

MINISTERIO DE INDUSTRIA

DIRECCION GENERAL DE MINAS

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

HOJA	5-3
	20

00247

MAPA GEOTECNICO GENERAL

BURGOS



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

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

BURGOS

HOJA 5-3/20

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

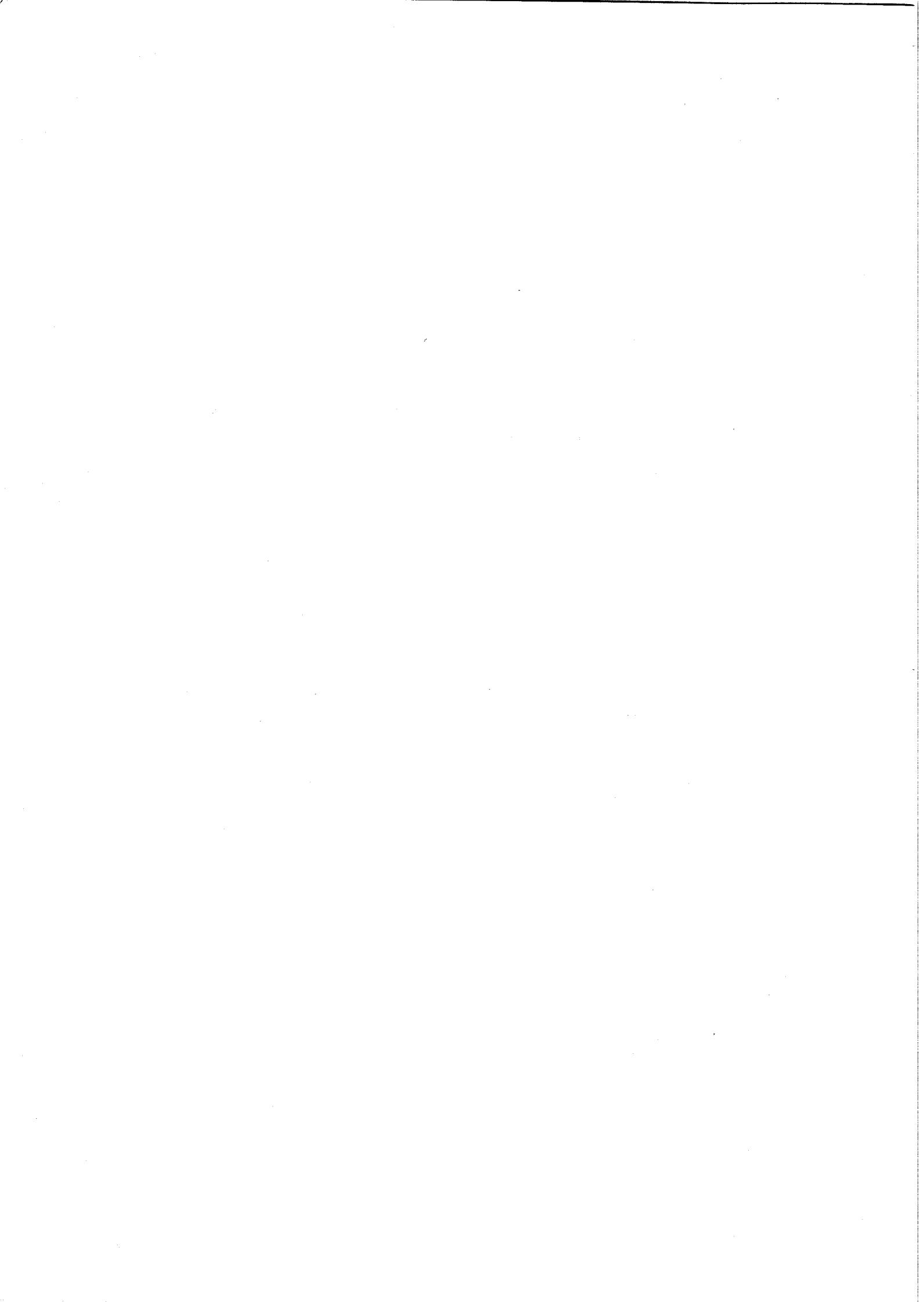
Servicio de Publicaciones - Ministerio de Industria - Claudio Coello, 44 - Madrid-1

Depósito Legal: M. 35732 - 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	5
2.3. Criterios de división. Características generales de las Areas	9
2.4. Formaciones superficiales y sustrato	16
2.5. Características geomorfológicas	25
2.6. Características hidrogeológicas	29
2.7. Características geotécnicas	33
3. INTERPRETACION GEOTECNICA DE LOS TERRENOS	37
3.1. Terrenos con condiciones constructivas muy desfavorables	37
3.2. Terrenos con condiciones constructivas desfavorables	38
3.3. Terrenos con condiciones constructivas aceptables	40
3.4. Terrenos con condiciones constructivas favorables	42
BIBLIOGRAFIA	43



1. INTRODUCCION

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2. DESCRIPCION DE FACTORES CON INCIDENCIA GEOTECNICA

2.1. CARACTERISTICAS FISICO-GEOGRAFICAS

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

La Hoja estudiada corresponde a la designada con la numeración 5-3 del Mapa Topográfico Nacional a E 1:200.000, situándose sobre el Centro Norte de la Península Ibérica.

Su demarcación está definida por las coordenadas:

Longitud: $4^{\circ} 31' 10'' 4 - 3^{\circ} 11' 10'' 5$

referida al Meridiano Greenwich dato Europeo y

Latitud: $42^{\circ} 40' 04'' 4 - 42^{\circ} 00' 04'' 6$

Administrativamente incluye parte de las provincias de Burgos y Palencia, correspondiendo a la primera los terrenos del centro y borde E y a la segunda los restantes. Como centros de población más importantes se destacan, a parte de Burgos capital, que da nombre a la Hoja, Villadiego, Melgar de Fernamental, Castrojeriz, Covarrubias, Mece-reyes, Briviesca, Belorado, Pradoluengo y Salas de los Infantes en la primera y Alar del Rey, Herrera de Pisuerga, Osorno, Fromista, Astudillo, Torquemada y Palenzuela en la segunda.

La densidad demográfica es muy inferior a la media nacional de $63,33 \text{ hab/km}^2$ (año 1969), oscilando sobre los 25 hab/km^2 en Burgos y 27 hab/km^2 en Palencia.

La industrialización está muy centralizada en Burgos capital. En el resto de la zona, la evolución industrial es claramente regresiva produciendo una lenta, pero continua emigración humana.

La morfología presenta grandes variaciones; dándose en toda la zona central formas de relieve llanas, a veces con pequeñas alomaciones, y altitudes medias de 800 m; en el borde N, el relieve presenta formas abruptas, con altitudes de 1.000-1.300 m; y en el ángulo SE, adquiere formas montañosas y muy abruptas, con altitudes que alcanzan en algunos puntos los 2.000 m.

La red hídrica muestra una neta divisoria de agua, que cruza la Hoja por su ángulo NO, englobando y dirigiendo parte de los aportes, potencialmente los menos importantes, sobre la cuenca del Ebro, y el resto sobre los ríos Pisuerga y Arlanzón, afluentes ambos al Duero.

CLIMATOLOGIA Y METEOROLOGIA

Para el estudio de las condiciones climáticas de la Hoja se han consultado, aparte de una serie de datos generales del Servicio Meteorológico Nacional y del Ministerio de Obras Públicas, los puntuales de los observatorios pluviométricos de Melgar de Fernamental, Fromista, Alar del Rey, Castrojeriz y las termopluviométricas de Burgos y Villafría (aeródromo). La elección de estas estaciones fue condicionada, en parte, por poseer datos que cubren amplios períodos de tiempo, y, en parte, por representar, entre ellos, todas las posibles variaciones climáticas existentes.

Los datos que a continuación se incluyen hacen referencia a las temperaturas, precipitaciones, índices climáticos y vientos dominantes.

Temperaturas

Las temperaturas medias anuales, en un período de 30 años (1931-60), oscilan de 8-9° C en el borde N y E de la Hoja a 11-12° C en el centro y borde O; las máximas absolutas desde 20° C en los bordes N y E a 15° C en el resto.

Las medias mensuales se han mantenido por debajo de los 5° C en los meses invernales, sin alcanzar los 20° C en los estivales. La oscilación dentro de cada mes no supera en ningún período los 4 o 5° C.

El número medio anual de horas de sol oscila, siguiendo la diagonal NE-SO, desde 1.800 h en el NE hasta 2.500 en el SO.

Precipitaciones

Las precipitaciones medias anuales, para el período 1931-60, oscilaron desde 500 mm en el ángulo SO a 800 mm en el SE, manteniéndose entre estos valores el resto de la Hoja. Estas precipitaciones se repartieron en un período de tiempo de 100 días sobre el ángulo SO y 120 en el NE.

La repartición mensual sitúa al período lluvioso en el intervalo octubre-marzo, en donde se dieron valores de 70-90 mm/mes, descendiendo en el resto de forma poco acusada.

Las heladas tienen un amplio período de vigencia, siendo normal su aparición en el período de octubre-mayo. La precipitación diaria (por mes, en el período antes indicado) da valores máximos 15-19 días en los meses de enero-febrero.

Las precipitaciones mínimas abarcan el período noviembre-abril, dando los valores máximos (5 días) en los meses de diciembre-febrero.

Las humedades relativas medias oscilaron de 60 a 90⁰ y las precipitaciones máximas en 24 h no superaron nunca los 60 mm/24 h.

Indices climáticos

Del análisis comparativo de los índices de evapotranspiración según Thornwaite y de la pluviometría media mensual se deduce que el primero se mantiene con valores máximos de 120-100 mm/mes en toda la Hoja, mientras que el segundo tiene sus máximos sobre los 60 mm/mes.

Por último, es interesante reseñar los coeficientes medios anuales de reducción climatológica para cada clase de obra. Para ello, cada obra se reparte uniformemente a lo largo de los 365 días del año, y este a su vez en 12 meses con arreglo a la siguiente tabla, 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.

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
BURGOS	0,760	0,693	0,942	0,300	0,507

Vientos dominantes

Dentro de la Hoja los vientos tienen el período estudiado (1961-72) y predominantemente, dirección E.

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 su situación relativa y su jerarquización dentro del conjunto total.

ROCAS

Los terrenos incluidos en la Hoja están formados por rocas, que abarcan desde el Paleozoico al Terciario, intercalados o recubiertos por sedimentos cuaternarios. Sobre su distribución y composición, se hace a continuación una pequeña síntesis.

Hay que aclarar que, debido a que el estudio se orienta hacia metas puramente geotécnicas, la división estratigráfica que a continuación se expone no viene reflejada en ningún documento gráfico, dándose únicamente la situación geográfica y litología más representativa, que de forma precisa se analizarán al tratar el punto 2.4. Formaciones superficiales y sustrato.

A. Paleozoico

A₁ Cámbrico

Aparece en grandes afloramientos sobre el borde SE de la Hoja.

Litológicamente, el Cámbrico Inferior se inicia con un nivel de areniscas y arenas con algunos apípodios de conglomerados, sobre los que descansan formaciones esquistosas. Recubriendo todo ello se observan series de calizas y dolomías.

Sobre él, el Cámbrico Medio se inicia con esquistos con lentejones calcáreos, se continúa con una alternancia de esquistos areniscosos y termina con areniscas masivas.

Finalmente aparece el Cámbrico Superior, perfectamente representado al O del Macizo de la Demanda, formado por una alternancia arenisco-esquistosa.

A₂ Ordovícico

Sus afloramientos se sitúan en una área que se extiende al NE y SO del Pantano de Arlanzón.

Litológicamente están formados por potentes niveles de conglomerados con pequeñas intercalaciones de areniscas y esquistos.

A₃ Carbonífero

Sus afloramientos, aparte de una serie de manchones aislados situados al S de Pradoluengo y al NO y SO del Pantano de Arlanzón, se distribuyen al NO y SE del citado Pantano.

Pese a su gran variación litológica, es posible asignar a toda la formación una clara constitución detrítica, con recubrimientos esporádicos de rocas carbonatadas.

B. Mesozoico

B₁ Triásico

1. Buntsandstein. Sus afloramientos se sitúan en los alrededores de la Sierra de la Demanda, apareciendo en forma de manchas de extensión y forma muy irregular.

Litológicamente están formados por conglomerados y areniscas de colores rojizos, en disposición horizontal, entremezclados con niveles de margas y arcillas.

2. Keuper. Sus afloramientos se sitúan masivamente al O del Pantano de Arlanzón y en forma de afloramientos aislados por todo el borde N y el borde SE de la Hoja.

Están formados por margas y arcillas abigarradas, con areniscas y yesos. En la parte superior aparecen niveles de carniolas y dolomías.

B₂ Jurásico

1. Lías. Sus afloramientos se sitúan al S y SO de Pradoluengo y al S de la Sierra de la Demanda.

En su litología se alternan bancos de calizas dolomíticas con calizas y dolomías puras. Sobre ellas aparecen calizas y margas de colores grisáceos.

2. Dogger. Sus afloramientos aparecen junto a los anteriormente descritos y están formados por calizas y calizas arenosas.

3. Malm. Sus afloramientos se distribuyen por todo el ángulo SE de la Hoja, así como por algunas partes del borde N.

Están formados por calizas y margas que pasan progresivamente a cuarzoarenitas de cemento calcáreo.

4. Facies Wealdica. Sus afloramientos se distribuyen en parte por el borde N de la Hoja y en parte por el ángulo SE.

Los primeros están formados, en un nivel inferior, por pudingas abigarradas, arcillas, areniscas y calizas lacustres, todo ello dando una típica coloración rojiza-blancuecina. Sobre éste conjunto se observa otro en el cual son las areniscas la litología dominante, siendo muy escasas las arcillas.

Los segundos están constituidos por potentes series de sedimentos continentales de ambiente deltaico, representados por una variada gama de conglomerados, cuarzoarenitas, limos, limonitas, calizas y margas, todos con una coloración muy vistosa.

B₃ Cretácico

1. Cretácico Inferior

1.1. Albense

Aparece ampliamente representado en el ángulo SE, observándose asimismo pequeños manchones sobre el borde N.

