

MINISTERIO DE INDUSTRIA

DIRECCION GENERAL DE MINAS

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

<b>HOJAS</b>	<b>7-1</b>	<b>7-2</b>
	<b>6</b>	<b>13</b>

00262

**MAPA GEOTECNICO GENERAL**

**IRUN - PAMPLONA**



**INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA**

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

**IRUN - PAMPLONA**

**HOJA 7-1/6 ; 7-2/13**

El presente estudio ha sido realizado por la División de Geotecnia del Instituto Geológico y Minero de España con la colaboración de ESBOGA, S.A.

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

Depósito Legal: M-34922 - 1975

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

## INDICE

	pág
<b>1. INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
<b>2. DESCRIPCION DE FACTORES CON INCIDENCIA GEOTECNICA</b>	<b>3</b>
2.1. Características físico-geográficas	<b>3</b>
2.2. Bosquejo geológico	<b>6</b>
2.3. Criterios de división. Características generales de las Areas	<b>10</b>
2.4. Formaciones superficiales y sustrato	<b>13</b>
2.5. Características geomorfológicas	<b>18</b>
2.6. Características hidrogeológicas	<b>22</b>
2.7. Características geotécnicas	<b>25</b>
<b>3. INTERPRETACION GEOTECNICA DE LOS TERRENOS</b>	<b>29</b>
3.1. Terrenos con condiciones constructivas muy desfavorables	<b>29</b>
3.2. Terrenos con condiciones constructivas desfavorables	<b>30</b>
3.3. Terrenos con condiciones constructivas aceptables	<b>31</b>
3.4. Terrenos con condiciones constructivas favorables	<b>32</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>35</b>

## 1. INTRODUCCION

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## **2. DESCRIPCION DE FACTORES CON INCIDENCIA GEOTECNICA**

### **2.1. CARACTERISTICAS FISICO-GEOGRAFICAS**

Dentro de este apartado se analizan las siguientes facetas: situación, relieve y red fluvial.

La Hoja 7-1, 7-2, Irún-Pamplona, del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:200.000, situada al NE de la Península Ibérica en la zona fronteriza hispano-francesa.

Su demarcación geográfica está definida por las coordenadas:

Longitud:  $1^{\circ}51'10''$ , 5. O -  $0^{\circ}31'10''$ , 5. O

referido al Meridiano de Greenwich, Datum Europeo y

Latitud:  $42^{\circ}40'40''$ , 1 -  $43^{\circ}23'31''$  . N

Administrativamente está formada por zonas, más o menos amplias, de las provincias de Guipúzcoa, Huesca, Navarra y Zaragoza.

Los terrenos pertenecientes a la provincia de Guipuzcoa ocupan únicamente el borde NE de la Hoja, debiéndose destacar como núcleos de población más importantes Irún y Fuenterrabía.

La provincia de Huesca está representada en el borde E, no se pueden destacar núcleos importantes de población en esta zona.

La provincia de Navarra es la más destacada en cuanto a su extensión, ya que ocupa el 70 por ciento, de la totalidad de la Hoja. En lo referente a núcleos de población importantes sólo cabe destacar a Pamplona.

La provincia de Zaragoza está representada por una pequeña extensión en la parte S de la Hoja, no habiendo ningún núcleo de población importante.

La densidad de población es: Guipúzcoa con 316 hab/km<sup>2</sup>, Huesca con 14 hab/km<sup>2</sup>, Navarra con 45 hab/km<sup>2</sup> y Zaragoza con 44 hab/km<sup>2</sup>. Con la excepción de Guipúzcoa, que tiene un valor bastante alto, todos los demás tienen valores de tipo medio y en el caso de Huesca bajo.

En la Hoja se encuentra únicamente Pamplona como capital de provincia, con 147.168 habitantes según el Anuario Estadístico del Año 1973 (Censo de 1970).

Morfológicamente, la zona en estudio ocupa la región pirenaica y se puede considerar como abrupta. Las cumbres más altas están situadas al E, donde rondan los 2.000 metros. Van perdiendo altura gradualmente hacia el O. De todos modos el relieve sigue siendo abrupto, y de los grandes valles del Pirineo Central se pasa al dédalo de pequeños y estrechos valles de las Provincias Vasca. Disminuyen las proporciones, pero las pendientes se mantienen.

Entre las cotas más altas podemos mencionar el alto de Visaurín (2.670 m) en la provincia de Huesca y las de Baigura (1.477 m), Acaitza (1.044 m) e Higa (1.289 m) en la provincia de Navarra.

La red fluvial, que aquí, y de forma muy patente, se ciñe a la disposición general del relieve, presenta dos claras vertientes de agua. La cuenca del Ebro y la del Norte.

El río Ebro recibe dentro de la Hoja los aportes del Osia, Subordán, Veral y Esca, afluentes todos del Aragón; también los de Solozar, Irati, Erro, Arga, Ulzama, todos ellos subafluentes del Ebro.

Todos estos ríos son de reducido curso y caudal medio anual que oscila desde los 4 m<sup>3</sup>/seg (río Arga) a los 15 m<sup>3</sup>/seg (río Irati).

La vertiente N está formada por todos aquellos cauces que vierten al Océano. Los aportes más importantes son los procedentes de los ríos Bidasoa y Oyarzun.

## CLIMATOLOGIA Y METEOROLOGIA

Para el estudio de las condiciones climáticas de la Hoja se han consultado datos procedentes del Servicio Meteorológico Nacional y del Ministerio de Obras Públicas.

Los datos generales, que a continuación se reseñan, han sido desglosados en cuatro apartados: Temperaturas, Precipitaciones, Vientos, Evapotranspiración y Datos medios sobre días trabajables por climatología.

### *Temperaturas*

Las temperaturas medias anuales en el período 1931-60 variaron desde 4° C en Candanchú y 13° C en Fuenterrabía. Las temperaturas máximas absolutas en el mismo período oscilaron entre 34-35° C en las cercanías de Candanchú y 40° C al S de Pamplona. Las mínimas absolutas variaron de -15° C en la zona S de Pamplona a -25° C en la estación de Candanchú.

El número medio anual de horas de sol osciló entre 2.800 y 2.200 horas.

### *Precipitaciones*

Las precipitaciones medias anuales en el período 1931-60 alcanzaron su mínimo valor en el S de Pamplona, con 1.000 mm, y su máximo valor en la zona N de la Hoja, con

1.500 mm. El número medio anual de días de lluvia fué de 190 días en el N, disminuyendo progresivamente hacia el S, hasta alcanzar el valor de 110 días en el borde meridional.

Los meses más lluviosos fueron octubre y diciembre, con una media mensual de 170 mm en la zona septentrional y 110 mm en la meridional; y el más seco julio, con 90 mm en el N y 50 mm en la parte meridional. Las medias mensuales del año oscilan en valores intermedios, manteniéndose una progresiva degradación de N a S.

En cuanto a días cubiertos y nubosos, la media anual es de 117 y 194 respectivamente en Pamplona, con un máximo neto en los meses de diciembre-enero para los días cubiertos y agosto-septiembre para los días nubosos. En lo relativo a días despejados es de 54 la media anual, con su máximo en junio-julio.

La nivación es bastante abundante en los núcleos montañosos del NE en los que suele mantenerse bastante tiempo.

### ***Vientos***

La dirección dominante de los vientos varía según los meses, pero se puede hacer un resumen, resultando que la dirección dominante neta anual ha sido:

Año	Dirección dominante
1969	NO
1970	NO
1971	NO
1972	NO

Los datos han sido tomados en Pamplona del Anuario Estadístico (Años 1971 y 1973).

### ***Evapotranspiración***

La evapotranspiración mensual supera a la pluviometría media mensual en las estaciones consideradas en el período julio-agosto (Irún) y marzo-octubre (Pamplona).

La evapotranspiración alcanza sus valores máximos en los meses de julio-agosto (110-120 mm) y sus valores mínimos en diciembre-enero (10-20 mm).

### ***Datos medios sobre días trabajables por climatología***

Para este estudio resulta interesante determinar los coeficientes medios anuales de reducción climatológica para cada clase de obra. Para ello se ha supuesto repartida ésta uniformemente a lo largo de los 365 días del año y estos repartidos en los 12 meses con arreglo a la siguiente tabla en la que no se han tenido en cuenta los días festivos.

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

Multiplicando el cuadro anterior por los coeficientes de reducción correspondientes a cada mes y sumando los productos parciales de los 12 meses se han obtenido los siguientes coeficientes medios anuales.

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

Provincia	CLASE DE OBRA				
	Hormigón	Explanaciones	Aridos	Riegos y Tratamientos	Mezclas Bituminosas
NAVARRA	0,861	0,768	0,931	0,417	0,595

## 2.2. BOSQUEJO GEOLOGICO

Aunque el estudio no tiene una finalidad estrictamente geológica, es necesario el conocimiento de las características litológicas y estructurales de los distintos materiales presentes en la Hoja para una mejor clasificación y diferenciación de las unidades desde el punto de vista geotécnico.

Con este objeto se dará a continuación un rápido repaso a las distintas formaciones, atendiendo a su distribución, naturaleza y los accidentes tectónicos principales de las mismas.

Los materiales pertenecen al Paleozoico, Mesozoico, Terciario y Cuaternario, así como a rocas volcánicas y plutónicas con edades hercínicas y del Mesozoico inferior y medio.

### Paleozoico

#### Paleozoico inferior

Las cartografías actuales del Paleozoico inferior reflejan la presencia de materiales pertenecientes al Cámbrico, pero estudios recientes parecen confirmar como Ordovícicos los niveles cuarcíticos basales que al techo pasan a alternancia de cuarcitas y pizarras.

Encima de estos niveles se encuentran esquistos negros carburados pertenecientes al Gotlandiense.

## **Devónico**

Dentro de este sistema se pueden diferenciar las series inferior, media y superior. La primera está representada por pizarras, grauwackas, calizas y margas; y en el término de Bielsa, provincia de Huesca, se pueden reconocer tres formaciones: la formación calcárea con calizas masivas, localmente dolomitizadas, la formación detrítica de pizarras, grauwackas y algunas calizas, y la formación calcárea superior de calizas finamente estratificadas.

El Devónico medio es eminentemente calcáreo y al NO de Bielsa se distinguen 3 formaciones, la inferior y superior de calizas nodulosas impuras y calcoesquistos y la intermedia de calizas claras bien estratificadas.

El Devónico superior está representado por las calizas "griotte", aunque también hay pizarras, calizas masivas y conglomerados calcáreos.

## **Carbonífero**

Comienza por niveles de dolomías, que en la zona de Asturreta contienen yacimientos de magnesitas, hacia el techo pasa a un potente tramo de esquistos oscuros con niveles de areniscas en facies Culm. Al E de Vera de Bidasoa se encuentran esquistos con capas de antracita, con un contenido muy alto en pirita. En la totalidad de los Pirineos el Carbonífero inferior está representado por calizas sobre las que se localiza un paquete de liditas, a veces en forma de microbrecha, sobre la que aparece la caliza "griotte". El Carbonífero superior está constituido por pizarras, areniscas y conglomerados.

## **Permotrías**

Discordante con el Carbonífero aparece un tramo detrítico formado por conglomerados y areniscas rojizas con intercalaciones de limolitas rojas y verdes.

