

MINISTERIO DE INDUSTRIA

DIRECCION GENERAL DE MINAS

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

HOJA	4-4
	29

00303.

MAPA GEOTECNICO GENERAL

VALLADOLID



MAPA GEOTECNICO GENERAL
E: 1/200.000

VALLADOLID

HOJA 4-4/29

MADRID JULIO 1972

El presente estudio ha sido realizado por Ibérica
de Especialidades Geotécnicas (IBERGESA) en re-
gimén de contratación con el Instituto Geológico
y Minero de España.

Editado por el Departamento de Publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España.

Ministerio de Industria — Servicio de Publicaciones.

Depósito Legal: M. 25649 — 1972

INDICE

	Pág.
1.— INTRODUCCION	1
2.— DESCRIPCION DE FACTORES CON INCIDENCIA GEOTECNICA	3
2.1.— Características físico—geográficas	3
2.2.— Bosquejo geológico	6
2.3.— Criterios de división. Características generales de las áreas	8
2.4.— Formaciones superficiales y sustrato	14
2.5.— Características geomorfológicas	19
2.6.— Características hidrológicas	25
2.7.— Características geotécnicas	27
3.— INTERPRETACION GEOTECNICA DE LOS TERRENOS	33
3.1.— Terrenos con condiciones constructivas muy favorables	33
3.2.— Terrenos con condiciones constructivas desfavorables	34
3.3.— Terrenos con condiciones constructivas aceptables	35
3.4.— Terrenos con condiciones constructivas favorables	37
BIBLIOGRAFIA	39

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, en la que se ha tenido presente los resultados de los análisis de dos estudios:

- 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 aquellos 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 distri-

bución 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 aquellos 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 su 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 cambien 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, a parte 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.

De forma general, consideraremos la situación geográfica, el relieve y la red fluvial.

La Hoja estudiada, corresponde a la designada por la numeración 4-4 del Mapa Topográfico Nacional y se sitúa, aproximadamente, en la parte Suroriental del cuadrante Noroeste de la Península Ibérica. Su demarcación geográfica está definida por las coordenadas: Longitud $5^{\circ} 51' 10'' 7 - 4^{\circ} 31' 10'' 6$, referida al Meridiano de Greenwich, dato Europeo y Latitud: $41^{\circ} 20' 04'' 7 - 42^{\circ} 00' 04'' 6$.

El relieve de toda la Hoja presenta una gran homogeneidad; en principio, no aparecen elevadas altitudes, oscilando éstas entre los 650 y 850 mts. sobre el nivel del mar. Morfológicamente se observan tres unidades marcadamente distintas; dos de ellas, sensiblemente llanas, separadas por una zona de acusada pendiente, y denominadas: Zona de Tierra de Campos y Zona de Páramos, se extienden, la primera por el N., Centro Este y S. de la Hoja, y la segunda por el E. y Centro Este; la tercera, que tiene pendientes que oscilan entre moderadas y abruptas, aparece por todo el borde O. de la Hoja.

La red fluvial se incluye íntegramente dentro de la cuenca hidrográfica del río Duero, que cruza por la parte S. de la Hoja con dirección E.-O. y constituye su principal eje hidrográfico, con un caudal mínimo de $13 \text{ m}^3/\text{seg.}$, que puede alcanzar en épocas de grandes crecidas hasta los $1.000 \text{ m}^3/\text{seg.}$ Vierten en él sus aguas, siguiéndole en importancia, el Pisuerga por el borde E. y el Esla por el O., amén de su amplia red de afluentes de menor importancia y reducido caudal.

A excepción de los tres ríos mencionados que tienen un caudal permanentemente, el resto presenta caudales muy variables en función de las épocas del año, observándose en sus márgenes y cauces huellas de este fenómeno, bien por aparición de suelos cuarteados, bien por formación de profundos abarrancamientos.

Por esta razón la posible utilidad de los mismos como medio de saneamiento natural a gran escala, únicamente, y con las restricciones que ocasiona su irregular caudal, puede efectuarse sobre los ríos Duero y Pisuerga, que, por otra parte, son los que ya en la actualidad cumplen esta función, por estar situadas en sus márgenes, la mayor parte de la industria y población de esta zona.

CLIMATOLOGIA Y METEOROLOGIA.

Para el estudio de las condiciones climáticas de la Hoja se han consultado, aparte de una serie de datos del Servicio Meteorológico Nacional y del Ministerio de Obras Públicas, los datos puntuales de los observatorios de Villanubla, Valladolid y Zamora. La razón de esta elección, radica en el hecho de ser únicamente estos tres observatorios, los que poseen la serie de datos climáticos más completa, y representativa, pues mediante el primero, es posible conocer el clima de la Zona de Páramos, y con los dos siguientes, el de la Tierra de Campos.

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

Temperaturas

La temperatura media anual, en un período de 30 años, varió de 11°C a 13°C, dándose las primeras en toda la Zona de Páramos y las últimas en el centro Sur de la Hoja (Toro-Tordesillas). En este mismo período las temperaturas máximas absolutas oscilaron desde 39°C en los ángulos SE. y NO. a 40°C en el Centro, mientras que las mínimas pasaron de -10°C a -13°C siguiendo la dirección de SO.-NE.

Las variaciones climáticas, tanto diarias como mensuales o anuales fueron acusadas, oscilando según los casos entre 13°C y 17°C.

El período de heladas se extendió, en la Tierra de Campos, desde finales de Octubre a principios de Abril, pudiéndose, en la Zona de Páramos, ampliar, sin rebasar estos meses.

El número de horas de sol osciló entre 2.600 y 2.800, dándose las primeras en el borde E. y las últimas en la parte Central y Noroccidental.

Vientos

Las direcciones de los vientos dominantes fueron de O. y NE. para Villanubla y de N. y SE. para Valladolid, influenciada esta última por los páramos que enmarcan el valle del Pisuerga.

La velocidad más frecuente osciló entre 6 y 28 Km./h. pudiendo llegar en sus rachas máximas hasta 100 y 130 Km./h. Tanto las direcciones como intensidades de los vientos, pueden considerarse en toda la zona como flojas o moderadas.

Precipitaciones

Las precipitaciones dentro de estas zonas, fueron escasas y desigualmente repartidas a lo largo del año. La razón, estriba en que se encuentra enclavada dentro del Valle del Duero, cuenca meteorológicamente cerrada, y en la que todos los aportes hídricos, quedan retenidos en las vertientes de los montes que la rodean.

La lluvia media osciló sobre los 400 mm. aumentando ligeramente hacia el ángulo OE. y sobre todo el borde O. de la Hoja. El número de días de precipitaciones fue de 75-80 en el Centro Sur, número que se eleva hasta 85-90 a medida que nos acercamos a los ángulos NE. y NO. De estos días únicamente en un 25 por ciento se presentan precipitaciones superiores a los 10 mm. mientras que en el resto, oscilan entre 1 y 10 mm. siendo despreciable el aporte en un 25 por ciento de los días.

Hay que destacar, por el papel que juega en la configuración de la morfología, el fenómeno de torrencialidad, dándose las mayores afluencias en un período de 24 horas de los meses de Septiembre a Febrero, en los que se recogen de 20 a 60 mm.

La humedad relativa media oscila entre el 65 por ciento y el 75 por ciento según se trata de Valladolid o de la Zona de Páramos, alcanzando un máximo de 85-90 en los meses de Diciembre y un mínimo de 40-45 en los de Junio.

Indices climáticos.

Del análisis comparativo de los índices de evapotranspiración según Thorwaite y la pluviometría media mensual, se deduce que en toda la Tierra de Campos, el período seco, se extiende prácticamente desde finales de Octubre hasta primeros de Marzo, y muestra, una escasez de agua en un período de tiempo inferior a las 3/4 partes del año, y un período relativamente corto, para realizar medidas de deflexiones en firmes de carreteras.

Unido con este último punto, de interés moderadamente constructivo, es interesante determinar los coeficientes medios anuales de reducciones climatológicas para cada clase de obra. Para ello se ha supuesto que una obra se reparte uniformemente a lo largo de los 365 días del año y éstos a su vez en los 12 meses, con arreglo a la tabla siguiente y 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

CLASE DE OBRA

	Hormigón	Explanaciones	Aridos	Riegos y Tratamientos	Mezclas Bituminosas
VALLADOLID	0,795	0,736	0,953	0,361	0,548
ZAMORA	0,818	0,754	0,938	0,427	0,614
PALENCIA	0,824	0,775	0,977	0,393	0,604

INTERPRETACION DE LOS DATOS CLIMATICOS.

De los datos registrados anteriormente, se deduce que la superficie ocupada por la Hoja posee un clima semiárido con bioclima mesomediterráneo atenuado, templado medio con invierno moderado, en el cual los procesos de alteración química (acción continua del agua, tanto por ciento de humedad elevada, abundancia de vegetación) se desarrollan con muy poca intensidad, mientras que los de erosión física (aguas torrenciales, acción de heladas, etc.), actúan de manera decisiva a la hora de modelar su morfología.

Las variaciones de temperaturas son moderadas, alcanzando como máximo, la media anual de 13 a 17°C similar o con ligeras variaciones sobre la mensual y diaria. La humedad es media y el cielo está despejado en amplios períodos del año; todas estas condiciones favorecen la acción de la erosión física que disgrega y cuarteaa la superficie rocosa de los materiales existentes, favoreciendo su posterior arrastre por el agua.

La pluviosidad es reducida, si bien cuando se produce, es en forma torrencial, dando lugar, allí donde las formas de relieve son acusadas, a efectos muy marcados de erosión fluvial, y allí donde son moderadas o planas, a acción de lavado y arrastre.

Finalmente indicaremos que, debido a que la vegetación es primordialmente de secano (cereales, leguminosas, plantas forrajeras, etc.), sus efectos sobre la fijación del suelo son reducidos favoreciendo, en gran parte, la erosión mecánica de los elementos físicos.

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 la razón de su situación relativa y su jerarquización dentro del conjunto total.

Las Rocas

A excepción de una serie de pequeños enclaves de materiales paleozoicos que afloran por el borde occidental de la Hoja, el resto corresponde a depósitos sedimentarios de la cuenca del Duero.

Dentro del Paleozoico se distinguen:

a) Una serie de rocas ígneas que afloran por el ángulo SO. y que se dan como granitos adamellíticos de grano variable, generalmente medio a grueso, frecuentemente porfiroides y con abundantes intercalaciones ácidas.

b) Una serie de rocas metamórficas, que aparecen al N. de las anteriores, y que están compuestas, en términos generales, por micaesquistos moscovíticos y biotíticos, que, en su contacto con los granitos, pasan a gneises de dos micas.

c) Una serie de rocas, correspondientes al Ordoviciense y Silúrico que se extienden desde el Duero hasta el extremo N. del borde occidental de la Hoja.

El Ordoviciense está representado por cuarcitas y cuarcitas armóricas, mientras que en el Silúrico predominan las pizarras sericíticas entre, las que se intercalan bancos de grauwacas.

Dentro del Terciario es posible distinguir:

a) El Paleógeno, que aflora en la parte suroccidental de la Hoja, presentándose al Norte del Duero cubierto por aportes más modernos, está formado por sedimentos detríticos de facies continental (areniscas, aglomerados y arcillas) depositados en un régimen de avenidas fluviales o fluvio-lacustres dentro de un clima subtropical, a veces muy lluvioso y a veces árido.

b) El Mioceno, que incluye la mayoría de los terrenos que afloran en la Hoja, abarca las formaciones existentes desde el Vindoboniense hasta el Pontense.

Dentro del primero se distinguen de O. a E. las siguientes facies:

b₁) Facies de Montamarta, en la que predominando niveles detríticos se aprecian: arcillas sabulosas con pequeños cantos de cuarzo, niveles de conglomerados y arenas, y en ocasiones abundantes cantos redondeados de cuarcitas.

b₂) Facies Villafila-Valencia de Don Juan, semejante a la anterior, pero con unos niveles detríticos y con predominio de arcillas margo-arenosas y niveles de arenas y conglomerados bien diferenciados.

b₃) Facies de Villalpando-Sahagún, similar a la que se describirá a continuación pero con mayor proporción de niveles detríticos gruesos.

b₄) Facies de Tierra de Campos, caracterizada por arcillas ocre-amarillentas algo arenosas.

b₅) Facies Rueda-Arevalo, eminentemente detrítica y caracterizada por un conjunto arcillo-arenoso con intercalaciones de cantos y arenas ora sueltas ora cementadas por cemento-arcilloso.

En el intermedio Vindoboniense-Pontense, es posible distinguir dos facies:

b₆) Facies margoso-caliza constituida por margas claras, calizas margosas y calizas.

b₇) Facies margo-yesífera, situada sobre el borde oriental de la Hoja, y constituida por margas blancas, margas con yeso, margas calcáreas y algunos niveles de arcillas.

Las formaciones más modernas dentro del Mioceno, corresponden al Pontense y están formadas por bancos calizos de espesores variables (entre 1-30 mts.) y coloraciones blanco-grisáceas.

c) El Plioceno, constituido por depósitos de gravas de naturaleza silíceas, con arcillas sabulosas y arenas.

Por último se distinguen una serie de manchas cuaternarias formadas por arenas, arcillas y gravas de potencia reducida (10-15 mts.) y muy entremezcladas.

La Tectónica

Este estudio presenta las dificultades propias de toda cuenca terciaria continental, al aparecer toda ella colmatada de sedimentos, que enmascaran las posibles fracturas, con lo cual estas sólo pueden deducirse a partir de sus consecuencias secundarias; por otra parte, los plegamientos son tan pequeños que resultan prácticamente inapreciables. Estas razones, hacen, que el mismo, se centre sobre el borde occidental de la Hoja.

El Paleozoico fué afectado por la última fase de la Orogenia Herciniana, que dio lugar a formación de pliegues isoclinales dirigidos hacia el NO. Los estratos tienen buzamiento SO. y a veces NE. La rigidez alcanzada por el zócalo paleozoico originó, a consecuencia de los contragolpes alpinos, la aparición de cuatro sistemas de fracturas: N.-S.; E.-O.; N.NO.-S.SE. y N.NE.-S.SO., direcciones, estas, deducidas de las de los cursos de agua que, en la mayoría de los casos, son ostensiblemente rectos.

