

MINISTERIO DE INDUSTRIA

DIRECCION GENERAL DE MINAS

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

HOJAS

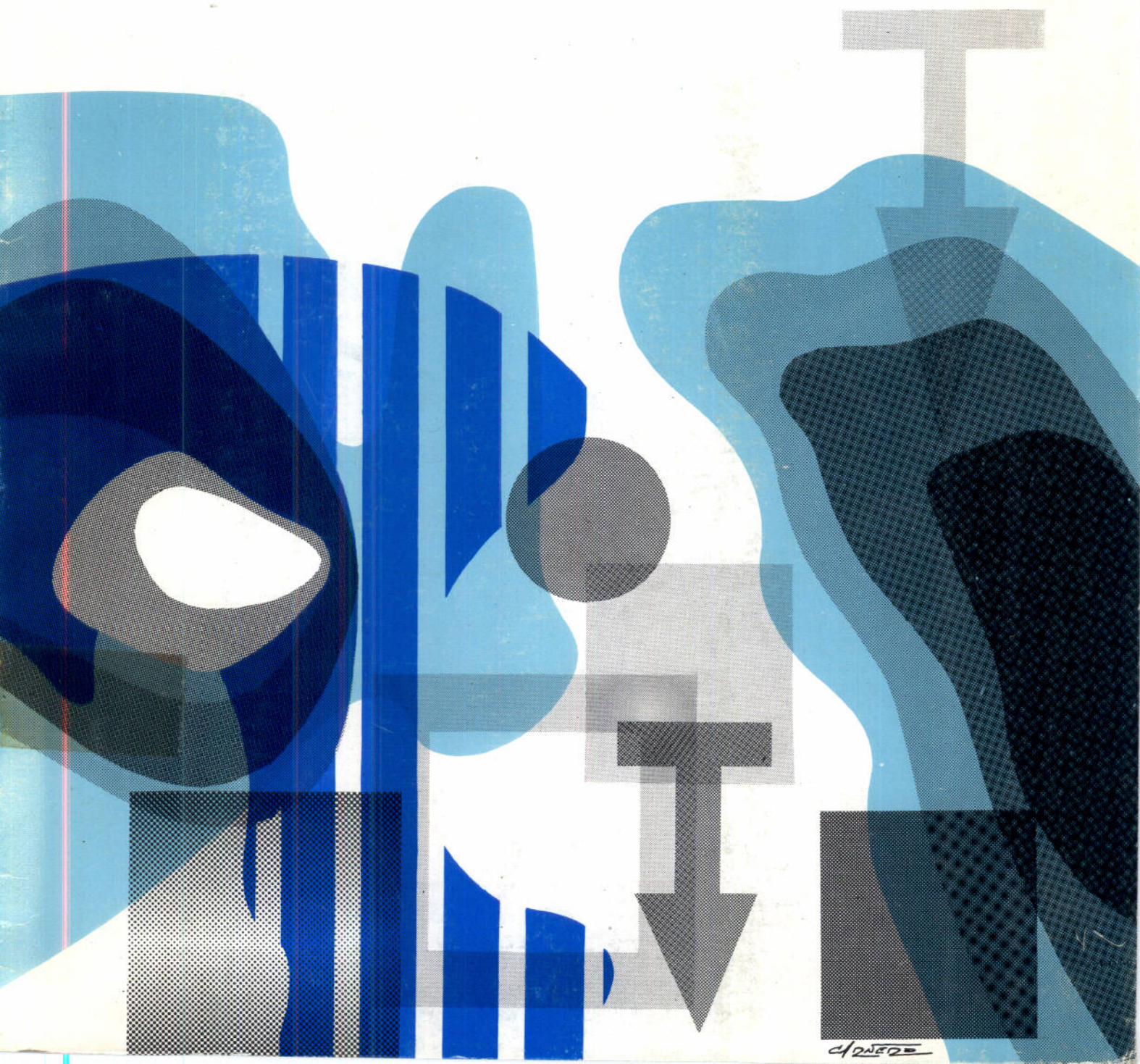
9-2-9-3

15-24

00239

MAPA GEOTECNICO GENERAL

ARTIES-BERGA



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

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

ARTIES - BERGA

HOJAS 9-2/15 — 9-3/24

El presente estudio ha sido realizado por
GEOTEHIC, S.A. Ingenieros Consultores en régi-
men de contratación con el Instituto Geológico y
Minero de España

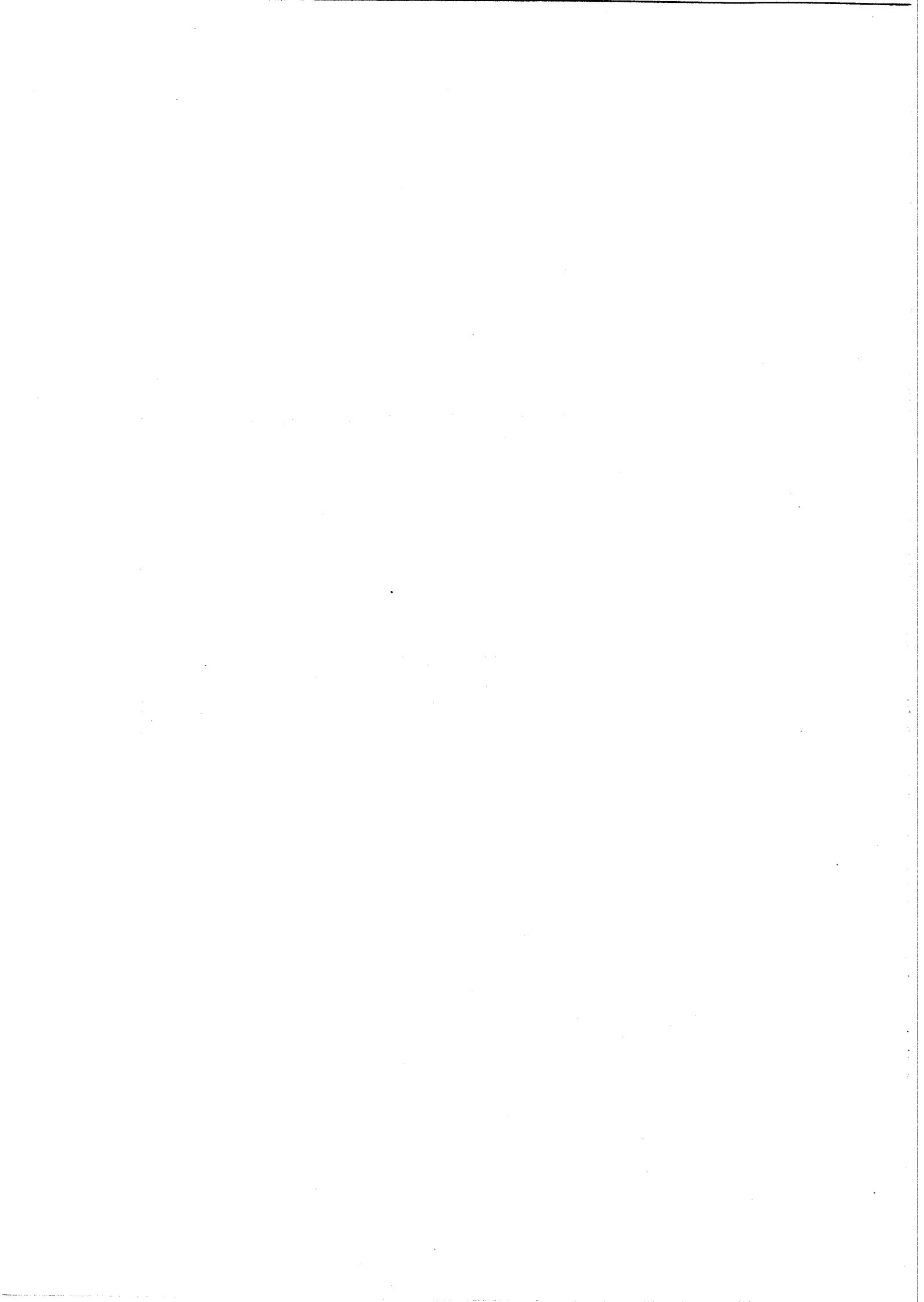
Servicio de Publicaciones - Ministerio de Industria - Claudio Coello, 44 - Madrid-1

Depósito Legal: M. 15.295-1975

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

INDICE

	pág
1. INTRODUCCION	1
2. DESCRIPCION DE FACTORES CON INCIDENCIA GEOTECNICA	3
2.1. Caracteres físico-geográficos	3
2.2. Bosquejo geológico	6
2.2.1. El medio litológico	7
2.2.2. El medio estructural	9
2.3. Criterios de división. Características generales de las Areas	10
2.3.1. Criterios de división geotécnica	10
2.3.2. Características generales de las Areas	12
2.4. Formaciones superficiales y sustrato	15
2.5. Características geomorfológicas	20
2.6. Características hidrológicas	24
2.7. Características geotécnicas	28
3. INTERPRETACION GEOTECNICA DE LOS TERRENOS	31
3.1. Terrenos con condiciones constructivas muy desfavorables	31
3.2. Terrenos con condiciones constructivas desfavorables	31
3.3. Terrenos con condiciones constructivas aceptables	32
3.4. Terrenos con condiciones constructivas favorables	32
3.5. Terrenos con condiciones constructivas muy favorables	32
BIBLIOGRAFIA	33



1. INTRODUCCION

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2. DESCRIPCION DE FACTORES CON INCIDENCIA GEOTECNICA

2.1. CARACTERES FISICO-GEOGRAFICOS

El presente estudio comprende las Hojas 9-2 (Arties) y 9-4 (Berga), ambas situadas en el extremo nororiental de la Península y fronterizas con Francia. Están encuadradas entre las coordenadas $0^{\circ}48'49''$, 5 y $2^{\circ}08'49''$, 5 (longitud Este) y $42^{\circ}40'04''$, 1 y $43^{\circ}20'04''$ (latitud Norte), para la primera; $0^{\circ}48'49''$, 5 y $2^{\circ}08'49''$, 5 (longitud Este) y $42^{\circ}00'04''$, 1 (latitud Norte), para la segunda. Administrativamente el territorio pertenece en parte a las provincias españolas de Lérida, Barcelona y Gerona, y en parte a Francia (Principado de Andorra).

El relieve presenta una morfología estructural dirigida de E a O siguiendo los ejes de plegamiento. Esto hace que aparezcan una serie de crestas separadas por pequeñas hondonadas, depresiones importantes como la que se inicia en la cuenca de Tremp, al noroeste de la Hoja de Berga, o fosas de hundimiento como la de Cerdaña y Urgellet.

Por la diferente edad de los materiales que los forman, se distinguen tres alineaciones montañosas principales, cuyos relieves van descendiendo hacia el Sur.

En el Norte se encuentran los materiales paleozoicos, que dan relieves extraordinariamente acusados y abruptos, sobre todo en los granitos y calizas devónicas. Constituyen la llamada Zona Axial Pirenaica, en la región más montañosa, y donde se encuentran las alturas más importantes.

Bordeando a la Zona Axial por el Sur aparecen materiales de la Era Secundaria y parte de la Terciaria; es el Prepirineo o Pirineo calizo, cuyo representante más genuino, dentro de estas Hojas, es la sierra del Cadí. Constituye esta alineación las llamadas Sierras Interiores.

Ya en la esquina suroriental de la Hoja 9-3 aparecen las calizas, que corresponden a las Sierras Exteriores, que están representadas por la Sierra de Monstsech.

Entre las Sierras Inferiores y Exteriores existe una depresión que sigue la alineación de éstas, y que se inicia en la cuenca de Tremp, continuando por toda la mitad S de la Hoja de Berga. El relieve en ella es de tipo suave o acusado, y a veces muy quebrado.

En líneas generales puede decirse que el relieve más abrupto y acusado se encuentra en la zona comprendida entre las estribaciones Sur de las Sierras Interiores y el límite N de las Hojas.