En Navarra parece que casi todo el Permotrías está comprendido en el Buntsandstein inferior. En los Pirineos Oscenses ha sido puesto de manifiesto el Pérmico por medio de fauna marina y por flora, y el Triásico por flora del Buntsandstein. En Bielsa se encuentra un nivel de conglomerados cuarzosos, areniscas grises y una alternancia de areniscas y pizarras rojas coronadas por pizarras verdes que pasan al Triásico medio; localmente hay niveles de calizas intercaladas en las series. Hacia el O el Permotrías reaparece en la área de Canfranc con pizarras arcillosas y conglomerados y en el techo está constituido por pizarras, conglomerados, areniscas y algunos niveles de calizas. Hay andesitas en diques concordantes y en chimeneas volcánicas.

## **Mesozoico**

### **Triásico**

El Buntsandstein está incluido en gran parte en el Permotrías, siendo el resto de areniscas silíceas que al techo pasan a limolitas versicolores semejantes a las del Keuper pero sin yesos. El Muschelkalk está formado por calizas finas, bien estratificadas, en general de color gris oscuro. El Keuper se compone de margas abigarradas yesíferas. El contenido en yesos es menor en la parte N, siendo mucho más abundantes en las zonas diapíricas emplazadas más al S.

## **Jurásico**

Aflora en bandas al S del macizo de Haya, en la Sierra de Aralar, en el diapiro de Alloz y al O de Fitero. La serie puede ser establecida en Aralar, donde aparece más completa. En la base un Lías inferior calizo dolomítico de 80 a 100 metros de potencia. El Lías superior es margoso calizo. El Aalenense y Bajocense calizo-arcilloso, mientras que los Batoniense, Calloviense y Oxfordiense están constituidos por calizas grises, más o menos claras, con algunos niveles de calizas arenosas o limolíticas y otras dolomíticas. El techo del Jurásico, correspondiente al Kimmeridgiense, se compone de 90 a 100 metros de calizas cristalinas de tonos claros, que en la base contienen nódulos de sílex.

## **Transición Jurásico-Cretácico**

Aflora bastante completa en la Sierra de Aralar y en la zona de Areso-Leiza formando una banda hasta Berroeta. Está constituida por calizas gris oscuro o negras de 100 metros de potencia, encima 25 metros de arcillas calcáreas hojosas que al techo pasan a calizas pisolíticas blanco-azuladas. Al N está representado por niveles de arcillas calcáreas arenosas, muy oscuras, piritosas con abundante materia carbonosa.

## **Cretácico**

La base queda comprendida en la transición Jurásico-Cretácico y los primeros niveles marinos pertenecen al Aptense en facies arrecifal con alguna intercalación margosa y potencias totales variables de 250 a 1.000 metros. El Albense continúa en régimen arrecifal que pasa lateralmente a arcillas con bancos calizos y arcillas oscuras con nódulos ferruginosos. Al techo aparecen arcillas oscuras o areniscas cuarzosas de grano fino que cambian lateralmente a margas pizarrosas de colores oscuros.

El Cretácico superior es de facies muy variable. En la zona Septentrional (sinclinal de Vera de Bidasoa, borde S del Macizo Haya-Cinco Villas y al E de Aralar) se presenta en facies flysch. En el Valle del Araquil las facies son margosas y calizas y varían muy poco a lo largo del Valle.

En la zona S de Urbasa se encuentran de muro a techo: margas oscuras arenosas, calizas margosas, margas y margocalizas y un nivel poco potente de calcarenitas. En los flancos del anticlinal de Oroz-Betelu aparecen en la base un nivel arenoso, un potente tramo calizo detrítico y una alternancia de esquistos hojosos y margocalizas en bancos hacia el techo. La zona oriental presenta una serie semejante a la anterior, con un nivel de areniscas con facies Utrillas en la base, un tramo calizo de 100 metros de potencia y un pequeño nivel de calcilutitas coronado por areniscas calizas y calizas arenosas.

Es de destacar que en el Pirineo Oscense existe una laguna estratigráfica, iniciándose el Cretácico superior con el Cenomanense, que puede descansar sobre el Permotriás o el Paleozoico. En el Pic de Anie de muro a techo se encuentran areniscas cuarzosas, calizas detríticas y calizas organogenas. En el Sinclinal del Monte Campanil la serie es similar.

## **Terciario**

Está representado por formaciones marinas que a partir del Oligoceno, y en dirección E-O, van pasando a un régimen continental.

### **Terciario marino**

En la región de Ansó se distinguen dos grandes formaciones: la inferior calcáreo-dolomítica que engloba todo el Paleoceno y base del Eoceno y la formación superior constituida por un potente flysch Eoceno.

En Navarra comienza el Terciario por una facies Garumnense que pasa hacia el N a dolomías y calizas y termina el Paleoceno con facies más margosas. El Eoceno inferior vuelve a ser calizo salvo al NE donde se presentan facies flyschoides.

En el Luteciense las facies son transgresivas con calcarenitas y areniscas en el SO, pasando al techo a los niveles margosos del Bartonense. Hacia el NE las facies calcáreas se acuñan y pasan a facies flysch con más de 2.000 metros de Luteciense al NE de Pamplona. El Bartonense está representado en la cuenca de Jaca-Pamplona por un potente tramo de margas de 1.100 metros de potencia.

### **Terciario continental**

Está caracterizado por el frecuente cambio lateral de facies, lo que dificulta en gran manera su correlación. El paso de Terciario marino a continental solo se puede estudiar en el borde septentrional de las formaciones continentales donde comienza por tramos salinos pasando al techo a arcillas, margas y areniscas en bancos. Hasta aquí la serie es muy semejante, tanto en la cuenca del Perdón como hacia el E. Encima de estos materiales se encuentra un potente tramo de margas con intercalaciones de areniscas y varios niveles de yesos, que en Pamplona alcanza 1.000 metros de potencia. En la zona de Mués afloran yesos y 2.000 metros de areniscas rojas que hacia arriba van pasando a margas.

El paso al Oligoceno superior se realiza en la zona de Estella y Añorbe por medio de yesos y margas. El Oligoceno superior está constituido por margas y areniscas fluviales, que excepcionalmente, en la zona de la Sierra de Izco, alcanzan espesores de 7.000 metros para el Oligoceno.

Hacia el S las facies oligocenas van siendo cada vez menos detríticas y en los anticlinales que hay en la Ribera se encuentra un núcleo de yesos rodeado por un tramo margoso y una alternancia de yesos y margas.

### **Mioceno**

No es posible tipificar series por el frecuentísimo cambio lateral de facies, aunque se observa el paso de series detríticas del SO a facies de calizas y margas y por último de margas y yesos.

### **Cuaternario**

Los depósitos fluviales y fluvio-glaciares tienen poca extensión, siendo los arcos morrénicos los más destacados por potencia y composición. También son de destacar los canchales, algunos en pleno deslizamiento, sobre todo en las laderas N, y los conos de deyección, muy importantes en los torrentes que drenan el flysch y las Sierras Interiores.

### **Rocas volcánicas y plutónicas**

Presentan en la Hoja escasa extensión, encontrándose ofitas intruyendo al Jurásico, basaltos en el Trías y escasas andesitas en la Sierra Bernera.

Los granitos hercínicos se encuentran en el extremo NO de la Hoja, intruyendo al Paleozoico del Macizo de las Cinco Villas.

### **Tectónica**

Las estructuras más antiguas corresponden a los movimientos hercínicos y se reflejan en los materiales paleozoicos con pliegues isoclinales de direcciones N-S y vergencia al O en la zona occidental y con direcciones NO-SE y vergencia al SO en la zona más oriental. La tectónica alpina ha producido el arqueamiento de estos ejes y multitud de fallas y cabalgamientos.

Tras un período de peneplanización se depositan los materiales mesozoicos y del Terciario inferior con solo una fuerte regresión en el Jurásico-Cretácico debido a los movimientos neoquiméricos, quedando gran parte de Navarra sujeta a la erosión. Los plegamientos alpinos se producen en dos fases, la primera de edad Eoceno-Oligoceno y la segunda intra-Oligoceno, produciendo plegamientos de dirección ESE-ONO. Hay otra tercera fase de menor importancia antes del Aquitaniense. En la zona oriental de Navarra se sigue la prolongación estructural del Pirineo de Aragón, aunque algo amortiguada, en tránsito a las estructuras Cantábricas.

Posteriormente a las fases de plegamiento se produce una descompresión con la formación de gran número de fallas y el rejuego de otras anteriores.

Es notable el fenómeno diapirismo de los materiales margo-yesíferos del Keuper, aunque en esta Hoja no presentan sus afloramientos demasiada extensión.

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

La división zonal de la Hoja ha sido establecida según los criterios generales definidos para este tipo de trabajos.

Las Regiones se consideran unidades de clasificación de primer orden y se caracterizan en función de su uniformidad geotectónica, habiéndose definido en esta Hoja cuatro Regiones, atendiendo a su composición geológica y estructural, así como a las características tectónicas diferenciales de cada una de ellas.

- Región I Núcleo montañoso paleozoico de la "Zona Axial"
- Región II Mesozoico tectonizado
- Región III Materiales terciarios pre y postorogénicos
- Región IV Cuaternario (depósitos recientes de variada naturaleza)

En la Región I se incluyen los macizos paleozoicos de Haya-Cinco Villas, Quinto Real, Oroz-Betelu y la terminación occidental del "Pirineo Axial". Todos estos macizos presentan una fuerte tectonización producto de dos ciclos orogénicos, el Hercínico y el Alpino. Sus materiales presentan un metamorfismo acusado.

La Región II está constituida por los materiales mesozoicos del ciclo Alpino con fuerte tectonización, pero no están afectados por procesos de metamorfismo regional. Ocupan una gran extensión superficial en la Hoja, bordeando los núcleos paleozoicos de la Región I.

La Región III abarca gran variedad de litologías, todas ellas pertenecientes al Terciario, con grados de tectonicidad elevados en la mayor parte de los afloramientos. Ocupa una ancha banda al S de la Hoja con dirección E-O.

En la Región IV están incluidas las formaciones cuaternarias potentes de la Hoja, con distribución en manchas de no muy grande extensión, aunque hay que hacer notar que, dada la morfología y el clima de esta zona de la Península, la presencia de depósitos cuaternarios es prácticamente constante sobre toda la superficie de la Hoja, por lo que sólo han sido reflejados aquellos que por su potencia o características geotécnicas pecu-  
liarias revisten cierta importancia, prescindiendo del resto para hacer resaltar las condicio-  
nes geotécnicas de los materiales infrayacentes.

Las Areas se consideran como unidades de clasificación de segundo orden y han sido establecidas basándose en la homogeneidad macrogeomorfológica de las mismas.

En la Hoja de Irún-Pamplona han sido definidas las siguientes:

Región I	Area 1	Rocas plutónicas
	Area 2	Paleozoico
Región II	Area 1	Formaciones yesíferas mesozoicas
	Area 2	Mesozoicos detrítico-calcáreos
	Area 3	Rocas volcánicas
Región III	Area 1	Cuencas terciarias detrítico-calcáreas
	Area 2	Terciario continental
Región IV	Area 1	Cuaternario

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

La Area se encuentra situada en el límite de las provincias de Navarra y Guipúzcoa, en el macizo de Haya-Cinco Villas, y está formada por los afloramientos de rocas plutónicas, en general de naturaleza granítica, recubiertas de un suelo de tipo coluvial con potencias variables. Litológicamente es una zona favorable, con condiciones morfológicas entre abruptas y montañosas. Impermeable, con escaso drenaje interno por fisuración y drenaje externo fácil por escorrentía superficial muy activa y parcialmente por filtración en las zonas de alteración de naturaleza arenosa. Capacidad de carga alta y asientos nulos. Las condiciones constructivas son desfavorables por la presencia de materiales inestables en condiciones naturales y bajo la acción del hombre, con posibles deslizamientos y desprendimientos.

