

MINISTERIO DE INDUSTRIA

DIRECCION GENERAL DE MINAS

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

HOJA	6-2
	12

00246

MAPA GEOTECNICO GENERAL

BILBAO



**INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA**

**MAPA GEOTECNICO GENERAL  
E:1/200,000**

**BILBAO**

**HOJA 6-2/12**

El presente estudio ha sido realizado por Herrero  
Ingenieros S.A. (HERRING S.A.) en régimen de  
contratación con el Instituto Geológico y Minero  
de España

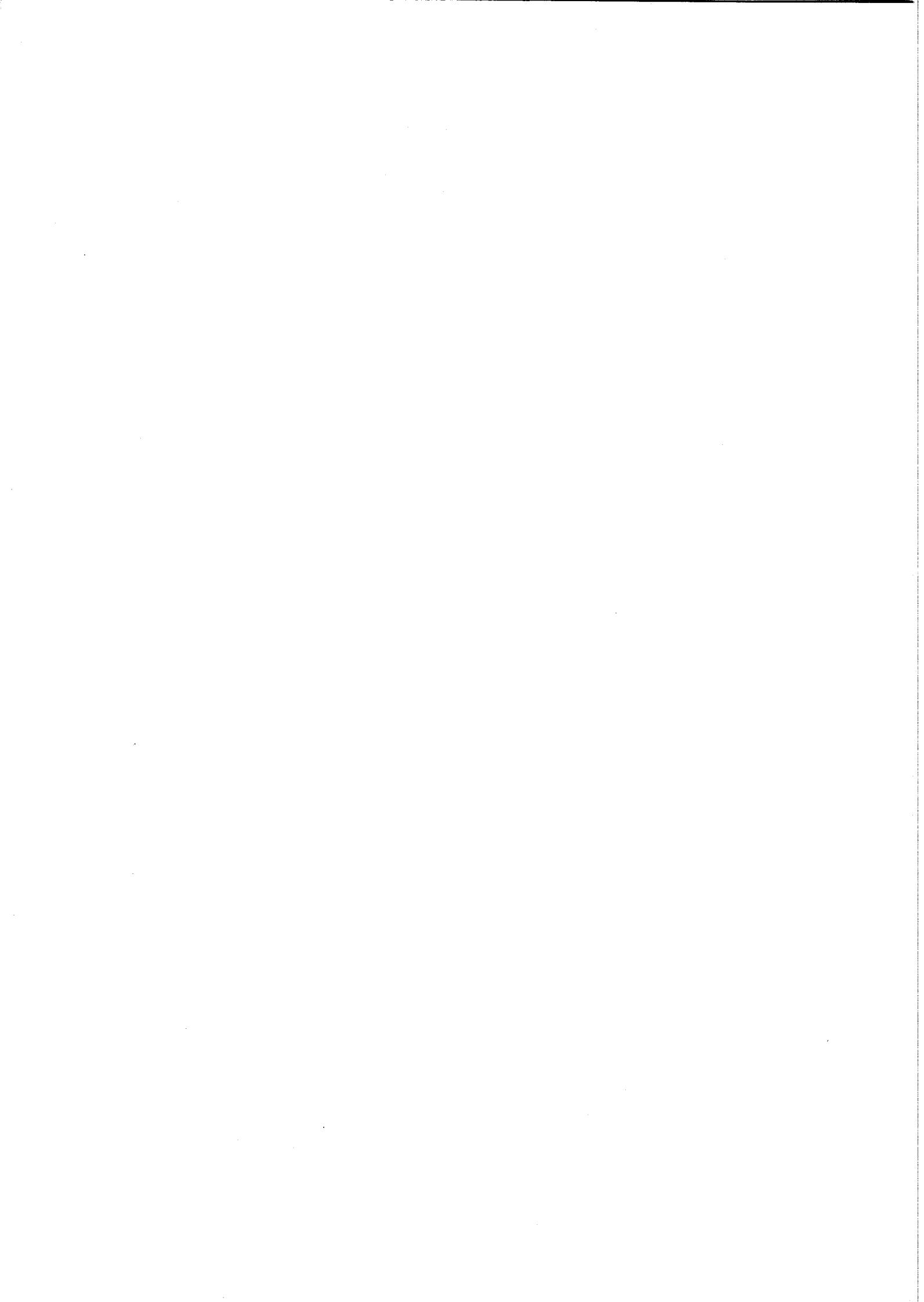
Servicio de Publicaciones - Ministerio de Industria - Claudio Coello, 44 - Madrid-1

