

MINISTERIO DE INDUSTRIA

DIRECCION GENERAL DE MINAS

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

| | |
|------|------|
| HOJA | 5-10 |
| | 77 |

00263

MAPA GEOTECNICO GENERAL

JAEN



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

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

JAEN

HOJA 5-10/77

SERVICIO PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA

El presente estudio ha sido realizado por la División de Geotécnia del Instituto Geológico y Minero de España con la colaboración de Ibérica de Especialidades Geotécnicas, S.A. (IBERGESA).

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

Depósito Legal: M. 35068 - 1974

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

INDICE

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUCCION | 1 |
| 2. DESCRIPCION DE FACTORES CON INCIDENCIA GEOTECNICA | 3 |
| 2.1. Características físico-geográficas | 3 |
| 2.2. Bosquejo geológico | 5 |
| 2.3. Criterios de división. Características generales de las Areas | 10 |
| 2.4. Formaciones superficiales y sustrato | 15 |
| 2.6. Características geomorfológicas | 21 |
| 2.6. Características hidrológicas | 24 |
| 2.7. Características geotécnicas | 28 |
| 3. INTERPRETACION GEOTECNICA DE LOS TERRENOS | 33 |
| 3.1. Terrenos con condiciones constructivas muy desfavorables | 33 |
| 3.2. Terrenos con condiciones constructivas desfavorables | 35 |
| 3.3. Terrenos con condiciones constructivas aceptables | 36 |
| 3.4. Terrenos con condiciones constructivas favorables | 38 |
| BIBLIOGRAFIA | 41 |

1. INTRODUCCION

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

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

- Cartografía geotécnica que se realiza en el mundo, sus finalidades, sus métodos y sus resultados.
- Problemas geotécnicos derivados del desarrollo inmediato en nuestro país.

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

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

La cartografía geotécnica es, pues, aquella rama de la geotecnia que mediante estudios de investigación de la estructura tectónica de la corteza terrestre, composición de

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

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

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

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

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

2. DESCRIPCION DE FACTORES CON INCIDENCIA GEOTECNICA

2.1. CARACTERISTICAS FISICO-GEOGRAFICAS

Se considera la situación geográfica, el relieve y la red fluvial.

La Hoja estudiada corresponde a la designada con la numeración 5-10 del Mapa Topográfico Nacional a E 1:200.000 y se sitúa en el centro de la zona S de la cuadrícula de Hojas que, a dicha escala, tapizan la Península Ibérica.

Su demarcación geográfica viene definida por las coordenadas:

Longitud: $4^{\circ} 31' 10'', 9 - 3^{\circ} 11' 10'', 8$

referida al meridiano de Greenwich dato Europeo y

Latitud: $37^{\circ} 20' 04'', 8 - 38^{\circ} 00' 04'', 8$

Administrativamente se forma por parte de la provincias de Jaén, Córdoba y Granada. La mayor parte de la Hoja está cubierta por la provincia de Jaén, mientras que la de Córdoba ocupa menos del tercio O y la de Granada el extremo SE.

A efectos demográficos e industriales, centraremos la atención del estudio adjunto en las provincias de Jaén y Córdoba, pues la de Granada prácticamente no influye en la evaluación conjunta de la Hoja.

Los terrenos pertenecientes a la provincia de Jaén se extienden desde el N, salvo, aproximadamente; el cuarto O de la Hoja, hasta prácticamente el S, excepto al ángulo SE que, como se ha indicado, está ocupado por la provincia de Granada. Las poblaciones más importantes situadas en la zona de la provincia de Jaén que pertenecen a la Hoja, son: Jaén, Baeza, Alcalá la Real, Martos, Porcuna, Arjona, Torredonjimeno, Jódar, Huelma y Alcaudete; la de la provincia de Córdoba son: Lucena, Cabra, Priego de Córdoba, Castro

del Río, Bujalance y Baena, de la provincia de Granada podemos citar a Iznalloz.

La densidad demográfica puede considerarse como media, tanto para Jaén como para Córdoba, pues es de 50,96 hab/km² en la primera y 55,04 hab/km² en la segunda, aunque en ambas inferior a la media nacional, que es de 63,33 hab/km².

La provincia de Jaén ocupa el lugar 31 dentro de la producción nacional, con un valor de 22.257,4 millones de pesetas. La provincia de Córdoba ocupa el vigésimo lugar, con una producción bruta de 45.614,3 millones de pesetas, ocupando un destacado lugar en ella la producción industrial y minera, seguida a distancia por la agraria.

Su morfología es heterogénea, destacando una zona con fuertes relieves, que se extiende desde el SO de la Hoja hasta el NE de la misma, alcanzando una altitud máxima de 2.167 m. A ambos lados de esta zona predominan las áreas de relieves suaves y prácticamente llanas, lo que no exime de que en ocasiones aparezcan zonas montañosas como ocurre en el ángulo SE.

Su red hidrográfica se incluye en la cuenca del Guadalquivir, vertiendo aguas al Genil de los ríos y arroyos de la zona SE.

CLIMATOLOGIA Y METEOROLOGIA

Para el estudio de las condiciones climáticas de la Hoja se han consultado, aparte de una serie de datos generales del Servicio Meteorológico Nacional y del Ministerio de Obras Públicas, los puntuales de las estaciones termopluiométricas de Jaén y Cabra y las pluviométricas de Lucena en la provincia de Córdoba y la de Jódar, Solera, Arjona, Arjonilla, Baeza, Bélmez de la Moraleda y Cabra del Santo Cristo en la de Jaén. La elección de estas estaciones ha estado condicionada, en parte, por poseer datos que cubren amplios períodos de tiempo, y, en parte, por representar entre ellas todas las posibles variaciones climáticas existentes en la zona estudiada.

Los datos que a continuación se incluyen hacen referencia a Temperaturas, Precipitaciones, Índices Climáticos y Vientos dominantes.

Temperaturas

Las temperaturas medias anuales, en el período 1931-60, oscilaron desde 13° C en el ángulo SE, a 18° C en la zona O; en este mismo período las máximas absolutas variaron desde 39° C a 44° C en la dirección SE-NO, mientras que las temperaturas mínimas fueron de -10° C con una oscilación no superior a 1° para toda la superficie de la Hoja.

Las temperaturas medias mensuales se mantuvieron por encima de los 13° C, para alcanzar una media máxima mensual de 28° C en julio.

El período de heladas se extendió de octubre a marzo, variando entre 1 y 2 el número de días al mes en que se produjeron.

Finalmente, el número anual de horas de sol varió, en dirección aproximada SE-NO, de 2.800 a 3.000.

Precipitaciones

El valor medio de las precipitaciones en el período 1931-60 varió desde 700 mm en el ángulo NE de la Hoja a 500 mm en el SO, siendo 60 el número medio anual de días de lluvia prácticamente en toda la Hoja.

Las precipitaciones máximas en 24 h variaron desde 11,5 y 13 mm en los meses de julio y agosto, hasta un máximo de 119 mm en el mes de febrero.

La humedad relativa media mensual osciló desde el 49 por ciento en el mes de julio, hasta el 81 por ciento en diciembre.

Por último, puede decirse que no se dan en la zona estudiada precipitaciones níveas, salvo en las cotas superiores de los macizos montañosos.

Indices climáticos

Dado el interés que puede tener el conocer los coeficientes de reducción laboral actuales por 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 parciales, se han obtenido los siguientes coeficientes medios anuales:

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

| | CLASE DE OBRA | | | | |
|---------|---------------|---------------|--------|-----------------------|---------------------|
| | Hormigón | Explanaciones | Aridos | Riegos y Tratamientos | Mezclas Bituminosas |
| Jaén | 0,923 | 0,889 | 0,936 | 0,648 | 0,810 |
| Córdoba | 0,913 | 0,857 | 0,927 | 0,606 | 0,754 |
| Granada | 0,882 | 0,820 | 0,960 | 0,521 | 0,694 |

Vientos dominantes

Las direcciones dominantes de los vientos varían mucho en las distintas zonas de la Hoja; no obstante, puede decirse que son sensiblemente paralelas a los macizos montañosos, dominando la dirección E-O.

2.2. BOSQUEJO GEOLOGICO

Si bien la finalidad del mapa se aparta de lo que normalmente se entiende por cartografía geológica, su ejecución parte de ésta, por lo que conviene, antes de analizar otros puntos más concisos y prácticos, dar un esbozo de la geología de la Hoja.

Para ello, se pasará revista, por una parte, a las rocas existentes, dando su cronoes-tratigrafía, distribución y naturaleza y, por otra, a la tectónica, que dará la razón de su situación relativa y su jerarquización dentro del conjunto total.

ROCAS

Afloran en la Area enmarcada por la Hoja las rocas pertenecientes a la zona Subbética, a la Prebética y a la Depresión del Guadalquivir.

La delimitación entre las zonas Subbética y Prebética es en ocasiones muy difícil, debido a que el frente de las Unidades Subbéticas se presenta cabalgando a las unidades Prebéticas más meridionales.

Los materiales Subbéticos comprenden términos desde el Trías al Nummulítico, ocurriendo lo mismo con los Prebéticos, si bien entre las series mesozoicas subbéticas y prebéticas hay importantes diferencias.

Los límites de la depresión del Guadalquivir son mucho más sencillos de fijar, entre otros factores porque la topografía deprimida ayuda grandemente, existiendo en esta unidad extensos afloramientos triásicos, en relación espacial con materiales del Cretácico Inferior al Mioceno.

Los materiales Neógenos y Cuaternarios ocupan grandes extensiones, estando su distribución actual, en muchos casos, influida por la acción de fallas normales de edad reciente, que limitan algunas depresiones locales.

Se presentan afloramientos de ofitas presentes en el Keuper y de rocas volcánicas y subvolcánicas básicas, ligadas al Jurásico y al Cretácico Inferior.

A. Series de las Unidades Subbéticas

Dentro de esta serie se puede distinguir:

A₁. Series de Moclín y Sierra Harana

Constituyen los materiales representativos del Subbético Interno y se encuentran situados en el extremo suboriental de la Hoja.

La primera de ellas está constituida, de muro a techo, por las siguientes rocas: dolomías y calizas del Lías Medio e Inferior, con algunos niveles margosos; calizas con sílex, calizas grises de grano fino y con aspecto noduloso correspondientes al Kimmerid-gense Superior o Titónico Inferior; margocalizas y margas claras de coloración grisácea datadas del Neocomiense.

La serie de Sierra Harana está formada por estos materiales: calizas y dolo-mías atribuibles al Lías Inferior y Medio; calizas nodulosas grises del Batonense Superior y el Calloviense Inferior y más arriba del Oxfordiense, calizas nodulosas rojas del Titóni-co; margas y margocalizas blancas con algunos nódulos de sílex datadas como del Neoco-miense, apareciendo algunos afloramientos aislados de margocalizas rosadas del Senonen-se.

A₂. Series del Zegrí y Alta Coloma

La primera de estas series caracteriza al Subbético Medio Meridional y la se-gunda al Subbético Medio Septentrional.

Series equivalentes a la del Zegrí se extienden hacia el E y el O, constituyendo una franja que va desde Pedro Martínez hasta Puerto López, mientras que equivalentes a

la de Alta Coloma aparecen en la Sierra de San Pedro (al O de Castillo de Locubín y al S de Priego de Córdoba), en las Sierras de Horconera y de Albayate.

Los materiales que las forman, generalmente, son los siguientes: dolomías y calizas de considerable potencia correspondientes al Lías; margas y margocalizas a veces piritosas del Lías Superior (Domerense-Toarcense y Aalenense); un horizonte poco potente de calizas con sílex de grano fino que pueden corresponder al Aalenense terminal o al Bajocense; calizas margosas y margas con sílex, apareciendo algunos horizontes silicificados seguidos de un conjunto bastante potente y de litología variada del Titónico Superior y parte del Berriasense, para terminar en margas y margocalizas blancas del Neocomiense.

A₃. Series de la Sierra de Cabra

Estas series caracterizan al Subbético Externo y, en general, las unidades con series parecidas a la que vamos a describir se disponen formando una banda de dirección ENE-OSO, situada inmediatamente al N del Subbético Medio, banda que se extiende desde la Sierra de Cabra y las proximidades de Carcabuey (Córdoba), por la Sierra de los Judíos, Sierra del Ahillo, alrededores de Valdepeñas de Jaén y Carchelejo (Jaén) y N de Huelma (Jaén).

En general, los materiales que las forman son los siguientes: calizas dolomíticas y dolomías que representan al Lías Inferior y Medio; calizas cristalinas que datan del Charmutiense; margocalizas grisáceas y calizas rosadas datadas desde el Lías Superior hasta el Bajocense Medio; calizas blancas oolíticas atribuibles al Batonense-Malm Inferior; calizas nodulosas rojas, del tipo de "falsas brechas" del Oxfordense-Titónico; el Berriasense está representado por una serie margosa y margocaliza de tonos claros; margocalizas o calizas ligeramente arcillosas, que pertenecen al Cretácico Superior; litología muy parecida a esta última y que corresponde al Paleoceno, finalizando con la serie del Eoceno con características de flysch.