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

Comprende los macizos paleozoicos de la Hoja situados al NO centro y E de la misma. Predominan los esquistos, pizarras y cuarcitas y las rocas carbonatadas calizo-dolomíticas, en general con la presencia de suelos coluviales que revisten gran importancia por su condición de inestables. La Area es montañosa y su litología es aceptable, salvo los tramos esquistosos y pizarrosos con problemas de deslizamientos a favor de los planos de pizarrosidad. En general los materiales son impermeables, con drenaje interno escaso por fisuración y localmente carstificación, y el drenaje externo favorable por escorrentía superficial activa. Capacidad de carga de media a alta e inexistencia de asientos. Las condiciones constructivas son en general desfavorables, con problemas de tipo geomorfológico y litológico, así como deslizamientos y desprendimientos tanto en condiciones naturales como bajo la acción del hombre.

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

Está constituida por los afloramientos del Keuper, con distribución irregular en el O y NO de la Hoja. Su litología es arcillosa-yesífera, presentando un recubrimiento de potencia variable muy desfavorable, siendo sus materiales impermeables, pudiendo sufrir disolución y cuando por topografía la escorrentía superficial es activa acaravamientos y abarrancamientos. Capacidad de carga muy baja y asientos muy elevados, siendo de prever aguas de gran agresividad. Las condiciones constructivas son muy desfavorables, con problemas litológicos, geomorfológicos, geotécnicos e hidrológicos.

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

Ocupa una gran extensión superficial bordeando las manchas paleozoicas y en ella quedan englobados todos los afloramientos mesozoicos, con la excepción de los tramos yesíferos del Keuper. Es frecuente la presencia de coluviales con potencias variables. La topografía varía de intermedia a montañosa, lo que condiciona un buen drenaje por escorrentía superficial activa, mientras que el drenaje interno es aceptable, con materiales en general semipermeables por fisuración, filtración y localmente carstificación. Las características geotécnicas son aceptables, con capacidad de carga de media a alta y no se prevé la producción de asientos. Las condiciones constructivas son en general desfavorables por problemas de tipo geomorfológico, aunque también pueden aparecer localmente problemas hidrológicos y geotécnicos.

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

Manchas dispersas al N y S del macizo de Haya-Cinco Villas y afloramientos englobados en las facies Keuper pertenecen a esta Area, constituida por formaciones volcánicas, que en general no tienen gran extensión superficial. Litológicamente son favorables, con drenaje fácil debido a la escorrentía superficial activa, aunque los materiales sean prácticamente impermeables en su conjunto. Capacidad de carga alta e inexistencia de asientos. Las condiciones constructivas son aceptables, con el inconveniente de la presencia de problemas de tipo geomorfológico debido a la topografía de la Area.

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

Es la de mayor extensión de la Hoja, ocupando prácticamente toda la mitad S de la misma. Comprende materiales calcáreos y detríticos con morfologías entre planas y montañosas. La litología es aceptable, con problemas locales de deslizamiento en las facies flysch y de desprendimientos de los suelos coluviales presentes en la mayoría de la Area. La permeabilidad de los materiales es aceptable con drenaje interno escaso y superficial fácil por escorrentía activa. Las condiciones geotécnicas son medias, con problemas de capacidad de carga y asientos. Las condiciones constructivas varían principalmente con el tipo de material, siendo la topografía en general de aceptable a desfavorable.

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

Comprende parte de la cuenca del Perdón, al S de Pamplona, y el sinclinal de Izaga, en el borde S occidental de la Hoja. Está constituida por los afloramientos detrítico-yesíferos terciarios. La litología comprende en general margas, areniscas, conglomerados y yesos, con problemas producidos por estos últimos. La topografía está comprendida entre plana e intermedia. La permeabilidad es buena, tanto interna como externamente, con problemas de agresividad de aguas y disolución. Las características geotécnicas son medias con capacidad de carga no muy alta y posibles asentamientos. Sus condiciones constructivas son desfavorables, con problemas litológicos y geotécnicos.

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

La Area está constituida por las formaciones cuaternarias de la Hoja de distinta génesis y naturaleza, repartiéndose su distribución en manchas de no gran extensión por toda la superficie de la misma. Dominan los materiales sueltos, arenas, gravas y arcillas con problemas debidos a su movilidad. La morfología es variable. Drenaje interno en general muy bueno por percolación. Capacidad de carga media a alta y posibles asentamientos de no gran importancia. Las condiciones constructivas son en general desfavorables por la movilidad de estos materiales, sobre todo los conos de deyección y los aluviales en zonas de cabecera de los ríos de la Hoja. Los eluviales, morrenas y terrazas no deben presentar este tipo de problemas y sus condiciones constructivas serán de aceptables a favorables.

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

Se han representado en el mapa de formaciones superficiales y sustrato las unidades obtenidas al agrupar los distintos materiales de la Hoja según sus características litológicas en sentido amplio.

El total de unidades es de 21, de las cuales las cuatro primeras corresponden a depósitos cuaternarios, en general sueltos, y cuya naturaleza está condicionada por la área de procedencia y los agentes de transporte actuantes. El resto representa al sustrato rocoso más o menos consolidado depositado en etapas anteriores de la historia geológica de la región. En este sustrato se han separado 4 unidades correspondientes al Terciario, 6 al Secundario, 5 al Paleozoico y 2 unidades de rocas plutónicas y volcánicas o subvolcánicas de edades paleozoico-mesozoico.

Dada la climatología y relieve de la Hoja, la mayor parte de los materiales del sustrato se encuentran recubiertos por un suelo de variada naturaleza, pero éste solamente ha sido cartografiado en aquellas zonas donde su potencia le confiere características importantes desde el punto de vista geotécnico.

## **FORMACIONES SUPERFICIALES**

### ***Arcillas limosas con gravas y arenas en lechos y lentejones (aluviales y terrazas) Q<sub>a</sub>***

Los cursos fluviales actuales depositan en sus cauces diversos materiales de granulometría variable en función de la energía potencial y el caudal de los mismos, formando los aluviales, de composición variable, pero en general granulares con mayor o menor porcen-

taje de finos. Las terrazas englobadas en esta formación poseen un origen similar y solo se diferencian en que el río al encajarse sobre ellas las deja a cierta altura sobre el cauce.

Los depósitos principales corresponden a los ríos Bidasoa, Arga, Ulzama, Irati, Salazar, Esca y Aragón Subordán, con granulometrías en general gruesas hacia el N y potencias variable que no suelen sobrepasar los 3 metros.

#### ***Gravas y arenas en matriz limo-arcillosa (terrazas). $Q_t$***

Son depósitos de naturaleza fluvial o fluvio-glaciario cuyo origen se encuentra en depósitos aluviales antiguos colgados sobre los cauces actuales y erosionados en mayor o menor grado. Formados por materiales granulares en general, suelen soportar un suelo arcilloso-limoso vegetal. Se encuentran en forma de manchas dispersas en relación con la antigua posición de la red fluvial. Su potencia es reducida, no sobrepasando los 3 metros sino en contadas ocasiones.

#### ***Bloques y cantos en matriz limo-arcillosa en disposición caótica (morrenas). $Q_g$***

Estos materiales tienen su origen en los antiguos glaciares representados por los arcos morrénicos depositados en etapas de estabilidad o en el momento de mayor progresión de las lenguas de hielo. En general se caracterizan por una marcada heterometría de sus componentes, con tamaños oscilando entre grandes bloques y fracciones arcillo-limosas. Su extensión superficial es reducida, pero pueden tener potencia notable. Suelen estar estabilizados por un recubrimiento vegetal importante.

#### ***Bloques y cantos en general, depósitos móviles con matriz limo-arcillosa o sin matriz (derrubios, deyecciones y coluviales). $Q_d$***

Corresponden a materiales, en general granulares, cuyo agente de transporte es la gravedad. Dada la pendiente topográfica de esta Hoja los depósitos de esta naturaleza son frecuentes, pudiendo afirmarse que la mayoría de las formaciones del sustrato están recubiertas por los mismos, aunque solo se han reflejado en la cartografía los de potencia superior a los 3 metros.

### **SUSTRATO**

#### ***Margas, areniscas y conglomerados, $T_{105-8-7}$***

Aparecen en el borde suroccidental de la Hoja, en la Sierra del Perdón, Peña de Izaga y Sierra de Alaiz, al N y al E de Puente la Reina. Su edad comprende el Oligoceno superior y el Mioceno Aquitaniense y la naturaleza de los materiales es detrítica, con numerosos cambios laterales de facies.

***Margas, areniscas, conglomerados y yesos. T<sub>105-8-14</sub>***

Se encuentra esta unidad en la cuenca del Perdón al S de Pamplona, en el sinclinal de Izaga y en el borde suroccidental de la Hoja, al E de Puente la Reina. Su edad corresponde al Eoceno (Ludiense) - Oligoceno (inferior y medio). Corresponde a depósitos salinos (anhidrita, halita y sales potásicas) intercalados con margas; areniscas en bancos; margas areniscas y yesos alternantes y niveles de conglomerados.

***Areniscas, margas y calizas. T<sub>8-105</sub>***

Corresponde a materiales paleogenos detrítico-calcáreos de origen marino situados en el tercio SO de la Hoja, ocupando parte de la cuenca de Pamplona-Jaca, con un potente tramo de margas al que siguen calcarenitas y niveles de turbiditas de calcarenitas y margas con tramos detríticos de areniscas micáceas al techo. Al NO de la Hoja, en la zona de Irún, esta formación está compuesta por calizas, areniscas, microconglomerados y margas.

***Calizas y margas. T<sub>12-105</sub>***

Esta unidad comprende una ancha banda que cruza la Hoja de E a O correspondiente a la Navarra Media y a parte de las Sierras Interiores y su prolongación al S de la zona pirenaica. Su edad es Paleoceno-Eoceno y el conjunto de sus materiales es de naturaleza carbonatada, comprendiendo una potente facies flysch del Luteciense.

***Calizas, areniscas y margas más o menos arenosas. S<sub>12-8-105</sub>***

Esta unidad se encuentra localizada al E de Irún, al S de Pamplona en la Sierra de Alaiz y al NE de Isaba. Sus materiales son de naturaleza detrítico-calcárea y comprenden calizas y margas areniscosas, calcoesquistos, esquistos margosos y areniscas de edad Cretácico superior.

