

MINISTERIO DE INDUSTRIA

DIRECCION GENERAL DE MINAS

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

HOJA	6-3
	21

00268

MAPA GEOTECNICO GENERAL

LOGROÑO



CDNERO

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

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

LOGROÑO

HOJA 6-3/21

El presente estudio ha sido realizado por Ibérica de Especialidades Geotécnicas, S.A. (IBERGESA) 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-39.604 - 1975

AUGESA - Reprografía - km 12,200 Crta. de Burgos. Madrid

INDICE

	pág
1. INTRODUCCION	1
2. DESCRIPCION DE FACTORES CON INCIDENCIA GEOTECNICA	3
2.1. Características físico-geográficas	3
2.2. Bosquejo geológico	6
2.3. Criterios de división. Características generales de las Areas	9
2.4. Formaciones superficiales y sustrato	15
2.5. Características geomorfológicas	24
2.6. Características hidrológicas	27
2.7. Características geotécnicas	30
3. INTERPRETACION GEOTECNICA DE LOS TERRENOS	35
3.1. Terrenos con condiciones constructivas muy desfavorables	35
3.2. Terrenos con condiciones constructivas desfavorables	36
3.3. Terrenos con condiciones constructivas aceptables	37
3.4. Terrenos con condiciones constructivas favorables	39
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 por numeración 6-3 del Mapa Topográfico Nacional a E 1:200.000 y se sitúa en la zona central de la mitad N de la Península Ibérica. Su denominación geográfica viene definida por:

Longitud: $3^{\circ} 11' 10'',5 - 1^{\circ} 51' 10'',5$

referida al Meridiano de Greenwich, dato Europeo

Latitud: $42^{\circ} 40' 04'',3 - 42^{\circ} 00' 04'',5$ N

Administrativamente está formada por retazos de las provincias de Burgos, Soria, Navarra, Alava y Logroño.

Los terrenos pertenecientes a la provincia de Logroño se extienden por la casi totalidad de la Hoja, siendo sus principales núcleos de población, la capital Logroño, Calahorra, Santo Domingo de la Calzada y Haro.

Por consiguiente se puede a efectos demográficos e industriales, centrar toda la atención del estudio en la provincia de Logroño, pues los restantes no influyen en la evaluación global de la Hoja.

La densidad demográfica de la provincia de Logroño es baja, alcanzando valores en el año 1970 de $46,8 \text{ hab/km}^2$; Alava se sitúa en la media de España, con 57 hab/km^2 , mientras que Navarra, Burgos y Soria presentan densidades bajas, con 45, 25 y 11 hab/km^2 respectivamente.

En la Hoja a estudio se encuentra la capital de Logroño con 84.456 habitantes en el censo de 1970.

El desarrollo industrial de esta Hoja, en el período 1962-1970, experimenta un crecimiento por encima de la media nacional, 238,6 por ciento frente a 214,5 por ciento. Se observa por otra parte que más del 71 por ciento de la renta industrial bruta de Logroño proviene de alimentación, bebidas y tabaco (23 por ciento), transformados (17,3 por ciento), calzados y confección (15,6 por ciento) y edificación y obras públicas (15,3 por ciento). El resto de los sectores industriales de esta provincia tienen una representación sensiblemente menor.

Respecto a la morfología, presenta dos tipos diferentes de relieves, uno de formas más o menos llanas; que atraviesa la zona de estudio de E a O, coincidiendo con el aluvial del río Ebro, y otras de relieve abrupto situadas en el borde S y N de la Hoja. Al SO existe una zona de relieve muy acusado coincidiendo con la Sierra de la Demanda.

La red hidrográfica se incluye íntegramente en la cuenca del Ebro, principal arteria hídrica de la zona de estudio y que con dirección NO-SE recorre toda la zona estudiada.

CLIMATOLOGIA Y METEOROLOGIA

Para el estudio de las condiciones climáticas de la Hoja se han consultado datos, tanto procedentes del Servicio Meteorológico Nacional y del Ministerio de Obras Públicas, como los puntuales de las estaciones pluviométricas de Agoncillo, Haro, Lumbreras, Logroño Observatorio, Logroño Instituto, Fuenmayor, Santo Domingo de la Calzada, Valvanera, San Millán de la Cogolla y Cenicero.

La elección de estas estaciones estuvo condicionada al hecho de que los datos en ellos recogidos cubren un amplio período de tiempo y por consiguiente las series estadísticas confeccionadas con ellos tienen un mayor grado de fiabilidad.

Los datos que a continuación se insertan hacen referencia a: Temperaturas, Precipitaciones, Índices climáticos y Vientos dominantes.

Temperaturas

Las temperaturas medias anuales, en un período de 30 años (1931-60), varían desde 7° C en el SO de la Hoja a 13° C en el ángulo NE de la misma. En este mismo período, las máximas absolutas fueron de 25° C en el ángulo SO y de 10° C en el ángulo NE.

Las oscilaciones mensuales fueron muy acusadas, pasando desde valores medios de 1°-5° C en los meses invernales a 16°-20° C en los del estío. El estudio estadístico de estos valores da, para los observatorios consultados, oscilaciones medias mensuales que van de 5 a 9° C, con máximas de 22° C en las zonas con morfología llana y 17-18° C en las de morfología abrupta.

El número de horas de sol osciló anualmente desde 2.600 en el puerto de Figueras, hasta 2.100 al N de Santo Domingo de la Calzada, manteniéndose mensualmente sobre 60-130 en los meses invernales y sobre los 220 y 230 en los estivales.

Precipitaciones

Las precipitaciones medias anuales, para un período de tiempo similar al anterior, oscilan de 400 mm en el ángulo SE de la zona a 800 mm en el ángulo SO, repartidas en 90 días de lluvia en el ángulo SE y 130 en el ángulo NO de la Hoja.

Las medidas mensuales supusieron grandes diferencias, pues si bien desde septiembre a mayo alcanzaron valores de 20-90 mm/mes, en los restantes no rebasaron los 40 mm/mes.

Las máximas en 24 h fueron del orden de 24-51 mm/24 h en el observatorio de Agoncillo y de 20-41 mm/24 h en Logroño Instituto.

Las precipitaciones níveas se extendieron del mes de diciembre al mes de marzo.

Indices climáticos

Del análisis comparativo de los índices de evapotranspiración según Thornwaite y de la pluviometría media mensual se deduce que el período seco se va ampliando progresivamente a medida que nos desplazamos por la diagonal SE-NO hacia el ángulo NE y SE, de tal manera que hacia el ángulo NE comienza con seis meses de período seco para terminar por diez. La evapotranspiración es menor hacia el SE de la zona de estudio, oscilando entre 105-115 mm/mes. En las zonas restantes oscila entre 120-130 mm/mes.

Unido a este último punto, es interesante reseñar los coeficientes medios anuales de reducción climatológica para cada clase de obra. Para ello se ha supuesto que cada obra se reparte uniformemente a lo largo de los 365 días del año y estos a su vez en 12 meses con arreglo a la tabla siguiente, en la que no se han tenido en cuenta los días festivos:

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

Multiplicando el cuadro anterior por los coeficientes de reducción correspondientes a cada mes y sumando los productos parciales de los meses se han obtenido los siguientes coeficientes medios anuales de la provincia de Logroño, única que aquí se incluye, pues los de los restantes resultan erróneos, por no representar los terrenos insertos en la Hoja generalidad de la provincia.

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
LOGROÑO	0,895	0,817	0,967	0,452	0,649

Vientos dominantes

En el Aeródromo de Agoncillo dominan los vientos de componente O o NO.

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 la misma, 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 cronoestratigrafía, distribución y naturaleza, y por otra a la tectónica sufrida, que dará razón de su situación relativa y su jerarquización dentro del conjunto total.

ROCAS

En la zona de estudio estratigráficamente se observan, aparte de una extensa representación de materiales Paleozoicos, Mesozoicos, Terciarios y Cuaternarios, afloramientos de rocas precámbricas, de dimensiones reducidas, en Anguiano.

A. PRECAMBRICO

Se sitúa al E de la Sierra de la Demanda y al S de Anguiano, constituido fundamentalmente por esquistos filitosos cuya potencia es considerable.

Estos esquistos de color gris azulado alternan con niveles muy pequeños de areniscas y se encuentran en contacto tectónico con las formaciones suprayacentes como consecuencia de la incompetencia entre estos esquistos y los conglomerados de base del Cámbrico

B. PALEOZOICO

b₁) Cámbrico

El Cámbrico se encuentra bien representado dentro del ámbito de la Sierra de la Demanda.

El Cámbrico Inferior está constituido en la base por una serie de conglomerados de cantos de cuarzo y cuarcita y en algunos casos de aplita y turmalina, siendo el tamaño medio de los cantos de 4-6 cm, teniendo una orientación paralela a la estratificación y con recristalizaciones secundarias de sílice y filitas. Concordante con los conglomerados afloran unas areniscas gruesas, arcósicas con tránsito a conglomerados. Sobre este nivel yacen unos esquistos grises alternantes con dolomías más o menos potentes de color gris azulado.

El Cámbrico Medio está representado por una serie de formaciones carbonatadas y esquistosas hacia la base. Inmediatamente encima afloran unos esquistos verdes con intercalaciones de areniscas cuarcíticas.

El Cámbrico Superior está representado por una potente formación en la que alternan areniscas y esquistos.

En total tiene una potencia de 3.000 m.

b₂) Ordovícico

Está representado por un tramo de areniscas masivas, que al S de la Sierra de la Demanda yacen sobre el flysch del Cámbrico Superior, formado por esquistos y areniscas.

b₃) Carbonífero

Existe un pequeño afloramiento del Carbonífero en los alrededores de Fresneda.

Está formado por areniscas, pizarras y conglomerados. Existiendo en algunos tramos de la serie un flysch areniscoso-esquistoso que se repite en distintas fases.

C. MESOZOICO

c₁) Trías

El Trías se encuentra en facies Germánica, formando una secuencia de conglomerados, areniscas rojas y dolomías grises con arcillas y yesos.

c₂) Jurásico

El Infratrías está formado por dolomías, calizas y carníolas con una potencia de 10-60 m.

El Lías calizo comprende una serie de calizas algo dolomíticas, de color gris en la base, apareciendo encima una serie margosa con niveles de caliza de colores grisáceos, con una potencia de 110-130 m.

El Dogger está compuesto por una serie de calizas masivas, siendo hacia la base margosas y hacia el techo más areniscosas.

Encima de esta serie masiva de calizas sobreviene un tramo de calizas y margas que naturalmente pasan a cuarzo-arenitas con cemento calcáreo.

c₃) Cretácico

La formación Weald se encuentra ampliamente representada en la región de Cameros. Comprende potentes series de sedimentos continentales de ambiente deltaico representados por una extensa gama de conglomerados, cuarzoarenitas, limolitas, calizas y margas, que presentan colores muy variados.

El Albense aflora en retazos de pequeña magnitud en la Sierra de Cantabria. Está formado por areniscas, areniscas y arcillas.

El Cretácico Superior aflora en el borde S de la Sierra de Cantabria.

Normalmente está formado por calizas, calizas arcillosas y calizas arenosas.

D. TERCIARIO

El Terciario de la Sierra de Cantabria está formado por calizas, limolitas, conglomerados, areniscas y margas.

El Terciario del Valle del Ebro está constituido por conglomerados, areniscas, arcillas, niveles de yeso y otras sales de color blanco y gris, alternando con arcillas rojas de edad oligocena.