La principal fractura corresponde al río Duero, que como se observa sigue una de las direcciones antes mencionadas, al igual que otros muchos ríos y arroyos de la zona estudiada.

2.3.- CRITERIOS DE DIVISION. CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS AREAS.

Si bien en el capítulo 1 se enumeraron una serie de objetivos a cubrir con el presente mapa, resulta evidente que el fin primordial del mismo, será el de definir, siempre con las limitaciones que presenta la escala 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 continua 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 diversas obras técnicas y se finaliza con el tratamiento conjunto de todos los datos anteriores para, partiendo de ellos, definir cualitativamente sus condiciones constructivas.

CRITERIOS DE DIVISION GEOTECNICA.

Siguiendo los criterios prescritos para realizar las dos divisiones zonales posibles dentro de esta escala de trabajo, así como sus subdivisiones, hemos delimitado dos Regiones, y siete Areas; dos dentro de la primera Región y cinco dentro de la segunda.

En la Región I se incluyen todos aquellos terrenos considerados como emergidos y que corresponden geológicamente a los relieves rejuvenecidos Astúrico-Durienses; geográficamente ésta región se extiende por todo el borde O. de la Hoja. La Región II, engloba todos aquellos terrenos considerados como hundidos que corresponden geológicamente a los relieves que forman la submeseta norte; y se extienden prácticamente por toda la Hoja, a excepción de los retazos occidentales antes señalados.

Para la delimitación de las unidades de 2º orden (Areas) dentro de las Regiones señaladas, nos apoyamos en la homogeneidad macrogeomorfológica de los terrenos.

El proceso seguido para ello, ha tenido por 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, dos Areas, la I₁ y I₂. Dentro del Area I₁ se incluyen todas aquellas rocas de textura granuda (granitos y cuarcitas) que dan formas de relieve abruptas y poseen un grado de resistencia a la erosión muy elevado. En el Area I₂ englobamos todas aquellas rocas con textura orientada (pizarras, gneises, micacitas, filitas, etc.) que originan formas de relieve acusadas y poseen un grado de resistencia a la erosión moderado, pues los agentes erosivos y la meteorización actúan sobre la superficie de discontinuidad disgregándolas lentamente.

En la Región II, se han marcado cinco Areas, que denominaremos por las notaciones II₁; II₂; II₃; II₄ y II₅. El Area II₁ incluye todos aquellos depósitos conectados bien actualmente, o en épocas geológicas anteriores, con los cauces de los ríos; litológicamente está formada por arenas, gravas, arcillas y limos, que aparecen unas veces solos y limpios y

otras muy entremezclados. Por lo general presentan relieves prácticamente llanos, situados a cotas inferiores a los 700 m., que, debido a su fácil erosionabilidad, pueden mostrar pequeños escarpes y resaltes.

Dentro del Area II₂ se incluyen todas aquellas rocas, poco cementadas, formadas por materiales granulares o cohesivos (arenas, arcillas, gravas y mezcla de ambas). Presentan un relieve llano y ondulado en el que es difícil observar las huellas de la erosión, fenómeno, éste, que actúa continuamente sobre ella, conformando su actual relieve.

Se encuadran dentro del Area II₃ aquellos terrenos formados por rocas compactas, normalmente bastante cementadas y de naturaleza silícea. Presentan una morfología alomada en general, con superficies llanas en las zonas de mayor altitud y desniveles muy bruscos en su contacto con las Areas que la rodean.

El Area II₄ incluye la formación de calizas que se extiende de forma general por el ángulo NE. de la Hoja, esporádicamente por el borde E. y puntos aislados del ángulo SO. Muestran un relieve totalmente llano, en forma de "tabla" o "mesa", cuyas cotas rebasan los 800 mts.

Por último, dentro del Area II₅ se reúnen el total de las formaciones margosas que sirven de base al Area II₄. Presentan una disposición en "pendiente", en que, muy claramente, se puede apreciar la huella de la erosión lineal.

CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS AREAS.

Area I₁

Se distribuye por el borde occidental de la Hoja en forma de pequeños afloramientos que van aumentando en potencia y extensión a medida que nos desplazamos hacia el Oeste.

Dentro de la misma es posible distinguir dos grupos litológicos totalmente diferenciados. Al Norte, aparecen cuarcitas y cuarcitas armoricanas, con formas redondeadas, colores claros y, generalmente, de tonalidades vivas, gran competencia mecánica y formas de disyunción en bolos; sobre el ángulo Suroeste, nos encontramos con una serie de afloramientos de granitos porfídicos de 2 micas, de color gris-verduzco muy competentes y con formas "acastilladas".

La morfología de ambos grupos es muy similar, dan formas de relieve abruptas con abundantes resaltes sobre el terreno. Por lo general presentan superficies granudas y redondeadas, sin apenas recubrimiento, rodeadas de depósitos de materiales sueltos procedentes de su alteración y ruptura; estos depósitos, por lo general no muy potentes, no presentan problemas de posibles deslizamientos.

Sus materiales son, en pequeño, impermeables; presentando, en grande, una cierta permeabilidad ligada a su grado de tectonización. El drenaje superficial muy favorable, se ve activado por las elevadas pendientes y la impermeabilidad de los materiales, no siendo de esperar fenómenos de encharcamiento o inundación. No se presentan niveles acuíferos definidos y continuados, y la aparición de agua está ligada al grado de tectonización.

La competencia mecánica de los materiales aparecidos oscila entre alta y muy alta, no siendo de esperar que en ellos surgan posibles fenómenos de asentamiento. Los únicos problemas geotécnicos estarán ligados a la eliminación de la cobertura vegetal y a los posibles desgajamientos en los límites con formaciones menos competentes.

Por lo general, todos los tipos de rocas existentes, pueden tener utilidad industrial como materiales de construcción u ornamentación, si bien tal aprovechamiento es, en la actualidad, escaso.

Area I₂

Se distribuye al igual que el Area I₁ por todo el borde Occidental de la Hoja, dándose las mayores extensiones por los alrededores del Embalse Ricobayo y al O. de Zamora.

Dentro de ella, se engloban un conjunto de rocas metamórficas y paleozoicas, caracterizadas por su textura orientada. Las primeras, que afloran al SO. de Zamora, se componen de gneises, micacitas y filitas muy esquistosas y de colores oscuros, que dan lugar a relieves suaves, con formas poco acusadas y normalmente recubiertas por una potente capa de alteración. En las segundas, que forman un conjunto menos armónico, se mezclan pizarras, grauwacas, arcillitas y cuarcitas, todas ellas con colores oscuro-rojizos, gran lajosidad, paso gradual de unas a otras dentro de los mismos paquetes, y cambio de sus condiciones de compacidad y textura.

Su morfología oscila entre acusada y moderada, dándose la primera a las rocas paleozoicas y la segunda a las metamórficas.

Los materiales que la forman son, en pequeño, impermeables, considerándose en grande, como semipermeables por la gran cantidad de planos de tectonización que poseen. La escorrentía superficial es activa creándose una red de drenaje que avanza en profundidad a través de las direcciones de pizarrosidad. La posibilidad de aparición de agua en ella es prácticamente nula y sólo ocasionalmente, pudiera encontrarse ocupando zonas de relleno.

Los problemas hidrológicos de la misma, estarán ligados a las posibles, pero muy improbables, zonas de embolsamiento de agua que pudiera producirse por la alteración de estas rocas en arcillas y limos, muy saturados, e inestables.

La competencia mecánica de los mismos oscila entre alta y media en función de su grado de alteración no siendo presumible la aparición de fenómenos de asentamiento. Los problemas geotécnicos estarán ligados a posibles deslizamientos, al incidir sobre ellos las cargas en la misma dirección que las líneas de tectonización y a favor de la pendiente natural; y a la aparición de zonas muy saturadas que se señalan en el párrafo anterior.

Por lo general el aprovechamiento de las rocas que aparecen es escaso pudiendo ser utilizable, únicamente, ciertas formaciones de pizarras como materiales de tejar.

Area II₁

Se extiende irregularmente por toda la Hoja, y alcanza su máximo desarrollo al S. y SO., apareciendo, asimismo, grandes retazos al E. y NO.

De forma general, puede decirse que está formada por tres grupos de materiales: Arcillas, arenas y gravas, que se encuentran bien individualizados, bien en forma de mezclas heterométricas en las que, normalmente, predomina uno de los tres componentes.

Esquemáticamente puede indicarse, que la zona situada al NO. (alrededores de Benavente y Sta. Cristina de la Polvorosa), está formada eminentemente por gravas y elementos granulares gruesos, por lo general, ligeramente cementados. En las situadas en

el ángulo SE., predominan sin embargo las arenas finas de colores claros y sin apenas mezclas de arcillas y gravas: dichos depósitos también aparecen, si bien de manera aislada rodeando al río Duero en los alrededores de Aldea del Fresno y al SE. de Toro. Por último, en el resto de los manchones de este Area, vienen entremezcladas las tres litologías, destacándose la fracción arcillosa en la zona del borde E. y la areno-gravosa en las que rebordean al Duero en toda la parte S. y SO. de la Hoja.

Morfológicamente el Area debe considerarse como llana, pudiéndose observar, no obstante, pequeños escalones y desniveles, producidos por fenómenos erosivos o acumulaciones mal distribuidas.

En general el Area se debe considerar como semipermeable, si bien en ella existen zonas permeables (aquellas en que predominan las arenas y gravas), y algunas totalmente impermeables, (las colmatadas por sedimentos arcillosos provenientes de la erosión de las formaciones arcillo-margosas). Las posibilidades de existencia de agua en niveles inferiores, está siempre asegurada, dependiendo la profundidad de la misma, de la potencia de los depósitos y su cercanía a las redes de drenaje. Por lo general, esta profundidad es pequeña produciendo a veces problemas de encharcamiento y drenaje deficiente.

La capacidad de carga de estos depósitos está en función directa a su litología, oscilando de media a baja, según se considere un ámbito de gravas y arenas o uno de arcillas. Los asientos posibles serán bajos (<2,5 cm.), en el primer caso y medios o elevados, en el segundo. Así mismo y dentro de ella, es posible encontrar dos tipos de problemas ligados a la litología: uno, relacionado con la posible aparición de asientos diferenciales al sustentar estructuras sobre dos grupos litológicamente distintos (gravas y arcillas); y el otro, por el fenómeno de fluidificación de las arenas en aquellos puntos donde se conjuguen la presencia de un nivel freático alto con la de arena limpia, fenómeno éste, que también pudiera surgir.

Por último, el aprovechamiento de dichos depósitos se centra en su utilidad como áridos de construcción, observándose abundantes centros de extracción a lo largo de todo el río Duero, así como en los alrededores de Benavente.

Area II₂

Se distribuye con gran amplitud sobre toda la superficie de la Hoja, ocupando las mayores extensiones al NO., Centro Oeste y todo el borde Sur.

Debido a los criterios eminentemente macrogeomorfológicos seguidos para efectuar estas subdivisiones se han englobado en ella tres grupos litológicos que, en principio, no tienen ninguna relación: gravas, arenas y arcillas y, que si el primero suele aparecer casi siempre sin, apenas, mezcla de los otros dos; las arenas y arcillas se encuentran mezcladas, predominando al N. la fracción arcillosa y al S. la arenosa.

Los depósitos de grava, aparecen con gran profusión por todo el ángulo NO., los alrededores de San Pedro de Latarce, la zona comprendida entre Toro y Tordesillas y por todo el borde Sur entre Matapozuelo y Castronuño. Son de granulometría muy variable, decreciendo el tamaño de los cantos desde el ángulo NO. al SE. de la Hoja; normalmente son depósitos sueltos, presentando únicamente conglomerados en los alrededores de Valladolid y Castronuevo, salvo en estos casos, que adquieren tonalidades oscuras, son de color rojizo destacándose de manera muy clara sobre el paisaje.

Dentro de la mezcla arcillo-arenas, que cubre el resto del Area, es necesario llevar a cabo una pequeña separación; en toda la parte N., Centro Oeste y Centro predomina la fracción arcillosa originando una coloración rojiza, aunque menos viva que en el caso de la grava; en la parte Sur, es la arena el componente predominante con aumento de su proporción de E. a O., dando lugar a una coloración ocre claro-amarillenta.

La morfología, si bien, en rasgos generales puede considerarse como ondulada, está muy relacionada con la fracción litológica predominante y así, en las zonas con gravas, predominan relieves con desniveles marcados y pendientes suaves; en la de arcillas, el relieve es prácticamente llano con pendientes inferiores al 3 por ciento, y en la de arenas, las formas son intermedias entre las dos anteriores, apareciendo zonas en las que sobresalen formas totalmente llanas, junto a otras en la que estas han pasado a alomadas.

Los problemas ligados con estas características geomorfológicas, se centraran fundamentalmente en los creados por la acción erosiva, ya sea fluvial o eólica, y así, aparecen en las zonas con arenas profundos abarrancamientos, laderas inestables y una cierta propensión a los deslizamientos, mientras que allí donde abundan las arcillas, la acción erosiva actúa uniformemente desgastando por igual el terreno y colmatando las redes de drenaje.

De forma general, hemos designado todo el Area como semipermeable, si bien conviene hacer una serie de consideraciones en función de la litología.

Allí donde predominan las gravas, la permeabilidad será buena, el drenaje natural por gravedad, aceptable, y se apreciará sobre el terreno una muy ligera red de escorrentía; donde abundan las arenas el terreno será semipermeable, con un drenaje intermedio entre la percolación natural y la escorrentía superficial, observándose una red de escorrentía muy marcada y unos efectos de erosión fluvial muy vivos; por último, los suelos arcillosos son prácticamente impermeables, con drenaje únicamente por escorrentía superficial poco activa y con posibles zonas de encharcamiento. En todo el Area es posible detectar mantos acuíferos perfectamente definidos a profundidades variables. Los problemas hidrológicos únicamente apareceran en las zonas definidas como impermeables.

La capacidad de carga varía mucho dentro del Area y así en las zonas con gravas, esta oscilará entre media y alta, sin que existan problemas de asentamientos, fenómenos éstos, que se darán durante la construcción y no con posterioridad a la misma; en las zonas con arenas, la capacidad de carga será de tipo medio apareciendo asentamientos del orden de 2,5-3,5 cm. que se observaran a la fase constructiva; por último en las zonas arcillosas las cargas admisibles aconsejadas serán de tipo bajo o medio y los asientos de tipo medio o alto.

