. Los problemas geotécnicos que cabe esperar están también en relación con el nivel freático a poca profundidad y con el contenido en materia orgánica. En las zonas en que aparecen rañas y depósitos eluviales y coluviales la capacidad de carga es frecuentemente media, pudiendo llegar a alta. Los asientos que puedan existir en estos materiales serán de tipo medio.

Area II₂

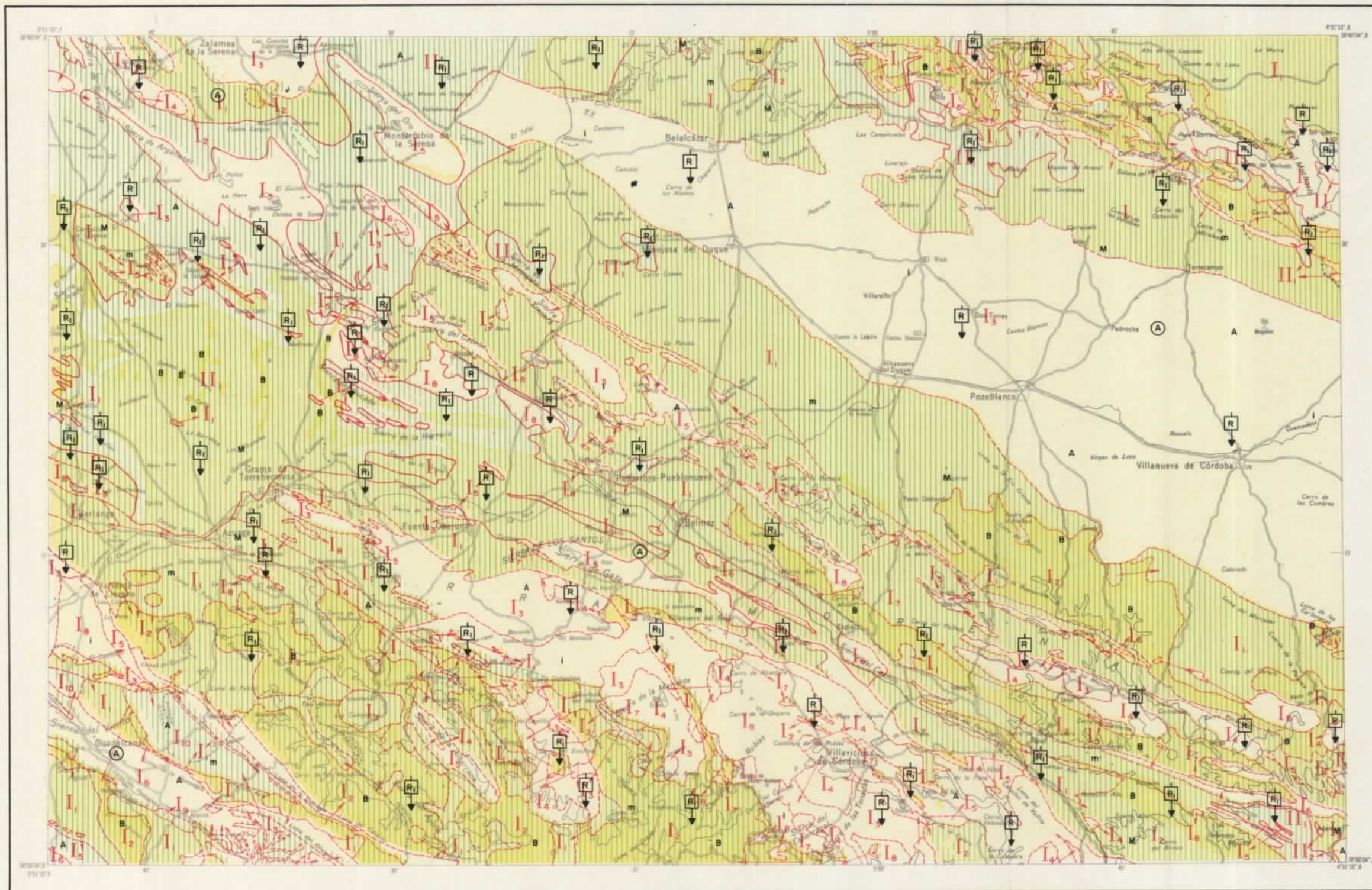
Inexistencia de asientos con capacidad de carga alta, si bien hacia el E, debido a progresivos cambios laterales de litología, la capacidad de carga disminuirá y los posibles asientos serán bajos.