El Mioceno presenta una alternancia de conglomerados, areniscas y arcillas limosas de color rojo ladrillo. Contiene lentejones más o menos discontinuos de yeso. En el borde septentrional (Haro-Casalarreina) está formado por areniscas de cemento carbonatado y margas de color amarillo-ocre.

E. CUATERNARIO

El Villafranquiense está formado por margas grises y amarillas con conglomerados hacia el techo.

Los glaciares y las terrazas están ampliamente representados en la Hoja. Están formados por gravas, arenas y limos.

Los coluviales están constituidos por bloques poligénicos semisueltos.

Los aluviales están regularmente representados por toda la Hoja rodeando la actual red fluvial. Están constituidos por gravas, arenas, arcillas y limos.

TECTONICA

En este apartado se hacen constar las siguientes unidades estructurales:

- I Sierra de Cantabria
- II Sierra de la Demanda y de Urbión
- III Borde meridional del Valle del Ebro
- IV Sierra de Cameros
- V Estructuras presentes en la Cuenca Terciaria

I. SIERRA DE CANTABRIA

La dirección predominante de sus elementos tectónicos es de E a O. El sistema de pliegues de la Sierra de Cantabria está en conjunto cabalgando hacia el S.

II. SIERRA DE LA DEMANDA Y URBION

La tectónica terciaria del macizo paleozoico de la Sierra de la Demanda y de su cobertera mesozoica-cenozoica está ligada a la de un vasto pliegue de fondo, de estructura y comportamiento heterogéneos. Si el alargamiento E-O de este macizo corresponde sensiblemente a la dirección de los pliegues hercínicos, el trazo irregular de sus contornos es debido a la red de fallas que lo recortan en un mosaico de paneles cuya disposición y comportamiento condicionan de forma estrecha la tectónica de la cobertera.

III. BORDE MERIDIONAL DEL VALLE DEL EBRO

En este sector han actuado dos sistemas de esfuerzos diferentes cuyos ejes de comprensión máxima serían aproximadamente perpendiculares entre sí. Las estructuras representadas son anticlinales, sinclinales, fallas directas e inversas, estas últimas frecuentes en los límites septentrionales del complejo donde no proporcionan un número relativamente grande de "escamas tectónicas".

La alineación Nestares-Leza, del río Leza se orienta SO-NE, enlazando en Lusera con el complejo tectónico de Lusera orientado casi perpendicularmente NO-SE, orientándose los elementos estructurales de esta zona según las anteriores direcciones a excepción de los pliegues de la cobertera wealdica que se inflexiona para adoptar una dirección E-O.

La zona estructural de Jubera-Fitero. El conjunto está orientado según la dirección NO-SE y corresponde a una alineación tectónica entre Jubera y San Vicente. El complejo de Arnedillo está afectado por un campo de fallas radiales y normales y otro sistema de fallas de desgarre.

IV. SIERRA DE CAMEROS

Los materiales wealdicos están afectados por estructuras de plegamiento y fallas de distensión, siendo los pliegues, en general, con buzamientos suaves, entre 10 y 30 grados. Las características geométricas más importantes son los cambios de orientación de unos pliegues con respecto a otros, las inflexiones del eje de un mismo pliegue con respecto a otros y las inflexiones del eje del mismo pliegue aisladamente considerado.

V. ESTRUCTURAS PRESENTES EN LA CUENCA Terciaria

Las estructuras tectónicas que afectan a los materiales de la cubeta del Ebro en esta Hoja son a grandes rasgos sencillas, salvo cuando aflora el Oligoceno más inferior anteorogénico.

2.3. CRITERIOS DE DIVISION. CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS AREAS

Si bien en el capítulo 1 se enumeraron una serie de objetivos a cubrir con el presente mapa, resulta evidente que el fin primordial del mismo será definir, siempre con las limitaciones que presenta la E 1:200.000, las características 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, observándose 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 a esta escala de trabajo, así como las posibles subdivisiones, hemos delimitado tres Regiones y doce Areas, una en la primera Región, cuatro en la segunda y siete en la tercera.

La Región I, que incluye el conjunto de terrenos Paleozoicos, corresponde a los relieves montañosos que forman la Sierra de la Demanda y se sitúa en el ángulo SO de la zona de estudio. La Región II engloba todos aquellos terrenos de edad mesozoica distribuidos por el borde N y mitad meridional de la Hoja. La Región III abarca a los materiales terciarios y cuaternarios distribuidos por el resto de la zona.

Para la delimitación de las unidades de segundo orden (Areas), dentro de las Regiones anteriormente señaladas, nos apoyaremos en la diferente homogeneidad macrogeomorfológica de sus terrenos.

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

De esta forma se han individualizado, en la Región I la Area I₁; en la Región II, las Areas II₁, II₂, II₃ y II₃; en la Región III, las Areas III₁, III₁', III₂, III₂', III₃, III₄ y III₅.

Dentro de la Area I₁ se incluyen el conjunto de rocas que forman los terrenos datados como Paleozoico. Litológicamente presenta grandes variaciones, observándose grupos de pizarras, areniscas, calizas, conglomerados, etc. Presentan relieves muy acusados, siendo su resistencia a la erosión elevada y su tectonización muy acusada.

Se incluyen dentro de la Area II₁ los terrenos de edad Mesozoica, no triásicos, en los que la litología predominante está constituida por rocas carbonatadas. Litológicamente está formada por calizas, margas, carniolas, areniscas y arcillas. Presentan relieves diversos, desde alomados a abruptos, siendo su resistencia a la erosión alta.

En la Area II₂ se incluyen los terrenos mesozoicos, no triásicos, constituidos fundamentalmente por materiales detríticos. Su litología comprende areniscas, conglomerados, arenas y argilitas. Su morfología es acusada con pendientes elevadas. Su resistencia a la erosión depende del grado de cimentación de estos materiales.

Dentro de la Area II₃, incluimos el conjunto de materiales de edad triásica en los cuales no aparece en su litología el grupo de los yesos. Litológicamente está constituida por conglomerados, areniscas, calizas, etc., siendo su resistencia a la erosión media. Morfológicamente presenta relieves abruptos con pendientes de 15-30 por ciento.

La Area II₃, incluye a los terrenos triásicos cuya litología presenta abundancia de yesos.

Litológicamente son arcillas, margas y yesos, siendo su resistencia a la erosión baja. Presentan relieves que varían de suaves a acusados.

La Area III₁ incluye los depósitos cuaternarios ligados al cauce actual de los ríos (aluviales). Litológicamente están formados por arenas, arcillas y gravas. Su resistencia a la erosión es baja y la morfología llana.

Dentro de la Area III₁, se incluye el conjunto de depósitos cuaternarios de origen coluvial, terrazas y glacis. Litológicamente están formados por gravas, arcillas y fragmentos de rocas en los coluviales. Morfológicamente las terrazas y glacis presentan un relieve suave, siendo más acusado en los coluviales. La resistencia a la erosión es baja.

Se incluyen dentro de la Area III₂ los depósitos terciarios en los que predominan los materiales pelíticos.

Litológicamente son arcillas más o menos arenosas y niveles aislados de areniscas, arenas y margas arenosas. Su morfología presenta formas de relieve llanas y su resistividad a la erosión oscila de media a baja.

Dentro de la Area III₂, se agrupan los depósitos de edad terciaria en los que predominan los materiales gruesos. Litológicamente son conglomerados, areniscas y, en menor proporción, margas y calizas. La resistencia a la erosión es baja o media y morfológicamente presentan formas de relieve de llanas a abruptas.

Dentro de la Area III₃ se agrupan los depósitos terciarios con predominio de materiales carbonatados. Litológicamente son calizas y su resistencia a la erosión es alta. Morfológicamente presentan formas de relieve que oscilan de llanas a abruptas.

Dentro de la Area III₄ se incluyen el conjunto de terrenos de edad terciaria cuya litología contiene presencia de yesos.

Su composición consiste en yesos, arenas, margas, etc. Su resistencia a la erosión es baja y su morfología suave.

Dentro de la Área III₅ se agrupan los materiales terciarios con predominio de materiales pelíticos y detríticos. Litológicamente son margas y areniscas. El relieve es suave en general, alomado y su resistencia a la erosión media.

CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS AREAS

Area I₁

Se distribuyen irregularmente por el cuadrante SO de la Hoja englobando todos los materiales paleozoicos.

Su litología presenta acusadas variaciones, incluyendo grupos de pizarras, areniscas y grauwackas, conglomerados y calizas. Estos materiales se encuentran bastante fracturados, con abundante lajosidad y con recubrimientos variables, desde nulos a potentes.

Su morfología presenta relieves abruptos con pendientes comprendidas entre 15 y 30 por ciento. En general la estabilidad de estos terrenos es alta, pudiendo descender puntualmente debido a la gran tectonización, así como a la coincidencia de la estratificación con la pendiente. Los materiales se consideran impermeables, aunque debido a la tectonización, fracturación y lajosidad, localmente pueden ser permeables. El drenaje, efectuado por escorrentía superficial y percolación a través de fracturas, se considera favorable, no existiendo la posibilidad de encontrar acuíferos en profundidad.

Las características mecánicas, respecto a su capacidad de carga y magnitud de posibles asentamientos, se consideran favorables; es decir capacidad de carga alta e inexistencia de asentamientos. En casos en los que la lajosidad de algunos materiales coincide con la estratificación y con la pendiente natural, pueden producirse deslizamientos, con lo que las características mecánicas serán menos favorables.

Area II₁

Se incluyen en esta Area los materiales de edad Mesozoica, no triásicos, en los que la litología predominante está constituida por rocas carbonatadas.

Se distribuyen por el N y S de la zona de estudio.

En general estos depósitos carbonatados tienen intercalaciones de areniscas y arcillas que proporcionan una coloración grisácea o beige terrosa. La resistencia de estos materiales a la erosión es alta.

Su morfología es muy variada, oscilando desde un relieve suave a abrupto, con pendientes superiores al 15 por ciento. En la zonas de relieve llano suelen aparecer dolomías.

Las zonas con abundancia de margas son inestables bajo la acción del hombre, así como aquellas en las que la fracturación es muy abundante.

Estos materiales se consideran en general impermeables, aunque debido a la fracturación en algunas zonas pueden poseer una cierta permeabilidad.

El drenaje es favorable, efectuándose por percolación a través de fracturas y por escorrentía activa.

Las características mecánicas de los terrenos se consideran favorables, poseyendo una capacidad de carga alta y no apareciendo en ellos ningún tipo de asentamientos.

Area II₂

Se incluyen los terrenos mesozoicos, no triásicos, en los que la litología predominante está constituida por materiales detríticos y cuya distribución es irregular, en manchas, por el borde N y S de la Hoja.

Litológicamente esta Area comprende areniscas, conglomerados, arenas y argilitas, dando en conjunto una tonalidad gris-rojiza al terreno según prevalezcan unos u otros materiales.

El comportamiento de estos materiales frente a la erosión es muy variado, estando en función del grado de compactación y cementación de los mismos.

Morfológicamente predominan los relieves abruptos, con pendientes comprendidas entre el 15 y 30 por ciento.

La estabilidad de los terrenos es buena en general, siendo más deficiente con la presencia de argilitas.

Estos materiales son impermeables, con un drenaje favorable por escorrentía muy activa.

Las características mecánicas se consideran aceptables, es decir, con una capacidad de carga alta y con inexistencia de asientos.

Area II₃

Incluimos dentro de esta Area los terrenos mesozoicos de edad triásica en cuya litología no aparece el grupo de los yesos.