No existen grandes valles longitudinales, salvo el de Arán en la Hoja de Arties y el del Segre desde Seo de Urgell a Puigcerdá, que separa la sierra del Cadí en la Zona Axial. Se localizan tres grandes valles transversales, por los que discurren los cauces de los ríos Noguera Pallaresa, Segre-Envalira y el Llobregat. Según la naturaleza del roquedo que atraviesa, estos valles se encajan a veces en profundas hoces o son abiertos con extensas terrazas como las ubicadas en Seo de Urgell y Puigcerdá. Es en estas últimas donde se ubican los principales núcleos urbanos y donde se concentra la riqueza agrícola de la zona, todo ello facilitado por asentarse también en ellas las vías de penetración, que salvan los grandes macizos montañosos.

La zona SE de la Hoja 9-3 tiene una topografía mucho más suave, aunque a veces muy quebrada y acusada, no presenta valles muy encajados, y por sus características permite un trazado más denso de líneas de comunicación y de un adecuado esparcimiento de los núcleos urbanos asentados en ella.

Toda la zona está surcada por una tupida red de barrancos muy encajados, sobre todo en la zona montañosa, que recorren y drenan la cuenca de recepción.

La red fluvial en la Hoja de Berga tiene por principales ríos los tres ya citados, que discurren transversalmente a las alineaciones montañosas y encauzan las aguas provenientes de aquella cuenca de recepción. Es una red muy activa, que salva grandes desniveles, por lo que las posibilidades energéticas que ofrece son considerables, hallándose en la actualidad bien aprovechadas con numerosos saltos de agua y tres grandes embalses: los de Teralets y Talam en el Noguera Pallaresa y el de Oliana en el Segre.

En cuanto a la Hoja de Arties, su principal colector lo constituye la cabecera del río Garona, que discurre por el Valle de Arán.

CLIMATOLOGIA Y METEOROLOGIA

Los centros meteorológicos consultados para la elaboración de este esquema climático han sido los situados en Gerona, Bohí, Puerto Baniagua, Capdellá, Estangento, Oliana, Orgañá, Pobla de Segur, San Lorenzo de Morunys, Seo de Urgel, Tremp, Viella, Berga y Puigcerdá. También se insertan datos procedentes de diferentes publicaciones de los Ministerios del Aire y Obras Públicas. Hacen referencia a temperaturas, precipitaciones, vientos y humedades relativas.

Temperaturas

La temperatura media anual varía desde 14,9° C en el borde Oeste de la Hoja a 9,5° C en el E, en altitudes inferiores a los 1.200 m que es donde se encuentran situadas prácticamente todas las zonas habitadas. A cotas más altas, la temperatura media anual desciende hasta valores muy bajos, como en Puerto de Bonaigua y Estangento, cuyas altitudes son superiores a los 2.000 m y registran medias de 2,3 y 3,8° C.

Existe también una diferenciación clara entre las temperaturas registradas al N de la Hoja con respecto a las del Sur. En general puede decirse, que el tipo de clima imperante es el de periglacial (cumbres) y marítimo de latitud media (resto).

La oscilación de temperaturas entre las estaciones frías y calurosas es bastante acentuada, existiendo zonas donde los veranos pueden ser calurosos, como en San Lorenzo de Morunys, al que corresponde la oscilación máxima en los datos estudiados.

De lo expuesto se deduce que las variaciones de temperatura por diferencia de altitud son muy acusadas, oscilando notablemente desde las de los valles a las de las altitudes máximas, donde con frecuencia se dan áreas de nieves perpétuas.

Precipitaciones

La precipitación media anual en el período estudiado es de 997,8 mm para la región, variando desde los 1.479,8 mm en Capdellá a los 690,4 de Tremp, lo que permite calificar a la zona como húmeda.

La topografía tan acusada, la extraordinariamente amplia cuenca de recepción y el elevado índice pluviométrico de la zona obligan a considerar y estudiar la posibilidad de que se produzcan grandes avenidas, a lo largo del año, que pueden causar extraordinarias anomalías en la estabilidad general de las obras de fábrica, si no se tiene esta contingencia prevista para reducir sus efectos si llegasen a producirse. Esta circunstancia se acentúa en los veranos debido a la frecuencia de fuertes fenómenos tormentosos en las zonas altas, correspondiendo precisamente a esta época un máximo de precipitaciones, casi siempre de origen tormentoso.

Vientos

La dirección de los vientos, a lo largo y ancho de la zona es un tanto variable. La irregular topografía condiciona, en la mayor parte de los casos, la dirección local de las corrientes de aire, si bien es destacable la dirección NE para el viento dominante en la región, con frecuentes oscilaciones entre las direcciones NNE y E.

DATOS MEDIOS SOBRE DIAS TRABAJABLES POR CLIMATOLOGIA

Para determinar el coeficiente medio anual de reducción climatológica de cada clase de obra se ha supuesto cada una de ellas repartidas uniformemente a lo largo de los 365 días del año, y estos en 12 meses con arreglo a la tabla siguiente, en la que no se han tenido en cuenta los días festivos.

Enero	0,0849	Julio	0,0849
Febrero	0,0707	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 de los 12 meses, se han obtenido los coeficientes medios anuales siguientes, para las distintas clases de obra.

Estos cálculos se han efectuado tomando como base los datos existentes en la estación climatológica de Gerona en un período de 30 años; se ha hecho así, por no disponer de la información necesaria de alguna de las estaciones situadas dentro de las Hojas, y por considerar que la elegida es la de clima más próximo al de la mitad Sur de la Hoja, zona por otra parte más interesante desde un punto de vista geotécnico.

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

CLASE DE OBRA				
Hormigones	Explanaciones	Aridos	Riegos y tratamientos	Mezclas bituminosas
0,048	0,792	0,921	0,506	0,652

Interpretación de los datos climáticos

Dos factores fundamentales, condicionan el clima de la región: su latitud y su altitud sobre el nivel del mar. No sólo a nivel regional intervienen estas circunstancias, sino a nivel de zonas, en donde puede hacerse una diferenciación de microclimas, y en las que también juegan ambos conceptos un papel decisivo.

Así, en las grandes alturas, cuando se rebasan los 2.000 m, el clima es periglacial húmedo o perhúmedo, mientras que a menos altitud se suaviza, y en los valles, debido al mayor número de horas de insolación y a que están más al resguardo de fenómenos meteorológicos se dan climas menos húmedos, siendo subhúmedos en los valles situados al Norte, y seco-subhúmedo más al Sur.

En las zonas altas húmedas, los fenómenos producidos por las heladas, atacan y degradan las rocas en profundidad y en grandes extensiones, siendo tales fenómenos los responsables del tipo de morfología existente. En las épocas interestacionales, cuando la roca no está recubierta por una capa de nieve, los repetidos ciclos hielo-deshielo, que se producen, junto con la humedad del clima, actúan demoliendo las rocas; estos efectos son fácilmente observables a partir de cierta cota, siendo muy frecuentes los canchales producidos, por estas causas, y que a veces alcanzan potencias y extensiones enormes.

La degradación de las rocas, junto a la topografía tan acusada, hacen que cuando se producen avenidas de agua, a causa de lluvias torrenciales, se formen verdaderos ríos de barro y cantos, que pueden llegar a mover grandes bloques. La previsión y estudio detenido de estos fenómenos es, obviamente, necesaria para prevenir sus catastróficos efectos.

2.2. BOSQUEJO GEOLOGICO

El Mapa Geotécnico General a escala 1:200.000, adjunto a la presente Memoria, tiene como base de partida la síntesis de cartografía geológica a la misma escala existente de la zona. Se hace a continuación un breve compendio de ella que sirva como introducción, y mejor comprensión de los apartados siguientes, dedicados a otros aspectos más específicamente geotécnicos.

2.2.1. El medio litológico

Los materiales que afloran en las Hojas son de tipo Igneo, Metamórfico y Sedimentario, ocupando los dos últimos la mayor parte de ambas, y con una extensión similar, mientras que el primero aparece en las manchas principalmente situadas dentro de la mitad Norte de la Hoja de Berga. La edad de los materiales es muy variada, existiendo representantes desde el Paleozoico hasta el Actual, con diversos episodios tectónicos y sedimentarios de origen marino.

ROCAS IGNEAS

Pertenecen a este grupo distintos tipos de rocas:

Granito

Aparecen en dos grandes batolitos situados uno en la esquina Noroeste de la Hoja de Berga (Macizo de la Maladeta) y el otro (Macizo de Lles-Aristot) hacia el centro de la misma Hoja, y al Sur del Principado de Andorra. Son de aspecto y composición uniforme y tienen como componentes principales cuarzo, ortosa, plagioclasa y biotita u hornblenda.

Los granitos sanos son muy duros y pueden tener buen empleo como roca para construcción y otros usos. Los agentes atmosféricos los disgregan en bloques redondeados, que quedan inmersos en una matriz arenosa en la última etapa de la degradación de roca sana.

Diorita

Suelen aparecer en los bordes de los batolitos, a modo de diferenciaciones de tonos más oscuros que los granitos. Se componen de plagioclasa, hornblenda y biotita.

Pegmatitas y Aplitas

Existen numerosos diques de estas rocas que atraviesan las rocas paleozoicas con potencia y composición variadas.

Lamprófidos

Son rocas porfídicas básicas, de colores grisáceos o verdosos, que atraviesan el macizo granítico y parte de las rocas sedimentarias adyacentes.

Porfiritas

Esta denominación comprende las rocas volcánicas, que forman un manto interestratificado entre el Estefaniense y el Permotriás. Este manto recorre la Hoja de E a O en

su centro, pudiendo observarse con mayor potencia en las estribaciones Norte de la Sierra Cadí. Además de este manto existen también ísleos de este material en las formaciones Paleozoicas.

ROCAS METAMORFICAS

Micacitas Nodulosas

Proceden de la metamorfización de las pizarras de Ordoviciense; aparecen cubriendo una faja de rumbo E-O y, sobre todo, en las proximidades de los granitos.

Presentan una superficie satinada más o menos brillante y una coloración que varía entre gris, amarillenta a rojiza con nódulos pigmentados.

Cornubianitas

Son rocas muy compactas y oscuras, de tintes violáceos, que aparecen hasta a 200 m del contacto con el granito. La composición es variada y los distintos autores las han clasificado en varios grupos. Es en estas rocas donde se da la más variada gama de minerales accesorios.

Pizarras Maclíferas

Son los materiales procedentes de la metamorfización de las pizarras ampelíticas del Gotlandiense. Son de colores muy oscuros e incluso totalmente negras.

Calizas Cristalinas

Son materiales calcáreos del Devónico transformados por el metamorfismo, de colores claros y aspecto sacaroides. Su textura es granoblástica, con cristales de calcita asociados a granos calizas, formando una pasta más oscura con intercalaciones de otros minerales.

Granatita Vesubianita

Procede como las anteriores rocas de la transformación metamórfica de los materiales calizos devónicos. Son rocas claras, de tonos acaramelados, compactas y veteadas; microscópicamente presentan estructura granoblástica.

Rocas Sedimentarias

Ocupan la mitad Sur de la Hoja de Berga y pueden agruparse de la manera siguiente:

1. Margas y yesos (Keuper), ofitas, calizas, areniscas y conglomerados, de edad triásica, ocupando la franja central de E a O de la Hoja de Berga.

2. Margas versicolores, calizas, margas calizas, areniscas y arcillas de edad Cretácico; ocupan principalmente la esquina SO de la Hoja de Berga.
3. Conglomerados, margas azules, calizas, arcillas y areniscas. Forman sucesiones alternantes de diversos materiales como en el borde SE de la Hoja; que es por otra parte donde tienen estos materiales su representación más extensa.
4. Materiales del Neógeno-Cuaternario. Los materiales del Neógeno aparecen con limitada extensión en la Hoja; principalmente se sitúan en los bordes del valle del Segre, y están constituidos por conglomerados, arcillas y areniscas.

En cuanto a los cuaternarios, los constituyen depósitos recientes, tales como terrazas fluviales, aluviales y suelos coluviales.

2.2.2. El medio estructural

En la parte central de la Cadena Pirineica, y siguiendo aproximadamente una dirección E-O, se extiende una banda de materiales paleozoicos, que forman como el eje principal de alineamiento de la cordillera; se trata de la Zona Axial Pirenaica, que separa la vertiente francesa de la española.