A parte de estos aspectos geotécnicos, propiamente dichos, pueden surgir problemas de asentamientos diferenciales debido a la irregular distribución en profundidad de los distintos grupos litológicos.

Industrialmente tendrán un cierto aprovechamiento los tres grupos mencionados los dos primeros para áridos y arenas en las industrias de la construcción y Obras Públicas y el último en la industria de cerámica.

Area II₃

Se distribuye únicamente por el ángulo SO. de la Hoja, adquiriendo su más espectacular desarrollo al NO. y SO. de Zamora.

Litológicamente se engloban en ella un conjunto de rocas, de naturaleza silíceas, y muy cementadas, entre las que predominan las areniscas y los conglomerados, destacándose por su mayor extensión las primeras. Dichas rocas con coloraciones eminentemente blanquecinas y rojizas, se alteran difícilmente, dando arenas de grano muy fino; en general, presentan una disposición en bancos horizontales con acusados desniveles con las Áreas que las rodean; si bien en su conjunto no se observan rasgos morfológicos muy acusados.

El Área se ha considerado como semipermeable, con un drenaje por percolación entre aceptable y deficiente, y con una escorrentía superficial deficiente en las zonas llanas y muy activa en sus bordes, actividad que lleva a la aparición de grandes surcos erosivos y al progresivo desmoronamiento de los mismos. Las posibilidades de aparición de niveles acuíferos a cotas relativamente bajas es nula, teniendo que llegar hasta el muro de estas formaciones para encontrar agua. En general, no aparecen problemas hidrológicos importantes.

Las características geotécnicas serán, siempre que la roca no se encuentre alterada o recubierta por otras formaciones, favorables; con capacidades de carga alta e inexistencia de problemas de asentamientos.

El aprovechamiento de los materiales existentes en ella está muy extendido, bien como áridos y arenas para la construcción, o como piedra para edificación y ornamentación.

Área II₄

Aparece generalmente recubriendo casi todas las cotas superiores a los 800 mts., dándose las mayores extensiones sobre el Monte de Torozos; también se observan retazos aislados sobre todo el borde E. y ligerísimos afloramientos al SE. de Zamora.

Está formada por una tabla de caliza blanca oquerosa, bastante fisurada, recubierta por una cobertura de arcillas rojas de potencia ≤ 1 mts., procedente de su propia alteración, y que a medida que nos desplazamos hacia los bordes de las manchas se torna más margosa dando un material de tipo margo-calcáreo. Morfológicamente presenta un relieve totalmente llano en forma de "tabla" o "mesa" sobre el que no se observan huellas de erosión ni de fenómenos geodinámicos externos.

El Área se considera en general como impermeable, estando la permeabilidad ligada al grado de tectonización o a los desniveles de los bordes; el drenaje es, por tanto, deficiente, dando lugar a abundantes zonas de encharcamiento. La posibilidad de aparición de niveles acuíferos definidos es muy alta, encontrándose a profundidades que dependen de la potencia del horizonte calizo.

La capacidad de carga oscila entre alta y muy alta y no existen problemas de posibles asentamientos. Es de hacer notar el fenómeno, observado en algunas manchas del borde E., de posibles hundimientos producidos por la disolución del yeso que les sirve de base, que deja zonas en vacío que con el tiempo llegan a deprimirse y finalmente a colapsar.

Los materiales tienen gran aplicación, como piedra machacada, en la industria de la construcción.

Area II5

Se encuentra rebordeando el Area II4 y es generalmente el pilar de sustentación de la misma, únicamente allí donde la caliza ha sido erosionada sus materiales se presentan sin ninguna cobertura.

Dentro de ella se observan dos grupos litológicos similares, uno margo-calcáreo y otro margo-yesífero de los cuales el primero aparece en la parte más SO. del Monte de Torozos y el segundo por la más oriental y todo el borde E. Dan coloraciones blanco-grisáceas con abundantes costras de cal y pequeños horizontes de yesos cristalizados.

Morfológicamente presentan un relieve en "pendiente" con acusados rasgos de una acción erosiva muy intensa, profundos abarrancamientos y pequeños deslizamientos.

Toda ella es impermeable, si bien y debido a sus condiciones geomorfológicas, posee un drenaje por escorrentía superficial muy activo, no produciéndose de ordinario zonas de encharcamiento. Es importante resaltar el hecho de que las aguas provenientes de las mismas al ser altamente selenitosas poseen un alto poder corrosivo contra los aglomerantes hidráulicos ordinarios.

Su capacidad de carga oscila entre baja y media, existiendo posibilidad de hundimientos súbitos, asientos diferenciales y asientos progresivos importantes, por dilución de parte, o toda, la zona de cimentación. En ello, y en el problemas corrosivo de aguas, radican las principales causas por las que este Area se considere muy desfavorable como base de sustentación industrial o urbana.

Por lo general el yeso se utiliza como producto para la industria de la construcción.

2.4.— FORMACIONES SUPERFICIALES Y SUSTRATO.

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

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

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

En lo que sigue, se partirá de las siete unidades ya definidas, especificando para cada una de ellas sus diferentes litologías. Este criterio, se mantendrá en los apartados sucesivos de tal forma que a partir de ahora referiremos a ellas el conjunto de características de la Hoja, y únicamente en el último capítulo (3) dejaremos este criterio para poder efectuar la interpretación geotécnica de los terrenos de forma más precisa.

Area I1

En ella se encuentran, únicamente, dos tipos de roca: granitos y cuarcitas, incluidos, ambos, dentro del sustrato geológico.

Granitos γ

Se localizan sobre el ángulo SO. de la Hoja, casi en el límite de la misma, son rocas ígneas de textura porfídica con grandes cristales de feldespato. Muestran una coloración oscuro-verdosa con formas redondeadas y grandes zonas de alteración en su contacto con las formaciones rocosas situadas en su costado.

Poseen una elevada resistencia mecánica, gran resistencia a la erosión, permeabilidad nula y son aprovechadas como piedra machacada en la industria de la construcción. Presentan escasos recubrimientos, gran fisuración y disyunción en bolos redondeados.

Cuarcitas P

Aparecen en el centro y N. del borde O. de la Hoja en sus modalidades de cuarcitas y cuarcitas armoricanas. Muestran colores diversos que van prácticamente desde el blanco lechoso hasta el verde grisáceo, pasando por rojizos y pardo rojizos.

Poseen una elevada resistencia mecánica, gran compacidad, y permeabilidad nula, teniendo un amplio aprovechamiento industrial como piedra machacada. Presentan recubrimientos nulos, escasa fisuración, abundantes filones de cuarzo y son difícilmente erosionables.

Area 12

En ella, es posible diferenciar dos grandes grupos, integrado el primero por esquistos, micaesquistos y gneises y el segundo por una mezcla de pizarras, grauwas y cuarcitas.

Esquistos, micaesquistos y gneises ξ

Este grupo de rocas metamórficas se hallan, únicamente, sobre el ángulo SO. de la Hoja lindando con los granitos.

Poseen en general, una marcada lajosidad y sus colores son oscuros, marrones y marrón-amarillento; su resistencia mecánica es alta en el sentido normal a la pizarrosidad y baja en el sentido de la misma, normalmente están recubiertas de una capa de sedimentos arcillosos, y son fácilmente atacables por la erosión, que los disgrega en lajas.

Pizarras, grauwas y cuarcitas $P_{\xi} - P_{\xi/101} - P_{\xi/103}$

Estas rocas mezcladas o individualizadas se encuentran con cierta profusión por el centro del borde O. de la Hoja, normalmente en forma de grandes paquetes, en los que se pasa gradualmente de unos a otros y en los que la potencia de los mismos varía entre grandes límites.

En general y con la excepción de las cuarcitas, que ahora se observan orientadas y en gruesas lajas, el resto muestra una gran lajosidad con coloraciones en general rojizas y marrones rojizas; su resistencia mecánica es alta, descendiendo ligeramente en la dirección de la pizarrosidad, aparecen recubiertas, en las zonas de menor altitud, de grandes recubrimientos silíceos, son relativamente erosionables, dando como resultado su descomposición en lajas delgadas y fácilmente exfoliables.

Su aprovechamiento industrial es escaso, utilizándose algunos afloramientos de pizarras como material de tejar.

Area II₁

En ella se incluyen una serie de grupos litológicos, compuestos por gravas, arenas y arcillas, bien solos, bien entremezclados, dispuestos horizontalmente y con abundantes cambios hacia cualquiera de los grupos, sin que aparezcan entre ellos límites netos.

De los expuestos en el mapa, únicamente nos centramos en los Qf/2; Qf/3; Qt/3-5-2 y Qc/3-2-5 por ser los más representativos e incluir en muchos casos, si bien un tanto veladamente, las características del resto que, por otra parte, ya se mencionan en la leyenda del mapa.

Depósitos de gravas de origen fluvial – Qf/2

Aparecen con estratificación horizontal al O. y SO. de Benavente, por lo general, presentan una granulometría muy variable en la que predominan las fracciones gruesas, con potencias variables, si bien nunca muy potentes.

Son de color claro-rojizo, enmascarados, en ciertas ocasiones, por una cobertura vegetal arcillosa de reducido espesor y se hallan cementadas aisladamente por la matriz arcillosa; sin embargo, son fácilmente disgregables estando condicionada su relativa resistencia a la erosión por su morfología llana que evita el arrastre de las fracciones finas.

Parcialmente se aprovechan para áridos, en la industria de la construcción.

Depósitos de arenas de origen fluvial – Qf/3

Aparecen con gran profusión por todo el ángulo SE. de la Hoja, presentando una granulometría muy uniforme, fina, sin denotar estratificación visible y con potencias muy variables.

Tienen colores claros, normalmente sin apenas recubrimiento vegetal y sin mezcla de fracciones cohesivas o limosas. Son fácilmente erosionables por agentes fluviales o eólicos.

Su aprovechamiento industrial es muy escaso, no así el forestal pues dichos depósitos están casi siempre cubiertos de árboles resineros.

Depósitos de arenas, arcillas y gravas desconectados de los cauces actuales de los ríos – Qt/3-2-5.

A fin de evitar subdivisiones, normalmente no muy precisas, englobaremos en este grupo, no solamente los depósitos designados por Qf/3-2-5 sino también aquellos nombrados por Qf/3-2, pues ambos son genéticamente similares (depósitos de terraza) y únicamente se diferencian en su composición litológica, que es en el primero de granulometría superior al del segundo.

Se sitúan sobre el ángulo SO. de la Hoja, al E. y S. de Zamora, poseen, en general, una distribución granulométrica muy irregular en la que aparecen lentejones aislados de arcillas y arenas, en su parte superior, que van pasando a más granulares a medida que se gana en profundidad. Geotécnicamente y según la clasificación U.S.C.S. pueden englobarse en el grupo SC, si bien su parte superficial será del tipo CL, ML y CH.

Son fácilmente erosionables debido a su escaso grado de cementación, si bien a medida que se gana en profundidad se acentúa más el ligazón entre las fracciones, adquiriendo una compactación apreciable.

Estos depósitos son ampliamente utilizados para la obtención de áridos.

Depósitos de arenas y gravas con matriz arcillosa, conectados con el cauce actual de los ríos — Qc/3-2-5

Por la misma razón que en el punto anterior, agruparemos aquí todos los depósitos de tipo coluvial, designados en el mapa con las notaciones Qc/3-2-5; Qc/3-5 y Qc/5-3.

Su distribución dentro de la Hoja es muy amplia, encontrándose prácticamente, en mayor o menor proporción, por toda ella, si bien la mayor profusión se da sobre la mitad S. de la misma.

Por lo general, muestran una disposición horizontal, colores grises oscuros y una gran variedad litológica, dentro de la que predominan las fracciones CL, ML y SM.

Puede decirse, como norma, que aquellos depósitos situados sobre el Centro, Centro N. y E., son eminentemente arcillosos y de colores grisáceos, mientras que los situados al S. son más granulares, estando recubiertos por una capa de tierra vegetal de reducida potencia (0,5-1,00 mts.).

Son fácilmente erosionables, pero debido a su gran horizontabilidad no se aprecian sobre ellos rasgos erosivos muy marcados.

Su utilización industrial es muy escasa, aprovechándose únicamente estos depósitos granulares para áridos de construcción.

Como epílogo daremos una pequeña descripción de los tres últimos grupos incluidos en el mapa y que, por su reducida extensión, no merecen un comentario más extenso del que a continuación se expone.

- Depósitos de arcillas de tipo pantanoso — Qpa/5.— De granulometría uniforme, plasticidad elevada y nula cementación. Son poco resistentes a la erosión y están sujetos de forma continua a la recepción de nuevos sedimentos. Su aprovechamiento industrial es nulo, y su distribución geográfica les sitúa sobre el centro del borde occidental de la Hoja.

- Depósitos de arenas ligadas a los cauces de los ríos — Qa/3.— Se sitúan aisladamente y de forma esporádicamente sobre el centro y márgenes del río Duero, se hallan mezclados con limos y arcillas, son de potencia reducida, fácilmente erosionables y de escaso o nulo aprovechamiento industrial.

— Depósitos arcillosos de alteración, sin desplazamiento posterior — Qe/5.— Se localizan normalmente sobre las formaciones calizas y margosas, dan coloraciones claras y poseen, a menudo, elevada plasticidad. Son fácilmente erosionables, ocupan reducidas extensiones y su aprovechamiento industrial es nulo.

Area II₂

Esta subdivisión, que en extensión es la mayor de las definidas en la Hoja, engloba una serie de materiales poco cementados de tipo granular: gravas y arenas, y cohesivo: limos y arcillas que por regla general suelen aparecer entremezclados, aunque predominando siempre alguno de ellos.

Para centrar ideas, y pese al hecho de haber realizado en el mapa una subdivisión más fina, únicamente nos referimos en lo que sigue a tres grandes grupos; según predominan en ellos las gravas, las arenas o las arcillas, y estén sueltos o cementados.

Formaciones de gravas de naturaleza silíceas — $T_{2/13/3}$: $T_{2/3/5}$ — entremezcladas con arenas o con arenas y arcillas.