Litológicamente están constituidos por areniscas, conglomerados, margas, calizas, arcillas y carniolas. Su resistencia a la erosión es elevada o media y en cuanto a los recubrimientos son de escasa potencia.

Su morfología presenta diferentes formas de relieve, desde suaves a abruptas, con pendientes topográficas que oscilan entre el 7 y el 30 por ciento.

Su estabilidad es buena tanto bajo la acción del hombre como bajo condiciones naturales. Esta estabilidad puede disminuir en las zonas donde estos materiales se encuentren muy fracturados.

Son materiales impermeables con un drenaje favorable, efectuándose por escorrentía activa.

Las características mecánicas de estos materiales vienen reflejadas por una capacidad de carga alta e inexistencia de asientos.

Area II_{3'}

Se incluye aquí el conjunto de materiales de edad triásica, cuya litología presenta abundancia de yesos. Su distribución geográfica es muy irregular, apareciendo tanto en la zona N como en la S.

Litológicamente aparecen, aparte de los yesos, arcillas y margas que dan colores rojizos. La resistencia a la erosión de estos materiales es baja, así como su estabilidad tanto bajo condiciones naturales como bajo la acción del hombre.

Morfológicamente presentan tipos de relieves que varían desde suaves a acusados, oscilando las pendientes desde el 7-30 por ciento.

Hidrologicamente estos materiales son impermeables, con un drenaje nulo en zonas llanas; y en zonas donde existan pendientes acusadas se efectúa por escorrentía superficial activa. Estas áreas presentan problemas de aguas selenitosas al liberar al ion sulfato.

Sus características mecánicas están, al igual que las hidrológicas, condicionadas por la litología, poseyendo una capacidad de carga baja y unos asentamientos medios o elevados.

Area III₁

Se incluyen en esta Area los depósitos cuaternarios ligados al cauce actual de los ríos (aluviales), distribuyéndose irregularmente por toda la Hoja y circundando el cauce actual.

Su litología oscila desde arcillosa, con una elevada proporción de arenas, hasta arenosa, con gran contenido de gravas y cantos.

Los afluentes del río Ebro que discurren por terrenos terciarios son los que presentan mayor abundancia de arcillas.

Presentan una morfología de formas llanas, sin apenas resaltes y con pendientes topográficas menores del 5 por ciento. En general los depósitos que las forman son fácilmente erosionables.

Son terrenos estables, aunque en obras de desmonte y taludes hay que tener en cuenta la escasa cohesión de estos materiales.

La permeabilidad de los materiales que la integran es muy variable, pasando desde totalmente permeables a semipermeables según la litología.

El drenaje es deficiente, pues si bien la eliminación de los aportes líquidos se efectúa rápidamente por percolación natural, el saneamiento posterior de los mismos no se realiza con la misma celeridad, pues el hecho de aparecer niveles freáticos a poca profundidad hace que los niveles superiores del terreno adquieran, cuando los aportes son máximos, una situación elevada, acarreamo problemas de encharcamiento.

Las capacidades de carga son medias y las magnitudes de los posibles asentamientos son por lo general de tipo medio, estando siempre ligados los problemas geotécnicos a las imprevistas variaciones litológicas en profundidad.

Area III₁

Se agrupan en esta Area los depósitos cuaternarios de origen coluvial, terrazas y glaciais. Se distribuyen de forma irregular a lo largo de la franja central con dirección E-O, circundando el cauce actual del río Ebro.

Litológicamente está formada por gravas y arcillas y en los coluviales por fragmentos de roca. La resistencia a la erosión de estos materiales es baja.

Morfológicamente presentan relieves llanos las zonas donde se encuentran ubicadas las terrazas y glaciais y más acusados en las zonas de los coluviales.

Son terrenos estables bajo condiciones naturales, disminuyendo la misma en cuanto estos materiales están afectados por la actividad del hombre.

Sus materiales se consideran, al menos en superficie, permeables, con un drenaje favorable, efectuándose por percolación natural.

Sus características mecánicas, tanto en el aspecto de carga como en el de magnitud de los posibles asentamientos que aquéllos produzcan, son de tipo alto y medio, estando ligados los problemas mecánicos al distinto comportamiento de las fracciones granulares gruesas y a las fracciones arenosas o arcillosas finas.

Area III₂

Se incluyen en esta Area los materiales terciarios en los cuales predominan los sedimentos granulares finos. Se distribuyen irregularmente por el borde N de la Hoja.

Litológicamente son una mezcla de arcillas y arenas con niveles aislados de areniscas, arenas y margas arenosas.

Morfológicamente presenta formas de relieves llanas, con pendientes inferiores al 7 por ciento y con abundantes alomaciones. La resistividad a la erosión de estos materiales oscila de media a baja, dependiendo de la presencia de los niveles más resistentes, siendo su estabilidad natural elevada.

Hidrológicamente a estos materiales se les considera impermeables, con un drenaje deficiente efectuándose por escorrentía poco activa.

Sus características mecánicas se dan como de tipo medio tanto por lo que se refiere a capacidad de carga, como en la magnitud de los posibles asentamientos.

Area III_{2'}

Se incluyen en esta Area el conjunto de los terrenos terciarios en los que predominan los materiales detríticos gruesos. Se distribuyen de forma irregular por todo el borde N de la Sierra de la Demanda, Cameros y Prejamo. Estos materiales están en contacto con los terrenos Mesozoicos.

Litológicamente es una mezcla de conglomerados y areniscas, pudiendo aparecer en menor proporción margas y calizas. Su resistencia a la erosión varía de media a alta.

Su morfología es muy variada, presentando forma de relieve llanas y abruptas, siendo su estabilidad natural buena, apareciendo focos de inestabilidad debido a la disgregación de los materiales.

Sus materiales se les considera impermeables y semipermeables.

En los primeros el drenaje es aceptable, efectuándose por escorrentía activa, mientras que en los segundos el drenaje es favorable debido a sus zonas de pendientes abruptas, con lo que el drenaje se efectúa por escorrentía muy activa.

Las características mecánicas de estos materiales son aceptables, con una capacidad de carga alta e inexistencia de asientos.

Area III₃

Se incluyen aquí los terrenos terciarios con predominio de materiales carbonatados. Se distribuyen geográficamente por la mitad N del cuadrante NO de la Hoja.

Litológicamente son calizas de coloración predominante clara (blanquecina-grisácea). Se presentan en bancos generalmente horizontales y con algún recubrimiento de arcillas rojizas, producto de la alteración de las calizas.

Morfológicamente presentan diferentes tipos de relieve, con pendientes comprendidas entre el 3 y el 30 por ciento. Su estabilidad es elevada, tanto bajo condiciones naturales como por la acción del hombre.

Hidrológicamente a estos materiales se les considera, en pequeño, impermeables y, en grande, con una cierta permeabilidad ligada a la fracturación existente.

El drenaje se considera aceptable, efectuándose por percolación y escorrentía.

Las características mecánicas de sus materiales son aceptables, teniendo una capacidad de carga alta y asientos nulos.

Area III₄

Se incluyen dentro de esta Area a los terrenos de edad terciaria cuya litología contiene presencia de yesos. Geográficamente se distribuyen en una franja más o menos amplia, siguiendo la dirección del río Ebro.

Litológicamente comprende yesos, niveles de areniscas, en ocasiones muy considerables, margas, arcillas y arenas. La resistencia a la erosión es baja, pudiendo localmente aumentar a causa de los niveles de areniscas, muy resistentes.

Morfológicamente la zona presenta pendientes suaves con algunas alomaciones, siendo su estabilidad muy baja, tanto por causas naturales como por la acción del hombre.

Hidrológicamente a estos materiales se les considera impermeables, con un drenaje deficiente, efectuándose por escorrentía superficial poco activa.

Las características mecánicas, tanto bajo el aspecto de capacidad de carga como en la magnitud de los posibles asentamientos que aquéllas produzcan, se consideran de tipo medio, aunque la presencia de yesos, en ocasiones masivos, lleva consigo una valoración constructiva de los terrenos que oscila desde aceptable a muy desfavorable.

Area III₅

Incluimos dentro de esta Area a los materiales de edad terciaria cuya litología está formada principalmente por materiales pelíticos y detríticos. Geográficamente se distribuyen por el ángulo NE de la zona de estudio.

Litológicamente son una mezcla de margas y areniscas, siendo su resistencia a la erosión media.

Morfológicamente presentan relieves con pendientes suaves, menores del 7 por ciento, con algunas alomaciones y con una estabilidad natural elevada.

Hidrológicamente son materiales impermeables, con un drenaje deficiente, efectuándose por percolación y escorrentía poco activa, existiendo abundantes zonas de encharcamiento.

Las características mecánicas de sus materiales son de tipo medio, con una capacidad de carga y asentamientos medios.

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 más finas basadas en criterios petrográficos, situacionales o en diferencias tectónicas.

De cada conjunto definido se precisarán sus características físicas y mecánicas, así como sus resistencias 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 variables, depositados desde el Villafranquiense hasta la actualidad; y en la segunda, el conjunto de rocas, más o menos consolidadas, depositados en el resto de la historia geológica. Dicho mapa se acompaña de una ficha resumen en la que se exponen las características más destacables de cada unidad de clasificación de segundo orden (Areas).

En lo que sigue se partirá de las once 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, referimos a ellos 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 I₁

Se incluye en ella el conjunto de rocas paleozoicas aflorantes en la zona de estudio. La individualización de los mismos ha llegado a la separación de los siguientes grupos.

Conglomerados y pizarras – P₇₋₁₁

Este grupo, situado geográficamente al S de Anguiano, comprende unos esquistos filitosos cuya potencia es de unos centenares de metros, que están en contacto con unos conglomerados suprayacentes formados por cantos cuarcíticos, de cuarzo y cuarcita, y algunos de aplitas, con turmalina, cuyo tamaño no es superior a 10 cm. Estos cantos, generalmente alargados, se encuentran paralelos a la estratificación y afectados por recristalizaciones posteriores de origen metamórfico.

Pizarras, calizas y areniscas – P₁₁₋₁₂₋₈

Este grupo se sitúa geográficamente en el cuadrante SO de la Hoja, donde se halla ubicada la Sierra de la Demanda.

Está formado por unos niveles de areniscas de color amarillento en la base, superponiéndose otros de esquistos y culminando con un nivel de calizas de color grisáceo. En total este grupo tiene una potencia aproximada de unos 1.000 m. Estos materiales poseen alta resistencia a la erosión y escasos recubrimientos.

Pizarras, areniscas y cuarcitas – P₁₁₋₈₋₁₀₃

Este grupo aflora en una franja de dirección E-O en el medio de la Sierra de la Demanda.

Está formada por una alternancia de niveles de areniscas de unos 30 cm de potencia y de color amarillento con otros de pizarras de colores verdosos. Los niveles de cuarcita suelen ir contiguos a las areniscas. Este grupo por lo general se encuentra menos fracturado que los demás grupos paleozoicos.

Pizarras y areniscas – P₁₁₋₈

Este grupo aflora de forma irregular en la Sierra de la Demanda.

Está formado por unos niveles de esquistos de colores verdosos y grisáceos, que son en ocasiones calcáreos. Encima aparecen con mayor frecuencia esquistos arenosos con intercalaciones de niveles de areniscas.

La resistencia a la erosión de estos materiales es media, mientras que la de los niveles de areniscas es alta.