La región estudiada comprende en su borde Norte esta Zona Axial, el Pirineo granítico y pizarreño, en el que se alcanzan las mayores altitudes y donde se ubican extensos heleros.

Más al Sur afloran bandas de terrenos más modernos, mesozoicos y terciarios, el Prepirineo; tiene también grandes altitudes, pero bastante inferiores si se comparan a las de la Zona Axial, que van descendiendo de cota progresivamente hacia el Sur.

Existen también amplias depresiones. Es, en definitiva, el Pirineo calizo, con rocas de tonos claros. Con acusados escarpes y estrechas hoces, salpicado de afloramientos margosos, responsables de las citadas depresiones.

La Zona Axial es resto de un macizo herciniano que ha sido, en diversas épocas, rejuvenecido. El Prepirineo corresponde a la fase de plegamiento alpina; se distinguen en él dos alineaciones montañosas, ambas con ejes paralelos entre sí y al de la Zona Axial que forman por una parte las Sierras Interiores, cuyo representante más idóneo es la Sierra del Cadí y por otra más al Sur en el borde de la Hoja, el Montsech perteneciente a las Sierras Exteriores. Entre ambas alineaciones se extiende la llamada depresión media, a la que pertenece la "conca" de Tremp, sinclinatorio ocupado por las margas de fines del Cretácico y comienzos del Eoceno. Las Sierras Exteriores forman, como las Interiores, otro anticlinorio, pero con vergencia distinta.

En resumen la zona estudiada tiene la morfología estructural propia de las montañas de plegamiento. A causa del predominio de este tipo de formas, el relieve se resuelve en una serie de prominencias y depresiones alternantes, con la misma dirección que la de los ejes de plegamiento, o sea E-O.

El paralelismo entre formas estructurales y topografía se hace notar observando como el relieve desciende de forma gradual desde la Zona Axial a las llanuras subpirináicas, hecho que se explica porque la energía máxima del paroxismo orogénico debió producirse en la citada zona.

El relieve estructural pirenaico, en líneas generales, se caracteriza por su disposición dirigida de Este a Oeste, algo alterada por dislocaciones, cobijaduras y fallas que prestan al conjunto estructural una extraordinaria complicación de rumbos y alineaciones topográficas.

2.3. CRITERIOS DE DIVISION. CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS AREAS

La complejidad enorme de las Hojas estudiadas, en cuanto a litología de los materiales, edades de los mismos, topografía, clima, etc, hace que al dividir en áreas, haya que adoptarse un criterio de síntesis, por otra parte necesario a la escala de este trabajo.

2.3.1. Criterios de división geotécnica

Se ha dividido la zona en tres Regiones y estas en once Areas, tres dentro de la primera, cuatro en la segunda y cuatro en la tercera.

Región I

Comprende el conjunto de materiales que constituyen la Zona Axial. Todos ellos son del Paleozoico; se trata de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias, de muy variada naturaleza y textura.

Se sitúa en la mitad Norte de la Hoja de Berga y en la totalidad de la de Arties. Es el Pirineo propiamente dicho, donde se encuentran las mayores altitudes y la más abrupta topografía. Constituye una región muy bien delimitada por sus características morfoestructurales y su historia geológica. En ella afloran con frecuencia las formaciones rocosas del sustrato, aunque son también abundantes las superficiales, compuestas por extensos suelos de alteración, que a veces alcanzan potencias muy grandes.

Esta Región se ha dividido en tres Areas, diferenciadas entre sí, por la litología de los materiales que las componen, que a su vez determina un comportamiento diferencial respecto a otros caracteres de tipo morfológico, geotécnico, etc.

Area I₁

Compuesta por materiales de origen ígneo, entre los que destacan, por su mayor abundancia, las rocas graníticas y las volcánicas.

Area I₂

Formada a expensas de materiales de origen pelítico o cuarzopelítico, que han sufrido un cierto metamorfismo.

Area I₃

Está formada por rocas sedimentarias de cobertera metamórfica. La componen materiales de naturaleza carbonatada.

Región II

Comprende todos los materiales que forman el Prepirineo (Sierras Interiores, Sierras Exteriores y Depresión Media). Son de edades mesozóico-terciarias, con litologías muy

diversas pero con predominio de rocas de origen sedimentario. Ocupa esta Región la mitad Sur de la Hoja de Berga. El relieve es acusado, pero con cotas más inferiores a las de la Región I, aunque presenta escarpes muy pronunciados en los materiales de tipo carbonatado.

Predominan, en extensión, los asomos del sustrato, aunque, como en la región anterior, se presentan con frecuencia suelos de alteración.

Se ha dividido en 4 Áreas:

Area II₁

Formada a expensa de materiales carbonatados, areniscosos y conglomeráticos también masivos.

Area II₂

Compuesta por materiales, margosos y arcillosos.

Area II₃

Constituida por arcillas, areniscas no masivas y conglomerados no masivos.

Area II₄

Está formada por aquellos materiales en los que la presencia de yesos puede dar lugar a problemas acusados de tipo geotécnico.

Región III

Comprende todos los materiales postorogénicos de edades Neógeno-Cuaternario. Dominan en extensión las formaciones superficiales. Su litología es muy variada en correspondencia con las rocas de las que proceden y su relieve es suave. Aparecen diseminadas en las Hojas y se encuentran principalmente cartografiadas en los valles, que es donde suelen alcanzar grandes potencias.

Forman esta Región cuatro Áreas:

Area III₁

La constituyen todos los afloramientos del Neógeno y los suelos procedentes de la degradación de los granitos y conglomerados.

Area III₂

En ella se han agrupado todos los suelos eluviales, coluviales y deyectivos situados en el Prepirineo.

Area III₃

Está formada por depósitos cuaternarios de origen eluvial, coluvial y deyectivo.

Area III₄

Formada por terrazas fluviales y aluviales.

2.3.2. Características generales de las Areas

Area I₁

Ubicada en la mitad Norte de la Hoja de Berga, está formada por dos afloramientos que corresponden a los Macizos de La Maladeta al NO y de Lles-Aristot en el centro.

Su extensión total es relativamente amplia, y la componen rocas de tipo granítico.

Las formas de relieve son extraordinariamente acusadas, resolviéndose a veces en fuertes agujas.

La permeabilidad "en pequeño" es nula, por lo que la posibilidad de acuíferos no existe, si bien puede haber circulación de agua ligada a fenómenos de tectonización.

El drenaje superficial es muy bueno debido a la topografía tan acusada.

La capacidad de carga en estos materiales es alta y la posibilidad de existencia de asientos nula.

Area I₂

Se distribuye dentro de la Zona Axial, es decir, en la mitad N de la Hoja de Berga.

Por su extensión constituye una de las mayores; y está compuesta por rocas metamórficas, en las que predominan las pizarras.

Las formas de relieve son muy acusadas, si bien algo más suaves que los granitos, debido a ser materiales más fácilmente degradables.

La permeabilidad "en pequeño" es nula, pero hay circulación de aguas ligada a fenómenos de tectonización. No es posible la presencia de acuíferos importantes.

El drenaje superficial es bueno a causa de la irregular topografía.

La capacidad de carga es alta y la posibilidad de asientos nula.

Area I₃

Al igual que las dos anteriores está también ubicada en la Zona Axial.

La extensión es similar a la de la Area I₂ y está formada por rocas fundamentalmente de origen calcáreo, las cuales a veces han sufrido un fuerte metamorfismo y están transformadas en mármoles.

La forma de relieve es muy acusada (como toda la Zona Axial), y por la naturaleza litológica de los materiales que la componen se dan frecuentes escarpes y hoces profundas.

La permeabilidad "en pequeño" es nula, pero "en grande" es muy acusada, existiendo una notable circulación acuosa subsuperficial y siendo frecuentes las surgencias de agua ligadas a fenómenos estructurales.

El drenaje superficial es bueno, por topografía.

La capacidad de carga es alta y la posibilidad de asientos nula.

Area II₁

Se distribuye esta Area por la mitad S de la Hoja de Berga.

Su extensión es también de las mayores y está compuesta por rocas carbonatadas, conglomerados y calizas masivas.

Las formas de relieve son acusadas, dando grandes masas calizas (Sierra de Cadí y Montsech) o de conglomerados (O de San Lorenzo de Morunys). Por la naturaleza del roqueado, son frecuentes grandes escarpes y hoces angostas.

La permeabilidad de los materiales es nula, pero "en grande" existe una circulación muy desarrollada de agua ligada a fenómenos estructurales, con surgencias muy frecuentes. En las calizas, son observables acusados fenómenos de carstificación.

El drenaje superficial es bueno.

La capacidad de carga alta y la presencia de asientos nula.

Area II₂

Se sitúa como la anterior en la mitad S de la Hoja 9-3 e incluye las formaciones margosas.

Predominan las margas, con abundantes margo-calizas y areniscas.

Las formas del relieve son suaves y típicas de los materiales margosos, con frecuentes abarrancamientos.

El drenaje superficial se sitúa entre aceptable-deficiente, debido a la suavidad de las formas del relieve y la poca permeabilidad. La existencia de acuíferos es nula.

Su capacidad de carga es media, pudiendo localmente aparecer asientos de magnitud media, por disolución de los filoncillos de yesos, interestratificados.

Area II₃

Se sitúa dentro de la Hoja 9-3, en la misma zona que las dos anteriores y ocupa con preferencia la esquina SE.

Los materiales integrantes son arcillas, areniscas y conglomerados no masivos.

Las formas de relieve son variadas, debido a la interestratificación de materiales litológicamente muy diferentes como los tipos mencionados, y que por consiguiente dan lugar a una erosión diferencial acusada, que puede resolverse, en definitiva, en formas muy diferentes dentro de la misma Area, según predomine uno u otro material localmente. Sin embargo, en general puede decirse que es un relieve suave, pero muy quebrado, pudiendo llegar a ser acusado en algunos puntos.

Al igual que las formas de erosión la permeabilidad es también diferencial, variando desde impermeable para las arcillas a permeable para areniscas y conglomerados. Se clasifica por tanto como Area semipermeable, alternando niveles permeables con otros impermeables, por lo que cabe esperar la existencia de acuíferos.

El drenaje superficial es también variable, existiendo algunas zonas con un drenaje malo.

La capacidad de carga varía de mediana a alta y hay posibilidad de aparición de asientos debidos a las capas arcillosas.

Area II₄

Se sitúa principalmente en la separación de las Regiones I y II, ya que se encuentra por su edad entre los materiales paleozoicos y los mesozoicos.

La extensión es relativamente pequeña y está compuesta por el Keuper con margas y yesos. Las formas de relieve son acusadas, si bien no muy duras por el carácter degradable del roquedo.

La permeabilidad "en pequeño" es nula y en grande es mediana, por lo que se cataloga como semipermeable. No es previsible la presencia de acuíferos.

Drenaje superficial bueno.

La capacidad de carga es media, si bien existe la posibilidad de asientos y/o hundimientos que pueden ser de gran magnitud, por disolución de los sulfatos.

Area III₁

Se halla distribuida en numerosos recintos, dentro de la zona del Estudio, correspondiendo a las formaciones superficiales recientes. No obstante, se ubican con mayor frecuencia en el fondo de valles y en zonas de pendiente tendida.

Las formas de relieve son suaves, dando algunos escarpes en las formaciones de Neógeno.

La componen materiales pertenecientes al Neógeno y suelos recientes procedentes de la degradación de granitos y conglomerados.

Es una zona semipermeable, pues aunque compuesta por material granular, también incluye una fracción arcillosa.

El drenaje superficial es bueno.

La capacidad de carga es media en los materiales del Neógeno y suelos procedentes de los granitos y alta en los desarrollados sobre los conglomerados; es posible la aparición de asientos diferenciales de forma local.

Area III₂

Las formas de relieve son suaves y muy variadas, dependiendo, como es natural, de la topografía del sustrato en el que se apoyan. Los materiales son también muy variados, aunque casi siempre granulares.