B. Series de las Unidades Prebéticas

En este conjunto se distinguen las siguientes series:

B₁. Serie de Jabalcuz y Los Villares

Aparecen series semejantes a estas hacia el E, en las proximidades de la Guardia de Jaén, Sierra de Almadén, N de la Sierra de la Cruz y S de Jódar (Jaén); están formadas por dolomías y calizas liásicas; calizas oscuras con los niveles superiores ricos en sílex, que corresponden a un Titónico Superior; el Cretácico está representado por unos niveles de margas y margocalizas del Aptense Superior y por areniscas con intercalaciones de arcillas arenosas atribuibles al Aptense Terminal-Albense Basal; margas blancas del Albense Inferior y del Albense Superior apareciendo en la parte alta el Cenomanense, que quizá se prolonga hasta el Turonense.

B₂. Serie del Castillo y de la Peña de Jaén

La primera de estas series aparece en la vertiente N del Castillo de Jaén, Sierra de Pegalajar, en Torres y Albanchez de Ubeda, en el Cerro Aznatín y en la Serrezuela, entre Jódar y Bedmar.

Está constituida por calizas blancas, a veces cristalinas, cabalgando la parte superior sobre margas del Mioceno Inferior, mientras que la parte inferior caracteriza al

Cenomanense; calizas estratificadas en bancos gruesos con niveles de granos de cuarzo y otros dolomíticos también del Cenomanense; margas amarillas algo arenosas y con intercalaciones de calizas atribuibles al Vraconiense. Con estas margas termina la serie del Castillo y sobre ellas descansan los materiales de la serie de la Peña de Jaén.

La serie de la Peña de Jaén está mejor desarrollada que la del Castillo y se sitúa inmediatamente al S de ésta, separadas por un contacto tectónico probable, y está formada por una delgada barra caliza, siguiendo margas más o menos arenosas correspondientes al Vraconiense; un escarpe calizo del Cenomanense, seguido por otro de caliza masiva rosada, más o menos dolomítica, para terminar la sucesión con calizas blancas, bien estratificadas, que progresivamente se hacen masivas, pudiendo atribuir las al Cenomanense-Senonense.

C. Unidades de la Depresión del Guadalquivir

Sus afloramientos se presentan, aproximadamente, en el tercio N de la Hoja, siendo más intensos en el extremo NE, en la área comprendida entre Baeza, Jimena, Jódar y Ubeda, donde, atendiendo a su posición tectónica, pueden distinguirse tres unidades:

C₁. Unidad Superior

Está representada por masas aisladas de poca extensión, apoyadas indistintamente sobre la unidad intermedia y la inferior. Sus principales afloramientos corresponden al Cerro Nando, Peñarubia y la Atalaya, todos en los alrededores de Jódar. La unidad, de abajo arriba, está compuesta de los siguientes términos: calizas margosas o dolomíticas, probablemente del Muschelkalk, margas yesíferas atribuibles al Keuper; margocalizas del Cretácico Superior; margas y margocalizas pertenecientes en su muro al Paleoceno y en su techo al Eoceno Superior, y calizas organógenas y areniscas del Aquitano-Burdigaliense.

C₂. Unidad Intermedia

Es la de mayor extensión superficial y ocupa la mayor parte de la área comprendida entre Jódar, Baeza y Ubeda. Está constituida por los siguientes materiales: margas yesíferas y salíferas pertenecientes al Keuper; margas grises que aparecen en masas aisladas y corresponden al Neocomiense; margas, areniscas y calizas arenosas atribuibles a un Cretácico Inferior alto; margocalizas blancas y rojas del Senonense y más arriba del Paleoceno Superior; series de margas, margocalizas y materiales detríticos alternantes que caracterizan al Nummulítico y, finalmente, calizas organógenas y areniscas atribuibles al Aquitano-Burdigaliense.

C₃. Unidad Inferior

Se presenta en afloramientos en forma de domos, siendo el más característico el de Cerro Gordo, situado al N de Jódar y muy cerca del Guadalquivir; también aparecen afloramientos más al E, cerca de la confluencia del Guadiana Menor con el Guadalquivir. Se pueden distinguir: margas y margocalizas del Cretácico Superior; calizas con sílex, margocalizas y arenas micáceas, apareciendo algunos niveles arrecifales, atribuibles al Eoceno Inferior-Paleoceno Superior y al Luteciense, y calizas organógenas detríticas, probablemente del Aquitaniense Inferior.

El sustrato autóctono de las tres unidades referidas está constituido por margas blancas silíceas atribuibles al Burdigaliense. Estas margas blancas del Mioceno Inferior

pasan sin interrupción de continuidad desde la Depresión del Guadalquivir hasta el Prebético.

D. Neógeno y Cuaternario

Consideraremos aquí los materiales comprendidos del Vindoboniense al Cuaternario; son netamente postorogénicos por lo que su litología varía de unos puntos a otros y las discordancias son frecuentes entre muchos de sus términos.

El Vindoboniense consta de margas azules y grises, seguidas de una sucesión molásica, constituida por términos calcáreos detríticos. No falta, a veces, los niveles netamente conglomeráticos, y la serie detrítica regresiva puede estar formada, además, por areniscas bien estratificadas con abundante cemento calizo.

El Plioceno y Cuaternario comprenden un conjunto de formaciones continentales, netamente discordantes unas respecto a las precedentes. Puede decirse, aun a falta de dataciones precisas, que el Plioceno corresponde a un potente paquete de arcillas rosadas y pardas con intercalaciones conglomeráticas de cantos bastante rodados y de naturaleza variable según los puntos. El Cuaternario está constituido por depósitos aluviales, coluviales y los materiales que forman las terrazas fluviales.

E. Rocas Igneas

La única representación de rocas ígneas la constituyen las ofitas presentes en el Keuper y las rocas volcánicas y subvolcánicas básicas —doleritas constituidas por plagioclasas y piroxenos— ligadas al Jurásico y el Cretácico Inferior. También se han reconocido pegmatitas alcalinas y gabros.

TECTONICA

Desde el punto de vista tectónico pueden diferenciarse dos grandes grupos de unidades: unas pertenecen a la Depresión del Guadalquivir y las otras a las zonas externas de las Cordilleras Béticas (zonas Prebética y Subbética).

Igualmente, podría hacerse una distinción, en muchos aspectos neta, entre las unidades Prebética y Subbética, pero en esencia el comportamiento tectónico en ambas es parecido, ya que los rasgos tectónicos diferenciales de dichas zonas son más consecuencia de la naturaleza estratigráfica de las series respectivas que de una modificación sustancial del estilo de deformación.

- a) En la Depresión del Guadalquivir hay que distinguir básicamente entre una cobertera sedimentaria autóctona o parautóctona y las unidades alóctonas que aparecen intercaladas entre los materiales de dicha cobertera; naturalmente se supone, además, la existencia de un zócalo constituido por el Paleozoico de la Mesetas (Sierra Morena).

Si se prescinde de la existencia de intercalaciones de materiales alóctonos, la estructura de la Depresión es sumamente simple, ya que la cobertera adopta una disposición monoclinal, con buzamiento suave de componente S. Puede colegirse que el buzamiento es tanto mayor cuanto más profundas se sitúen las formaciones de cobertera consideradas.

La estructura interna de las unidades alóctonas es menos uniforme, aunque con rasgos característicos bastante generalizados (gran desarrollo planar con des-

proporción entre la superficie ocupada por cada unidad y su potencia, así como pliegues laxos en general y relativamente regulares, excepto en la parte NO donde existe una mayor complicación en la estructura interna de cada unidad). La mayor parte de las unidades que han invadido la Depresión del Guadalquivir, procedentes del Subbético Medio o del Subbético Externo, se ha traladado por lo menos en dos momentos: uno probablemente ante-nummulítico y post-cretácico medio y otro ante-vindoboniense y post-aquitaniense.

- b) En las zonas Prebética y Subbética algunas de las diferencias más notables, como las que resultan del comportamiento más rígido de las unidades Prebéticas que las Subbéticas, se deben casi totalmente a la distinta naturaleza litológica. Así, al tener presente las unidades Prebéticas, resalta su Lías calizo de potencia enormemente más grande que en las Subbéticas, por lo que ante los esfuerzos de compresión, el conjunto de la unidad tiende a comportarse como una gran losa rígida, limitada en su frente por fallas inversas; los pliegues, cuando aparecen, son de gran radio y, si la compresión es muy importante, se desarrollan preferentemente estructuras en escamas.

En cambio, los materiales subbéticos tienden a dibujar pliegues de menor radio, muchas veces asociados a fallas inversas singenéticas y generalmente sus núcleos son perforantes.

Además de las importantes traslaciones sufridas por ciertas unidades Subbéticas y algunas Prebéticas, la región ha sido fuertemente plegada. Por otro lado, el diapirismo ha jugado un papel importante en el trazado y localización de muchas estructuras.

La etapa tectónica más tardía, que afecta a los materiales del Mioceno Superior y muchas veces también a los del Cuaternario, es la formación de fallas normales, que determinan el trazado actual de muchos contactos y limitan la mayor parte de las depresiones existentes.

El hecho de que se hayan sucedido etapas tectónicas tan variadas en un mismo espacio da ocasión a que se ponga de manifiesto un rasgo muy característico de las zonas Subbética y Prebética, que consiste en la existencia de estructuras sobreimpuestas.

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 es definir, siempre con las limitaciones que presenta la E 1:200.000, las condiciones constructivas de todos 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 distintas 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 previstos para la realización de la división zonal en esta escala de trabajo, así como las posibles subdivisiones, se han delimitado tres regiones, y ocho áreas, dos en la primera región, tres en la segunda y tres en la tercera.

La región I, que ocupa unos pequeños retazos, incluye los terrenos de la Unidad Manchega-Toledana que aparecen en la esquina NO de la Hoja y las rocas volcánicas que afloran al N del cuadrante SE. La región II agrupa los materiales terciarios y depósitos cuaternarios que, aunque están distribuidos por toda la Hoja, aparecen más ampliamente representados en la mitad N. Finalmente, la Región III agrupa los materiales datados como del secundario y afloran con más intensidad en la mitad S y esquina NE de la Hoja.

Para la delimitación de las unidades de segundo orden (Áreas) dentro de cada región, nos apoyamos en la homogeneidad macrogeomorfológica de los terrenos.

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

De esta forma se han individualizado en la Región I las Áreas I₂ y I₃ por seguir las normas preescritas en la confección de la Hoja 4-10 perteneciente a Córdoba; en la Región II, las II₁, II₂ y II₃, y en la región III, las Áreas III₁, III₂ y III₃.

Dentro de la Área I₂ se incluye el conjunto de rocas que forman los terrenos datados como Paleozoicos. Litológicamente presenta grandes variaciones, observándose grupos de calizas, pizarras, cuarcitas y conglomerados, de muy desigual comportamiento ante la erosión, debido en parte a sus diferentes texturas y en parte a su diferente grado de tectonización.

En la Área I₃ se incluyen los afloramientos de rocas volcánicas y subvolcánicas que generalmente, y debido a la meteorización, se presentan muy alteradas en superficie, lo que facilita su erosión.

Dentro de la Área II₁ se incluye el conjunto de depósitos cuaternarios, tanto los conectados al cauce actual de los ríos, como aquellos de origen fluvial; la composición litológica de los primeros es una mezcla de arenas, arcillas y limos, con eventuales niveles de gravas, ligeramente cementadas y bastante heterométricas, presentando relieves topográficos, unas veces suaves y sin apenas resaltes y otras con pronunciados escarpes muy sensibles en ambos casos a la erosión. El segundo tipo de depósitos cuaternarios, desconectados del cauce actual de los ríos, está formado por una mezcla de arenas y arcillas con abundantes niveles y recubrimientos de gravas heterométricas y costras de caliche. En general presenta una morfología suave y es muy sensible a la erosión.

Dentro de la Área II₂ se incluye el conjunto de terrenos formados por rocas datadas como del Terciario. Litológicamente es una mezcla de margas, arcillas y arenas, con niveles aislados de areniscas y gravas bastante cementadas. La resistencia a la erosión es muy baja.

Dentro de la Área II₃, al igual que en la II₂, se incluyen los materiales terciarios, siendo la diferencia entre ambas el grado de compactación, al aparecer aquí areniscas compactas y bancos de caliza, más o menos recubiertas por niveles de arcillas y margas, por lo que la resistencia a la erosión aumenta, a veces de forma considerable, respecto a la de II₂, ocurriendo lo mismo con la morfología algo más acusada y a veces con resaltes debidos a la erosión que actúa de forma selectiva.

Dentro de la Área III₁ se incluye el conjunto de terrenos datados como pertenecientes al Keuper. Su morfología es variable y sus materiales muy sensibles a la erosión.

La Área III₂ abarca los afloramientos terciarios constituidos por calizas más o menos alteradas, calizas margosas y calizas nodulosas. En general presenta toda la Área una elevada resistencia a la erosión, tanto física como química, y su morfología es acusada y en ocasiones abrupta.

Dentro de la Área III₃ se ha incluido una litología muy variada, compuesta de dolomías, calizas, carniolas, calizas dolomitizadas con eventuales niveles de margas mate-

riales todos ellos datados como secundarios, con una morfología muy variada en la que predominan las formas acusadas, sobre los que actúan los agentes erosivos con marcada tendencia selectiva.

CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS AREAS

Area I₂

Aparece únicamente sobre el ángulo NO de la Hoja. Su litología es variada tanto por lo que se refiere al número de las rocas que la integran como al estado de las mismas; sin embargo, y de forma general, predominan las calizas, esquistos y pizarras que normalmente presentan una lajosidad muy irregular y unos recubrimientos de naturaleza arcillosa de potencia media y distribución errática.

Su morfología es acusada y el grado de estabilidad bajo debido principalmente a la lajosidad existente.