Areniscas y pizarras — P₈₋₁₁

Este grupo comprende una alternancia de niveles de areniscas y pizarras y está ubicado en la Sierra de la Demanda.

Se caracteriza por ser de colores grisáceos, poseyendo las areniscas nódulos de limonitas. En total este grupo tiene una potencia aproximada de 900 m. La resistencia a la erosión es elevada.

Pizarras, grauwackas y conglomerados — P₁₁₋₁₀₁₋₇

Esta formación se encuentra ubicada en los alrededores de Fresneda de la Sierra.

Comienza por un nivel de conglomerados de grano heterométrico y con bolos de gran tamaño. Encima aflora un nivel de areniscas de grano grueso y un segundo nivel de conglomerados con elementos detríticos de menor tamaño. Le sigue una serie arenosa-esquistosa con intercalaciones de conglomerados. Encima aparece una alternancia de niveles detríticos y carbonatados para terminar la serie con un nivel de esquistos muy finos de color gris azulado.

Area II₁

Calizas — S₁₂

Se distribuyen de manera discontinua a lo largo de la Sierra de Cantabria, así como en manchas pequeñas por el borde S de la Hoja.

Por lo general las calizas presentan diversidad de colores, predominando los tonos grisáceos. Se presentan en bancos de potencia variable dando formas de relieve muy acusadas. La potencia total de este grupo oscila de 200 a 300 m y su aprovechamiento como roca industrial está muy extendido.

Calizas y margas — S₁₂₋₁₀₅

Sus afloramientos se sitúan al N y S de la Hoja. Predomina una alternancia de calizas y margas en la cual las calizas se presentan en bancos, de tonos grisáceos y ocre, mientras que las margas son de tonos claros y de potencia inferior.

La resistencia de estos materiales a la erosión es muy desigual, ya que se observan fenómenos exógenos como cornisas, resaltes, etc.

Calizas, margas y areniscas — S₁₂₋₁₀₅₋₈

Este grupo aflora en la mitad S de la Hoja de manera irregular.

Alternan bancos de calizas y margas con niveles de areniscas, presentando las calizas colores grisáceos, mientras que las margas suelen tener tonos más claros, generalmente blanquecinos. Las areniscas son de colores amarillentos, dando en conjunto tonos gris-amarillentos.

La potencia de este grupo es muy considerable, llegando en ocasiones a alcanzar los 300 m. Por lo general su resistencia a la erosión es muy elevada.

Area II₂

Conglomerados y areniscas – S₇₋₈

Los afloramientos de este grupo, ampliamente representado en la Hoja de estudio, se distribuyen irregularmente por la zona S de la Hoja.

Litológicamente está constituido por areniscas y conglomerados de tonos rojizos. Su resistencia a la erosión es alta y la presencia de recubrimientos nula.

Conglomerados, areniscas y argilitas – S₇₋₈₋₁₀

Este grupo aflora por la mitad S de la Hoja, estando ampliamente representado.

Litológicamente son areniscas de color rojizo y gris con intercalaciones de conglomerados y arcillas arenosas de tonos rojizos y verdes, bien consolidados y presentando el grupo una abundante fracturación.

Respecto a la erosión, su resistencia a ésta es alta, disminuyendo con la presencia de argilitas. Sus recubrimientos son prácticamente nulos.

Areniscas – S₈

Se distribuyen de manera discontinua por la zona S de la Hoja en estudio.

Litológicamente son areniscas con una proporción de cuarzo muy alta. Son de color amarillento-blanquecino.

La resistencia a la erosión de estos materiales es elevada, produciéndose suelos poco potentes de arenas debido a la alteración en superficie de estos materiales.

Arenas y arcillas – S₃₋₅

Se distribuyen irregularmente por el cuadrante SE de la Hoja.

Litológicamente este grupo está formado por una mezcla de niveles de arcilla con arenas, siendo las arcillas de colores grisáceos y las arenas de colores amarillentos.

Su resistencia a la erosión es baja, pudiendo existir en determinadas ocasiones suelos con potencia superior a 2 m.

Areniscas y arcillas – S₈₋₅

Se distribuye este grupo de forma irregular en pequeños afloramientos por el borde S de la zona en estudio.

En general, este grupo está constituido por cuarzo-arenitas muy cementadas y arcillas de color rojizo. Eventualmente suelen aparecer niveles de arcilla de color grisáceo.

La resistencia a la erosión de estos materiales varía de media a baja, dependiendo de la concentración de niveles más resistentes (areniscas).

Area II₃

Conglomerados y areniscas — S_{7,8}

Geográficamente se sitúan estos depósitos bordeando los materiales paleozoicos de la Sierra de la Demanda, así como en el borde N de los afloramientos mesozoicos de la Cordillera Ibérica existentes en la Hoja.

Litológicamente está formado por una alternancia de niveles, más o menos horizontales, de areniscas y conglomerados, pudiendo tener en ocasiones niveles margosos intercalados. Estos materiales en conjunto dan tonalidades rojizas.

Su resistencia a la erosión es alta y la presencia de suelos, por lo general, es nula.

Area II_{3'}

Arcillas, margas y yesos — S₅₋₁₀₅₋₁₄

Se distribuye este grupo en pequeños afloramientos de forma irregular por toda la Hoja.

Litológicamente está constituido por margas abigarradas, arcillas rojas y yesos. En ocasiones estos yesos se hacen masivos, siendo en superficie de tonos grisáceos, mientras que las arcillas y margas son de tonos rojizos.

Su resistencia a la erosión es baja y el aprovechamiento industrial de estos yesos está muy extendido.

Area III₁

Aluviales de arenas, arcillas y gravas — Q_a

Incluimos dentro de esta Area la totalidad de los materiales cuaternarios ligados al cauce actual de los ríos.

En este grupo se incluyen materiales tales como arcillas, gravas y arenas, más o menos coherentes, con una distribución irregular tanto en superficie como en profundidad y ligados a la red hidrográfica actual.

Por lo general la litología del aluvial del río Ebro posee materiales más detríticos con menos proporción de finos. Por el contrario, los aluviales procedentes del NE de la zona son más arcillosos y con menor proporción de arenas y gravas, llegando en ocasiones a carecer de estos materiales.

Su resistencia a la erosión es baja.

Area III_{1'}

Depósitos coluviales, terrazas y glacis — Q_c, Q_t y Q_g

Los depósitos coluviales se sitúan en el ángulo SO y NE de la Hoja. Litológicamente están formados por fragmentos de rocas y bolos de gran tamaño procedentes de los materiales paleozoicos y mesozoicos generalmente calizos, mezclados con arcillas.

Los depósitos de terrazas y glacis, distribuidos en una banda de extensión variable, con dirección E-O y rodeando el cauce actual del río Ebro, están formados por una mezcla de gravas y arcillas de colores rojizos.

Su resistencia a la erosión es de media a baja, dependiendo del grado de cementación de estas gravas.

Area III₂

Arcillas y gravas – T₅₋₂

Se sitúa este grupo en el N de la Hoja, siendo sus afloramientos de reducida extensión.

Litológicamente está formado por arcillas, con abundantes cantos redondeados y con tonalidades rojizas.

Su resistencia a la erosión es baja.

Arcillas arenosas – T_{5/3}

Este grupo está representado por un afloramiento existente en el ángulo NO de la Hoja.

Litológicamente está formado por arcillas, más o menos arenosas, de color ocre, presentando eventualmente algún nivel de margas y areniscas.

Su resistencia a la erosión es baja.

Margas y areniscas – T₁₀₅₋₈

Este grupo se sitúa en el ángulo NO de la zona de estudio. Está formado por margas de colores ocre, con intercalaciones de niveles de areniscas, siendo su resistencia a la erosión baja.

Area III_{2'}

Conglomerados, calizas y margas – T₇₋₁₂₋₁₀₅

Este grupo se localiza en el ángulo SE de la Hoja. Litológicamente está constituido por conglomerados fuertemente cementados, de cantos medianos de calizas y margas. Son de colores grisáceos. Su resistencia a la erosión oscila de media a alta, desarrollándose suelos arcillosos.

Gravas, arcillas y conglomerados – T₂₋₅₋₇

Este grupo está ampliamente representado en el cuadrante SO de la Hoja.

Está formado por una mezcla de cantos cementados por una matriz arcillosa y con abundantes niveles de conglomerados. La coloración de esta formación es rojiza y su resistencia a la erosión es elevada.

Conglomerados y arcillas – T_{7.5}

Se encuentran distribuidos irregularmente por el borde N de la Hoja.

Litológicamente es una mezcla de gravas y conglomerados muy cementados, presentando los cantos una granulometría muy heterogénea y siendo su matriz arcillosa de color rojizo.

Su resistencia a la erosión es media.

Conglomerados – T₇

Se encuentra situado este grupo en el cuadrante SO de la Hoja.

Está formado por un conglomerado cementado con matriz arcillosa rojiza. En superficie está menos compactado, produciéndose abundantes coluviales de poca potencia. Su resistencia a la erosión varía de media a elevada.

Areniscas y conglomerados – T_{8.7}

Se sitúan en el cuadrante SO de la Hoja. Litológicamente este grupo está formado por conglomerados cementados con una matriz arcillosa de tonos rojizos, con cantos muy heterogéneos, llegando frecuentemente a pasar a areniscas de grano grueso. A veces estos niveles se encuentran entremezclados.

Su resistencia a la erosión es elevada.

Area III₃

Calizas – T₁₂

Se distribuyen irregularmente por el borde N de la zona de estudio.

Son calizas de colores muy blancos, con algún recubrimiento arcilloso de escasa potencia. Se presentan en bancos de diferente espesor.

La resistencia a la erosión de estas calizas es alta.

