

MINISTERIO DE INDUSTRIA

DIRECCION GENERAL DE MINAS

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

<b>HOJA</b>	<b>4-11</b>
	<b>82</b>

00273

**MAPA GEOTECNICO GENERAL**

**MORON DE LA FRONTERA**



**INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA**

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

**MORON DE LA FRONTERA**

**HOJA 4-11/82**

SERVICIO PUBLICACIONES  
MINISTERIO DE INDUSTRIA

El presente estudio ha sido realizado por AGUA Y SUELO, S.A., en régimen de contratación con el Instituto Geológico y Minero de España.

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

Depósito Legal: M - 8336 - 1977

---

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

## INDICE

	pág
<b>1. INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
<b>2. DESCRIPCION DE FACTORES CON INCIDENCIA GEOTECNICA</b>	<b>3</b>
2.1. Características fisiográficas	3
2.2. Bosquejo geológico	6
2.2.1. El medio litológico	7
2.2.2. El medio estructural	8
2.3. Criterios de división. Características generales de las Areas	9
2.3.1. Criterios de división geotécnica	9
2.3.2. Características generales de las Areas	10
2.4. Formaciones superficiales y sustrato	14
2.5. Características geomorfológicas	19
2.6. Características hidrológicas	22
2.7. Características geotécnicas	25
2.8. Características sísmicas	28
<b>3. INTERPRETACION GEOTECNICA DE LOS TERRENOS</b>	<b>29</b>
3.1. Introducción	29
3.2. Terrenos con condiciones constructivas favorables	31
3.3. Terrenos con condiciones constructivas aceptables	31
3.4. Terrenos con condiciones constructivas desfavorables	31
3.5. Terrenos con condiciones constructivas muy desfavorables	32
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>33</b>

## 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 FISIOGRAFICAS**

Se considerarán en forma general la situación geográfica, la orografía y la red fluvial.

La presente Hoja 4-11 se localiza en el SO de la Península entre los paralelos  $36^{\circ} 40' 04''$  -  $37^{\circ} 20' 04''$  y los meridianos  $4^{\circ} 31' 11''$  -  $5^{\circ} 51' 08''$  O - Greenwich.

Bajo el punto de vista de división administrativa, pertenece a las provincias de Sevilla, Córdoba, Málaga y Cádiz.

La topografía es diversa y variada, pudiéndose distinguir cuatro variedades de relieve, todas en dirección NE-SO y algunas coincidiendo con las unidades geológicas.

En la parte N, existe una monótona y extensa llanura suavemente alomada, atribuida a la depresión del Guadalquivir. Esta monotonía se rompe en Morón de la Frontera y Estepa por "islas" de calizas, cuyas cumbres ascienden unos 400 m por encima de la llanura.

La parte central ofrece una morfología variable, de llanuras en el O, y cerros hacia el E formados por una joven y extensa red de drenaje que ha erosionado con cierta facilidad los materiales en su mayoría inconsolidados.

Continuando hacia el S encontramos una extensa zona de sierras con pendientes a veces muy fuertes, que pertenecen a las unidades del Bético y Sub-bético, y están formadas por rocas principalmente calcáreas y cristalinas antiguas. Destacan elevaciones sobre el nivel del mar de 1.655 m y 1.918 m en la Sierra de Zafalgar y Sierra de las Nieves respectivamente.

En el extremo SE, en la Hoya de Málaga, descienden las elevaciones hasta llegar al nivel del mar Mediterráneo en pocos kilómetros.

Las redes fluviales vierten sus aguas en dos cuencas hidrográficas: la Cuenca del Guadalquivir, que ocupa unas dos terceras partes del NO de la Hoja y la de la Cuenca del S, que ocupa el resto de Hoja en el SE.

En la Cuenca del Guadalquivir, los ríos con caudal permanente, el Guadalquivir y el Guadalete (en el O de la Hoja) con caudales medios de 2,09 m<sup>3</sup>/s y 3,00 m<sup>3</sup>/s respectivamente.

El Río Corbones situado al NO de Marchena tiene un caudal medio por año de 0,109 m<sup>3</sup>/s.

Existen cuatro pantanos en esta cuenca, tres de los cuales se describen brevemente con las siguientes estadísticas tomadas durante 1966-67.

	<b>Capacidad</b>	<b>Reserva</b>	<b>Caudal (medio)</b>		<b>Aprovechamiento</b>
	<b>hm<sup>3</sup></b>	<b>máxima hm<sup>3</sup></b>	<b>Entrada m<sup>3</sup>/s</b>	<b>Salida m<sup>3</sup>/s</b>	
Embalse Torre del Aguilar	70	19,33 (abril)	0,16	0,56	Riegos
Embalse de Bornos	143	89,80 (mayo)	3,00	4,20	Abastecimiento e Hidroeléctrica
Embalse Malpasillo	3	2,72 (marzo)	6,70	6,70	Hidroeléctrica

En la Cuenca del S, el Río Guadalhorce, al O de Antequera, da un caudal medio anual de 1,009 m<sup>3</sup>/s; el Río Turrón, controlado por el pantano de El Chorro, da un caudal de 0,832 m<sup>3</sup>/s y el Río Guadiaro situado al SO de Ronda tiene un caudal medio anual de 1,230 m<sup>3</sup>/s.

El único pantano existente en esta Cuenca S es el de El Chorro al SO de Antequera, del que entre otras importantes estadísticas, se resaltan las siguientes:

	<b>Capacidad</b>	<b>Reserva</b>	<b>Caudal (medio)</b>		<b>Aprovechamiento</b>
	<b>hm<sup>3</sup></b>	<b>máxima hm<sup>3</sup></b>	<b>Entrada m<sup>3</sup>/s</b>	<b>Salida m<sup>3</sup>/s</b>	
	86	58,00 (abril)	1,66	2,04	Riegos y Energía Hidroeléctrica

## CLIMATOLOGIA Y METEOROLOGIA

Los datos meteorológicos se han obtenido de los Servicios Meteorológicos de Sevilla, Málaga, Base Aérea de Morón de la Frontera, y referencias oficiales del Ministerio de Obras Públicas. De estos datos se han seleccionado tres estaciones completas (temperatura y precipitación), seis estaciones pluviométricas, y cuatro estaciones de temperatura, que han servido de base para el siguiente resumen sobre temperaturas, vientos, precipitaciones e índices climáticos.



### **Temperaturas**

La temperatura media anual durante un período de 10 a osciló entre 18<sup>o</sup> C en la mitad NO (estaciones de Bornos y Morón de la Frontera) y 16<sup>o</sup> C en la parte montañosa al SE (Tolox y Burgo), aumentando a 18<sup>o</sup> en dirección a la Hoya de Málaga, dando en general a la Hoja un carácter de clima templado a templado-cálido.

Durante el verano, las temperaturas medias mensuales oscilan entre 22<sup>o</sup> y 27<sup>o</sup> C en las "llanuras" y entre 21<sup>o</sup> y 28<sup>o</sup> C en las estaciones de observación en zonas montañosas.

Durante el invierno se observan temperaturas que oscilan entre 5<sup>o</sup> y 9<sup>o</sup> C al N y entre 4<sup>o</sup> y 8<sup>o</sup> C al S, bajando también, a veces, hasta -6<sup>o</sup> C durante el mes de diciembre en Morón de la Frontera.

Aunque la morfología entre el NO y SE es diferente, no se nota una gran diferencia de temperaturas dado la proximidad del mar Mediterráneo.

El número de horas de sol oscila entre 3.000 h entre el NO y 2.700 en el S.

### **Precipitaciones**

Existen grandes diferencias de precipitación en la Hoja estudiada. En la zona NO, la precipitación media anual durante 10 a fue de 600 mm con una absoluta irregularidad de distribución, presentando una sequía prácticamente total durante el verano, y un máximo durante el invierno. Las lluvias se incrementan hacia el SE, alcanzando un máximo de Grazalema, con 30.690 mm media anual (posiblemente el lugar donde más llueve en toda España). La cantidad disminuye hacia la Hoya de Málaga, donde la precipitación media anual es sólo de 500 mm.

En las altas montañas, durante los inviernos, las precipitaciones son en forma de nieve, siendo muy raras en las llanuras y hacia la costa mediterránea.

El número de días anuales con precipitación, fue de 75 a 80 en el O y de 50 a 70 en el SE.

La humedad relativa en Morón de la Frontera durante los veranos oscila entre 32 por ciento y 72 por ciento y entre 59 por ciento y 90 por ciento durante los inviernos.

### **Vientos**

Los vientos clásicos en las llanuras son de dirección SO y NE con velocidad media de 13,3 km/h.

Los vientos en la Hoya de Málaga soplan del E al SE, teniendo una media de 22,6 km/h.

### **Indices climáticos**

De los diagramas de evapotranspiración según Thornthwaite, y diagramas Ombrotérmico de Bougnols y Gaussend contruidos con informaciones climatológicas de Morón de la Frontera y Ubrique, se desprenden las siguientes conclusiones:

En Morón, el período de sequía transcurre desde principios de mayo hasta mediados de septiembre, coincidiendo con el déficit agrícola.

En Ubrique, el período seco va desde finales de mayo hasta principios de septiembre, y el déficit agrícola desde mediados de mayo hasta finales de septiembre.

Es interesante determinar el coeficiente medio anual de reducción climatológica para cada clase de obra. Para ello se ha supuesto cada clase de obra repartida uniformemente a lo largo de los 365 días del año, y éstos repartidos en los 12 meses con arreglo a la tabla siguiente en la que no se han tenido en cuenta los días festivos.

ENERO	0,0849	JULIO	0,0849
FEBRERO	0,0767	AGOSTO	0,0849
MARZO	0,0849	SEPTIEMBRE	0,0822
ABRIL	0,0822	OCTUBRE	0,0849
MAYO	0,0849	NOVIEMBRE	0,0822
JUNIO	0,0822	DICIEMBRE	0,0849

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

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

Provincia	CLASE DE OBRA				
	Hormigón	Explanaciones	Aridos	Riegos y Tratamientos	Mezclas Bituminosas
Sevilla	0,936	0,889	0,943	0,666	0,807
Málaga	0,947	0,896	0,953	0,722	0,858
Córdoba	0,913	0,857	0,927	0,606	0,754
Cádiz	0,945	0,885	0,947	0,771	0,822
Coeficiente medio	0,874	0,806	0,944	0,532	0,686

## INTERPRETACION DE LOS DATOS CLIMATICOS

Del estudio de todos los datos climáticos, se puede llegar a la conclusión de que la Hoja, en general, manifiesta caracteres del clima mediterráneo, el cual tiene depresiones barométricas coincidentes con lluvias, y veranos cálidos con temperaturas de tipo tropical.