Se distribuyen las primeras por todo el ángulo NO. de la Hoja prácticamente desde Villalpando hasta el borde O. y las segundas por una franja horizontal que se extiende desde el N. de Toro y Zamora hasta el margen S. de la Hoja.

Por lo general ambas formaciones dan tonalidades eminentemente rojizas, pero mientras en la primera predominan las fracciones gruesas en disposición horizontal, muy compactas y, a menudo con cantos gruesos y bolos; en la segunda, aparecen arenas y arcillas entremezcladas dando una morfología alomada y apareciendo, casi siempre muy sueltas.

Ambas formaciones son resistentes a la erosión, en mayor grado la primera; su aprovechamiento para áridos está muy extendido.

Formación de conglomerados — $T_{7/12}$

Se distribuyen en forma de pequeños retazos al NE. de Toro y al N. y SO. de Valladolid.

Normalmente aparecen como horizonte de potencia reducida, 2 a 3 mts. de colores marrones-grisáceos, con cantos pequeños y cemento arcillo-arenoso. Son muy competentes y difícilmente erosionables, teniendo, a causa de su escaso desarrollo, poco aprovechamiento industrial.

Formación de Arenas — $T_{3/5}$

Se distribuye por el borde SO. de la Hoja en una franja que va desde Zamora-Toro al S. Por lo general se presentan entremezcladas con arcillas, limos y eventualmente gravas, y aparecen por paso gradual de las formaciones arcillosas que se extienden al E. y arcillo-gravosas al N. Tienen colores marrones claros, están ligeramente cementadas y son fácilmente erosionables.

Su aprovechamiento industrial es muy escaso.

Formación de arcillas — $T_{5/3}$; $T_{5/3/2}$ y $T_{5/105}$ - entremezcladas con arenas, gravas y margas.

La primera, que ocupa la máxima extensión territorial, se extiende por todo el N., Centro y SO. de la Hoja, mientras que la segunda, sólo aparece en el ángulo Noroccidental y la última al NE. de Valladolid.

En general presentan tonalidades rojizo-oscuros, no tan vivas como en las formaciones de gravas, y en ellas aumenta el contenido en arena a medida que vamos de N. a S. y de E. a O.

Son fácilmente erosionables observándose, sobre todo, allí donde la morfología es algo acusada, profundas huellas de erosión fluvial.

Su aprovechamiento industrial es muy irregular utilizándose, cuando el contenido de arena es pequeño, en las industrias de construcción y cerámica.

Area II₃

Formaciones de areniscas y conglomerados – T_{8/3/7}

Se distribuyen únicamente al NO. de Zamora, sobre esta población y al S. y SO. de la misma, estando compuestas por rocas de naturaleza silícea, grano fino, muy cementadas y con colores muy varios, que oscilan desde blanquecinos a rojizo-asalmonados.

Muestran gran resistencia a la erosión y se presentan en forma de capas horizontales de apreciable potencia.

Por alteración pasan a arenas finas, previo proceso de rotura en bloques de forma paralelepípedica.

Se utilizan, ampliamente, en la industria de la construcción como, arenas, áridos y piedra tallada.

Area II₄

Formaciones de caliza – T_{12/3}

Se distribuyen sobre todo el Monte de Torozos y en ciertas zonas del borde oriental de la Hoja, en forma de pequeños manchones se encuentran también al S. de Toro y al NO. de Zamora.

Presentan tonalidades blanquecinas, disposición horizontal y potencia intermedia (1 a 10 mts.). Por lo general aparecen con abundante oquerosidad y gran propensión a la fisuración y ruptura en sus bordes. Son muy competentes y difícilmente erosionables, sin embargo se alteran fácilmente en superficie, apareciendo siempre recubiertas por un tapiz arcilloso de color rojizo y potencia reducida (1 mts.).

Su aprovechamiento está orientado hacia la obtención de piedra machacada y piedra ornamental para la industria de la construcción.

Area II₅

Formaciones de margas calcáreas y yesíferas – T_{105/6} y T_{105/8}

Se localizan en la base de la formación anterior, dándose la litología calcárea hacia el O. y yesíferas al E.

Presentan coloraciones grises-blanquecinas, con marcados rasgos de erosión fluvial.

Por alteración, forman suelos arcillosos y plásticos y en los que a veces se presentan fenómenos de solifluxión.

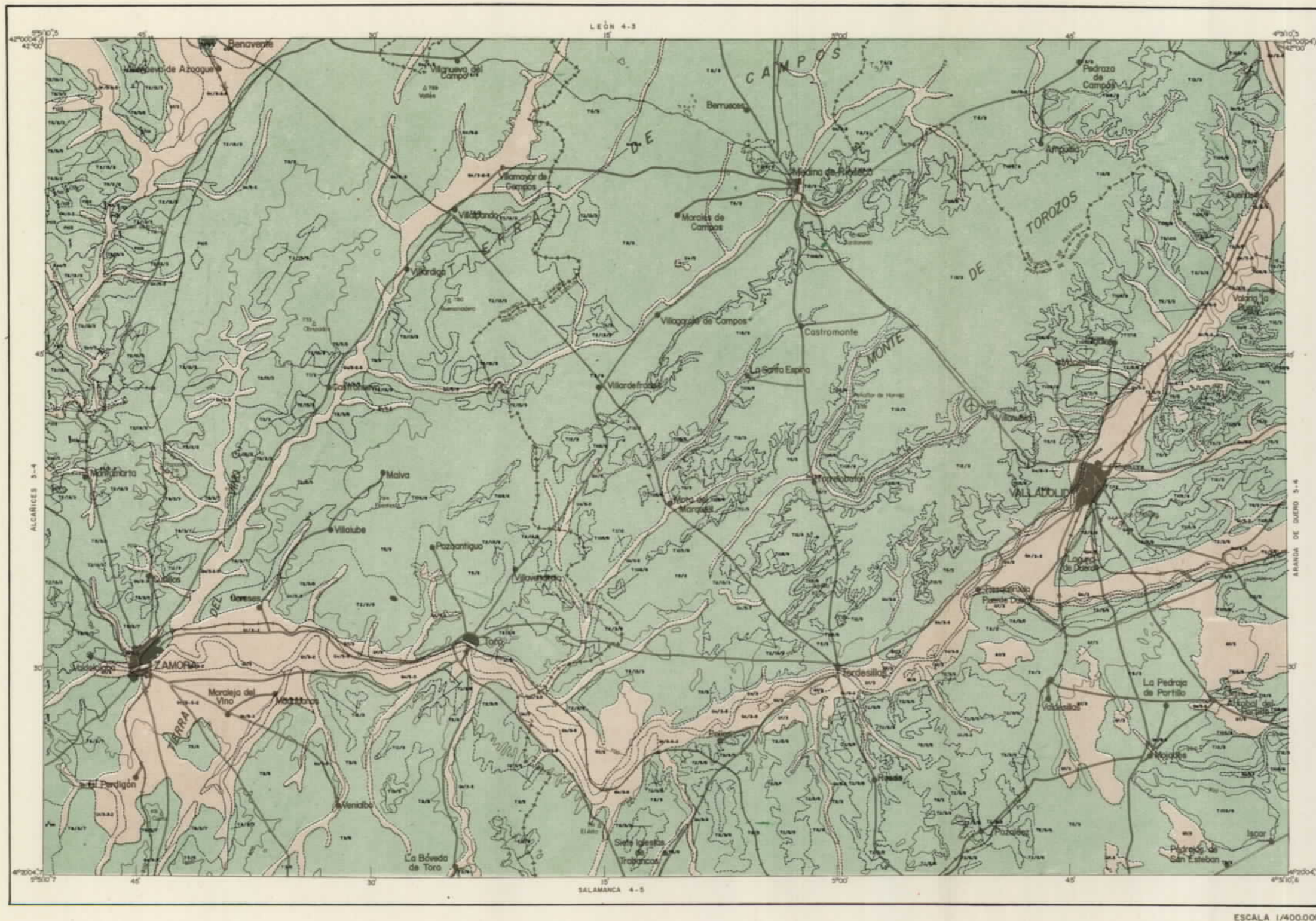
Dentro de las formaciones yesíferas aparecen, con gran profusión, yesos cristalizados, a veces en pequeños horizontes y otros incluidos en la masa margosa.

De las dos formaciones, únicamente la última tiene un aprovechamiento industrial amplio para la extracción de yeso.

2.5.— CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS.

En este apartado se analizarán los principales rasgos morfológicos, para poder entrever que repercusión tienen, o pueden tener, sobre las condiciones constructivas de los terrenos.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS LITOLOGICAS
I	I ₁	<p>Está constituida por formaciones rocosas muy competentes, en las que predomina el grupo litológico de los granitos en el ángulo SO. y el de las cuarcitas y cuarcitas armoricanas en el borde occidental.</p> <p>Presentan colores oscuros y verdosos los primeros, mientras que los segundos dan tonalidades más claras (blanquecinas, rojizas, gris-verdosas, etc.).</p> <p>Ambos grupos son muy resistentes a la erosión.</p>
	I ₂	<p>Está formada por pizarras, grauwas y cuarcitas, normalmente con una marcada pizarrosidad y con una tendencia a separarse en lascas.</p> <p>Por lo general las pizarras presentan tonalidades marrones-rojizas, mientras que las últimas dan grises-oscuros.</p> <p>Debido a su disposición en lascas son fácilmente erosionables por el agua, a través de sus planos de tectonización, sin embargo globalmente poseen una resistencia a la erosión apreciable.</p>
II	II ₁	<p>Está formada por depósitos de litología muy variada en los que bien se entremezclan las arenas, arcillas y gravas, bien aparecen estos componentes totalmente individualizados.</p> <p>Por lo general aparecen dispuestos horizontalmente, mostrándose las fracciones más finas en forma de lentejones aislados.</p> <p>Normalmente estos depósitos son fácilmente erosionables.</p>
	II ₂	<p>Está formada por rocas sedimentarias detríticas que pasan desde arcillas-arenosas más o menos cohesivas hasta gravas gruesas.</p> <p>Por lo general su distribución es irregular, si bien, se dan las gravas por el borde O. las arenas por el S. y las arcillas-arenosas por el Centro y N.</p> <p>El grado de erosionabilidad crece a medida que decrece el tamaño de los granos.</p>
	II ₃	<p>Está formada por rocas sedimentarias compactadas (areniscas y conglomerados), normalmente con coloraciones rojizas, blanquecinas o grisáceas, dispuestas en bancos horizontales y por lo general con una alta resistencia a la erosión.</p>
	II ₄	<p>Está formada por rocas calizas de coloración blanquecina o grisácea-blanquecina dispuestas en bancos horizontales, por lo general oquerosas, bastante fisuradas y recubiertas por la capa de alteración arcillosa (de color rojizo) de potencia inferior a 1 mts.</p>
	II ₅	<p>Está formada por rocas margosas, margo-calcáreas y margo-yesíferas de colores blanquecinos, a menudo con pequeños niveles de yeso puro o yeso diseminado.</p> <p>Por lo general, y debido a su disposición topográfica, son muy fácilmente erosionables.</p>



ESCALA 1/400.000

FORMACIONES SUPERFICIALES

Qt/2	Depósitos de gravas de origen fluvial	Qt/3-5-2	Depósitos de arenas arcillosas con gravas, desconectados del cauce actual de los ríos	Qt/3-2-5	Depósitos de arenas y gravas con matriz arcillosa, conectados con el cauce actual de los ríos
Qt/3	Depósitos de arenas de origen fluvial				
Qpa/5	Depósitos de arcillas, normalmente recubiertos por el agua	Qt/3-2	Depósitos de arenas y gravas, desconectados del cauce actual de los ríos	Qc/3-5	Depósitos de arenas arcillosas conectados con el cauce actual de las grandes redes de drenaje
Qa/3	Depósitos de arenas ligados al cauce actual de los ríos	Qc/5	Depósitos arcillosos de alteración, "in situ"	Qc/5-3	Depósitos de arcillas arenosas conectados con el cauce actual de las pequeñas redes de drenaje

SUSTRATO

T _{2/13/3}	Formaciones de gravas de naturaleza silicea, entremezclados con arenas.
T _{2/3/5}	Formaciones de gravas, arenas y arcillas.
T _{7/2}	Formaciones de conglomerados y arcillas.
T _{3/5}	Formación de arenas con ciertas inclusiones de arcillas.
T _{5/3}	Formación de arcillas arenosas
T _{5/3/2}	Formación de arcillas arenosas entremezcladas con gravas.
T _{8/3/7}	Formaciones de areniscas arenosas y conglomerados.
T _{12/3}	Formación de calizas arenosas.
T _{105/6}	Formación de margas calcareas.
T _{105/8}	Formación de margas yesíferas.
T _{5/105}	Formaciones de arcillas margosas.
P _ε	Pizarras.
P ₁₀₃	Cuarcitas.
P _{ε/101}	Pizarras y grauwacas en alternancia
P _{ε/103}	Pizarras y cuarcitas en alternancia.
ε	Alternancia de esquistos, micaesquistos y gneis.
p _{γbm}	Granito porfídico de dos micas.

El análisis tendrá como base las características y comportamiento de las diferentes familias de rocas ante las condiciones ambientales, resaltando aquellos problemas que surgen en el terreno, bien por causa puramente natural, o al trastocarse su equilibrio bajo la acción directa del hombre. Se completa con un mapa y una ficha resumen en la que se incluyen las características geomorfológicas más interesantes de cada unidad de clasificación de segundo orden.

Area I₁

Presenta una morfología irregular con pendientes que varían entre el 10 y el 30 por ciento. Por lo general, y dado el carácter resistente de las rocas que en ella afloran, son acusados sus resaltes sobre el terreno; mostrando estas características en las zonas situadas al O. del embalse de Ricobayo y en la zona de Valmasedo; sin embargo, la mancha delimitada sobre el ángulo SO. presenta formas, si bien acusadas, más redondeadas originando perfiles de tipo "acastillado".

La estabilidad de los terrenos es muy alta, no alterándose al verse sometida a cargas o esfuerzos externos, siempre y cuando se efectúe sobre la masa total y no sobre los bordes de la misma, ya que en dichas zonas pueden surgir problemas de desgajamientos y rupturas en bloques.

Por lo general, no se aprecian recubrimientos importantes, si bien pueden aparecer (sobre todo en las zonas de la margen izquierda del río Esla), pequeñas acumulaciones de materiales sueltos, bolos cuarcíticos redondeados y de apreciable tamaño.