En su composición se alternan pudingas, areniscas, arenas, gravas y arcillas más o menos ricas en arena, dando en su conjunto una coloración muy variada (blanca, amarilla, rojiza, etc.).

2. Cretácico Superior

En él se distinguirán las formaciones de la Sierra de la Demanda y las de la Cordillera Cantábrica.

A. Sierra de la Demanda

2.1. Cenomanense

Sus afloramientos están formados por calizas arenosas, margas blanco-amarillentas y margas amarillentas.

2.2. Turonense-Senonense

Se inicia con unos niveles de calizas y margas arenosas, pasándose a continuación a bancos calizos grisáceos y muy compactos.

B. Cordillera Cantábrica

2.1₁ Cenomanense

Está constituido por margas y calizas arenosas, con algunos niveles esencialmente arenosos. En general la potencia media oscila de 60 a 100 m.

2.2₁ Turonense

Está constituido por bancos de margas ocre con algunos lechos calcáreos.

2.3₁ Campaniense

Está constituido por calizas arenosas de tonos rojizos con intercalaciones de niveles margosos más o menos rojizos.

C. Terciario

C₁ Oligoceno

Sus afloramientos se sitúan sobre el borde NE de la Hoja, al N de Pradoluengo y al NO y SE de Mecerreyes.

Los primeros están formados por areniscas y margas de color ocre rojizo y los dos últimos por brechas de cantos calcáreos y matriz arcillo-arenosa, todo ello dando una coloración marcadamente rojiza.

C₂ Mioceno

1. Vindoboniense. Debido a la gran extensión territorial de esta formación y a sus continuas variaciones de facies, es muy difícil en este apartado describirla adecuadamente. Por esta razón se da únicamente el conjunto de litologías más representativas, dejando para el apartado 2.4. la descripción detallada de cada grupo.

Globalmente está formado por arcillas, margas, margas yesíferas, areniscas y niveles calizos, más o menos entremezcladas y con coloraciones ocre grisáceas-blancuecinas.

2. Pontiense. Estas formaciones se sitúan sobre la diagonal NE-SO, desde la parte central hasta el ángulo SO.

Está formada por calizas blancas o grisáceas muy claras, a veces algo térreas y margosas. Generalmente aparecen con un pequeño recubrimiento arcilloso rojizo y se apoyan sobre niveles de arcillas, arenas y conglomerados.

3. Plioceno. Sus depósitos, distribuidos preferentemente por el borde S y O de la Hoja, están formados por cantos de cuarcitas redondeadas mezclados con arcillas sabulosas rojizas y arenas arcillosas.

D. Cuaternario

Se incluyen aquí los terrenos que forman el entorno próximo y lejano de todos los ríos.

Están formados por una mezcla de arcillas, arenas y gravas muy irregularmente distribuidas, tanto en superficie como en profundidad.

TECTONICA

Es posible distinguir dentro de la área estudiada tres grandes períodos, cuyos límites no son precisados por grandes discordancias tectónicas.

El primero va desde el Precámbrico al Westfaliense. Se caracteriza por una abundante sedimentación detrítica en relación con débiles movimientos epirogénicos.

El segundo va desde el Westfaliense al Oligoceno Superior. Es un período de sedimentación y de epirogénesis, además de plegamiento.

El tercero va desde el Mioceno a la actualidad y en él se remodeló, en etapas sucesivas, la forma actual de la Sierra de la Demanda.

2.3. CRITERIOS DE DIVISION. CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS AREAS

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

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

CRITERIOS DE DIVISION GEOTECNICA

Siguiendo los criterios previstos para la realización de la división zonal en esta escala de trabajo, así como sus posibles subdivisiones, se han delimitado 3 Regiones y 12 Areas; una en la primera Región, cinco en la segunda, y seis en la última.

La Región I incluye el conjunto de terrenos paleozoicos aflorantes en la Hoja y se distribuye por su cuadrante SE. La Región II agrupa el conjunto de terrenos mesozoicos, distribuyéndose por el ángulo SE y borde N. La Región III agrupa los terrenos terciarios y cuaternarios que cubren el resto de la zona.

Para la delimitación de las unidades de segundo orden (Areas) dentro de cada Región nos apoyaremos en la homogeneidad macrogeomorfológica de los terrenos.

El proceso seguido para ello ha tenido como base el estudio de los diferentes tipos de rocas, su resistencia a la erosión, su comportamiento mecánico ante los distintos movimientos tectónicos que han actuado sobre ellos y sus distintas formas de relieve, configuradas éstas 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, II₂, II₃, II₃; y en la Región III, las Areas III₁, III₁, III₂, III₂, III₃ y III₄.

Dentro de la Area I₁ se incluye un conjunto rocoso formado por pizarras, grauwackas, areniscas, calizas y conglomerados de elevada resistencia a la erosión y muy tectonizadas.

Dentro de la Area II₁ se incluye el conjunto de rocas mesozoicas, no triásicas, en el cual son las calizas y las rocas eminentemente calcáreas las litologías predominantes. En general su resistencia a la erosión es alta y su morfología oscila de alomada a montañosa.

Dentro de la Area II₂ se incluye el conjunto de rocas mesozoicas, no triásicas, en el cual la fracción predominante está constituida por materiales detríticos. En general su resistencia a la erosión oscila de media a baja y su morfología entre llana y alomada.

Dentro de la Area II₂ se incluye el conjunto de terrenos mesozoicos, no triásicos, en el cual la fracción predominante está constituida por materiales cohesivos. En general su resistencia a la erosión es baja y su morfología alomada.

Dentro de la Area II₃ se incluye el conjunto de terrenos mesozoicos triásicos en los cuales no aparecen los yesos en el conjunto de las litologías que los forman. En general su resistencia a la erosión es elevada y su morfología oscila de alomada a abrupta.

Dentro de la Area II₃ se incluye el conjunto de terrenos mesozoicos triásicos en los cuales los yesos (masivos o diseminados) aparecen como uno de los elementos constitutivos. Su morfología es llana y su resistencia a la erosión baja.

Dentro de la Area III₁ se incluye el conjunto de depósitos cuaternarios conectados al cauce actual de los ríos. Litológicamente está formado por una mezcla de arcillas, arenas, limos y gravas, en general bastante cementados. Son muy sensibles a la erosión y su morfología es llana.

Dentro de la Area III₁ se incluye el conjunto de depósitos cuaternarios de origen coluvial. Litológicamente está formado por una mezcla de arcillas, arenas, gravas, bolas, cantos y lajas de diferentes materiales. Su morfología es irregular y su resistencia a la erosión baja.

Dentro de la Area III₂ se incluye el conjunto de terrenos terciarios en los cuales las fracciones predominantes son cohesivas y granulares muy finas. Su resistencia a la erosión es baja y su morfología oscila de llana a alomada.

Dentro de la Area III₂ se incluye el conjunto de terrenos terciarios en los cuales predominan fracciones detríticas gruesas. Su resistencia a la erosión es baja y su morfología llana.

Dentro de la Area III₃ se incluye el conjunto de terrenos terciarios en los cuales las calizas son la litología predominante. Su resistencia a la erosión oscila de alta a moderada y su morfología es llana.

Dentro de la Area III₄ se incluye el conjunto de terrenos terciarios en los cuales el yeso en forma masiva en alternancia o diseminado, aparece como litología accesoria o predominante. Su morfología oscila de alomada a acusada y su resistencia a la erosión es baja y selectiva.

CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS AREAS

Area I₁

Se distribuye irregularmente por el borde E de la Hoja desde Pradoluengo hacia el S, englobando todos los terrenos datados como Paleozoicos.

Su litología muestra fuertes variaciones en su constitución, entremezclándose pizarras, areniscas, grauwackas, calizas y conglomerados; en general todas ellas con elevada resistencia a la erosión, fuerte fracturación, lajosidad y escasos recubrimientos.

Su morfología presenta relieves que oscilan de intermedios a montañosos, con pendientes topográficas superiores casi siempre al 7 por ciento y alcanzando en muchos puntos valores superiores al 30 por ciento. En general la estabilidad de sus terrenos se considera elevada, pudiendo decrecer puntualmente a causa de la lajosidad, tectonización y de la irregular distribución de los recubrimientos.

Sus materiales se consideran, en pequeño, como impermeables, admitiendo, en grande, una cierta permeabilidad ligada a la fracturación y lajosidad existente. El drenaje, efectuado por escorrentía superficial y percolación a través de fisuras, se considera favorable. No es normal la aparición de acuíferos en profundidad, estando ligada la posible existencia de agua a zonas fracturadas.

Las características mecánicas, en el aspecto de capacidad de carga y magnitud de posibles asentamientos, se consideran como favorables. Sin embargo, la disposición en lajas de ciertas litologías puede condicionar la existencia de eventuales deslizamientos al incidir sobre ellas cargas en la misma dirección que la esquistosidad y la pendiente natural.

Area II₁

El conjunto de terrenos aquí incluidos (mesozoicos no triásicos con litología predominantemente caliza) se distribuyen sobre el borde N y sobre el ángulo SE de la Hoja.

Si bien la litología dominante es la de las calizas, estas aparecen mezcladas o intercaladas con niveles de margas, carniolas y areniscas, dando en conjunto una coloración que oscila de gris a ocre terrosa. Globalmente la resistencia a la erosión se considera elevada y su grado de estabilidad alto; no obstante, y siempre de forma puntual, se observan una serie de depósitos sueltos de poca resistencia a la erosión y bastante inestables, sobre todo al actuar sobre ellos la acción del hombre.

Sus materiales se consideran, en pequeño, impermeables, con una cierta permeabilidad, en grande, ligada a la fracturación existente. El drenaje, efectuado por escorrentía superficial y percolación por fisuras, se considera favorable.

Su morfología presenta grandes variaciones, oscilando su relieve desde formas prácticamente llanas, con pendientes inferiores al 7 por ciento, a formas montañosas, con relieves superiores al 30 por ciento.

Sus características mecánicas, en los aspectos de capacidad de carga y magnitud de los posibles asentamientos que aquellas provocaran, se consideran favorables; únicamente en zonas de rápida alternancia o donde aparezcan abundantes depósitos sueltos, estas características pueden empeorar de forma muy acusada. Por consiguiente los únicos problemas geotécnicos surgirán de la aparición de irregulares recubrimientos y de la alternancia litológica.

Area II₂

El conjunto de terrenos aquí incluidos (mesozoicos no triásicos en los cuales predominan materiales detríticos) se distribuye sobre el ángulo SE de la Hoja.

Litológicamente son una mezcla de areniscas, conglomerados, arenas y argilitas distribuidas muy irregularmente y con una resistencia a la erosión muy variable. En general su coloración varía desde gris blanquecina a rojiza, no siendo anormal la posible aparición de enclaves puntuales de arcillas y margas.

Sus materiales se consideran en general impermeables, con unas condiciones de drenaje, efectuado por escorrentía superficial activa, favorable.

Sus características mecánicas se consideran globalmente favorables (capacidad de carga alta e inexistencia de asientos); sin embargo pueden aparecer zonas en las cuales estos factores, debido a cambios bruscos de litología, varíen radicalmente en sentido negativo.

Area II_{2'}

El conjunto de terrenos aquí incluidos (mesozoicos no triásicos en los cuales predominan los materiales cohesivos) se distribuye en forma de manchas irregulares por el centro N y el ángulo SE de la Hoja.

Litológicamente están formados por una mezcla de margas y arcillas de colores grises y rojizos, con intercalaciones de arenas y areniscas de color blanco rojizo. En general, tanto el grado de cementación como la resistencia a la erosión son bajos, aumentando en aquellas zonas en las que predominan los niveles de areniscas.

Su morfología presenta formas de relieve que oscilan de llanas a ligeramente alomadas, con pendientes topográficas inferiores al 7 por ciento.

La estabilidad, muy condicionada por la litología, es elevada allí donde predominan las arenas y areniscas y muy deficiente en el resto.

Sus materiales se consideran globalmente como semipermeables, observándose numerosas zonas (allí donde afloran margas y/o arcillas) totalmente impermeables.

El drenaje, efectuado por percolación natural y escorrentía poco activa, oscila entre aceptable y desfavorable.

Sus características mecánicas, tanto bajo el aspecto de capacidad de carga como en el de magnitud de los posibles asentamientos que aquellas produzcan, se consideran de tipo medio.

Area II₃

Se incluye aquí el conjunto de terrenos mesozoicos triásicos en los cuales no aparece el yeso dentro de las litologías que lo integran.

Se observan, más o menos entremezclados, areniscas, conglomerados y dolomías, formando una serie de unidades con una marcada tonalidad rojiza, elevada resistencia a la erosión y escasos recubrimientos.

Su morfología presenta formas de relieve que oscilan desde alomadas a acusadas, con pendientes topográficas que fluctúan del 7 al 30 por ciento.

Su estabilidad natural se considera elevada, tanto bajo condiciones naturales como bajo la acción del hombre.

Sus materiales se consideran impermeables, con un drenaje, efectuado por escorrentía superficial activa, favorable.

Sus características mecánicas se consideran favorables (capacidades de carga altas e inexistencia de asentamientos), estando ligados los únicos problemas geotécnicos a las heterogeneidades litológicas y a su desigual comportamiento ante acciones externas.

Area II₃

Se incluye aquí el conjunto de terrenos mesozoicos triásicos en los cuales los yesos, masivos o diseminados, aparecen como uno de los elementos constitutivos. Geográficamente su distribución es muy irregular, observándose en forma de pequeños manchones por el borde N y ángulo SE de la Hoja.

En su litología aparecen, aparte de los yesos ya mencionados, margas y arcillas, por lo general con una marcada coloración rojiza. Su resistencia a la erosión es baja, al igual que su estabilidad natural, que se ve muy influenciada tanto por causas puramente naturales como por la acción del hombre.

Su morfología presenta formas de relieve que oscilan de llanas a ligeramente alomadas, con pendientes topográficas inferiores al 7 por ciento.