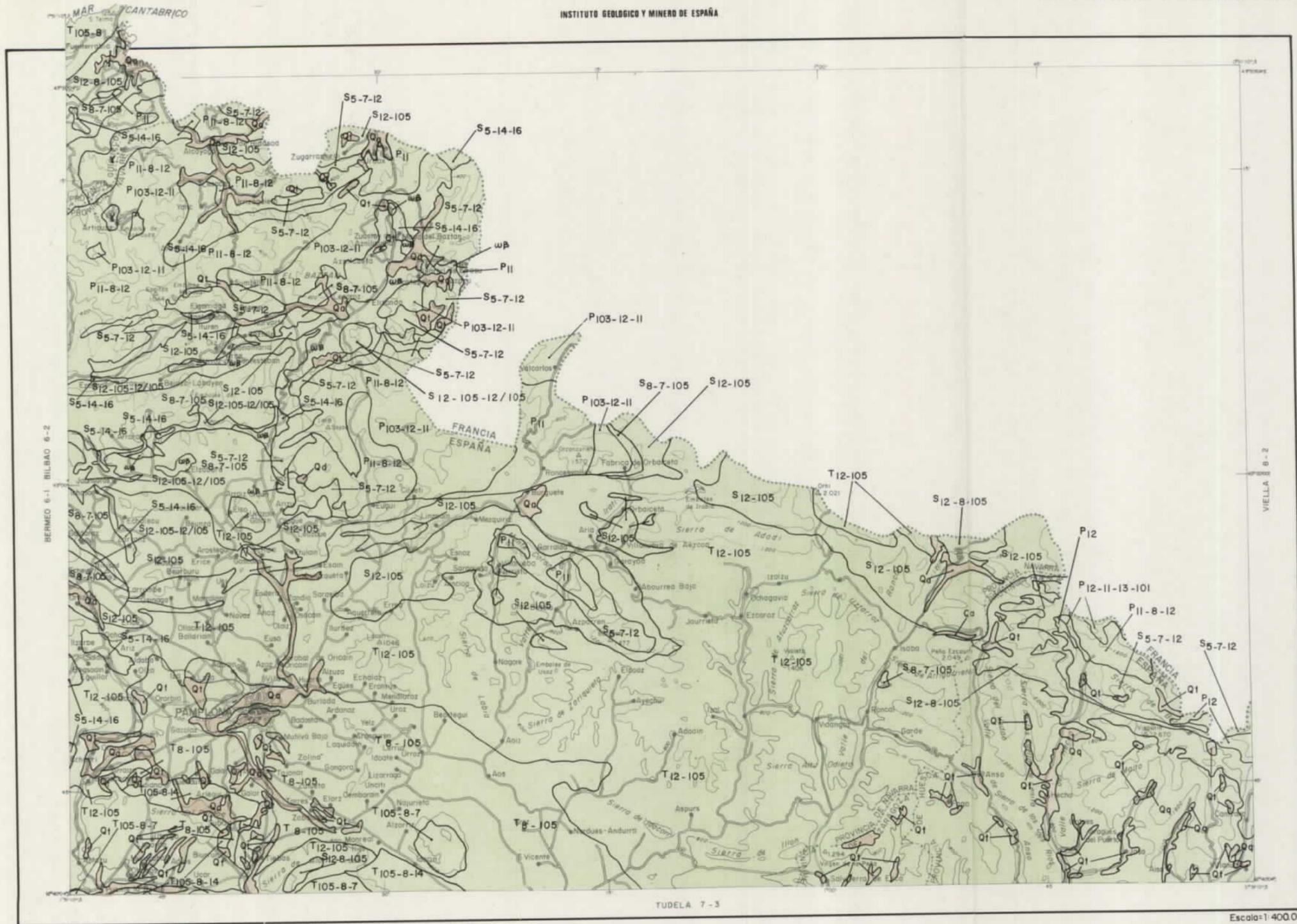
***Calizas y margas. S<sub>12-105</sub>***

Los materiales calcáreos constituyen la gran mayoría de la cobertura mesozoica del "Pirineo Axial", por lo que sus afloramientos son extensos tanto en la zona de la "Montaña Alta" de Navarra como en las "Sierras Interiores" de la zona aragonesa. Su edad corresponde al Cretácico Superior y los componentes principales son calizas, margas y margocalizas, muchas veces en facies flysch.

***Arenas y areniscas, conglomerados, arcillas y margas. S<sub>8-7-105</sub>***

Corresponden a materiales del Cretácico Inferior y se encuentran en el sinclinal comprendido entre los macizos de Haya-Cinco Villas y Quinto Real en el anticlinal de Oroz-Betelu, Sierra de Aralar y en la zona Areso-Leiza. Su composición es de arenas, areniscas, conglomerados, margas y arcillas con algunas zonas de calizas arrecifales.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS LITOLOGICAS
I	I <sub>1</sub>	En la Area se incluyen los distintos afloramientos de rocas plutónicas de la Hoja compuestos por granitos con sus cortejos de rocas filonianas acompañantes.
	I <sub>2</sub>	En esta Area están englobados la totalidad de los metasedimentos de la Hoja correspondientes al Paleozoico compuestos por pizarras, esquistos, cuarcitas, areniscas y rocas carbonatadas como calizas, dolomías y mármoles.
II	II <sub>1</sub>	Pertenece a esta Area los materiales margoso-arcillosos yesíferos y salinos del Keuper de litología muy desfavorable.
	II <sub>2</sub>	La Area está constituida por los materiales calcáreos y detríticos del Mesozoico entre los que predominan las calizas, margas, areniscas, arcillas y conglomerados.
	II <sub>3</sub>	Se incluyen en la Rea las formaciones volcánicas que intruyen al Paleozoico, Triásico y Jurásico de composición andesítica, basáltica y ofítica.
III	III <sub>1</sub>	Comprende los materiales detrítico-calcáreos del Terciario marino, con intercalaciones continentales pertenecientes al ciclo Alpino. Es notable el predominio de facies flysch; y en general los sedimentos más frecuentes son calizas, margas, areniscas, arcillas y conglomerados.
	III <sub>2</sub>	En la Area se han incluido los depósitos detrítico-yesíferos del Terciario continental postorogénico. Comprende conglomerados, areniscas, arcillas y yesos con algunos niveles margosos.
IV	IV <sub>1</sub>	A esta Area pertenecen los materiales cuaternarios de distintas génesis como aluviales, terrazas, coluviales, morrenas. En general son de naturaleza granular, con un porcentaje de finos variable de unos afloramientos a otros.



SUSTRATO	
T105-8-7	Margas, areniscas y conglomerados
T105-8-14	Margas, areniscas, conglomerados y yesos
T8-105	Areniscas, margas y calizas
T12-105	Calizas y margas
S12-8-105	Calizas, areniscas y margas más o menos arenosas
S12-105	Calizas y margas
S8-7-105	Arenas y areniscas, conglomerados, arcillas y margas
S12-105-12/105	Calizas, calizas margosas, margas y mármoles
S5-14-16	Arcillas, yesos y sal
S5-7-12	Arcillas, conglomerados, areniscas, calizas y dolomias
P11-8-12	Esquistos y pizarras, areniscas, mármoles y calizas
P12	Calizas y calcoesquistos
P12-11-13-101	Calizas, esquistos, dolomias y grauwacas
P103-12-11	Cuarcitas, calizas y esquistos
P11	Esquistos y pizarras
γ	Granitos
ω-β	Ofitas, basaltos y andesitas

FORMACIONES SUPERFICIALES	
Q <sub>a</sub>	Arcillas limosas con gravas y arenas en lechos y lentejones (aluviones y terrazas)
Q <sub>t</sub>	Gravas y arenas en matriz limo-arcillosa (terrazas)
Q <sub>q</sub>	Bloques y cantos en matriz limo-arcillosa con disposición caótica (morrenas)
Q <sub>d</sub>	Bloques y cantos en general, depósitos móviles con matriz limo-arcillosa o sin matriz (derrubios, deyecciones y coluviales)

***Calizas, calizas margosas, margas y mármoles. S<sub>12-105-12/105</sub>***

Esta unidad aflora en una serie de bandas en la Sierra de Aralar, en el diapiro de Alloz y en el extremo SO de la provincia de Navarra al O de Fitero. Corresponde a materiales de edad Jurásica y naturaleza calcárea con niveles de calizas, dolomías, mármoles, margocalizas y margas.

***Arcillas, yesos y sal. S<sub>5-14-16</sub>***

Esta unidad perteneciente al Keuper se encuentra al N de la provincia de Navarra, sobre el Permotrías, envolviendo los macizos paleozoicos y en el resto de la provincia en estructuras diapíricas. Su composición es de margas abigarradas yesíferas, arcillas, bancos de yeso y sal, con potencia difícil de establecer por las condiciones de su emplazamiento.

***Arcillas, conglomerados, areniscas, calizas y dolomías. S<sub>5-7-12</sub>***

Corresponde esta unidad a materiales del Permotrías, Buntsandstein y Muschelkalk. Se encuentra al N de la provincia de Navarra, en el núcleo del anticlinal de Oroz-Betelu y en el Pirineo de Huesca en el Valle del Aragón Subordán y al N de Bielsa. Sus componentes son conglomerados, areniscas, cuarcitas, limolitas, calizas y dolomías.

***Esquistos y pizarras, areniscas, mármoles y calizas. P<sub>11-8-12</sub>***

Esta unidad corresponde a materiales del Carbonífero medio y superior. Afloran en una ancha banda de SO a NE al N de la provincia de Navarra entre Vera de Bidasoa y Sumbilla, en la zona de cabecera de los ríos Ulzama, Arga y Aragón Subordán y al N de Canfranc. Su litología está compuesta por esquistos, pizarras, grauwackas y calizas que en las zonas de más intenso metamorfismo han sido transformadas en mármoles.

***Calizas y calcoesquistos. P<sub>12</sub>***

Corresponde al carbonífero inferior y aflora en la Sierra de Bernera al N de Canfranc; su litología está formada por calizas, calizas brechoides y calcoesquistos.

***Calizas, esquistos, dolomías y grauwackas. P<sub>12-11-13-101</sub>***

Sus materiales pertenecen al Devónico inferior y medio y se encuentran representados al N de la Sierra de Bernera por esquistos y pizarras, grauwackas calizas y dolomías, siendo la formación calcárea inferior y la detrítica esquistosa la correspondiente al Devónico medio.

***Cuarcitas, calizas y esquistos. P<sub>103-12-11</sub>***

Aflora esta unidad en el macizo de Haya-Cinco Villas al N de la provincia de Navarra y en el de Quinto Real al SE del anterior. Corresponde al Devónico y sus

materiales son de naturaleza detrítico calcárea, con esquistos, cuarcitas, grauwackas, calizas y dolomías.

### ***Esquistos y pizarras. P<sub>11</sub>***

Comprenden a los materiales paleozoicos más antiguos, que posiblemente correspondan al Ordovícico y Silúrico, aunque por algunos autores han sido atribuidos al Cámbrico en su parte basal. Afloran al S de Irún, en la zona de Olsondo y al N de Roncesvalles, siendo su litología de esquistos y cuarcitas alternantes en la base y una potente serie pizarrosa negra muy plástica al techo.

### ***Granitos - $\gamma$***

En el macizo de Haya-Cinco Villas, en el límite de las provincias de Navarra y Guipuzcoa, afloran varias apófisis de un plutón granítico hercínico, intruyendo materiales del carbonífero, a los que producen un metamorfismo de contacto. La masa fundamental del plutón son rocas de la familia del granito con un acompañamiento de filones de cuarzo de escaso espesor.

### ***Ofitas, basaltos y andesitas - $\omega$ . $\beta$***

Al S del macizo de Haya-Cinco Villas afloran materiales volcánicos de edad Jurásica y naturaleza ofítica, así como un volcanismo acompañante del Triásico de naturaleza basáltica. Al N de la Sierra de Bernero hay pequeños afloramientos volcánicos andesíticos paleozoicos.

## **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.

El análisis tendrá como base las características y comportamiento de las diferentes familias de rocas y suelos ante las condiciones ambientales, resaltando aquellos problemas que surgen en el terreno, bien por causa puramente natural o al perder 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 interesantés de cada unidad de clasificación de segundo orden.

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

La Area está formada por la totalidad de los afloramientos de rocas plutónicas, en términos generales de naturaleza granítica.