Las lluvias copiosas en las montañas y deficientes en las llanuras han motivado la escasez de vegetación, que ha sido arrastrada por las aguas torrenciales en las elevaciones altas; y el disecado por una red juvenil en los terrenos Triásica al NO de la zona montañosa.

Estas fuertes lluvias acumuladas parcialmente en los embalses de Bornos y Torre del Aguila dan vida a las llanuras secas.

## 2.2. BOSQUEJO GEOLOGICO

Dado que este informe no tiene el carácter de geológico, sino de estudio general de los comportamientos geotécnicos de las rocas, damos a continuación la localización y estratigrafía de los componentes de la hoja geológica incluyendo la tectónica en general.

Afloran básicamente tres unidades estructurales: la del Bético, Sub-bético y Campo de Gibraltar.

### 2.2.1. El Medio Litológico

#### A) Bético

Está localizado principalmente en el sector SE de la Hoja y formado por terrenos metamorfizados, siendo un 8 por ciento rocas calcáreas.

1. Existen mármoles y otras rocas calcáreas con menor grado de cristalización formando las Sierras de Alcaparcáñ y Prieta. Estas rocas de edad Precámbrica, Cámbrica y Triásica son en su mayoría atribuidas a la Cobertera Alpujárride.
2. Las rocas restantes con diferentes grados de metamorfismo, están compuestas por filitas, cuarcitas, micasquistos, gneiss, pizarras, grauwacas, conglomerados, calizas alabeadas y flysch. Pertenecen su mayoría a la unidad Maláguide, con edades desde el Precámbrico hasta el Permotriás.
3. Rocas ultrabásicas, localizadas junto y en contacto con algunas de las rocas previamente descritas.

#### B) Sub-bético

Ocupa la mayor parte de la Hoja, en dirección SO-NE, compuesto por rocas de edad Triásica hasta Cretácica, agrupadas litológicamente en la siguiente forma:

1. Materiales del Trías Germano-Andaluz, compuestos principalmente por margas, areniscas, arcillas y margocalizas, con una diseminación en general de yesos. Se localiza en una faja ancha, dispuesta diagonalmente en dirección SO-NE por toda la Hoja. Existen también localmente intrusiones en forma de diques de ofitas.
2. Calizas y dolomías de edad Jurásica principalmente, forman los núcleos de las serranías.
3. Principalmente margas, arcillas y margocalizas de edad Cretácica, localizadas juntamente con las calizas Jurásicas.

#### C) Unidades del Campo de Gibraltar y Terrenos Postorogénicos

Materiales inconsolidados, Paleógeno-Cuaternarios descansando sobre terrenos sub-béticos (en el caso de las Unidades del Campo de Gibraltar), y sobre cualquier roca de edad inferior, en el caso de terrenos postorogénicos.

Están localizados por toda la Hoja formando una serie representativa que de abajo arriba está compuesta por arcillas, margas, calizas y margocalizas en capas delgadas. Encima se encuentran margas, areniscas calcáreas y conglomerados bien cementados y, finalmente los limos, arcillas, arenas, gravas y conglomerados del Cuaternario completan la serie.

### **2.2.2. El Medio Estructural**

En esta Hoja se presentan materiales que corresponden a las unidades estructurales del Bético, Sub-bético, terrenos alóctonos del Campo de Gibraltar, todos ellos afectados por una fuerte tectónica de mantos y, finalmente, los terrenos postorogénicos.

#### **A) Zona Bética**

La Zona Bética es la más antigua de las unidades internas, y en la Hoja está dividida de abajo arriba por los complejos Alpujárride y Maláguide. Básicamente son terrenos de edad Paleozoica, caracterizados por estructuras en forma de mantos de corrimiento desarrollados y asociados con el ciclo Alpino que ha afectado los materiales de edad inferior al Trías. Estos corrimientos parecen haber ocurrido hacia el NNO en varias fases con un plegamiento en las rocas no carbonatadas, notado en dirección N 80° E.

#### **B) Zona Sub-bética**

Esta Zona está caracterizada por una serie de mantos de corrimiento en forma de deslizamientos gravitativos que comprenden materiales con facies principalmente marina de edades desde el Trías, hasta el Mioceno Inferior. Existen despegues de importancia entre el Trías-Jurásico y entre el Cretácico Inferior y el Superior originados por materiales de diferentes competencias. Los diferentes paquetes tienen estructuras internas con plegamientos variables.

#### **C) Unidades Alóctonas del Campo de Gibraltar**

Representadas en esta Hoja por las unidades de Paterna y Aljibe (en orden de antigüedad). Estos materiales de edad Paleógeno-Neógeno están formados por mantos alóctonos con corrimiento hacia el NO. Se sitúan en contacto con terrenos Sub-béticos y con una estructura interna compleja, deformada por pliegues, despegues y fracturas. Según DIDON (1969) esta traslación tuvo sus comienzos en el Mioceno Superior.

#### **D) Terrenos Postorogénicos**

Los materiales del Cuaternario no han sido afectados por ninguna tectónica de importancia en la Hoja; pero hay que destacar los movimientos verticales del Mioceno Superior marino en Ronda, fallas de pequeños saltos, y el levantamiento en conjunto de la zona Bética.

### **2.3. CRITERIOS DE DIVISION. CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS AREAS**

#### **Las Areas**

Siguiendo el objetivo de este trabajo, ya establecido en la Introducción, como es la confección de un mapa geotécnico general a E 1:200.000, con divisiones en Areas y

Regiones según las homogeneidades físicas y mecánicas de los materiales para la construcción, con sus respectivos problemas, se han tomado en cuenta las unidades geológicas, la tectonización, la litología, y el grado de compactibilidad de los diferentes materiales, todo ello dentro de las lógicas limitaciones impuestas por la escala del estudio que exige de entrada un criterio simplificador, a veces grande, dada la gran complejidad, en general de la Hoja estudiada.

### **2.3.1. Criterios de División Geotécnica**

Así, se han delimitado tres Regiones, subdividiendo la primera en dos Areas, la segunda en tres, y la última en cuatro.

#### **Región I**

En esta región se incluyen los materiales pertenecientes al dominio Bético.

Está localizada en una pequeña zona en el ángulo SE de la Hoja, donde se encuentran las unidades Alpujarride y Maláguide, compuestas, en parte, por rocas cristalinas metamorizadas (de composición calcárea y no calcárea), que dan lugar a una morfología semi-montañosa con cierta resistencia a la erosión. Por sus diferentes caracteres litológicos y comportamientos mecánicos, se ha dividido en dos áreas.

#### **Area I<sub>1</sub>**

Compuesta por materiales de naturaleza predominantemente calcárea.

#### **Area II<sub>2</sub>**

Compuesta por sedimentos endurecidos metamórficos y rocas intrusivas.

#### **Región II**

Comprende los materiales de la zona Sub-bética, que ocupa las dos terceras partes de la Hoja en dirección SO-NE. Los materiales principales son margas, arcillas, calizas, dolomías y margo-calizas. Esta variedad de materiales comporta todos los tipos de morfología incluyendo los picos más altos del relieve de la Hoja.

En la mayoría de los casos, las rocas aflorantes tienen poco recubrimiento.

Se ha dividido esta Región en tres Areas usando los mismos criterios que en la Región I.

#### **Area II<sub>1</sub>**

Está constituida por los materiales del Trías-Keuper, en general yesíferos.

## **Area II<sub>2</sub>**

Comprende materiales carbonatados, calizas y dolomías.

## **Area II<sub>3</sub>**

Comprende materiales predominantemente de tipo margoso, margo-calizas, margas y flysch.

## **Región III**

Esta región comprende todos los materiales del campo de Gibraltar y terrenos postorogénicos de edad Paleógeno-Cuaternaria, compuesta en general por materiales inconsolidados y poco cementados. Está distribuida por toda la Hoja, presentando morfologías muy variables y no muy enérgicas. Según su litología y comportamiento geotécnico, se ha subdividido en cuatro Areas.

### **Area III<sub>1</sub>**

Compuesta principalmente por margas, arcillas y areniscas de edad Paleógeno-Neógena, materiales alóctonos formados por un empilamiento de mantos de deslizamiento gravitatorios.

### **Area III<sub>2</sub>**

Comprende las areniscas del Mioceno.

### **Area III<sub>3</sub>**

Ocupada por margas, areniscas calcáreas y conglomerados, los últimos bien cementados, pero indiferenciados.

### **Area III<sub>4</sub>**

Comprende los materiales detríticos de edad Plioceno-Cuaternaria.

## **2.3.2. Características Generales de las Areas**

### **Area I<sub>1</sub>**

Esta área es la de menor extensión estando localizada en el rincón SE de la Hoja.

Está formada por mármoles bien cristalizados localizados en las Sierras de Alcaparcoín y Prieta, y por calizas y dolomías menos metamorfizadas próximas a la última sierra.

La morfología está ligada a su litología, fuertemente resistente a la erosión, dando lugar a zonas semi-montañas a montañosas, que no plantean problemas de inestabilidad.

Por la tectonización sufrida, estos materiales se consideran como semipermeables existiendo una filtración de agua por fracturas y fallas. Por este factor, junto con su topografía, no existen problemas de drenaje.

Debido a su composición carbonatada, se pueden esperar depósitos de agua en profundidad, ligados a fenómenos cársticos.

La capacidad de carga de los materiales es alta y no se esperan problemas de asentamientos.

Existen en este área varias canteras de mármol y de caliza, en industrias localmente desarrolladas, destinadas a la explotación de estos materiales para la ornamentación y construcción en general.

## **Area I<sub>2</sub>**

Estos materiales se localizan juntamente con los del Area I<sub>1</sub> en el SE de la Hoja.

Está compuesta por pizarras, grauwacas, conglomerados, calizas alabeadas y flysch, rocas, todas ellas muy tectonizadas, y por otras rocas con diversos grados de metamorfismo, como filitas, cuarcitas, micasquistas, gneiss y mármol indiferenciado. También existen rocas intrusivas, muy alteradas, de composición peridotítica.

La morfología varía de intermedia hacia montañosa, formando los primeros relieves en la parte costera de Málaga, destacando el monte al lado del pueblo de Cártama rodeado por las llanuras del Plioceno-Cuaternario. El drenaje se efectúa principalmente por escorrentía superficial.