Sus materiales se consideran impermeables, con un drenaje por escorrentía poco activa desfavorable. Debido a la fácil disolución de los yesos, las aguas que discurren sobre ellos se cargan de iones sulfatos, con lo cual su poder corrosivo, frente a los aglomerantes hidráulicos ordinarios, se eleva considerablemente.

Sus características mecánicas, en el aspecto de capacidad de carga y posible magnitud de los asentamientos, se consideran de tipo medio; sin embargo, la existencia de yesos implica la posible aparición de una serie de problemas (asentamientos bruscos, hundimientos, etc.) que confieren a la Area unas desfavorables condiciones constructivas.

Area III₁

Se incluye aquí el conjunto de depósitos cuaternarios conectados al cauce actual de los ríos. Su distribución geográfica es muy irregular, apareciendo retazos de la misma por toda la extensión de la Hoja.

Litológicamente está formada por una mezcla de arcillas, arenas y gravas, dispuestas erráticamente tanto en superficie como en profundidad.

Su morfología presenta formas de relieve llanas, con pendientes topográficas inferiores al 3 por ciento. En general su grado de cementación es muy variable, aspecto éste que condiciona un distinto grado de erosión de unas zonas a otras.

Sus materiales presentan grandes variaciones en su permeabilidad, oscilando desde permeables, en las zonas que rodean a los ríos Pisuerga y Arlanzón, a semipermeables, en el resto. El drenaje, efectuado por percolación natural, se considera desfavorable. Esta acepción ha sido dada por el hecho de que la rápida evacuación de los aportes hídricos

superficiales se ve muchas veces dificultada por la existencia en profundidad de niveles freáticos o lechos impermeables, factores que evitan o interfieren en su normal saneamiento.

Sus características mecánicas se consideran como de tipo medio, tanto en el aspecto de capacidad de carga como en el de magnitud de los posibles asentamientos que aquéllas produzcan. Sin embargo, la gran heterogeneidad litológica puede condicionar el empeoramiento puntual de las anteriores características.

Area III₁

Se incluyen aquí el conjunto de depósitos cuaternarios de origen coluvial situados sobre el ángulo SE de la Hoja.

Normalmente presentan una distribución extensional muy escasa y una gran variación litológica, entremezclándose arcillas y arenas, con gravas, bolos, cantos y lajas de distintos materiales.

En su morfología se observan notables variaciones; su estabilidad es baja y está muy condicionada a la acción de las causas no naturales que actúan sobre ellos.

Sus materiales se consideran globalmente como semipermeables, con un drenaje, por escorrentía poco activa, desfavorable.

Sus características mecánicas son muy variables, pues si bien los depósitos, considerados individualmente, son muy inestables y con muy desfavorables características geotécnicas, el sustrato rocoso sobre el que descansan muestra características muy favorables. Los problemas barajados para dar la valoración constructiva se han centrado sobre la inestabilidad y la necesidad de rebasar en cualquier realización de obra.

Area III₂

Se incluye aquí el conjunto de terrenos terciarios en los cuales predominan las fracciones cohesivas o granulares muy finas. Su distribución geográfica se sitúa sobre el centro.

En su litología dominan las arcillas, más o menos arenosas, con eventuales niveles de areniscas, arenas, margas arenosas y niveles calcáreos, por lo general puntuales y con escasa representación.

Su morfología da formas de relieve llanas (pendientes topográficas inferiores al 7 por ciento) entre las que se observan abundantes alomaciones y esporádicos resaltes, ligados a los niveles litológicos más competentes. La resistencia a la erosión oscila de media a baja, siendo aceptable su estabilidad natural.

Sus materiales se consideran globalmente como impermeables, con un drenaje por escorrentía superficial poco activa deficiente.

Sus características mecánicas, en los aspectos de capacidad de carga y magnitud de los posibles asentamientos, se dan en general como de tipo medio, mejorándose sensiblemente cuando aparecen niveles de areniscas o calizas.

Area III_{2'}

Se incluye aquí el conjunto de terrenos terciarios en los cuales predominan los materiales detríticos gruesos. Geográficamente se sitúan sobre el borde O y sobre el extremo próximo al aluvial del río Arlanzón.

Su litología es una mezcla de arenas, gravas y cantos cementados con arcillas y limos, por lo general con colores rojizos y moderada cementación. Su resistencia a la erosión oscila de alta a media.

Su morfología presenta formas de relieve llanas y de elevada estabilidad natural. Puntualmente pueden surgir focos de inestabilidad al disgregarse las anteriores litologías.

Sus materiales se consideran semipermeables, con un drenaje, mezcla de percolación y escorrentía superficial, aceptable.

Sus características mecánicas se consideran globalmente como de tipo medio; no obstante debe analizarse con cuidado tanto el grado de cementación como la potencia de los grupos litológicos antes descritos.

Area III₃

Se incluye aquí el conjunto de terrenos terciarios en los cuales es la caliza la litología predominante.

Geográficamente se distribuyen sobre la diagonal NE-SO, desde el centro hacia el ángulo SO.

En general la caliza, con una coloración blanquecina, aparece en bancos horizontales, con pequeñas intercalaciones margosas y recubrimientos arcillosos rojizos, procedentes estos últimos de la alteración de las calizas.

Su morfología presenta formas de relieve llanas con pendientes topográficas inferiores al 3 por ciento. Su estabilidad se considera elevada, descendiendo únicamente en los bordes de la Area, en donde la fracturación puede provocar problemas puntuales de inestabilidad.

Sus materiales se consideran, en pequeño, impermeables, con una cierta permeabilidad, en grande, ligada a la fracturación existente. El drenaje, por percolación por fractura, se da como aceptable.

Sus características mecánicas, supuesta eliminada la capa superficial de alteración, se consideran favorables (capacidad de carga alta e inexistencia de asentamientos).

Area III₄

Se incluye aquí el conjunto de terrenos terciarios en los cuales aparece el yeso, masivo, en alternancia o diseminado. Su distribución geográfica sitúa esta subdivisión sobre el centro y los ángulos SO y NE.

Litológicamente es una mezcla de margas yesíferas, margas, arcillas y yesos, en general con una marcada tonalidad blanquecina grisácea, baja resistencia a la erosión y recubrimientos limo-arcillosos de poca potencia.

Su morfología es muy variable, con formas de relieve que oscilan de alomadas a abruptas y pendientes topográficas del 3 al 15 por ciento.

Su estabilidad es muy precaria, observándose numerosas zonas con inestabilidad total, tanto bajo acciones naturales como bajo la acción del hombre.

Sus materiales se consideran impermeables, con un drenaje, efectuado por escorrentía superficial, que oscila de aceptable a desfavorable. En general, el agua que discurre sobre esta formación tiende a disolver los niveles de yeso, cargándose de iones sulfato, con lo cual su poder corrosivo frente a los aglomerantes hidráulicos ordinarios es muy elevado.

Sus características mecánicas se consideran en principio como de tipo medio; sin embargo la presencia de yesos, y los problemas que tal litología acarrea (deslizamientos, hundimientos bruscos, etc.), hacen que su valoración constructiva oscile de desfavorable a muy desfavorable.

2.4. FORMACIONES SUPERFICIALES Y SUSTRATO

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

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

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

En lo que sigue se partirá de las doce unidades definidas, especificando para cada una de ellas sus litologías. Este criterio se mantendrá en los apartados siguientes, de tal forma que a partir de ahora referiremos a ellas el conjunto de características de la Hoja, y únicamente en el último capítulo se abandonará este criterio para ejecutar la interpretación geotécnica de los terrenos de forma más precisa.

Area I₁

Se incluye en ella el conjunto de rocas paleozoicas aflorantes en la Hoja. La individualización de las mismas ha llegado a la separación de los siguientes grupos.

Pizarras, calizas y areniscas — P₁₁₋₁₂₋₈

Esta formación se sitúa al S de la Sierra de la Demanda. Está integrada por un primer nivel de areniscas gruesas con episodios conglomeráticos de color rosáceo en la base y verdoso en el techo; sobre éste aparecen otros dos, uno inferior de esquistos y otro superior de calizas. En conjunto el paquete tiene una potencia de unos 1.000 m, alta resistencia a la erosión y escasos recubrimientos.

Pizarras y areniscas — P₁₁₋₈

Este grupo aparece rebordeando, por su parte N al descrito anteriormente.

Está formado por esquistos de colores verdosos con algunas interestratificaciones de esquistos calcáreos.

Sobre ellos aparecen esquistos areniscosos con niveles aislados de areniscas.

En general la resistencia a la erosión aumenta en esta última capa, destacando notablemente del conjunto total.

Areniscas y pizarras — P₈₋₁₁

Este nivel incluye la serie de alternancias areniscas esquistos repartidas sobre la Sierra de la Demanda. Se caracteriza por esquistos grises y areniscas con nódulos limoníticos, de unos 900 m de espesor. Su resistencia a la erosión es elevada.

Conglomerados, areniscas y pizarras — P₇₋₈₋₁₁

Este grupo, situado al NE y SE del Pantano de Arlanzón, está formado por un primer nivel de conglomerados cuarcíticos sobre el que descansa una serie de areniscas grises azuladas y areniscas con nódulos limoníticos, que va pasando a areniscas y esquistos y pizarras azuladas. Su potencia oscila de 1.000 a 3.000 m, su resistencia a la erosión es elevada.

Pizarras, grauwackas y conglomerados — P₁₁₋₁₀₁₋₇

Esta formación, situada principalmente al NO y SE del Pantano de Arlanzón, la integran un amplio conjunto de unidades litológicas, entre los que predominan las rocas esencialmente detríticas.

En esencia aparece, de muro a techo, un primer nivel, mezcla de conglomerados muy heterométricos, con grandes bloques ($<1\text{ m}^3$), y de areniscas groseras; un segundo nivel de conglomerados con elementos detríticos de menor tamaño; una serie areno-esquistosa; un horizonte de areniscas microconglomeráticas; una alternancia de niveles detríticos y carbonatados; un nivel de areniscos; una serie de lentejones dolomíticos interestratificados con esquistos y areniscas y un último nivel de esquistos muy finos de color gris azulado.

Area II₁

Calizas — P₁₂

Esta litología, perfectamente representada en la Hoja, se observa al SE, sobre la carretera de Sala de los Infantes a Burgos, y sobre todo al borde N.

Son calizas de colores variados, con predominio de los grises, muy compactas y dando sobre el terrenos formas de relieve acusadas. Su potencia oscila de 200 a 250 m y su aprovechamiento industrial está muy extendido.

Calizas y margas — S₁₂₋₁₀₅

Sus afloramientos se sitúan sobre el ángulo SE de la Hoja.

Aparece una alternancia de bancos de calizas, de espesor muy variable (a veces gruesos y de colores grisáceos y a veces estrechos y de colores ocres) y niveles margosos grisáceos, que meteorizan generalmente a ocre amarillento.

Normalmente su resistencia a la erosión es muy desigual, observándose abundantes fenómenos exógenos conectados con este aspecto (cornisas, crestones, etc.).

Calizas y calizas arenosas — S_{12-12/3}

La más clara representación de esta formación se sitúa al N de la Hoja, desde Poza de la Sal hacia el O. En ella aparecen calizas y calizas arenosas de color gris, por lo general en bancos horizontales, con gran resistencia a la erosión y escasos recubrimientos.

Su aprovechamiento industrial, si bien posible, está muy poco extendido.

Calizas arenosas y margas — S_{12/3-105}

En general los únicos afloramientos observados se sitúan al O de Poza de la Sal.

Están constituidos por calizas arenosas de tonos rojizos con intercalaciones de niveles margosos más o menos rojizos.

Calizas y dolomías — S₁₂₋₁₃

Estos afloramientos se sitúan al O de Pradoluengo.

Están formados por una serie de calizas, calizas dolomíticas y dolomías bien estratificadas en bancos de 10 a 30 m, separados unos de otros por niveles arcillosos.

Calizas, areniscas y conglomerados — S₁₂₋₈₋₇

Esta formación, situada al N de la carretera de Burgos a Salas de los Infantes, se compone principalmente de bancos calizos, acompañados de niveles de cuarzoarenitas conglomeráticas y areniscas de colores rojizos. La resistencia a la erosión es alta.

Area II₂

Conglomerados y areniscas — S₇₋₈

Este grupo, aflorante sobre el ángulo SE de la Hoja, está compuesto por conglomerados y/o cuarzoarenitas, a veces con intercalaciones de arcillas cuarzoarenitas finas.

En general su resistencia a la erosión es muy alta y sus recubrimientos escasos.

Conglomerados, areniscas y argilitas — S₇₋₈₋₁₀

Esta formación, ampliamente representada en la Hoja, se sitúa sobre el ángulo SE.

Litológicamente está constituida por cuarzoarenitas conglomeráticas y arcillas cuarzoareníticas de color rojizo. No obstante aparecen intercalados con las anteriores litologías, arcillas, margas y areniscas, irregularmente distribuidas y al igual que antes con una marcada tonalidad rojiza. Su resistencia a la erosión oscila de media a baja.

Conglomerados y margas — S₇₋₁₀₅

Este grupo, por lo general de reducida extensión, se distribuye irregularmente por todo el centro N de la Hoja.

Está formado por una alternancia de margas, margo calizas, areniscas y conglomerados, dispuesta en lechos delgados y con una coloración ocre amarillenta. El conjunto tiene una potencia de unos 30 m y su resistencia a la erosión es baja.

Area II₂

Arcillas, arenas y margas — S₅₋₃₋₁₀₅. Arcillas, areniscas y margas — S₅₋₈₋₁₀₅. Margas, areniscas y arenas S₁₀₅₋₈₋₃

Pese a estar perfectamente separados e individualizados en el Mapa de Formaciones Superficiales y Substrato las tres formaciones aquí indicadas, se ha creído conveniente, dada la similitud de las fracciones que los integran, incluirlas en un único apartado.

A ello aboga el hecho de que, pese a la división efectuada, es siempre difícil predecir a priori la litología o grupo de litologías predominantes, así como su extensión territorial y sus posibles variaciones.

En general en todos los grupos aparece una mezcla de margas y arcillas de colores grises y rojizos, con niveles de areniscas, arenas y conglomerados de marcado color blanco.

Normalmente, y salvo algunos niveles de areniscas y conglomerados muy cementados, su resistencia a la erosión es baja.