Al igual que en el caso de la Area I₃ a nivel de las cimentaciones no se encontrará agua.

SISMICIDAD

Toda la Hoja se incluye dentro de la zona Sísmica A, de las definidas por la Norma Sismorresistente P.G. S-1 (1968). Dentro de ella el grado de intensidad macrosísmica (MSK) es menor de VI, por lo que en general no deben producirse, por efectos sísmicos daños de consideración.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS GEOTECNICAS
I	I _{1y2}	Ambas poseen de forma global, capacidad de carga media. Pueden aparecer asientos en relación con los recubrimientos cohesivos que presentan. En la área I ₂ los problemas geotécnicos se verán agravados por la mayor pendiente, especialmente en las zonas en que la esquistosidad de las pizarras coincida con ella y en consecuencia la capacidad de carga será baja.
	I _{3y4}	Con capacidad de carga alta. Cuando se apoye sobre materiales alterados, más abundantes y espesos en la área I ₃ , pueden aparecer asientos de magnitud media. Sobre roca sana desaparecen estos problemas.
	I ₅	Con capacidad de carga alta e inexistencia de asientos salvo en zonas aisladas, en las que se alcanzan magnitudes medias.
	I ₆	Capacidad de carga alta, posibilidades de aparición de asientos prácticamente nula. Los problemas geotécnicos estarán ligados al conocimiento del espesor de los recubrimientos arcillosos.
	I ₇	Capacidad de carga media con posibilidad de deslizamientos a favor de la pizarrosidad.
	I ₈	La capacidad de carga es, en los casos de roca fresca, alta, no existiendo asientos en la mayoría de los casos. En las zonas donde existen recubrimientos de alteración la capacidad de carga disminuye y los asientos pueden alcanzar magnitudes medias.
	I ₉	Capacidad de carga media y asientos de igual magnitud. En las reducidas zonas donde la pendiente sea superior al 15 por ciento. Pueden originarse asientos y deslizamientos importantes.
	I ₁₀	Capacidad de carga alta salvo en las zonas, con pendiente superior al 15 por ciento, o de naturaleza pizarrosa. Dada la abundancia de arcilla en las pizarras los asientos pueden alcanzar magnitudes medias en estos puntos. El resto de la área no presenta problemas.
II	II ₁	Capacidad de carga baja con asentamientos de magnitud media que pueden ser importantes en zonas limo-arcillosas ligadas a cursos actuales de ríos. En el resto de la área la capacidad de carga oscila de media a alta, dependiendo frecuentemente de la pendiente. Los asientos son siempre de magnitud media. Las zonas ligadas a cursos fluviales pueden presentar problemas de índole hidrológica y geotécnica.
	II ₂	Inexistencia de asientos y capacidad de carga elevada. En las zonas donde el cambio lateral de litología sea importante la capacidad de carga puede llegar a disminuir.



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 Separacion de Zonas

ASIENTOS PREVISIBLES

- I Zonas con inexistencia de asientos.
- m Zonas con asientos de magnitud media
- * Zonas con asientos de magnitud elevada

----- Limite de separacion de Zonas

SIMBOLOGIA

GRADO DE SISMICIDAD

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

FACTORES GEOTECNICOS VARIOS

- R Recubrimientos granulares
- R₁ Recubrimientos cohesivos

DIVISION ZONAL

- Limite de separacion de Regiones
- Limite de separacion de Areas
- I Designacion de un Area

3. INTERPRETACION GEOTECNICA DE LOS TERRENOS

La serie de características analizadas a lo largo de los apartados que componen el punto 2, sirven de base para poder pasar a dar, ahora, las condiciones constructivas de la Hoja.

Estas condiciones se presentan de forma *cuantitativa*, indicando los tipos de problemas que pueden aparecer con más frecuencia, y los aspectos que han sido determinantes en su evaluación.