La permeabilidad, por la última razón apuntada, es buena y su drenaje activo, tanto por su topografía como por percolación.

Capacidad de carga media en general, si bien existen suelos que debido a su procedencia (pizarras carbonosas) y naturaleza granular no admiten carga (Envalira en el Principado de Andorra). Pueden producirse asimismo asientos diferenciales.

Area III₃

Compuesta como la anterior de formaciones superficiales (suelos recientes) desarrolladas sobre materiales de la Región II; es de origen eluvial y coluvial deyectivo.

La naturaleza de estos depósitos es granular, en general, como los estudiados en la Area III₂, pero abundan en estos las arcillas, sobre todo en los que proceden de las formaciones margosas, que pueden incluso no tener carácter granular. Estos factores condicionan la permeabilidad, que puede ser variable, pero de una manera general se pueden considerar como semipermeables.

Capacidad de carga media, con posible aparición de asientos medios.

Area III₄

La constituyen los depósitos de origen fluvial; es decir terrazas y aluviales, y por lo tanto su localización coincide con la de los valles surcados por las principales corrientes de esta zona estudiada.

Son áreas muy llanas formadas por arenas, limos y cantos rodados de procedencia muy variada. A veces aparecen escalonados depósitos de gran potencia y de edades diferentes, indicativos de importantes variaciones del nivel de base de estos ríos y, por tanto, correspondientes a varios ciclos erosivos.

La permeabilidad de esta Area es buena y tiene un drenaje muy activo por percolación, pero el superficial apenas si está desarrollado. Son lógicamente zonas inundadas, que recogen el agua procedente de precipitaciones lluviosas o de la fusión de las nieves que discurren por sus cuencas de recepción.

Es sin embargo la zona de mayor riqueza agrícola, por donde están trazadas las principales vías de comunicación y en donde se asientan los núcleos urbanos de la comarca. Se da en ella el clima más templado y, en definitiva, siendo la más idónea para el asentamiento humano permanente.

La capacidad de carga de estos materiales es baja y pueden producirse asientos diferenciales importantes.

2.4. FORMACIONES SUPERFICIALES Y SUSTRATO

Se hace en este apartado una descripción litológica de los materiales que integran cada una de las áreas definidas anteriormente.

De antemano, y según indica el encabezamiento del apartado, se establece una separación entre las formaciones superficiales y el sustrato. Las primeras son formaciones recientes, con edades que abarcan desde el Neógeno a la actualidad, poco o nada consolidadas, y que tienen situaciones; extensión y potencia muy variable. El sustrato lo constituyen los afloramientos rocosos o subrocosos, que son el basamento de la zona y patria de los anteriores; sus edades comprenden desde el Paleozóico al Neógeno.

Area I₁

Granitos s.l. (γ)

Las rocas que la componen son, en términos generales, ígneas de carácter ácido, casi

en su totalidad granitos. Están fundamentalmente localizados en los macizos de la Malde-
ta y Lles-Aristot.

Petrográficamente es bastante uniforme, apareciendo macroscópicamente como una
roca de grano medio en la que se observan sus elementos integrales normales. En super-
ficie, y debido al clima que soporta, se encuentra muy alterada, originando unos suelos
arenosos típicos. En las máximas altitudes es frecuente su fracturación en grandes blo-
ques.

Area I₂

Paleozoico pizarroso (P₁₁)

Compuesta por materiales de edad Paleozoica, que siempre han sufrido mayor o
menor metamorfismo, donde predominan las pizarras y filitas.

Estos materiales que ocupan una gran extensión y se sitúan a grandes alturas se
encuentran bastante alterados en superficie y tienen alto grado de tectonización. Sus
composiciones pueden variar bastante de unas zonas a otras.

Area I₃

Paleozoico carbonatado (P₁₂)

Comprende esta área materiales de edad Paleozoica, fundamentalmente carbonata-
dos, y que a veces pueden haber sufrido metamorfismo transformándose en mármol.

Area II₁

Las rocas aflorantes en esta Area son fundamentalmente de naturaleza calcárea,
aunque también se incluyen, ocupando menor extensión, conglomerados y areniscas masi-
vas. Se han agrupado aquí materiales de distintas litologías, porque desde el punto de vista
geotécnico, base de este Estudio, presentan caracteres comparables.

Calizas y dolomías del Mesozoico (S₁₂₋₁₃)

Forman grandes macizos, de calizas duras y compactas, con escarpes pronunciados
y frecuentes hoces talladas por los ríos. Presentan discontinuidades estructurales y fenó-
menos cársticos.

Se sitúan con preferencia en las series estratigráficas de las Sierras del Cadí, Mont-
sech, Pedraforca y Peramol.

Calizas del Terciario (T₁₂)

Son calizas compactas, generalmente blancas cristalinas de grano fino, en grandes
bancos. Contienen Alveolinas en gran abundancia, y a veces muchos Nummulites. Dada su

gran compacidad y dureza, suelen coronar en forma de cejos casi todas las series cretácicas. Así se encuentran coronando las Sierras del Cadí y Montsech.

Conglomerados Terciarios (T_{7/6})

Constituyen una gran masa de puddingas muy duras, integrada por cantos de caliza secundaria o terciaria y algunos, escasos, de rocas paleozoicas.

Al SO de San Lorenzo de Morunys y en algunos puntos del valle del Segre aparecen con grandes potencias, que a veces alcanzan los 1.000 m. Con frecuencia han sido arrasados por la erosión posterior, y los cantos, rodados y redepositados, forman potentes acumulaciones.

Areniscas del Secundario (S₈)

Son areniscas de grano grueso y microconglomerados, que aparecen masivas o en potentes bancos. Suelen aparecer en alternancia con las calizas y presentan colores verdosos oscuros.

Areniscas del Terciario (T₈)

Son areniscas más o menos calizas, con espesor total entre 200 y 500 m, que a veces presentan intercalaciones margosas.

Area II₂

Margas del Garumnense (S₁₀₅)

Pertenecen estas margas al último piso del Cretácico Superior. Son abigarradas y contienen niveles algo pizarrosos, de color verdoso y violáceo, incluyendo a veces también calizas lacustres, oscuras y fétidas, en bancos bien estratificados.

Se han separado del resto de las margas del Secundario por ser en estos donde se observó con más frecuencia la presencia de yesos traveculares, cruzando oblicua e irregularmente la estratificación, hecho digno de reseñar por su relativa importancia geotécnica.

Margas del Secundario (S₁₀₅)

Aparecen en extensos afloramientos de color gris azulado y naturaleza margosa o calizo-margosa. Su espesor completo puede rebasar los 1.000 m. Es frecuente su alternancia con calizas tableadas de colores oscuros.

Margas del Terciario (T₁₀₅)

Se trata de margas y margo-calizas más o menos ricas en materia orgánica. Suelen

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS LITOLOGICAS
I	I ₁	Está formada por rocas graníticas y gneísicas de colores grisáceos, y tonos que van desde los claros para el granito hasta los oscuros para la diorita. Fundamentalmente, se localizan en dos batolitos, situados en el NO de la Hoja y en la región de Lles-Aristot. Los materiales están altamente diaclasados y alterados en superficie, debido al clima periglacial.
	I ₂	Compuesta por materiales paleozóicos, que junto con los anteriores y los de la Area I ₃ forman la Zona Axial Pirenaica. Se encuentran en esta Area pizarras, filitas, esquistos y algunas formaciones conglomeráticas. Los colores que suelen presentar son muy oscuros a negros. Su estado de alteración es muy elevado y su diaclasamiento también, aunque varían zonalmente, debido a la diversa composición de las rocas componentes.
	I ₃	Formada por materiales también paleozoicos, como los anteriores pero de composición calcárea. Estas rocas han sufrido a veces un fuerte metamorfismo, llegando a transformarse la caliza en calcita y aún en mármol. Los colores que presentan varían de blancos a negros, pasando por los grises, de las calizas del Devónico. Su estado de degradación es también muy grande.
II	II ₁	Está formada por materiales bien consolidados pertenecientes a las edades del mesozoico y terciario. La componen rocas calcáreas, conglomerados y areniscas masivas. Sus colores varían desde los grises para las calizas hasta violáceos y oscuros para conglomerados y areniscas. Se encuentran formando numerosos ísleos en la mitad S de la Hoja. Son formaciones muy fracturadas, y a veces arrasadas por la meteorización tan intensa sufrida.
	II ₂	Compuesta por materiales margosos principalmente. Aparecen con colores muy diversos, desde rojo fuerte hasta grises, azules y verdes. Suelen presentarse en alternancias de capas de otros materiales, tales como calizas y areniscas. A veces contienen yesos trabeculares.
	II ₃	En esta Area se incluyen las formaciones compuestas por materiales de la misma edad que las dos anteriores pero poco consolidadas, incluyéndose en ella arenas, areniscas (no masivas), arcillas y conglomerados (también no masivos). Suelen existir todos ellos en alternancia de capas, por lo que la forma de erosión es muy variable. Ocupa fundamentalmente el S de la Hoja 9-3 desde la sierra de Montsech, hasta el lado E de la Hoja.
	II ₄	Está formada por aquellos materiales, que contienen yesos, en cantidad suficiente como para plantear problemas de tipo geotécnico. La componen únicamente los materiales del Keuper. Si bien existen otras capas de yesos tales como las existentes cerca de San Lorenzo de Morunys, pero debido a su tamaño, no se han cartografiado. Los colores son vinosos y fundamentalmente contiene margas y yesos. Su erosión es típica de las formaciones yesíferas margosas.
III	III ₁	Formada por los materiales pertenecientes al Neógeno, arcillas, margas y conglomerados, junto con formaciones superficiales más recientes provenientes de la degradación de las rocas graníticas, tales como las existentes en Spot y Caldas de Bohi. Esta última contiene cantos y bolos redondeados graníticos, dentro de una matriz arenosa procedente de la degradación del mismo material. Estos materiales, por ser de edad reciente, no se encuentran plegados.
	III ₂	Compuesta por formaciones superficiales de origen coluvial, eluvial y deyectivo localizados en la Zona Axial. Es frecuente en ella la aparición de estos suelos, que a veces alcanzan potencias considerables, recubriendo grandes extensiones del sustrato. Su composición depende de la roca degradada de la que provienen, así como su color.
	III ₃	Esta Area está compuesta por formaciones superficiales de origen eluvial, coluvial y deyectivo como la anterior. Se ubica en la mitad S de la Hoja. Su aspecto, potencia y demás factores definitorios pueden variar enormemente debido a la heterogeneidad de las rocas de procedencia.
	III ₄	Formada por los materiales que se encuentran en el fondo de los valles fluviales, es decir por terrazas y aluviales. Las terrazas están compuestas por cantos y bolos de tamaños muy diversos, junto con gravas, arcillas y limos no cementados. Mientras que los aluviales contienen gravas y bolos lavados. La extensión de esta zona es reducida, ocupando los valles fluviales de importancia.



FRANCIA



FORMACIONES SUPERFICIALES

Q_{2c}

Depósitos de origen eluvial-coluvial-deyectivo, procedentes de materiales de edad paleozoica, formados de cantos angulosos con poca o ninguna fracción arcillosa, dando lugar a tramas subcerradas o cerradas.

SUSTRATO

P₁₂

Materiales carbonatados de edad Paleozoico, presentando en algunos casos un alto grado de metamorfismo (mármoles).

P₁₁

Pizarras y rocas metamórficas de edad Paleozoico, de colores oscuros y verdosos, frecuentemente micáferas, con intercalaciones abundantes de otros materiales.

Y

Granitos, granodioritas y gneis, de textura variada y grado de tectonización muy diverso.