La morfología está comprendida entre abrupta y montañosa, con pendientes comprendidas entre el 15 y 30 por ciento.

Aunque los materiales, desde el punto de vista litológico, son estables, lo acusado de la topografía hace que la estabilidad natural se altere y se produzcan desprendimientos de consideración.

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

Abarca todos los afloramientos paleozoicos. Presenta una morfología muy semejante a la de la Area anterior, aunque su relieve es más suave por el carácter más deleznable de los materiales que la forman.

Las heladas que se producen, sobre todo en el borde NO de la Hoja, dan lugar a discontinuidades sobre los materiales que constituyen esta Area, y si se añade a este factor lo acusado de la topografía (pendientes mayores del 30 por ciento) la inestabilidad natural existente determina que cualquier acción humana posterior esté sujeta a problemas de acusada inestabilidad. Debe hacerse mención a la presencia de tramos pizarrosos que hacen prever la posibilidad de deslizamientos potenciales a favor de la esquistosidad o de la pendiente; y por tanto en los movimientos de terreno, en el caso de realización de excavaciones importantes, ha de tenerse en cuenta la situación de los planos de pizarrosidad respecto a la excavación.

Dentro de la Area son frecuentes la aparición de canchales de gran magnitud, apoyados inestablemente sobre las laderas.

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

Está constituida por los afloramientos del Keuper de carácter arcillo-yesífero.

La morfología está comprendida entre abrupta y montañosa, con pendientes no inferiores al 15 por ciento y superiores al 30 por ciento, aunque existen zonas degradadas con relieves más moderados al NO de Pamplona en las cercanías de Beasoain.

El paisaje está formado por series alomadas o cerros redondeados con numerosos y destacados abarrancamientos o acaravamientos. El conjunto es inestable ya bajo condiciones naturales o bajo la acción del hombre. En las zonas de mayor relieve existen deslizamientos activos y en potencia a favor de la pendiente topográfica. Se debe señalar por su importancia la existencia de fenómenos cársticos en estos materiales, producidos por disolución de los yesos.

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

Comprende la Area todos los afloramientos mesozoicos con la excepción de los tramos yesíferos del Keuper.

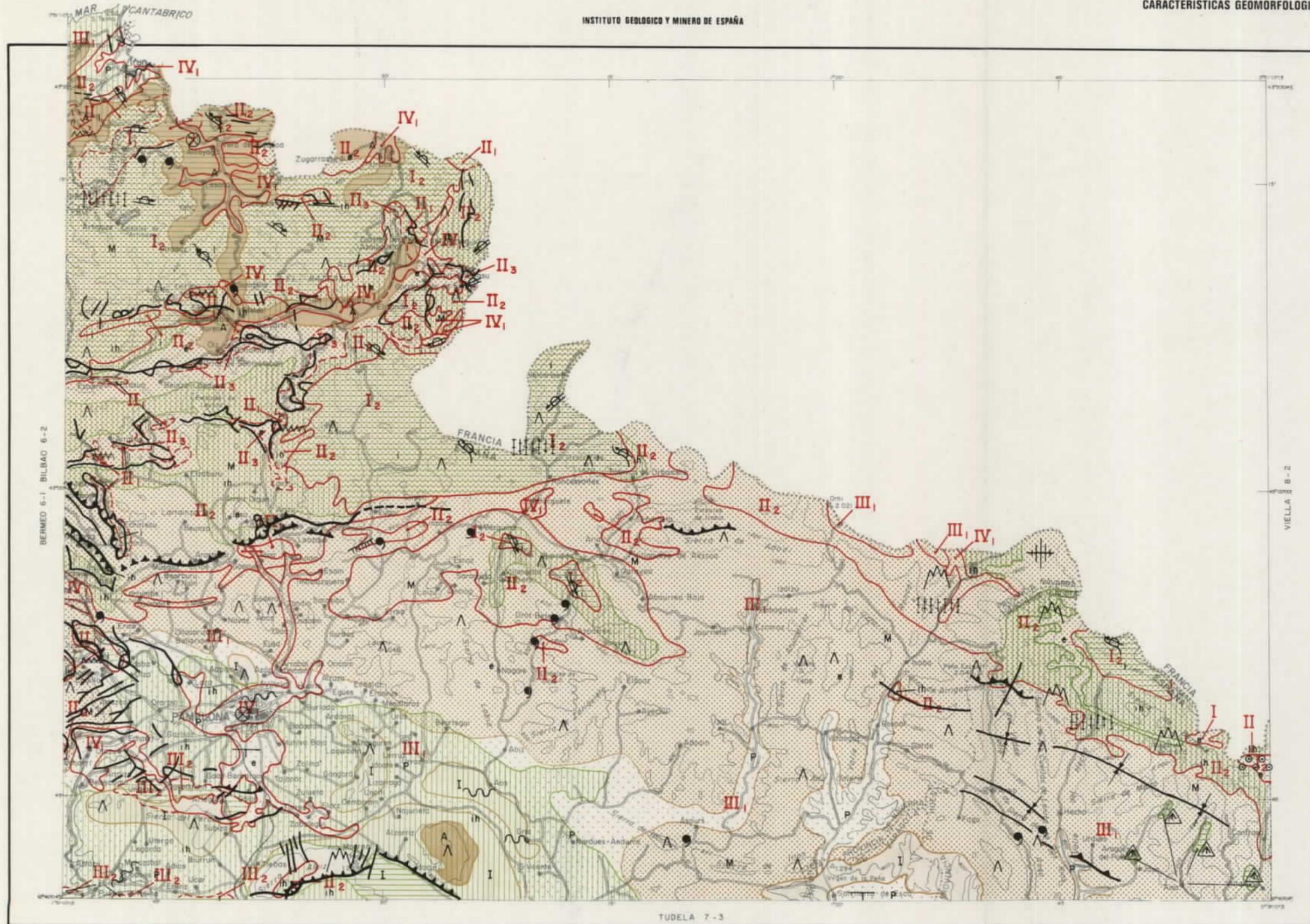
La morfología es en general abrupto-montañosa, apareciendo masas calcáreas en un gran porcentaje; la erosión afecta en alto grado a esta Area, produciéndose escarpes y estrechas hoces talladas en los cauces.

La pendiente media es superior en general al 30 por ciento, lo que, unido a las discontinuidades estructurales confiere a la zona un carácter de estabilidad bajo condiciones naturales, en los tramos calcáreos, e inestables bajo la acción del hombre al resto. Los tramos margosos pueden verse afectados por la acción erosiva del agua que da lugar a descalces. Estos descalces potencian la aparición de desprendimiento de bloques bastante abundante en esta Area. Cabe destacar igualmente la existencia de deslizamientos activos y potenciales a favor de la pendiente topográfica.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS
I	I <sub>1</sub>	<p>La morfología es abrupto-montañosa, con pendientes no inferiores al 15 por ciento y superiores al 30 por ciento.</p> <p>La Area es estable desde el punto de vista de su litología, pero su topografía y climatología la convierten en una zona inestable bajo la acción del hombre. Presenta un recubrimiento de tipo coluvial. Area con tendencia a los desprendimientos.</p>
	I <sub>2</sub>	<p>Su morfología es semejante a la de la Area anterior, pero con relieve más suave por lo deleznable de los materiales que la forman.</p> <p>Es inestable desde cualquier punto de vista. Hay tendencia a los deslizamientos, sobre todo en los tramos pizarrosos. Presenta recubrimiento de origen coluvial de potencia variable, que dada la topografía de la Area, da lugar a canchales de considerable importancia.</p>
II	II <sub>1</sub>	<p>Morfología abrupto-montañosa, aunque existen zonas degradadas con relieves más moderados.</p> <p>El conjunto es inestable desde cualquier punto de vista, existiendo en las zonas de mayor relieve deslizamientos activos y en potencia a favor de la pendiente.</p> <p>Debe señalarse la producción de fenómenos carsticos por disolución de los yesos.</p>
	II <sub>2</sub>	<p>La morfología es abrupto-montañosa, predominando las pendientes superiores al 30 por ciento.</p> <p>La Area es estable bajo condiciones naturales en los tramos calcáreos e inestable bajo la acción del hombre en los demás. En los tramos margosos afectados por el agua pueden producirse descalces y como consecuencia de éstos deslizamientos activos y potenciales a favor de la pendiente topográfica. Es importante la presencia de canchales de considerable extensión. Existe posibilidad de fenómenos cársticos.</p>
	II <sub>3</sub>	<p>Presentan morfología condicionada por los materiales circundantes.</p> <p>Son estables cuando no están alteradas, sin embargo las ofitas pueden dar lugar a una formación con problemas de estabilidad.</p>
III	III <sub>1</sub>	<p>La morfología es variada, con pendientes comprendidas entre 7 por ciento y mayores del 30 por ciento.</p> <p>La Area es estable en los tramos calcáreos e inestables en los margosos; la acción del hombre puede provocar deslizamientos y desprendimientos. Existe la posibilidad de formación de canchales inestables en laderas de pendiente acusada. Pueden darse fenómenos de carstificación.</p>
	III <sub>2</sub>	<p>La morfología es plano-intermedia, aunque existen zonas abruptas. La Area es estable bajo condiciones naturales e inestable bajo la acción del hombre. Se dan fenómenos de carst por disolución de los niveles yesíferos (Muy peligroso; producen colapsamientos de gran importancia).</p>
IV	IV <sub>1</sub>	<p>Morfología variada, de plana a montañosa.</p> <p>Los depósitos aluviales, eluviales y de terraza son estables; solamente se comportarán como inestables cuando se socave el terreno subyacente. En cuanto a los derrubios, conos de deyección, coluviales y morrenas se consideran inestables bajo cualquier condición.</p>



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



Escala: 1 400 000

INTERPRETACION DEL MAPA TOPOGRAFICO

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

SIMBOLOGIA

FENOMENOS GEOLOGICOS ENDOGENOS

- Falla
- Cabalgamiento
- Sinclinal
- Falla supuesta
- Zona influenciada por fracturas y fallas

- Formas de relieve muy acusadas
- Formas de relieve acusadas
- Formas de relieve alomadas
- Topografía llana
- Pizarrosidad

FENOMENOS GEOLOGICOS EXOGENOS

- Abarrancamientos
- Taludes inestables con buzamientos favorables
- Deslizamientos potenciales a favor de la pendiente
- Contaminación de rios
- Desprendimientos
- Fenómenos cársticos
- Taludes muy escarpados
- Conos de deyección

DIVISION ZONAL

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

Debe hacerse notar la aparición de canchales, con inestabilidad potencial sobre todo en laderas de gran pendiente.

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

Esta Area queda constituida por formaciones volcánicas que en general no tienen gran extensión superficial. Presentan una morfología condicionada por los materiales circundantes. Así los basaltos del N de la Hoja, como es el afloramiento al O de Vera de Bidasoa, encajados entre materiales detríticos triásicos, constituyen una topografía intermedia a abrupta. Por otra parte, los afloramientos de ofitas conectados por lo general a las margas del Keuper constituyen topografías más suaves con pendientes medias.

Estas rocas son estables cuando no están alteradas; sin embargo, la alteración de las ofitas pueden dar lugar a una formación con problemas de estabilidad.

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

Se engloban en esta Area los materiales detrítico-calcáreos.

La morfología es variada ya que se tiene zonas planas (pendientes inferiores al 7 por ciento), como toda la parte SO de la Hoja, hasta zonas con pendientes superiores al 30 por ciento. La erosión ha afectado bastante a esta Area.