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

3.1. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS MUY DESFAVORABLES

Se incluyen bajo esta denominación un conjunto de terrenos que presentan importantes problemas bien sea de tipo geomorfológico; geomorfológico y geotécnico propiamente dicho (p.d) o de tipo litológico, geomorfológico y geotécnico (p.d).

Problemas de tipo geomorfológico

Los presentan los canchales al pie de las formaciones cuarcíticas o areniscosas, las calizas y el paragneís biotítico moscovítico, cuando poseen todos ellos pendientes superiores al 30 por ciento.

Problemas de tipo geomorfológico y geotécnico (p.d)

Se incluyen aquí las pizarras, solas o alternando con otros materiales que presentan pendientes superiores al 30 por ciento. La fuerte pendiente, la frecuencia de los deslizamientos, su capacidad de carga y la magnitud de los asientos, son las causas que obligan a adoptar este criterio.

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

Se caracterizan como muy desfavorables por los problemas en el epígrafe indicado, los canchales al pie de areniscas o crestones cuarcíticos cuando su pendiente es superior al 15 por ciento. La inestabilidad de tales materiales sueltos, su espesor a veces importante, el hecho de que en la actualidad sigan formándose estas acumulaciones y el elevado valor de la pendiente hacen que se etiqueten como muy desfavorables a los mencionados materiales. Se incluyen en este apartado las rañas y depósitos de arcillas y cantos con heterometría media que posean fuertes pendientes (superiores al 15 por ciento).

3.2. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS DESFAVORABLES

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

Problemas de tipo geomorfológico

Se incluyen en este apartado las rocas ígneas intrusivas y filonianas ácidas y básicas, las rocas volcánicas, los gneises groseros y las cuarcitas, calizas y dolomías del paleozoico, cuando su pendiente es superior al 15 por ciento. Son materiales que no presentarán ningún otro problema. Son rocas que además para efectuar explanaciones en ellas, se hace necesario recurrir al empleo de explosivos.

Problemas de tipo litológico y geomorfológico

Se consideran con estas características aquellas superficies ocupadas por recubrimientos sobre rocas ígneas intrusivas, filonianas o volcánicas, migmatitas y paragneises.

Estos macizos rocosos exigen el empleo de explosivos al realizar las explanaciones.

Cuando la obra no modifique la topografía original habrá que eliminar en muchos casos los recubrimientos.

Problemas de tipo litológico y geotécnico (p.d)

Se consideran con este tipo de problemas las rañas cuyas pendientes se hallen comprendidas entre el 7 y el 15 por ciento.

El problema será tanto más importante cuanto mayor proporción de arcillas contengan estos materiales.

Problemas de tipo geomorfológico y geotécnico (p.d)

Se consideran con estas características las pizarras, y pizarras alternantes con otros materiales, cuando sus pendientes están comprendidas entre el 15 y el 30 por ciento y también las alternancias de conglomerados, areniscas, vulcanitas y pizarras del paleozoico, con pendientes superiores al 15 por ciento.

Se han datado como constructivamente desfavorables debido primordialmente a su pendiente que obligará a hacer excavaciones antes de la realización de las obras para construir sobre superficies más suaves. A su vez al aumentar los taludes en el frente de corte se plantearán con frecuencia problemas de estabilidad o bien si se da un menor ángulo al frente de la excavación, se aumentarán bastante los volúmenes a mover.

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

Se incluyen aquí los recubrimientos sobre pizarras con pendientes superiores al 15 por ciento (cantos más o menos redondeados englobados en matriz arcillosa) y alternancias de pizarras y cuarcitas en bancos con pendientes asimismo superiores al 15 por ciento.

En el primer caso las dificultades e incidencias si se realizan explanaciones serán las mismas que en el grupo anterior, si bien la parte superior, de material menos coherente, será más fácil de excavar; por el contrario si se construye, no será posible, sin suavizar la pendiente. Deberán retirarse los recubrimientos, operación no siempre fácil. No habrá problemas hidrológicos.

En el segundo caso, la ripabilidad será menor debido a la presencia de las cuarcitas que por su abrasividad someterán a un desgaste mayor a los útiles de excavación. Las superficies de deslizamiento serán aquí más geométricas y destacará en ellas claramente la influencia de los planos de estratificación.