Margas — S₁₀₅

Esta formación, perfectamente observable en el borde N de la Hoja, está constituida por un potente nivel (de unos 100 m) de margas de color ocre claro, con pequeñas intercalaciones de lechos calcáreos de reducido espesor. Su resistencia a la erosión es baja.

Area II₃

Carniolas — S₁₃

Aparecen claramente representados al O del Embalse de Arlanzón.

En general se observan niveles de carniolas de pequeña potencia de 60 m a 100 m, intercalados con arcillas arenosas y margas, todo ello con una marcada tonalidad ocre rojiza.

Conglomerados y areniscas – S₇₋₈

Se sitúan, al igual que el grupo anterior, al O del Pantano de Arlanzón.

Están formados por una alternancia de niveles de areniscas y conglomerados, por lo general con potencias menores a 100 m e intercalaciones margosas.

Normalmente muestran una marcada tonalidad rojiza y su resistencia a la erosión oscila de moderada a alta.

Area II₃

Arcillas y yesos – S₅₋₁₄

Esta formación, ampliamente representada, al igual que las dos anteriores, al O del Pantano de Arlanzón, y en forma de pequeños retazos por algunos puntos del centro N de la Hoja, está formada principalmente por arcillas y margas rojizas con intercalaciones de yesos y areniscas, dando en conjunto una coloración rojiza.

Su resistencia a la erosión es baja.

El hecho de haber incluido en la notación el grupo 14 (yesos) está determinado por la influencia que tal litología tiene sobre las características hidrológicas y geotécnicas de la formación, pese a ser, a veces, poco representativo y a veces inexistente.

Area III₁

Mezcla de arcillas, limos, arenas y gravas (Depósitos aluviales) – Qa

Se incluye aquí la totalidad de los depósitos que forman y rodean a la red hídrica de la Hoja.

Como es lógico no se pretende en este apartado efectuar la descripción detallada de las distintas fracciones litológicas que la forman, aspecto éste que se analizará algo más ampliamente en la descripción de sus condiciones constructivas, sino únicamente dar una idea general de la mezcla litológica, matizándola en función de la situación geográfica y amplitud de los depósitos.

En general aparecen en todos ellos arcillas, arenas y gravas con una errática distribución, tanto en superficie como en profundidad. Ahora bien, en los depósitos que rodean a los ríos Pisuerga y Arlanzón la proporción de gravas aumenta; en los situados sobre el ángulo NE, son las arenas las fracciones dominantes, y en el resto, las arcillas, casi siempre con recubrimientos limosos, son las fracciones que marcan la tónica de los depósitos.

Area III₁

Gravas y cantos con pocos finos (Depósitos coluviales) – Qc

Los únicos depósitos de este tipo reseñados en el mapa se sitúan al E del Pantano de Arlanzón. Sin embargo debe aclararse que en otros muchos puntos de la Hoja (formacio-

nes T_{12} y S_{12}) es posible observar depósitos de este tipo y que no han sido delimitados, bien por ser de reducida potencia, bien por no presentar, a posteriori, problemas importantes.

Los aquí incluidos están formados por una mezcla de materiales granulares gruesos, por lo general poco cementados, entre los que predominan las gravas, bolos y lajas. Su resistencia a la erosión oscila de media a baja.

Area III₂

Arcillas arenosas — T_{5-3}

Esta formación, posiblemente la más ampliamente representada en la Hoja, se distribuye por su Centro S y su mitad NO.

Está integrada, fundamentalmente, por arcillas arenosas de color ocre, con niveles aislados de margas y areniscas y recubrimientos de materiales granulares.

En general su potencia es elevada y su resistencia a la erosión baja.

Arcillas — T_5

Esta litología aparece (en forma de afloramientos longitudinales, casi siempre de poca extensión) al N y NE de Burgos capital.

Predominan en ella las arcillas, de color ocre amarillento, con pequeños niveles de margas blanquecinas y recubrimientos de limos y cantos de caliza, estos últimos muy aisladamente.

Su resistencia a la erosión es muy baja.

Arcillas, margas y areniscas — $T_{5-105-8}$

Este grupo, situado geográficamente sobre el ángulo NO de la Hoja, está formado por arcillas de colores rojizos, margas blanquecinas y areniscas; por lo general presenta rápidos cambios laterales de facies y escasos recubrimientos granulares.

Margas y areniscas — T_{105-8}

Este grupo, de muy escasa representación en la zona estudiada, aparece únicamente por el ángulo NE de la Hoja.

Está constituido por una mezcla de margas y areniscas, con mayor abundancia de las primeras; sobre el terreno dan coloración ocre rojiza y su resistencia a la erosión es baja.

Area III₂

Gravas, arenas y arcillas – T₂₋₃₋₅

A excepción de una zona situada al N de Lerma y otra situada al O de Pradoluengo, las formaciones aquí incluidas tienen una distribución zonal muy irregular (muy abundantes por todo el cuadrante NO, estos últimos depósitos tienen potencias muy poco homogéneas).

En todos se presenta una mezcla de gravas, arcillas y arenas, escasa cementación y coloración rojiza blanquecina. Su resistencia a la erosión oscila de baja a moderada.

Gravas y conglomerados – T₂₋₇

Esta formación, situada sobre la mitad N de la Hoja en el contacto entre las Areas II₁ y III₁, está compuesta por una mezcla de gravas y conglomerados, por lo general de gran tamaño las primeras, y cementadas por una matriz arcillosa.

Normalmente dan tonalidad rojiza y poseen una moderada resistencia a la erosión.

Conglomerados y arcillas – T₇₋₅

Los terrenos aquí incluidos se sitúan al SE de la Hoja (al N de Covarrubias).

Están formados por una mezcla de coluviales granulares (gravas y conglomerados) unidos con cemento arcilloso. Normalmente las granulometrías de los primeros son muy irregulares (grandes cantos, bolos, cantos de tamaño medio, arenas, etc.), presentan coloración sensiblemente rojiza y su resistencia a la erosión es moderada.

Arcillas, gravas y conglomerados – T₅₋₂₋₇

Los terrenos incluidos en este apartado se sitúan al SE de Burgos capital.

Litológicamente están formados por arcillas rojizas con niveles aislados de gravas y conglomerados, normalmente recubiertos por la anterior litología y sin dar resaltes topográficos. La resistencia del conjunto a la erosión oscila de baja a moderada.

Gravas, arcillas y conglomerados – T₂₋₅₋₇

Se han incluido aquí un conjunto de terrenos situados al N de Pradoluengo.

Están formados por una mezcla de gravas y cantos, cementados parcialmente con matriz arcillosa y con intercalaciones de niveles de conglomerados. En general su resistencia a la erosión es elevada.

Area III₃

Calizas – T₁₂

Se incluye aquí una serie de terrenos situados sobre la diagonal NE-SO, preferentemente de la mitad hacia el SO.

Son niveles de calizas blanquecinas, con recubrimientos arcillosos rojizos de escasa potencia y que descansan, puntualmente, en bancos de areniscas y en niveles de gravas.

Su resistencia a la erosión, supuestos eliminados los recubrimientos, es elevada.

Area III₄

Margas, calizas y arcillas – T₁₀₅₋₁₂₋₅

Los terrenos incluidos en este grupo se distribuyen principalmente en la zona comprendida entre Briviesca y Burgos.

En ellos se presenta una alternancia de margocalizas y arcillas, en bancos horizontales de poco espesor y con una coloración ocre oscura.

En general su resistencia a la erosión es muy desigual, observándose abundantes fenómenos geomorfológicos ligados a la desigual acción de los agentes de erosión externos sobre las litologías.

Margas y arcillas – T₁₀₅₋₅

En general, y pese a las divisiones efectuadas, las litologías incluidas en este grupo son muy similares a las descritas en el anterior y a las que se describirán en los siguientes. Normalmente en los grupos predominantes se mantienen de unas a otras y las únicas diferencias radican en la aparición de niveles de yesos o en la mayor o menor proporción de uno de los grupos.

En éste se observa una alternancia de margas y arcillas, alternancia que en las zonas centrales de la Hoja es predominantemente margosas y de coloración blanquecina y en las situadas hacia el N es arcillosa, con algunas intercalaciones de margas, en forma de bancos de reducido espesor.

La resistencia a la erosión oscila de baja a moderada.

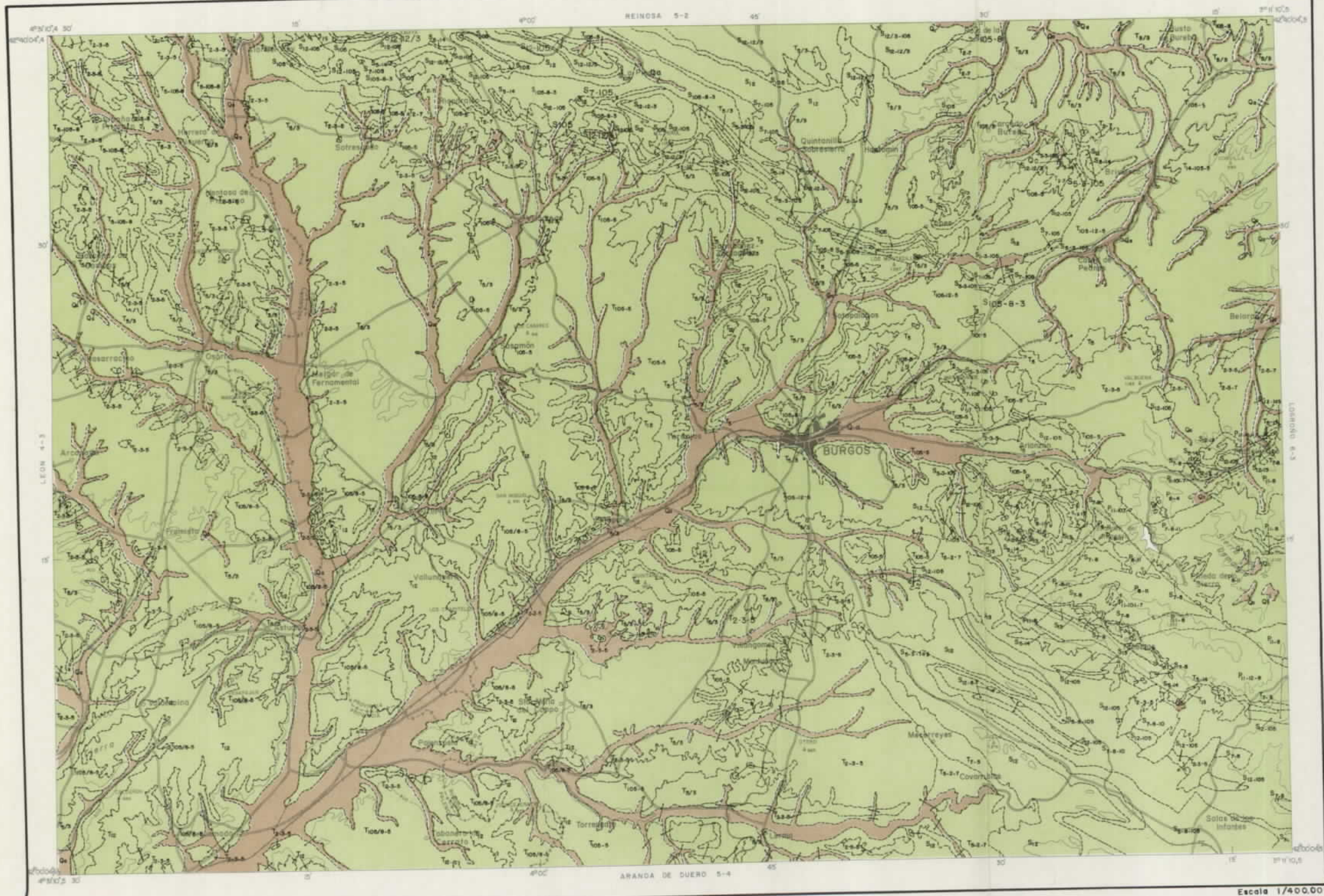
Margas yesíferas y arcillas – T₁₀₅₋₈₋₅

Los terrenos aquí incluidos se extienden predominantemente por el ángulo SO de la Hoja.

Están formados por una alternancia de margas yesíferas y arcillas dispuestas en bancos horizontales de poco espesor.

En general presentan coloración blanquecina grisácea y baja resistencia a la erosión.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS LITOLOGICAS
I	I	Se incluyen en ella el conjunto de rocas paleozoicas, pudiéndose individualizar los grupos de: pizarras, calizas y areniscas; pizarras y areniscas; areniscas y pizarras; conglomerados areniscosos y pizarras; pizarras, grau-wackas y conglomerados. Por lo general todos ellos muy competentes y con escasos recubrimientos.
II	II ₁	Se incluyen en ella el conjunto de terrenos en los cuales el grupo litológico predominante es el de las calizas, normalmente en alternancia con margas, areniscas y conglomerados. Presentan colores claros, gran competencia mecánica y escasos recubrimientos.
	II ₂	Se incluyen en ella el conjunto de terrenos en los cuales predominan los conglomerados, por lo general en alternancia con areniscas, margas y argilitas. Presentan tonalidades rojizas, elevada resistencia a la erosión y recubrimientos muy escasos.
	II _{2'}	Se incluyen en ella un conjunto de terrenos arcillosos y margosos, por lo general de color ocre, fácilmente erosionables y con pequeñas intercalaciones de niveles calcáreos.
	II ₃	Se incluyen en ella, el conjunto de terrenos en los cuales predominan los grupos de las carniolas, conglomerados y areniscas. Muestran una marcada tonalidad rojiza y su resistencia a la erosión oscila de moderada a alta.
	II _{3'}	Se incluyen en ella el conjunto de terrenos en los cuales predominan las arcillas y los yesos. Su resistencia a la erosión es baja, su coloración blanquecina rojiza y sus recubrimientos muy escasos.
III	III ₁	Los depósitos aquí incluidos están formados por una mezcla de arcillas, arenas y gravas con distribución muy errática en profundidad. Por lo general, y salvo puntos aislados presentan una cementación muy escasa y son muy sensibles a la erosión.
	III _{1'}	Los depósitos aquí incluidos están formados por una mezcla de materiales granulares gruesos por lo general poco cementados y entre los que predominan las gravas, bolos y lajas. Su resistencia a la erosión oscila entre media y baja.
	III ₂	Está formada por materiales cohesivos, arcillas y margas y con intercalaciones de arenas y areniscas. Presentan una coloración rojiza y su resistencia a la erosión es baja.
	III _{2'}	Está formada por materiales granulares, arenas, gravas, areniscas y conglomerados. Su distribución es muy irregular, su coloración rojiza y su grado de cementación reducido.
	III ₃	Está formada por niveles calcáreos blanquecinos, con recubrimientos de arcillas.
	III ₄	Está formada por margas con intercalaciones de arcillas, calizas y yesos. Presenta coloraciones blanquecinas y baja resistencia a la erosión.