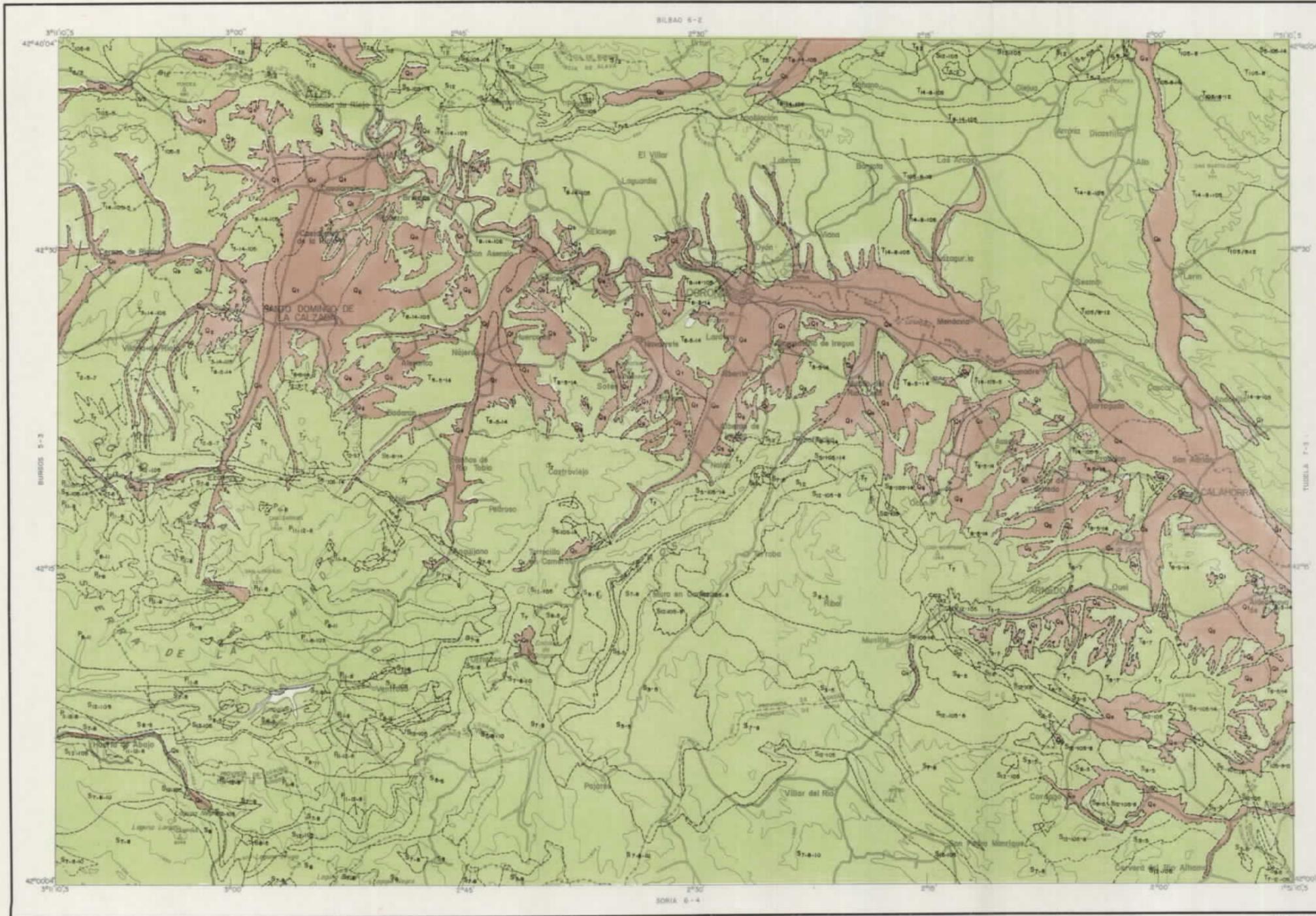
Area III₄

Margas y arcillas – T₁₀₅₋₅

Este grupo se encuentra en el ángulo NO de la Hoja.

Litológicamente es una alternancia de margas y arcillas, teniendo en conjunto una resistencia a la erosión baja o moderada.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS LITOLOGICAS
I	I ₁	<p>Se incluye en ella el conjunto de rocas datadas como paleozoicas, en las que predominan los esquistos, areniscas, cuarcitas, calizas, conglomerados y grauwackas.</p> <p>Presentan alta lajosidad, abundantes fracturaciones y resistencia a la erosión elevada.</p>
II	II ₁	<p>Incluye los terrenos mesozoicos, no triásicos en los que predominan calizas, margas, carniolas, areniscas y arcillas en menor proporción.</p> <p>Su resistencia a la erosión es alta.</p>
	II ₂	<p>Incluye los terrenos mesozoicos no triásicos en los que la litología predominante son areniscas, conglomerados, arenas y argilitas.</p> <p>Su resistencia a la erosión depende del grado de cimentación.</p>
	II ₃	<p>Se incluye en ella los materiales de edad triásica cuya litología está formada por conglomerados, areniscas, calizas, margas, arcillas y carniolas.</p> <p>Su resistencia a la erosión es media o alta y los recubrimientos de escasa potencia.</p>
	II _{3'}	<p>Se incluyen aquí materiales triásicos cuya litología predominante son arcillas, margas y yesos. La resistencia a la erosión de estos materiales es baja.</p>
III	III ₁	<p>Incluimos en esta Area a los depósitos aluviales formados litológicamente por arenas, arcillas y gravas. Su resistencia a la erosión es baja.</p>
	III _{1'}	<p>Se agrupan aquí los depósitos cuaternarios de origen coluvial, terrazas y glacis constituidos por gravas, arcillas y fragmentos de rocas. Su resistencia a la erosión es baja.</p>
	III ₂	<p>Agrupamos aquí a un conjunto de materiales granulares finos formados por arcillas arenosas, niveles de areniscas, arenas y margas arenosas.</p> <p>Su resistencia a la erosión es media - baja.</p>
	III _{2'}	<p>Se incluye a los materiales terciarios con predominio de materiales gruesos; constituido por conglomerados, areniscas, calizas y margas en menor proporción, su resistencia a la erosión es elevada.</p>
	III ₃	<p>Incluimos en esta Area a los materiales terciarios cuya litología son calizas principalmente. Son de colores cremas o grises y su resistencia a la erosión es alta.</p>
	III ₄	<p>Agrupamos en este apartado una serie de materiales terciarios constituidos fundamentalmente por yesos areniscosos, margas, arcillas y arenas siendo su resistencia a la erosión de baja a media.</p>
	III ₅	<p>Se incluyen en ella a los materiales de edad terciaria cuya litología está formada por margas y areniscas de tonos amarillentos con una resistencia a la erosión baja.</p>



Escala, 1:400.000

SUSTRATO

P7-11	Conglomerados y pizarras.
P11-12-8	Pizarras, calizas y areniscas.
P11-8-103	Pizarras, areniscas y cuarcitas.
P11-8	Pizarras y areniscas.
P8-11	Areniscas y pizarras.
P11-101-7	Pizarras, grauvacas y conglomerados.
S8	Areniscas.
S7-8-10	Conglomerados, areniscas y argilitas.
S12-105	Calizas y margas.
S7-8	Conglomerados y areniscas.
S5-105-14	Arcillas, margas y yesos.
S12	Calizas.
S3-5	Arenas y arcillas.
S12-105-8	Calizas, margas y areniscas.
S8-5	Areniscas y arcillas.
T7-12-105	Conglomerados, calizas y margas.
T105-8	Margas y areniscas.
T14-8-105	Yesos, areniscas y margas.
T105/8-12	Margas yesíferas y calizas.
T8-5-14	Areniscas, arcillas y yesos.
T5/3	Arcillas arenosas.
T8-14-105	Areniscas, yesos y margas.
T14-105-5	Yesos, margas y arcillas.
T2-5-7	Gravas, arcillas y conglomerados.
T8-7	Areniscas y conglomerados.
T7	Conglomerados.
T13-14-105	Arenas, yesos y margas.
T7-5	Conglomerados y arcillas.
T5-2	Arcillas y gravas.
T105-5	Margas y arcillas.
T12	Calizas

FORMACIONES SUPERFICIALES

Qa	Aluvial de gravas, arenas y limos	Qg	Glacis de gravas
Q1	Terraza de gravas, arenas y arcillas	Qc	Coluvial de bolos y cantos

Yesos, margas y arcillas – T₁₄₋₁₀₅₋₅

Este grupo, situado geográficamente en el borde NO de la Hoja, comprende una alternancia de niveles de yesos, margas y arcillas, presentando abundantes niveles de otros tipos de sales. Los colores son generalmente grises, aunque localmente pueden ser más blancos.

Su resistencia a la erosión es muy desigual, desde muy baja a moderada, observándose abundantes fenómenos exógenos, geomorfológicos, ligados a la distinta acción de los agentes de erosión externas sobre las diferentes litologías.

Areniscas, yesos y margas – T₈₋₁₄₋₁₀₅. Yesos, areniscas y margas – T₁₄₋₈₋₁₀₅. Areniscas, arcillas y yesos – T₈₋₅₋₁₄. Arenas, yesos y margas – T₃₋₁₄₋₁₀₅

Estos grupos litológicos, todos ellos muy semejantes, se extienden de forma amplia por la Cuenca del Ebro a lo largo de la Hoja. Su litología incluye areniscas, yesos, margas, arcillas y arenas. Están formados por una alternancia de niveles de yesos, margas y arcillas, normalmente de poco espesor, con colores amarillentos que hacia el E se tornan rojizos. Las areniscas dan con frecuencia abundantes resaltes debido a la mayor resistencia a la erosión. Hacia el O de la Hoja, debido a los frecuentes cambios de facies, aparecen niveles de arenas de color amarillo-blanco, con intercalaciones de margas y niveles discontinuos de yesos de color grisáceo.

La resistencia a la erosión es muy desigual, desde baja a moderada, observándose abundantes fenómenos geomorfológicos exógenos ligados a la distinta acción de los agentes de erosión externa sobre las diferentes litologías.

Margas yesíferas y calizas – T_{105/8-12}

Este grupo se encuentra situado sobre el ángulo NE de la zona de estudio.

Litológicamente comprende unas margas yesíferas de color amarillo grisáceo con intercalaciones de niveles de calizas de tonos blanco-grisáceos.

La resistencia a la erosión de estos materiales es media.

Area III₅

Margas y areniscas – T₁₀₅₋₈

Este grupo se sitúa en el ángulo NE de la Hoja, siendo su extensión de poca importancia.

Está formado litológicamente por niveles de margas subhorizontales con intercalaciones de areniscas de tonos amarillento-grisáceos.

Su resistencia a la erosión es de baja a media, dependiendo de la mayor o menor abundancia de una u otra litología.

2.5. CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS

En este apartado se analizarán los principales rasgos morfológicos, 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.

Area I₁

Los terrenos que constituyen esta Area se sitúan casi siempre por encima de los 1.500 m de altura, alcanzando una altitud máxima de 2.271 m en el pico de San Lorenzo, en la Sierra de la Demanda.

Presentan una morfología muy acusada, con pendientes comprendidas entre el 15 y 30 por ciento.

Su estabilidad es alta, viéndose afectada tanto por acciones climáticas (heladicidad), que provocan el cuarteamiento y ruptura de los macizos, ocasionando el desprendimiento de bloques, como por la tectonización de los materiales que influyen desfavorablemente sobre su comportamiento global.

Area II₁

Presenta en general una morfología muy variada con pendientes que oscilan del 7-30 por ciento.

Al O de la zona de estudio, en los materiales calizos, es frecuente encontrar fenómenos de disolución, manifestándose en superficie por la aparición en zonas llanas de abundantes dolinas de mayor o menor extensión.

La estabilidad de los materiales de ésta Area se puede considerar de distinto comportamiento. Las zonas mayores se consideran inestables bajo la acción del hombre, mientras que las calizas son estables tanto bajo condiciones naturales como bajo la acción del hombre, salvo en zonas que presentan excesiva fracturación.

Area II₂

Presenta una morfología muy abrupta, con pendientes comprendidas entre el 15 y 30 por ciento y altitudes que varían entre los 1.500 y 2.223 m.

En general esta Area se considera estable, tanto bajo condiciones naturales como bajo la acción del hombre. Sólo en el caso en que existan tramos de argilitas en los que excavaciones de fuertes taludes pueden facilitar desligamientos de unidades pizarrosas a favor de la estratificación y pizarrosidad, puede perderse la estabilidad.

Area II₂

La Area en general presenta una morfología de formas llanas a abruptas con predominio de estas últimas en la mitad S de la Hoja, con pendientes comprendidas entre el 15 y 30 por ciento.

Su estabilidad es favorable, exceptuando los tramos en que este material se encuentre muy fracturado.

Area II₃

La topografía es muy variada con pendientes que oscilan de suaves a acusadas

La Area se considera como inestable ya que la baja resistencia a la erosión facilita, en unos casos, la meteorización y, en otros, la disolución (en este caso de los yesos) tanto si se encuentran masivos como diseminados en las margas.

Area III₁

Presenta una morfología de formas llanas o suavemente alomadas, con pendientes inferiores al 7 por ciento.

Los depósitos aluviales se consideran estables y sólo podrán producirse fenómenos e inestabilidades en el caso de que se socave el material subyacente.