En general los materiales se observan bastante fracturados, metamorfizados y alterados químicamente. Estos fenómenos han influido mucho en la permeabilidad, estabilidad y erosionabilidad. Por estas razones, los materiales normalmente considerados como impermeables son en la actualidad semipermeables por fracturación; presentan una cierta inestabilidad bajo condiciones naturales y bajo acciones humanas. Su capacidad de carga es variable según el grado de tectonización, y en general de tipo medio, y por su friabilidad, son fácilmente erosionables. La existencia de grandes acuíferos es casi nula.

Los recubrimientos suelen ser débiles.

## **Area II<sub>1</sub>**

Se extiende en dirección SO-NE diagonalmente por la Hoja, ocupando casi la cuarta parte de ella.

Los materiales pertenecen al Trías-Keuper, y están constituidos por margas, arcillas, yesos, marga-calizas, y capas delgadas de caliza. Los yesos, en general, están distribuidos por toda el área, conjuntamente con los materiales inconsolidados.

La morfología es muy variable, con zonas muy llanas al SO de Morón de la Frontera y hacia el O de Antequera y zonas comprendidas entre intermedias y abruptas con una extensa red de drenaje, por ejemplo al SE de Morón de la Frontera y al N de Alameda.

Existen todo tipo de problemas geomorfológicos, hundimientos, deslizamientos y abarrancamientos.

El drenaje está completamente ligado a la topografía y a la impermeabilidad en general de los materiales, produciendo lagunas y zonas inundadas en las llanuras y drenaje por escorrentía superficial en las pendientes. Pueden existir acuíferos a poca profundidad en capas delgadas permeables, pero el agua suele ser de mala calidad.

La competencia mecánica es baja, a causa de la plasticidad y contenido de yeso. Los asientos pueden ser de magnitud media hacia alta.

Existen varias explotaciones del yeso en este área, siendo las más importantes las de Morón de la Frontera.

## **Area II<sub>2</sub>**

Compuesta por calizas y dolomías localizadas principalmente al S de la Hoja, formando los núcleos de todas las sierras y serranías, y algunas montañas solitarias.

La morfología, como cabe esperar de su litología, estructura, y resistencia a la erosión, es abrupta y muy montañosa.

Libar, Serranía de Ronda y las Sierras al S de Antequera, demuestran muy bien que estas calizas Jurásicas, rodeadas por materiales de edad Cretácica de menor competencia, presentan una fuerte resistencia a la erosión y una buena estabilidad bajo condiciones humanas.

Por su topografía, no existen problemas de drenaje, que se efectúa principalmente por escorrentía superficial. El agua, filtrando por las fisuraciones, puede formar grandes depósitos de tipo cárstico a profundidades variables.

No existen problemas de carga ni de asientos.

La cobertura vegetal es mínima.

Estos materiales son muy aprovechables y explotados en muchos lugares de la Hoja para áridos y rocas ornamentales.

## **Area II<sub>3</sub>**

En la mayoría de los casos, se localiza conjuntamente con la anteriormente descrita.

Está compuesta por margas, margocalizas, arcillas, y capas delgadas de caliza y dolomía. Por ser en general materiales muy plegados y fracturados se erosionan con mucha facilidad.

La morfología es variable, acusando pendientes entre el 10 y 30 por ciento, dependiendo en gran parte de la existencia local de grandes áreas erosionables con facilidad, o de si estos materiales forman íntimamente parte de las serranías y están más protegidos por los macizos de caliza.

Habiendo estado muy sujeta a la tectonización, refleja su inestabilidad bajo la naturaleza y acciones humanas formando abarrancamientos y deslizamientos.

El drenaje se ha considerado en general como favorable produciéndose principalmente por escorrentía superficial. La existencia de agua está ligada a fenómenos de origen tectónico.

La capacidad de carga es muy variable, dependiendo completamente de la litología. En general se ha considerado como un área con capacidad de carga media.

Existen una variedad de diferentes materias primas aprovechables para la industria de aglomerantes, áridos, o productos cerámicos.

## **Area III<sub>1</sub>**

Esta área se localiza en distintos lugares distribuidos por la Hoja y en contacto con terrenos Sub-béticos.

Está constituida por arcillas, margas, areniscas, conglomerados y capas delgadas de caliza. Estos materiales son generalmente coherentes.



La topografía y estabilidad de este área varía según el desarrollo de la red de drenaje, produciéndose extensas llanuras en la zona de Utrera y La Puebla de Cazalla, y zonas con pendientes entre el 10 y 30 por ciento en Prado del Rey, Badolatosa, SO de Antequera, y al O de Alora, por ejemplo. En las llanuras no existen problemas de estabilidad, en contraste con las inestabilidades, deslizamientos y abarrancamientos existentes en lugares con pendientes.

Los materiales son predominantemente impermeables. El drenaje es función de la topografía produciéndose zonas pantanosas después de las lluvias en las llanuras, y zonas con drenaje favorable por escorrentía superficial allí donde existen pendientes. Existen algunos acuíferos entre contactos permeables e impermeables.

La competencia mecánica se considera de tipo medio, pudiéndose formar asientos, también de magnitud media.

Existen numerosas explotaciones de arcillas para la industria cerámica.

### **Area III<sub>2</sub>**

Localizada en pequeñas zonas al O de Ronda, y compuesta por areniscas del Mioceno.

Morfológicamente, en su mayoría se presenta suavemente alomada y con pendientes intermedias del 7 al 15 por ciento. Existen también zonas que alcanzan pendientes del 30 por ciento. No existen problemas de estabilidad.

El área está considerada como permeable dada la friabilidad de las areniscas. Se drena aceptablemente por percolación intergranular en zonas llanas y favorablemente por percolación y escorrentía superficial cuando existen pendientes.

La capacidad de carga y existencia de asientos es de magnitud media debido a la pobre cementación superficial.

La cobertura vegetal es de alrededor de 1 m.

### **Area III<sub>3</sub>**

Se distribuye por todas las partes de la Hoja, alcanzando las mayores extensiones alrededor de Arcos de la Frontera y al N de Ronda.

Está compuesta por materiales miocenos con una litología variada indiferenciada, de areniscas calcáreas, margas arenosas y conglomerados, teniendo en conjunto diferentes grados de compactación y cementación.

Su topografía es variable, ofreciendo desde las llanuras hasta pendientes de un 30 por ciento. Localmente existen escarpes profundos. No suelen presentarse problemas de estabilidad.

En conjunto estos materiales se consideran como semipermeables. Su drenaje es aceptable por porosidad intergranular, cuando la topografía es llana, y favorable por escorrentía superficial cuando existen pendientes.

Pueden existir acuíferos entre contactos de materiales permeables e impermeables.

En general la competencia mecánica es buena, dependiendo localmente de la litología, que puede dar lugar a una capacidad de carga media o baja, según el grado de cementación de los materiales.

Apenas existen recubrimientos vegetales, siendo en muchos casos la cobertura, los propios materiales desechos.

Las areniscas calcáreas se explotan y son muy aprovechadas para construcción de carreteras.

### **Area III<sub>4</sub>**

Esta área de materiales Plioceno-Cuaternarios, está distribuida por toda la Hoja alcanzando sus mayores extensiones en la mitad N.

Está formada por materiales inconsolidados en la mayoría de los casos, compuestos por limos, conglomerados, margas y areniscas. Estos materiales se presentan en formas de aluviones y coluviones, estos últimos formando piedemontes y conos de deyección.

La morfología, típica del Cuaternario, es muy llana o con poca pendiente. La estabilidad en general es buena. Facilidad de erosión en los cauces de los ríos, produciendo abarrancamientos y zonas inestables.

En conjunto, los materiales se consideran como semipermeables, aunque existen variaciones según la litología. El drenaje también es función de su litología, pudiéndose formar zonas inundadas en las llanuras cuando los materiales son impermeables. La existencia de alguna pendiente incrementa favorablemente el drenaje.

La competencia mecánica en conjunto es media, con aparición de asientos también de magnitud media, todo ello con las lógicas reservas que imponga la litología local.

### **2.4. FORMACIONES SUPERFICIALES Y SUSTRATO**

El objeto de este apartado es describir los principales tipos de rocas de toda la Hoja, agrupándolos según su afinidad litológica, cuando exista, y sin llegar a una división microscópica.

En el plano adjunto se han distinguido dos grupos: las Formaciones Superficiales y el Sustrato.

Las Formaciones Superficiales incluyen los materiales de edad Plioceno-Cuaternaria, predominantemente incoherentes; y el Sustrato, todas las rocas más o menos coherentes depositadas durante la historia geológica anterior al Plioceno.

Junto con el mapa se acompaña una ficha de características litológicas que resume las diferentes formaciones según las áreas.

La descripción que sigue hace referencia a la división en áreas aunque esta división no figura en el plano inmediato.

### **Area I<sub>1</sub>**

Los materiales principales de esta compleja área Bética son materiales calcáreos bien cristalizados, como mármoles, calizas y dolomías, situadas en su totalidad en el SE de la Hoja, formando parte de las unidades Alpujárride y Maláguide.

#### ***Mármoles (P $\Delta$ )***

Estas formaciones de mármoles de edad Precámbrica forman parte del complejo Maláguide situado en el SE de la Hoja en la Sierra de Alcaparcoín y Agujas situadas al SO y N respectivamente de Carratraca. También existe otro afloramiento al E de Casarabonela. Los colores suelen ser blanquecinos. El material, bien cristalizado, no es fácilmente erosionable.

### ***Calizas y Dolomías (S 12)***

Afloran al NO de Yunquera formando una parte del tramo más oriental de la Serranía de Ronda. Estas calizas y dolomías pertenecientes al Triásico, ligeramente recristalizadas terminan la serie de Alpujarride. Existen niveles de calcoesquistos en la base de la formación.

Los materiales en general ofrecen una fuerte resistencia a la erosión, dependiente de su grado de tectonización.

### **Area I<sub>2</sub>**

Formados por materiales diversos metapelíticos e intrusiones ultrabásicas, muy tectonizados y alterados.

### ***Pizarras, Cuarcitas, Grauwacas, Conglomerados, Calizas alabeadas, Flysch, Micasquistos, Gneiss, Filitas y Mármoles***

Estos materiales variados están localizados también en el SE de la Hoja formando los primeros cambios topográficos de la Costa Malagueña. En conjunto son fracturados y tienen diferentes grados de metamorfismo. Los contactos entre las distintas unidades litológicas suelen ser discordantes. Los colores, según su litología, son muy variables presentándose en tonos de azules, verdes, rojos y violáceos.