SUSTRATO

- T₇₋₅** Materiales del Neogeno, procedentes de la degradación de los granitos y diversos afloramientos meso-terciarios, con cantos poco rodados y niveles intercalados de arcillas.
- T₁₀₅** Formaciones margosas o margo-calizas con tramos en los que alternan niveles de margas con otros de calizas arenosas.
- T₈** Areniscas más o menos calcáreas de grano basto, colores oscuros, y con frecuentes intercalaciones margosas.
- T_{7/6}** Conglomerados y pudingas con alto grado de cementación, compuestos por cantos de caliza secundaria y terciaria con algunas rocas paleozoicas.
- T₁₂** Calizas compactas generalmente de colores claros, grano fino, y estratificadas en bancos y capas potentes.
- T_{8/7-105/5}** Areniscas, margas, arcillas y conglomerados. Formación de color rojizo constituida por lechos margo-arcillosos alternando con areniscas hasta y pudingas tableadas.
- S₁₀₅** Margas del Garumnense, abigarradas, con pizarrillas rojo verdosas y violáceas, a veces con calizas lacustres oscuras y fétidas, en bancos bien estratificadas.
- S₁₀₅** Formaciones margosas de colores grisáceos, azulados o amarillentos, con frecuentes intercalaciones de calizas tableadas oscuras.
- S_{105/8}** Margas del Keuper de color rojo intenso, con intercalaciones de otras verdes, calizas y carníolas, acompañadas casi siempre de yesos de colores blancos o variados.
- S₁₂** Calizas duras y compactas, de colores variados, desde gris claro o negro, y estratificación masiva.
- S₈** Areniscas verdosas de tonos oscuros, de grano grosero y micro conglomerados, masivos o estratificados en bancos con alternancia de calizas.
- P₁₂** Materiales carbonatados de edad Paleozoico, presentando en algunos casos un alto grado de metamorfismo (mármoles).
- P₁₁** Pizarras y rocas metamórficas de edad Paleozoico, de colores oscuros y verdosos, frecuentemente micáferas, con intercalaciones abundantes de otros materiales.
- γ** Granitos, granodioritas y gneis, de textura variada y grado de tectonización muy diverso.

FORMACIONES SUPERFICIALES

- Q_B** Depósitos aluviales formados por gravas, arenas y bolos sueltos, que cubren los lechos de los ríos, y terrazas que incluyen conglomerados, arenas y arcillas.
- Q_{3c}** Depósitos de origen eluvial-coluvial-deyectivo, procedentes de materiales mesozoico-terciarios; incluyen siempre una fracción arcillosa que puede llegar a ser predominante, y una trama más o menos cerrada de cantos angulosos.

- Q_{2c}** Depósitos de origen eluvial-coluvial deyectivo, procedentes de materiales de edad paleozóica, formados de cantos angulosos con poca o ninguna fracción arcillosa, dando lugar a tramas subcerradas o cerradas.
- Q_{1c}** Depósitos de origen coluvial, poco consolidados, con cantos poco rodados inmersos en una fracción arcillosa o arenosa según su procedencia.

Escala 1/400.000

presentarse niveles margosos alternando con calizas grises arenosas, que totalizan espesores de pocos metros. La formación alcanza como máximo los 70-100 m, de potencia.

Area II₃

Constituyen esta Area los materiales que afloran en la esquina SE y casi todo el borde S de la Hoja de Berga. Son margas, arcillas y areniscas.

Areniscas margas, arcillas y conglomerados dispersos del Terciario (T₈₋₇₋₁₀₅₋₅)

Es una formación de color rojizo o rosado muy constante, que está constituida por lechos margo-arcillosos de este color, alternando con bancos de areniscas bastas, rosadas o grises, bien estratificadas y pudingas poco potentes.

Area II₄

Esta Area está constituida exclusivamente por materiales del Keuper. Se ha adoptado esta división por ser el Keuper la formación con más alto contenido en sulfatos. Sus materiales constitutivos son margas y yesos.

Margas y yesos (S_{105/8})

Constituyen el Keuper margas de color rojo intenso, con intercalaciones frecuentes de color verde y otras algo carbonosas, con calizas en lajas y carniolas en gruesos paquetes.

Las margas rojas van acompañadas casi constantemente de yesos blancos o versicolores, que en distintos sitios se explotan de forma familiar para usos locales. Esta presencia yesífera condiciona en parte el comportamiento geotécnico de la Area.

Area III₁

Integran esta Area materiales del Neógeno y suelos procedentes de la degradación de los granitos y conglomerados.

Formaciones aluviales antiguas (T_{7/5})

Son aluviones de arenas con cantos poco rodados, a los que sigue una potente serie de arcillas, en su parte alta se intercalan otros aluviones cementados entre las arcillas.

Formaciones coluviales (Qc1)

Depósitos coluviales procedentes de la degradación de los granitos y conglomerados. Forman grandes masas granulares con cantos redondeados, insertos en una fracción areno-

arcillosa (los procedentes de los conglomerados) y/o arenosa de degradación (los procedentes de los granitos).

Se sitúa con preferencia sobre los batolitos graníticos en el N y en las inmediaciones de Gurp y Tremp al S.

Area III₂

Depósitos granulares de origen eluvial-coluvial-deyectivo (Qc2)

Proceden estos depósitos de los materiales paleozóicos; son preferentemente de tipo granular con trama cerrada a sub-cerrada, de cantos lajosos. Su área de distribución es muy grande debido a su fácil formación a partir del sustrato, dado el particular tipo de clima existente. Se sitúan en la mitad N de la Hoja de Berga y en toda la de Arties.

Area III₃

Depósitos arcillosos de tipo eluvial-coluvial-deyectivo (Qc3)

Proceden de materiales mesozóicos-terciarios, por lo que se han diferenciado de los anteriores, ya que aquí no predomina el carácter granular, sino que existe siempre una matriz arcillosa, que en ocasiones es la única constituyente del depósito.

Area III₄

Depósitos de tipo aluvial (Qa)

Están ligados a los cauces de los ríos que surcan la zona.

Se trata de depósitos típicamente de arrastre, cuyo máximo desarrollo se alcanza en las terrazas de Puigcerdá, Seo y Oliana. Su litología es variada; constan de niveles de conglomerados, arenas y arcillas. Se conservan una serie de terrazas cuaternarias a distintos niveles, que en algunos puntos desaparecen totalmente a causa de la erosión posterior.

2.5. CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS

Se describen en este apartado la morfología de cada una de las Areas establecidas y la influencia de este modelado sobre las condiciones constructivas impuestas por el hombre.

Area I₁

La Area está compuesta por una de las rocas más duras del Pirineo, el granito. Este material, al ser atacado por las heladas, ha dado lugar a las formas más bravías, resolviéndose a veces en crestas y agujas. Predominan las entalladuras estrechas trazadas por los valles de erosión y que el glaciario cuaternario ha ensanchado dando circos glaciares en lo que aún actúan los hielos.

Existen frecuentes discontinuidades estructurales que provocan, sobre todo en las altas cimas donde la persistencia de las heladas es máxima, desprendimientos de bloques que forman grandes depósitos.

Las pendientes medias son superiores al 30 por ciento.

Las discontinuidades y una topografía tan acusada hacen que la estabilidad natural sea precaria y al ser alterada por la acción humana puede aparecer un alto grado de inestabilidad, que imposibilite cualquier tipo de construcción.

Area I₂

Presenta un tipo de morfología muy semejante a la de la Area anterior, aunque el relieve es ligeramente más suave al ser más deleznable el material de que está constituida.

Los escarpes mayores dentro de esta Area se dan en las zonas de predominio glaciar, es decir en las altitudes máximas, y más suave en las regiones de clima más templado en la parte baja de la Zona Axial.

La acción de las heladas crea también frecuentes discontinuidades, que, junto con la topografía acusada de pendientes superiores al 30 por ciento, hace que la inestabilidad natural existente determine que toda acción posterior humana esté sujeta a problemas acusados de inestabilidad.

Dentro de la Area es muy frecuente la aparición de extensos canchales, apoyados inestablemente sobre las empinadas laderas, producidos por las heladas.

Area I₃

Las calizas devónicas, duras y resistentes dan lugar a elevados núcleos montañosos cuando afloran en extensiones considerables, a causa de su elevada resistencia frente a los fenómenos erosivos.

El tipo de erosión predominante es la lineal, con la aparición de escarpes frecuentes y cauces encajados.

Existen también discontinuidades estructurales, que a veces provocan la caída de bloques; sus pendientes medias superan el 30 por ciento; y en definitiva su estabilidad, en cuanto a condiciones constructivas se refiere, puede decirse que es semejante a la de las dos Areas anteriores.

Area II₁

La morfología de esta Area es semejante a la anterior, apareciendo grandes masas calizas en las que la erosión predominante es la lineal, produciéndose escarpes pronunciadísimos y estrechas hoces talladas por los cauces.

Las discontinuidades estructurales son frecuentes y los fenómenos cársticos abundantes, con surgencias numerosas.

La pendiente media de la Area puede catalogarse como superior al 30 por ciento, lo que unido a las discontinuidades apuntadas hace inestable toda construcción que altere el precario equilibrio natural existente.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS
I	I ₁	Presenta morfología muy abrupta, con pendientes superiores al 30 por ciento. Se considera esta Area como inestable bajo todas sus condiciones, debido a su topografía y condiciones climáticas. Eventualmente, presenta recubrimientos de terrenos sueltos y acumulaciones rocosas.
	I ₂	Morfología también muy abrupta, aunque el tipo de paisaje es más suave que en la Area anterior, porque la erosión ha atacado más fuertemente a los materiales que la componen, dando lugar a formas menos bravías. Las pendientes son superiores al 30 por ciento. Se considera inestable bajo todas condiciones.
	I ₃	Presenta una morfología muy acusada, con pendientes superiores al 30 por ciento, fuertes escarpes y desfiladeros. Los ríos se encajan en ella debido al tipo de material que la forma. Se considera como las anteriores inestable bajo cualquier acción.
II	II ₁	Morfología semejante a la anterior, con pendientes asimismo superiores al 30 por ciento. Se considera como aquella inestable bajo todas condiciones.
	II ₂	La morfología de esta Area es muy variable, dependiendo localmente de la intercalación de nivel más duro (margo-calizos y calizos); por ello las pendientes pueden variar desde el 7 al 30 por ciento, presentando frecuentes abarrancamientos en las zonas sin intercalaciones, a perfiles escalonados en las que los contienen. Es una Area que puede considerarse en general como estable en estado natural, e inestable bajo la acción del hombre, variando las condiciones localmente.
	II ₃	Morfología suave, con alomaciones, y a veces pequeños escarpados y abarrancamientos. La pendiente varía entre el 0 y el 15 por ciento. Es una Area considerada como estable bajo todas las condiciones, si bien localmente puede presentar problemas debido principalmente a la presencia de niveles arcillosos.
	II ₄	Area de morfología acusada con pendientes entre el 15 y el 30 por ciento. La zona es estable en estado natural, pero inestable bajo la acción combinada del agua y del hombre, dando lugar a hundimientos y abarrancamientos por la disolución progresiva de los yesos.
III	III ₁	Presenta morfología suave con formas alomadas y abarrancamientos. Su pendiente está delimitada entre el 7 y el 15 por ciento. Puede considerarse como una zona estable bajo todas sus condiciones. Salvo en las procedentes de la degradación del granito.
	III ₂	En general esta zona presenta pendientes inferiores al 15 por ciento, pero localmente puede ser superior. Del mismo modo puede decirse que es estable bajo todas condiciones, si bien hay casos en que por la composición y forma de los cantos puede ser inestable bajo todas las condiciones.
	III ₃	Presenta una morfología en todo similar a la anterior, si bien puede decirse que las pendientes aquí son siempre inferiores al 15 por ciento. Es estable en todas las condiciones, pero por la presencia de agua o fuertes taludes puede presentar problemas de inestabilidad.
	III ₄	Es una Area de morfología muy llana, presentando pendientes comprendidas entre el 0 y el 7 por ciento. Por lo general es estable bajo cualquier tipo de acción, si bien pueden darse deslizamientos entre esta Area y sus circundantes.