SUSTRATO

T 5/14	Arcillas y yesos
T 7-8	Conglomerados y areniscas
T 14-105-5	Yesos, margas y arcillas
T 2-3-5	Gravas, arenas y arcillas
T 5-105-8	Arcillas, margas y areniscas
T 5/3	Arcillas arenosas
T 2-7	Gravas y conglomerados
T 105/8-5	Margas yesíferas y arcillas
T 12	Calizas
T 105-5	Margas y arcillas
T 5	Arcillas
T 105-12-5	Margas, calizas y arcillas
T 5-2-7	Arcillas, gravas y conglomerados
T 7-5	Conglomerados y arcillas
T 105-8	Margas y areniscas
S 12	Calizas
S 5-3-105	Arcillas, arenas y margas
S 12-12/3	Calizas y calizas arenosas
S 12/3-105	Calizas arenosas y margas
S 105	Margas
S 7-8	Conglomerados y areniscas
S 5-8-105	Arcillas, areniscas y margas
S 7-8-10	Conglomerados, areniscas y argilitas
S 12-8-7	Calizas, areniscas y conglomerados
S 7-105	Conglomerados y margas
S 12-105	Calizas y margas
S 105-8-3	Margas, areniscas y arenas
S 5-14	Arcillas y yesos
S 13	Dolomías
S 12-13	Calizas y dolomías
P 11-101-7	Pizarras, grauwacas y conglomerados
P 11-12-8	Pizarras, calizas y areniscas
P 11-8	Pizarras y conglomerados
P 8-11	Areniscas y pizarras
P 7-8-11	Conglomerados, areniscas y pizarras

FORMACIONES SUPERFICIALES

Qc

Gravas y cantos con pocos finos (Depósitos coluviales)

Qa

Mezcla de arcillas, limos, arenas y gravas (Depósitos aluviales)

Yesos, margas y arcillas — T₁₄₋₁₀₅₋₅

Los terrenos incluidos en este grupo se sitúan sobre la zona que se extiende desde el O de Briviesca hasta el borde E de la Hoja.

Están formados por una alternancia de niveles de yesos, margas y arcillas, normalmente de poco espesor. Su coloración es muy variada, si bien predominan colores grises oscuros con tintes blanquecinos. Su resistencia a la erosión es muy desigual, desde muy baja a moderada, observándose abundantes fenómenos geomorfológicos exógenos ligados a la desigual acción de los agentes de erosión externos sobre las diferentes litologías.

2.5. CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS

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

Area I₁

Sus terrenos presentan una morfología muy variada, con formas de relieve que oscilan de intermedias a montañosas y pendientes topográficas superiores siempre al 10 por ciento (en muchos puntos superan el 30 por ciento).

Normalmente, en toda ella existen abundantes fenómenos geológicos endógenos (fallas) que condicionan la aparición de una serie de áreas, en las cuales su acción y la litología eminentemente lajosa crean grandes taludes de materiales sueltos.

Su estabilidad general se da como elevada; no obstante pueden surgir, puntualmente, problemas de inestabilidad; tales hechos se producirán, bien en las zonas sueltas antes indicadas, bien al incidir cargas externas sobre formaciones rocosas en las cuales la dirección de la esquistosidad coincida con la pendiente topográfica.

Area II₁

Presenta una morfología muy variable con relieves desiguales y pendientes topográficas que oscilan del 7 al 30 por ciento.

En general los únicos fenómenos geológicos endógenos se centran en la existencia de una amplia red de fracturación, mientras que los exógenos se cifian a recubrimientos, casi siempre de poca potencia y a taludes de materiales sueltos, a veces de grandes dimensiones.

Es en zonas donde proliferan este tipo de acumulaciones rocosas (en los límites de la subdivisión) donde pueden surgir, puntualmente, problemas de inestabilidad. En el resto la estabilidad se considera elevada.

Area II₂

Presenta una morfología irregular manteniéndose el relieve entre llano y alomado y las pendientes topográficas por debajo del 10 por ciento.

No se observan fenómenos geológicos endógenos, teniendo los exógenos una amplia representación (abarrancamientos, deslizamientos, etc.).

La estabilidad de la subdivisión no puede considerarse globalmente, y así en las zonas S₇₋₈ y S₇₋₈₋₁₀ se admitirá como elevadas y en la S₇₋₁₀₅ como normal.

Area II_{2'}

Presenta una morfología con relieves llanos y pendientes topográficas inferiores al 7 por ciento, estando las únicas irregularidades ligadas a la presencia puntual de niveles más competentes.

Es normal la existencia de abundantes fenómenos geomorfológicos exógenos (deslizamientos, abarrancamientos, etc.), que aisladamente, confieren a la subdivisión una cierta inestabilidad no representada de forma extendida.

Area II₃

Presenta una morfología irregular, con relieves que oscilan de intermedios a abruptos y pendientes topográficas del 7 al 25 por ciento.

En general no se han localizado fenómenos geomorfológicos de ningún tipo; sin embargo, no debe extrañar su aparición allí donde surjan, intercalados con los niveles granulares, horizontes margosos o arcillosos. Estas litologías pueden asimismo crear pequeños focos de inestabilidad.

Area II_{3'}

Presenta una morfología bastante homogénea, con relieves llanos y pendientes topográficas inferiores al 7 por ciento.

Los fenómenos geomorfológicos exógenos tienen una amplia representación (deslizamientos, hundimientos, abarrancamientos), confiriendo al terreno un alto grado de inestabilidad, que puede aparecer por acciones naturales o por la influencia del hombre.

Area III₁

Presenta una morfología muy homogénea, con relieves llanos y pendientes topográficas inferiores al 3 por ciento.

En general, los únicos problemas geomorfológicos observados son de tipo exógeno, apareciendo pequeños desmoronamientos y deslizamientos en algunos puntos aislados del borde de la subdivisión.

La estabilidad se considera elevada. Únicamente la ruptura de las condiciones naturales de los depósitos puede ocasionar pérdidas de estabilidad.

Area III₁

Presenta una morfología con formas de relieve acusadas y pendientes superiores al 20 por ciento.

La disposición condiciona la aparición de abundantes deslizamientos que confieren a la Area una gran inestabilidad, que se ve favorecida por la acción del hombre en el desarrollo de su actividad técnica.

Area III₂

Presenta una morfología muy homogénea, con formas de relieve llanas o ligeramente alomadas y pendientes topográficas del orden del 7 por ciento.

Dadas las características litológicas de las formaciones que integran esta subdivisión, los fenómenos geomorfológicos exógenos tienen en ella una amplia representación (abarrancamientos, deslizamientos activos, en potencia, fósiles, hundimientos, etc.), no así los de tipo endógeno.

Su estabilidad natural se considera elevada, y únicamente la acción incontrolada del hombre, en la ejecución de grandes obras, puede alterar las condiciones de estabilidad existente.

Area III_{2'}

Presenta una morfología con relieves que oscilan de llanos a intermedios y pendientes topográficas del orden del 3 al 15 por ciento.

En general, dadas sus características litológicas, únicamente se producen fenómenos exógenos del tipo de desmoronamientos, siendo los mismos muy frecuentes en toda la Area.

Salvo los problemas de inestabilidad puntual ocasionados por los anteriores fenómenos, su estabilidad se considera elevada.

Area III₃

Presenta una morfología con relieves totalmente llanos y pendientes topográficas inferiores al 3 por ciento.

En general los únicos fenómenos geomorfológicos observables son de tipo exógeno (desprendimiento de bloques, pequeños hundimientos, etc.), tendiéndose a producir en los bordes de la subdivisión.

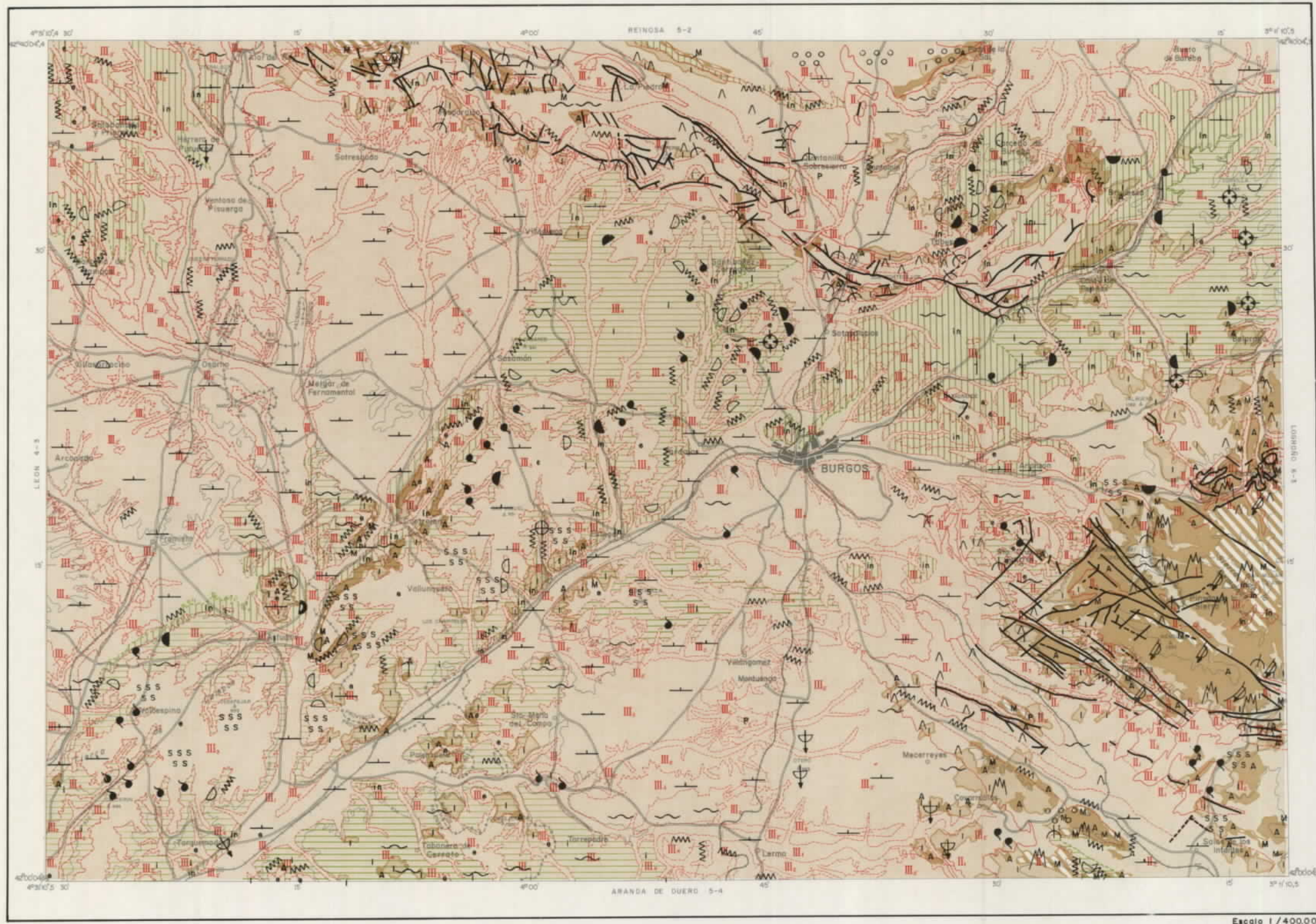
Su estabilidad natural se admite siempre como elevada, siendo muy pocas las causas, siempre que las obras se mantengan en la litología T₁₂, que pueden alterarla.

Area III₄

Es, de todas las subdivisiones estudiadas, la que muestra mayores complicaciones desde el punto de vista geomorfológico.

Su morfología presenta acusadas variaciones, pasando su relieve desde formas llanas a abruptas.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS
I	I	Morfología muy variada con formas de relieve que oscilan de intermedia a montañosas. Presenta abundantes fenómenos endógenos y la estabilidad general es elevada pudiendo surgir puntualmente problemas de estabilidad.
II	II ₁	Morfología muy variada con pendientes topográficas que oscilan del 7 al 30 por ciento. Los fenómenos exógenos están relacionados con el grado de fracturación y los endógenos a los recubrimientos. La estabilidad se considera elevada.
	II ₂	Morfología irregular pero manteniéndose entre llana y alomada. No se observan fenómenos geológicos endógenos y los exógenos son puntuales y reducidos. La estabilidad se considera en general elevada.
	II _{2'}	Morfología llana con pendientes inferiores al 7 por ciento. Abundantes fenómenos endógenos que confieren al área inestabilidad.
	II ₃	Morfología irregular con pendientes topográficas que oscilan del 7 al 25 por ciento. No se observan acusados fenómenos geológicos endógenos ni exógenos y la estabilidad, salvo zonas muy puntuales, es elevada.
	II _{3'}	Morfología homogénea, llana y con pendientes inferiores al 7 por ciento. Fenómenos geológicos exógenos muy abundantes confiriendo un alto grado de inestabilidad.
III	III ₁	Morfología muy homogénea, llana y con pendientes inferiores al 3 por ciento. Sólo se observan fenómenos geológicos exógenos. La estabilidad es elevada.
	III _{1'}	Morfología con formas de relieve acusadas y pendientes superiores al 20 por ciento. Abundantes fenómenos exógenos, gran inestabilidad.
	III ₂	Morfología muy acusada, homogénea, llana y con pendientes topográficas del orden del 7 por ciento. Los fenómenos geomorfológicos exógenos tienen una amplia representación. Su estabilidad natural es elevada.
	III _{2'}	Morfología con relieves que oscilan de llanos a intermedios. Eventuales fenómenos geomorfológicos exógenos. En general elevada estabilidad.
	III ₃	Morfología llana con pendientes inferiores al 3 por ciento. Fenómenos geomorfológicos exógenos. Elevada estabilidad natural.
	III ₄	Morfología con grandes variaciones. Muy abundantes fenómenos geomorfológicos exógenos. Gran inestabilidad.