Debido a su tectonización en general, los materiales son fácilmente erosionados destacando las cuarcitas y lentejones de mármol indiferenciados que son mucho más resistentes a la erosión.

### ***Peridotitas***

Asociadas con los gneises, estas rocas están muy diaclasadas y alteradas por serpentinización. Localmente la masa ultrabásica está atravesada por filones y diques leucocratas también generalmente muy alteradas.

Los colores suelen ser verdosos-oscuros.

No posee mucha resistencia mecánica a la erosión.

### **Area II<sub>1</sub>**

En ella se han diferenciado dos grupos litológicos: el del Trías Keuper y las intrusiones de Ofitas del Sub-bético.

### ***Margas, Areniscas, Arcillas, a veces con yesos y bancos de Margocaliza (S 105/8)***

Los afloramientos ocupan el área más grande de toda la Hoja estando situados diagonalmente en una dirección SO-NE desde Villamartín hasta Antequera. Esencialmente compuesto por margas y arcillas, con yeso en capas macizas con pocos metros de espesor y también diseminado.

Los colores son típicamente abigarrados. Se erosiona con mucha facilidad cuando existe asociada una extensa red de drenaje.

### ***Ofitas***

Distribuidas en zonas pequeñas y concretas localizadas en el O de la Hoja. Son de color verde oscuro, cristalinas, resistiendo la erosión.

Por sus pequeños tamaños, se han considerado no cartografiables a esta escala y no se han tenido en cuenta en los siguientes capítulos.

## **Area II<sub>2</sub>**

Compuesta por rocas calcáreas, principalmente del Jurásico.

### ***Calizas, Calizas nodulosas, Dolomías y Brechas dolomitizadas (S 12)***

Estas rocas, recristalizadas en parte, están situadas en su mayoría en el O y Centro-S de la Hoja, formando prácticamente todas las serranías. Forman capas macizas, delgadas, brechoideas, oolíticas y con nódulos de sílex. Los colores son blancos, pardos y rosados.

Este área ofrece la más elevada resistencia mecánica.

## **Area II<sub>3</sub>**

En este área se encuentran rocas principalmente del Cretácico compuestas fundamentalmente por margas o margo-calizas y capas delgadas de caliza.

### ***Margas, Areniscas, Arcillas, Margocalizas, capas delgadas de Caliza o Dolomías (S 105)***

Este grupo de rocas están localizadas conjuntamente con los afloramientos del Area II<sub>2</sub>. Son rocas localmente muy plegadas y replegadas, generalmente en capas delgadas e incompetentes. Los colores varían de claros a rojo salmón.

Se erosionan con mucha facilidad y debido a ello forman las elevaciones más bajas dentro de las sierras.

## **Area III<sub>1</sub>**

Esta subdivisión comprende los materiales considerados como alóctonos, compuestos por elementos no consolidados o poco coherentes principalmente del Paleógeno y Neógeno.

### ***Margas, Arcillas, Areniscas, Margocalizas, capas delgadas de Caliza o de Dolomía (S 105)***

Distribuida por toda la Hoja y compuestas en su mayoría por margas, arcillas, areniscas y capas delgadas de calizas reposando sobre materiales del Sub-bético. Presentan normalmente colores grises y rojizos. Son fácilmente erosionables y en su mayoría friables.

### **Area III<sub>2</sub>**

Este área está formada por areniscas del Mioceno. Está localizada en el SO de la Hoja al S de Prado del Rey, y al O de Ronda. Superficialmente está poco cementada ofreciendo poca resistencia a la erosión. Litológicamente va unida a la unidad (S 105).

### **Area III<sub>3</sub>**

#### ***Depósitos de Margas, Areniscas calcáreas, Conglomerados y Limos (T 8/6)***

Los principales afloramientos están distribuidos alrededor de las poblaciones de Utrera en el NO, Arcos de la Frontera en el SO, Ronda en el Centro-S y Fuente de Piedra en el E.

Las margas, areniscas calcáreas y limos (localizados en la depresión del Guadalquivir) se han depositado en capas alternantes en la base de la formación, y los conglomerados forman el último nivel, bien representado por más de 120 m en el tajo de Ronda.

Se presentan en colores azulados y amarillentos. La erosionabilidad está en función de la topografía y de la litología. En general presentan pocos problemas de erosión dado que los materiales más erosionables forman las llanuras y los conglomerados se encuentran en las zonas más altas.

### **Area III<sub>4</sub>**

Este área está compuesta por los materiales no consolidados del Plioceno y Cuaternario.

#### ***Depósitos Coluviales; Conos de deyección (Q c)***

Los coluviones están compuestos por fragmentos de caliza suelta casi "in situ". Están localizados en la Sierra de Zafalgar y cerca de El Gastor hacia el N de Ubrique.

Se erosiona con cierta facilidad debido a la poca cohesión entre los fragmentos.

Existen también conos de deyección formados por materiales calcáreos bien cementados por carbonato de hierro. Están localizados principalmente en la Sierra de los Caballos y al NO de Roda de Andalucía.

#### ***Travertino (Q k)***

Muy escaso en esta Hoja, existiendo solamente un afloramiento importante localizado al N de Alozaina. También se encuentra en las Cuevas del Gato y de la Pileta cerca de Ronda y Benaoján en la Serranía de Ronda.

#### ***Depósitos de Conglomerados, Limos, Margas y Areniscas (A)***

Los depósitos de limos, margas y areniscas tienen espesores que varían desde centímetros a metros y cubren zonas extensas distribuidas por toda la Hoja. Los conglomerados están bien representados en las terrazas de los ríos Genil y Guadalhorce.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS LITOLOGICAS
I	I <sub>1</sub>	Esta unidad está constituida por mármoles, calizas y dolomías; rocas muy competentes y resistentes a la erosión. Los colores suelen ser claros.
	I <sub>2</sub>	Constituida por pizarras, cuarcitas, grauwacas, conglomerados, calizas alabeadas, flysch, micasquistos, gneis, filitas, mármol y peridotitas. Los colores son azulados, rojos y violáceos. Debido a factores tectónicos y alteraciones químicas en las peridotitas, las rocas son fácilmente erosionables.
II	II <sub>1</sub>	Está formada por margas abigarradas, areniscas, arcillas, yesos y capas delgadas de margo-caliza. La gama de colores es muy variada y viva, destacando los verdes rojizos. Por su friabilidad y fácil disolución es muy erosionable.
	II <sub>2</sub>	Calizas, calizas nodulosas, dolomías y brechas dolomíticas son los principales constituyentes de esta Area. Coloración blanquecina, parda y rosada. Ofreciendo una fuerte resistencia a la erosión.
	II <sub>3</sub>	Está formada por capas localmente muy plegadas de margo-calizas, dolomías, areniscas y arcillas de colores blanco, gris claro y rojo salmón. Es fácilmente erosionable.
III	III <sub>1</sub>	Area constituida por arcillas, margas, areniscas y capas delgadas de calizas. Colores en general grises y rojizos. Los materiales por su poca cohesión son fácilmente erosionables.
	III <sub>2</sub>	Areniscas de grano medio y colores claros. Se erosiona con cierta facilidad.
	III <sub>3</sub>	Está formada por areniscas calcáreas, margas arenosas, conglomerados y limos. Colores grises o amarillentos. Tienen un factor de erosionabilidad variable dependiendo del tamaño de los granos, siendo el material más fino el más fácilmente erosionable.
	III <sub>4</sub>	Depósitos coluviales, conos de deyección, conglomerados, limos, margas y areniscas de colores gris-beige con diferentes grados de erosionabilidad.



GRANADA - MALAGA 5 - 8

Escala 1:400,000

SUSTRATO

- P0 Formación de mármoles
- P11 Formación de pizarras, cuarcitas, **grauvacos**, filitas conglomerados, gneiss, micasquistas, mármoles.
- Q<sup>2</sup> Ofitas
- S105/8 Formación de margas, areniscas, arcillas a veces con yeso y bancos de margocalizas. (Facies Keuper)
- S12 Formación de calizas, calizas nodulosas, dolomías brechas dolomitizadas.
- P Peridotitas
- S105 Formación de margas, areniscas, arcillas, margocalizas capas delgadas de caliza o dolomía.
- T8/6 Formación de areniscas calcáreas, margas arenosas conglomerados y limos.

FORMACIONES SUPERFICIALES

- Qc Depósitos coluviales; conos de deyección. Materiales detríticos gruesos a veces con cemento carbonatado
- Qk Travertino
- Q Depósitos de conglomerados, limos, arenas y areniscas de edad Plioceno - cuaternario

## **2.5. CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS**

El objeto de este apartado es analizar las características morfológicas, que junto con los fenómenos endógenos (tectonización) y exógenos, van a influir en la capacidad constructiva de los terrenos.

La base de este análisis será el comportamiento del subsuelo ante las condiciones naturales o bajo la influencia del hombre.

A continuación se presenta una ficha resumiendo las principales características geomorfológicas.

### **Area I<sub>1</sub>**

La morfología de este área varía de sub-montañosa a montañosa presentando un relieve muy variable con pendientes que a veces sobrepasan el 30 por ciento (normalmente 10-30 por ciento).

Debido a su compactación y recristalización, en general son terrenos estables bajo la acción del hombre y bajo las fuerzas de la naturaleza.

Prácticamente no existen fenómenos geológicos exógenos.

### **Area I<sub>2</sub>**

Presenta una morfología con pendientes medias (7 a 15 por ciento) existiendo algunas pequeñas zonas con pendientes superiores, llegando a pasar del 30 por ciento.

Como resultado de la tectonización y de los cambios químicos se ha producido una fuerte fracturación y alteraciones en las rocas que normalmente debían ser competentes y estables, dando lugar a terrenos inestables bajo la acción de la naturaleza y del hombre.

Existen posibilidades de deslizamientos a favor de la dirección de tectonización y de la pendiente natural.

Cuando se presentan pequeñas pendientes no puede asegurarse la estabilidad.

### **Area II<sub>1</sub>**

La morfología de este área es muy variable, dependiendo fuertemente del desarrollo de la red de drenaje. Hay zonas llanas cerca de Morón de la Frontera, Campillos y Antequera.