Las discontinuidades estructurales, al igual que los fenómenos cársticos, hacen su aparición en esta Area.

La Area es estable tanto bajo condiciones naturales como bajo la acción del hombre en los tramos fundamentalmente calcáreos e inestable bajo la acción del hombre en los tramos margosos, ocasionando deslizamientos de ladera y desprendimientos.

En esta Area cabe destacar la aparición de canchales de gran extensión, apoyados inestablemente sobre las empinadas laderas.

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

Está constituida por afloramientos detrítico-yesíferos de edad terciaria.

La morfología es eminentemente plana.

La Area se considera inestable tanto bajo condiciones naturales como bajo la acción del hombre.

Por su gran importancia se debe mencionar la aparición de fenómenos cársticos, por la presencia de margas yesíferas, ya que los carst que se pueden producir, aunque de menores dimensiones que los calizos, son mucho más abundantes, y en consecuencia el colapso que se puede originar es más peligroso por la rapidez con que se produce.

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

La Area la constituyen las formaciones cuaternarias de distinta génesis y naturaleza.

La morfología es variable, oscilando de plana a montañosa.

Los depósitos aluviales, eluviales y de terraza se consideran estables y solamente podrán producirse fenómenos de inestabilidad en el caso de socavamiento del terreno subyacente. En cuanto a los depósitos cuaternarios poligénicos (derrubios, conos de de-

yección, coluviales y morrenas) se consideran inestables tanto bajo condiciones naturales como bajo la acción del hombre.

## **2.6. CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS**

En la presente Hoja se encuentran terrenos pertenecientes a las cuencas hidrográficas: la Cuenca Norte de España, que vierte sus aguas al Mar Cantábrico, y la Cuenca del Ebro, que vierte en el Mediterráneo.

A la primera corresponde el ángulo NO de la Hoja, siendo el río Bidasoa el principal cauce, acompañado de sus afluentes. También hay que destacar el río Oyarzun. Como aprovechamiento de las aguas superficiales se encuentran en esta cuenca en el ámbito de la Hoja los embalses de Artianza, Dómico Mendaur y embalses de Leurza, de superficie reducida.

A la Cuenca del Ebro corresponde el resto de la Hoja, siendo los principales cauces de agua los ríos Arga, Irati, Salazar, Esca, Veral, Aragón Subordán y sus afluentes respectivos. Los embalses principales de la Hoja son el de Irabia y el de Usoz.

La pluviometría de la Hoja es elevada, variando la media anual de 30 años de 2.500 mm en el borde centro occidental a 800 mm en el SO. La escorrentía superficial es muy activa dada la fuerte pendiente, mientras que la infiltración se ve dificultada por la presencia de un gran número de formaciones impermeables.

A continuación se estudia las características hidrológicas de las distintas Areas en relación a las condiciones constructivas de los diferentes terrenos de la Hoja.

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

Los materiales se consideran en general como impermeables, con escaso drenaje interno por diaclasado y fracturación, aunque pueden presentar una zona de alteración de naturaleza arenosa bastante permeable. La escorrentía superficial es activa, por lo que puede considerarse la Area como de favorable a aceptable a efectos constructivos.

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

Los materiales son en su mayoría impermeables, con drenaje interno muy escaso por fisuración y localmente carstificación, siendo los suelos resultantes de su meteorización en general arcillosos por lo que la permeabilidad de la Area es prácticamente nula. No obstante la escorrentía superficial es muy activa debido a la fuerte pendiente natural del terreno, por lo que el drenaje es de aceptable a favorable.

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

Los materiales de naturaleza margo-arcillosa son impermeables y sus componentes salinos solubles, produciendo aguas de elevada agresividad. La escorrentía superficial es escasa, por lo que la Area puede ser considerada como desfavorable a efectos constructivos. Localmente pudiera presentarse algún hundimiento debido a fenómenos de disolución y en zonas topográficamente algo abruptas fenómenos de acarreamiento y abarrancamiento, en ocasiones, importantes.

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

En la misma se encuentran materiales de diversa permeabilidad, variando desde los prácticamente impermeables por su naturaleza arcillosa o margosa, a otros semipermeables por fisuración y carstificación, como las calizas, dolomías y rocas areniscas consolidadas, y a otros permeables arenosos. En general la presencia de suelos de alteración les confiere en conjunto carácter de semipermeables. La escorrentía superficial es un conjunto activo por lo que la Area puede ser considerada como de favorable a aceptable a efectos constructivos.

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

Las rocas volcánicas que la componen son impermeables en su masa, estando el escaso drenaje interno condicionado a las fracturas y diaclasas presentes. No obstante, la escorrentía superficial es activa, por lo que la Area puede ser considerada de aceptable a favorable.

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

En esta Area alternan las rocas impermeables de naturaleza arcillosa-calcárea con drenaje interno escaso por fisuración y carstificación con otras permeables por fisuración y filtración conglomeráticas y arenosas. La escorrentía superficial es activa en general y las zonas de menor pendiente son las ocupadas por los materiales de mayor permeabilidad, por lo que la Area puede ser considerada a efectos constructivos de favorable a aceptable.

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

La litología presenta a grandes rasgos una permeabilidad media por filtración, ya que los componentes granulares abundan en la Area, pero la presencia de evaporitas de elevada solubilidad da origen a aguas selenitosas de gran agresividad. La escorrentía superficial es activa, por lo que no son de prever encharcamientos, pero la agresividad de las aguas obliga a considerar la Area como desfavorable a efectos constructivos.

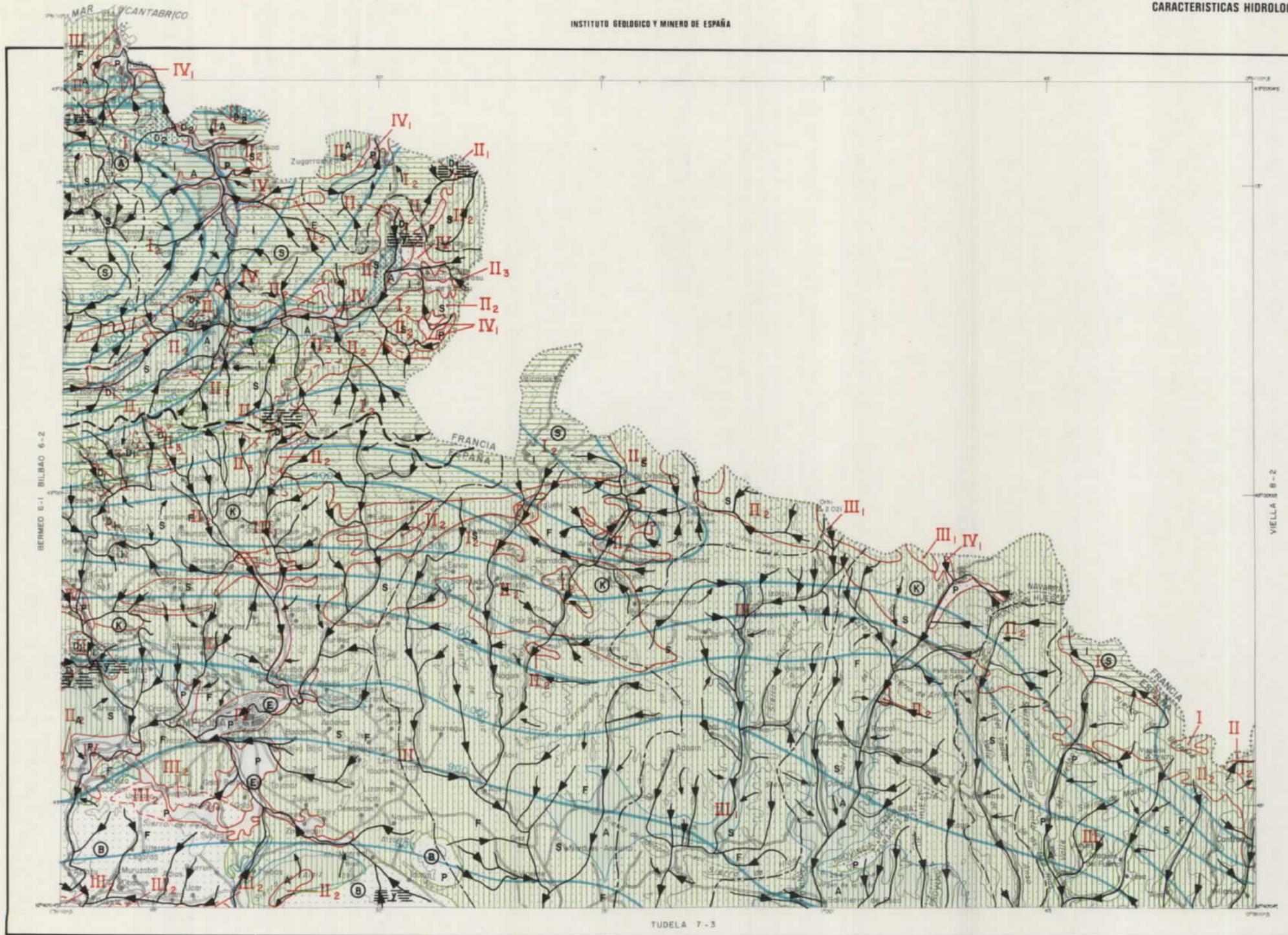
### **Area IV<sub>1</sub>**

La Area está constituida por depósitos cuaternarios de naturaleza granular con porcentaje variable de finos, por lo que oscilan entre francamente permeables y semipermeables. La escorrentía superficial es activa y puede considerarse la Area como aceptable o favorable a efectos constructivos.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS
I	I <sub>1</sub>	Los materiales de esta Area son impermeables en general y el drenaje aceptable por escorrentía superficial activa.
	I <sub>2</sub>	La Area presenta materiales impermeables con drenaje interno escaso por fisuración y localmente carstificación. La escorrentía superficial es activa y el drenaje en general de aceptable a favorable.
II	II <sub>1</sub>	Los materiales de la Area son impermeables con evaporitas solubles que producen aguas de elevada agresividad. La escorrentía superficial es activa a media, pero en conjunto la Area debe ser considerada muy desfavorable a efectos hidrogeológicos por sus aguas agresivas.
	II <sub>2</sub>	La litología varía de impermeable a permeable, pero el drenaje es en general favorable debido a la escorrentía superficial muy activa.
	II <sub>3</sub>	Las rocas volcánicas que la componen son prácticamente impermeables, con drenaje interno escaso por fisuración. El drenaje puede ser considerado como aceptable a favorable debido a la escorrentía superficial activa de la Area.
III	III <sub>1</sub>	En esta Area alternan materiales impermeables con otros semipermeables o permeables, con suelos en general poco permeables, por lo que en conjunto, se considera como semipermeable. La escorrentía superficial varía de activa a media por lo que en cuanto a condiciones de drenaje. La Area es de favorable a aceptable.
	III <sub>2</sub>	En la Area se presentan materiales margosos, arcillosos, areniscas conglomerados y yesos, siendo en conjunto de semipermeables a permeables, con problemas debidos a las aguas agresivas producto de la disolución de los sulfatos. La escorrentía superficial es activa, por lo que las condiciones de drenaje oscilan de aceptables a favorables. La presencia de aguas selenitosas aconseja considerar las condiciones constructivas como desfavorables.
IV	IV <sub>1</sub>	En esta Area dominan los materiales granulares con porcentaje variable de finos, por lo que la litología oscila de semipermeable a permeable. El drenaje superficial es fácil por escorrentía en los coluviales y bueno por percolación en aluviales y terrazas, por lo que la Area puede considerarse de aceptable a favorable.