Depósito Legal: M. 23383 - 1974

AUGESA - Repografía - km 12,200 Ctra. de Burgos. Madrid

## **INDICE**

<b>1. INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
<b>2. DESCRIPCION DE FACTORES CON INCIDENCIA GEOTECNICA</b>	<b>3</b>
2.1. Características físico-geográficas	3
2.2. Bosquejo geológico	6
2.3. Criterios de división. Características generales de las Areas	10
2.4. Formaciones superficiales y sustrato	15
2.5. Características geomorfológicas	22
2.6. Características hidrológicas	25
2.7. Características geotécnicas	28
<b>3. INTERPRETACION GEOTECNICA DE LOS TERRENOS</b>	<b>33</b>
3.1. Terrenos con condiciones constructivas muy desfavorables	33
3.2. Terrenos con condiciones constructivas desfavorables	34
3.3. Terrenos con condiciones constructivas aceptables	35
3.4. Terrenos con condiciones constructivas favorables	36
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>39</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**

La Hoja 6-2 BILBAO, del Mapa Topográfico Nacional a E. 1:200.000, ocupa el límite N de la Península Ibérica, en la zona próxima a la frontera hispano-francesa y en contacto con el Mar Cantábrico.

Su demarcación geográfica está definida por las coordenadas:

Longitud:  $3^{\circ} 11' 10''$  4 -  $1^{\circ} 51' 10''$  5 O

referida al Meridiano de Greenwich, Datum Europeo y

Latitud:  $43^{\circ} 20' 04''$  0 -  $42^{\circ} 40' 04''$  3 N

Administrativamente está formada por zonas, más o menos amplias, de las provincias de Vizcaya, Guipúzcoa, Alava, Navarra y Burgos.

Los terrenos pertenecientes a la provincia de Vizcaya ocupan el ángulo NO de la Hoja, debiéndose destacar como núcleos de población más importantes Bilbao, la capital, Durango y Elorrio.

La provincia de Guipúzcoa aparece representada casi en su totalidad y ocupa la zona nororiental, en contacto con el Mar Cantábrico; sus principales núcleos urbanos son San Sebastián, la capital, Tolosa, Zarauz, Beasaín, Eibar y Mondragón entre otros.

La provincia de Alava también aparece en su mayor parte representada en la Hoja, ocupando la parte central de la misma. Destaca su capital, Vitoria, siendo otros núcleos importantes, Salvatierra, Llodio y Orduña.

La provincia de Navarra, menos representada que las anteriores, ocupa el ángulo suroriental de la Hoja, destacando Alsasua como principal núcleo urbano.

La provincia de Burgos es la menos representada en la Hoja, limitándose a ocupar el borde SO de la misma. Su principal núcleo urbano es Miranda de Ebro.

La densidad de población es alta en las provincias de Guipúzcoa y Vizcaya, con valores de 316 a 472 hab/km<sup>2</sup> respectivamente. Alava se sitúa en la media de España con 57 hab/km<sup>2</sup>, mientras que Navarra y Burgos presentan densidades bajas con 45 y 25 hab/km<sup>2</sup> respectivamente.

En la Hoja de estudio se encuentran las tres capitales de las provincias vascongadas, con las siguientes poblaciones referidas al Censo de 1971.

Vitoria	137.365 habitantes
San Sebastián	162.295 habitantes
Bilbao	412.554 habitantes

La industrialización de las zonas agrarias de la mitad S de la Hoja está sirviendo actualmente como medio impulsor del desarrollo general y elevación del nivel de vida de la población rural.

Morfológicamente la zona puede considerarse abrupta, exceptuando la planicie sobre la que se asienta la ciudad de Vitoria.

Las cotas más altas, próximas a los 1.500 m, corresponden a los picos Boriain (1.495 m) en la S<sup>a</sup> de Satrustegui y Aitzgorri (1.544 m). Desde estas zonas altas, y a través de lomas y cerros, la topografía va descendiendo hacia el N, hasta alcanzar el nivel del mar en las costas cantábricas. La planicie de Vitoria presenta una cota media de 600 m.