Por el contrario, los ríos Guadalete y Carbones, que tienen su nacimiento en las Sierras Sub-béticas y cruzan este área, junto con sus afluentes, producen pendientes de hasta un 30 por ciento al O y S de Morón.

Su litología (alto contenido en yeso) y la fácil disolución de muchos de los materiales que la componen hacen de este área una de las más inestables, tanto bajo la acción humana como bajo la acción de fenómenos naturales.

Abarrancamientos, deslizamientos y hundimientos son muy frecuentes.

### **Area II<sub>2</sub>**

Presenta una morfología de abrupta a montañosa con pendientes entre un 15 y un 60 por ciento destacando topográficamente. Los materiales que componen estas formas geomorfológicas comprenden el núcleo de todas las serranías y montes islas.



REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS
I	I <sub>1</sub>	<p>Area de relieve variable con pendientes que oscilan entre el 10 y más del 30 por ciento. No existen problemas de estabilidad bajo condiciones naturales ni bajo la acción del hombre.</p>
	I <sub>2</sub>	<p>Esta Area presenta también un relieve variable con pendientes entre el 10 y más del 30 por ciento. La zona es en general inestable bajo condiciones naturales y humanas según su topografía.</p>
II	II <sub>1</sub>	<p>Esta Area tiene una morfología plana a intermedia con pocos lugares abruptos que dependen completamente del grado de desarrollo de la red de drenaje. En general la zona es muy inestable bajo la acción del hombre y la naturaleza, y propicia a una erosión muy activa con aparición de hundimientos y deslizamientos.</p>
	II <sub>2</sub>	<p>El relieve varía entre abrupto y montañoso, destacando en cualquier topografía. Es normalmente estable bajo la acción del hombre y la naturaleza.</p>
	II <sub>3</sub>	<p>La morfología es mixta variando entre intermedia y abrupta. La estabilidad se puede considerar buena en condiciones naturales, y bajo la acción del hombre pueden producirse deslizamientos. No obstante cualquier criterio de estabilidad en condiciones naturales está muy ligado al grado de tectonización.</p>
III	III <sub>1</sub>	<p>La morfología varía entre plana y abrupta según el desarrollo de la red de drenaje. Igualmente la estabilidad variará con la topografía, produciéndose o no abarrancamientos y deslizamientos según ésta.</p>
	III <sub>2</sub>	<p>Esta Area presenta una morfología de alomada a abrupta. Estable bajo todas las condiciones sin fenómenos geológicos exógenos.</p>
	III <sub>3</sub>	<p>La morfología en general es suave presentando ocasionalmente pendientes de hasta un 30 por ciento. En general puede ser considerada como estable bajo condiciones naturales y humanas.</p>
	III <sub>4</sub>	<p>Esta Area tiene una morfología llana. En general es estable bajo condiciones naturales y bajo la acción del hombre, si bien en este último caso pueden presentarse problemas de inestabilidad.</p>



GRANADA - MALAGA 3-8

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

- Cabalgamiento
- Fallo
- Zona influenciada por fracturas
- Formas de relieve alomadas
- Formas de relieve alomadas con antiplanices
- Formas de relieve acusadas
- Formas de relieve muy acusadas
- Abarrancamientos
- Acumulación de rocas sueltas

FENOMENOS GEOLOGICOS EXOGENOS

- Recubrimientos por alteración
- Deslizamientos en potencia
- Zonas de hundimientos
- Zonas de hundimientos en potencia
- Areas de erosión muy activa
- Deslizamiento en potencia a favor de la dirección de tectonización
- Deslizamiento en potencia a favor de la pendiente natural
- Canas de deyección
- Areas cársticas

DIVISION ZONAL

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

### **Area II<sub>3</sub>**

De relieve entre intermedio a abrupto teniendo pendientes entre el 7 y 30 por ciento.

La estabilidad dependen directamente de su grado de tectonización.

En general es estable bajo condiciones naturales e inestables bajo acciones humanas, presentándose casos de inestabilidades bajo ambas fuerzas en lugares muy plegados en los que existen zonas de abarrancamientos y deslizamientos.

### **Area III<sub>1</sub>**

La morfología es fundamentalmente suave, alomada. También hay zonas con pendientes variables, de hasta un 40 por ciento, dependiendo del grado de desarrollo de la red de drenaje.

La estabilidad o inestabilidad ha sido considerada como función del porcentaje de pendiente. Aquellas zonas con una pendiente menor del 15 por ciento no presentan problemas de inestabilidades, y aquellas zonas con más del 15 por ciento pueden presentar problemas bajo la acción del hombre. En esta última zona existen abarrancamientos en los cauces de los ríos y pueden producirse deslizamientos a favor de la pendiente natural.

### **Area III<sub>2</sub>**

Este área presenta una morfología mixta, variando entre suave, con pendientes del 15 por ciento, y algunas zonas con pendientes hasta de un 30 por ciento.

Bajo la actividad del hombre y la naturaleza es estable y no presenta problemas de fenómenos exógenos.

### **Area III<sub>3</sub>**

Presenta una morfología variable normalmente llana y suave.

Al O de Bornos, se ven claramente pendientes en forma de "escalera" producidas por la erosión de una alternancia de capas delgadas formadas por materiales de diferentes competencias y grados de erosionabilidad, formando en conjunto pendientes hasta de un 30 por ciento.

Debido a las fuerzas de erosión de los ríos Guadalete, Setenil y río Grande, se han producido tajos de gran magnitud en estos materiales que se pueden observar en los pueblos de Arcos de la Frontera, El Chorro, Setenil y Ronda principalmente.

En general este área se ha considerado estable bajo acciones naturales y del hombre, existiendo pocos abarrancamientos y desprendimientos en bloques en los cauces de los ríos.

### **Area III<sub>4</sub>**

Morfológicamente muy llana sin sobrepasar pendientes del 3 por ciento; esto en cuanto se refiere a los depósitos aluviales. Los conos de deyección pueden tener pendientes de hasta un 30 por ciento.

Es generalmente estable bajo la actividad humana y la acción de la naturaleza salvo en los cauces de los ríos, lugares donde pueden ocurrir derrumbamientos.

## **2.6. CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS**

El objeto de este apartado es de analizar todos los fenómenos hidrológicos que pueden influir sobre las condiciones constructivas de los terrenos.

Se tendrá en cuenta en este análisis, la hidrología superficial; función de la topografía, y ésta, junto con las permeabilidades de los distintos materiales, estipula el drenaje o no de las áreas. También se tendrá en cuenta la hidrología subterránea.

A continuación se presenta una ficha resumiendo las principales características hidrológicas.

### **Area I<sub>1</sub>**

Los materiales de este área, aun no siendo permeables, se consideran como semi-permeables en función del grado de tectonización.

Por sus características morfológicas, el drenaje es favorable por escorrentía superficial y por percolación.

Dado que la fisuración es grande, los acuíferos son abundantes y los depósitos de agua estarán ligados con fenómenos cársticos.

### **Area I<sub>2</sub>**

Estos materiales en teoría son impermeables, pero dado su alto grado de tectonización son actualmente semipermeables. El drenaje es favorable por escorrentía superficial debido a su accidentada topografía.

Los acuíferos en estos terrenos son muy escasos y suelen ser pequeños o inexistentes.

### **Area II<sub>1</sub>**

En conjunto, estos materiales son impermeables.

El drenaje es nulo en las llanuras formándose lagunas permanentes (Gua de Quintero, Campillos y Fuente de Piedra, por ejemplo) y encharcamientos después de lluvias. También puede ser favorable por escorrentía superficial en cuanto existe cualquier pendiente.

La hidrología subterránea es escasa, formándose acumulaciones en los contactos entre materiales semipermeables e impermeables generalmente a poca profundidad. El agua encontrada en tales casos es imponible.

### **Area II<sub>2</sub>**

Esta zona se ha considerado como permeable por la gran fisuración existente.

El drenaje, dado su relieve energético, transcurre casi exclusivamente por escorrentía superficial, aunque también, debido a la fisuración que existe, puede en estos casos producirse por filtración.

La hidrología subterránea, como es usual en estos materiales calcáreos, está relacionada estrictamente con fenómenos cársticos pudiendo originarse grandes depósitos de agua.

### **Area II<sub>3</sub>**

Se trata de materiales en conjunto impermeables, aunque existan arenas permeables y rocas calcáreas que por estar fracturadas, sean permeables.

Las zonas de este área debido a su topografía, están muy bien drenadas, efectuándose este drenaje principalmente por escorrentía superficial.

La aparición de acuíferos en gran escala es casi nula, pudiéndose presentar casos en los contactos entre materiales con alguna permeabilidad y materiales impermeables.

### **Area III<sub>1</sub>**

Los materiales de este área son en su mayoría impermeables aunque existen capas permeables o semipermeables indiferenciadas.

Debido a su diversa topografía, en las llanuras el drenaje es deficiente pudiendo producir encharcamientos breves después de las lluvias. En las zonas de pendiente, el drenaje es bueno efectuándose por escorrentía superficial.

El agua subterránea se puede encontrar en pequeñas cantidades a poca profundidad ya que existen superficialmente capas permeables y en profundidad capas impermeables.

### **Area III<sub>2</sub>**

Debido a la gran porosidad intergranular estos materiales se hacen permeables.

El drenaje está ligado a la percolación y a la escorrentía superficial, variando entre aceptable y favorable según la topografía que es generalmente abrupta.

Los acuíferos se encuentran a poca profundidad, en las zonas superficiales de gran porosidad y disminuyendo progresivamente cuando la roca empieza a estar bien cementada.