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

Se incluye en este grupo la serie de materiales y depósitos ligados a cursos fluviales. La situación del nivel freático a poca profundidad, su composición litológica a base de limos y arcillas y los problemas geotécnicos y constructivos que todo esto comporta, hace que se incluyan a estos terrenos dentro del grupo con características constructivas desfavorables.

3.3. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS ACEPTABLES

Se incluyen con esta denominación un conjunto de terrenos en los cuales los problemas más importantes son de algunos de los siguientes tipos: geomorfológico; geotécnico (p.d); litológico y geomorfológico; litológico e hidrológico; geomorfológico y geotécnico (p.d); litológico, geomorfológico y geotécnico (p.d).

Problemas de tipo geomorfológico

Se han considerado como constructivamente aceptables las rocas ígneas intrusivas, filonianas y volcánicas, los gneises, las calizas terciarias y las areniscas, cuarcitas, calizas y dolomías paleozoicas, siempre que su pendiente estuviera comprendida entre el 7 y el 15 por ciento. No presentan problemas de tipo litológico, ni hidrológico, ni geotécnico (p.d).

Problemas de tipo geotécnico (p.d)

Se consideran con condiciones constructivas aceptables los terrenos integrados por cantos más o menos irregulares con heterometría media o alta, englobados en matriz arcillosa y a veces calcárea, que con pendientes inferiores por lo general al 7 por ciento presentarán problemas geotécnicos. Sus características en cuanto a asentamientos y capacidad de carga, más la posibilidad de que parte del material sea expansivo obligan a incluirlas en el grupo de condiciones constructivas aceptables.

Problemas de tipo litológico y geomorfológico

Se han considerado como pertenecientes a este grupo los recubrimientos sobre rocas ígneas, tanto intrusivas como filonianas o volcánicas y el paragneís biotítico moscovítico, siempre que la pendiente estuviera comprendida entre el 7 y el 15 por ciento.

Los recubrimientos serán de poco espesor y no contendrán agua o en muy poca cantidad dada la pendiente de las laderas o la litología de los suelos. Con frecuencia deberán retirarse los materiales modernos antes de proceder a la cimentación.

Problemas de tipo litológico e hidrológico

Se reserva este apartado para los recubrimientos sobre ígneas intrusivas y filonianas tanto ácidas como básicas y para las migmatitas y gneises siempre que la pendiente del conjunto sea menor del 7 por ciento. Puede aparecer alguna zona con encharcamientos. El nivel freático estorbará en ciertas ocasiones la realización de las cimentaciones para lo que previamente deberá retirarse con frecuencia el recubrimiento.

Problemas de tipo geomorfológico y geotécnico (p.d)

Se han incluido bajo este epígrafe pizarras, pizarras silíceas y corneanas, areniscas y cuarcitas paleozoicas alternando con conglomerados, brechas y pizarras arcillosas, vulcanitas, conglomerados y pizarras y los derrubios de cuarcitas cuando su pendiente oscila entre el 7 y el 15 por ciento.

No se presentan problemas de nivel freático alto, ni tampoco de tipo litológico. En algunos casos no serán necesarios los desmontes previos, será función del tipo de obra. En las pizarras podrán producirse deslizamientos en favor de la pendiente y de la pizarrosidad cuando ambas coincidan.

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

Se consideran como pertenecientes al grupo aquellas superficies formadas por recubrimientos sobre pizarras, arcosas, conglomerados englobados en matriz arcillosa que no cementa y alternancias de pizarras y cuarcitas en bancos de pequeño espesor con pendientes comprendidas entre el 7 y el 15 por ciento. En general será necesario retirar el suelo, y con frecuencia realizar alguna explanación, sobre todo en las zonas con pendientes próximas al límite superior. Los problemas geotécnicos no serán de importancia. En general no habrá dificultades de tipo hidrológico.

3.4. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS FAVORABLES

Se incluyen bajo esta denominación un conjunto de terrenos en los cuales los problemas más importantes son de alguno de los siguientes tipos: litológico; geotécnico (p.d); litológico y geotécnico (p.d).