INTERPRETACION DEL MAPA TOPOGRAFICO

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

SEPARACION DE ZONAS SEGUN SU GRADO DE ESTABILIDAD

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

SIMBOLOGIA

FENOMENOS GEOLOGICOS ENDOGENOS

-  Falla o zona de falla
-  Zona diferenciada por fracturas o fallas
-  Pie de monte y/o cono de deyección

FENOMENOS GEOLOGICOS EXOGENOS

-  Relieve muy acusado
-  Zona cárstica

DIVISION ZONAL

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



INTERPRETACION DEL MAPA TOPOGRAFICO

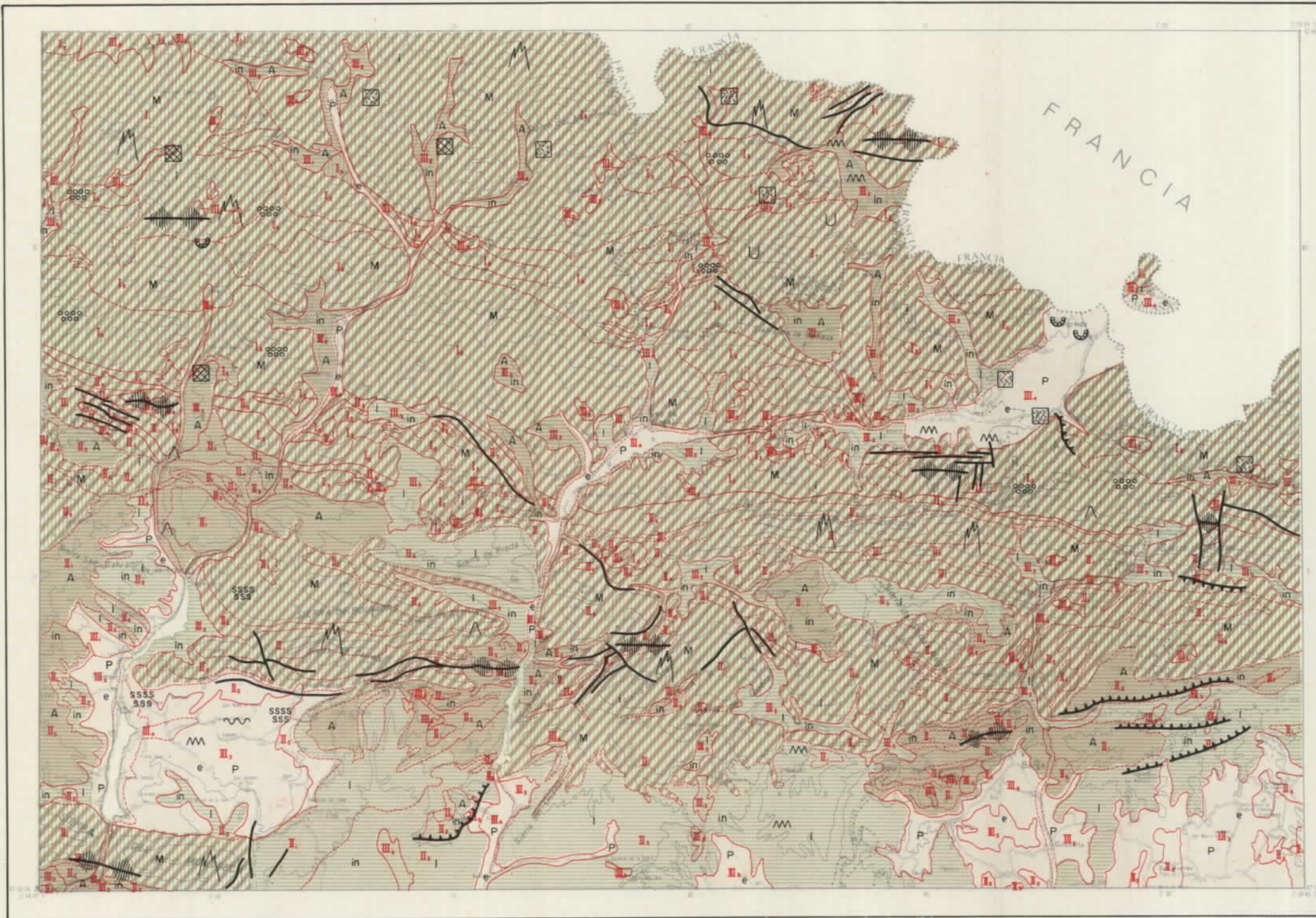
-  Zonas planas, pendientes del 0 al 7 por ciento.
-  Zonas intermedias, pendientes del 7 al 15 por ciento.
-  Zonas abruptas, pendientes del 15 al 30 por ciento.
-  Zonas montañosas, pendientes superiores al 30 por ciento.

--- Límite de separación de Zonas

SEPARACION DE ZONAS SEGUN SU GRADO DE ESTABILIDAD

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

--- Límite de separación de Zonas.



Escala 1/400.000

FENOMENOS GEOLOGICOS ENDOGENOS

-  Cabalgamiento
-  Falla o zona de falla
-  Zona diferenciada por fracturas o fallas

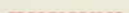
SIMBOLOGIA

-  Soliflucción
-  Formas de relieve alomadas
-  Ladera con recubrimiento abundante por alteración
-  Morrenas
-  Erosión glaciár

FENOMENOS GEOLOGICOS EXOGENOS

-  Relieve muy acusado
-  Abarrancamiento
-  Relieve acusado
-  Zona cárstica
-  Areas de erosión muy activa

DIVISION ZONAL

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

Area II₂

Presenta un tipo de morfología variada debido a la heterogeneidad de los materiales que la componen, margas y margo-calizas, llegando a producir desde formas suaves a abruptas.

Los desprendimientos en esta Area son frecuentes, a favor de la pendiente en las margas, mientras que en las margo-calizas se presentan frecuentes cornisas, que caen cuando la erosión de la marga infrayacente ha alcanzado una profundidad suficiente o concurren factores meteorológicos erosivos intensos.

Los abarrancamientos son frecuentes, y aunque la Area puede considerarse como estable en condiciones naturales, al ser alterada por la acción del hombre, se convierte en inestable, agravándose la situación cuando no se haya previsto un drenaje adecuado, que impida la disolución de los yesos traviculares intercalados, que a veces aparecen en estas formaciones.

Area II₃

La morfología de esta Area es también variada, pudiendo catalogarse, como la anterior, de suave a abrupta.

Su modelado consiste en una sucesión de suaves alomaciones con formas diversas, de acuerdo con los distintos materiales, creándose una erosión diferencial típica para cada una de las distintas formaciones que aparecen en ella. Este rasgo hace que se presenten con frecuencia pequeños escarpes y abarrancamientos.

Pueden darse desprendimientos, al erosionarse la capa inferior blanda y quedar descalzado en cornisa el nivel superior duro, con aparición de bloques medianos sueltos, caídos sobre las laderas.

Las pendientes generales medias de la Area varían entre el 0 y el 15 por ciento, y puede considerarse la zona como estable bajo todas condiciones, aunque a la hora de ejecutar una obra haya que tener presente la posible alteración del estado natural de los estratos margo-arcillosos, que podría producir problemas importantes de inestabilidad.

Area II₄

La morfología que presenta esta Area es acusada, aunque con un modelado algo suave por la erosión que sufren los materiales que la componen.

Puede considerarse la zona como estable en condiciones naturales pues su topografía no es de las más acusadas (pendientes entre el 15-30 por ciento) y, por otra parte, tampoco las discontinuidades estructurales son muy frecuentes; sin embargo, debido a la presencia de yesos, se considera inestable bajo la acción del hombre, sobre todo por la eventual disolución de los sulfatos.

Area III₁

Su morfología es suave, presentando, en los materiales del Neógeno algo consolidados, una serie de rasas al nivel, cortadas por escarpes de no mucha altura, pero casi verticales.

Los materiales de procedencia granítica y conglomerática presentan modelado suave, apareciendo en depósitos con pendientes suaves.

Son zonas que por sus características estructurales, topografía y drenaje, cabe considerar, en general, como estables, si bien en los suelos arenosos de procedencia granítica pueden existir eventualmente capas húmicas, muy ricas en materia orgánica, lo que daría lugar a la aparición de asientos de magnitud muy variable.

Area III₂

Morfología suave, con pendientes generalmente inferiores al 15 por ciento, pero que pueden ser superiores, dependiendo como es natural de la morfología del sustrato en el que se apoya.

En general es una zona estable, aunque en los depósitos constituidos por material granular o en los de muy elevada pendiente la inestabilidad puede producirse incluso en estado natural.

Area III₃

Esta Area presenta una morfología muy semejante a la de la Area anterior, si bien más suavizadas sus pendientes, por serlo las del sustrato.

Es estable en todas condiciones, aunque por un drenaje malo del depósito pueden darse problemas de inestabilidad, hecho éste sobre todo muy frecuente, cuando los coluviones son cortados por explanaciones en las que quedan taludes forzados de cierta altura.

Area III₄

Es una Area de morfología llana; y sus pendientes son las más suaves de toda la zona estudiada, estando comprendidas entre el 0 y el 7 por ciento.

Está formada por depósitos de acarreo fluvial, y que tienen en las terrazas un cierto grado de consolidación. Por su topografía y condiciones de drenaje, puede considerarse como una Area estable bajo todas condiciones.

2.6. CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS

En este apartado se estudian las características de drenaje y permeabilidad de cada una de las Areas y la incidencia que puedan tener estas características sobre los problemas derivados de la dinámica del agua que en cada una pudiera surgir.

Area I₁

Los materiales que la integran son, por naturaleza, impermeables; sin embargo existe en toda la Zona Axial una circulación interna (subsuperficial) de agua, activa, ligada a fenómenos de tipo estructural.

No hay posibilidad de existencia de acuíferos generalizados. La percolación natural es muy limitada, y sólo se produce a través de juntas y diaclasas; el drenaje superficial es muy activo, determinado por la topografía tan acusada.

En resumen puede decirse que es una Area permeable "en grande", con un drenaje superficial muy activo.

Area I₂

Las características hidrogeológicas de esta Area son semejantes a las de la anterior. Con materiales impermeables y circulación subsuperficial de agua ligada exclusivamente a las discontinuidades estructurales; ello permite clasificarla como Area permeable "en grande".

Drenaje superficial muy activo y bien definido por las características topográficas de la zona.

Area I₃

Materiales impermeables, con importante circulación de agua a través de diaclasas y fallas; son también probables en las calizas fenómenos cársticos y la existencia de depósitos de agua de mayor o menor importancia.

El drenaje superficial es aquí también muy activo.

Area II₁

Los materiales que integran esta Area son impermeables, pero el grado de diaclasado de las formaciones es elevado, encontrándose diaclasas de magnitud muy variable (desde un centímetro hasta varios metros) por lo que la filtración y circulación interna de agua es abundante.

Por otra parte, debido a la solubilidad de la roca, hay fenómenos de tipo cárstico, y las surgencias son frecuentes en estas formaciones.

Como la topografía de la Area es acusada, el drenaje superficial es muy activo.

Area II₂

Las características hidrogeológicas del material que constituye esta Area, margas y margo-calizas, hace que la permeabilidad en general se considere como media.

El drenaje superficial no está muy desarrollado, y debido a la escorrentía se producen frecuentes deslizamientos a favor de la pendiente y abarrancamientos. Por otra parte, esta escorrentía puede ser de agua más o menos selenitosa, contaminada a su paso sobre los afloramientos de margas con filoncillos yesíferos. La posibilidad de encontrar acuíferos importantes en esta Area es nula por tratarse de materiales muy poco permeables y, en parte, acuícludos.

Area II₃

La alternancia de materiales permeables por fisuración, tales como areniscas y conglomerados, con impermeables (margas y arcillas) que aparecen en esta Area hace que se considere en general como de carácter semipermeable.