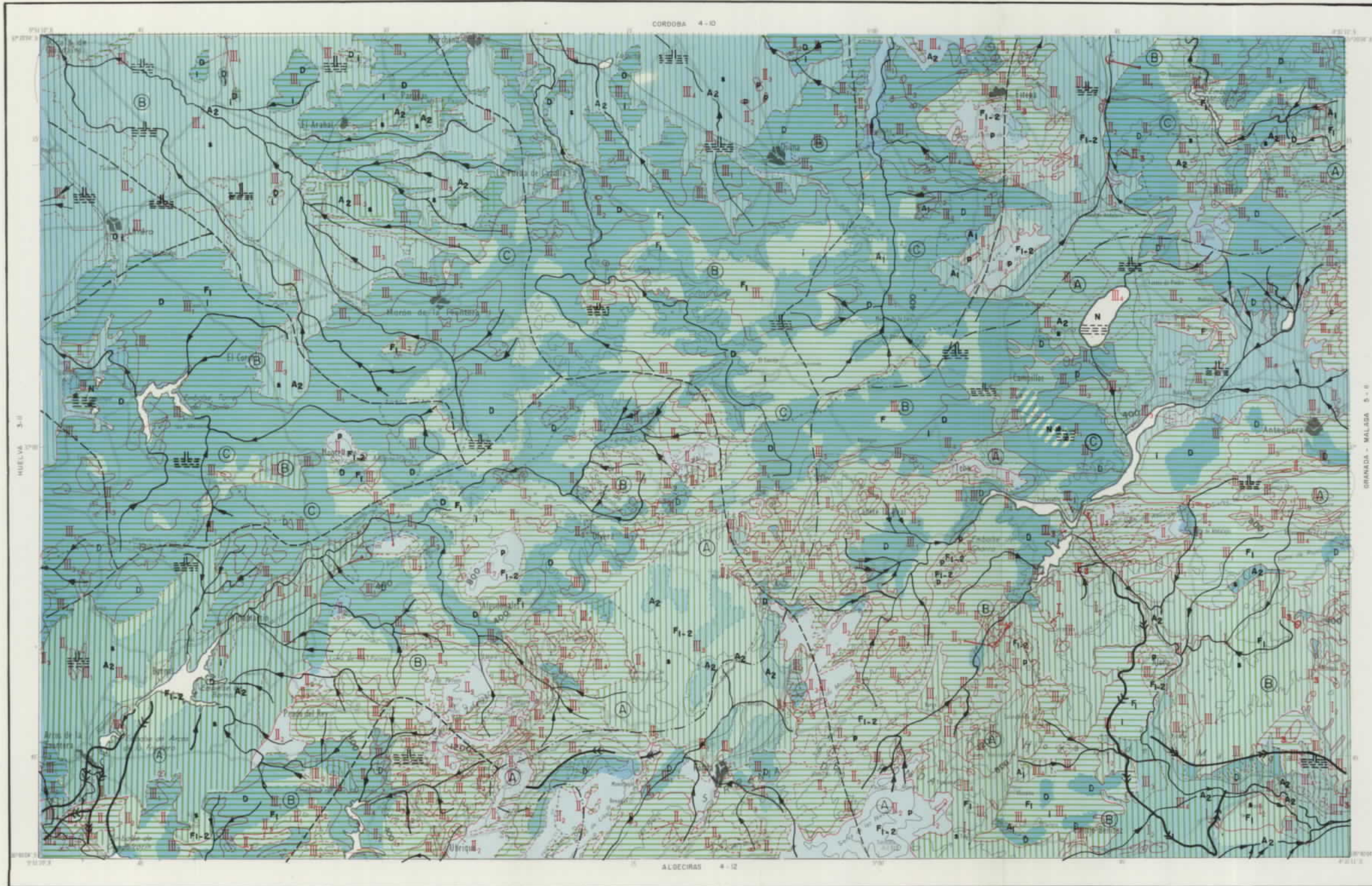
### **Area III<sub>3</sub>**

Nos encontramos ante materiales globalmente semipermeables presentándose en la misma unidad indiferenciada niveles más o menos permeables dependiendo de la litología y grado de cementación.

Las areniscas calcáreas, por ejemplo, tienen una permeabilidad mucho más alta que las margas o los conglomerados bien cementados que son prácticamente impermeables.

El drenaje se considera como aceptable por porosidad intergranular en las llanuras, y favorable por escorrentía y percolación donde existen pendientes.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS
I	I <sub>1</sub>	<p>El grado de permeabilidad de estos materiales depende de su tectonización.</p> <p>El drenaje es favorable; se realiza por percolación y principalmente por una viva escorrentía superficial debido a su accidentada topografía.</p> <p>Existen algunos manantiales y en general la existencia de agua está relacionada con fenómenos de tipo cárstico.</p>
	I <sub>2</sub>	<p>Los materiales por su naturaleza son impermeables, pero por su tectonización pueden ser considerados como semipermeables. El drenaje es favorable, realizándose sobre todo por escorrentía superficial. Zona prácticamente sin acuíferos.</p>
II	II <sub>1</sub>	<p>Los materiales en general son impermeables aunque existen capas delgadas permeables. El drenaje es nulo en los llanos produciendo zonas pantanosas e inundadas, y favorable por escorrentía superficial en zonas con pendientes.</p> <p>Prácticamente no existen acuíferos, pero puede encontrarse agua a escasa profundidad aunque de mala calidad.</p>
	II <sub>2</sub>	<p>Está formado por materiales permeables por fisuración. El drenaje es favorable por percolación y sobre todo por una fuerte escorrentía superficial debido a su abrupta topografía.</p> <p>Los acuíferos predominan en las formaciones permeables por fisuración a profundidades variables relacionadas con fenómenos cársticos.</p>
	II <sub>3</sub>	<p>Los materiales van de impermeables a permeables, y el drenaje entre medio y favorable condicionado a la morfología local.</p> <p>Posibilidad de acuíferos por circulación interna y porosidad por fisuración.</p>
III	III <sub>1</sub>	<p>Los materiales son predominantemente permeables.</p> <p>Drenaje muy deficiente en la mayoría de la zona y puntos de agua ligados muy localmente a los contactos entre las rocas medianamente permeables y el sustrato impermeable.</p>
	III <sub>2</sub>	<p>Zona de características globalmente permeables. Drenaje mixto por percolación y escorrentía superficial entre aceptable y favorable según la morfología local, dando lugar a acuíferos de profundidad variable por porosidad intergranular.</p>
	III <sub>3</sub>	<p>Zona considerada en general como semipermeable con un drenaje entre favorable y aceptable dependiendo de la topografía.</p> <p>Existen acuíferos en capas permeables por porosidad intergranular.</p>
	III <sub>4</sub>	<p>Los materiales se consideran en su conjunto como semipermeables. El drenaje puede variar entre deficiente y aceptable según la litología y grado de saturación. Existencia de agua a poca profundidad y limitado al contacto con el sustrato impermeable.</p>



Escala: 1/400.000

CONDICIONES DE DRENAJE

- Zona con drenaje Nulo
- Zona con drenaje Deficiente
- Zona con drenaje Aceptable  
A<sub>1</sub>: Drenaje por escorrentía superficial  
A<sub>2</sub>: Drenaje por percolación  
A<sub>1-2</sub>: Drenaje mixto
- Zona con drenaje Favorable  
F<sub>1</sub>: Drenaje por escorrentía superficial  
F<sub>2</sub>: Drenaje por percolación  
F<sub>1-2</sub>: Drenaje mixto
- Límite de separación de Zonas

PERMEABILIDAD DE LOS MATERIALES

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

SIMBOLOGIA

HIDROLOGIA SUPERFICIAL

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

HIDROLOGIA SUBTERRANEA

- (A) Sistemas en los que predominan los acuíferos en formaciones permeables por fisuración
- (B) Sistemas en los que predominan los acuíferos en formaciones permeables por porosidad intergranular
- (C) Zonas prácticamente sin acuíferos

FACTORES HIDROLOGICOS VARIOS

- Agua o escasa profundidad
- Zonas pantanosas
- Zonas inundadas
- Acequias

DIVISION ZONAL

- Límite de separación de Regiones.
- Límite de separación de Areas.
- I<sub>1</sub> Designación de un Area.

#### **Area III<sub>4</sub>**

Se han considerado en general como materiales semipermeables por porosidad intergranular, constituyendo una excepción, por su tipo de cementación los conos de deyección.

El drenaje en las llanuras es aceptable, pudiendo existir zonas con drenaje deficiente según el contenido de material arcilloso.

Sobre los conos de deyección existe un drenaje favorable por escorrentía superficial.

Se puede encontrar agua a poca profundidad limitada al contacto con el sustrato impermeable.

### **2.7. CARACTERISTICAS GEOTECNICAS**

En este apartado se analizarán los fenómenos geotécnicos de la Hoja que pueden influir sobre las condiciones constructivas de los terrenos.

Las bases de estos análisis serán los diferentes grados de capacidad de cargas y magnitudes de asentos en modo general. Se tomarán también en cuenta los factores que puedan influir directamente o indirectamente sobre la utilización óptima como base de sustentación de edificaciones.

Se divide la Hoja en zonas de varios grados de sismicidad según la escala internacional macrosísmica (MSK).

Parecido a los otros apartados, este presenta a continuación una ficha resumiendo las principales características geotécnicas.

#### **Area I<sub>1</sub>**

El comportamiento mecánico de estas rocas calcáreas ha sido considerado como bueno, no debiendo presentarse problemas de capacidad de carga, la cual es alta. Los asentos son inexistentes. Los desprendimientos de bloques que se originan debido a la morfología, pueden presentar problemas aunque sea en zonas muy locales con pendientes muy inclinadas.

Los recubrimientos son escasos, formados principalmente por fragmentos de la roca madre debido a fenómenos de congelación y descongelación de ésta (gelifración).

#### **Area I<sub>2</sub>**

Los materiales de este área, presentan problemas por estar muy tectonizados, y presentarse interestratificados materiales pizarrosos y esquistosos, que están fracturados, serpentinizados, y estos alterados a talco en el contacto con las peridotitas. Después de la aplicación de una carga, se pueden producir reajustes en forma de asentos o deslizamientos laterales, especialmente si los estratos están inclinados.