Sus materiales se consideran impermeables, con una cierta permeabilidad ligada a la lajosidad y a los recubrimientos, lo que, unido a la morfología, condiciona un drenaje por percolación y escorrentía superficial favorable.

La posible existencia de agua en profundidad está ligada a la tectonización; sin embargo, la posible aparición en esta subdivisión es prácticamente nula.

Sus características mecánicas bajo el aspecto de capacidad de carga se consideran favorables, lo mismo que en cuanto a la aparición de asentamientos, pero estas quedan muy desfiguradas debido a la lajosidad que puede ocasionar problemas considerables en algunos puntos.

Area I₃

Los afloramientos de rocas volcánicas incluidos en esta Area son de poca extensión y aparecen esporádicamente por el cuadrante SE de la Hoja.

Su morfología es de forma alomada, con abarrancamientos y superficie muy alterada debido a la meteorización, lo que condiciona un drenaje favorable por escorrentía.

Sus características mecánicas son variables, pues allí donde el afloramiento es extenso estas son favorables; en cambio, en las zonas próximas a otras litologías pueden aparecer problemas geotécnicos.

Area II₁

Debido a los grupos litológicos que se han incluido en esta subdivisión, aparece distribuida por toda la Hoja, ligada, bien al cauce actual de los ríos, bien en grandes extensiones, como ocurre en la esquina SE de la Hoja.

Los depósitos aluviales están formados por una mezcla de arcillas y arenas con niveles aislados de gravas. Su extensión y potencia son muy variables, ajustándose la primera al cauce actual de los ríos, con una anchura que va desde algunos metros a varios kilómetros y la segunda oscila entre 5 y 15 m.

Su morfología es totalmente llana, no observándose resaltes ni desniveles topográficos notables. Su estabilidad natural es elevada; sin embargo, la acción erosiva de la red

fluvial y el escaso grado de cementación de sus materiales condicionan, que en la ejecución de taludes y desmontes hayan de cuidarse las obras de realización para evitar la posible inestabilidad que las anteriores causas puedan producir.

Sus materiales se consideran en general como semipermeables; sin embargo, esta acepción, debido a las acusadas variaciones litológicas, tiene un amplio margen de oscilación, por lo que no es normal observar niveles totalmente impermeables encima, debajo o alrededor de otros permeables, lo que condiciona un drenaje, en principio, aceptable. Sin embargo, y teniendo en cuenta la dificultad que plantea la eliminación de los aportes acuíferos por existir un nivel freático alto, se ha asignado a toda la Area unas condiciones de drenaje desfavorables.

La capacidad de carga de estos depósitos oscila entre baja y media, lo que dará asentamientos de magnitud media.

Los problemas mecánicos estarán siempre relacionados con las grandes variaciones litológicas en profundidad, su desigual comportamiento al verse sometidas a cargas externas y la existencia de un nivel freático a cotas muy bajas que planteará una serie de problemas, bien mecánicos (arenas fluidas, etc.), bien hidrológicas (difícil saneamiento), en algunas zonas.

Area II₂

Aparece distribuida por toda la superficie de la Hoja, si bien las zonas más representativas se encuentran en el cuadrante NO y en la mitad S.

Litológicamente predominan las margas arcillosas, alternándose con arcillas arenosas, margas calcáreas y, en ocasiones, arenas, gravas y niveles de areniscas. Por lo general presentan una coloración ocre-verdosa o blanquecina, poca cementación y escasa resistencia a la erosión.

Su morfología es generalmente llana, si bien se observan abundantes alomaciones, algunas de las cuales presentan pendientes topográficas que oscilan del 7 al 15 por ciento, para llegar, pocas veces, al 25 por ciento.

Casi todos sus terrenos muestran una tendencia a deslizar a favor de las pendientes, a veces bajo estímulos naturales, pero siempre al ser sometidas a cargas no naturales; aparte de esto, son muy sensibles a la erosión, que produce abundantes abarrancamientos, siempre inestables. Como consecuencia de todo ello, deberán estudiarse con detalle tanto la ubicación como el mantenimiento de las obras que se realicen en esta Area, en evitación de problemas, que si bien a veces no podrán evitarse, sí al menos se podrán prevenir y en parte aminorar.

En general sus terrenos se consideran impermeables, con unas condiciones de drenaje desfavorable en las zonas llanas, y aceptable allí donde la morfología se hace más acusada.

Area II₃

Se distribuye aisladamente por la mitad S, y de forma masiva por la mitad N.

Las litologías agrupadas en ella presentan acusadas variaciones pues incluye grupos margosos, calcáreos y detríticos, a veces tapizados por un recubrimiento arcillo-arenoso de potencia variable. Normalmente dan coloraciones ocre blanquecinas y son poco resistentes a la acción de los agentes erosivos.

Su morfología presenta relieves llanos con alomaciones ligadas a los distintos grupos litológicos. En general la estabilidad es elevada, pudiendo descender puntualmente allí donde predominen las litologías margosas de potencia considerable.

Sus materiales se consideran impermeables, aunque en zonas aisladas pueda considerarse cierta permeabilidad, y siempre con un drenaje, por percolación y escorrentía, aceptable.

Es normal la existencia de agua a cotas no muy profundas, sobre todo en la zona centro de la mitad S de la Hoja, pues se prevé la existencia de mantos acuíferos que discurren sobre capas impermeables, siendo necesario tener en cuenta esta posibilidad al proyectar cualquier tipo de estructura.

Sus características mecánicas se consideran aceptables al admitir cargas de tipo medio con asentamientos de igual magnitud; no obstante, esta generalización no es válida para la zona situada al O de Alcalá la Real, donde para cargas bajas se producirán asentamientos elevados y donde además será necesario tener en cuenta la potencial inestabilidad de los terrenos.

Area III₁

Se distribuye en forma de afloramientos aislados, a veces extensos, por la mitad N, y de forma masiva por la zona centro y E de la Hoja.

Su litología está formada por una mezcla de margas arcillosas, de coloraciones rojizas y verdosas, areniscas y frecuentes niveles de yesos, todo ello recubierto por una capa arcillosa procedente de la alteración de los anteriores grupos.

Su morfología es muy variable, predominando los relieves llanos y alomados con pendientes topográficas inferiores al 7 por ciento en los afloramientos aislados, y las formas acusadas con elevadas pendientes en los afloramientos grandes.

La fácil erosionabilidad de sus materiales, y el hecho de que algunos de ellos (yesos) se disuelvan fácilmente por el agua, condiciona la aparición de una serie de fenómenos geomorfológicos (abarrancamientos, entalladuras, etc.) que provocan una serie de problemas (hundimientos, deslizamientos, etc.), que confieren a esta Area un marcado carácter de desfavorabilidad.

Sus materiales se consideran impermeables, con un drenaje que oscila de nulo a deficiente; lo último por escorrentía poco activa. A esto hay que añadir el hecho de la posible existencia de yesos, con lo que el agua que discurre por ellos los disuelve, cargándose de iones sulfatos, aumentando su poder corrosivo frente a los aglomerantes hidráulicos ordinarios, de manera peligrosa.

La posible aparición de agua en profundidad es nula o muy escasa.

Sus características mecánicas son deficientes, con capacidad de carga de tipo medio que producirán asentamientos del mismo orden. Por otra parte, al existir en profundidad formaciones yesíferas de fácil disolución por el agua, puede ocasionar puntualmente la aparición de hundimientos y descensos bruscos al actuar sobre ellos cargas externas.

Area III₂

Aparece en afloramientos de extensión variable por toda la superficie de la Hoja, excepto en el cuadrante NO.

La litología predominante son las calizas y margocalizas, apareciendo la mayoría de las veces la roca sana; en ocasiones aparecen gravas silíceas heterométricas, y la resistencia a la erosión de esta Area se considera aceptable.

Su morfología presenta en general relieves alomados con pendientes que oscilan entre el 5 y 10 por ciento, pero que en algunos casos pueden alcanzar valores superiores (> 15 por ciento), y en otros aparecen paredes verticales. La estabilidad natural de los taludes es elevada, viéndose poco afectada por la actividad del hombre al realizar obras.

Sus terrenos se consideran impermeables, con unas condiciones de drenaje favorable debido a percolación y escorrentía, esta última muy activa. Son frecuentes los afloramientos acuíferos en los contactos más altos de esta litología con las adyacentes.

Las características mecánicas de esta Area son favorables, pues tienen capacidad de carga alta con inexistencia de asientos, pudiendo únicamente verse afectadas las condiciones constructivas en algunas zonas, debido a problemas geomorfológicos.

Area III₃

Aparece distribuida prácticamente de la misma manera que la anterior, si bien en afloramientos menos extensos.

Su litología está formada por dolomías, calizas, calizas dolomitizadas y margas, por lo que todas sus características, incluso las geomorfológicas, son semejantes a las del Area III₂, si bien aquí los efectos erosivos pueden ser más acusados debido a los grupos dolomíticos.

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 diferenciaciones tectónicas.

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

En el mapa adjunto se encuadran todos los tipos aparecidos en dos grandes unidades de clasificación: las Formaciones Superficiales y el Sustrato Rocoso. 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, al 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 más destacables de cada unidad de clasificación de segundo orden (Areas).

En lo que sigue se partirá de las ocho unidades ya definidas, especificando para cada una de ellas sus diferentes litologías. Este criterio se mantendrá en los apartados sucesivos, de tal forma que a partir de ahora referiremos a ellas el conjunto de características de la Hoja. Únicamente en el último capítulo se dejará este criterio para poder efectuar la interpretación geotécnica de los terrenos de forma más precisa.

Area I₂

Se agrupa aquí el conjunto de rocas datadas como pertenecientes al Paleozoico. En lo que sigue se han desechado los criterios estratigráficos y únicamente se han mantenido los exclusivamente litológicos.

Pizarras y serie detrítica - P₁₁₋₂ - Calizas, conglomerados y pizarras - P₁₂₋₇₋₁₁

En este grupo se han incluido aquellas zonas en que las pizarras constituyen el grupo litológico predominante, ocupando únicamente un pequeño retazo en el ángulo NO.

En esencia se observa una alternancia de pizarras, calizas y series detríticas, de colores oscuros las primeras y rojizas las últimas.

La resistencia a la erosión es muy desigual, por lo que aparecen acusados resaltes topográficos y recubrimientos arcillo-arenosos.

Area I₃

Doleritas - V

Se han incluido en este grupo todos los afloramientos de rocas volcánicas y subvolcánicas que aparecen en la Hoja.

Unas veces son coladas volcánicas submarinas con estructura de lavas almohadilladas y otras en forma de filones-capas o lacolitos.

Presentan una textura de grano fino y su color es oscuro, apareciendo muy alteradas, no sólo por efectos de la meteorización, sino también por procesos postmagmáticos, por lo que son fácilmente erosionables.

Area II₁

Entre esta subdivisión y la siguiente se agrupa el conjunto de Formaciones Superficiales existentes en la Hoja.

Arcillas arenosas, con niveles aislados de arenas limpias, gravas y limos (Depósitos aluviales) - Q_a

Los depósitos aquí agrupados aparecen ciñéndose al cauce de la red fluvial de casi toda la Hoja.

Normalmente están constituidos por un nivel de arcillas arenosas de color ocre rojizo, recubiertas por una capa de limos más o menos arcillosos, e incluyendo lentejones aislados de arenas, gravas y arcillas bastante limpias.

En general su potencia varía mucho de unos puntos a otros, pero de forma general oscila entre 5 y 30 m.

La explotación industrial de las gravas, aunque actualmente es incipiente, admite grandes posibilidades.

Arcillas arenosas con niveles de arenas, conglomerados y areniscas (Depósitos de terraza) - Q_t

Son depósitos en general de poca extensión y de litología parecida a los descritos en el punto anterior, es decir, la fracción predominante está formada por arcillas arenosas,

con algunos recubrimientos aislados de limos, apareciendo en estos abundantes niveles de gravas, a veces muy cementados, pero casi siempre sueltos y formando un tapiz sobre los depósitos arcillosos.

Su resistencia a la erosión es muy baja.

Arcillas arenosas con niveles de arenas y conglomerados, recubiertas superficialmente por costras calcáreas (Depósitos fluviales antiguos) - Q_f

Se encuentran ampliamente representadas por toda la Hoja, alcanzando su mayor amplitud, tanto en extensión como en potencia, en el cuadrante SE.

Sus depósitos están constituidos por arcillas arenosas con recubrimientos superficiales de limos y niveles irregulares de cantos rodados y gravas, asociados a costras calcáreas blancas de pequeño espesor.

Normalmente su coloración es ocre-rojiza y presentan grandes acumulaciones superficiales de gravas sueltas de pequeño tamaño (de 2 a 7 cm de diámetro). Su potencia media es de 10 m, no alcanzando casi nunca los 25 m.

Salvo puntos aislados en donde aparecen niveles cementados, su resistencia a la erosión es baja.

Conos de deyección - Q_d

Se incluyen aquí dos depósitos situados al E de Pegalajar, en su litología aparecen arcillas de colores claros con gravas silíceas heterométricas y bloques sueltos procedentes de la fracturación de las litologías circundadas, presentando gran inestabilidad y poca resistencia a los agentes erosivos.

Arenas arcillosas entremezcladas con gravas angulosas (Depósitos coluviales) - Q_c

Dentro de este grupo se incluyen unos pocos depósitos localizados en la mitad S y en la banda E de la Hoja.

Normalmente provienen de la alteración de los macizos rocosos y aparecen recubriendo las laderas de los mismos; están formadas por una mezcla heterométrica de materiales granulares de colores variables y escasamente cementados.