En su conjunto la Area tiene un drenaje aceptable, aunque hay zonas en las que, al conjugarse materiales impermeables o poco permeables y topografía llana, pueden aparecer con escorrentía y drenaje interno prácticamente nulos, con la consiguiente posibilidad de que se produzcan recintos temporalmente encharcados.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS
I	I ₁ I ₂ I ₃	Areas formadas por materiales impermeables, aunque con circulación de agua debida a discontinuidades estructurales, lo que hace que tengan una gran permeabilidad en grande. Drenaje favorable por escorrentía superficial muy activa. La red está muy bien desarrollada. La aparición de agua está siempre ligada a caracteres estructurales.
	II ₁	Compuesta por materiales impermeables, pero que como en la Región anterior se encuentran muy diaclasados, por lo que en grande presenta muy buena permeabilidad. En las calizas además se dan los fenómenos de disolución, que acaban formando el carst. Las surgencias en esta Area están ligadas a características estructurales y son muy frecuentes sobre todo en las calizas. El drenaje superficial es activo debido a su red de drenaje muy desarrollada y fuertes pendientes.
II	II ₂	Esta Area es considerada como poco permeable y el drenaje superficial como aceptable-deficiente es superficial. Cuando localmente las margas contengan yesos, las aguas de escorrentía presentarán caracteres selenitosos, con los problemas que de aquí se derivan para los aglomerantes. La existencia de acuíferos es nula.
	II ₃	En esta Area se da la alternancia de zonas permeables, por lo que en general se le asigna la categoría de semipermeable. La existencia de acuíferos es frecuente, estando el nivel freático muy alto en algunos puntos. La escorrentía superficial es también muy variable, por serlo la topografía de la zona, pero puede darse como aceptable en general.
	II ₄	Area con características semipermeables. El drenaje es bueno en general, por escorrentía superficial. Las aguas son de carácter selenitoso perjudiciales para aglomerantes. La posibilidad de existencia de acuíferos es nula.
	III ₁	Zona de carácter semipermeable, con buen drenaje superficial y profundo.
III	III ₂	Depósitos considerados como permeables en general. Drenaje por percolación que puede llegar a ser activísimo en los suelos con carácter muy granular.
	III ₃	Depósitos considerados como semipermeables en general. El drenaje por percolación es de aceptable a deficiente. La existencia de acuíferos es limitada.
	III ₄	Depósitos muy permeables. El drenaje en ellos es muy activo por percolación, el superficial apenas si está desarrollado.



MAPA GEOTECNICO GENERAL

CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS

ARTIES	15
	9-2



A Zona con drenaje Aceptable

F Zona con drenaje Favorable

Límite de separación de Zonas

P Materiales Permeables

HIDROLOGIA SUBTERRANEA

 Línea divisoria de cuencas
 Cauces permanentes
 Red de drenajes y dirección de escorrentías

- (B) Zonas prácticamente sin acuíferos
- (C) Zonas en las que predominan acuíferos en formaciones permeables por porosidad intergranular.

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



CONDICIONES DE DRENAJE

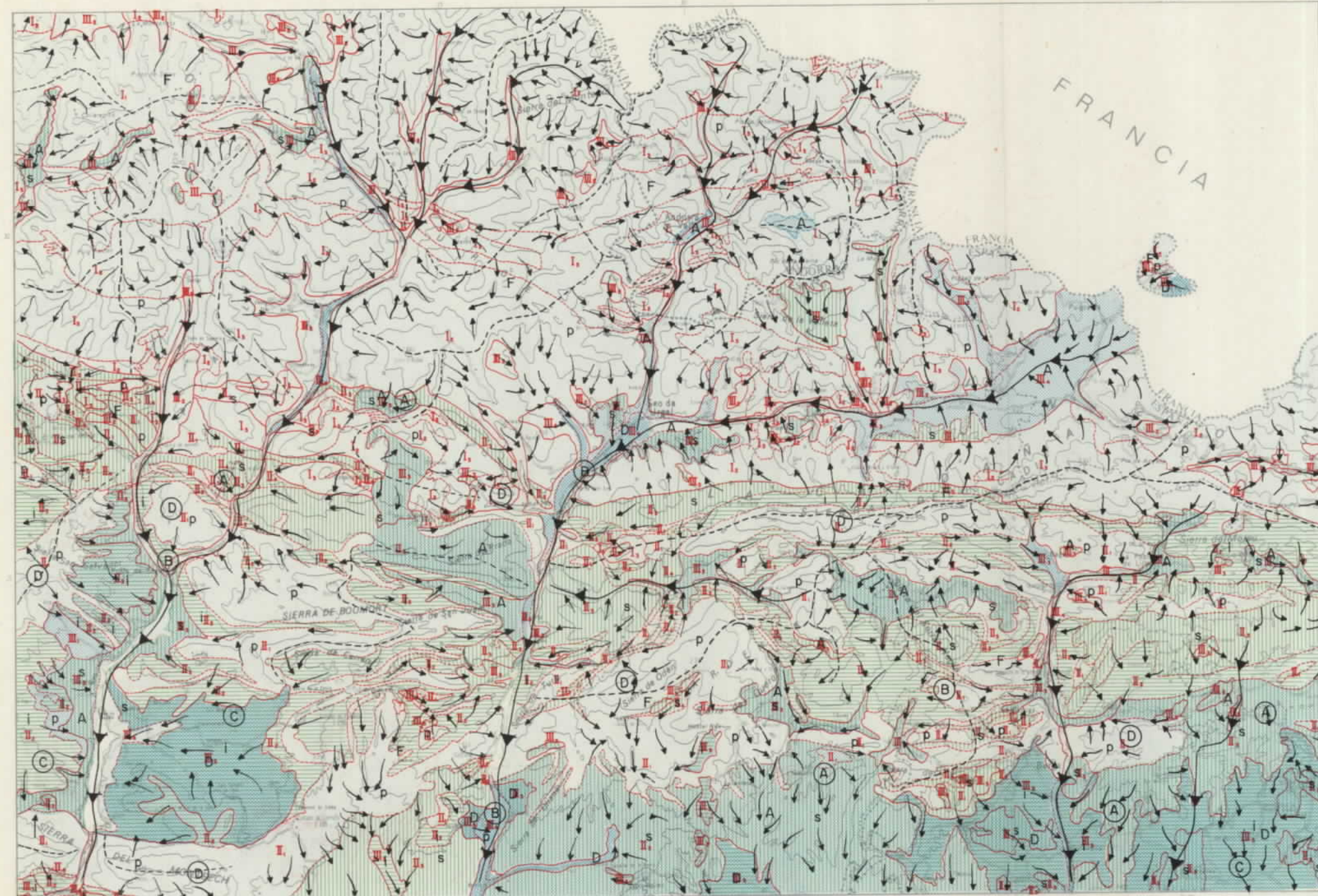
- D Zona con drenaje deficiente
- A Zona con drenaje aceptable
- F Zona con drenaje favorable

— Límite de separación de Zonas

PERMEABILIDAD DE LOS MATERIALES

- p Materiales permeables
- s Materiales Semipermeables
- i Materiales Impermeables

— Límite de separación de los distintos materiales



Escala 1/400.000

SIMBOLOGIA

HIDROLOGIA SUPERFICIAL

- Límites de cuenca hidrográfica
- ←→ Cauces permanentes
- Red de drenajes y dirección de escorrentías

HIDROLOGIA SUBTERRANEA

- (A) Zonas con acuíferos aislados
- (B) Zonas prácticamente sin acuíferos
- (C) Zonas en las que predominan acuíferos en formaciones permeables por porosidad intergranular.
- (D) Zonas en las que predominan acuíferos en formaciones permeables por fisuración.

DIVISION ZONAL

- Límite de separación de Regiones
- - - Límite de separación de Areas
- II₂ Designación de un Area

La presencia de acuíferos es presumible gracias a la alternancia de estratos permeables e impermeables; en este sentido se ha observado en varios puntos que el nivel freático es relativamente somero.

Debe de establecerse, a la hora de construir en esta zona, un buen drenaje que impida la acumulación de agua, con los problemas que de ello pudieran derivarse.

Area II₄

Las margas, principal constituyente litológico de esta Area, son materiales impermeables, pero debido a las intercalaciones de otros materiales, y a las discontinuidades de origen tectónico, se le asigna carácter semipermeable.

El drenaje superficial es bueno, si bien las aguas de escorrentía pueden ser seleníticas al disolver los yesos que entran a constituir en parte esta formación.

La presencia de acuíferos importantes no es probable en este tipo de formación.

Area III₁

El carácter granular (arenoso) de los materiales de los depósitos y formaciones que constituyen esta Area, unido a la fracción arcillosa que contienen, hace que se les considere como semipermeables.

El drenaje superficial se encuentra bien desarrollado.

Area III₂

Los depósitos que constituyen esta Area están compuestos por materiales granulares, con una trama subcerrada o cerrada de cantos y poca o ninguna fracción arcillosa. Se les considera permeables.

El drenaje superficial es activo a causa de la topografía, que puede llegar a presentar fuertes desniveles. La circulación de agua está ligada a la presencia de capas arcillosas impermeables.

Area III₃

Son depósitos considerados en general como semipermeables, pues aunque los materiales que los forman son granulares, la fracción arcillosa que les sirve de matriz es, en esta Area, más abundante que en la anterior, e incluso se encuentran coluviones en los que su predominio es claro, constituyendo estos últimos depósitos impermeables.

El drenaje superficial suele ser bueno.

La presencia de agua en estos coluviones hace que su estabilidad se resienta al forzar los taludes naturales y para mantenerlos será preciso acudir a un buen drenaje interno entre otras medidas.

Aquí los problemas derivados de la alteración superficial no son tan acusados como en las dos Areas anteriores, existiendo únicamente los debidos a discontinuidades estructurales, que unidos a la abrupta topografía pueden dar lugar a desprendimientos de bloques y cornisas.

2.7. CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

Area II₁

Los materiales que forman esta Area son predominantemente carbonatos como los del Area anterior, por lo que su enjuiciamiento, desde el punto de vista geotécnico, ha de ser similar.

La capacidad de carga de las rocas que la forman es alta y la posibilidad de producción de asientos generalizados nula, si bien pueden producirse desprendimientos debido a la fisuración interna, que a veces forma redes espaciales de gran complejidad y acusada densidad.

Area II₂

La capacidad portante en esta Area es media, dependiendo de los materiales que compongan la zona cargada.

Pueden aparecer asientos diferenciales importantes y, localmente, asientos producidos por la disolución de los filoncillos de yeso interestratificados.

Area II₃

En esta Area la capacidad de carga puede variar de media a alta, dependiendo de la naturaleza del medio y grado de consolidación de las arcillas interestratificadas. Es por ello por lo que aquí el drenaje juega un papel muy importante, y sobre todo en lo que se refiere a la posibilidad de aparición de asientos.

Es importante al cargar estos terrenos observar el grado de compacidad de las capas arcillosas y, en la ejecución de la obra, evitar la remoción de las mismas, que ocasionaría una amplia variabilidad en su compartimiento geotécnico.

Area II₄

El grado de consolidación de estas formaciones es elevado, aunque por su naturaleza margosa es necesario asignar a esta Area una capacidad de carga media.

El problema más grave que aquí se presenta es la aparición de asientos bruscos de gran magnitud por hundimiento de cavidades internas, causadas por la disolución de los lentejones yesíferos.

Area III₁

La capacidad de carga puede variar desde alta a media. Esta última categoría se puede dar, sobre todo, en los suelos procedentes de la degradación del granito, por la presencia eventual de algo de materia orgánica. En el resto de los depósitos y formaciones de esta Area se debe esperar una capacidad portante alta.

Pueden aparecer asientos de magnitud diversa, sobre todo en los suelos ya apuntados del granito; tales asientos suelen producirse en las primeras fases de ejecución de obras, hasta que los terrenos alcanzan un grado de compactación aceptable.

Area III₂

Por el carácter eminentemente granular de estos depósitos, su capacidad de carga varía desde media a muy baja.

Existen algunas coluviones procedentes de pizarras grafitosas en los que su capacidad portante es nula; no han sido cartografiados debido a la escala utilizada.

Cabe esperar la aparición de asientos generalizados de magnitud tolerable.

Area III₃

Esta Area tiene un comportamiento geotécnico muy similar a la anterior, si bien puede definirse toda ella como de capacidad de carga media.

Puede existir asientos de magnitud tolerable, sobre todo si no se ha efectuado un buen drenaje previo.

Eventualmente existen depósitos en los que por la naturaleza y disposición de sus constituyentes la capacidad de carga es baja.