Area III₁'

Esta Area presenta una morfología suave en las terrazas y glacis, haciéndose más abrupta en los coluviales.

Las terrazas y los glacis son estables bajo la acción del hombre y bajo condiciones naturales, mientras que en los coluviales, debido a su heterogeneidad litológica y escasa cohesión de los materiales, disminuye dicha estabilidad.

Area III₂

Presenta en general una morfología de formas llanas con abundantes alomaciones y con pendientes inferiores al 7 por ciento.

La resistencia a la erosión de estos materiales oscila de media a baja según afloren niveles de arenisca, que son los que presentan más resistencia.

Su estabilidad natural es elevada así como también bajo la acción humana.

Area III₂'

Su topografía es variada con formas de relieve llanas y abruptas.

Se considera estable bajo condiciones naturales, aunque en los tramos margosos y arcillosos la acción del hombre puede provocar deslizamientos de ladera y desprendimientos.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS
I	I ₁	Presenta una morfología abrupta con pendientes entre el 15 y el 30 por ciento. La Area es estable, excepto cuando los taludes coincidan con la dirección de estratificación o pizarrosidad.
II	II ₁	Presenta una morfología con grandes variaciones, oscilando los relieves desde llanos a montañosos y las pendientes topográficas desde el 7 al 30 por ciento. Las zonas margosas se las considera inestables y las calcáreas estables exceptuando zonas donde exista intensa fracturación o disolución.
	II ₂	Presenta una morfología abrupta con pendientes comprendidas entre el 15 y 30 por ciento. La estabilidad de estos terrenos es alta.
	II ₃	Presenta una morfología variada con oscilaciones en el relieve que oscilan desde llanas a montañosas y pendientes comprendidas entre el 7 y el 30 por ciento. Son materiales estables a excepción de zonas donde los fenómenos de fracturación sean muy acusados.
	II _{3'}	Su morfología presenta relieves que varían de suaves a acusados con pendientes comprendidas entre el 7 y el 20 por ciento. Su estabilidad es baja tanto bajo condiciones naturales como bajo la acción del hombre.
III	III ₁	Presenta una morfología con relieves llanos y pendientes inferiores al 7 por ciento, en ocasiones con ligeros escarpes marginales. Su estabilidad natural es elevada.
	III _{1'}	Presenta una morfología con relieves llanos en las terrazas y glaciares, acentuándose las pendientes en los coluviales. Son terrenos estables bajo condiciones naturales e inestables bajo la acción del hombre.
	III ₂	Presenta una morfología con relieves que oscilan entre llanos y alomados, y pendientes topográficas inferiores al 7 por ciento. Su estabilidad natural es elevada.
	III _{2'}	Presenta una morfología muy variable con pendientes topográficas que oscilan entre el 7 y el 20 por ciento. Su estabilidad natural es buena, apareciendo focos de inestabilidad debida a la disgregación de estos materiales.
	III ₃	Presenta una morfología variable con oscilaciones en el relieve entre llanos y acusados, con pendientes comprendidas entre el 7 y el 20 por ciento. Su estabilidad natural es elevada.
	III ₄	Presenta una morfología de relieves suaves con pendientes inferiores al 7 por ciento. En general su estabilidad es muy precaria, debida a la abundancia de fenómenos exógenos y a la fácil disolución de los yesos.
	III ₅	Presenta una morfología con relieves alomados y pendientes inferiores al 7 por ciento, siendo su estabilidad natural elevada.



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, pendiente superior 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
-  Falla supuesta
-  Cabalgamiento

FENOMENOS GEOLOGICOS EXOGENOS

-  Formas de relieve muy acusadas
-  Formas de relieve alomadas
-  Topografía llana
-  Desprendimientos
-  Abarrancamientos
-  Pizarrosidad muy acusada
-  Dolinas
-  Taludes verticales
-  Cuevas vivienda
-  Recubrimientos por alteración
-  Deslizamientos en potencia
-  Deslizamientos en activo
-  Deslizamientos en potencia a favor de la pendiente natural
-  Zonas de hundimientos
-  Acumulación de rocas sueltas

DIVISION ZONAL

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

Area III₃

Presenta en general una morfología con relieves intermedios y abruptos.

Su resistencia a la erosión es alta y son estables bajo condiciones naturales y bajo la acción del hombre.

Area III₄

Esta Area presenta una morfología de formas llanas o suavemente alomadas con pendientes inferiores al 7 por ciento.

Su resistencia a la erosión en general es baja, aunque existen, no obstante, niveles de areniscas más resistentes a la erosión que destacan en superficie en forma de resaltes y en ocasiones en bloques sueltos procedentes de la disgregación de estos materiales.

Area III₅

Presenta una morfología de formas llanas con pendientes inferiores al 7 por ciento.

Su estabilidad es favorable tanto bajo condiciones naturales como bajo la acción del hombre.

2.6. CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS

En éste apartado se analizarán las características 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 pueden aparecer.

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

Area I₁

Estos terrenos se consideran, en pequeño, como impermeables, admitiendo en conjunto una cierta permeabilidad ligada a la abundante fracturación existente.

El drenaje de esta Area se considera en general favorable, efectuándose por escorrentía muy activa y por percolación a través de fracturas. La existencia de niveles de agua en profundidad es muy escasa, pudiendo existir acumulaciones de agua en capas muy superficiales debido a la lajosidad y abundante fracturación de los materiales.

Area II₁

Los materiales de esta Area se consideran en pequeño impermeables, pero en conjunto poseen una cierta permeabilidad ligada a la fracturación existente.

El drenaje se considera favorable, efectuándose por escorrentía activa y percolación a través de fisuras.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS
I	I ₁	<p>Sus terrenos se consideran en pequeño impermeables, admitiendo en grande una cierta permeabilidad ligada a su tectonización y lajosidad.</p> <p>El drenaje efectuado por escorrentía superficial activa, se considera favorable y la posible aparición de acuíferos en profundidad es muy reducido, apareciendo aisladamente conectados a zonas de fracturas.</p>
II	II ₁	<p>Sus terrenos se consideran en pequeño impermeables y en conjunto poseen una permeabilidad debida a la fracturación. El drenaje se le considera favorable, efectuándose por escorrentía activa y percolación a través de fisuras.</p>
	II ₂	<p>Sus terrenos se consideran impermeables con un drenaje favorable efectuado por escorrentía activa. La posible existencia de agua en profundidad está ligada a fracturas y materiales de relleno.</p>
	II ₃	<p>Sus terrenos se consideran impermeables en pequeño admitiendo una cierta permeabilidad en grande ligada al grado de fisuración. El drenaje efectuado por escorrentía activa se le considera favorable.</p>
	II _{3'}	<p>Sus terrenos se consideran impermeables. El drenaje varía según la pendiente. En zonas llanas el drenaje es nulo mientras que en zonas montañosas se efectúa por escorrentía superficial activa.</p>
III	III ₁	<p>Sus terrenos se consideran semipermeables, sin embargo, esta denominación presenta grandes variaciones según su litología.</p> <p>El drenaje se considera deficiente efectuándose por percolación natural.</p>
	III _{1'}	<p>Sus materiales se consideran permeables pudiendo existir pequeñas costras discontinuas y de poca potencia impermeables.</p> <p>El drenaje de estas zonas se le considera favorable efectuándose por percolación natural.</p>
	III ₂	<p>Sus materiales son impermeables con un drenaje por escorrentía poco activa deficiente. La posible existencia de agua en profundidad es nula.</p>
	III _{2'}	<p>Sus terrenos se consideran impermeables, aunque en zonas muy alteradas son semipermeables. El drenaje en los primeros es aceptable, efectuándose por escorrentía activa y en los segundos el drenaje es favorable efectuándose por escorrentía muy activa.</p>
	III ₃	<p>Sus materiales se consideran en pequeño como impermeables y en conjunto poseen una permeabilidad por percolación debido a la fracturación en las calizas.</p> <p>El drenaje es aceptable por percolación y escorrentía.</p>
	III ₄	<p>Sus terrenos se consideran impermeables, con un drenaje deficiente efectuándose por escorrentía superficial poco activa, con presencia de aguas selenitosas.</p>
	III ₅	<p>Estos terrenos se les considera como impermeables con un drenaje deficiente efectuándose por percolación natural y escorrentía poco activa.</p>



Escala 1:4000.000

CONDICIONES DE DRENAJE

- Zonas con drenaje Nulo
- Zonas con drenaje Deficiente
 - D₁ Drenaje por percolación natural
 - D₂ Drenaje por percolación y escorrentía poco activa
 - D₃ Drenaje por escorrentía poco activa
- Zonas con drenaje Aceptable
 - A₁ Drenaje por escorrentía activa
 - A₂ Drenaje por percolación y escorrentía
 - A₃ Drenaje aceptable por percolación a través de fracturas
 - A₄ Drenaje por percolación superficial
- Zonas con drenaje Favorable
 - F₁ Drenaje por escorrentía muy activa
 - F₂ Drenaje por percolación a través de fisuras
 - F₃ Drenaje por escorrentía y percolación natural
 - F₄ Drenaje por percolación natural
 - F₅ Drenaje por percolación a través de fracturas en los primeros metros
- 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 | | HIDROLOGIA SUBTERRANEA | | FACTORES HIDROLOGICOS VARIOS | |
| | Límite de cuenca hidrográfica | | Zonas sin acuíferos | | Zonas propensas a encharcamientos |
| | Límite de subcuenca hidrográfica | | Zonas con acuíferos en formaciones permeables por porosidad intergranular | | Presencia de aguas selenitosas |
| | Red de drenaje | | Zonas con acuíferos por fisuración | | Vaguadas con recubrimientos impermeables y con drenaje deficiente |

DIVISION ZONAL

-
-
-

Area II₂

Sus materiales se consideran, globalmente, como impermeables, si bien en ciertas zonas, en donde predominan las litologías granulares, pueden darse como permeables.

Esto, unido a la desigual morfología, generalmente acusada, condiciona un drenaje, por escorrentía, muy activo.

En las zonas en que existen materiales margosos y pendientes menos acusadas se pueden producir encharcamientos poco extensos, tanto en el tiempo como en extensión, sin llegar a presentar un problema hidrológico.

Area II₃

En general los materiales que incluye esta Area se consideran impermeables, admitiendo una cierta permeabilidad en grande, ligada al mayor o menor grado de fisuración existente. El drenaje se efectúa por escorrentía superficial activa y en conjunto se considera favorable.

Area II_{3'}

Los materiales que la integran se consideran impermeables, siendo el drenaje nulo en zonas morfológicamente llanas, mientras que en las zonas donde existen pendientes acusadas se efectúa por escorrentía superficial activa.

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 aglomerantes hidráulicos ordinarios.

La posibilidad de niveles acuíferos en profundidad es nula.

Area III₁

Los materiales de esta Area se consideran, en conjunto, semipermeables, pudiendo variar esta condición debido a los cambios de litología existentes dentro de la zona.

El drenaje se considera deficiente, efectuándose por percolación natural, pudiendo mejorar en zonas donde la litología sea más rica en materiales granulares.

Area III_{1'}

Sus materiales se consideran permeables. En esencia, presenta una litología bastante similar a la de la Area III₁, así como sus características hidrológicas.

El drenaje se considera favorable, efectuándose por percolación natural.

Area III₂

Los materiales que integran esta Area se consideran impermeables, con un drenaje deficiente que se efectúa por escorrentía poco activa. Es frecuente encontrar zonas de encharcamientos locales en vaguadas, donde las arcillas abundan.