La red fluvial se incluye dentro de las cuencas hidrográficas del Norte de España y Ebro, cuya divisoria coincide en algunos tramos con el límite provincial entre Alava-Guipúzcoa y Alava-Vizcaya.

Los principales ríos de la cuenca del Norte de España son el Urumea, Oria, Urola, Deva, Artibay, Oiz, Oca y Nervión.

En el ángulo SO aparece el río Ebro que, junto con sus afluentes los ríos Ayuda, Zadorra, Bayas y Omenillo, constituyen el principal drenaje correspondiente a la cuenca del Ebro.

## 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.

Las estaciones meteorológicas más importantes de la zona son: Amurrio, Llodio, Salvatierra, Vitoria (Aeródromo), Vitoria (Instituto), Miranda de Ebro, Villabona, Alsasua, Estella, Basauri y Sondica (Aeropuerto).

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

### ***Temperaturas***

Las temperaturas medias anuales en el período 1931-1960 variaron desde 10º C en el ángulo SO de la Hoja a 14º C en la zona costera. Las temperaturas máximas absolutas, en el mismo período, oscilaron entre 36-37º C en las proximidades de Bilbao y zona

costera y 40° C en la zona navarra que ocupa el ángulo SE de la Hoja. Las mínimas absolutas variaron de -5° C en las zonas de costa vizcainas a -15° C en el interior alavés.

El número medio anual de horas de sol osciló entre 1.600 y 2.200 horas.

### **Precipitaciones**

Las precipitaciones medias anuales en el período 1931-1960 alcanzaron su máximo valor en el área de San Sebastián, con 1.500 mm, y su mínimo valor en el borde S de la Hoja, con 600 mm. El número medio anual de días de lluvia fue de 180 días en la zona costera, disminuyendo progresivamente hacia el S, hasta alcanzar el valor de 120 días en el borde meridional.

El mes más lluvioso fue diciembre, con una media mensual que alcanzó 180 mm en el ángulo NE, y los más secos julio y marzo, con valores medios de 90 mm en la zona septentrional y 40 mm en la zona meridional; las medias mensuales del año oscilan en valores intermedios, manteniéndose la gradación progresiva de N a S.

### **Evapotranspiración**

La evapotranspiración mensual supera a la pluviometría media mensual en la mayor parte de las estaciones consideradas en el período junio-septiembre. Solamente en el observatorio de Iguelo la pluviometría supera a la precipitación en los meses de julio y agosto exclusivamente.

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

### **Vientos**

Las direcciones dominantes de los vientos varían en función de las distintas zonas de la Hoja. En el Aeropuerto de Sondica dominan los vientos de componente NO, llegando a alcanzar valores del 46 por ciento. En el observatorio de Iguelo dominan los vientos de componente N, llegando a alcanzar valores del 59 por ciento. En Vitoria-Aeropuerto la dirección N es la dominante, mientras que en Vitoria-Instituto es la dirección NE.

### **Indices Climáticos**

Es interesante determinar el coeficiente medio anual de reducción climatológica para cada clase de obra en las diversas regiones de España. Para ello se ha supuesto cada clase de obra repartida uniformemente a lo largo de los 365 días del año; y estos repartidos en los 12 meses con arreglo a la tabla siguiente, en la que no se han tenido en cuenta los días festivos.

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

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

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

CLASE DE OBRA

Provincias	Hormigón	Explanaciones	Aridos	Riegos y Tratamientos	Mezclas bituminosas
GUIPUZCOA	0,837	0,718	0,855	0,410	0,554
ALAVA	0,817	0,715	0,930	0,349	0,526
VIZCAYA	0,857	0,751	0,881	0,463	0,597

## 2.2. BOSQUEJO GEOLOGICO

La zona de estudio comprende materiales paleozoicos, secundarios, terciarios y cuaternarios, acompañados de rocas volcánicas de tipo basáltico y ofitas. Está situada al N de la Península Ibérica y ocupa la parte oriental de la antigua Cuenca Cantábrica.