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



Escala: 1:400.000

CONDICIONES DE DRENAJE

- N** Zonas de drenaje nulo
- D<sub>1</sub> D<sub>2</sub>** Zonas de drenaje deficiente
  - D<sub>1</sub>: Presencia de aguas selenitosas y posibles encharcamientos
  - D<sub>2</sub>: Drenadas por escorrentía poco activa y parcialmente por filtración
- A** Zonas con drenaje aceptable
- F** Zonas con drenaje favorable
- Limite de separación de zonas
- Isoyetas

PERMEABILIDAD DE LOS MATERIALES

- P** Materiales permeables
- S** Materiales semipermeables
- I** Materiales impermeables
- Limite de separación de los distintos materiales

SIMBOLOGIA

HIDROLOGIA SUPERFICIAL

- Limite de cuenca hidrográfica
- - - Limite de subcuenca hidrográfica
- Red de drenaje
- ↪ Dirección de escorrentía

HIDROLOGIA SUBTERRANEA

- (E)** Materiales con acuíferos de elevada transmisividad
- (B)** Materiales ganulares con media o baja transmisividad
- (K)** Materiales fisurados o carstificados con acuíferos de gran transmisividad
- (A)** Acuíferos aislados en distintas litologías

FACTORES HIDROLOGICOS VARIOS

- (S)** Zonas sin acuíferos
- ≡≡≡ Presencia de aguas Selenitosas

DIVISION ZONAL

- Limite de separación de Regiones
- - - Limite de separación de Areas
- Designación de un Area **I<sub>1</sub>**

## **2.7. CARACTERISTICAS GEOTECNICAS**

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

Este análisis se centrará en modo especial en los aspectos de capacidad portante y producción de asientos, indicando al mismo tiempo todos aquellos factores que, de forma directa o indirecta, influyen sobre su óptima utilización como base de sustentación de edificaciones urbanas o industriales. Se completará con un mapa y una ficha resumen en las que se incluirán las características geotécnicas propiamente dichas de cada unidad de clasificación de segundo orden.

A fin de no perder homogeneidad con lo hasta ahora expuesto se seguirá, en la primera parte de este apartado, haciendo referencia a cada una de las áreas de forma individualizada, para luego, y de forma global, exponer las características sismorresistentes de toda la Hoja, indicando qué tipos de fenómenos pueden ocurrir y qué zonas tendrán más propensión a ellos.

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

Está formada por rocas volcánicas de naturaleza por lo general granítica, con un grado de consolidación elevado, recubiertos por un suelo granular cuya potencia es variable.

La capacidad de carga es alta con inexistencia de asientos, siempre que la roca esté sana.

El grado de sismicidad es bajo.

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

Los esquistos, pizarras y cuarcitas, juntamente con las rocas carbonatadas calizodolomíticas, son los materiales que predominan en la Area, que al igual que la anterior está recubierta por unos depósitos granulares de origen coluvial, pudiendo dar lugar a derrubios y deslizamientos de gran importancia.

La capacidad de carga está entre media y alta; sin embargo, debe tenerse en cuenta que la capacidad de carga de las formaciones pizarrosas va en relación de la carga respecto a la pizarrosidad.

La producción de asientos puede considerarse como nula.

El grado de sismicidad oscila de bajo a medio.

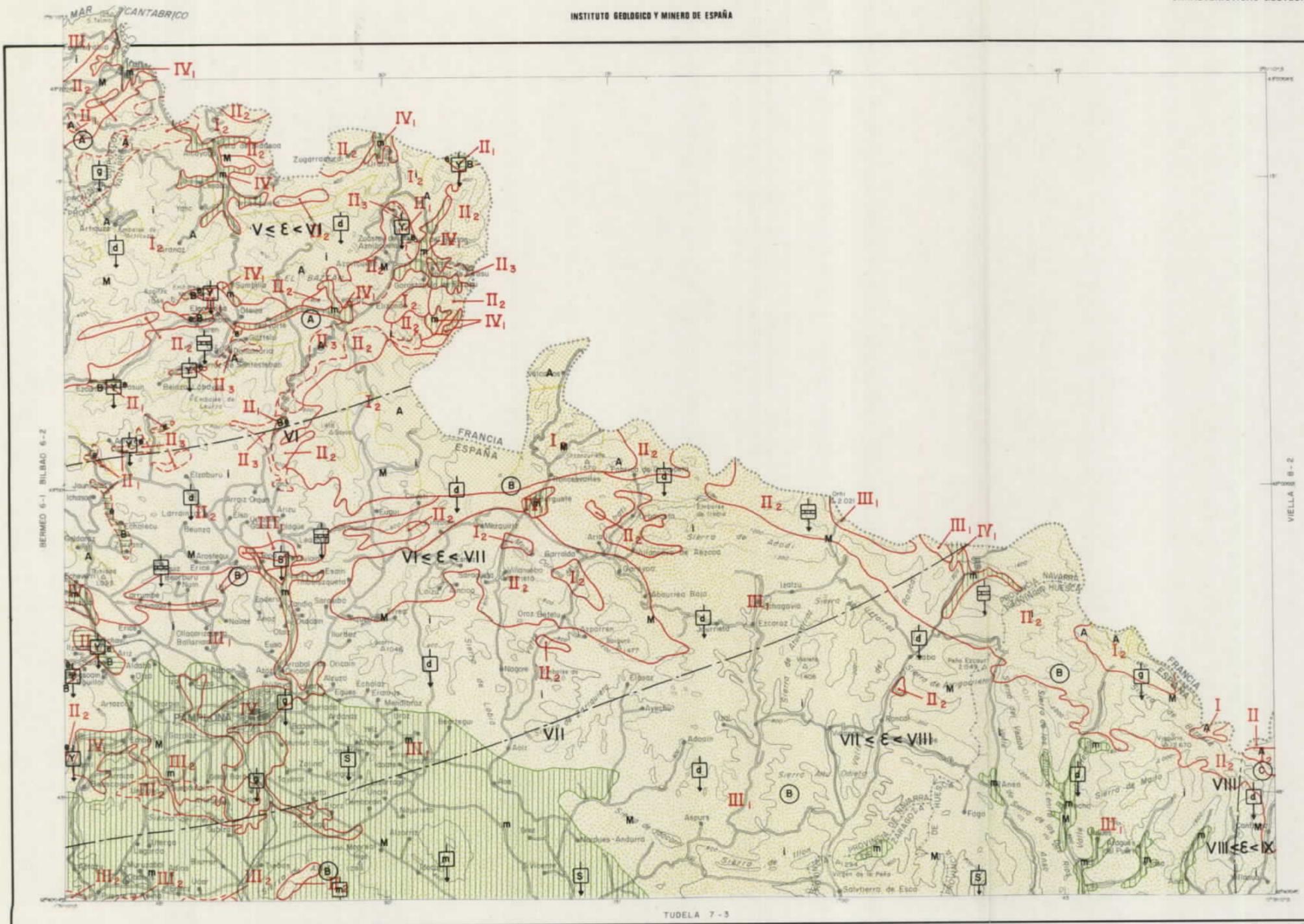
### **Area II<sub>1</sub>**

Los materiales que forman la Area tienen una capacidad de carga baja, observándose la presencia de sulfatos y aguas selenitosas.

Estos materiales pueden presentar asientos de magnitud elevada siempre en función del porcentaje y naturaleza de los componentes arcillosos y yesíferos.

El grado de sismicidad oscila de bajo a medio.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS GEOTECNICAS
I	I <sub>1</sub>	<p>La capacidad de carga es alta en esta Area, no existiendo la posibilidad de asientos, siempre que se actúe sobre la roca sana.</p> <p>Los problemas geotécnicos presentes se derivan de la topografía abrupta, de la helacidad y de la capa altamente alterada y fisurada que recubre esta formación.</p>
	I <sub>2</sub>	<p>La capacidad de carga va de media a alta, y en las formaciones pizarrosas va en función a la pizarrosidad. No existe la posibilidad de asientos.</p>
II	II <sub>1</sub>	<p>Sus materiales tienen una capacidad de carga baja, observándose la presencia de sulfatos y aguas selenitosas. Posibles asientos de magnitud elevada.</p>
	II <sub>2</sub>	<p>Sus materiales tienen capacidad de carga de media a alta, no siendo previsible la presencia de asientos importantes.</p>
	II <sub>3</sub>	<p>Sus materiales presentan una capacidad de carga alta, no siendo previsible la presencia de asientos importantes.</p>
III	III <sub>1</sub>	<p>Sus materiales tienen una capacidad portante comprendida entre media y alta, no presentando asientos de consideración.</p>
	III <sub>2</sub>	<p>Su capacidad de carga es media, pudiendo aparecer asentamientos de mediana magnitud localmente en aquellas zonas donde existan los filoncillos de yesos intercalados, que por la presencia del agua pueden llegar a disolverse.</p>
IV	IV <sub>1</sub>	<p>Sus materiales presentan un comportamiento geotécnico variable. Las terrazas y aluviales tienen una capacidad de carga media, no siendo previsible la producción de asientos importantes. Los suelos poligénicos y eluviales tienen una capacidad de carga baja y asientos de magnitud media a alta.</p>



Escala=1:400.000

**CAPACIDAD DE CARGA**

- A Zonas con capacidad de carga alta
- M Zonas con capacidad de carga media
- B Zonas con capacidad de carga baja
- MB Zonas con capacidad de carga muy bajas
- Limite de separación de Zonas

**ASIENTOS PREVISIBLES**

- I Zonas con inexistencia de asientos
- m Zonas con asientos de magnitud media
- s Zonas con asientos de magnitud elevada
- Limite de separación de Zonas

<p><b>GRADO DE SISMICIDAD</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">A</span> Bajo <math>\epsilon &lt; VI</math></li> <li><span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">B</span> Medio <math>VI \leq \epsilon &lt; VIII</math></li> <li><span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">C</span> Alto <math>\geq VIII</math></li> <li><u>VII</u> Línea de grado de sismicidad</li> <li><math>\epsilon</math> Grado de sismicidad</li> </ul>	<p><b>SIMBOLOGIA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">S</span> Presencia de suelo potente</li> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">C</span> Afloramientos calizos</li> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Y</span> Presencia de yesos</li> </ul>	<p><b>FACTORES GEOTECNICOS VARIOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">d</span> Presencia de derrubios y deyecciones importantes</li> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">g</span> Recubrimiento granular</li> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">m</span> Recubrimientos margo-arenoso</li> </ul>
--	--	--

**DIVISION ZONAL**

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

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

Los materiales que constituyen esta Area poseen una capacidad de carga media, aunque los tramos con predominio calizo presentan una capacidad de carga alta.

No es previsible que en estos materiales se presenten asientos al verse sometidos a cargas importantes.

El grado de sismicidad oscila de bajo a medio.

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

Las rocas volcánicas que constituyen esta Area presentan una capacidad de carga alta y no deben dar lugar a asientos apreciables. Sin embargo, deberán tenerse en cuenta las deficientes condiciones geotécnicas de los suelos de alteración que proceden de dichas rocas y que se apoyan sobre las mismas.

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

Los materiales de esta Area presentan una capacidad de carga media, aunque en los tramos más calcáreos su capacidad de carga se puede considerar como alta.

Estos materiales no presentan asientos de magnitud importante al verse sometidos a determinadas cargas.