Area I₂

Presenta, al igual que la anterior, una morfología irregular con pendientes que oscilan entre el 15 y 30 por ciento, dándose las primeras al O. de Teso del Rey; las segundas al NO. y SO. de Zamora.

Es estable, tanto bajo condiciones naturales como al verse solicitada por la acción del hombre, no obstante, y debido a la existencia, en ciertas zonas, de una gran pizarrosidad pueden aparecer eventuales deslizamientos a lo largo de los planos de tectonización si inciden sobre ellos cargas de magnitud elevada, y están a favor de las pendientes topográficas.

El carácter lajoso de las formaciones favorece la disgregación y alteración de las mismas en laminillas finas que forman, en ciertas zonas, potentes capas de recubrimiento que enmascaran la roca de la cual provienen, este fenómeno, se observa en los manchones situados al O. de Zamora, mientras que en los situados sobre la margen izquierda del Esla, los recubrimientos no suelen provenir de la alteración de las formaciones, sino que son depósitos coluviales formados por fracciones granulares gruesas y muy heterométricas.

Area II₁

Morfológicamente toda ella debe considerarse como llana, con pendientes inferiores al 3 por ciento que pueden, eventualmente, llegar hasta el 7 o el 10 por ciento, en ciertas zonas aisladas situadas al S. de Zamora y que corresponden a depósitos de terraza.

Por lo general, dichos depósitos son estables bajo cualquier tipo de condiciones, pudiendo surgir, ocasionalmente, pequeños deslizamientos a causa de la acción erosiva del agua por arrastre de las fracciones finas.

Normalmente no se observan fenómenos exógenos importantes, apreciándose, eventualmente, en su contacto con las Areas que la circunvalan, abarrancamientos y deslizamientos como continuación de los habidos en aquellas.

Area II₂

Esta subdivisión, y debido a su complejidad litológica, es la que presenta una mayor variedad en cuanto a sus características geomorfológicas, razón esta por la cual, será preciso, a fin de no caer en el confucionismo, efectuar dentro de ella una separación en función de los distintos grupos litológicos. Para continuar con la norma expuesta en el apartado anterior nos referiremos al grupo compuesto por las formaciones de gravas, conglomerados y arenas. T_{2/13/3} ; T_{2/3/5} ; T_{7/2} y T_{3/5} y al formado por las arcillas T_{5/3} ; T_{5/3/2} y T_{5/105}.

Modelado en formaciones de gravas, conglomerados y arenas.

Morfológicamente presenta una gran variedad de formas: desde las prácticamente llanas, con pendientes inferiores al 3 por ciento, correspondientes a la zona: entre Toro, Tordesillas y alrededores de Benavente, hasta zonas montañosas con pendientes del 20 al 30 por ciento, al S. y SO. de Toro, pasando por intermedias y abruptas con pendientes entre el 3 y 20 por ciento en el resto de la zona.

Estas formaciones son estables bajo cualquier tipo de condiciones, produciéndose únicamente desmoronamientos, por erosión de la fracción fina, en los bordes de las mismas. Este fenómeno produce abundantes acumulaciones de materiales sueltos que aparecen con gran profusión en la zona de Villalpando y por el ángulo NO. de la Hoja.

Los depósitos así formados, son bastante sensibles a la acción erosiva que produce en ellos abundantes abarrancamientos.

Modelado en formaciones de arcillas.

Con morfología muy regular, presentan formas llanas, con pendientes inferiores al 3 por ciento, en prácticamente toda su extensión, y únicamente, en su contacto con el Area II₅ ascienden hasta el 7 ó 10 por ciento.

Debido a este hecho, la estabilidad en este tipo de modelado es alta, no apareciendo fenómenos de inestabilidad ni al estar sometidos a cargas naturales, ni a la acción del hombre; así mismo, los fenómenos de erosión actúan sobre ellas poco activamente, apareciendo sólo abarrancamientos y pequeños desmoronamientos en el contacto con II₅.

Area II₃

Es de morfología bastante homogénea y relativamente llana, siempre que se considere como unidad independiente, ya que, en el conjunto, presenta pendientes elevadas (entre el 0 y 10 por ciento) cuando entra en contacto con las Areas que la circundan, tal es el caso de la zona situada al SO. de Zamora.

Es totalmente estable tanto bajo condiciones naturales como bajo la actividad del hombre, y únicamente en sus bordes se aprecian desgajamientos de bloques de tamaño intermedio y de forma paralelepípedica.

La erosión actúa sobre ella sin dejar grandes huellas, y únicamente disgrega la parte superior de sus formaciones silíceas en arenas finas.

Area II₄

Su morfología es totalmente llana con pendientes inferiores al 3 por ciento y sin apenas resaltes importantes. Presenta la típica disposición en "tabla" o "mesa", generalmente estable bajo cualquier tipo de condiciones en la zona del Monte de Torozos, e inestable bajo la acción del hombre, en las situadas sobre el borde oriental de la Hoja, así como en su contacto con el Area II₅.

Las "tablas" situadas sobre la margen derecha, presentan una serie de fenómenos de hundimiento, algunos activos y otros en potencia, ocasionados por la dilución y arrastre de las margas yesíferas que le sirven de base, y crean zonas en vacío, que, poco a poco, van cediendo hasta terminar por hundirse.

Area II₅

Presenta toda ella forma de relieve "inclinado" con pendientes que oscilan del 5 al 20 por ciento.

Su estabilidad es deficiente, siendo prácticamente toda ella inestable bajo condiciones naturales, así mismo aparecen una serie de fenómenos exógenos condicionados por su especial disposición, tal es el caso de los profundos abarrancamientos y la serie de deslizamientos activos, y en potencia, a favor de las pendientes topográficas.

EROSIONABILIDAD.

A la vista de lo expuesto en el apartado 2.1., es fácil comprender que la acción, única o combinada, de los diferentes agentes de erosión externos son los principales modeladores del relieve de la Hoja, esto, unido a su distinta litología, son los factores que pueden ocasionar mayor número de problemas geotécnicos a la hora de aprovechar técnicamente los terrenos.

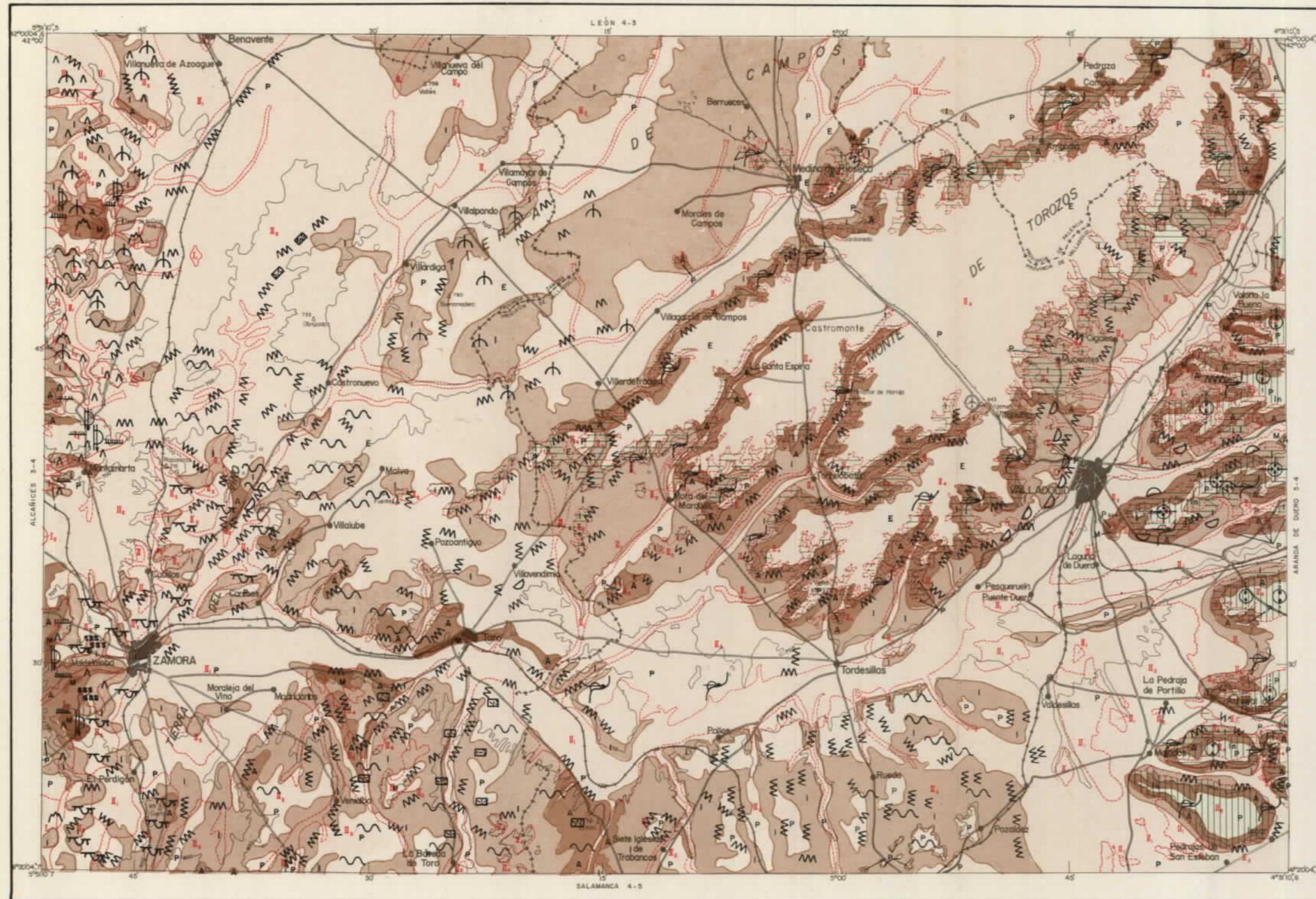
Debido al carácter físico y descriptivo de este trabajo, resultaría impropio del mismo, un análisis exhaustivo de las diferentes formas de erosión sobre los distintos suelos, así como sus posteriores repercusiones; pero sin embargo resulta imprescindible esbozar el tipo de erosión existente en la Hoja en función de su morfología y litología.

Para la fácil comprensión del mismo, nos referiremos a grandes unidades litológicas o estructurales, dando de ellas su grado de erosionabilidad así como el tipo de la misma y los fenómenos que produce.

a) Por toda la zona Norte y Centro Oeste, denominada Tierra de Campos, se origina un tipo de erosión de aspecto laminar y homogéneo, muy difícil de observar a simple vista, por la escasez de manifestaciones externas, consistentes en un lavado y arrastre de los suelos de una manera uniforme, depositando sobre los cauces de los ríos gran cantidad de materiales sueltos.

b) Otra clase de erosión, de tipo lineal, se da sobre las pendientes que se extienden desde los páramos hasta la Tierra de Campos. En ellas, las formas de erosión son muy acusadas, observándose sobre el terreno profundos abarrancamientos, fenómenos de erosión e importantes arrastres.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS
I	I ₁	<p>Muestra una morfología irregular con pendientes que varían entre el 10 y el 30 por ciento dando acusados resaltes sobre el terreno. Por lo general presenta formas acusadas, pero redondeadas con relieves de tipo "acastillado".</p> <p>Es estable bajo cualquier tipo de condiciones, naturales o artificiales, y por lo general no se aprecian en ella recubrimientos importantes.</p>
	I ₂	<p>Presenta una morfología irregular con pendientes que oscilan entre el 15 y el 30 por ciento. Por lo general y salvo casos excepcionales de aplicación de las cargas en la dirección de las líneas de tectonización y a favor de las pendientes, ha de considerarse toda ella como estable.</p> <p>Las rocas que la forman, se alteran en laminillas o en lajas de tamaño medio que por alteración sucesiva pasan a arcillas, observándose a veces recubrimientos abundantes.</p>
II	II ₁	<p>Presenta una morfología llana con pendientes inferiores al 3 por ciento.</p> <p>Por lo general sus depósitos son estables bajo cualquier tipo de condiciones pudiendo aparecer, ocasionalmente, pequeños deslizamientos o desmoronamientos por arrastre de las fracciones más finas.</p>
	II ₂	<p>Presenta, por lo general una morfología muy variable, que pasa desde prácticamente llana con pendiente < 3 por ciento hasta abrupta con pendiente del 10 al 20 por ciento.</p> <p>Por lo general sus formaciones son estables, observándose únicamente pequeños desmoronamientos en los bordes de las mismas.</p> <p>La erosión fluvial produce, sobre todo en su contacto con las Areas circundantes profundos abarrancamientos.</p>
	II ₃	<p>Presenta una morfología llana en su centro y marcados desniveles en los bordes de la misma.</p> <p>Por lo general es estable bajo cualquier tipo de acción natural o artificial, y muy poco sensible a la acción disgregante de los agentes erosivos.</p>
	II ₄	<p>Presenta una morfología llana en forma de "tabla" o "mesa".</p> <p>Por lo general es estable, con la excepción de los afloramientos del borde E. de la Hoja en los que por dilución de la formación subyacente, pueden aparecer fenómenos de combamiento y a veces de hundimiento brusco.</p>
	II ₅	<p>Presenta una morfología en "pendiente" con desniveles del 10 al 25 por ciento.</p> <p>Por lo general es inestable en cualquier tipo de estado, observándose en ella una gran cantidad de fenómenos de abarrancamientos, solifluxiones, deslizamientos, y eventualmente, algunos hundimientos por dilución de los yesos.</p>



INTERPRETACION DEL MAPA TOPOGRAFICO

Zonas planas, pendientes menores del 3 %	P
Zonas intermedias, pendientes entre el 3 y 10 %	I
Zonas abruptas, pendientes entre el 10 y el 20 %	A
Zonas montañosas, pendientes entre el 20 y 30 %	M
Límite de separación de Zonas	—

SEPARACION DE ZONAS SEGUN SU GRADO DE ESTABILIDAD

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

FENOMENOS GEOLOGICOS EXOGENOS

Formas de relieve alomadas	~
Formas de relieve alomadas con altiplanicies	~
Formas de relieve acusadas	^
Formas de relieve muy acusadas	M
	Abarrancamientos
	Pizarrosidad muy acusada
	Acumulaciones de rocas sueltas
	Recubrimientos por alteración

SIMBOLOGIA

Deslizamientos en potencia	MM
Zonas de hundimientos en potencia	mm
Zonas de hundimientos	+
Áreas de erosión muy activa	SSS

Deslizamiento en potencia a favor de la dirección de tectonización	⤴
Deslizamiento en potencia a favor de la pendiente natural	⤵

DIVISION ZONAL

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

ESCALA 1/400.000

c) Por todo el extremo SE. de la Hoja aparecen una serie de formaciones arenosas en las cuales la erosión es de tipo eólico, con montículos y depósitos parecidos a las dunas, normalmente inmoviles, o bien con ligerísimos desplazamientos a causa de la intensa repoblación forestal.

d) En los páramos la gran horizontalidad del terreno evita la aparición de grandes manifestaciones erosivas, observándose únicamente fenómenos de ruptura y desgajamiento en los bordes, normalmente, por eliminación de la parte inferior sobre la que descansan.

e) En las regiones montañosas del Oeste (Centro y Sur), la escorrentía es buena, sin embargo, las características mecánicas del suelo lo hacen muy resistente a la erosión, apareciendo normalmente sin huellas apreciables de la misma.

f) Por último, en toda la margen izquierda del Duero (borde Sur de la Hoja) los fenómenos erosivos lineales y tabulares son muy intensos; la zona, formada por superficies onduladas con ligeros resaltes y por terrenos sueltos, es muy favorable a la acción del agua, que crea profundos abarrancamientos, arrastra y disgrega gran cantidad de materiales y origina grandes depósitos sueltos de estos últimos.