### PALEOZOICO (P)

Aflora en el ángulo NE de la Hoja y constituye el extremo occidental del Macizo de las Cinco Villas.

El Carbonífero está constituido fundamentalmente por argilitas grises que a veces incluyen calizas masivas, dolomías, areniscas micáceas y pudingas.

Las formaciones detríticas del Permotriásico están formadas por pudingas poligénicas, areniscas con estratificación cruzada y arcillas arenosas rojizas.

### MESOZOICO (S)

#### *Triásico*

Dentro de las formaciones triásicas, el Keuper es el piso más representativo de la Hoja. Presenta su facies típica de arcillas abigarradas, que a veces son yesíferas, acompañadas de Jacintos de Compostela, carniolas y ofitas.

Los otros dos pisos del Triásico están poco representados, en pequeñas manchas no cartografiadas formadas por areniscas, argilitas, dolomías, calizas arcillosas y calizas dolomíticas.

#### *Jurásico*

Los afloramientos jurásicos se distribuyen alrededor del Macizo de las Cinco Villas y presentan una litología bastante uniforme.

El Liásico comienza con unas calizas dolomíticas y carniolas atribuidas al Infracármen, de 20-30 m de potencia, seguidas de una potente formación calizo-dolomítica. El Líman

medio y superior está constituido por una serie de calizas, margo-calizas y margas esquistosas.

El Dogger está compuesto por calizas margosas, calizas y margas esquistosas, con una potencia de 90-110 m.

El Malm tiene una mayor variedad de facies y menor extensión que el resto del Jurásico y aparece representado por calizas gris-azuladas alternando con dolomías y calizas arenosas asociadas a calizas dolomíticas y dolomías arenosas. La potencia total de este período es de unos 50 m.

### ***Cretácico***

#### ***Facies Wealdense***

Dentro de los límites de la Hoja se pueden considerar tres regiones en las que aflora la facies Wealdense: zona del anticlinal de Bilbao, área de Tolosa-Azpeitia y borde de la Sierra de Aralar en Navarra.

En el anticlinal de Bilbao, la facies Wealdense está formada por potentes capas arcillosas negras, a veces piritosas con intercalaciones de calizas fétidas, bancos arenosos y yesos.

En los alrededores de Tolosa está representada por una secuencia calcáreo-areniscosa de 350 a 400 m de potencia. Al S de la Sierra de Aralar predominan las facies arcillosas, con niveles de calizas areniscosas, arcillosas o micáceas.

#### ***Aptense-Albense-Cenomanense inferior***

La falta de criterios paleontológicos ha dificultado en la mayor parte de la Hoja la individualización de los distintos pisos.

Al S de la Sierra de Aralar se ha podido delimitar el Albense, que aparece constituido por un tramo inferior de arcillas negras y areniscas, un tramo medio de areniscas ferruginosas con materia carbonosa y mica y un tramo superior de arcillas con intercalaciones arenosas, calcáreas y limosas con mica. En el borde SO de la Hoja aparece diferenciado el Aptense, escasamente representado y constituido esencialmente por margas, calizas y areniscas.

En la mitad N de la Hoja, donde los materiales comprendidos en este amplio conjunto estratigráfico alcanzan gran representación, se diferencian litológicamente dos formaciones denominadas Complejo Urgoniano y Complejo Supraurgoniano, ambos con límites de tiempo y espacio imprecisos.

El Complejo Urgoniano es una formación de base calcáreo-arcillosa, que abarca Aptense-Albense inferior. El Complejo Supraurgoniano es una formación areniscoso-arcillosa que comprende el Albense superior-Cenomanense inferior.

El Complejo Urgoniano, muy potente, está formado por calizas arrecifales masivas con Rudistas, calizas pararrecifales estratificadas, calizas y margas arenosas y negras y areniscas.

Las calizas de Rudistas presentan gran interés en esta zona por situarse en ellas los criaderos de hierro de la zona de Bilbao.

El Complejo Supraurgoniano se sitúa entre los últimos horizontes del Complejo Urgoniano y los primeros niveles del Flysch margoso del Cretácico superior. Es un conjunto potente, eminentemente arenoso, que posee una amplia representación a lo largo de la provincia de Vizcaya, Norte de Álava y Guipúzcoa.