INTERPRETACION DEL MAPA TOPOGRAFICO

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

SEPARACION DE ZONAS SEGUN SU GRADO DE ESTABILIDAD

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

SIMBOLOGIA

FENOMENOS GEOLOGICOS ENDOGENOS

- Falla o zona de falla
- Falla o zona de falla supuesta
- Deslizamiento en potencia
- Deslizamiento activo
- Deslizamiento fósil
- Desmoronamientos
- Abarrancamientos
- Formas de relieve llanas
- Formas de relieve alomadas

FENOMENOS GEOLOGICOS EXOGENOS

- Formas de relieve acusadas
- Formas de relieve muy acusadas
- Desprendimiento de bloques
- Formas de relieve alomadas con altiplanicies
- Cuevas vivienda
- Recubrimientos
- Resaltes de capas duras
- Hundimientos
- Posible aparición de oquedades en profundidad por disolución de las calizas
- Deslizamientos en potencia a favor de las pendientes naturales
- Deslizamientos en potencia a favor de la esquistosidad
- Taludes de materiales sueltos

DIVISION ZONAL

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

Esto, unido a la alternancia litológica en bancos finos y a la fácil disolución de algunas litologías, predispone la aparición de abundantes deslizamientos, hundimientos, abarrancamientos, etc., factores que implican una gran inestabilidad, que surge tanto bajo causas naturales como al incidir sobre los terrenos la acción del hombre.

2.6. CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS

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

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

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

Area I₁

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

El drenaje se considera favorable, efectuándose por escorrentía superficial activa. Respecto a este último aspecto, hay que indicar que en las zonas donde dominan las litologías esquistosas y pizarreñas se producirá una rápida percolación en los primeros metros (a causa de la esquistosidad y alteración superficial).

Este hecho condiciona la posible existencia, en esta primera capa, de posibles niveles acuíferos, normalmente pequeños y desconectados unos de otros. Salvo ésta, la posible existencia de agua en profundidad es prácticamente nula, estando ligada a zonas de relleno o falla.

Area II₁

Sus terrenos se consideran, en pequeño, impermeables, admitiendo en grande, una cierta permeabilidad ligada a la fracturación existente.

El drenaje se efectúa siempre por escorrentía superficial activa y percolación por fisuras, dándose como favorable en toda la Area.

Salvo en algunas zonas (fondos de valle) situadas al N de la Hoja, y en las cuales los recubrimientos arcillosos impiden su rápido saneamiento, no son de esperar problemas hidrológicos que repercutan sobre la valoración constructiva de los terrenos aquí incluidos.

Area II₂

Sus materiales se consideran impermeables, con un drenaje, por escorrentía superficial activa, favorable.

Esta generalización implica, a fin de no crear una idea errónea de las características hidrológicas de la zona, dar una detallada matización.

De las tres litologías, o grupos litológicos, insertas en ella, dos, los S₇₋₈ y S₇₋₈₋₁₀, presentan una serie de áreas (allí donde aparecen margas y arcillas) en las que la escorren-

tía es mínima y el saneamiento deficiente; sin embargo la S₇₋₁₀₅ presenta características muy diferentes, pues en ella la fracción margosa aparece con más frecuencia, empeorando las condiciones de drenaje.

Area II₂

Del estudio de las litologías aquí incluidas se desprende que las condiciones hidrológicas deben presentar acusadas variaciones.

En efecto, sus materiales se consideran en general impermeables, si bien allí donde aparezcan niveles arenosos podrán darse como semipermeables.

Las condiciones de drenaje, efectuado siempre por escorrentía superficial, oscilan de favorables a desfavorables en función de la morfología dominante. Normalmente aún allí donde se ha asignado un drenaje favorable, aparecen abundantes zonas muy propensas a encharcamientos.

Area II₃

Sus materiales se consideran, en pequeño, como impermeables, admitiendo, en grande, una cierta permeabilidad por fisuras.

El drenaje se considera siempre favorable, efectuándose en ciertas zonas por escorrentía superficial activa y en otras por mezcla de escorrentía superficial y percolación por fisuras.

En general no suelen aparecer problemas hidrológicos importantes que empeoren el comportamiento mecánico de la subdivisión.

Area II₃

Sus materiales se consideran impermeables con un drenaje, por escorrentía superficial poco activa, desfavorable.

Las condiciones hidrológicas de esta subdivisión se han definido como desfavorables, pues, aparte de las anteriores características, la existencia de niveles yesíferos, de fácil disolución por el agua, ocasionan una serie de fenómenos de importante repercusión geotécnica. Por una parte, el agua se carga de iones sulfato, con lo cual su poder corrosivo, frente a los aglomerantes hidráulicos ordinarios, crece de manera acusada, y, por otra, la disolución de los yesos favorece la aparición de una serie de oquedades en el subsuelo, que alteran su comportamiento mecánico.

Area III₁

De los terrenos que la integran se consideran permeables los que rodean el cauce de los ríos Pisuerga y Arlanzón y semipermeables el resto. En general este factor disminuye en función de los terrenos que circundan a esta subdivisión, y así los situados al O son mucho más impermeables que los del E.

El drenaje, afectado por percolación natural, se considera desfavorable. Esta designación viene condicionada por la existencia de un nivel freático a escasa profundidad, que impide el rápido saneamiento de la subdivisión, apareciendo abundantes áreas con problemas de encharcamiento.

Area III₁

Sus terrenos se consideran como semipermeables, con un drenaje por percolación y escorrentía aceptable.

En general la poca extensión y potencia de estos depósitos y su disposición topográfica condicionan el que la acción del agua pueda provocar una serie de fenómenos geomorfológicos (deslizamientos) por crear una gran inestabilidad en el conjunto rocoso.

Area III₂

Sus materiales se consideran, en general, como impermeables, con un drenaje, por escorrentía poco activa, desfavorable.

Debido a la gran irregularidad morfológica de esta subdivisión, las condiciones de drenaje, generalizadas al principio, presentan fuertes oscilaciones, pudiendo considerarse como aceptables o favorables, en función de las diferentes áreas.

La aparición de acuíferos en profundidad es nula y los fenómenos hidrológicos que pueden alterar o matizar el valor geotécnico de estos terrenos están sólo relacionados con las deficientes condiciones de saneamiento y la tendencia a la aparición de zonas encharcadas.

Area III_{2'}

En general las características aquí analizadas están en esta subdivisión condicionadas a la morfología y al grado de cementación existente.

Los terrenos situados sobre el borde N se consideran semipermeables, con un drenaje, por percolación y escorrentía, aceptable.

Los situados sobre el borde E y S se consideran impermeables, con un drenaje, por escorrentía superficial muy activa, favorable.

Normalmente no aparecen problemas hidrológicos que alteren o influyan sobre el comportamiento mecánico de esta división.

Area III₃

Sus terrenos se consideran, en pequeño, como impermeables con una cierta permeabilidad, en grande, ligada a la fisuración existente.

El drenaje, efectuado por percolación a través de fisuras, se considera aceptable.

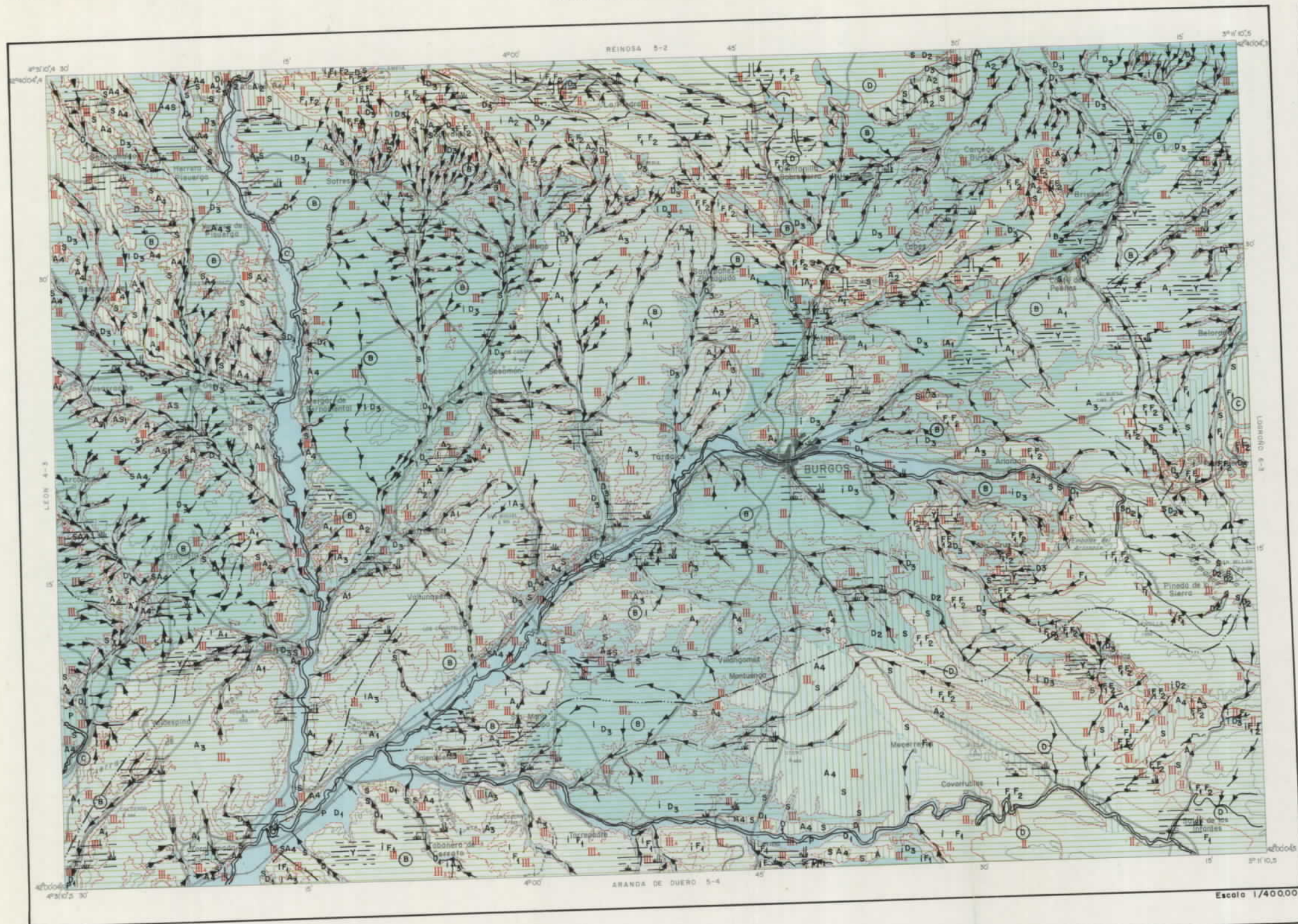
Normalmente no aparecen acuíferos en profundidad y los fenómenos hidrológicos que puedan alterar las condiciones mecánicas son muy reducidos.

Area III₄

Sus terrenos se consideran impermeables, con un drenaje por escorrentía superficial aceptable.

Normalmente las características mecánicas de esta subdivisión están muy influenciadas por sus condiciones hidrológicas. En principio, las aguas que discurren sobre ellos son altamente selenitosas, con lo cual su poder corrosivo frente a los aglomerantes hidráulicos

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS
I	I	<p>Terrenos impermeables, en pequeño, con una cierta permeabilidad, en grande, ligada a la tectonización.</p> <p>Drenaje favorable por escorrentía superficial activa.</p> <p>Escasa posibilidad de aparición de acuíferos en profundidad.</p>
II	II ₁	<p>Terrenos impermeables, en pequeño, con una cierta permeabilidad, en grande ligada a la tectonización.</p> <p>Drenaje favorable por escorrentía superficial activa.</p> <p>Posibles fenómenos de encharcamiento en el fondo de los valles.</p>
	II ₂	<p>Terrenos impermeables con drenaje por escorrentía superficial activa, favorable.</p> <p>El drenaje por percolación está condicionado por la mayor o menor abundancia de las margas que dificultan en muchos puntos el saneamiento natural.</p>
	II _{2'}	<p>Terrenos en general impermeables, siendo semipermeables cuando predominan los niveles arenosos.</p> <p>El drenaje, efectuado por escorrentía superficial, oscila de favorable a desfavorable en función de la morfología dominante.</p>
	II ₃	<p>Terrenos impermeables, en pequeño, admitiendo, en grande, una cierta permeabilidad por fisuras.</p> <p>El drenaje se considera siempre favorable por escorrentía superficial.</p>
	II _{3'}	<p>Terrenos impermeables con un drenaje por escorrentía superficial poco activa desfavorable.</p> <p>Condiciones hidrológicas desfavorables debido a la aparición de niveles de yesos de fácil disolución por el agua y la consiguiente aparición de aguas altamente selenitosas.</p>
III	III ₁	<p>Terrenos permeables en las zonas de los ríos Pisuerga y Arlanzón y semipermeables en el resto.</p> <p>Drenaje, por percolación natural, aceptable, pero dificultado en sobremanera a causa de la existencia de niveles acuíferos altos.</p>
	III _{1'}	<p>Terrenos semipermeables con un drenaje por percolación y escorrentía superficial, aceptable.</p>
	III ₂	<p>Sus materiales se consideran impermeables con un drenaje por escorrentía superficial poco activa, desfavorable.</p> <p>La posible aparición de acuíferos en profundidad es nula.</p>
	III _{2'}	<p>Los terrenos situados al N se consideran semipermeables, con un drenaje por percolación y escorrentía aceptable.</p> <p>Los situados al E y S se consideran impermeables, con un drenaje, por escorrentía superficial muy activa y favorable.</p>
	III ₃	<p>Terrenos, en pequeño, impermeables y en grande ligeramente permeables por fisuración.</p> <p>Drenaje aceptable por percolación por fisuras.</p>
	III ₄	<p>Terrenos impermeables con un drenaje por escorrentía superficial que oscila de aceptable a deficiente.</p> <p>Grandes problemas hidrológicos ligados a la existencia de yesos, de fácil disolución por el agua.</p>



Zonas con drenaje Nulo

D₁ Drenaje por percolación natural
Agua a escasa profundidad.