Area II₂

Margas arcillosas - T_{105/5}

Este grupo ocupa una amplia zona en la esquina NO de la Hoja. En esencia está formado por margas arcillosas, de color ocre-grisáceo a verde azulado, recubiertas parcialmente por una delgada capa de alteración arcillosa.

Presentan poca resistencia a la erosión y su posible aprovechamiento industrial es muy reducido.

Arcillas arenosas y margas - T_{5/3-105}

En este grupo se incluye una serie de terrenos situados en los cuadrantes NO y SE y algunas pequeñas zonas en el ángulo NO.

En esencia están formadas por una serie de niveles arcillo-arenosos de color oscuro rojizo, con intercalaciones aisladas de margas arenosas blanquecinas.

Son muy poco resistentes a la erosión y su aprovechamiento industrial muy reducido.

Arenas y margas limosas - T_{3-105/4}

En este grupo se incluye una serie de pequeñas zonas situadas en el ángulo SO de la Hoja.

Están formadas por un potente nivel de arenas arcillosas, de color ocre claro, con intercalaciones de margas arenosas y limosas de colores blanquecinos. Generalmente aparecen soterrados bajo una capa arcillosa rojiza de alteración de las margas.

Estas litologías son muy poco resistentes a la erosión y su aprovechamiento industrial muy reducido.

Area II₃

Arenas arcillosas y areniscas - T_{3/5-8}

Se incluyen aquí una serie de niveles, en general de poca potencia, situados en la parte superior del borde izquierdo de la Hoja.

Están formados por arenas arcillosas algo cementadas, alternándose con delgados lechos de areniscas.

Presentan coloración ocre blanquecina y moderada resistencia a la erosión.

Margas arcillosas y areniscas - T_{105/5-8}

Se incluyen en este grupo una banda situada hacia la mitad del borde O de la Hoja y otras zonas distribuidas por la parte E.

Está formada por una serie de niveles margosos y arcillosos, con marcada tonalidad ocre rojiza, sobre los que se intercalan horizontes de areniscas ocre.

La resistencia a la erosión está en función directa de la litología, por lo que se observan acusados resaltes topográficos ligados a los horizontes detríticos mucho más competentes.

Margas, areniscas y calizas - T₁₀₅₋₈₋₁₂

Las zonas más representativas de estas litologías están en la banda N, apareciendo también algunos afloramientos en el cuadrante SE.

La litología es semejante a la del grupo anterior, si bien aquí la topografía se hace más alomada y aparecen bancos de caliza de color blanquecino, más resistentes a la erosión.

Margas arcillosas y calizas - T_{105/5-12}

Las zonas incluidas en este grupo se encuentran distribuidas por el cuadrante NE.

La litología está formada por margas arcillosas de color ocre amarillo, de potencia considerable, que tiende a disminuir en dirección hacia los contactos con otras litologías, al tiempo que en esta misma dirección aparecen bloques de caliza, a veces sueltos, con una resistencia a la erosión aceptable, actuando selectivamente en función de la litología predominante, aspecto que condiciona alomaciones y abarrancamientos allí donde el recubrimiento es potente y otra parte hace resaltar afloramientos de caliza que a veces se desgajan en bloque.

Margas y calizas arenosas - T_{105-12/3}

Estos terrenos se distribuyen por el cuadrante SO de la Hoja.

En general están formados por una alternancia de niveles margosos con intercalaciones arenosas.

Normalmente presentan una coloración ocre-rojiza, una moderada resistencia a la erosión y un escaso aprovechamiento industrial.

Limos, margas y calizas - T_{105/4-12}

En este grupo se incluyen una serie de terrenos localizados en la mitad N de la Hoja.

En general están formados por un potente nivel de margas limosas de colores blanquecinos, poco resistente a la erosión, de manera que al actuar ésta de forma selectiva hace aflorar bloques de caliza.

Area III₁

Margas arcillosas y yesos - S_{105/5-14} - Margas yesíferas y calizas - S_{105/14-6}

Los terrenos aquí incluidos se distribuyen de manera muy irregular por toda la superficie de la Hoja.

En general están formadas por una mezcla de margas arcillosas y arcillas, de colores diversos (rojizos y verdosos), saturados en muchos puntos por una serie de depósitos arcillosos o arenosos de reciente deposición, e incluyendo yesos cristalinos o diseminados y a veces carniolas.

La resistencia a la erosión, baja en casi toda la zona, decrece en algunos puntos debido a la fácil disolución de las litologías yesíferas.

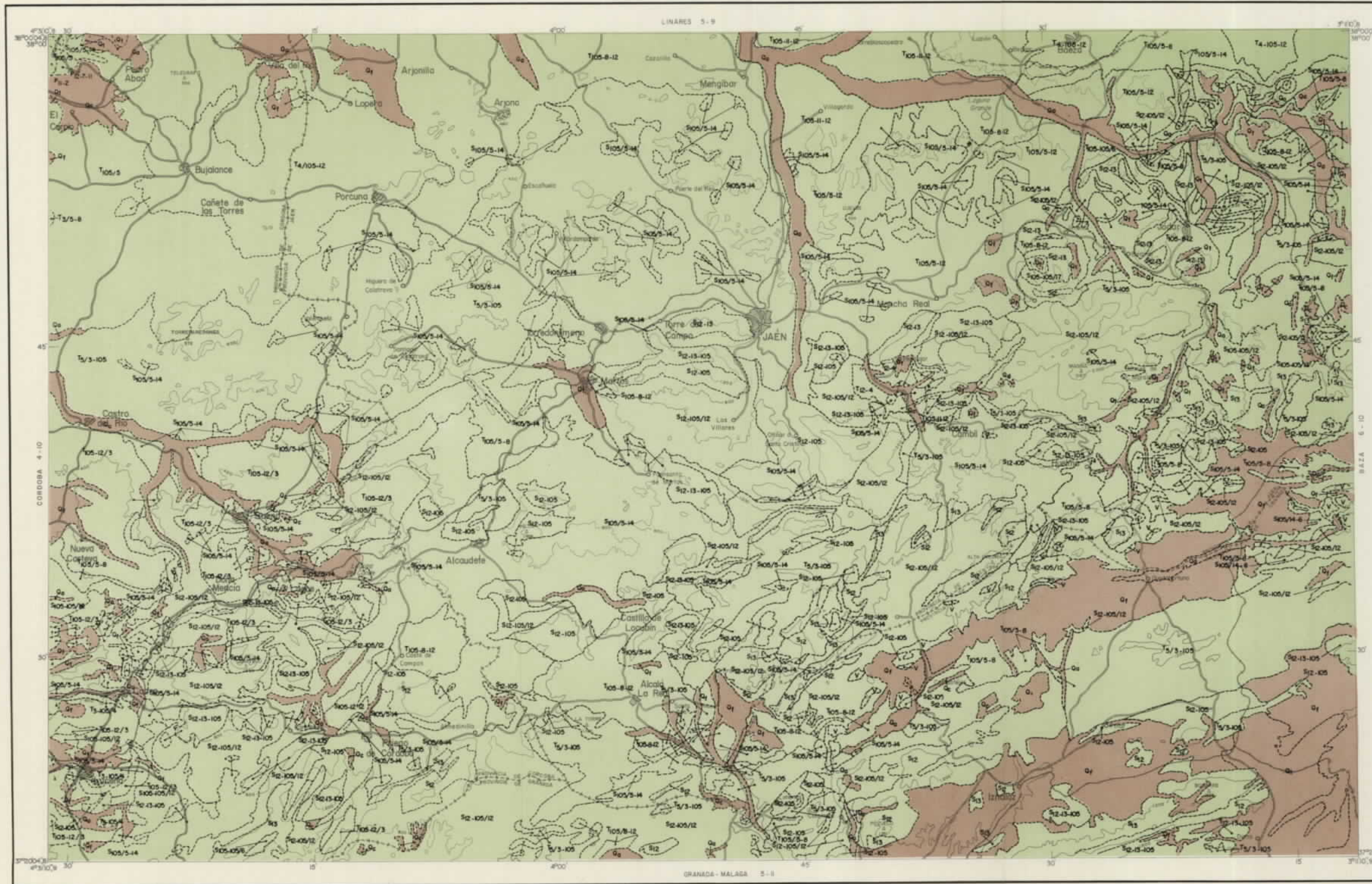
El aprovechamiento industrial, se centra exclusivamente sobre los yesos, si bien debido a su anárquica aparición, está poco extendido.

Area III₂

Calizas - S₁₂

Los afloramientos incluidos en este grupo aparecen por diversos puntos de la Hoja, en general con una morfología acusada.

| REGION | AREA | FICHA DE CARACTERISTICAS LITOLOGICAS |
|--------|------------------|---|
| I | I ₂ | <p>Se incluyen en ella el conjunto de rocas paleozoicas destacándose los grupos de las calizas, pizarras, cuarcitas y conglomerados. Aparecen con gran lajosidad y recubiertas a veces por sedimentos de naturaleza arcillosa. Su resistencia a la erosión es, en general, elevada.</p> |
| | I ₃ | <p>Incluye los afloramientos de rocas volcánicas y subvolcánicas que en general presentan una coloración verde-oscura, alto grado de alteración superficial y son fácilmente erosionables.</p> |
| II | II ₁ | <p>Sus depósitos están formados por una mezcla de arcillas y arenas, recubierta por limos y gravas sueltas, incluyendo a veces niveles de conglomerados. Su coloración es ocre-rojizo y oscuro y presentan poca resistencia a la erosión.</p> |
| | II ₂ | <p>Se incluye en ella una mezcla de margas, arcillas y arenas, recubierta esporádicamente por delgadas capas de limos y con niveles aislados de areniscas y gravas bastante cementados; su coloración es de tonos claros. La resistencia a la erosión es muy baja.</p> |
| | II ₃ | <p>Incluye grupos margosos, calcáreos y detríticos, a veces tapizados por un recubrimiento arcillo-arenoso de coloración ocre-blanquecino. Su resistencia a la erosión es deficiente.</p> |
| III | III ₁ | <p>Su litología está formada por una mezcla de margas arcillosas, rojizas y verdosas, areniscas y frecuentes niveles de yeso, todo ello recubierto por una capa arcillosa. Es sensible a los agentes erosivos, tanto físicos como químicos.</p> |
| | III ₂ | <p>La litología dominante son calizas y margocalizas, de coloración blanquecina y rojiza, recubiertas esporádicamente por gravas silíceas. La resistencia a la erosión es aceptable.</p> |
| | III ₃ | <p>Los grupos de rocas que incluye son dolomías, calizas, calizas dolomitizadas y eventuales niveles de margas. En general, son rocas compactas y bastante resistentes a la erosión, que actúa de formas selectivas.</p> |



SUSTRATO

- P11-12 Pizarras y serie detrítica
- P12-7-11 Calizas conglomerados y pizarras
- V Doleritas
- T105/5 Margas arcillosas
- T5/3-105 Arcillas arenosas y margas
- T3-105/4 Arenas y margas limosas
- T3/5-8 Arenas, arcillas y areniscas
- T105/5-8 Margas arcillosas y areniscas
- T105-8-12 Margas, areniscas y calizas
- T105/5-12 Margas arcillosas y calizas
- T105/12-13 Margas calizas y arenosas
- T105/4-12 Margas limosas y calizas
- S105/5-14 Margas arcillosas y yesos
- S105/14-6 Margas yesíferas y costras calcáreas
- S12 Calizas
- S12-105 Calizas y margas
- S12-105/12 Calizas y margocalizas
- S105-105/12 Margas y margocalizas
- S12-13 Calizas y dolomías
- S12-13-105 Calizas dolomías y margas

FORMACIONES SUPERFICIALES

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> Q0 Arcillas arenosas con niveles aislados de arenas limpias, gravas y limos Q1 Arcillas arenosas con niveles de arenas, conglomerados y areniscas. Q1 Arcillas arenosas con niveles de arenas y conglomerados, recubiertos superficialmente por costras calcáreas | <ul style="list-style-type: none"> Q4 Conos de deyección Qc Arenas arcillosas entremezcladas con gravas angulosas. |
|---|--|

Están formadas por unos niveles calizos, a veces masivos, de coloración diversa, pero casi siempre con tonalidades claras y elevada resistencia a la erosión.

Calizas y margas - S₁₂₋₁₀₅ — Calizas y margocalizas - S_{12-105/12} — Margas y margocalizas - S_{105-105/12}

Los terrenos agrupados en estas litologías aparecen distribuidos por toda la Hoja, excepto en su cuadrante NO.

En general aparece una alternancia de margas, margocalizas y calizas, normalmente de colores blanquecinos y aceptable resistencia a la erosión.

Su aprovechamiento industrial es considerable, sobre todo en la zona de Torredonjimeno.

En las Sierras de Almadén y Sierra Mágina, alrededores de Labatelo y Carchelejo, y otras zonas de menor extensión, aparecen, junto a los grupos litológicos descritos, gravas silíceas muy heterométricas.

Es difícil establecer la diferencia mediante contactos definidos entre estas litologías en sí y las adyacentes, habiendo sido establecidos en la mayoría de los casos según la potencia del recubrimiento.

Area III₃

Calizas y dolomías - S₁₂₋₁₃ — Calizas, dolomías y margas - S₁₂₋₁₃₋₁₀₅

Al igual que los grupos anteriores, los terrenos aquí incluidos aparecen distribuidos por toda la Hoja, a excepción del cuadrante NO.