Está formado por una sucesión de facies Flysch de capas duras y blandas: areniscas calcáreas, calizas arenosas, subgrauwacas y argilitas areniscosas. Aparecen a veces calizas arrecifales con frecuentes cambios laterales de facies.

### ***Cretácico superior***

Dentro de la Hoja pueden distinguirse dos áreas de afloramientos del Cretácico superior. La primera, situada al N de la Hoja, es una unidad estratigráficamente continua que se observa en el país vasco-cantábrico. La segunda, situada en la mitad S de la Hoja, aflora en la cuenca alavesa y navarra.

#### **AREA DE VIZCAYA Y GUIPUZCOA**

El Flysch vasco-cantábrico forma un conjunto estratigráficamente continuo. En la vertiente N del Macizo de Oiz, la serie Cenomanense superior-Maestrichtiense está formada por margas y calizas margosas, Flysch margo-arenoso y margas flyschoides.

#### **AREA DE ALAVA Y NAVARRA**

Al S de la alineación constituida por el anticlinal de Bilbao, el Aitzgorri y Sierra de Aralar, el Cretácico superior alcanza una amplia representación, quedando sus términos bien diferenciados.

Predominan las formaciones calcáreas y calco-arcillosas. Los materiales de ambiente costero son calizas cristalinas arenosas, arenas y areniscas.

La potencia total del conjunto es de unos 4.000 m y en su mayor parte constituye una unidad marina de plataforma.

#### **TERCIARIO (T)**

Dentro de la Hoja de estudio pueden considerarse tres unidades terciarias bien diferenciadas: la zona axial del sinclinalio de Vizcaya, la cadena litoral de Guipúzcoa y el Terciario de la cuenca alavesa que enlaza con el Terciario de la Cuenca del Ebro en tierras navarras.

##### ***Terciario de Vizcaya***

En el Macizo de Oiz, sobre el Flysch margo-arenoso del Cretácico superior, se apoyan unas calizas litográficas, seguidas de calizas arenosas y calizas litográficas rosas.

Estas calizas rosas están datadas como pertenecientes al Eoceno.

##### ***Terciario de la cadena litoral guipuzcoana***

En la zona costera, el Terciario se inicia con un Flysch de transición, semejante al Flysch Cretácico superior: Flysch calizo-margoso y calizo-arenoso.

Entre las capas rojas cretácicas y el Flysch de transición se observa la presencia discontinua de calizas arrecifales y, a veces, lentejones de areniscas que llegan a alcanzar los 200 m de potencia.

El Flysch Eoceno costero presenta características diferentes al E que al O de San Sebastián.

Hacia el E está formado por potentes bancos de areniscas entre los que se intercalan algunos bancos margosos, constituyendo un conjunto rígido y uniforme.

Al O de San Sebastián se distinguen claramente los tramos duros, fundamentalmente areniscosos, de los blandos, constituidos por un Flysch tableado de litología similar al Flysch de transición y al Flysch Cretácico superior.

### *Terciario del Sur*

En la cuenca alavesa se encuentran representadas dos series estratigráficas correspondientes al Paleógeno y Neógeno.

Al Paleógeno le corresponde una serie preorogénica marina, mientras que al Neógeno le corresponde una serie postorogénica continental. Este cambio en las condiciones de sedimentación se debe a la implantación de la orogenia alpina.

#### SERIE PREOROGENICA MARINA (PALEOGENO)

La base de esta serie se apoya a veces sobre el Campaniense arenoso y otras sobre el Maestrichtiense calizo. Presenta una facies típica de albufera, constituida por calizas puras y facies pararrecifales y arrecifales, con presencia de arenas, areniscas y arcillas.

El tramo superior aparece ampliamente representado en el sinclinal de Urbasa y está formado por una serie predominantemente calcárea. En su parte inferior, el tramo se hace margoso, con niveles de arenas, areniscas y arcillas.

#### SERIE POSTOROGENICA CONTINENTAL (NEOGENO)

Después de establecido el plegamiento pirenaico, se inicia el depósito de materiales en un medio continental, en gran parte lagunar.

La serie basal de estos materiales en el sinclinal de Treviño está constituida por secuencias rojas de conglomerados, arenas y limolitas. En el Ebro se depositan margas, areniscas y conglomerados.