2.6.— CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS.

Este apartado analizará las características hidrológicas que afecten de manera más o menos directa las condiciones constructivas de los diferentes terrenos.

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

Area I₁

Está formada por materiales considerados, en pequeño, como impermeables, pero con una cierta permeabilidad, en grande, ligada a su grado de tectonización.

La percolación natural es, en esta subdivisión, prácticamente nula, si bien las condiciones de drenaje pueden considerarse como favorables a causa de su morfología, que favorece una escorrentía superficial muy activa y un saneamiento óptimo, eliminando la posible aparición de zonas de encharcamiento. Las direcciones preferentes de estas redes de drenaje serán de O. a E., vertiendo sus aguas al río Esla, en las zonas situadas sobre el borde O. y a la Ribera de Amor (subcuenca de la margen izquierda del Duero), en las zonas del ángulo SO.

La aparición de niveles acuíferos definidos y continuos es nula, existiendo en la última de las zonas reseñadas la aparición de acuíferos aislados conectados con el grado de tectonización existente (bolsadas y acumulaciones en grietas y fallas).

Area I₂

Esta formada, al igual que la anterior, por materiales impermeables los cuales, y zonalmente, pueden aparecer como semipermeables a causa de su lajosidad y grado de tectonización.

El drenaje por percolación natural es nulo, sin embargo, existe una escorrentía superficial activa, favorecida por la morfología acusada y el alto grado de pizarrosidad de sus materiales.

La aparición en ella de acuíferos es prácticamente nula.

Area II₁

Debido al papel que, fundamentalmente, juegan las distintas litologías en el análisis de las características hidrológicas de las Areas II₁ y II₂, atacaremos su estudio de forma similar, es decir, individualizando los grupos litológicos más significativos y tratándolos como zonas independientes dentro de cada unidad de segundo orden.

Depósitos de gravas y arenas – Qf/3 y Qf/2

Estos depósitos, formados por materiales granulares poco o nada cementados, son en general permeables y con unas condiciones de drenaje por percolación natural muy favorables, lo que evita tanto la aparición de zonas de encharcamiento, como la creación en ellas de redes de escorrentía muy marcadas. Su saneamiento no ofrecerá, en la mayoría de los casos, ningún tipo de problemas.

En ellos aparecerán siempre, a profundidades variables, niveles acuíferos perfectamente definidos y continuos, dependiendo la cota de los mismos de la potencia de los depósitos, si bien, de forma general, ésta puede oscilar entre 5 y 15 mts.

Resto de depósitos

Se consideran como semipermeables, aún cuando tal acepción no presupone que todos lo sean, ya que eventualmente podrán aparecer algunos totalmente permeables y otros, en cambio, impermeables; estos últimos se sitúan preferentemente en la parte Centro; Norte y borde Este de la Hoja.

Sus condiciones de drenaje se consideran aceptables, observándose una red de escorrentía poco marcada, eliminándose, por lo general, los aportes acuíferos mediante una percolación natural.

En toda ella aparece agua a escasa profundidad, encontrándose también en las zonas señaladas anteriormente como impermeables, áreas de encharcamiento con posibilidad de inundación en épocas lluviosas.

Area II₂

Formaciones de gravas, conglomerados y arenas.

En general, y si se exceptúan unos manchones situados al S. de Villalpando y al NE. de Valladolid, que son totalmente permeables, el resto se considera como semipermeable, aunque con una clara tendencia a la permeabilidad, que crece cuanto más al S. y al O. se sitúan las formaciones.

El drenaje, por percolación natural, se considera aceptable en toda la zona, mejorándose, allí donde predominan las fracciones gruesas, por la aparición de una escorrentía bastante activa ocasionada por su más irregular topografía. Las posibilidades de aparición de zonas de encharcamiento son muy escasas.

En toda ella existen, normalmente, acuíferos perfectamente definidos a profundidades variables si bien, por lo general, estos estarán siempre por debajo de los 5 ó 10 mts.

Formaciones de arcillas

Se consideran como semipermeables, aún cuando amplias zonas situadas al N. de la Hoja y al NE.-NO. de Valladolid, son totalmente impermeables. Ello unido a su suave morfología condiciona un drenaje deficiente, con la red de escorrentía, poco marcada, que sólo resalta en los contactos de esta formación con el Area II₅.

En toda ella, abundan las zonas encharcadas o propensas a la inundación, existiendo asimismo la posibilidad de aparición de niveles acuíferos a distintas profundidades, si bien siempre a cota superior a los 10 ó 20 mts.

Area II₃

En general se considera como permeable, dándose, sin embargo algunas zonas al SO. de Zamora, como impermeables aún cuando no son muy representativas.

El drenaje es en toda ella favorable, y se lleva a cabo por percolación natural en el centro de la misma y por escorrentía activa en sus bordes.

El Area no presentará ningún tipo de problema hidrológico, existiendo la posibilidad de detección de niveles acuíferos a cotas elevadas.

Area II₄

Se considera, en pequeño, como impermeable y, en grande, con una cierta permeabilidad ligada a su grado de fisuración.

Las condiciones de drenaje, dada su gran horizontalidad y el tipo de materiales que la forman, son deficientes, favoreciéndose ligeramente en sus bordes a causa de la existencia de una escorrentía más activa.

Prácticamente en toda ella se detectan niveles acuíferos aislados a escasa profundidad 3 a 10 mts., aún cuando el agua debe, en ciertas zonas, poseer una gran proporción de iones sulfato por descansar generalmente sobre formaciones margoso-yesíferas.

Area II₅

Es totalmente impermeable pero, debido a su morfología en pendiente, posee un drenaje por escorrentía superficial favorable que evita la formación de zonas de encharcamiento, pero a su vez favorece la erosión y la dilución de los materiales existentes en ella.

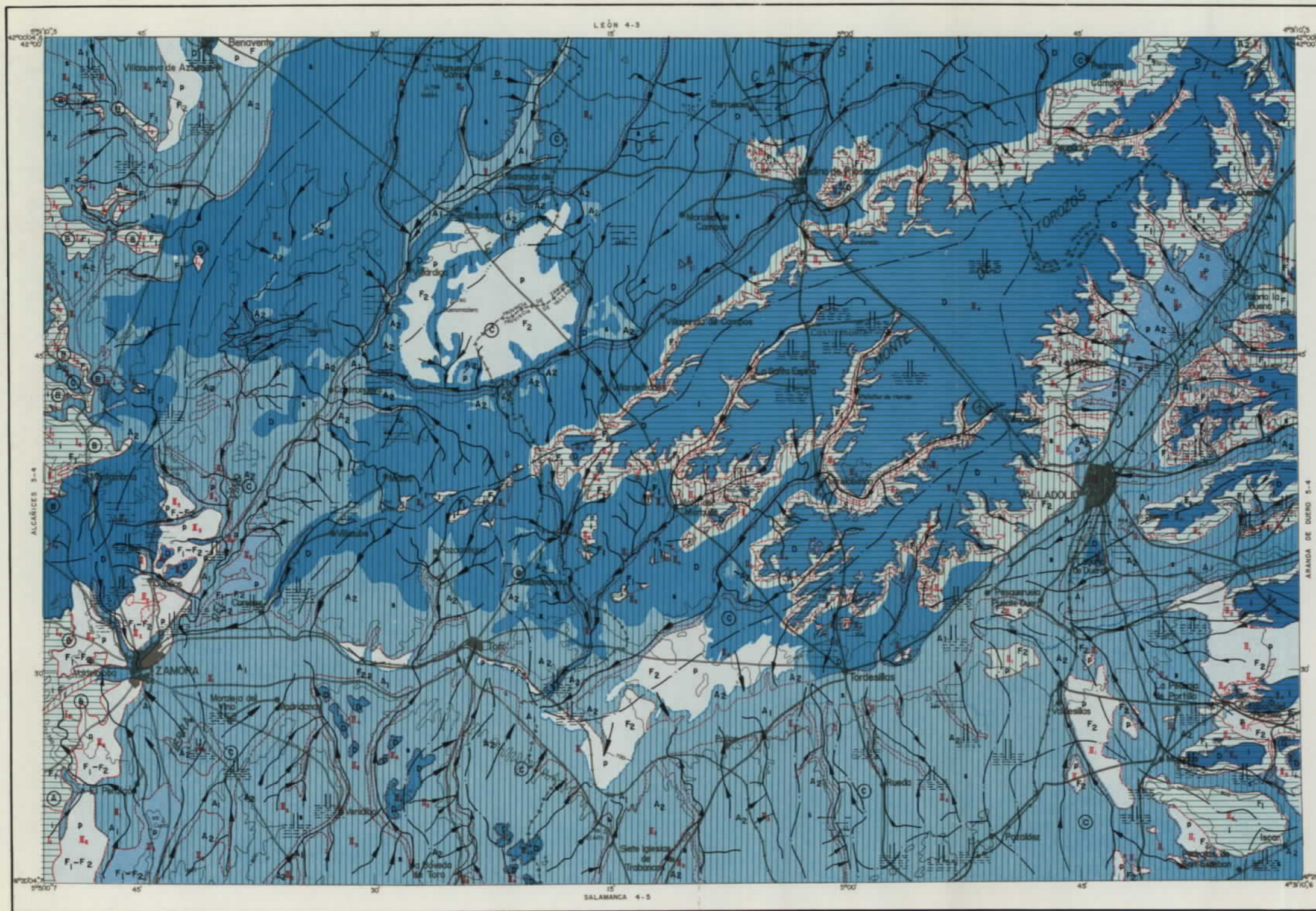
Estos materiales de naturaleza yesífera en toda la parte E. de la Hoja, se disuelven con facilidad por cualquier tipo de agua, dando como resultado, por una parte, la aparición de pequeñas oquedades y cavernas y, por otra, la contaminación de las aguas con iones sulfato, lo que las hace altamente perjudiciales contra todos los aglomerantes hidráulicos de tipo corriente.

La aparición de niveles acuíferos en este tipo de formaciones es nulo, sin embargo es fácil detectarlos por debajo de las mismas a profundidades mayores.

2.7.— CARACTERISTICAS GEOTECNICAS.

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

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS
I	I ₁	<p>Está formada por materiales considerados, en pequeño como impermeables y en grande con una cierta permeabilidad ligada a su grado de tectonización.</p> <p>El drenaje por escorrentía superficial activa es favorable, no observándose, debido al carácter de la roca, una red de escorrentía muy marcada.</p> <p>No aparecen en ella niveles acuíferos definidos, estando la aparición de agua conectada con fracturas o fallas.</p>
	I ₂	<p>Está formada por materiales considerados en pequeño como impermeables y en grande con una cierta permeabilidad ligada a su grado de tectonización.</p> <p>El drenaje por escorrentía superficial es favorable, observándose una red muy marcada a lo largo de las direcciones de tectonización.</p> <p>La aparición de agua tanto en niveles definidos como en fracturas o fallas debe considerarse como nula.</p>
II	II ₁	<p>Está formada por materiales que van desde permeables hasta totalmente impermeables (depósitos Qf/3 y Qf/2, muy permeables; el resto impermeables o semipermeables). El drenaje se efectúa siempre por percolación natural siendo favorable en los depósitos señalados en primer lugar y desfavorable en el resto, por lo cual la red de escorrentía está poco marcada.</p> <p>Por lo general aparece agua a escasa profundidad en acuíferos perfectamente definidos.</p>
	II ₂	<p>Su permeabilidad está ligada a la litología predominantes, oscilando por tanto desde permeable (para las gravas, conglomerados y arenas) hasta impermeable (para las formaciones arcillosas).</p> <p>El drenaje por percolación natural y por escorrentía es favorable en el primer caso, y desfavorable en el segundo, apareciendo aquí extensas zonas de encharcamiento.</p> <p>Por lo general aparecen niveles acuíferos perfectamente definidos a profundidades variables pero casi siempre por debajo de los 5 a 10 mts.</p>
	II ₃	<p>Está formada por materiales permeables, que eventualmente pueden presentar cierta impermeabilidad.</p> <p>El drenaje tanto por percolación natural como por escorrentía debe considerarse favorable no observándose redes de escorrentía marcadas.</p> <p>Los posibles niveles acuíferos aparecen a cotas muy profundas.</p>
	II ₄	<p>Se considera, en pequeño, como impermeable, y en grande con una cierta permeabilidad ligada al grado de fisuración.</p> <p>Sus condiciones de drenaje, debido a su morfología y litología, son desfavorables, favoreciéndose ligeramente en sus bordes.</p> <p>Prácticamente aparece agua a cotas relativamente bajas (3 a 10 mts.) si bien algunas de ellas, pueden ser ligeramente selenitosas por contaminarse con los yesos subyacentes.</p>
	II ₅	<p>Se considera toda ella como impermeable, si bien, debido a su morfología el drenaje por escorrentía superficial es muy activo, observándose una red muy marcada.</p> <p>Por lo general las aguas precedentes de las mismas son altamente selenitosas siendo muy perjudiciales para todos los aglomerantes hidráulicos ordinarios.</p>



ESCALA 1/400.000

CONDICIONES DE DRENAJE

- Zonas con Drenaje Nulo N
- Zonas con Drenaje Deficiente D
- Zonas con Drenaje Aceptable
 - A₁ : Percolación natural, agua por lo general a escasa profundidad. A₁ A₂
 - A₂ : Percolación natural, agua a profundidad
- Zonas con Drenaje Favorable
 - F₁ : Por escorrentía superficial activa F₁ F₂
 - F₂ : Por percolación natural
- Límite de separación de Zonas ---

PERMEABILIDAD DE LOS MATERIALES

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

SIMBOLOGIA

HIDROLOGIA SUPERFICIAL

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

HIDROLOGIA SUBTERRANEA

- Zonas con acuíferos aislados (A)
- Zonas practicamente sin acuíferos (B)
- Zonas en las que predominan los acuíferos en formaciones permeables por porosidad intergranular (C)

FACTORES HIDROLOGICOS VARIOS

- Agua a escasa profundidad [Symbol]
- Zonas pantanosas [Symbol]
- Zonas inundadas [Symbol]

DIVISION ZONAL

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

Este análisis se centrará de modo especial en los aspectos de capacidad de carga y posibles asentamientos, indicando, al mismo tiempo, todos aquellos factores que, de forma directa o indirecta, influyan sobre su óptima utilización como base de sustentación de edificaciones urbanas o industriales. Se completará con un mapa y una ficha resumen en la que se incluyan 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 apartado, refiriéndonos a cada una de las áreas de forma individualizada, para luego y de forma global exponer las características sismorresistentes de toda la Hoja, indicando que tipos de fenómenos pueden ocurrir y que zonas tendrán más propensión a ellos.