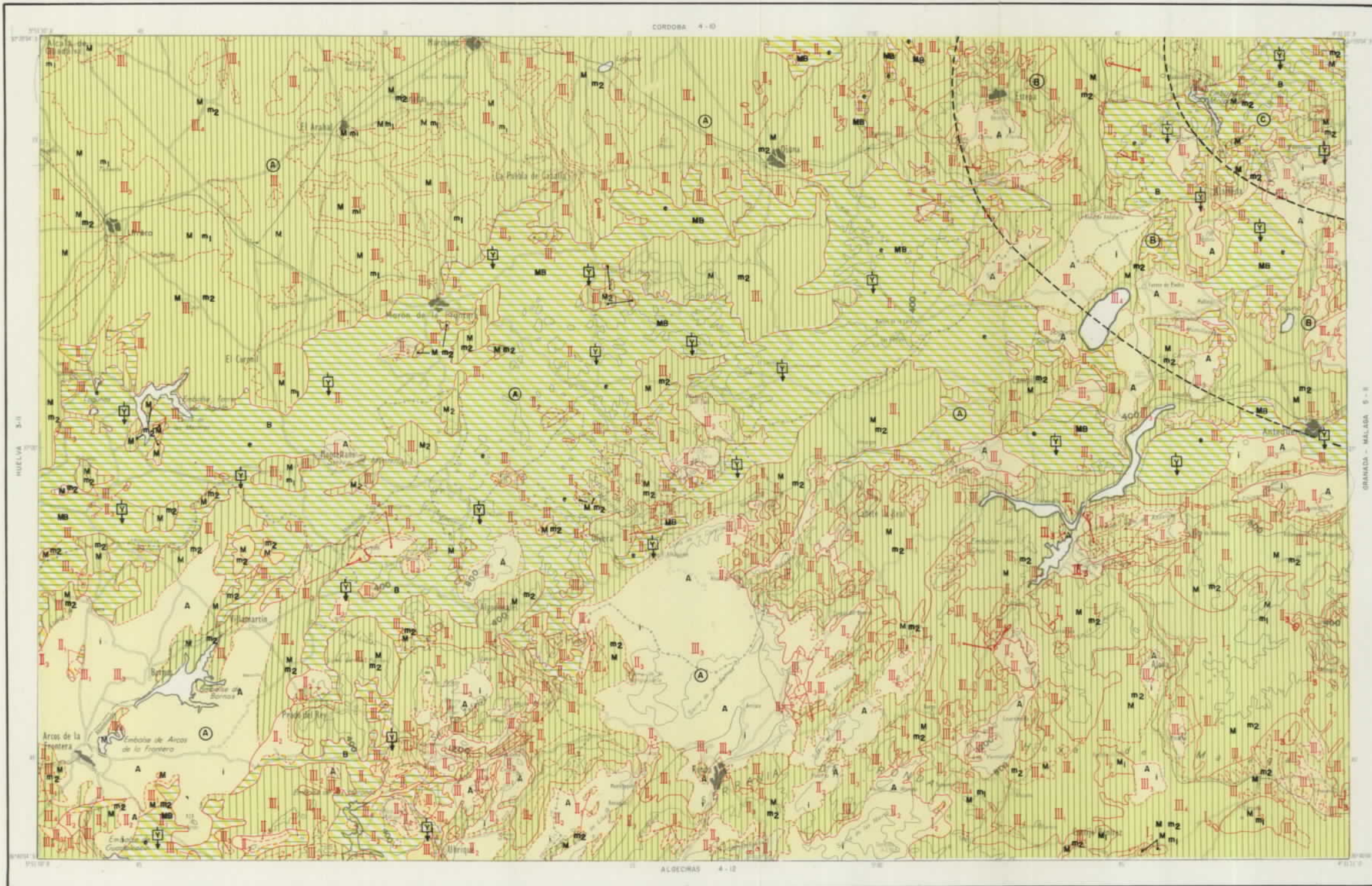
Cuando la tectonización es mínima, los materiales se presentan masivos, en capas horizontales.

Teniendo todos estos factores en cuenta, el área ha sido considerada con una capacidad de carga media y con asentos previsibles también de magnitud media.

Los recubrimientos están formados principalmente por cantos de rocas de capas inferiores, existiendo actualmente un suelo poco desarrollado.



REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS GEOTECNICAS
I	I <sub>1</sub>	Esta Area está formada por materiales competentes que no presentan problemas de capacidad de carga ni de asientos. Los recubrimientos son raros y débiles.
	I <sub>2</sub>	Materiales potencialmente de carga alta, pero con bastantes reservas según el grado de tectonización. Recubrimientos débiles.
II	II <sub>1</sub>	En esta Area Trías Keuper la capacidad de carga es baja con posible aparición de asientos medios a elevados por su naturaleza litológica y en relación con el yeso. El recubrimiento es de pocos centímetros.
	II <sub>2</sub>	Está formada por rocas calcáreas con capacidad de carga alta y no existen problemas de asientos. Prácticamente no hay recubrimiento.
	II <sub>3</sub>	Estos materiales, variables, en general, tienen una capacidad de carga media con algunas capas calcáreas indiferenciadas, de carga alta. Posibilidad de asientos de magnitud media. Recubrimientos variables.
III	III <sub>1</sub>	Formada por materiales incoherentes teniendo capacidad de carga media con la posibilidad de aparición de asientos de magnitud media después de la carga total. El recubrimiento varía entre 20 y 100 cm.
	III <sub>2</sub>	Zona con capacidad de carga media con posibilidad de asientos también de magnitud media que aparecen en las primeras fases de carga. El recubrimiento es de 100 cm.
	III <sub>3</sub>	Aparecen dos capacidades de carga según la litología. Los materiales incoherentes tienen capacidad de carga media con posibilidad de aparición de asientos de magnitud media y los materiales cementados no presentan problemas mecánicos. El recubrimiento es desigual.
	III <sub>4</sub>	Está constituida por materiales detríticos que pueden ser considerados con una capacidad de carga media y con posibilidad de aparición de asientos de magnitud media ligados a fenómenos de dilución. La potencia de esta unidad varía desde centímetros hasta algunos metros.



Escala: 1/400.000

CAPACIDAD DE CARGA

- A Zonas con capacidad de Carga Alta
- M Zonas con capacidad de Carga Media
- MB Zonas con capacidad de Carga Baja o Muy Bajo
- Límite de separación de Zonas

ASIENTOS PREVISIBLES

- I Zonas con inexistencia de asientos
- m Zonas con posibilidad de aparición de asientos de magnitud medio
- m<sub>1</sub> m<sub>2</sub> Magnitud reducida y aprición en las primeras fases de carga  
Magnitud medio y aparición despues de la carga total
- e Zonas con posibilidad de aparición de asientos de magnitud elevada
- Límite de separación de Zonas

SIMBOLOGIA

GRADO DE SISMICIDAD

- A Bajo  $G < VI$
- B Medio  $VI < G < VIII$
- C Alto  $G > VIII$
- Escola internacional macrosismica (M. S. K.)
- Límite de separación de Zonas

FACTORES GEOTECNICOS VARIOS

- Y Yesos

DIVISION ZONAL

- Límite de separación de Regiones.
- Límite de separación de Areas.
- I<sub>1</sub> Designación de un Area.

### **Area II<sub>1</sub>**

El agua por su alto contenido en yeso y por su litología, en general, puede ser considerada como área con capacidad de carga baja y la formación de asientos de magnitud alta, presentándose en la actualidad variaciones de éstos según su litología. Dado la fácil disolución de los sulfatos es posible la aparición de hundimientos bruscos por la existencia de cavernas subterráneas. Por el poder de corrosión de estas disoluciones podrán atacar las cimentaciones.

Los recubrimientos son escasos.

### **Area II<sub>2</sub>**

Posee características de capacidad de carga alta, sin aparición de asientos dado su carácter calcáreo y en buena cristalización. Similar al Area I<sub>1</sub>, existen desprendimientos muy locales sobre todo en zonas con pendientes muy inclinadas. También existe la posibilidad de hundimientos por acción cástica, vistos cerca de Montellano.

Debido a la altura las rocas no presentan recubrimientos que son arrastrados por la lluvia en cuanto se forman.

### **Area II<sub>3</sub>**

La capacidad de carga de este área se considera de tipo medio, los asientos previsibles también de magnitud media, con reservas según la litología y grado de tectonización; teniendo las capas calcáreas indiferenciadas y zonas menos tectonizadas capacidades más altas y asientos menores.

Pueden producirse también deslizamientos después de aplicar una carga, si una serie de estratos delgados buzan paralelos a la topografía.

Los recubrimientos varían entre centímetros y algunos metros.

### **Area III<sub>1</sub>**

Por lo general tienen capacidad de carga media. Los asientos previsibles también son de magnitud media. Existen posibilidades de deslizamientos producidos por la aplicación de cargas cerca del vértice de laderas de inclinación media, debido a la incompetencia en general de los materiales de este área.

### **Area III<sub>2</sub>**

Este área se considera con capacidad de carga media, con la aparición de asientos de magnitud media, dado que los primeros metros de la arenisca están descompuestos o pobremente cementados.

El criterio puede cambiar en profundidades desconocidas dando capacidades más altas y más bajas o sin asientos.

Los recubrimientos sobre este área están bien desarrollados.

### Area III<sub>3</sub>

Se observan materiales con capacidades de cargas y asientos variables según su litología indiferenciada; siendo los conglomerados materiales con capacidades de carga alta sin asientos previsible y los restantes materiales con capacidades de carga media y asientos medios.

Los recubrimientos son escasos, formados por las mismas rocas descompuestas.

### Area III<sub>4</sub>

Estos materiales Cuaternario-Pliocenos tienen en general capacidades de carga y asientos de magnitud media produciéndose problemas de derrumbamientos en los cauces de los ríos causados por lavados constantes de las aguas.

## 2.8. CARACTERISTICAS SISMICAS

La mayoría de la Hoja está situada en la zona sísmica (A), o sea, la intensidad máxima en la escala internacional alcanzada y registrada por el Servicio de Sismología es de VI.

Esto quiere

Esto quiere decir que este tipo de movimiento sísmico es notable y puede producir ligeros daños de tipo de fisuras o grietas en edificaciones compuestas por bloques de piedra en seco, o piedra y barro como argamasa con cimentación insuficiente.

Existe un área en la esquina NE de la Hoja que comprende una extensión en la zona sísmica (B) y otra en la zona (C).

La zona (B) comprende un grado de sismicidad entre el VI y VIII. El daño máximo que puede ocurrir a las edificaciones en esta zona, si ocurriese un movimiento sísmico de este grado, es un hundimiento y derrumbamiento parcial de los edificios construidos de forma semejante a los previamente descritos. En el tipo de edificaciones formadas por hormigón, ladrillos, bloques prefabricados, o estructuras metálicas clasificadas en general como "estructuras rígidas", pueden formarse grandes grietas en los muros y derrumbamientos parciales. El tipo de construcción con estructura de hormigón armado o clasificada en general de comportamiento de tipo "dinámico incipiente", tiene una resistencia más fuerte y una "cierta aptitud de deformación elástica y plástica" formando grietas pequeñas.

Existe en esta Hoja una zona con unos 250 km<sup>2</sup> que pertenece a la zona sísmica (C) lo que tiene una historia de terremotos alcanzando la escala IX. Llegando a ésta, las casas construidas con bloques de piedra serán destruidas, las casas de estructuras rígidas sufriendo hundimientos y desmoronamientos de muros divisorios interiores, y las casas con comportamiento de tipo dinámico incipiente sufriendo grandes grietas en los muros, y derrumbamiento de las chimeneas sólidas.