Litológicamente están formados por una alternancia de calizas y dolomías, de color generalmente claro, apareciendo alteradas en las zonas próximas a los contactos con otras litologías, y son bastante resistentes a la erosión.

Su aprovechamiento industrial es incipiente.

La delimitación en el mapa de estos grupos, al igual que pasó con la Area III₂, presenta cierta dificultad debido a la similitud existente con los que la rodean.

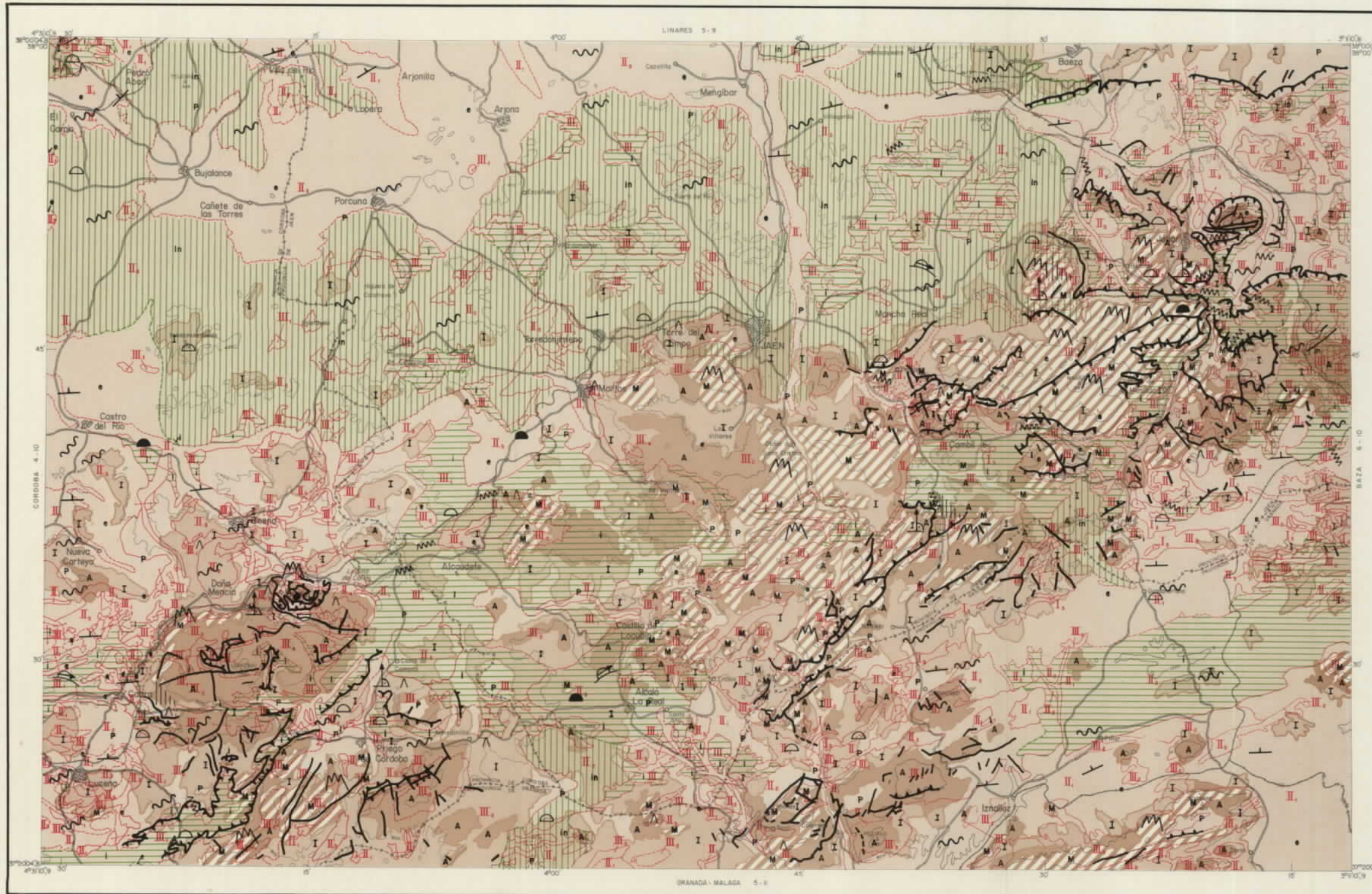
2.5. CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS

En este apartado se analizarán los principales rasgos geomorfológicos, viendo qué repercusión tienen, o pueden tener sobre las condiciones constructivas de los terrenos.

Este análisis tendrá como base las características y comportamiento de las diferentes familias de rocas ante las condiciones ambientales, resaltando aquellos problemas que surjan en el terreno, bien por causas puramente naturales, bien al ser trastocado su equilibrio bajo la acción directa del hombre.

Se completará con un mapa y una ficha resumen, en la que se incluirán las características geomorfológicas más interesantes de cada unidad de clasificación de segundo orden.

| REGION | AREA | FICHA DE CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS |
|--------|--------------------------------------|---|
| I | I ₂ | <p>Presenta pendientes topográficas muy acusadas con proliferación de fenómenos geomorfológicos endógenos y exógenos. Es potencialmente inestable sobre todo allí donde la lajosidad coincide con las pendientes topográficas.</p> |
| | I ₃ | <p>Estos afloramientos tienen forma alomada con pendientes que no suelen superar el 15 por ciento. Presenta problemas geomorfológicos en las zonas de contacto con otras litologías.</p> |
| II | II ₁ | <p>Presenta una morfología prácticamente llana con pendientes topográficas casi siempre inferiores al 3 por ciento. La estabilidad de sus terrenos es elevada pudiendo verse afectada únicamente en las márgenes de la red fluvial y en obras que tiendan a producir taludes importantes.</p> |
| | II ₂ | <p>Presenta una morfología con relieves que oscilan entre llanos y alomados con pendientes topográficas que varían del 7 al 15 por ciento. La estabilidad de sus terrenos es, en general, precaria, siendo necesario en todas las obras que se efectúen en la Area estudiar el comportamiento del lecho margoso para prever y prevenir su posterior comportamiento.</p> |
| | II ₃ | <p>Su morfología es en general alomada con pendientes que oscilan alrededor del 7 por ciento, si bien hay zonas en que son muy superiores. La Area se considera estable salvo en sus bordes.</p> |
| III | III ₁ | <p>Su morfología presenta relieves que oscilan entre llanos y alomados, aunque a veces puede llegar a pendientes topográficas del 25 por ciento. En general, su estabilidad natural es deficiente, debido a la abundancia de fenómenos exógenos y a la fácil disolución de los yesos allí donde aparezcan, por lo que será necesario analizar con detalle este punto, con antelación a la realización de obras.</p> |
| | III ₂ III ₃ | <p>Presentan una morfología muy variada, pero en general de formas abruptas con pendientes casi siempre entre el 15 y 30 por ciento. En general, sus materiales presentan una gran estabilidad natural.</p> |



Escala 1:400.000

INTERPRETACION DEL MAPA TOPOGRAFICO

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

SEPARACION DE ZONAS SEGUN SU GRADO DE ESTABILIDAD

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

SIMBOLOGIA

FENOMENOS GEOLOGICOS ENDOGENOS

- Falla o zona de falla
- Cabalgamiento
- Falla inversa

FENOMENOS GEOLOGICOS EXOGENOS

- Forma de relieve llana
- Forma de relieve alomada
- Forma de relieve acusada
- Forma de relieve muy acusada
- Taludes rocosos prácticamente verticales
- Abarrancamientos
- Taludes de materiales sueltos
- Deslizamientos en potencia
- Deslizamientos activos
- Laderas inestables

- Deslizamientos en potencia a favor de las pendientes naturales.

DIVISION ZONAL

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

Area I₂

La zona incluida dentro de la Area I₂ presenta unas pendientes topográficas muy acusadas, con proliferación de fenómenos geomorfológicos endógenos y exógenos con zonas muy fracturadas, gran lajosidad y, por consiguiente, inestables potencialmente, debiendo analizarse, allí donde existan, las direcciones de pizarrosidad para ver si coinciden o no con las pendientes topográficas.

Area I₃

Los afloramientos de rocas incluidos en esta Area presentan formas de relieve poco acusadas, con pendientes topográficas que pocas veces superan el 15 por ciento.

Los problemas geomorfológicos que se puedan presentar se ciñen exclusivamente a las zonas de contacto con otras Areas.

Area II₁

Presenta una morfología prácticamente ausente de relieve, con superficies totalmente llanas y pendientes topográficas casi siempre inferiores al 3 por ciento y nunca superiores al 7 por ciento.

La aparición de fenómenos geomorfológicos es reducida, siendo nula en cuanto se refiere a los de tipo endógeno y muy reducida en cuanto a los exógenos. Estos últimos se observan, bien en el contacto con las Areas que la circundan, bien en el cauce del río, y se reducen a pequeños hundimientos y deslizamientos.

La estabilidad de sus tefrenos es elevada y únicamente se puede ver afectada en las márgenes de la red fluvial y en otras que tiendan a producir taludes importantes, donde la poca cementación de sus materiales los predispone al deslizamiento o desmoronamiento.

Area II₂

Presenta una morfología con relieves que oscilan de llanos a alomados, con pendientes topográficas que oscilan del 7 al 15 por ciento.

Las características geomorfológicas presentan un marcado carácter de desfavorabilidad. En general la estabilidad de sus terrenos es muy precaria, factor que se acentúa en cuanto se realizan obras sobre los mismos. A grandes rasgos, se observan en casi todas las laderas deslizamientos (activos en muchos puntos) y pequeños hundimientos a lo largo de las superficies llanas.

Por estas razones, es necesario realizar en todas las obras que se efectúen en la Area una serie de estudios encaminados a determinar el comportamiento del lecho margoso y así poder prever, y prevenir en parte, su posterior comportamiento.

Area II₃

La morfología general es de relieves llanos y pendientes topográficas inferiores al 7 por ciento, si bien en algunas zonas este carácter varía de forma notable, observándose pendientes que alcanzan el 30 por ciento.

En general la aparición de problemas geomorfológicos está únicamente ligada a los bordes de la subdivisión, siendo en estos puntos, y a causa de la falta de compactación de algunos niveles, donde pueden surgir pequeños desmoronamientos. Salvo esta inestabilidad puntual, toda la Area se considera estable.

Area III₁

Presenta una morfología con relieves que oscilan de llanos a alomados y pendientes topográficas que en ocasiones superan el 7 por ciento. Llegando eventualmente al 25 por ciento.

Si bien puntualmente las características que a continuación se indican pueden variar en sentido positivo, de forma general presentan un marcado carácter de desfavorabilidad. Algunos de los materiales que la integran son muy sensibles a la erosión física y otros a la erosión química; esto condiciona la aparición de una serie de fenómenos de inestabilidad, representados por deslizamientos, hundimientos, etc., problemas que si bien muchas veces sólo se ponen de manifiesto al incidir sobre ellos la acción del hombre, otras aparecen por causas puramente naturales (disolución por el agua, saturación, etc.).

Todo lo anterior influye en la valoración de desfavorabilidad geomorfológica asignada a esta Area, designación que como al principio se dijo puede mejorarse, en algunos puntos, bien por inexistencia de yesos, bien por una morfología suave, precisando por tanto un análisis detallado para cada zona en función de la naturaleza de las obras allí a realizar.

Areas III₂ - III₃

Las características geomorfológicas de estas dos Areas son semejantes, presentando una morfología que abarca todas las formas de relieve, con pendientes topográficas que van del 5 al 30 por ciento.

En general sus materiales presentan gran estabilidad natural, exceptuando algunas partes, que pueden centrarse en las de mayor pendiente y en las zonas de contacto con otras Areas, en las que, debido a fenómenos geológicos endógenos, la estabilidad disminuye considerablemente.

2.6. CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS

En este apartado se analizarán las características hidrológicas que afectan de manera más o menos directa a las condiciones constructivas de los diferentes terrenos.

El análisis se basará en la distinta permeabilidad de los materiales y en sus condiciones de drenaje, concluyendo con el estudio de los problemas que de la conjunción de ambos aspectos puedan aparecer.

Se completará con un mapa y una ficha resumen en la que se hará constar las características hidrológicas más interesantes de cada unidad de clasificación de segundo orden.

Areas I₂ - I₃

Sus terrenos se consideran, en pequeño, como impermeables, admitiendo, en grande, una cierta permeabilidad ligada al grado de tectonización y a la lajosidad existente.

Como consecuencia de esto, y teniendo en cuenta el desigual relieve topográfico, el drenaje se considera en toda ella favorable, realizándose en parte por percolación por fisuras y en parte por escorrentía activa.

Area II₁

Al considerar esta subdivisión en conjunto, los materiales que la forman pueden considerarse semipermeables, pero debido a la extensión que ocupan y a los distintos tipos de depósitos que agrupa es necesario matizar un poco, tanto respecto al grado de permeabilidad como a las condiciones de drenaje.

En aquellos depósitos circundantes del cauce actual de los ríos se entremezclan varios tipos de fracciones litológicas, de las que las dos primeras, limos y arcillas, crean en superficie una capa impermeable de difícil drenaje, mientras que las siguientes (mezcla de arenas, arcillas y gravas) presentan una cierta semipermeabilidad, condicionada siempre por la mayor o menor concentración de cada fracción.

Por otro lado, la posible existencia de niveles arenosos, más o menos limpios, en contacto con un nivel freático, condiciona su posible conversión en arenas fluídas de características mecánicas muy inferiores.