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

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 IV<sub>1</sub>**

Los materiales que constituyen esta Area presentan un comportamiento geotécnico variable. Las terrazas y depósitos aluviales tienen una capacidad de carga media, no previéndose asientos importantes. Sin embargo dada la heterogeneidad de los grupos litológicos que la forman y su irregular distribución en el espacio, son de prever pequeños asientos diferenciales en las zonas en que predomine la fracción arcillosa. Los cuaternarios poligénicos y suelos eluviales de alteración presentan una capacidad de carga baja y son de prever en ellos asientos de magitud media a alta.

## **DATOS SISMICOS DE LA HOJA**

El territorio nacional, en cuanto atañe a las acciones sísmicas, ha sido dividido en tres zonas correlacionadas con el grado de intensidad, que se definen como sigue:

Zona A: de sismicidad baja, sin efectos dañinos para la construcción ( $\epsilon < VI$ )

Zona B: de sismicidad media, que puede ocasionar desperfectos en las construcciones ( $VI \leq \epsilon < VIII$ )

Zona C: de sismicidad acusada capaz de ocasionar daños graves en las construcciones ( $\epsilon \geq VIII$ )

La Hoja de Irún-Pamplona pertenece en su parte NO a la Zona A con un grado de sismicidad entre 5 y 6. A la altura del Puerto de Velate, y en dirección E-O, corta la Hoja la línea de sismicidad VI. A continuación se encuentra una franja comprendida entre la anterior línea de sismicidad (VI) y la de grado VII, que va desde el Puerto de Somport, en dirección N-S, hasta el límite de la Hoja; toda esta franja pertenece a la Zona B. Esta zona se subdivide en dos subzonas, una con grado de sismicidad entre 6 y 7 y otra entre 7 y 8. Por último, en el vértice E de la Hoja tenemos una zona con grado de sismicidad superior a 8, que se incluye en la Zona C.

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

La serie de características analizadas a lo largo de los apartados anteriores sirven de base para poder pasar a dar sus condiciones constructivas.

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

Las condiciones constructivas de los terrenos existentes en la Hoja, 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 los terrenos en los que concurren problemas litológicos, hidrológicos, geomorfológicos y geotécnicos, algunos de los cuales con gran intensidad.

##### ***Problemas de tipo litológico, geomorfológico, hidrológico y geotécnico (p.d.) \****

Los terrenos pertenecientes al Keuper se han considerado como muy desfavorables para la construcción por incidir sobre las mismas una serie de problemas de todo tipo que se analizarán a continuación.

---

\* Propiamente dicho.

La presencia de yesos y arcillas en la litología del Keuper constituye en sí un problema de tipo litológico por la agresividad que adquieren las aguas que sobre él discurren; asimismo se deberá estudiar con detalle la naturaleza de las arcillas que constituyen el grupo.

Estos mismos materiales dan al grupo una gran impermeabilidad, produciéndose zonas de encharcamiento y drenaje superficial deficiente.

Pueden preverse fenómenos de disolución de los sulfatos, aunque en pequeña escala, dada la distribución diseminada de los mismos.

En conjunto es una unidad litológica geotécnicamente negativa por su baja capacidad de carga, drenaje superficial deficiente, plasticidad de parte de sus componentes, agresividad de los sulfatos (yesos) y posibilidad de deslizamientos ante una excavación importante, debido al carácter montañoso de su morfología.

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

Son afectados por estos problemas los materiales yesíferos del Keuper situados en el borde SO de la Hoja, y a ellos se hace extensible todo lo dicho en el anterior apartado relacionado con su litología, hidrología y geotecnia (p.d.)

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

Se incluyen en esta denominación todos aquellos en los que los problemas que predominan, dentro de una categoría general de grado medio a máximo, caben dentro de los grupos siguientes:

Problemas de tipo geomorfológico, litológico y geotécnico; geomorfológico y litológico; geotécnicos, geomorfológicos e hidrológicos.

#### ***Problemas de tipo geomorfológico***

Estas unidades mesozoicas de carácter calcáreo en general presentan fuertes resaltes topográficos y localmente dan lugar a fuertes escarpes.

#### ***Problemas de tipo litológico y geotécnico (p.d.)***

Los terrenos incluidos en la Area III<sub>2</sub>, que se compone en esencia por los terciarios de carácter yesífero continental, se han considerado desfavorables para la construcción por incidir sobre los mismos una serie de problemas que se analizarán a continuación.

La presencia de margas y yesos en su litología constituye un problema de tipo litológico.

Deben preverse fenómenos de disolución de sulfatos aunque en una escala menor que en el Keuper.

En general, es una unidad litológica geotécnicamente poco aceptable, pues su capacidad de carga es media y sus componentes son algo plásticos, a esto debe añadirse la producción de asientos de magnitud media.

### ***Problemas de tipo geomorfológico y litológico***

La Area I<sub>2</sub>, con la excepción de los materiales eminentemente calcáreos, se considera desfavorable y afectada por problemas de tipo geomorfológico (pendientes muy acusadas) y litológicos (carácter esquistoso-pizarroso con un grado de alterabilidad bastante acusado). Factores que aunados pueden producir importantes deslizamientos y desprendimientos.

### ***Problemas de tipo geomorfológico, hidrológico y geotécnico (p.d.)***

Los terrenos afectados son los de carácter más detrítico de la Area II<sub>2</sub> situados al NO de la Hoja; se consideran afectados por los siguientes tipos de problemas: geotécnicos (capacidad de carga media), geomorfológicos (pendientes acusadas) e hidrológicos (semi-permeables), factores que unidos confieren a los materiales un carácter desfavorable desde el punto de vista constructivo.

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

Se incluyen en esta denominación todos aquellos en los que los problemas que predominan, dentro de una categoría general de grado medio, pertenecen a los siguientes grupos:

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

### ***Problemas de tipo geomorfológico***

Los terrenos afectados son los calcáreos de la Area I<sub>2</sub>, situados en el borde NO de la Hoja; están afectados por problemas geomorfológicos (pendientes mayores del 30 por ciento); si se les añade la posible aparición de zonas cársticas, es factible la aparición de algunos sedimentos o desprendimientos.

### ***Problemas de tipo litológico y geotécnico (p.d.)***

Se incluyen en esta zona una serie de unidades margosas neógenas que afloran en el borde SO de la Hoja. Los tramos netamente margosos son bastante plásticos y deleznales (problema litológico) y están afectados igualmente por problemas de tipo geotécnico (capacidad de carga y asentamientos de magnitud media).

### ***Problemas de tipo geomorfológico y geotécnico (p.d.)***

Se incluyen en esta zona una serie de materiales detríticos terciarios, con claro predominio arenoso. Sus afloramientos aparecen en el S de la Hoja, dando lugar a fuertes escarpes y relieves morfológicos. La naturaleza margosa de los niveles intercalados empeora las condiciones geotécnicas del conjunto.

#### ***Problemas de tipo hidrológico y geomorfológico***

Se incluyen en esta zona los afloramientos de rocas plutónicas de carácter granítico que aparecen en la Hoja. Estos terrenos se han considerado aceptables para la construcción, pero inciden sobre los mismos una serie de problemas que se analizarán a continuación.

Las características morfológicas son muy desfavorables. En efecto, las pendientes máximas observadas se dan dentro de esta zona, el clima más típicamente periglacial y barrancos encajados, condicionamientos éstos que dificultan las vías de acceso y cualquier tipo de construcción que se proyecte en la zona. Es impermeable con escaso drenaje interno por fisuración y parcial por filtración en las zonas de alteración de naturaleza arenosa.

#### ***Problemas de tipo geomorfológico, hidrológico y geotécnico (p.d.)***

Se incluyen las formaciones terciarias de carácter detrítico-calcareo del SE de Pamplona. Dan lugar a escarpes, observándose en ellos fenómenos de erosión diferencial. Aparecen problemas de estabilidad y huellas de disolución en los tramos calcáreos. También presentan una capacidad de drenaje interno escasa.

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

Se incluyen en esta denominación todos aquellos en los que los problemas que predominan, dentro de una categoría general de grado medio a mínimo, se engloban dentro de los grupos siguientes:

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

#### ***Problemas de tipo geomorfológico***

Se incluyen en este grupo unas formaciones de naturaleza volcánica que no presentan ningún problema constructivo, pero debido a la morfología y climatología de la zona en que están situadas pueden alterarse con facilidad, lo que puede provocar la formación de una capa superficial de espesor variable y que disminuye la calidad de sus condiciones constructivas.

#### ***Problemas de tipo geotécnico (p.d.)***

Se incluyen aquí los terrenos terciarios de carácter detrítico calcareo con morfología plana o intermedia. La capacidad de carga y asentamientos son de magnitud media.

#### ***Problemas de tipo hidrológico y geotécnico (p.d.)***

Se ha incluido en este grupo un conjunto de terrenos calco-margosos, cuya proporción de calizas y margas varía mucho, condicionando al carácter geotécnico de la unidad.

Las unidades margosas presentan problemas geotécnicos debido a su plasticidad y semi-permeabilidad, mientras que los tramos calcáreos presentan el peligro de una posible carstificación.

## BIBLIOGRAFIA

- I.G.M.E. Mapa de Reconocimiento Hidrogeológico (1972)
- I.G.M.E. Mapa de lluvia útil (1972)
- I.G.M.E. Mapa de Síntesis de Sistemas Acuíferos de España peninsular, Baleares y Canarias (1971)
- Allue Andrade, J.L. "Subregiones fitoclimáticas de España" (1966)
- M.O.P. Balance Hídrico
- M.O.P. Datos climáticos para carreteras (1964)
- I.G.M.E. Mapa Geológico de España a E 1:200.000 Hojas 13-6 ( Irún-Pamplona)
- M.O.P. Estudio previo de terrenos. Enlace preferente Zaragoza-Pirineos. Tramos: Apies-Anso (1972)
- I.G.M.E. Axel van Hillebrant. "El Terciario bajo de la zona del Monte Perdido" Notas y Comunicaciones, número 73, pág. 61 (1964)
- I.G.M.E. Mapa de Contaminación a la vulnerabilidad de los acuíferos, con Memoria
- S.G.E. Mapa Militar de España a E 1:200.000 Hojas 7-1 y 7-2 (Irún-Pamplona)
- M.O.P. Estudio Previo de terrenos. Enlace preferente Zaragoza-Pirineos. Tramo: Yebra de Balsa-Sallent de Gállego (1972)
- H. Wensik "Paleozoic of the upper Gállego and Aravalley". Est. Geol. Vol. 18 (1962)
- N. LLopis Lladó "El relieve del alto valle del Aragón" R. Pirineos núm. 5
- G.J. Lingen "Geology of the Spanish Pyrenees North of Canfranc. Huesca province". Est. Geol. vol. 16
- Evapotranspiraciones potenciales y balances de agua de España. Ministerio de Agricultura. Dirección General de Agricultura (1965)
- M.O.P. Anuario de Aforos 1966-67 Cuenca del Ebro. Dirección General de Obras Hidráulicas
- I.N.E. Anuario estadístico Años 1971, 1973
- Lorenzo García de Pedraza. La Predicción del Tiempo en el Valle del Ebro (1964). Servicio Meteorológico Nacional

- **Datos climáticos de diversos observatorios.** Servicio Meteorológico Nacional
- **Estructura y perspectiva del desarrollo económico.** Consejo Económico Sindical
- **Información Comercial Española.** Ministerio de Comercio números 467-468. Julio-agosto (1973)
- **I.G.M.E. Atlas de rocas industriales y mapas de rocas industriales E 1:500.000**