Estas condiciones generales sísmicas deben ser tomadas en consideración en cualquier edificación en la zona (B) y especialmente en la (A).

### **3. INTERPRETACION GEOTECNICA DE LOS TERRENOS**

#### **3.1. INTRODUCCION**

El objeto de este apartado es el análisis de los problemas constructivos previamente descritos en el capítulo 2 para poder dividir la Hoja en terrenos según las siguientes condiciones constructivas:

- Terrenos con condiciones constructivas favorables
- Terrenos con condiciones constructivas aceptables
- Terrenos con condiciones constructivas desfavorables
- Terrenos con condiciones constructivas muy desfavorables

con sus respectivos problemas litológicos, geomorfológicos, hidrológicos, geotécnicos.

#### **Area I<sub>1</sub>**

- a) Favorable, problemas geomorfológicos
- b) Desfavorable, problemas geomorfológicos

#### **Area I<sub>2</sub>**

- a) Aceptable, problemas geotécnicos
- b) Desfavorable, problemas geotécnicos y geomorfológicos

### **Area II<sub>1</sub>**

- a) Muy desfavorable, problemas litológicos, hidrológicos y geotécnicos
- b) Muy desfavorable, problemas litológicos, geomorfológicos, hidrológicos y geotécnicos

### **Area II<sub>2</sub>**

- a) Favorable, problemas geomorfológicos
- b) Desfavorable, problemas geomorfológicos

### **Area II<sub>3</sub>**

- a) Desfavorable, problemas litológicos y geotécnicos
- b) Desfavorable, problemas litológicos, geomorfológicos y geotécnicos
- c) Aceptable, problemas litológicos, geomorfológicos
- d) Desfavorable, problemas geomorfológicos

### **Area III<sub>1</sub>**

- a) Favorable, problemas hidrológicos y geotécnicos
- b) Aceptable, problemas geotécnicos
- c) Desfavorable, problemas geomorfológicos y geotécnicos

### **Area III<sub>2</sub>**

- a) Aceptable, problemas geotécnicos

### **Area III<sub>3</sub>**

- a) Favorable, problemas litológicos
- b) Favorable, problemas litológicos y geotécnicos
- c) Aceptable, problemas litológicos
- d) Desfavorable, problemas geomorfológicos

### **Area III<sub>4</sub>**

- a) Favorable, problemas litológicos, hidrológicos y geotécnicos
- b) Desfavorable, problemas litológicos y geotécnicos
- c) Desfavorable, problemas litológicos, hidrológicos y geotécnicos

### **3.2. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS FAVORABLES**

Las áreas calcáreas de I<sub>1</sub> y II<sub>2</sub> son zonas con condiciones constructivas favorables, siempre que las pendientes sean menores del 15 por ciento, pudiéndose presentar problemas cuando la pendiente sea mayor.

En las Areas III<sub>1</sub>, III<sub>2</sub>, III<sub>3</sub> y III<sub>4</sub> encontramos también zonas aisladas con condiciones favorables, siempre que sus inclinaciones sean pequeñas.

El Area III<sub>1</sub> presenta problemas de hidrología debido a su impermeabilidad en general, pudiendo también aparecer problemas geotécnicos fundamentalmente de deslizamiento en zonas inclinadas después de la aplicación de una carga.

En el caso del Area III<sub>2</sub> pueden aparecer problemas de asentamientos en su espesa cobertura vegetal y friabilidad en los primeros metros siguientes.

Los problemas que pueden surgir en el Area III<sub>3</sub> son litológicos y geotécnicos debido a que la base de la formación está constituida por una alternancia de margas y areniscas calcáreas de asentamientos distintos de escala media.

El Area III<sub>4</sub> y aún siendo favorable por ser llana, puede tener problemas litológicos y geotécnicos por ser una mezcla de diferentes materiales presentándose en diferentes formas y espesores con distintas capacidades de carga.

Debido a la gran proporción de arcillas que contiene pueden aparecer, temporalmente, después de grandes lluvias, problemas de tipo hidrológico produciéndose encharcamientos o inundaciones.

### **3.3. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS ACEPTABLES**

En este apartado pueden colocarse parte de las Areas I<sub>2</sub>, II<sub>3</sub>, III<sub>1</sub>, III<sub>2</sub> y III<sub>3</sub> con sus distintos problemas. Se ha tomado como base los grados de pendiente siendo siempre la pendiente máxima del 15 por ciento.

En el Area I<sub>2</sub>, pueden presentarse problemas geotécnicos de asentamientos debido a la tectonización.

La parte con condiciones constructivas aceptables en el Area II<sub>3</sub>, presenta problemas de litología debido a la existencia de capas competentes e incompetentes alternantes indiferenciadas. La construcción debía limitarse a zonas formadas por capas horizontales o sub-horizontales competentes o por lo menos realizar las cimentaciones únicamente en las capas competentes. Existe también un problema de geomorfología aunque las pendientes son menores del 15 por ciento, debido a la posibilidad de erosión que se realiza por "escaleras".

Las zonas del Area III<sub>1</sub> y III<sub>2</sub> pueden presentar problemas geotécnicos con asentamientos de magnitud media.

El Area III<sub>3</sub> es aceptable para la construcción, con posibles problemas litológicos, debido a la alternancia de capas de margas, arenas calcáreas y conglomerados, todos con diferentes propiedades físicas.

### **3.4. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS DESFAVORABLES**

En la mayoría de las áreas existen zonas con condiciones constructivas desfavorables debido a que las pendientes sobrepasan con frecuencia el 15 por ciento considerado como base.

Un vistazo al mapa geomorfológico demuestra que una tercera parte de la superficie de la Hoja es sub-montañosa o montañosa. Tomando en cuenta la escala del mapa

(1:400.000) hay que suponer que en realidad existen zonas con pendientes mucho más suaves y por lo tanto con características constructivas más favorables.

Las Areas I<sub>2</sub>, II<sub>2</sub>, II<sub>3</sub> y III<sub>3</sub> tienen secciones dentro de esta división con problemas básicamente geomorfológicos.

El problema que tiene el Area I<sub>2</sub> es de geomorfología. También tiene los problemas geotécnicos ya descritos en el apartado 3.3.

Los problemas que pueden surgir en el Area II<sub>3</sub>, son por una parte litológicos, por el poco espesor de las capas alternantes, plegadas localmente, de diferente composición y geotécnicos por tener capacidades de cargas medias variables y asientos también de magnitud media.

En el mismo Area II<sub>3</sub> existen zonas donde estos problemas se complican con otros geomorfológicos por pendientes fuertes.

El Area III<sub>1</sub> tiene condiciones constructivas desfavorables con problemas geotécnicos debidos a las diferentes capacidades de carga y asientos resultantes de los diferentes materiales interestratificados, agravado todo ello por el problema geomorfológico de pendientes altas.

El material más desfavorable del Area III<sub>4</sub> está representado por los coluviones situados en las laderas y en las altas montañas, aunque a veces estén bien cementados, presentando problemas litológicos de inestabilidad atribuidos a la baja cohesión o incohesión. Presentan también problemas geotécnicos en forma de capacidades de cargas bajas y asientos.

El Area III<sub>4</sub>, aparte de tener problemas parecidos en las llanuras, tiene problemas hidrológicos en los cauces de los ríos por exceso de aguas en épocas lluviosas que pueden producir inundaciones. También pueden ocurrir problemas de derrumbamientos y hundimientos causados por erosión de las márgenes de los ríos.

### **3.5. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS MUY DESFAVORABLES**

En esta sección se ha incorporado toda la unidad del Keuper definida por el Area II<sub>1</sub>, principalmente por su alto contenido en yeso distribuido prácticamente por toda la unidad en forma concentrada o diseminada.

Se han diferenciado dos zonas según los problemas que presentan que son comunes excepto el geomorfológico que sólo existe en una de ellas.

Los problemas, ya descritos más detalladamente en previos apartados, son numerosos. Su litología, y alto contenido en yeso, proporcionan asientos altos, posibles hundimientos bruscos y costo alto de cimentaciones especiales. Estos problemas están incorporados en los litológicos, hidrológicos y geotécnicos.

Aparte de estos problemas, coincide la zona alrededor del Embalse de Malpasillo, localizado en el NE de la Hoja, en una zona sísmica de máximo grado IX.

En la segunda división ocurren los mismos problemas influyendo también la topografía dando lugar a pendientes fuertes y ocasionando numerosos abarrancamientos y posibles deslizamientos.



## BIBLIOGRAFIA

- Derruau, M. **Geomorfología**. Ariel. Barcelona (1966).
- S.M.N. **Gufa resumida del tiempo en España**.
- M.O.P. **Datos climáticos para carreteras** (1964).
- M. de A. **Mapas provinciales de suelos** (Cádiz).
- I.G.M.E. **Mapa Hidrológico Nacional** (Tomo 81).
- I.G.M.E. **Mapa Geológico de España E 1:200.000. Morón de la Frontera n<sup>o</sup> 82**.
- I.G.M.E. **Mapa Geológico de España E 1:200.000. Granada-Málaga n<sup>o</sup> 83**.
- I.G.M.E. **Mapa Geológico de España E 1:200.000. Algeciras n<sup>o</sup> 87**.
- I.G.M.E. **Mapa Litológico de España E 1:400.000**.
- I.G.M.E. **Mapa Tectónico de la Península Ibérica y Baleares E 1:1.100.000**.
- I.G.M.E. **Mapa Geológico de España E 1:50.000. Morón de la Frontera n<sup>o</sup> 1.021**.
- I.G.M.E. **Mapa Geológico de España E 1:50.000. Utrera n<sup>o</sup> 1.003**.
- I.G.M.E. **Notas y Comunicaciones n<sup>o</sup> 97-98. Geotecnia Mapas Geotécnicos** por Mariano-Ricardo Echevarría Caballero, p 309-340 (1967).
- C.E.H. **Balance Hídrico**.
- I.G.C. **El Mapa de zonas sísmicas generalizadas de la Península Ibérica**.
- C.E.H. **Aforos - Cuenca del Guadalquivir**.
- C.E.H. **Aforos - Cuenca del Sur de España**.
- C.E.H. **Métodos en uso y su empleo para cálculo de la evapotranspiración**.
- C.E.H. **Introducción a la mecánica de las rocas n<sup>o</sup> 27** (1964).
- Gastany, G. **Tratado práctico de las aguas subterráneas**. Omega. Barcelona (1971).