Area I₁

Se considera toda ella formada por rocas de gran competencia mecánica, con capacidades de carga alta, en las cuales no aparecerán nunca fenómenos de asentamiento al verse solicitados por fuerzas externas.

Su recubrimiento es, por lo general, escaso o nulo.

Area I₂

Al igual que la anterior está formada por rocas con capacidad de carga alta y sin que en ellas aparezcan fenómenos de asentamientos.

Por lo general suelen estar bajo una capa de recubrimiento de escaso espesor (1-5 mts.) de tipo arcilloso y en el que se incluyen cantos y bolos.

Pueden aparecer problemas de desgajamientos y deslizamientos al cargar los materiales pizarreños con cargas que actúen sobre los planos de tectonización a favor de las pendientes naturales.

Area II₁

Por lo general y si se exceptúan los depósitos que enmarcan las pequeñas redes de drenaje, en las cuales las capacidades de carga serán bajas, y ciertos depósitos granulares dispuestos al S. y SO. de Benavente en los que la capacidad de carga será alta; en el resto, se considera de tipo medio en íntima dependencia de los grupos litológicos que aparezcan.

Prácticamente en todos los depósitos que componen esta Area surgirán fenómenos de asentamientos, que serán de magnitudes reducidas y se darán en las primeras etapas constructivas en la litología Qf/3 y Qf/2, mientras que en el resto serán de magnitud media, existiendo siempre el problema de aparición de asentamientos diferenciales, debido a la irregular distribución de los horizontes litológicos.

Por lo general el Area aparece recubierta de una capa vegetal de potencia 1-2 mts., que es preciso eliminar en todos los casos.

Area II₂

Formación de gravas y arenas.

Poseen capacidades de carga que oscilan entre medias y altas, en función directa con la granulometría y del tanto por ciento de fracciones finas que contengan.

Los posibles asentamientos que puedan aparecer serán de magnitud media o baja y se darán en las primeras fases de carga, no apareciendo luego a lo largo del tiempo.

Los problemas mecánicos posibles estarán conectados con la existencia de lentejones de fracciones arcillosas dentro de las masas granulares, que pueden ocasionar posibles asentamientos totales o diferenciales.

Formaciones de arcillas.

Tienen capacidades de carga media, que pueden, ocasionalmente, ser bajas en zonas de depresión y muy saturadas.

Por lo general aparecerán siempre asientos de magnitud media, no siendo normal la existencia de asentamientos diferenciales o hundimientos bruscos.

Los problemas mecánicos antes apuntados se pueden ver afectados por la naturaleza de los materiales que en presencia de agua pueden saturarse variando notablemente sus características.

Area II₃

Posee capacidades de carga alta, siempre y cuando estén sus materiales cementados, y media cuando estén sueltos.

Normalmente en el primer caso los posibles asentamientos serán inexistentes y en el segundo de magnitud media.

Area II₄

Mientras nos encontramos dentro de las rocas definidas como típicas en este Area T_{12/3} las capacidades de carga serán altas y los asientos posibles inexistentes, sin embargo pueden surgir problemas al descender excesivamente la base de cimentación pues cabe la hipótesis de llegar a litologías análogas a las del Area II₅ que se comportan de forma totalmente distinta, como luego se verá.

Los problemas que pueden aparecer estarán ligados, no con la formación caliza en si, sino con la de base; pues en todo el borde E., de la Hoja, pueden tener lugar fenómenos de hundimiento gradual y, a veces hasta brusco, por dilución de los horizontes margoso-yesíferos.

Area II₅

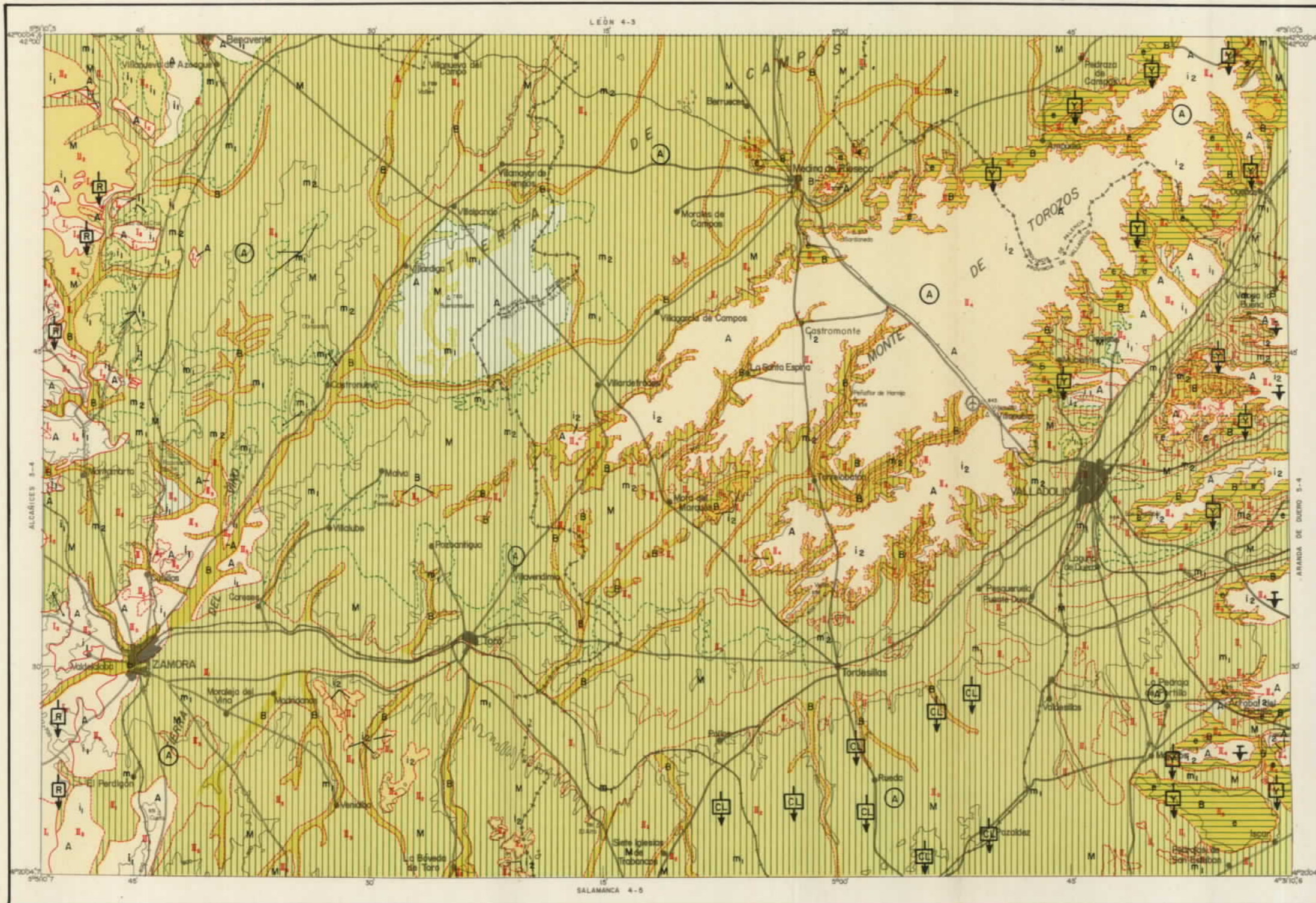
Es la que, en principio, presenta características más desfavorables; sus capacidades de carga serán bajas y los posibles asentamientos de magnitud media o elevada.

Estos asentamientos pueden aparecer gradualmente, pero también pueden surgir de forma súbita, por dilución de yeso y la aparición de oquedades que, en un momento determinado, pueden ceder.

Como epílogo de este punto y tal como indicamos en su principio, analizaremos someramente las características sismorresistentes de la Hoja.

Siguiendo las especificaciones establecidas en la Norma Sismorresistente P.G.S-1 (1.968) todo el área estudiada se encuadra dentro de las zonas "A" que poseen una intensidad macrosísmica, según la escala (MSK). $G < VI$, y por consiguiente no deben esperarse en ella fenómenos sísmicos que produzcan efectos perjudiciales para la construcción; por lo cual podrá realizarse cualquier tipo de edificación, dentro de la Hoja, sin prever en ellos las normas dictadas por el gobierno en la publicación antes mencionada.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS GEOTECNICAS
I	I ₁	<p>Esta formada por rocas con una alta capacidad de carga, en la que no aparecieran problemas de asentamientos al verse solicitadas por fuerzas externas.</p> <p>Su recubrimiento es por lo general escaso o nulo.</p>
	I ₂	<p>Está formada por rocas con alta capacidad de carga en los que no aparecen problemas de asentamientos al verse solicitados por fuerzas externas.</p> <p>Por lo general suelen estar recubiertas por la capa de escaso espesor (1-5 mts.) de tipo arcilloso con cantos y bolos silíceos.</p>
II	II ₁	<p>Está formada por depósitos con capacidades de carga muy varias, que oscilan desde altas a bajas, en función de la litología dominante.</p> <p>En todos ellos aparecieran fenómenos de asentamientos, que se daran en la primera fase constructiva en los depósitos granulares y con posterioridad a ellas en los cohesivos.</p> <p>Por lo general esta tapizada por una cubierta vegetal de 1 a 2 mts.</p>
	II ₂	<p>Estan formadas por rocas sedimentarias, que cuando sean de tipo granular coherente, poseeran capacidades de carga que oscilaran entre altas y medias y cuando sean de tipo cohesivo, seran de magnitud media.</p> <p>Los asentamientos en el primer caso serán de magnitud baja y aparecieran en las primeras fases de carga, y en el segundo de magnitud media.</p> <p>Los recubrimientos serán escasos o nulos.</p>
	II ₃	<p>Está constituida por formaciones granulares cementadas con alta capacidad de carga e inexistencia de asientos.</p> <p>Los recubrimientos serán por lo general escasos o nulos.</p>
	II ₄	<p>Siempre que nos mantengamos en las rocas que definen esta Area, su capacidad de carga será alta y los posibles fenómenos de asentamiento inexistentes. Toda ella esta tapizada de un recubrimiento arcilloso de potencia ≤ 1 mts.</p> <p>Hay que investigar cuidadosamente la potencia del horizontes calizo a fin de no rebasarlo y cimentar sobre las formaciones que componen el Area II₅ y cuyas características son diametralmente distintas.</p>
	II ₅	<p>Está formada por rocas con una capacidad de carga baja y en los que son posibles apariciones de asientos de magnitud media o elevada.</p> <p>Los asentamientos pueden aparecer gradualmente o bien producirse bruscamente por dilución del yeso, lo cual favorecerá la creación de oquedades que pueden colapsar en un momento determinado.</p>



ESCALA 1/400.000

CAPACIDAD DE CARGA

- Zonas con Capacidad de Carga Alta A
- Zonas con Capacidad de Carga Media M
- Zonas con Capacidad de Carga Baja B
- Zonas con Capacidad de Carga muy Baja MB
- Límite de separación de Zonas

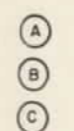
ASIENTOS PREVISIBLES

- Zonas con inexistencia de asientos
- i_1 : No depende de la cota de cimentación i_1
- i_2 : Posible aparición de asientos a cota de cimentación elevada i_2
- Zonas con asientos de magnitud media
- m_1 : Magnitud reducida y aparición en las primeras fases de carga. m_1
- m_2 : Magnitud media y aparición después de la carga total m_2
- Zonas con asientos de magnitud elevada m
- Límite de separación de Zonas

GRADO DE SISMICIDAD

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

SIMBOLOGIA



FACTORES GEOTECNICOS VARIOS

- Recubrimientos potentes P
- Existencia de arcillas preconsolidadas CL
- Existencia de yesos masivos o consolidados Y
- Posible aparición de hundimientos T

DIVISION ZONAL

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

3.— INTERPRETACION GEOTECNICA DE LOS TERRENOS.

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

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

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

3.1.— TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS MUY DESFAVORABLES.

Se incluyen en esta denominación, todos aquellos en los que los problemas predominantes, en grado máximo, son de tipos litológico, geomorfológico y geotécnico propiamente dicho (p.d.).

Problemas de tipo litológicos, geomorfológicos y geotécnicos (p.d.).