Problemas de tipo litológico

Corresponden a superficies ocupadas por materiales procedentes de la alteración y erosión de calizas, rocas volcánicas y paragneís biotítico moscovítico, con pendientes inferiores al 7 por ciento. En general los recubrimientos son de poco espesor, formados por materiales impermeables. Dado que el sustrato tiene una capacidad de carga alta, sin que se produzcan asentamientos, se procurará quitar estos recubrimientos antes de proceder a la cimentación. No cabe esperar problemas de otros tipos. En el caso del paragneís los problemas que pueden surgir son mínimos y muy localizados.

Problemas de tipo geotécnico (p.d)

Se consideran con estas características las pizarras, las rocas detríticas paleozoicas formadas por areniscas y conglomerados alternantes con pizarras arcillosas, canchales de cuarcitas, conglomerados y vulcanitas alternantes con pizarras y a veces con calizas, cantos y arcillas procedentes de la alteración de paragneís biotítico moscovítico siempre que sus pendientes sean inferiores al 7 por ciento. No hay problemas de ningún tipo si se exceptúan la capacidad de carga y los asentamientos que pueden adquirir valores un poco alejados del óptimo en unos casos, o tomar carácter diferencial en otros.

Problemas de tipo litológico y geotécnico (p.d)

Se incluyen aquí los recubrimientos sobre pizarras y la alternancia de pizarras y cuarcitas en bancos de pequeño espesor, siempre que las pendientes no sobrepasen el 7 por ciento.

La baja pendiente y la inexistencia de agua, por el gran porcentaje de finos que suelen tener estos suelos, hace que no sean problemáticos los otros dos factores. En puntos muy localizados la suavidad del relieve junto con las características de permeabilidad del material puede, sin embargo, ocasionar alguna acumulación de agua en superficie, pero no es frecuente. En cimentaciones será necesario, en muchos casos retirar los recubrimientos.

Asentamientos y cargas son de magnitudes medias.

3.5. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS MUY FAVORABLES

Hay un grupo heterogéneo de materiales que por su disposición, morfología y litología no originarán ningún tipo de problemas. Son los siguientes: rocas ígneas intrusivas, filonianas y volcánicas, migmatitas, calizas, dolomías y cuarcitas paleozoicas y ortogneís. Su capacidad de carga excelente, la inexistencia de asientos, de recubrimientos y de nivel freático alto, más el hecho de presentar una morfología con pendientes inferiores al 7 por ciento, hacen que se consideren estos casos como de condiciones constructivas muy favorables.

BIBLIOGRAFIA

- **Anuario del Mercado Español 1973.** Banco Español de Crédito.
- **Análisis de Indicadores Económicos de la provincia de Sevilla.** Organización Sindical. Sevilla. Diciembre (1971).
- **Aplicaciones de la Geología al urbanismo, el ejemplo de la zona rural de Anchorange.** Debovolny. Congreso Internacional de Geología. Checoslovaquia (1968).
- **Aportación a la geología de Sierra Morena en la parte norte de La Carolina (Jaén).** W. Henke y A. Born. P. Ext. G.E. n^o 7. Madrid (1953).
- **Balance Hídrico.** M.O.P.
- **Bocetos de Mapas Geotécnicos a E 1:125.000 EE.UU.** Geological Survey (1962).
- **Carte géotéchnique de la Suisse. E 1:200.000.** Quervain y Hojmanner. Comission Géotéchnique Suisse (1964).
- **Cobijaduras hercinianas de la cuenca de Bélmez-Adamuz.** Carbonell Trillo y A. Figueroa. Not. y Com. Inst. Geol. y Min. de España n^o 41 (1929).
- **Comunicaciones verbales de la Dirección de Estudios del I.N.I.** Madrid (1973).
- **Contribución a la Petrografía de Sierra Morena.** J. Carandell. Bol. Soc. Esp. Historia Natural. T-22 n^o 7.
- **Contribución al conocimiento de la flora carbonífera del SO de España.** W.J. Jongmans. Estudios Geológicos números 29 y 30.
- **Contribution à l'étude des formations anteordoviciennes de la Meseta Meridionale.** E. Bouyx. Mem. Inst. Geol. y Min. de España. T-73.
- **Datos climáticos de Sevilla, Córdoba, Ciudad Real y Badajoz.** Servicio Meteorológico Nacional.
- **Datos para la historia de Sierra Morena. Sus sedimentos variscicos. La cuenca carbonífera de Villanueva.** W. Simon. Publicaciones extranjeras sobre Geología de España. Tomo VII, n^o 1. Madrid (1953).
- **Economía regional en 1970.** Cámaras Oficiales de Comercio e Industria de Madrid, Toledo. Ciudad Real, Cuenca, Guadalajara, Avila, Segovia y Soria (1971).
- **Datos climáticos para carreteras.** M.O.P. (1964).