También es normal la existencia en profundidad, a cotas relativamente próximas a la superficie, de un nivel freático, casi siempre conectado con el cauce del río. Este nivel dificulta el drenaje normal de la Area, pues crea un horizonte saturado que dificulta el saneamiento superficial, produciendo zonas encharcadas y con tendencia a inundarse.

En los restantes depósitos incluidos en esta subdivisión, y debido al hecho de no estar conectados directamente al cauce de los ríos, se ven mejoradas en parte sus características.

En principio sus materiales se consideran semipermeables, con las mismas peculiaridades indicadas antes en cuanto a la litología dominante; el drenaje, efectuado por percolación natural, se considera aceptable.

Es normal la existencia en profundidad de un nivel acuífero definido y continuo, a cotas que si bien normalmente no afectan las bases de obras de cimentación de reducida importancia, si puede afectar a aquellas que precisen alcanzar grandes profundidades.

Como se observa, esta división presenta, si no en toda ella, si en algunos de sus puntos, una serie de problemas hidrológicos importantes, por lo que deben analizarse con cuidado los aspectos señalados y trabajar en función de su existencia.

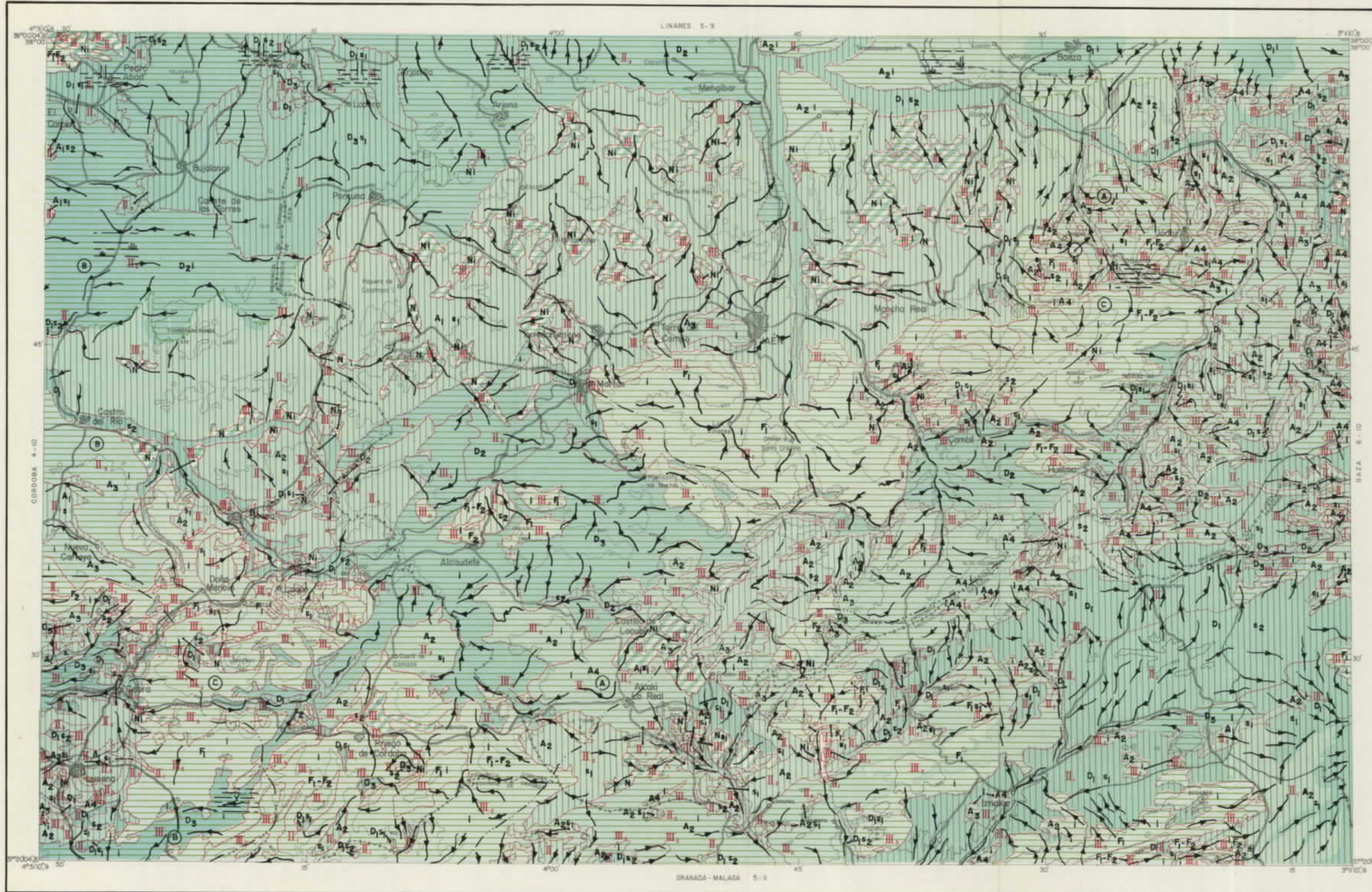
Area II₂

Debido a la complejidad litológica observada en esta subdivisión se ha creído conveniente referir sus características hidrológicas a los grupos de rocas más significativos.

Condiciones hidrológicas de las margas arcillosas - T_{105/5}

En general estos terrenos se consideran impermeables, con unas condiciones de drenaje deficientes.

| REGION | AREA | FICHA DE CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS |
|--------|--------------------------------------|---|
| I | I ₂ I ₃ | <p>Sus terrenos se consideran, en pequeño, impermeables, admitiendo en grande una cierta permeabilidad ligada a su lajosidad y tectonización.</p> <p>El drenaje, efectuado por escorrentía superficial activa, se considera favorable.</p> |
| II | II ₁ | <p>Los depósitos circundantes del cauce actual de los ríos, son en general, semipermeables, con un drenaje deficiente debido a la existencia de un nivel freático a cotas próximas a la superficie.</p> <p>En los demás depósitos, considerados también semipermeables, el drenaje es aceptable por percolación natural.</p> <p>Es normal la existencia de agua en profundidad.</p> |
| | II ₂ | <p>Sus terrenos son en general impermeables, con cierta permeabilidad allí donde predominan las fracciones menos cohesivas. El drenaje oscila entre deficiente y aceptable, estando ligado a la litología y morfología.</p> <p>Pueden aparecer niveles acuíferos en profundidad.</p> |
| | II ₃ | <p>Sus materiales se consideran, en pequeño, impermeables, admitiendo en grande cierta permeabilidad; el drenaje, mezcla de escorrentía y percolación, es aceptable.</p> <p>Es normal la existencia de niveles acuíferos en profundidad.</p> |
| III | III ₁ | <p>Los materiales que la integran se consideran impermeables, con unas condiciones de drenaje, efectuadas por escorrentía poco activa, desfavorables.</p> <p>La presencia de sulfatos aumenta la desfavorabilidad de las condiciones al cargar el agua que discurre por esta Area de iones sulfato.</p> <p>Existen algunos niveles acuíferos a escasa profundidad.</p> |
| | III ₂ III ₃ | <p>Sus materiales se consideran impermeables admitiendo, en grande una cierta permeabilidad. El drenaje oscila entre aceptable y favorable por escorrentía.</p> <p>Es posible la aparición de bolsadas de agua en la base de la formación, pero serán de reducida extensión y caudal.</p> |



Escala 1:400.000

CONDICIONES DE DRENAJE

- Zonas con drenaje Nulo.
 - Zonas con drenaje Deficiente
 - D₁ Drenaje aceptable en superficie por percolación. Agua a poca profundidad.
 - D₂ Drenaje deficiente. No hay agua en profundidad.
 - D₃ Drenaje deficiente por escorrentía poco activa.
 - Zonas con drenaje Aceptable
 - A₁ Drenaje por percolación natural.
 - A₂ Drenaje por percolación y escorrentía.
 - A₃ Drenaje por escorrentía poco activa.
 - A₄ Drenaje por escorrentía activa.
 - Zonas con drenaje Favorable
 - Drenaje por escorrentía muy activa.
 - Drenaje por percolación por fisuras.
- Límite de separación de Zonas.

PERMEABILIDAD DE LOS MATERIALES

- Materiales permeables.
 - Materiales semipermeables
 - S₁ Mezcla de arcillas, arenas y gravas.
 - S₂ Predominio de la fracción arcillosa.
 - Materiales impermeables.
- Límite de separación de los distintos materiales.

SIMBOLOGIA

HIDROLOGIA SUPERFICIAL

- Límite de subcuenca hidrográfica
- Red de drenaje

HIDROLOGIA SUBTERRANEA

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

FACTORES HIDROLOGICOS VARIOS

- Zonas propensas a encharcamientos
- Agua a escasa profundidad
- Existencia de aguas selenitosas
- Manantial

DIVISION ZONAL

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

Debido a la morfología, existen zonas en las que el drenaje mejora sensiblemente por activarse la escorrentía superficial; sin embargo, lo normal es la aparición de amplias zonas en las que la evacuación de los aportes hídricos es muy deficiente. La posible existencia de niveles acuíferos en profundidad es nula.

Condiciones hidrológicas del resto de los terrenos

En general estos terrenos se consideran semipermeables, con unas condiciones de drenaje, mezcla de escorrentía y percolación, aceptables. En algunas zonas es normal la existencia de niveles acuíferos a no mucha profundidad.

Area II₃

Lo mismo que hemos hecho en la Area II₂ y debido a los diferentes grupos litológicos que integran esta Area, se efectuará por separado el estudio de sus características hidrológicas.

Condiciones hidrológicas de las zonas arcillosas con niveles de areniscas - T_{3/5-8} y de las zonas de margas y areniscas - T₁₀₅₋₈

En general estos terrenos se consideran semipermeables, con unas condiciones de drenaje mezcla de escorrentía y percolación, aceptables. No es normal la existencia de niveles acuíferos en profundidad.

Condiciones hidrológicas del resto de las formaciones

Aún siendo variadas las restantes fracciones litológicas que abarca esta Area, puede contarse con semejantes características hidrológicas, considerándose, en pequeño, impermeables, y admitiendo, en grande, una cierta permeabilidad ligada al mayor o menor grado de fisuración existente.

El drenaje, efectuado por percolación por fisuras y escorrentía superficial, se da como aceptable, evaluación que no puede considerarse general pues existen zonas en donde la morfología es acusada con drenaje favorable, y otras en las que por acumulación de sedimentos provenientes de alteración, y por suavizarse la morfología, el drenaje puede ser deficiente, apareciendo problemas en cuanto a su saneamiento natural.

Es normal la existencia de acuíferos en profundidad.

Area III₁

Los materiales que la integran se consideran impermeables, con unas condiciones de drenaje, efectuado por escorrentía poco activa, desfavorables.

A este aspecto, ciertamente negativo, se une el hecho de la existencia de niveles de yeso. Estos materiales, de fácil disolución por el agua, cargan a la misma de iones sulfato, haciéndola altamente perjudicial frente a los aglomerantes hidráulicos ordinarios. Por esta

razón, en las obras que se realicen en esta Area deberá preverse este hecho, con el fin, o bien de usar aglomerantes especiales que resistan la acción corrosiva de las aguas seleniticas, o bien de aislar los niveles de yeso para evitar su contacto con el agua.

Existen algunos niveles acuíferos a escasa profundidad.

Areas III₂ - III₃

Los materiales que constituyen estas dos Areas se consideran impermeables, admitiendo en grande, y no siempre, una cierta permeabilidad ligada a su grado de fracturación.

El drenaje, debido a la acusada morfología que predomina en ambas Areas, oscila entre aceptable y favorable, debido, el primero a percolación por fisuras y escorrentía y el segundo por escorrentía muy activa.

Cabe la posibilidad de que existan mantos acuíferos que discurren sobre lechos impermeables ocultos y que puedan dar lugar a alumbamientos en los contactos de estos materiales impermeables con las cotas más bajas, pero casi siempre serán de reducida extensión y caudal.

2.7. CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

En este apartado se analizarán las principales características geotécnicas de la Hoja, entendiéndose bajo tal acepción todas aquellas que estén implicadas con la mecánica del suelo y 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 asimismo todos aquellos factores que de forma directa o indirecta influyen 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 propiamente dichas de cada unidad de clasificación de segundo orden.

A fin de no perder homogeneidad con lo hasta ahora expuesto, seguiremos en la primera parte de este punto refiriéndonos a cada una de las Areas, de forma individualizada, para luego, y de forma global, exponer las características sismorresistentes de la Hoja, indicando qué tipos de fenómenos pueden ocurrir y qué zonas tendrán más propensión a ellos.

Areas I₂ y I₃

Los terrenos que las integran tienen alta capacidad de carga, no produciéndose para las mismas asentamientos de ningún orden.

En la Area I₂ los problemas mecánicos están relacionados, bien con el mayor o menor grado de lajosidad y tectonización existente, que puede crear una serie de zonas potencialmente inestables al ser sometidas a carga, bien con los depósitos de alteración que en algunos puntos pueden suponer su eliminación y su irregular comportamiento, un aspecto negativo de cierta importancia.

Area II₁

Todos los depósitos incluidos en esta subdivisión tienen capacidades de carga baja, si bien a igualdad de éstas, los asentamientos previsibles varían de medios a elevados, dependiendo de la litología existente, que puede crear problemas al cargar dos niveles mecánicamente distintos, siendo necesario un estudio puntual y previo, como por la existencia de un elevado nivel freático que mantiene en un estado de saturación total las litologías correspondientes (arcillas, limos, arenas y margas), degradando sus características mecánicas.