El Mioceno inferior está integrado por una alternancia de margas y areniscas amarillas con cambios laterales a margas blancas con calizas lacustres (S de Treviño) y a una facies rojiza con conglomerados en los bordes de cuenca. Sobre esta formación se apoya una alternancia de margas y areniscas de coloración amarilla.

Sobre los materiales plegados y arrasados del Mioceno inferior se depositan discordantemente unas margas rojas vindobonienses, las cuales se hallan recubiertas por las calizas pontienses.

Con posterioridad al Mioceno, y localmente, se han depositado sedimentos poco consolidados constituidos por areniscas ocres, arcillas, cantos rodados y conglomerados.

#### CUATERNARIO (Q)

Dentro de los depósitos cuaternarios se pueden distinguir depósitos aluviales, terrazas, derrubios de ladera, suelos de alteración y bolos calcáreos de posible formación lagunar.

#### ROCAS IGNEAS ( $\omega, \beta$ )

A lo largo del sinclinorio de Vizcaya afloran rocas eruptivas encajadas en el Cretácico superior. Dentro de estas rocas se distinguen basaltos, cineritas, brechas volcánicas y traquitas.

Dentro de las margas del Keuper aparecen ofitas en masas irregulares; afloran principalmente en la aureola triásica del Macizo de las Cinco Villas.

## TECTONICA

Los principales plegamientos que afectan a las formaciones cretácicas vascas son de edad pirenaica (postluteciense), aunque anteriormente tuvieron lugar movimientos más atenuados.

La estructura de esta zona corresponde a una tectónica de revestimiento, en la que la cobertura mesozoica y terciaria se adapta a las deformaciones del zócalo.

Las variaciones de la naturaleza y potencia de los materiales de la cobertura condicionan el estilo y desarmonías en los plegamientos.

Las arcillas del Triásico (Keuper) provocaron el despegue de la cobertura con respecto al zócalo hercínico.

En el Cretácico inferior, la diferente competencia de los materiales esquisto-arenosos y las calizas urgonianas dan lugar a importantes accidentes tectónicos en el contacto entre ambas formaciones. El Cretácico superior y el Terciario de naturaleza flyschoide, presentan pliegues bastante superficiales y disarmónicos.

Es en el Terciario cuando mayor importancia alcanza la orogenia alpina, produciéndose una serie de pliegues, fallas inversas, desgarres, etc., que afectan a la cobertura.

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

Para realizar la división zonal de la Hoja y siguiendo los criterios definidos para la ejecución de este tipo de trabajos, se han considerado cinco Regiones y ocho Areas.

Las Regiones se consideran unidades de clasificación de primer orden, definiéndose las mismas en relación con su homogeneidad geotécnica. Dentro de esta Hoja se han diferenciado cinco Regiones, atendiendo a la composición geológica y estructural de la corteza terrestre, a sus características tectónicas y a las diferentes formas geológicas que aparecen en ella.

#### **Región I**

Formaciones paleozoicas del Macizo de las Cinco Villas.

#### **Región II**

Formaciones secundarias afectadas de tectónica de cobertura.

#### **Región III**

Formaciones terciarias plegadas.

#### **Región IV**

Formaciones cuaternarias sin tectonización apreciable.

## **Región V**

Rocas ígneas volcánicas y subvolcánicas.

En la Región I se incluyen las formaciones antiguas muy tectonizadas, de naturaleza fundamentalmente pizarroso-detritica, que ocupan el borde nororiental de la Hoja. Constituyen el Monte Mandoegui, Monte Adarra y Monte Aldura, así como el valle del río Urumea en el tramo correspondiente a esta zona.

En la Región II se incluyen las formaciones mesozoicas afectadas fundamentalmente de una tectónica de cobertura, que cubren la mayor parte de la Hoja. Estas formaciones constituyen la mayor parte de las alineaciones montañosas, tales como la Sierra de Aralar, Sierra de Urquilla, Sierra Salvada y Sierra Brava de Badaya entre otras.

La Región III abarca una gran variedad de litologías, todas ellas incluidas en formaciones terciarias de tectonicidad variable. Su distribución ocupa tres ámbitos fundamentales: la banda meridional del Condado de Treviño y Sierra Urbasa, el sinclinal de Bilbao y las formaciones costeras vasco-cantábricas.