Area III₄

La Area se considera en general como de capacidad de carga baja; no obstante, al igual que en las dos anteriores, pueden existir recintos en los que la considerable potencia de las capas arcillosas, y un drenaje malo, lleguen a condicionar una capacidad de carga muy baja.

Puede haber aparición de asientos importantes.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS GEOTECNICAS
I	I ₁ I ₂ I ₃	La capacidad de carga de estas zonas es alta, no existiendo posibilidad de asientos siempre que se actúe sobre la roca sana. Los problemas geotécnicos presentes se derivan de la topografía abrupta, la heladicidad y la capa altamente alterada y fisurada que recubre estas formaciones.
	II ₁	Esta zona tiene una capacidad de carga alta, y la posibilidad de aparición de asientos es nula. Los problemas que pueden presentarse son topográficos, de heladicidad, y fisuras y grietas, las cuales, debido a la litología y clima, pueden extenderse a grandes profundidades, con denso entrecruzamiento y anchura muy variable.
II	II ₂	Su capacidad de carga es media, pudiendo aparecer localmente asentamientos de mediana magnitud en aquellas zonas donde existan los filoncillos de yesos intercalados, que por la presencia del agua pueden llegar a disolverse.
	II ₃	Capacidad de carga de mediana a alta, dependiendo del grado de consolidación y de la potencia de las capas arcillosas. Los problemas geotécnicos derivan de los dos factores anteriores y del grado de drenaje. Existe la posibilidad de asientos cuando se conjuguen las capas arcillosas con un drenaje deficiente.
	II ₄	En esta Area la capacidad de carga es media, si bien pueden producirse grandes huecos internos, debido a la disolución de los yesos, que darían lugar a asientos diferenciales bruscos y hundimientos importantes.
	III ₁	Su capacidad de carga es de media a alta, los asentamientos que pueden producirse de magnitud media, sobre todo en los primeros momentos de carga del terreno.
III	III ₂	Capacidad de carga media en general pero localmente, y sin que puedan cartografiarse los recintos, puede ser muy baja. La posibilidad de aparición de asientos es relativamente pequeña, sobre todo si no se lleva previamente a cabo un buen drenaje.
	III ₃	La capacidad de carga de esta Area es baja, pudiendo producirse asientos de magnitud importante.



CAPACIDAD DE CARGA

- A Zonas con Capacidad de Carga Alta.
- M Zonas con Capacidad de Carga Media.
- B Zonas con Capacidad de Carga Baja.

— Límite de separación de Zonas

ASIENTOS PREVISIBLES

- i Zonas con inexistencia de asientos.
- m Zonas con posibilidad de aparición de asientos de magnitud media.
- e Zonas con posibilidad de aparición de asientos de magnitud elevada.

— Límite de separación de Zonas.



SIMBOLOGIA

GRADO DE SISMICIDAD

- (A) Bajo $< VI$
- (B) Medio $VI < G < VIII$

----- Límite de separación de Zonas

FACTORES GEOTECNICOS VARIOS

- R Recubrimientos granulares

DIVISION ZONAL

- Límite de separación de Regiones
- Límite de separación de Areas
- I_2 Designación de un Area



Escala 1/400.000

CAPACIDAD DE CARGA

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

ASIENTOS PREVISIBLES

- I Zonas con inexistencia de asientos
- m₁ Zonas con posibilidad de asientos por remoción local de las arcillas
- m₂ Zonas con posibilidad de asientos medios locales
- m₃ Zonas con posibles asientos bruscos por disolución de yesos
- e Zonas con posibilidad de asientos generalmente no tolerables
- Límite de separación de Zonas

SIMBOLOGIA

GRADO DE SISMICIDAD

- A Bajo $G < VI$
- B Medio $VI < G < VIII$
- Límite de separación de Zonas

FACTORES GEOTECNICOS VARIOS

- R Recubrimientos granulares
- R₁ Recubrimientos cohesivos
- Y Existencia de yesos masivos, interestratificados y/o diseminados

DIVISION ZONAL

- Límite de separación de Regiones
- - - Límite de separación de Areas
- II₂ Designación de un Area

3. INTERPRETACION GEOTECNICA DE LOS TERRENOS

Del estudio y análisis de las diversas características expuestas es posible sintetizar y concluir las condiciones constructivas de los terrenos estudiados en las Hojas de Berga y Arties.

Se han considerado cinco niveles para expresar las condiciones constructivas citadas: muy desfavorables, desfavorables, aceptables, favorables y muy favorables, que corresponden a la intensidad y/o cualidad de los diferentes tipos de factores con incidencia geotécnica reseñados y glosados a lo largo de los capítulos precedentes.

3.1. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS MUY DESFAVORABLES

Están constituidos únicamente por los aluviones de la Area III₄.

Son depósitos de cantos rodados de origen aluvial y acusada heterometría, sin ninguna o muy poca fracción fina. Se ubican en los cauces actuales o en sus proximidades, siendo a veces de extensión amplia y bien visibles, sobre todo en las épocas de estiaje.

Su principal problema geotécnico, y por el que se incluyen dentro de este apartado, es el hidrológico, permaneciendo gran parte del año en estado permanente de inundación.

3.2. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS DESFAVORABLES

Se consideran de este tipo una gran parte de los terrenos estudiados y pertenecen a diversas Areas y Regiones.

La Región I se incluye de lleno con sus tres Areas dentro de este tipo de terreno, así como la Area II₁ y parte de la II₃, por sus características morfológicas muy desfavorables. En efecto, las pendientes máximas observadas en el estudio se dan dentro de estas zonas, así como las elevaciones más acusadas, el clima más típicamente periglacial y los barrancos más encajados, condicionamientos estos que dificultan las vías de acceso y cualquier tipo de construcción que se proyecte.

La Area III₂ se considera así en su totalidad, por problemas de tipo geomorfológico (pendientes acusadas) y geotécnico (carácter granular de los depósitos y la total ausencia de consolidación de los mismos). Factores que aunados pueden producir importantes deslizamientos y hundimientos.

Los materiales de la Area II₄, por problemas geomorfológicos, geotécnicos y litológicos (presencia de yesos).

En la Area III₄, los suelos procedentes de la degradación del granito, por problemas geotécnicos, hidrológicos y geomorfológicos.

3.3. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS ACEPTABLES

La Area II₂, dentro de la cual puede hacerse una subdivisión en la que, aparte de los problemas que se plantean derivados de su litología y aspecto geotécnico, se establece otra zona en la que por sus pendientes superiores al 15 por ciento, se incluye el morfológico.

La Area III₃, en la que los depósitos, poco consolidados, pueden presentar problemas geotécnicos, a excepción de los existentes en la depresión de Tresp, que, junto a los antes apuntados, incluye otros de carácter morfológico.

De la Area III₄ se han incluido aquí las terrazas bajas, en las que, aparte del problema geotécnico propio de los materiales poco consolidados que las constituyen, se une el hidrológico, por permanecer en ellas los niveles freáticos muy someros.

3.4. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS FAVORABLES

Se incluyen aquí las terrazas altas pertenecientes a la Area III₄ y las formaciones del Neógeno de la III₁. Pueden darse en esta zona, por la naturaleza de estos depósitos, problemas de tipo geotécnico.

También se incluyen aquí los terrenos de la Area II₃ con topografía suave. Se sitúa esta zona en la esquina SE y borde S de la Hoja de Berga. Los tipos de problemas existentes son los geotécnicos e hidrológicos.

3.5. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS MUY FAVORABLES

Se incluyen aquí terrenos pertenecientes a varias zonas. Generalmente predominan en ellos aquellas formaciones de origen deltáico alimentadas con los materiales procedentes de la erosión de los conglomerados; son terrenos con características morfológicas, hidrológicas, litológicas y geotécnicas buenas o excelentes para la ejecución de cualquier tipo de obra.

Se sitúan fundamentalmente en las proximidades de Tresp.

BIBLIOGRAFIA

- Almela, A. y Ríos, J.M. **Estudio geológico de la zona subpirenaica aragonesa y de sus sierras marginales.** Act. del Primer Congreso Internacional de Est. Pirenaicos, t. 1, Sec. 2.(1952).
- Casas Torres, J.M. **Unidad y variedad geográfica del valle del Ebro.** Pub. Univ. Intern. Menéndez Pelayo. Santander (1952).
- Dantin Torres, J.M. **Distribución y extensión del endorreismo aragonés.** Est. Geog. núm. 8. Madrid (1942).
- Del Aguila, A. **Consolidación e impermeabilización del canal de La Violada en la región de Los Monegros.** Soc. Esp. de Mec. del Suelo y Cimentaciones. Inst. Eduardo Torroja. Monografía 1, 1962. Madrid (1962).
- Derruau, M. **Précis de géomorphologie.** Edit. Massan et Cie. París (1965).
- Ferrer, M. y Mensua, S. **Las formas de relieve del centro de la Depresión del Ebro.** Geographica, núm. 9-12. (1956).
- Guerin-Desjardins, B. y Latreille, M. **Estudio Geológico de los Pirineos españoles entre los ríos Segre y Llobregat (provincias de Lérida y Barcelona).** Boletín del I.G.M.E. Tomo LXXII. Madrid (1962).
- I.G.M.E. **Mapa Geológico de España a E 1:200.000 (Síntesis de la Cartografía existente) Hoja núm. 24 (Berga).** Madrid (1971).
- I.G.M.E. **Mapa Geológico de España a E 1:200.000 (Síntesis de la Cartografía existente) Hoja núm 15 (Arties).**
- I.G.M.E. **Mapa de Síntesis de Sistemas Acuíferos de España Peninsular, Baleares y Canarias (1971).**
- I.G.M.E. **Plan Nacional de la Minería. P.N.I.M. Mapa Geotécnico Nacional (1972).**
- I.G.M.E. e I.G.C. **Mapa Sismoestructural de la Península Ibérica, Baleares y Canarias.** Madrid (1966).
- I.G.C. **Mapa de las comarcas geográficas de España.** S. de C. y P. del I.G.C. Madrid (1961).
- Jiménez Salas, J.A. y Justo Alpañes, J.L. **Geotecnia y Cimientos.** Edit. Rueda. Madrid (1971).
- M.A. Dirección General de Agricultura. **Evapotranspiraciones potenciales y Balances de agua en España.** Mapa Agronómico Nacional. Madrid (1965).
- M.O.P. **Balance Hídrico.** S.P. del M.O.P. Madrid.

- M.O.P. **Datos climáticos para Carreteras**. S.P. del M.O.P. (1964).
- Presidencia del Gobierno. **Norma Sismorresistente, P.G, S-1 Parte A** (1968).
- Riba Arderiu, O. y Macau Vilar, F. **Situación, características y extensión de los terrenos yesíferos en España**. I Col. Int. sobre las Obras Públicas en terrenos yesíferos. Serv. Geol. O.P. Madrid (1962).
- Rosell Sanuy, J. **Estudio Geológico del Prepirineo, comprendido entre los ríos Segre y Noguera Ribagorzana (Prov. de Lérida)**. Instituto de Estudios Pirenaicos. C.S.I.C. (1963).
- I.G.M.E. **Explicación de la Hoja Geológica a E 1:50.000 núm. 252 (Trempt)**. (1970).
- Servicio Cartográfico del Ejército. **Hojas Topográficas E 1:200.000 núm. 15 (Arties) y 24 (Berga)**.
- Servicio Meteorológico Nacional. **Datos climáticos correspondientes a las estaciones situadas en la zona estudiada y sus alrededores**.
- Sitter, L.U. y Zwart, H.J. **Excursion to the Central Pyrenees**. Leidese Geologische Medelingen; Deel 26. (1959).
- Sole Sabaris, L. y Llopis Llado, N. **Explicación de la Hoja Geológica a E 1:50.000 núm 216 (Bellver)**. I.G.M.E. (1947).
- Sole Sabaris, L. **Problemas morfológicos del Llano de Lérida**. Revista Ilerda. Lérida (1946).
- Souquet, P. **Le Crétacé supérieur sud-pyrénéen en Catalogne, Aragón et Navarre**. Faculté de Sciences de Toulouse.