D₂ Drenaje por percolación y es-
correntía poco activa.

D₃ Drenaje por escorrentía poco ac-
tiva.

Zonas con drenaje Aceptable

A₁ Drenaje por escorrentía activa.

A₂ Drenaje por percolación y es-
correntía.

A₃ Drenaje por percolación a través
de fracturas.

A₄ Drenaje por percolación super-
ficial.

Zonas con drenaje Favorable

F₁ Drenaje por escorrentía muy ac-
tiva.

F₂ Drenaje por percolación a través
de fisuras.

F₃ Drenaje por escorrentía y percola-
ción natural.

F₄ Drenaje por percolación.

F₅ Drenaje por percolación en los pri-
meros metros.

Límite de separación de zonas

PERMEABILIDAD DE LOS MATERIALES

Diagram illustrating the types of materials based on their permeability:

- Materiales permeables**: Represented by a box with a single vertical line.
- Materiales semipermeables**: Represented by a box with a vertical line and a small circle in the middle.
- Materiales impermeables**: Represented by a box with a vertical line and a small cross in the middle.

Below the boxes, a horizontal line is labeled "Límite de separación de los distintos materiales".

SIMBOLOGIA

HIDROLOGIA SUPERFICIAL

— — — — — Límite de cuenca hidrográfica





— — — — — Límite de subcuenca hidrográfica

Red de drenaje

HIDROLOGIA SUBTERRANEA

☐ A Zonas con acuíferos aislados
☐ B Zonas sin acuíferos
☐ C Zonas con acuíferos en formaciones permeables por porosidad intergranular
☐ D Zonas con acuíferos en formaciones permeables por fisuración

FACTORES HIDROLOGICOS VARIOS

 Zonas propensas a encharcamientos
 Zonas con agua a escasa profundidad
 Vaguadas con recubrimientos impermeables y drenaje deficiente
 Zonas con aguas seleníticas

DIVISION ZONAL

— Límite de separación de Regiones
- - - Límite de separación de Áreas
I₁ Designación de un Área

ordinarios es muy elevado; por otra parte, el yeso se disuelve muy fácilmente creando en profundidad una serie de oquedades que disminuyen sensiblemente la capacidad de los terrenos.

2.7. CARACTERÍSTICAS GEOTECNICAS

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

Este análisis se centrará de modo especial en los aspectos de capacidad de carga y posibles asentamientos, indicando asimismo todos aquellos factores que de forma directa o indirecta influyen sobre su óptima utilización como base de sustentación de edificaciones urbanas o industriales. Se completarán las características geotécnicas propiamente dichas de cada unidad de clasificación de segundo orden.

A fin de no perder homogeneidad con lo hasta ahora expuesto, seguiremos en la primera parte de este punto refiriéndolas a cada una de las Areas, 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 tienen más propensión a ellos.

Area I₁, II₁, II₂, II₃

Se incluyen aquí una serie de subdivisiones en las cuales, pese a no coincidir el resto de las características, mecánicamente presentan un comportamiento similar.

En todas ellas los terrenos admiten capacidades de carga elevadas y los asentamientos que aquellas pueden ocasionar o son nulos o muy reducidos.

Los únicos problemas mecánicos que pueden surgir estarán ligados a los recubrimientos.

Area II₂

Los terrenos aquí incluidos admiten capacidades de carga de magnitud media, que producen, normalmente bajo su acción, asentamientos del mismo orden.

Los problemas mecánicos más relevantes aparecen en las zonas margosas, en donde por alteración de la capa superficial pueden aparecer niveles arcillo-limosos de peores características.

Area II₃

Los terrenos aquí incluidos admiten capacidades de carga media con asentamientos de la misma magnitud. No obstante, las peculiares características litológicas pueden inducir a la aparición de importantes problemas mecánicos.

Area III₁

Aquí, al igual que se hizo en anteriores apartados, hay que diferenciar los terrenos que circundan a los ríos Pisuerga y Arlanzón de los incluidos en el resto de la Hoja.

Los primeros admiten capacidades de carga medias que producirán asentamientos de la misma magnitud. En los segundos las capacidades de carga se consideran bajas, manteniéndose la magnitud de los asentamientos.

Los problemas mecánicos estarán ligados a la gran heterogeneidad, que influirá sobre el comportamiento global, al reaccionar de forma diferente ante cargas similares, produciéndose, como consecuencia, y en algunas zonas, asentamientos diferenciales a veces importantes.

Area III_{1'}

Los terrenos admitirán capacidades de carga bajas, sufriendo ante ellas asentamientos de magnitud media.

En general los problemas mecánicos que pueden surgir están relacionados con la inestabilidad y heterogeneidad de los depósitos, que pueden alterarse rápidamente al incidir sobre ellos cargas externas.

Area III₂

Sus terrenos admiten capacidades de carga medias, sufriendo ante ellas asentamientos del mismo orden.

En general, los problemas mecánicos más relevantes aparecerán en los grupos litológicos T₁₀₅₋₈ y T₅₋₁₀₅₋₈, en donde la alternancia existente, y la gran competencia de los niveles calizos observados, puede influir favorable o desfavorablemente sobre estas características.

Area III_{2'}

En general los terrenos incluidos en esta subdivisión presentan, globalmente, capacidades de carga de magnitud media, que producirán asentamientos del mismo orden.

Estas características son puntualmente diferentes y dependen en gran parte del grado de cementación.

De esta forma pueden aparecer, y de hecho se observan, zonas muy cementadas con capacidades de carga altas e inexistencia de asientos, junto a otras que, por estar totalmente sueltas, presentan características similares a las generales.

Area III₃

Sus terrenos admiten capacidades de carga elevadas, no produciéndose asentamientos de ningún tipo.

Los problemas mecánicos están relacionados con la irregular potencia y distribución de los recubrimientos, que siempre hay que eliminar, y con la gran fracturación observada en los bordes de la subdivisión y puede influir desfavorablemente sobre su capacidad de carga.

Area III₄

Sus terrenos admiten capacidades de carga medias, que producirán asentamientos del mismo orden.

Estas características son totalmente engañosas, pues la existencia de yesos influye muy desfavorablemente sobre aquéllas.

En efecto, al ser estos de fácil disolución, pueden surgir en profundidad pequeñas oquedades que pueden colapsar de forma súbita al incidir sobre ellas cargas exteriores.

Como epílogo de este punto, y tal como se indicó al principio, se analizarán someramente las **características sismorresistentes**.

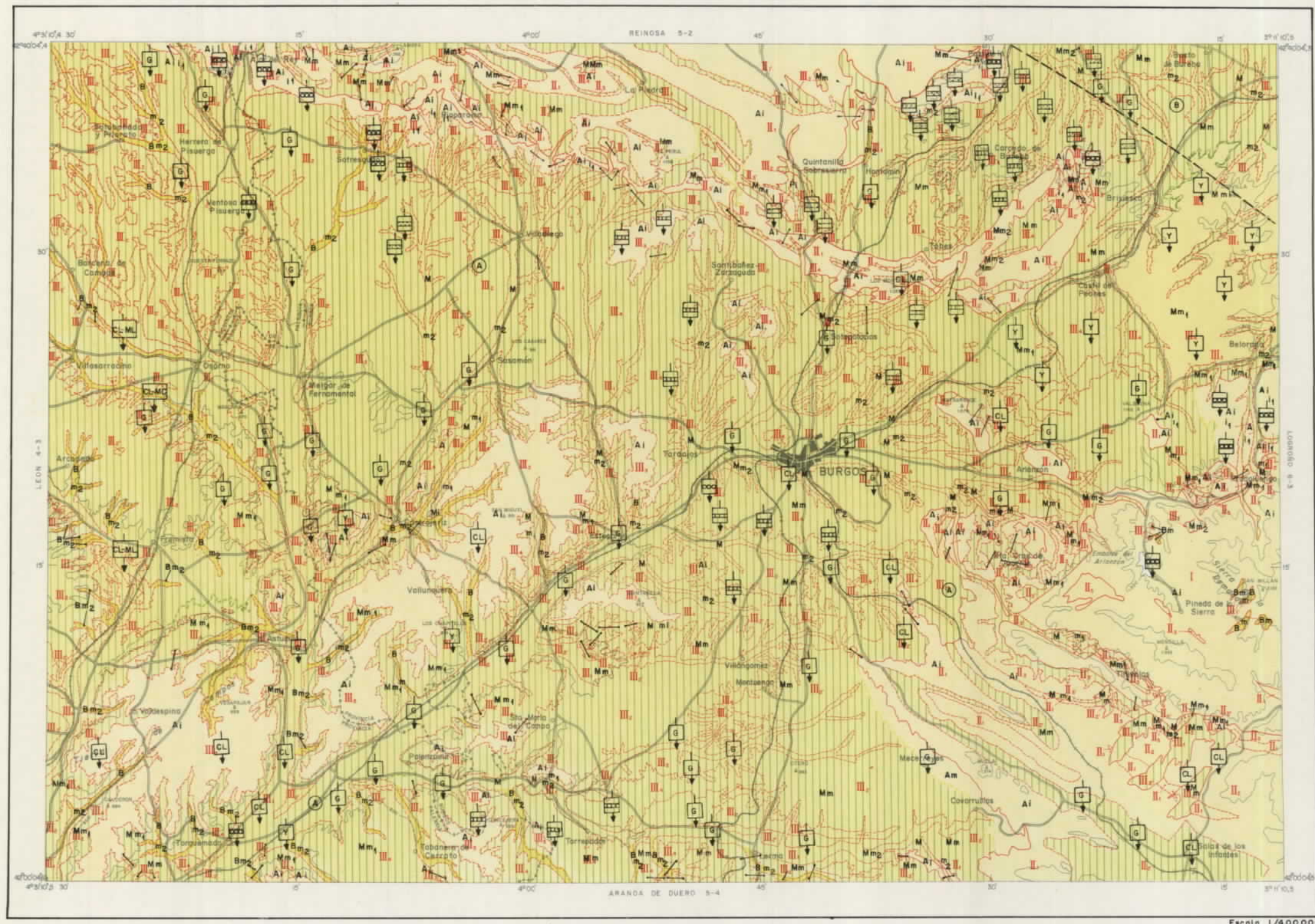
De acuerdo con el "Mapa de zonas sísmicas generalizado de la Península Ibérica" se observan dos zonas diferentes, una sobre el ángulo NE y la otra ocupando el resto de la Hoja. El grado de intensidad macrosísmica es $G > VI$ y $< VIII$ en la primera y $G < VI$ en la segunda.

En esta última ($G < VI$) no tenderán a producirse, por acciones sísmicas, efectos dañosos a las construcciones.

En la primera, pueden producirse, "en construcciones rurales", daños que oscilen desde moderados (grietas y derrumbamientos parciales) hasta la destrucción acentuada (desmoronamiento de paredes interiores, brechas en muros de carga, etc); "en las construcciones ordinarias", daños moderados o graves (grietas en muros, caídas de bloques, etc); y "en las construcciones reforzadas" daños ligeros o moderados.

Por todo ello, deberá, en el ángulo NE, preverse, la posible aparición de fenómenos sísmicos, debiendo realizarse las obras según las directrices marcadas por el Gobierno en la "Norma Sismorresistente" P.G., S-1 (1968) parte A.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS GEOTECNICAS
I-II	I ₁ II ₁₋₂₋₃	Terrenos con capacidad de carga elevada. Asentamientos nulos o muy reducidos. Problemas geotécnicos ligados a los recubrimientos.
	II ₃	Terrenos con capacidad de carga media. Asentamientos de magnitud media. Problemas geotécnicos en zonas margosas y en zonas de alternancia de las mismas.
III	III ₁	Ríos Pisuerga y Arlanzón: Capacidad de carga media. Asentamientos medios. Resto de terrenos: Capacidades de carga bajas. Asentamientos medios. Problemas geotécnicos ligados a la heterogeneidad litológica y a existencias de niveles acuíferos altos.
	III ₁	Terrenos con capacidad de carga baja. Asentamientos de magnitud media. Problemas geotécnicos ligados a la heterogeneidad del terreno.
	III ₂	Terrenos con capacidad de carga media. Asentamientos de magnitud media. Problemas geotécnicos ligados a la alternancia de los grupos T ₁₀₅₋₈ y T ₅₋₁₀₅₋₈ .
	III ₂	Terrenos con capacidad de carga media. Asentamientos de magnitud media.
	III ₃	Terrenos con capacidad de carga elevada. Asentamientos nulos o muy reducidos. Problemas geotécnicos ligados a la irregular potencia de los recubrimientos y a su consecuente eliminación.
	III ₄	Terrenos con capacidades de carga medias. Asentamientos de magnitud media. Problemas geotécnicos ligados a los niveles de yeso, de fácil disolución por el agua y gran poder corrosivo frente a los aglomerantes hidráulicos ordinarios.



CAPACIDAD DE CARGA

- Zonas con capacidad de carga Alta.
- Zonas con capacidad de carga Alta en donde puntualmente esta puede disminuir por pérdida de cementación.
- Zonas con capacidad de carga Media
- Zonas con capacidad de carga Baja
- Zonas con capacidad de carga Muy Baja

--- Límite de separación de zonas

ASIENTOS PREVISIBLES

- Zonas con inexistencia de asientos.
- Zonas en donde por disminución de las formaciones granulares pueden aparecer asentamientos de magnitud media.
- Asentamientos bruscos por disolución de los yesos.
- Asentamientos diferenciales.
- Zonas con asientos de magnitud elevada.