Area II₂

Mecánicamente los terrenos que integran esta subdivisión presentan características desfavorables, admitiendo cargas de tipo medio y experimentando ante ellas asentamientos de magnitud media y elevada.

Es importante destacar el hecho de la inestabilidad potencial que posee y su sensibilidad a las acciones externas, deslizando a favor de los impulsos que sobre ella actúan; por estas razones se presentan una serie de problemas que deben analizarse con cuidado, bien para prevenirlos, bien para controlarlos en el caso de que no puedan evitarse.

Area II₃

Debido a las litologías que agrupa, sus terrenos admiten un amplio margen de capacidades de carga, pero puede decirse que en general son de tipo medio, produciendo asentamientos del mismo orden.

Los problemas mecánicos pueden aparecer en el borde de la subdivisión y estarán conectados con el bajo grado de cementación, pudiendo producir en toda la Area deslizamientos y pequeños hundimientos al verse sometidos a cargas externas.

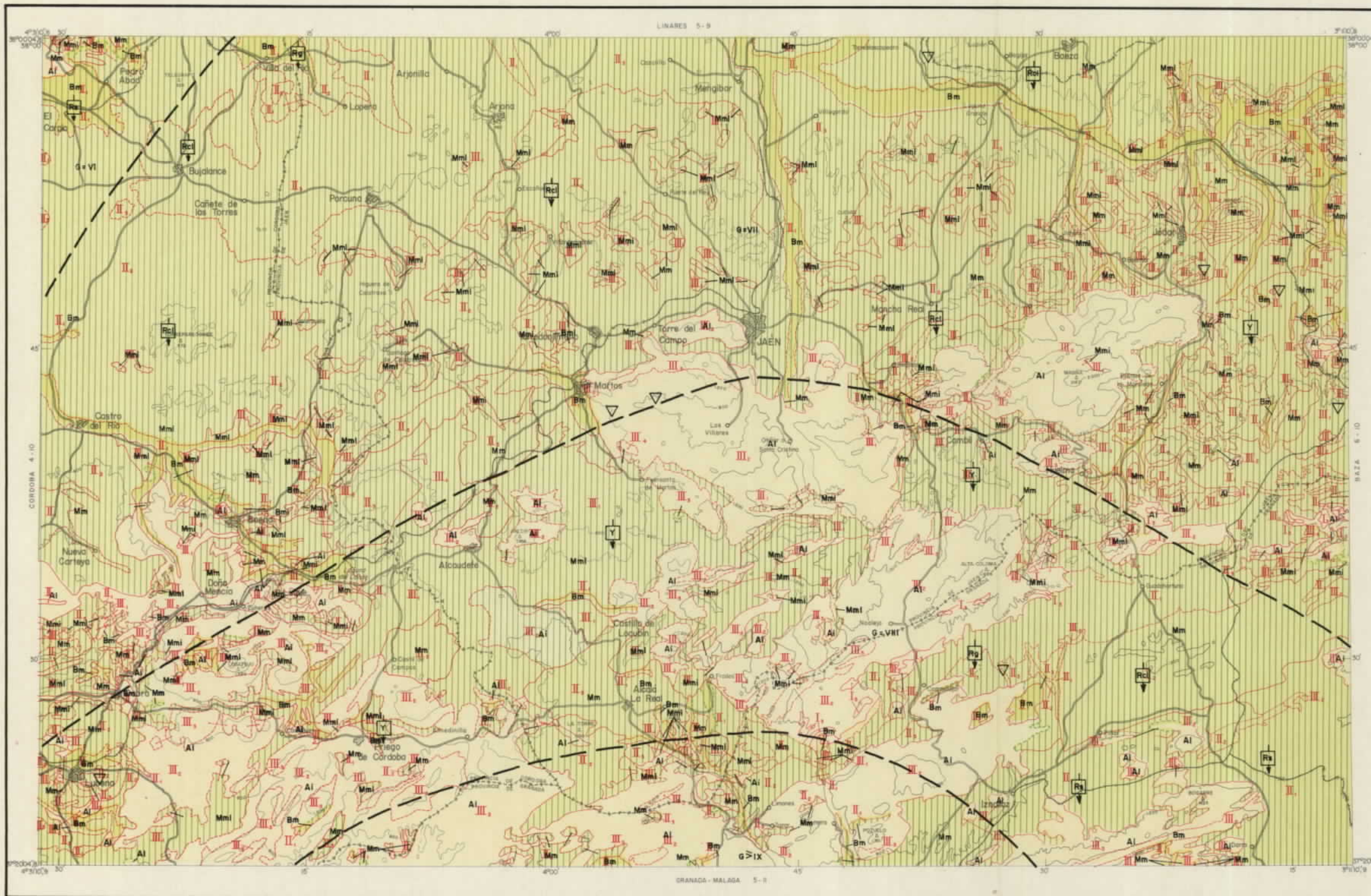
Area III₁

En general sus terrenos admiten cargas muy bajas o bajas y en ocasiones de tipo medio, produciendo siempre asientos de magnitud media.

La variación en la capacidad de carga asignada para esta Area es debido a que se puede presentar en muchos puntos un anómalo comportamiento a causa de la existencia de yesos. Como ya se ha dicho, este material se disuelve fácilmente en agua, cargando a esta de iones sulfato; por consiguiente, no es extraña la aparición de oquedades en profundidad o la de niveles yesíferos desconectados en la actualidad de los mantos acuíferos, pero que por un descenso de los mismos pueden verse invadidos por el agua; en ambos casos los efectos que puedan sentirse en la superficie son muy peligrosos pues al verse el terreno sometido a carga puede ceder, bien bruscamente, bien de forma lenta, pero alcanzando grandes desniveles; en ambos casos las estructuras sufrirán daños importantes, que en algunas ocasiones pueden ser irreparables.

Por todo esto, en toda esta Area debe analizarse con cuidado la posible existencia de yesos, procurando las soluciones más idóneas a fin de evitar o moderar su influencia.

| REGION | AREA | FICHA DE CARACTERISTICAS GEOTECNICAS |
|--------|--------------------------------------|--|
| I | I ₂ I ₃ | <p>Sus terrenos admiten cargas altas, no apareciendo para las mismas asentamientos de ningún orden.</p> <p>Los problemas mecánicos están relacionados con el mayor o menor grado de lajosis y tectonización.</p> |
| II | II ₁ | <p>Sus terrenos admiten cargas bajas o medias, produciéndose para las mismas asentamientos de magnitud media.</p> <p>Los problemas mecánicos que puedan surgir estarán relacionados, en principio, con la existencia de un nivel freático que mantiene en un estado de saturación todos los niveles existentes y también, con la alternancia litológica que pone en contacto niveles de muy diferentes características geotécnicas.</p> |
| | II ₂ | <p>Sus terrenos admiten cargas de magnitud medias, experimentando ante ellas asentamientos de magnitud media y elevada.</p> <p>Los problemas mecánicos estarán relacionados con la inestabilidad potencial y facilidad al deslizamiento. Este aspecto deberá analizarse con cuidado con antelación a la realización de las obras.</p> |
| | II ₃ | <p>En general, las cargas que admiten sus terrenos son de tipo medio, produciendo asentamientos del mismo orden.</p> <p>Los problemas mecánicos pueden aparecer como consecuencia del bajo grado de cementación con facilidad al deslizamiento en algunas zonas y en los bordes de la subdivisión, al verse sometida a cargas externas.</p> |
| III | III ₁ | <p>Sus terrenos admiten cargas de magnitud media, produciéndose asentamientos del mismo orden.</p> <p>Sin embargo, la existencia de yesos, de fácil disolución por el agua, y de aguas selenitosas, hacen que el comportamiento de la subdivisión sea muy irregular y problemático, pues el terreno puede perder, de golpe, sus características resistentes, razón por la que se le han asignado unas condiciones mecánicas desfavorables.</p> |
| | III ₂ III ₃ | <p>Sus terrenos admiten cargas de magnitud elevada, no produciéndose por lo general asentamientos.</p> <p>Los problemas mecánicos pueden surgir por la alternancia litológica y la existencia de algunos niveles margosos muy alterados y de baja resistencia portante.</p> |



Escala: 1/400.000

CAPACIDAD DE CARGA

- A Zonas con capacidad de carga Alta.
- M Zonas con capacidad de carga Media.
- B Zonas con capacidad de carga Baja.
- MB Zonas con capacidad de carga Muy Baja.

--- Límite de separación de Zonas.

ASIENTOS PREVISIBLES

- I Zonas con inexistencia de asientos.
- II Zonas con asientos de magnitud media.
Asientos de magnitud media
Asentamientos bruscos por disolución de yesos.
- III Zonas con asientos de magnitud elevada.

--- Límite de separación de Zonas.

GRADO DE SISMICIDAD

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

SIMBOLOGIA

- Epicentro instrumental
- $h < 50 ; m > 6,5$
- h : Profundidad aproximada del foco en km.
- m : Magnitud unificada



FACTORES GEOTECNICOS VARIOS

- Y Yesos masivos o diseminados
- Z Niveles calizos
- G Niveles de gravas cementadas
- A Niveles de areniscas

DIVISION ZONAL

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

Areas III₂ - III₃

En general sus terrenos admiten cargas de magnitudes elevadas, no produciéndose asentamientos.

Los problemas mecánicos están relacionados con la alternancia litológica, calizas, dolomías, margas, en la que si bien las primeras sí presentan las anteriores características, las margas no, pudiendo afectar en algunas ocasiones a las primeras. Por consiguiente, en estos casos, debe analizarse con detalle la sucesión litológica, así como la potencia de cada nivel, a fin de conocer realmente si las cargas y sus efectos son absorbidos por las capas competentes o las rebasan, y adecuar en cada momento el tipo de cimentación más conveniente.



Como epílogo a este punto, y tal como se indicó al principio, analizaremos someramente las características sismorresistentes de la Hoja.

De acuerdo con el "Mapa de zonas sísmicas generalizado de la Península Ibérica", se observan cuatro zonas distintas dentro de la Hoja. Una situada en la esquina NO, con un grado de intensidad macrosísmica $G = VI$, otra que va de O a E, ocupando aproximadamente la mitad N de la Hoja, con un grado de intensidad macrosísmica $G = VII$; otra que, desde la esquina SO, se extiende por la mitad S de la Hoja hasta el centro del borde E, con $G = VIII$ y, finalmente, otra que aparece en el centro del borde S, y en la que $G > IX$.

En las dos primeras, y debido a acciones sísmicas, pueden producirse "en construcciones rurales" daños que oscilan desde moderados (grietas y derrumbamientos parciales), hasta la destrucción acentuada (desmoronamiento de paredes interiores, brechas en muros de carga, etc.); "en las construcciones ordinarias", daños moderados o graves (grietas en muros, caída de bloques, etc.), y "en las construcciones reforzadas", daños ligeros o moderados.

La tercera zona se considera de sismicidad acusada, pudiendo ocasionarse daños, graves en todos los tipos de construcciones.

La cuarta zona, considerada de sismicidad muy acusada, las "construcciones de tipo rural y de tipo ordinario", pueden quedar en ruina completa o con daños graves, mientras que las "construcciones de tipo reforzado" pueden presentar daños graves e incluso destrucción acentuada. Es aconsejable en estas dos últimas zonas obtener una información sísmica complementaria, y en algún caso debe ser obligatorio, en función de la importancia de la obra, analizar con detalle este aspecto.

Por todo esto deberá en toda la mitad S de la Hoja, preverse en las edificaciones y construcciones la posible aparición de fenómenos sísmicos, realizándose según las directrices marcadas por el Gobierno en su "Norma Sismorresistente P.G., S-1 (1968) Parte A".

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 las condiciones constructivas de la Hoja.

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

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

3.1. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS MUY DESFAVORABLES

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

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

Se agrupan aquí parte de los terrenos en los que la fracción litológica predominante es la S_{105/5-14}.

En ellos el carácter de muy desfavorables constructivamente viene dado, en primer lugar, por la alternancia litológica existente, en la que aparecen niveles de margas y arcillas interestratificadas con yesos cristalizados, y en segundo lugar, porque los niveles de yesos

cargan las aguas que discurren sobre ellos de iones sulfato, con lo que su poder corrosivo frente a los aglomerantes hidráulicos ordinarios aumenta considerablemente.

Estos dos aspectos condicionan la aparición en el subsuelo de una serie de niveles (los yesíferos) poco homogéneos y con abundantes oquedades, niveles que al ser sometidos a carga pueden ceder de manera brusca.

Por consiguiente, la planificación de obras en esta zona planteará una serie de problemas que deberán sopesarse con anterioridad a su realización a fin de preverlos y solventarlos; estos problemas estarán siempre relacionados con los niveles yesíferos, por lo que será preciso, en principio, detectarlos en extensión y potencia, luego aislarlos del agua y, finalmente, controlar su comportamiento en el tiempo al verse sometidos a carga.

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

Se ha considerado en este grupo una zona situada en el extremo NE de la Sierra de Alta Coloma, en la que la cota topográfica, la mezcla de litologías existentes, y su diferente resistencia a la erosión (calizas, dolomías y margas), y las elevadas pendientes, pueden crear problemas de desprendimientos y deslizamientos, dando al conjunto unas deficientes características geotécnicas.

Problemas de tipo litológico y geomorfológico

Se incluyen en este grupo dos pequeñas zonas situadas hacia el centro de la Hoja, y en ellas el carácter de desfavorabilidad constructiva viene dado por sus características morfológicas y litológicas, pues aún cuando presentan buenas condiciones mecánicas, éstas quedan anuladas por la acusada morfología.