En esta Area aparece la litología T₅₋₂ cuyos materiales son semipermeables.

Area III₂

Los materiales que integran esta Area se consideran semipermeables e impermeables. Los materiales impermeables poseen un drenaje aceptable, efectuándose por escorrentía superficial muy activa.

Area III₃

Son materiales que se consideran en pequeño impermeables y que, en conjunto, poseen una cierta permeabilidad por percolación, debido a la fracturación de las calizas.

El drenaje de esta Area se considera aceptable por percolación y escorrentía.

Area III₄

Los terrenos se consideran impermeables, con un drenaje deficiente que se efectúa por escorrentía superficial poco activa.

La presencia de niveles de yeso en la litología hace que estas condiciones sean desfavorables, ya que la presencia de agua disuelve al yeso separando iones sulfato, que la hacen altamente perjudicial frente a aglomerantes hidráulicos.

Area III₅

Estos terrenos se consideran como impermeables, con un drenaje deficiente que se efectúa por percolación natural y escorrentía poco activa.

Es frecuente encontrar, en lugares en los que abundan las margas con arcillas, zonas de encharcamiento local. Por lo general estas zonas se encuentran ubicadas en las pequeñas vaguadas existentes dentro de esta Area.

2.7. CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

En este apartado se analizarán las principales características geotécnicas de la Hoja, entendiendo bajo tal acepción todas aquellas que estén implicadas con la mecánica del suelo y su posterior comportamiento al verse solicitado por las actividades técnicas del hombre.

Este análisis se centrará de modo especial en los aspectos de capacidad de carga y posibles asentamientos, indicando al mismo tiempo todos aquellos factores que, de forma directa o indirecta, influyan sobre su óptima utilización como base de sustentación de edificaciones industriales o urbanas.

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 en lo hasta ahora expuesto, seguiremos, en la primera parte de este punto, refiriéndonos a cada una de las áreas de forma individualizada, para luego, y de forma global, exponer las características sismorresistentes de toda la Hoja, indicando qué tipo de fenómenos pueden ocurrir y qué zonas tendrán más propensión a ellos.

Áreas I₁; II₁; II₂; II₃; III₂' y III₃

Incluimos en este apartado una serie de subdivisiones en las cuales, pese a ser distintas sus características litológicas e hidrológicas, mecánicamente presentan un comportamiento similar.

En general los terrenos que la integran admiten capacidades de carga alta, no produciéndose para los mismos asentamientos de ningún orden.

Los problemas masivos que pudieran surgir estarán íntimamente ligados al mayor o menor grado de tectonización y lajosidad existente, pudiendo crear una serie de zonas potencialmente inestables al ser sometidas a cargas.

Area II₃'

Las características mecánicas de los materiales que constituyen esta Area responden a una capacidad de carga baja y a unos asentamientos que oscilan de medios a elevados.

La presencia de yeso, ya sea en láminas o masivo, influye de manera desfavorable en las características mecánicas de esta Area, pudiéndose producir asentamientos bruscos por disolución de éstos. Es conveniente tener en cuenta que este material es fuertemente agresivo a los aglomerantes hidráulicos ordinarios.

Area III₁

Los materiales que integran esta Area poseen las siguientes características mecánicas: la capacidad de carga es media, asientos de magnitud media y en ocasiones diferenciales.

Los problemas mecánicos están ligados a la heterogeneidad litológica, que influye sobre el comportante global al reaccionar de forma diferente ante cargas similares, produciéndose, como consecuencia y en algunas zonas, asentamientos diferenciales.

Area III₁'

La capacidad de carga de estos materiales es alta y los posibles asentamientos que experimentan bajo la acción de estas cargas son de magnitud media.

Estas características pueden variar puntualmente, dependiendo del grado de cohesión de estos materiales.

Area III₅ y III₂

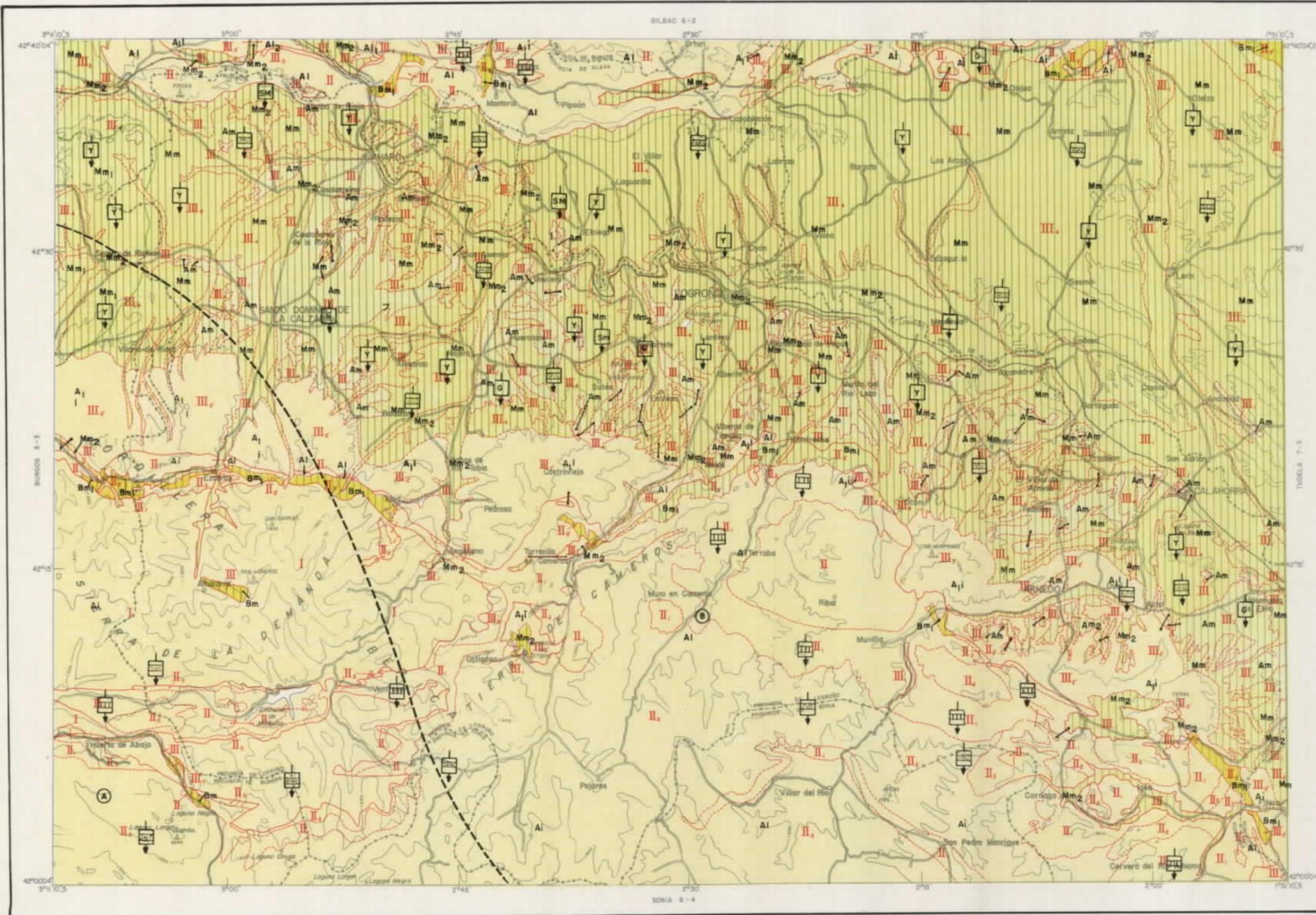
Los materiales que integran estas Areas admiten capacidad de carga media, siendo sus posibles asentamientos también de magnitud media.

Estas características pueden variar puntualmente ya que la presencia de niveles de arcillas y margas influyen desfavorablemente sobre estas características.

Area III₄

En general los terrenos que abarca esta subdivisión presentan una capacidad de carga media y unos asientos de magnitud media.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS GEOTECNICAS
I	I ₁	<p>Sus terrenos admiten capacidad de carga alta, no apareciendo para los mismos asentamientos de ningún orden.</p> <p>Los problemas mecánicos están relacionados con el mayor o menor grado de lajosidad y tectonización.</p>
II	II ₁	<p>Sus materiales tienen una capacidad de carga alta, no siendo previsible la presencia de asientos importantes.</p>
	II ₂	<p>Sus materiales tienen una capacidad de carga alta, excepto las formaciones argilíticas, cuya capacidad de carga es media. No se prevé la aparición de asientos importantes.</p>
	II ₃	<p>Sus materiales presentan una capacidad de carga alta, no siendo previsible la presencia de asientos importantes.</p>
	II _{3'}	<p>Sus materiales presentan una capacidad de carga baja, observándose la presencia de sulfatos, produciéndose asentamientos de magnitud media a elevada.</p>
III	III ₁	<p>Sus terrenos admiten capacidad de carga media y asientos de la misma magnitud.</p> <p>Los problemas mecánicos están ligados a la heterogeneidad litológica.</p>
	III _{1'}	<p>Sus materiales presentan una capacidad de carga alta y los posibles asentamientos que experimentan bajo la acción de esas cargas son de magnitud media.</p>
	III ₂	<p>Sus terrenos admiten capacidad de carga media y asientos de magnitud media.</p> <p>Los problemas mecánicos pueden surgir por la existencia de algunos niveles margosos.</p>
	III _{2'}	<p>Sus terrenos admiten capacidades de carga de magnitud elevada, no produciéndose por lo general asientos.</p> <p>Los problemas mecánicos están ligados a la falta de cementación de los materiales y su inestabilidad potencial.</p>
	III ₃	<p>Los materiales presentan una capacidad de carga alta, no siendo previsible la presencia de asientos importantes.</p>
	III ₄	<p>Sus terrenos presentan una capacidad de carga media y unos asientos de magnitud media.</p> <p>Los problemas mecánicos pueden surgir por la presencia de niveles de yesos de fácil disolución por el agua, así como de las aguas selenitosas, factores que hacen que el comportamiento sea muy irregular.</p>
	III ₅	<p>Sus materiales presentan una capacidad de carga media y asientos de magnitud media. Los problemas mecánicos están relacionados con los distintos horizontes litológicos que integran estos depósitos.</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
- M/B Zonas con capacidad de carga Muy Baja
- Límite de separación de zonas

ASIENTOS PREVISIBLES

- i Zonas con inexistencia de asientos
- m₁ m₂ Zonas con asientos de magnitud media
m₁ Asentamientos bruscos por disolución de yesos
m₂ Asentamientos diferenciales
- g Zonas con asientos de magnitud elevada
- Límite de separación de zonas

GRADO DE SISMICIDAD

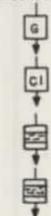
- A Bajo $G \leq VI$
- B Medio $VI < G \leq VIII$
- C Alto $G > VIII$
- Escala internacional macroscópica (MSK)
- - - Límite de separación de zonas

SIMBOLOGIA



- y Presencia de yesos
- sm Recubrimientos areno-limosos
- sn Niveles de areniscas
- sc Niveles de calizas
- sm Niveles de calizas

FACTORES GEOTECNICOS VARIOS



- g Recubrimientos de gravas
- cl Recubrimientos de arcillas
- sm Niveles de margocalizas
- sl Niveles de areniscas y margas

DIVISION ZONAL

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

La existencia de yesos en esta Area influye de manera desfavorable en las características mecánicas, de tal forma que pueden aparecer zonas con pequeñas oquedades producidas por disolución, presentándose problemas de asentamientos bruscos en estos casos.