- **De Sierra Morena a Sierra Nevada (Reconocimiento orgánico de la Región Bética).** P. Novo, J. Carandell, A. Carbonell y otros. Guía nº A-5 del XIV Congreso Geológico Internacional. Madrid (1926).
- **Die Geologie Insbesoudere das Devon in Bereich der orte Castuera del Buey, Monterrubio (Extremadura, Sudspanien).** R. Maas. Akad. Wiss. Liter Abh Natur Klas N.R2.
- **El Cámbrico en España.** F. Lotze. Mem. Inst. Geol. y Min. de España. Madrid (1970).
- **El Devoniano del sur del batolito de Los Pedroches en la provincia de Córdoba y Badajoz.** T. Febrel y T. Santa María.
- **El macizo batolítico de Los Pedroches.** R. Cabanás. Mem. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Madrid (1968).
- **El mapa de zonas sísmicas generalizadas en la Península Ibérica.** Instituto Geográfico y Catastral (1969).
- **Engineering-geological cartography in Poland I.** Kalinowski. Congreso de Geología del Ingeniero. París (1970).
- **España. Anuario Estadístico.** Instituto Nacional de Estadística (1970).
- **España. Anuario Estadístico.** Instituto Nacional de Estadística (1971).
- **España. Anuario Estadístico.** Instituto Nacional de Estadística (1972).
- **España. Atlas e índices de sus Términos Municipales.** Confederación Española de Cajas de Ahorros. Madrid (1969).
- **Essai de correlation entre La Meseta Ibérique et le Masif armoricaine au Precambrien Supérieur et au Paléozoïque Inférieur.** G. Tamain y A. Otracht. C. Rend. Acad. Sc. Tome 272. París (1971).
- **Estructura y perspectivas de Desarrollo Económico de la provincia de Córdoba.** Consejo Económico Sindical Provincial (1970).
- **Estudio Agrobiológico de la provincia de Sevilla.** Centro de Edafología y Biología Aplicada del Cuarto. Sevilla (1962).
- **Estudio sobre la población española. III Plan de Desarrollo Económico y Social.**
- **Estudio sobre las posibilidades del Desarrollo Socio-Económico de La Mancha.** Consejo Económico Sindical Interprovincial de La Mancha (1970).
- **Estudio socio-económico de la provincia de Sevilla.** Consejo Económico-Social Sindical Provincial. Agosto (1972).