Problemas de tipo geomorfológico y geotécnico (p.d)

Abarca este grupo unas pequeñas zonas situadas al N y S de Torre-Cardela y al S de Torre del Campo, cuya cota topográfica es superior a 1.200 m; y aunque la morfología no sea excesivamente acusada, la desfavorabilidad constructiva se debe a la inestabilidad potencial que se aprecia por la composición litológica de las zonas, (arcillas, arenas y margas), con una serie de probables deslizamientos y hundimientos al gravitar sobre ellas cargas externas.

Problemas de tipo geomorfológico

Se han incluido en este apartado todas las zonas con una cota superior a 1.200 m, y si bien las litologías predominantes son calizas y dolomías, en general con buenas condiciones mecánicas, se observa un elevado desarrollo de procesos kársticos, pendientes en muchos casos superiores al 30 por ciento y fenómenos debidos a helicidad, lo que condiciona unos valores constructivos muy desfavorables.

3.2. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS DESFAVORABLES

Se han incluido en este grupo aquellos terrenos en los que los problemas predominantes son: de tipo litológico, geomorfológico y geotécnico (p.d); de tipo litológico, hidrológico y geotécnico (p.d); de tipo geomorfológico, hidrológico y geotécnico (p.d); de tipo hidrológico y geotécnico (p.d); de tipo geomorfológico y geotécnico (p.d.) y de tipo geomorfológico.

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

Abarca este grupo cuatro zonas, la más representativa al S de la Sierra de Alta Coloma y las otras al E de Jódar, O de Moreda y SO de Iznalloz.

El carácter de desfavorabilidad constructiva viene condicionado, en parte, por la mezcla de litologías, y, en parte, por las pendientes topográficas que favorecen los desprendimientos y deslizamientos.

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

Los terrenos incluidos en este grupo pertenecen a la formación litológica descrita en el apartado 3.1.

La única variación con respecto a lo antes indicado radica en que en esta zona los yesos o no existen o aparecen recubiertos de materiales margosos o arcillosos. Este hecho condiciona que la serie de problemas antes enumerados estén bastante disminuidos, existiendo, no obstante, en potencia.

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

Se ha considerado en este apartado una zona localizada por el centro de la mitad S de la Hoja y constituida por una mezcla de litologías con características muy distintas unas de otras.

El carácter de desfavorabilidad constructiva viene dado por la facilidad al deslizamiento de los materiales que constituyen la zona, facilitado por la morfología y posibles mantos acuíferos a cotas no muy profundas.

Problemas de tipo hidrológico y geotécnico (p.d)

Se incluyen en este grupo a casi todos los depósitos aluviales existentes en la mitad O de la Hoja.

Los factores determinantes, para asignarles condiciones constructivas desfavorables, son los siguientes: la existencia de un nivel freático a cotas muy reducidas y la variada composición litológica, en la que se alternan arcillas y arenas con algunos niveles de gravas, dando al conjunto poca capacidad portante y difícil saneamiento.

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

Se han agrupado en este apartado cuatro zonas que admiten cierta distinción entre la primera y las tres restantes.

La primera, situada en el ángulo NO, abarca los terrenos incluidos en la denominación T_{105/5} del mapa de características litológicas, y la designación de desfavorabilidad constructiva ha sido a causa de la inestabilidad que presentan al ser sometidos a cargas. En general, el subsuelo, de naturaleza margosa, experimenta una serie de deslizamientos y hundimientos al ubicar sobre él cualquier tipo de estructura.

Las otras tres zonas, situadas en el cuadrante SO, en el borde S y en el borde E, presentan una litología distinta a la anterior, pudiendo quedar algo disminuidos los problemas descritos para la primera zona, pero no anulados. La morfología es más acusada, por lo que debe preverse este fenómeno en la planificación de toda realización a fin de evitarlo al máximo y controlarlo en el tiempo.

Problemas de tipo geomorfológico

En las zonas incluidas en este apartado, la desfavorabilidad constructiva ha sido dada por su acusada morfología, pese a que al resto de condiciones, tanto litológicas como hidrológicas, se consideran favorables.

3.3. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS ACEPTABLES

Se han incluido en este grupo los terrenos en los que los problemas predominantes son: de tipo litológico, geomorfológico y geotécnico (p.d); de tipo geomorfológico, hidrológico y geotécnico (p.d); de tipo hidrológico y geotécnico (p.d); de tipo geomorfológico y geotécnico (p.d); de tipo litológico y geotécnico (p.d); de tipo litológico y geomorfológico; de tipo litológico; de tipo geotécnico (p.d) y de tipo geomorfológico.

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

La zona incluida en este apartado, situada al N de Mancha Real, presenta una alternancia de diferentes materiales con variadas resistencias a la erosión, diferentes características mecánicas y en algunos sitios morfología alomada. No obstante, en general y previa preparación ligera, sus condiciones constructivas son aceptables.

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

Dentro de la Hoja se han separado dos zonas, una en el ángulo NE y otra hacia el centro del borde O, aparte de otros pequeños depósitos de poca extensión.

En general, la aceptabilidad constructiva viene condicionada en parte por la sucesivas alomaciones que se observan, por el distinto comportamiento de los grupos litológicos ante la erosión, en parte por la aparición de una serie de zonas, allí donde la morfología se suaviza, con acusados problemas de saneamiento, y en parte por presentar unas características mecánicas de tipo medio que pueden empeorar las capas superficiales a causa de los recubrimientos arcillosos, a veces de potencia acusada.

Problemas de tipo hidrológico y geotécnico (p.d)

Se incluyen en este apartado los grupos a los que se ha asignado la denominación T_{5/3-105} Y T₁₀₅₋₁₁₋₁₂ en el mapa de características litológicas y varios depósitos cuaternarios más o menos amplios.

Los factores determinantes de su evaluación han sido la existencia en el subsuelo de niveles arenosos y arcillosos de baja a media competencia mecánica, los posibles problemas de saneamiento y la aparición de un nivel freático a cotas no muy bajas.

Problemas de tipo geomorfológico y geotécnico (p.d)

Las distintas zonas incluidas en este apartado presentan, en general, una litología de buenas características mecánicas, pero de morfología variable, lo que origina una serie de problemas geotécnicos en las zonas de contacto con otras litologías.

El análisis de este aspecto ha sido el condicionante de la evaluación como aceptables constructivamente de estos terrenos.

Problemas de tipo litológico y geotécnico (p.d)

Los materiales a los que se ha asignado este tipo de problemas presentan una gran variación litológica observada en profundidad, hecho que repercute en su comportamiento mecánico.

La alternancia de arcillas, arenas, gravas, eventuales niveles de calizas, etc., de diferente comportamiento al verse sometidas a cargas externas, repercute sobre las posibles estructuras que puedan situarse sobre ellos, pudiendo en algunos casos, afectarlos de manera peligrosa. Por esta razón se deberá, con anterioridad a la realización de las obras, analizar en profundidad la columna litológica y ver el comportamiento bajo carga de cada horizonte.

Problemas de tipo litológico y geomorfológico

Se incluye en este grupo una pequeña zona situada al N de Cambil en la que la litología está formada por materiales sueltos y de alteración.

En ella, la denominación de aceptabilidad constructiva, ha sido dada por la potencial inestabilidad que este tipo de depósitos presenta, y por la irregular distribución y compactación de las granulometrías.

Este problema no debe, en principio, afectar la capacidad portante, a excepción de ciertos puntos situados en el contorno de las zonas, que están en mayor predisposición para ceder y alcanzar estados de estabilidad total.

Problemas de tipo litológico

La zona situada hacia el centro de la banda O está formada por una alternancia de margas y margocalizas de diferentes condiciones mecánicas, que pueden presentar problemas al someterlas a cargas externas, si bien con una previa y adecuada preparación será fácil solventarlos, siendo aceptables las demás características.

Problemas de tipo geotécnico (p.d)

Se han incluido en este apartado parte de los depósitos cuaternarios del tipo de terraza fluvial antiguo.

En ellos la denominación de aceptabilidad constructiva ha sido a causa de la alternancia de fracciones litológicas de diferente comportamiento (arenas, arcillas, gravas, etc.).

En general, estas fracciones, al verse sometidas a cargas externas, responden (tanto su capacidad de carga, como los posibles asentamientos) de forma sensiblemente distintas, pudiendo repercutir directamente sobre las estructuras ubicadas en ellas.

Problemas de tipo geomorfológico

Prácticamente todos los terrenos incluidos en este grupo presentan buenas características mecánicas; únicamente, allí donde existan recubrimientos de alteración pueden quedar disminuidas, lo que, unido a la desigual y a veces acusada morfología, puede hacer que se presenten problemas constructivos.

3.4. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS FAVORABLES

Se han incluido en este grupo aquellos terrenos en los que los problemas, predominantes son: de tipo litológico, geomorfológico y geotécnico (p.d); problemas de tipo geomorfológico, hidrológico y geotécnico (p.d); problemas de tipo hidrológico y geotécnico (p.d); de tipo geomorfológico y geotécnico (p.d) y de tipo litológico.

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

Dentro de este grupo se han incluido dos zonas, una pequeña situada al N de la banda O y otra más amplia al S de la misma, en los alrededores de Lucena.

En la primera, los problemas están relacionados con los recubrimientos arcillo-arenosos que tapizan el sustrato rocoso; puntualmente pueden producirse problemas de deslizamientos, morfología acusada, escasa capacidad de carga, etc., siendo los únicos que pueden afectar sus favorables condiciones constructivas.

En la segunda, estas condiciones únicamente se ven afectadas por irregulares distribuciones en profundidad de algunos niveles arcillosos, de peores características mecánicas que el resto de la formación.

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

Se ha incluido en este grupo una zona situada en los alrededores de Baeza, en la que a causa de la morfología pueden presentarse problemas constructivos, si bien en la realización de cualquier obra y con un estudio puntual previo quedarán fácilmente solventados.

Problemas de tipo hidrológico y geotécnico (p.d)

Todas las zonas incluidas en este grupo son de suave morfología, presentando únicamente problemas de saneamiento, aunque en algunos sitios localizados la permeabilidad en superficie sea aceptable, así como problemas geotécnicos al ser distintas las capacidades de carga del sustrato rocoso, pudiendo ceder en ocasiones de manera brusca, por lo que es necesario antes de la realización de las obras un estudio detallado.

Problemas de tipo geomorfológico y geotécnico (p.d)

Aparecen unas pequeñas zonas hacia el ángulo SE y aunque dentro de ellas no aparezcan problemas por presentar buenas características mecánicas, no se puede decir lo mismo de las zonas de contacto con otras litologías, en las que pueden aparecer problemas relacionados o bien con el desigual comportamiento mecánico, o bien con los efectos que la erosión produce sobre las diferentes litologías.

Problemas de tipo geotécnico (p.d)

Las zonas del cuadrante SE y SO incluidas en este apartado presentan el conjunto de características geomorfológicas, hidrológicas y geotécnicas favorables en general, pero puntualmente pueden aparecer pequeños problemas relacionados con recubrimientos, oquedades o agentes exógenos, más acentuados en las zonas de contacto con otras áreas.

Problemas de tipo litológico

Se ha incluido en este apartado una pequeña zona del cuadrante SO en la que debido a la alternancia litológica existente y a su diferente resistencia mecánica pueden aparecer problemas al verse sometida a cargas externas, por lo que será conveniente un estudio puntual y en profundidad, anterior a la realización de cualquier obra.

BIBLIOGRAFIA

- Banco de Bilbao. **Renta Nacional de España.**
- Banco Español de Crédito. **Anuario del Mercado Español (1972).**
- Cámara Oficial de Comercio, Industria y Navegación. **Atlas Industrial de España (1964-65).**
- Consejo Económico Sindical. **Estructura y perspectivas de desarrollo económico de la provincia de Córdoba (1970).**
- I.G.M.E. Plan Nacional de Minería P.N.I.M. **Mapa Geotécnico Nacional (1972).**
- I.G.M.E. **Mapa Geológico de España a E 1:200.000 Hoja 76. Córdoba.**
- I.G.M.E. **Mapa Geológico de España a E 1:200.000 Hoja 70. Linares.**
- I.G.M.E. **Mapa Geológico de España a E 1:200.000 Hoja 78. Baza.**
- I.G.M.E. **Mapa Geológico de España a E 1:200.000 Hoja 83. Granada-Málaga.**
- I.G.M.E. **Mapa Geológico de España a E 1:200.000 Hoja 77. Jaén.**
- I.G.M.E. **Mapa de Síntesis de Sistemas acuíferos de España Peninsular, Baleares y Canarias.**
- I.G.M.E. **Mapa de vulnerabilidad a la contaminación de los mantos acuíferos de España Peninsular, Baleares y Canarias.**
- I.N.E. **Nomenclator de la provincia de Córdoba.**
- I.N.E. **Nomenclator de la provincia de Jaén.**
- I.N.E. **Nomenclator de la provincia de Granada.**
- M.O.P. **Datos climáticos para carreteras.**
- M.O.P. **Balance Hídrico.**
- M.O.P. **Estudios previos de terrenos.**
- Presidencia del Gobierno. **Norma Sísmorresistente P.G, S-1 (1968) Parte A.**
- Presidencia del Gobierno. **Selección de Cabeceras de Comarca y Núcleos de Expansión de las provincias españolas (1970).**
- Servicio Cartográfico del Ejército. **Cartografía a E 1:200.000 Hoja 5-10.**