--- Límite de separación de zonas

SIMBOLOGIA

GRADO DE SISMICIDAD

- (A) Bajo $G \leq VI$
- (B) Medio $VI < G \leq VIII$
- (C) Alto $G > VIII$

Escala internacional macrosísmica (MSK)

--- Límite de separación de zonas

FACTORES GEOTECNICOS VARIOS

- Recubrimientos de gravas
- Niveles de conglomerados
- Recubrimientos de arcillas y limos
- Niveles de margas
- Niveles de yesos
- Recubrimientos de arcillas
- Niveles calizos
- Niveles de areniscas

DIVISION ZONAL

- Límite de separación de Regiones
- Límite de separación de Areas
- I₁** Designación de un Area

3. INTERPRETACION GEOTECNICA DE LOS TERRENOS

La serie de características analizadas a lo largo de los apartados anteriores sirven de base para poder pasar a dar sus 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 gran desfavorabilidad, son: de tipo geomorfológico; de tipo geomorfológico y geotécnico (p.d) y de tipo litológico, geomorfológico y geotécnico (p.d).

Problemas de tipo geomorfológico

Las dos únicas zonas existentes en la Hoja, evaluadas como muy desfavorables constructivamente, se sitúan sobre el ángulo SE, una al SO de Salas de los Infantes y otra al NE de Mecerreyes; en ellas, la acusada morfología, con relieves muy montañosos y pendientes topográficas superiores al 30 por ciento, ha sido el criterio dominante para la valoración.

Problemas de tipo geomorfológico y geotécnico (p.d)

Los terrenos incluidos en este grupo se sitúan sobre la Sierra Mencilla y sobre la Sierra de la Demanda.

Su evaluación como constructivamente muy desfavorables ha estado condicionada por los siguientes factores:

- Una morfología muy acusada, con pendientes topográficas superiores al 30 por ciento.
- Alta tectonización y gran lajosidad, aspectos por los que es fácil la aparición de zonas muy fracturadas en donde se observan extensos depósitos de materiales sueltos.
- Una cierta tendencia al deslizamiento de grandes lajas a lo largo de sus planos de tectonización al incidir sobre ellas cargas externas y coincidir con la esquistosidad y la pendiente topográfica.

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

Los terrenos incluidos en este grupo se sitúan sobre el borde E, al E de Briviesca.

Están formados por una alternancia de yesos, margas y arcillas, dispuestos en niveles de poco espesor.

Las características de esta litología condicionan la aparición de abundantes fenómenos geomorfológicos (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.

Esto último puede traer como secuela la aparición, en superficie, de aguas seleníticas, muy corrosivas frente a los aglomerantes hidráulicos ordinarios, y en profundidad la creación de oquedades, que pueden colapsar de forma súbita al incidir sobre ellas cargas externas.

El conjunto de todos estos factores ha condicionado la evaluación constructiva de Muy Desfavorables de estos terrenos.

3.2. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS DESFAVORABLES

Se han incluido aquí el conjunto de terrenos en los que los problemas más relevantes, existentes en su grado de desfavorabilidad, son: de tipo geomorfológico; de tipo hidrológico y geotécnico (p.d); de tipo geotécnico (p.d); de tipo geomorfológico y geotécnico (p.d); de tipo litológico y geomorfológico y de tipo litológico, hidrológico y geotécnico (p.d).

Problemas de tipo geomorfológico

Se incluyen aquí una serie de formaciones calizas situadas al O de Salas de los Infantes y al SO de Pradoluengo y una alternancia de areniscas, calizas y margas situadas al NE de Salas de los Infantes.

En ambas el carácter de desfavorabilidad constructiva viene dado, de forma general, por la acusada morfología, con pendientes topográficas que oscilan del 15 al 30 por

ciento, y puntualmente por una serie de fenómenos exógenos (deslizamientos, caídas de bloques, etc.).

Problemas de tipo hidrológico y geotécnico (p.d)

Se incluyen aquí el conjunto de terrenos nominados como S₅₋₁₄.

Litológicamente aparecen arcillas, de colores vivos (rojizos, verdosos, etc.), y yesos (masivos o diseminados), todo con una morfología prácticamente llana.

Ambos factores condicionan un drenaje desfavorable, así como la existencia de aguas seleníticas (de gran poder corrosivo frente a los aglomerantes hidráulicos ordinarios).

Por otra parte, la fácil disolución de los yesos provoca o puede provocar la aparición de oquedades en profundidad, que al ser sometidas a cargas externas pueden colapsar de forma súbita.

El conjunto de estos factores ha servido de base para la evaluación de estos terrenos como desfavorables constructivamente.

Problemas de tipo geotécnico (p.d)

Se incluyen aquí una serie de terrenos situados al S de la Hoja; al E y O de Lerma.

En ellos, la alternancia litológica (calizas, margas y arcillas) condiciona un desigual comportamiento mecánico, variando las características portantes muy bruscamente y en espacios muy reducidos.

Puntualmente pueden aparecer problemas geomorfológicos ligados a caídas de bloques y deslizamientos.

Problemas de tipo geomorfológico y geotécnico (p.d)

Se incluyen aquí la serie de terrenos que rodean la Sierra de la Demanda y los existentes sobre el ángulo SO de la Hoja.

En los primeros el carácter de desfavorabilidad constructiva viene dado por las pendientes topográficas, que oscilan del 15 al 20 por ciento, y la serie de fenómenos, en potencia, que pueden aparecer a causa del comportamiento de las litologías esquistosas (litologías que al incidir cargas externas en direcciones coincidentes con la esquistosidad y pendientes topográficas pueden perder su estabilidad natural, sufriendo desmoronamientos bruscos).

En los segundos es la alternancia de niveles margosos, marga yesíferos y arcillosos, lo que crea una gran estabilidad, al comportarse desigualmente ante la acción de los agentes de erosión externos y evolucionar luego hacia posiciones de mínima energía. Tales son los aspectos que han condicionado su inclusión en este apartado.

Problemas de tipo litológico y geomorfológico

Se incluyen aquí una serie de zonas situadas al N y O de Pradoluengo.

En ellas la evaluación de desfavorabilidad constructiva viene dada por la desigual cementación de las fracciones litológicas (conglomerados, gravas algo cementadas, gravas

sueltas, arcillas), que repercute "a posteriori" en el comportamiento mecánico, y por la morfología, que presenta formas de relieve abruptas, con pendientes topográficas que oscilan del 15 al 30 por ciento.

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

Se incluye aquí la mayor parte de los depósitos aluviales señalados en el Mapa de formaciones superficiales y sustratos.

En muchos de ellos (sobre todo los situados al O) la mezcla litológica predominante (arcillas, arenas y gravas) aparece soterrada por niveles de arcillas y limos provenientes de las formaciones que los rodean. Este recubrimiento, unido a la errática distribución en profundidad, influye desfavorablemente sobre el comportamiento mecánico del conjunto.

A esto se añade la existencia de un nivel freático a escasa profundidad, que influye sobre cualquier tipo de realización a efectuar en la zona.

El conjunto de estos factores ha servido de base para la valoración de desfavorabilidad constructiva.

3.3. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS ACEPTABLES

Se han incluido aquí el conjunto de terrenos en los cuales los problemas más relevantes, existentes en su grado de aceptabilidad, son: de tipo geotécnico (p.d); de tipo geomorfológico; de tipo hidrológico y geotécnico (p.d); de tipo geomorfológico y geotécnico (p.d); de tipo litológico y geomorfológico; de tipo litológico, geomorfológico y geotécnico (p.d) y de tipo litológico, hidrológico y geotécnico (p.d).

Problemas de tipo geotécnico (p.d)

Se incluyen aquí tres zonas, una situada sobre la vertical de Tardajos, otra en los alrededores de Salas de los Infantes y la última en los alrededores de Mecerreyes y al SE de Burgos.

En la primera, de litología eminentemente arcillosa, los problemas que condicionan su valoración de aceptabilidad constructiva vienen creados por las bajas características mecánicas (capacidades de carga y asentamientos); en la segunda por la alternancia litológica, que acarrea el que en distancias muy cortas las variaciones del comportamiento del subsuelo sean muy acusadas, dificultando el poder, "a priori", dar sus características generales; y en la última el desigual grado de cementación y la mayor o menor proporción de fracciones cohesivas.

Problemas de tipo geomorfológico

Se incluyen aquí gran parte de las formaciones calizas situadas sobre el ángulo SE y sobre el borde N de la Hoja.

En ellas los únicos problemas que influyen en la valoración constructiva se centran en los morfológicos, pendientes topográficas que oscilan entre el 7 y el 15 por ciento.

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

Se incluyen aquí los terrenos que forman los aluviales de los ríos Carrión, Pisuegra, Arlanzón y Arlanza.

En todos ellos su valoración de aceptabilidad constructiva está dada, en parte, por la existencia de un nivel freático a profundidad media, que puntualmente puede influir en algunas realizaciones importantes, y en parte, aunque en menor relación, por la mezcla litológica, que puede ocasionar una serie de problemas mecánicos al ser sometidas a cargas similares (hay que reseñar que por aparecer potentes niveles de gravas este problema está en muchas zonas muy disminuido).

Problemas de tipo geomorfológico y geotécnico (p.d)

Se incluyen aquí la casi totalidad de los terrenos insertos en la Area III₂ y que ocupan el centro y borde O de la Hoja.

En ellos son las características mecánicas (capacidad de carga y asentamientos) de tipo medio y los efectos que la acción combinada del hombre y los agentes de erosión externos (deslizamientos, abarrancamientos, etc.) los factores que han influido en la valoración de los mismos como aceptables constructivamente.

Problemas de tipo litológico y geotécnico (p.d)

Se incluyen aquí la casi totalidad de los terrenos nominados como T₂₋₃₋₅.

En ellos, la valoración como aceptables constructivamente está dada por la heterogeneidad litológica que provoca, o puede provocar, puntualmente una serie de variaciones mecánicas, a veces importantes.

Normalmente la valoración de aceptable puede pasar a favorable en función de la cementación y la potencia del depósito.

Problemas de tipo litológico y geomorfológico

Se incluyen una serie de formaciones de la Area III₂, en las cuales predominan las fracciones granulares (T₂₋₇; T₂₋₅₋₇, etc.).

En ellas el carácter de aceptabilidad constructiva está dado, en parte, por el desigual grado de cementación y la heterometría de las formaciones, y en parte por la morfología, que a veces alcanza pendientes de hasta el 10 por ciento.

Problemas de tipo hidrológico y geotécnico (p.d)

Se incluyen aquí las formaciones nominadas como S₁₀₅. En ellas la valoración de aceptabilidad constructiva está dada, en parte, por las características mecánicas de tipo medio (capacidad de carga y asentamientos) que presentan las margas, y, en parte, por sus problemas de drenaje y saneamiento.

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

Unicamente se incluye aquí una zona situada al O de Pradoluengo.

En ella, la mezcla de la morfología acusada, una litología irregular, heterométrica y con un grado de cementación muy irregular, y su comportamiento mecánico muy errático al variar las litologías, son los factores tratados para efectuar la valoración constructiva como aceptable.

3.4. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS FAVORABLES

Se incluyen aquí una serie de terrenos con condiciones constructivas favorables y de los que únicamente se señalan aquellos problemas que puntualmente y de forma reducida pueden alterar estas condiciones o dificultar las realizaciones de obras.

Problemas de tipo geotécnico (p.d)

Se incluyen aquí el conjunto de terrenos que integran la Area III₃.

Están formados por calizas blanquecinas con recubrimientos arcillosos rojizos de irregular potencia.

En general los mismos problemas que pueden aparecer están relacionados con la eliminación de los recubrimientos y con la irregular potencia de los niveles calizos; esto último puede provocar algunos problemas mecánicos en el caso de que las realizaciones superen este nivel y alcancen los inferiores, geotécnicamente más desfavorables.

Problemas de tipo geomorfológico y geotécnico (p.d)

Se incluyen aquí una serie de terrenos situados sobre el borde NE de la Hoja.

En ellos, constituidos por arcillas arenosas y areniscas, los problemas que pueden aparecer estarán ligados, globalmente, a las características mecánicas de tipo medio, y puntualmente a recubrimientos de lajas y niveles aislados de areniscas, que pueden ocasionar pequeños problemas geomorfológicos, bien para su eliminación, bien por las irregularidades morfológicas que acarrearán.

BIBLIOGRAFIA

- Banco de Bilbao. **Renta Nacional de España** (1969).
- Banco de Bilbao. **Renta Nacional de España** (1971).
- Banco Español de Crédito. **Anuario del Mercado Español** (1972).
- 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 19. León.**
- 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 21. Logroño.**
- I.G.M.E. **Mapa Geológico de España a E 1:200.000. Hoja 30. Aranda de Duero.**
- I.G.M.E. **Mapa Geológico de España a E 1:200.000. Hoja 11. Reinosa.**
- 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.G.M.E. **Mapa Geotécnico General a E 1:200.000. Hoja de León (inédito).**
- I.G.M.E. **Mapa Geotécnico General a E 1:200.000. Hoja de Aranda de Duero (inédito).**
- I.G.M.E. **Mapa Geotécnico General a E 1:200.000. Hoja de Logroño (inédito).**
- I.G.M.E. **Mapa Geotécnico General a E 1:200.000. Hoja de Soria (inédito).**
- I.N.E. **Nomenclator de la provincia de Burgos.**
- I.N.E. **Nomenclator de la provincia de Palencia.**
- M.I. y T. Burgos, **Polo de Desarrollo Industrial.**
- Ministerio de Industria. **Desarrollo Industrial Español.**
- M.O.P. **Datos climáticos para carreteras.**

- M.O.P. **Balance Hídrico.**
- M.O.P. **Estudios Previos de terrenos.**
- Presidencia del Gobierno. **Norma Sismorresistente P.G. S-1 (1968) Parte A.**
- Presidencia del Gobierno. **Selección de Cabeceras de Comarcas y Núcleos de Expansión de las provincias españolas.**
- Presidencia del Gobierno. **Doce años de planes provinciales (1970).**
- Servicio Cartográfico del Ejército. **Cartografía a E 1:200.000. Hoja 5-3.**