La Región IV está constituida por las formaciones potentes que cubren parcialmente la Hoja. Debe advertirse que en esta zona de la Península Ibérica, debido fundamentalmente al clima húmedo de la misma, se observa la presencia de suelos en casi toda la superficie de la Hoja, siendo los afloramientos rocosos muy escasos. Por esta razón, se han definido como cuaternarias las formaciones modernas con potencia superior a los 3 m, prescindiéndose del resto de las formaciones cuaternarias poco potentes que cubren la zona.

La Región V está formada por una serie de afloramientos independientes de rocas volcánicas y subvolcánicas, por lo general asociadas a determinadas series sedimentarias. Las principales manchas volcánicas pueden observarse en las proximidades de Eibar y Guernica.

Las Áreas se consideran como unidades de clasificación de segundo orden, delimitándose por la homogeneidad macrogeomorfológica de las superficies que definen. Con este criterio se han delimitado las siguientes áreas:

### **Área I<sub>1</sub>**

Paleozoico de las Cinco Villas.

### **Área II<sub>1</sub>**

Formaciones triásicas yesíferas.

### **Área II<sub>2</sub>**

Formaciones calco-margosas mesozoicas.

### **Área II<sub>3</sub>**

Materiales detriticos mesozoicos.

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

Formaciones calco-margosas terciarias.

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

Materiales detríticos terciarios

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

Depósitos cuaternarios potentes.

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

Rocas ígneas volcánicas y subvolcánicas.

## CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS AREAS

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

Esta Area se sitúa en su totalidad en el borde nororiental de la Hoja y corresponde al límite occidental del Macizo de las Cinco Villas. Surca la formación el río Urumea y escasean los núcleos urbanos; entre estos últimos pueden citarse Goizuetar y Arano.

Litológicamente la Area está formada por una potente serie carbonífera de esquistos, areniscas y mármol y una serie paleozoica indiferenciada, también de naturaleza fundamentalmente detrítica. Asimismo se han incluido en esta Area unas formaciones de argilitas y areniscas, que rodean el macizo antiguo y que han sido datadas como pertenecientes al Permotrías.

Morfológicamente constituye elevaciones de importancia como son el Monte Aldura, Monte Mandoegui y Monte Adarra.

Sus materiales se consideran estables, aunque las formaciones esquistosas pueden presentar problemas ante una obra humana importante.

Presenta un drenaje deficiente en los tramos pizarro-esquistosos, mientras que su drenaje y permeabilidad son buenos en los tramos netamente detríticos.

Sus características mecánicas se consideran en general favorables, tanto bajo el aspecto de capacidad de carga como bajo el de magnitud de posibles asientos.

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

Esta Area está constituida por pequeños afloramientos de formaciones Keuper, distribuidas por toda la Hoja, fundamentalmente en el borde del Macizo de las Cinco Villas. La Area se halla totalmente cubierta por un suelo margo-yesífero de potencia variable. En la mayor parte de los casos, su presencia va unida a los afloramientos de ofitas, roca subvolcánica de difícil interpretación.

Normalmente los materiales de esta Área aparecen en zonas deprimidas sobre las que se asientan núcleos urbanos tales como Orduña, Maestu, Menos, Salinas de Oro y Izurzu.

Litológicamente está constituida por unas arcillas y margas abigarradas, con presencia de yesos y sal gema.

Sus materiales se consideran impermeables y presentan un drenaje deficiente, con presencia de aguas selenítosas.

Las características mecánicas no son favorables, con una capacidad de carga baja y posibilidad de asientos de magnitud media.

### **Área II<sub>2</sub>**

La Área ocupa gran parte de la Hoja. Su distribución se ciñe en su mayor extensión a unas bandas subparalelas de dirección NO-SE.

Litológicamente está constituida por una serie calco-margosa, en la que se incluyen calizas arrecifales masivas, dolomías, calizas cristalinas, calizas margosas, margas y dolomías, agrupadas en distintas unidades que presentan intercalaciones de pequeños niveles detriticos aislados.