El conjunto de terrenos que forman la base de Monte de Torozos, así como la de todas las elevaciones que aparecen por el borde Este de la Hoja se han englobado como muy desfavorables, desde el punto de vista de la construcción, debido a su composición margosa en la que aparecen bien diseminados en toda la parte O., bien en forma de masa más o menos compacta, depósitos yesíferos de fácil disolución por el agua y de alto poder corrosivo, en este estado, contra los aglomerantes hidráulicos normales; a esto hay que añadir su morfología en "pendiente" que favorece la aparición de zonas de abarrancamientos, suelos poco compactados, muy sueltos y con propensión al desmoronamiento y deslizamiento y, por último, su baja capacidad de carga y la posible aparición de asentamientos de magnitud media y elevada.

Debido a la fácil disolución de los yesos, pueden producirse en ciertas zonas fenómenos de hundimientos bruscos, si bien, y dada la forma de aparición este fenómeno, tendrá lugar muy eventualmente.

3.2.— TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS DESFAVORABLES.

Se incluyen en esta denominación, todos aquellos en los que los problemas que predominan caben dentro de los grupos siguientes:

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

Problemas de tipo hidrológicos.

Las zonas que encuadran el cauce y las riberas de los ríos Duero, Tesa y Esla, así como los alrededores del embalse de Ricobayo, se consideran desfavorables a causa de los problemas que entrañan la existencia de cursos de agua permanente, que en el primero de los ríos produce grandes arrastres y desplazamientos de masas arenosas y rocosas, así como posibles fenómenos de fluidificación de arenas; y en el resto, ocasionará problemas relacionados con las fluctuaciones del nivel acuífero superficial, que crea sucesivamente zonas de inundación y secano, con problemas de imbibición y expulsión de agua en litologías arcillosas, granulares y compactas, pero con un alto grado de lajosidad, efecto este, que puede alterar su equilibrio.

Problemas de tipo geomorfológicos.

Prácticamente en todo el borde O. de la Hoja aparecen unas morfologías abruptas con formas acusadas que dan a los terrenos un marcado carácter de desfavorabilidad constructiva si bien en ellos, tanto sus características mecánicas como sus condiciones hidráulicas son muy favorables.

Problemas de tipo geomorfológicos y geotécnicos (p.d.).

En las zonas que se extienden en la base del Monte de Torozos, que son morfológicamente continuación de las descritas en 3.1., la evaluación constructiva ha sido dada por sus desfavorables características geomorfológicas, pues están formadas por terrenos sueltos, con grandes abarrancamientos y fácilmente desmoronables, a la vez que, por sus deficientes características geotécnicas, baja capacidad de carga y asientos de magnitud media.

Problemas de tipo hidrológicos y geotécnicos (p.d.).

Prácticamente todos los contornos de los ríos de cauce intermitente se designan como constructivamente desfavorables, pues son zonas con unas condiciones de drenaje muy deficientes y propensas a inundación, con una capa vegetal potente y con un alto tanto por ciento de materia orgánica. A parte de esto, sus características mecánicas son de baja capacidad de carga y existencia de asientos de magnitud media, o elevada eventualmente.

Problemas de tipo geomorfológicos, hidrológicos y geotécnicos (p.d.).

Se han incluido en este grupo las partes más altas de las elevaciones que se extienden sobre el borde E. de la Hoja, que, pese a ser similares litológica y morfológicamente con otras que luego se describirán en (3.3.) y (3.4.), presentan una serie de hundimientos; fenómenos estos, que se producen por disolución de la subbase margo-yesífera y el combamiento subsiguiente de la tabla caliza, en ocasiones, llega hasta la ruptura. Por consiguiente, en este área, que en principio tiene características geomorfológicas, hidrológicas y geotécnicas favorables, cuando se presentan los fenómenos anteriormente señalados pasan a desfavorables.

3.3.— TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS ACEPTABLES.

Se incluyen en esta denominación, todos aquellos en los que los problemas que predominan pertenecen a los grupos siguientes: Problemas de tipo geomorfológico; problemas de tipo geotécnico (p.d.); problemas de tipo litológico; problemas de tipo geomorfológico y geotécnicos (p.d.); problemas de tipo litológicos y geotécnicos (p.d.); problemas de tipo litológicos y geomorfológicos; problemas de tipo hidrológicos y geotécnicos (p.d.) y problemas de tipo litológicos, geomorfológicos y geotécnicos (p.d.).

Problemas de tipo geomorfológicos.

Unicamente al SO. de Zamora, en la zona del Area I₂ formada por rocas esquisto-sas, micaesquistos y gneisíticas, se considera que la aceptabilidad constructiva está asignada por aparecer en ella un relieve moderado, aunque enmascarado por una cubierta de alteración, en ciertas partes apreciable, formada por una mezcla de materiales cohesivos, lajosos y granulares que pueden ocasionalmente deslizarse ligeramente. Superada la cobertura aparece la roca sana, con unas características mecánicas e hidrológicas favorables en donde únicamente serán perjudiciales las aplicaciones de carga a favor de las direcciones de tectonización y a su vez a favor de las pendientes naturales.

Problemas de tipo geotécnicos (p.d.).

Se presentan en manchones aislados, alrededor del extremo O. del Monte de Torozos, litológicamente similares a él, si bien de menor potencia y extensión y en los cuales la aplicación de carga puede repercutir sobre las estructuras margocalcáreas inferiores produciendo fenómenos de asentamiento, así mismo y a causa de sus características físicas (potencia reducida), pueden resultar erróneas las cimentaciones sobre ellas, por efectuarlas sobre los horizontes inferiores al descender la cota de cimentación.

Problemas de tipo litológicos.

Las zonas consideradas como aceptables constructivamente a causa de presentar problemas de tipo litológico se distribuyen sobre el N. y NE. de Valladolid, apareciendo estos problemas relacionados con el desigual grado de cementación de los materiales granulares, así como por su irregular distribución granulométrica, factores ambos, que dificultan, a priori, la definición de las características constructivas, que, aún siendo

aceptables en ambos casos, en algunos puede pasar a favorables, pues el resto de características tienden hacia tal clasificación.

Problemas de tipo geomorfológicos y geotécnicos (p.d.).

Los terrenos en los que los problemas son de este tipo se presentan por todo el ángulo SE. de la Hoja llegando desde Castronuño hasta Dueñas; en ellos, formados fundamentalmente por una mezcla de materiales granulares gruesos, junto con otros finos y cohesivos, a causa de la erosión que arrastra las fracciones finas, ocurren fenómenos de desmoronamiento, abarrancamientos y suelos sueltos fácilmente desplazables; a la vez que una distribución en profundidad muy aleatoria que favorece la aparición de fracciones gruesas y finas en contacto, lo que afecta a las características mecánicas del suelo de manera importante (variación rápida de capacidades de carga y asentamientos diferenciales y totales apreciables).

Problemas de tipo litológicos y geotécnicos (p.d.).

Las zonas en las que aparecen estos tipos de problemas se sitúan sobre el tramo medio del río Valderaduey y ocupan extensiones muy reducidas, en las cuales se entremezclan de manera errática granulometrías gruesas, provenientes del NO., y finas, del NE., tapizadas por un recubrimiento arcilloso poco potente. Estos grupos confieren al terreno unas características mecánicas muy diversas que tanto pueden ser favorables como muy desfavorables.

Problemas de tipo litológicos y geomorfológicos.

Las zonas designadas con condiciones de constructividad aceptables, a causa de este tipo de problemas, se distribuyen sobre el N. de Zamora y sobre la margen derecha del Duero, desde el O. de Tordesillas hasta Zamora capital.

En principio, presentan las mismas características que las vistas anteriormente (problemas de tipo geomorfológico y geotécnico (p.d.)), si bien hay mayor homogeneidad granulométrica, adquirida por la casi total eliminación de la fracción gruesa, que únicamente aparece en forma de lentejones aislados situados al S.

Por lo general las condiciones mecánicas (capacidades de carga y magnitud de posibles asentamientos) son de tipo medio y los morfológicos, son favorables en todas las zonas indicadas al principio, a excepción de su borde sur, en donde las formas se hacen abruptas y desiguales.

Problemas de tipo hidrológicos y geotécnicos (p.d.).

Las zonas que se incluyen en este punto y que se consideran como constructivamente aceptables, se distribuyen por todo el N. y centro de la Hoja. Presentan unas condiciones de drenaje deficiente y áreas con posibilidades de inundación, igualmente, las condiciones mecánicas serán de tipo medio, pues al estar compuestas por materiales arcillosos admitirán cargas de tipo bajo a medio, que por lo general tenderán a producir asentamientos de magnitud media.

Problemas de tipo litológicos, geomorfológicos y geotécnicos (p.d.).

Las zonas incluidas en este punto se sitúan en el ángulo NO. de la Hoja; en ellas se observan potentes formaciones granulares recubriendo rocas pizarrosas que eventualmente se destacan de la cobertura. Todo ello confiere a la capa más superficial una gran heterogeneidad granulométrica que oscila desde arcillas hasta grandes bloques y lajas; esta capa, que hay que eliminar parcialmente con antelación a la cimentación, es propensa a los deslizamientos y desmoronamientos, bien debido a la gran cantidad de fracciones lajasas que contienen, bien por eliminación de la matriz de unión cohesiva; por lo demás sus condiciones mecánicas, siempre que no actúen las cargas sobre las direcciones de tectonización y a favor de las pendientes topográficas, serán favorables, no existiendo la posibilidad de aparición de fenómenos de asentamiento.

3.4.— TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS FAVORABLES.

Se incluyen en esta denominación todos aquellos en los que los problemas que predominan, se engloban dentro de los grupos siguientes: Problemas de tipo geotécnico (p.d.); problemas de tipo geomorfológico; problemas de tipo geomorfológico y geotécnico (p.d.); problemas de tipo litológico y geotécnico (p.d.), y problemas de tipo litológico y geomorfológico.

Problemas de tipo geotécnicos (p.d.).

Dentro de los terrenos constructivamente favorables y en los que los únicos problemas que pueden surgir con los expuestos en el título, se agrupan tres tipos de litologías, la primera, eminentemente caliza, sobre todo el Monte de Torozos; la segunda, formada por arenas limpias y homométricas, que se extiende sobre la margen derecha del Duero en el ángulo SE. de la Hoja y la tercera, formada por gravas gruesas, que se extiende al E. y SO. de Benavente y sobre la mitad del recorrido Toro-Tordesillas.

Por lo general, en la primera, salvo la eliminación de la primera capa de alteración muy arcillosa, no se precisará otro tipo de preparación de terreno, debiendo sin embargo analizar cuidadosamente la potencia de la tabla caliza allí donde se vaya a edificar a fin de evitar, en lo posible, rebasarla o quedar en su extremo, con lo cual nos colocaríamos en los terrenos descritos en (3.1.).

En los dos siguientes, las características mecánicas serán óptimas, debiendo prever únicamente los asentamientos debidos a su reagrupamiento en las primeras fases de carga.

Problemas de tipo geomorfológicos.

En las zonas situadas al N. y SO. de Zamora, la favorabilidad constructiva sólo puede estar empañada por ligeros cambios morfológicos dentro de la masa, más acusados en los bordes de la misma. Por lo demás, sus condiciones hidrológicas serán al igual que las geotécnicas, favorables en todos sus aspectos.

Problemas de tipo geomorfológicos y geotécnicos (p.d.).

Unicamente una zona situada al S. de Villalpando y compuesta por una mezcla de materiales granulares, cementados ligeramente por matriz arcillosa, se considera constructivamente favorable, pudiendo dar lugar, sin embargo, debido a su morfología llana a algunos desmoronamientos en los bordes, así como problemas ocasionados por la aparición eventual de horizontes arcillosos, que podrían afectar las características mecánicas (capacidades de carga y asientos) de los terrenos predominantes.

Problemas de tipo litológicos y geotécnicos (p.d.).

Prácticamente en todas las formaciones ligadas a los cauces continuos de los ríos y datadas como constructivamente favorables, se acentúan más los problemas antes esbozados, dado que la mezcla litológica se complica y por consiguiente es difícil definir horizontes con una sola litología. Por esta razón, las características mecánicas de los mismos, deberán analizarse cuidadosamente pues el solape de grupos litológicos distintos puede presentar problemas a la hora de calcular las cargas admisibles y los asentamientos futuros.

Problemas de tipo litológicos y geomorfológicos.

Las zonas que se extienden al S. de Toro son el conjunto mejorado de los puntos anteriores; pues si bien existe una mezcla litológica grande en ella predominan las fracciones gruesas que, en principio, plantean escasos o nulos problemas de tipo geotécnico (capacidades de carga entre medias y altas y asientos inexistentes o aparecidos en las primeras fases de carga), por otra parte la topografía moderada condiciona las acciones erosivas que pueden ocasionar, en algún momento, desmoronamientos y arrastres de material; no obstante todos estos fenómenos no son de suficiente magnitud para no poder considerarlas como constructivamente favorables.

BIBLIOGRAFIA

- Cailleux, A.— Las rocas. Endeba (1.963).
- Cailleux, A.— La era cuaternaria, problemas y métodos de estudio. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (1.956).
- Derrau, M.— Precis de Geomorfología. Masson 1.964.
- Jimenez Salas, J.A.— Geotécnica y Cimientos. Editorial Rueda 1.971.
- * — MOP.— Datos climáticos para carreteras (1.964).
- * — MOP.— Balance Hídrico.
- * — Presidencia del Gobierno. Norma Sismorresistente P.G.S—1 (1.968)
- * — IGME.— Mapa Geológico de España a E. 1:200.000. Hoja número 29 Valladolid. Departamento de Publicaciones del IGME (1.971).
- IGME.— Plan Nacional de Minería. P.N.I.M. Mapa Geotécnico Nacional 1.972.
- IGME.— Mapa de Sintesis de Sistemas Acuíferos de España peninsular, Baleares y Canarias. Departamento de publicaciones del IGME.
- * — Ministerio de Agricultura.— Mapas provinciales de suelos. Valladolid, Palencia y Zamora (1.968).
- Instituto Geográfico y Catastral. J.M. Manuera. El mapa de zonas sísmicas generalizadas de la Península Ibérica (1.969).
- * — Servicio Cartográfico del Ejército. Hoja Topográfica a E. 1:200.000 número 4-4.
- * — Servicio Metereológico Nacional. Datos Climáticos de Valladolid, Zamora y Villanueva.