- **Explicación del Mapa Geológico de España.** III. L. Mallada. Sistemas Devónico y Carbonífero. Madrid (1898).
- **Formaciones Precámbricas de Sierra Morena occidental. Relación con las series anteordovícicas de Almadén, Don Benito y Cáceres.** R. Vegas. Est. Geol. V-26.
- **Geologische Untersuchungen in Ostteil der Sierra Morena Nordostlich von La Carolina (Prov. Jaén).** P. Butenweg. Munster Frseh. Geol. Paläont. H.G. Münster (1968).
- **Geotecnia y Cimientos.** I. Jiménez Salas, J.A. y Justo Alpañes, J.L. Madrid.
- **Guadalquivir.** M.O.P. (Dirección de O. Hidráulicas). San Sebastián (1964).
- **Investigación de hierros del SO.** Geocisa. IGME.
- **La Economía cordobesa en cifras.** Organización Sindical (1972).
- **La Edad de los esquistos de Alcudia.** E. Bouyx. Not. y Com. Inst. Geol. y Min. de España. Madrid (1962).
- **La Era Cuaternaria, problemas y métodos de estudio.** Cailleux, A. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (1956).
- **L'Alcudien et le Précambrien du Sud de la Meseta Ibérique.** G. Tamain. C. Rend. Acad. Sc. Tome 276. París (1973).
- **La transgresión ordoviciense en la Sierra de Mestanza.** E. Bouyx C. Rend. Acad. Sc. París (1964). T-258.
- **La zona central del Valle de Alcudia y Sierra Morena.** F. Hernández-Pacheco. Rev. Peñalara nº 194. Madrid (1930).
- **Las Rocas.** Cailleux, A. Eudeba (1963).
- **Le défilé de Despeñaperros (Espagne). Tectonique du rebord méridional de la Meseta Ibérique.** G. Tamain. C. Rend. Acad. Sc. Tome 271. París (1970).
- **Le Devonien de l'Espagne.** N. Llopis, J.F. Villalta y R. Cabanás. Interm. Symp. on the Devonian System. Calgary (Canadá) (1968).
- **Levantamientos geotécnicos en la URSS.** Golodkanskaya y Kolomesky. Congreso Geológico Internacional de Checoslovaquia (1968).
- **L'Hydrologie du Bas Guadalquivir.** C.S.I.C. Vanney, J.R. Madrid (1970).
- **L'ordovicien de la Sierra Morena orientale (Espagne).** G. Tamain, A. Ovtracht y J. Carre. C. Rend. Quatre-vingt-quatorzième Congres Nat. des Soc. Savantes. Pau, 1969. Sect. des Sc. Tome II. París (1970).
- **L'Ordovicien est-Marianique (Espagne). Sa place dans province Méditerranéenne.** G. Tamain. Coll. Ordovicien-Silurien. Brest Septembre 1971. Mem. du B.R.G.M. 73 (1971).

- Los movimientos caledónicos y preliminares hercínicos de la Península Ibérica. J. Carrington da Costa. Publicaciones extranjeras sobre Geología de España. Tomo VII, nº2. Madrid.
- Los terrenos anteordovicienses del S de Ciudad Real. E. Bouyx. Not. y Com. Inst. Geol. y Min. de España. Madrid (1964).
- Mapa de Síntesis de Sistemas Acuíferos de España peninsular, Baleares y Canarias. IGME. Departamento de Publicaciones del IGME.
- Memorias y Hojas E 1:50.000 de Linares, Ubeda, Guadalcanal, Venta de Cardeña, Mestanza y Santa Cruz de Mudela. Mapa Geológico de España. Publicadas por el Inst. Geol. y Min. de España.
- Mapa Geológico de España E 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente. Hoja 75 de Pozoblanco. IGME. Madrid (1971).
- Mapa Geológico Nacional a E 1:50.000. Hoja nº 858 (El Viso). F. Hernández-Pacheco y R. Cabanás. Inst. Geol. y Min. de España.
- Mapa Geotécnico 1:200.000 de Madrid. IGME.
- Mapa Geotécnico 1:200.000 de Valladolid. IGME.
- Mapa Geotécnico de Yugoslavia a E 1:500.000. Gojgic, D. Belgrado (1967).
- Medidas urgentes para la promoción de la provincia de Sevilla. Organización Sindical. Consejo Económico-Social. Sevilla. Febrero (1973).
- Mapa Geológico Nacional a E 1:500.000. Hoja 859. Pozoblanco. R. Cabanás. Inst. Geol. y Min. España. Madrid (1973).
- Memoria explicativa de la Hoja nº 881 del Mapa Geológico Nacional (Villanueva de Córdoba). A. Carbonell Trillo-Figueroa.
- Mineralogía y metalogenia de los yacimientos españoles de Uranio. Cardeña (España). A. Arribas. Not. y Com. Inst. Geol. y Min. de España. Madrid (1964).
- Nomenclator de las ciudades, villas, lugares, aldeas y demás entidades de población de Badajoz. Censo de la población de España de 1970. Instituto Nacional de Estadística. Toma IV. Madrid (1973).
- Nomenclator de las ciudades, villas, lugares, aldeas y demás entidades de población de Ciudad Real. Censo de la población de España de 1970. Instituto Nacional de Estadística. Tomo IV. Madrid (1973).
- Nomenclator de las ciudades, villas, lugares, aldeas y demás entidades de las poblaciones de Sevilla y Córdoba. Censo de la población de España de 1970. Instituto Nacional de Estadística. Tomo IV. Madrid (1973).