Como epílogo de este punto y tal como se indicó en principio, analizamos someramente las características sismorresistentes de la Hoja.

De acuerdo con el "Mapa de zonas sísmicas generalizadas de la Península Ibérica" se observan dos zonas distintas dentro de la Hoja. Una situada sobre el ángulo NO, con un grado macrosísmico $G < VI$, y la otra por el resto de la Hoja, con un grado de intensidad macrosísmica $VI < G \leq VIII$.

En la zona primera ($G < VI$) no tenderán a producirse por acciones sísmicas efectos dañosos a las construcciones.

En la segunda 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 de moderados a graves (grietas en muros, caídas de bloques, etc.) y en las "construcciones reforzadas" daños ligeros o moderados.

Por todo ello, debiera en toda la segunda zona preverse en las edificaciones y construcciones la posible aparición de fenómenos sísmicos, realizándose según las direcciones 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 anteriores sirve de base para poder pasar a dar unas condiciones constructivas.

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

En síntesis, las condiciones constructivas de los terrenos existentes en la Hoja se han englobado dentro de las acepciones: Muy Desfavorables, Desfavorables, Aceptables y Favorables.

3.1. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS MUY DESFAVORABLES

Se han incluido en este grupo aquellos terrenos en los cuales los problemas más relevantes, en su grado de desfavorabilidad, son de tipo litológico, geomorfológico y geotécnico (p.d). De tipo geomorfológico. De tipo litológico, hidrológico y geotécnico (p.d). De tipo geomorfológico y geotécnico (p.d).

Problemas de tipo geomorfológico y geotécnico (p.d)

Los terrenos aquí incluidos se sitúan hacia el ángulo NO de la Hoja.

Están formados por una alternancia de yesos, margas y arcillas que implican la aparición de abundantes fenómenos geomorfológicos, como hundimientos, deslizamientos, etc., debidos, en parte, al distinto comportamiento ante la erosión de los mismos y, en parte, a la fácil disolución de los yesos.

La presencia de yesos acarrea la aparición, en superficie, de aguas selenitosas, muy corrosivas frente a los aglomerantes hidráulicos ordinarios y, en profundidad, la creación de oquedades que pueden colapsar de forma súbita al incidir sobre ellos cargas externas.

El conjunto de todos estos factores condiciona la evaluación constructiva muy desfavorables de estos terrenos.

Problemas de tipo geomorfológico

Se han incluido en este apartado pequeños retazos de materiales paleozoicos y mesozoicos distribuidos irregularmente por toda la Hoja, principalmente por la Sierra de la Demanda y la Sierra Cantábrica.

En ellas la desfavorabilidad constructiva ha sido dada por su acusada morfología, con pendientes topográficas superiores al 30 por ciento.

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 S₅₋₁₀₅₋₁₄.

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

Problemas de tipo geomorfológico y geotécnico (p.d)

Se incluyen aquí una serie de terrenos paleozoicos situados en la Sierra de la Demanda, en los cuales el carácter de muy desfavorable, respecto a las condiciones constructivas, está condicionado principalmente por la gran variedad litológica: pizarras, calizas, cuarcitas, etc. Predominando los materiales lajosos y muy tectonizados. La morfología es muy acusada, con pendientes superiores al 30 por ciento. Estos dos aspectos dan a ciertas zonas de características mecánicas favorables una engañosa apariencia.

3.2. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS DESFAVORABLES

Se han incluido aquí aquellos terrenos en los cuales los problemas más relevantes son de tipo geomorfológico; de tipo geomorfológico y geotécnico (p.d); de tipo litológico y geomorfológico; de tipo litológico, hidrológico y geotécnico (p.d) y de tipo hidrológico y geotécnico (p.d).

Problemas de tipo geomorfológico

Incluimos en este grupo a los materiales paleozoicos y mesozoicos ubicados en la mitad S y N de la Hoja.

Comprende varios tipos de litología, relacionándose los problemas geomorfológicos con las pendientes habituales de esta zona, que están comprendidas entre el 15 y el 30 por ciento, factor que marca el carácter desfavorable respecto a las características constructivas.

Problemas de tipo geomorfológico y geotécnico (p.d)

Incluimos en este apartado los materiales paleozoicos que aparecen en la Sierra de la Demanda.

Sus características son iguales a las descritas en el apartado 3.1, con la única diferencia que aquí las pendientes son menores, generalmente comprendidas entre el 15 y 30 por ciento.

Problemas de tipo litológico y geomorfológico

Los materiales que componen este grupo son fundamentalmente areniscas, conglomerados, gravas y arcillas. Se distribuyen de forma irregular según una banda discontinua de dirección E-O.

El carácter de desfavorabilidad constructiva está condicionado tanto por la variación litológica existente como por la morfología acusada, con pendientes comprendidas entre el 15 y 30 por ciento.

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

Se incluyen aquí prácticamente la mayoría de los depósitos aluviales existentes en la zona, a excepción de los del río Ebro.

En todos ellos su litología predominante es de arenas, arcillas y gravas, aunque el porcentaje de arcillas y limos es mayor debido a las formaciones que la rodean.

Esta heterogeneidad litológica no sólo se manifiesta en superficie, sino que se continúa en profundidad, afectando a las características mecánicas del suelo.

Hay que resaltar además la presencia de un nivel freático a escasa profundidad, que influye de manera desfavorable en la ejecución de cualquier tipo de obra.

Problemas de tipo hidrológico y geotécnico (p.d)

Incluimos dentro de este apartado una serie de materiales cuaternarios, de origen aluvial, distribuidos por el borde N de la Hoja.

En ellos, la existencia de un nivel freático a cotas muy reducidas favorece el que los terrenos se encuentren muy saturados en determinadas épocas del año. Por otra parte su litología, formada por arenas, arcillas y gravas dispuesta de forma caótica, influye desfavorablemente en las condiciones constructivas.

3.3. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS ACEPTABLES

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

Problemas de tipo geomorfológico

Con este tipo de problemas se presentan muy diversas litologías, distribuidas de forma irregular por toda la zona de estudio.

En ellas los únicos problemas existentes, que influyen en la valoración constructiva de los terrenos, se centran en la morfología, ya que presentan pendientes comprendidas entre el 7 y 15 por ciento.

Problemas de tipo litológico y geomorfológico

Se incluyen en este grupo una serie de formaciones de conglomerados, areniscas, gravas y arcillas, distribuidas irregularmente por la zona central de la Hoja.

Este grupo es similar al descrito ya en el apartado 3.2, con la única diferencia que aquí las pendientes son menores, comprendidas entre el 7 y el 15 por ciento.

Problemas de tipo litológico y geotécnico (p.d)

Incluimos en este apartado la casi totalidad de las formaciones miocenas, distribuidas por la mitad N de la Hoja.

En ellas, la denominación de aceptabilidad constructiva ha sido dada a causa de los problemas que sobre su comportamiento mecánico plantea la gran variedad litológica.

La alternancia de arcillas, margas, areniscas, niveles de yesos, etc., de diferente comportamiento respecto a cargas externas, repercute sobre las posibles obras a ejecutar. Por otra parte, la presencia de niveles de yesos en la litología, debido a su escasa continuidad, representa en sí un problema litológico.

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

Las zonas incluidas en este grupo están formadas por el aluvial del Ebro y otros depósitos de semejante litología.

La aceptabilidad constructiva viene dada por un nivel freático a escasa profundidad y por una heterogeneidad litológica, ya que están formadas por arenas, arcillas y gravas, dispuestas de forma caótica, tanto en superficie como en profundidad.

Problemas de tipo geomorfológico y geotécnico (p.d)

Incluimos en este apartado a una serie de terrenos cuya litología la constituyen arcillas, areniscas y margas y niveles de yesos, distribuidos de forma irregular por la mitad N de la Hoja.

Estos materiales presentan una morfología cuyas pendientes oscilan entre el 7 y el 15 por ciento. Las características mecánicas son de tipo medio (capacidad de carga y asentamientos), aunque la presencia de niveles de yesos y los problemas que estos comprenden pueden disminuir localmente la valoración constructiva de estos materiales, considerándolos en general como aceptables.

3.4. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS FAVORABLES

Incluimos dentro de este apartado los terrenos que en general presentan condiciones constructivas favorables, pero que puntualmente pueden presentar problemas de tipo geomorfológico y geotécnico (p.d); de tipo geotécnico (p.d) y de tipo litológico y geotécnico (p.d).

Problemas de tipo geomorfológico y geotécnico (p.d)

Incluimos dentro de este apartado a una serie de materiales ubicados en el ángulo NO de la Hoja.

Litológicamente están constituidos por arcillas arenosas y niveles de areniscas. Los problemas que estos materiales pueden acarrear están ligados tanto a las características mecánicas (capacidad de carga media y asentamientos medios), como a los problemas geomorfológicos ocasionados por niveles de areniscas que producen abundantes alomaciones.

Problemas de tipo geotécnico (p.d)

Se incluyen aquí una serie de materiales de distintas litologías y que se distribuyen de forma irregular por la zona de estudio.

En general son materiales calizos y el único problema que presentan es el de eliminar los posibles recubrimientos existentes, ya que las características mecánicas de estos son netamente inferiores a las de la roca.

Problemas de tipo litológico y geotécnico (p.d)

Indicamos dentro de este apartado a los materiales cuaternarios cuya litología está formada por gravas, arcillas y fragmentos de rocas. Se encuentran distribuidos a lo largo de una franja central de dirección E-O.

Los únicos problemas que pueden surgir están relacionados con una alternancia litológica y su diferente comportamiento al verse sometidos a cargas de gran intensidad.

BIBLIOGRAFIA

- Banco de Bilbao. **Renta Nacional de España** (1971).
- Banco Español de Crédito. **Anuario del Mercado Español** (1971).
- Cámara Oficial de Comercio, Industria y Navegación. **Atlas Industrial de España** (1964-1965).
- 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 21 Logroño.**
- I.G.M.E. **Mapa Geológico de España a E 1:200.000 Hoja 22 Tudela.**
- I.G.M.E. **Mapa Geológico de España a E 1:200.000 Hoja 20 Burgos.**
- I.G.M.E. **Mapa Geológico de España a E 1:200.000 Hoja 31 Soria.**
- 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 la España Peninsular, Baleares y Canarias.**
- I.N.E. **Nomenclator de la Provincia de Logroño.**
- I.N.E. **Nomenclator de la provincia de Navarra.**
- M.O.P. **Datos Climáticos para carreteras.**
- Presidencia del Gobierno. **Normas Sismorresistentes P.G, S-1 (1968) Parte A.**
- Presidencia del Gobierno. **Selección de Cabeceras de Comarca y Núcleos de expansión de las provincias españolas** (1970).
- Presidencia del Gobierno. **Doce años de planes provinciales** (1970).
- Servicio Cartográfico del Ejército. **Cartografía a E 1:200.000 Hoja 6-2 Logroño.**
- Secretaría General Técnica. Ministerio de Industria. **Economía Industrial** (1972).
- Consejo Económico Sindical Interprovincial del Ebro. **Ponencia: usos industriales.**
- Excelentísima Diputación Provincial de Logroño. **Resumen del Estudio Socio-Económico de la Provincia. Conclusiones y Recomendaciones.**
- I.G.M.E. **Estudio Geológico de la Provincia de Logroño** (1969).