- **Normalización de Leyendas Geológicas.** Espejo Molina, J.A. Congreso Hispano Luso Americano de Geología Económica (1971).
- **Norma Sismorresistente P.G, S-1 Parte A.** Presidencia del Gobierno (1968).
- **Notas estratigráficas de la provincia de Córdoba. El Carbonífero y sus brechas de pendiente del talud submarino.** F. Hernández Pacheco y R. Cabanás. Bol. R. Soc. Esp. de Historia Natural. T-68. Madrid (1970).
- **Nota sobre la existencia de pliegues almohadillados, almohadillado de crucero y almohadillado irregular (Mullio and cleavage structures and irregular mullions) en el Precámbrico del N de Córdoba.** R. Cabanás. Acta Geol. Hisp. (1972).
- **Nota sobre la Geología de la cuenca de Bélmez en la provincia de Córdoba.** M. Perran. Bol. Inst. Geol. y Min. de España. Madrid (1895).
- **Nota sobre los yacimientos fósiles encontrados en Sierra Morena.** J. Pérez Regodon. Not. y Com. Inst. Geol. y Min. de España nº 91. Madrid (1966).
- **Nuevos antecedentes acerca de la prolongación occidental de la Cuenca de Bélmez.** A. Carbonell Trillo-Figueroa. Bol. Inst. Geol. y Min. de España nº 41. Madrid (1920).
- **Observaciones respecto a la división de los variscides de la Meseta Ibérica.** F. Lotze. Publicaciones extranjeras sobre Geología de España. Tomo V. Madrid (1950).
- **Plan Nacional de Minería P.N.I.M. Mapa Geotécnico Nacional.** IGME (1972).
- **Precis de geomorphologie.** Derruau, M. París (1965).
- **Principes et méthodes de la Géomorphologie.** Tricart, J. Masson y Cía. París (1965).
- **Problemas fundamentales de la geología regional de los Cárpatos Checoslovacos.** Matula. Congreso Geológico Internacional de Checoslovaquia (1968).
- **Prolongación del Carbonífero al sur de la falla del Guadalquivir.** A. Carbonell Trillo-Figueroa. Not. y Com. Inst. Geol. y Min. de España nº 3. Madrid (1931).
- **Región E de Sierra Morena.** A. Alvarado. Boletín del Inst. Geol. y Min. de España. T. XLIV. Madrid (1923).
- **Relaciones orográficas y tectónicas entre el valle de Alcudia y Despeñaperros.** F. Hernández Pacheco. Bol. R. Soc. Esp. Historia Natural. T-32.
- **Repartition des mineralisations varisques dans le Sud de la Meseta Ibérique.** A. Ovtracht y G. Tamain. C. Rend. Acad. Sc. T-274. París (1972).
- **Reseñas estadísticas de las provincias de Badajoz, Córdoba, Ciudad Real y Sevilla.** Presidencia del Gobierno. Instituto Nacional de Estadística.

- **Revista Sindical de Estadística nº 110 - 2º trimestre. Madrid (1973).**
- **Selección de cabeceras de comarca y núcleos de expansión en las provincias españolas. (C. de M. 11-6-71) (1971).**
- **Tectonique en Sierra Morena. A. Ovtracht y G. Tamain. C. Rend. Acad. Sc. T-270. París (1970).**
- **Tectonique tangentielle dans le Paleozoique et l'Alcudien de l'Extremadure Orientale. Ph. Rossi y G. Tamain. C. Rend. Acad. Sc. T-27. París (1973).**
- **The principles of compiling the engineering geological map of the URSS territory on the scale of 1:2.500.000. Churinov. Congreso de Geología Económica. París (1970).**
- **Visita, comunicaciones verbales y datos facilitados por la C. Hidrográfica del Guadalquivir. (2ª Sección). Córdoba, noviembre (1973).**