La morfología es muy variada debido al diferente comportamiento de sus componentes frente a la acción erosiva de los distintos agentes.

Sus materiales se han considerado estables en su mayor parte, exceptuando las formaciones con predominio margoso que pueden presentar problemas frente a excavaciones importantes.

La Área, en sus tramos calcáreos, presenta un drenaje bueno por fisuración de la roca, con posible carstificación local y una escorrentía superficial activa. Los niveles margosos ofrecen una mayor problemática, aunque sus condiciones de drenaje pueden considerarse también como aceptables.

Las condiciones mecánicas son favorables sin que sea previsible la presencia de asientos en los materiales de la misma.

### **Área II<sub>3</sub>**

La Área está constituida por unas bandas subparalelas, alternantes con las que constituyen la Área II<sub>2</sub> y de su misma dirección. Ambas Áreas, de litologías diferentes, constituyen un conjunto estructural de directrices bien definidas, y dan la pauta tectónica de la mayor parte de la Hoja.

Litológicamente la Área está formada por una serie detritica que contiene elementos de granulometría y naturaleza variadas: argilitas, pizarras, arenas, areniscas, grauwacas, conglomerados, etc.

Sus condiciones de drenaje y permeabilidad de sus materiales son favorables y solamente los tramos constituidos por argilitas deben considerarse con un drenaje deficiente.

Sus condiciones mecánicas son buenas, con una posibilidad de alteración en los tramos pizarrosos.

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

Los principales afloramientos de la Area se circunscriben en cuatro zonas principalmente; el núcleo del sinclinal de Treviño, el núcleo del sinclinal de Bilbao, los afloramientos calcáreos del cordón litoral y la serie calco-dolomítica de la Sierra de Urbasa y Sierra de Andía.

Sus materiales se consideran como estables en su mayor parte y corresponden a topografías abruptas en la Sierra de Urbasa y Monte Oiz, mientras que en el resto de los afloramientos la topografía es menos escarpada.

La Area en conjunto presenta un drenaje por fisuración, con una escorrentía superficial activa en las zonas abruptas; los materiales que constituyen la Area son impermeables.

Las condiciones mecánicas son intermedias en lo que se refiere a su capacidad de carga, sin que se prevean asientos en sus materiales.

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

La Area III<sub>2</sub> aparece rodeando los afloramientos calco-margosos de la Area anteriormente descrita.

Está constituida por materiales detríticos de diversas granulometrías, con predominio de las fracciones groseras.

Sus materiales se consideran como estables y se muestran con morfologías muy variables, constituyendo el valle del río Ebro en las proximidades de Miranda de Ebro o formando elevaciones de la categoría del Monte de Iturgoien o el Monte Oiz.

Presenta un drenaje favorable y sus materiales se consideran permeables.

Las condiciones mecánicas son favorables en lo que respecta a su capacidad de carga y magnitud de posibles asientos.

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

La distribución de esta Area se ciñe casi exclusivamente a los terrenos que conforman las proximidades del cauce de la red fluvial actual. No debe olvidarse la gran mancha de depósitos cuaternarios potentes que se ubica en la depresión de Vitoria, y sobre la que se enclava dicha ciudad.

Litológicamente la Area está formada por arcillas y arenas con niveles de límos y gravas. En los afloramientos del Cuaternario poligénico se observa la presencia de abundantes cantos de diversa naturaleza.

Su morfología es llana en la mayor parte de los casos, observándose pequeños acarcamientos en los suelos que se apoyan sobre formaciones yesíferas.

Las fracciones granulares que componen la Area son permeables, con un drenaje aceptable, mientras que los coluviales y cuaternarios de alteración ofrecen un predominio de fracción limo-arcillosa, lo que les confiere una condición de impermeabilidad y drenaje deficiente.

Su capacidad de carga es media-baja, debiendo preverse la aparición de asientos de magnitud variable.

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

Los afloramientos que constituyen la Area se sitúan preferentemente en el cuadrante nororiental de la Hoja.

Las formaciones volcánicas basálticas ocupan dos zonas bien delimitadas, en las proximidades de Eibar y Guernica, y aparecen asociadas a unidades calco-detriticas del Cretácico superior. Los afloramientos de ofitas aparecen asociados a formaciones Keuper en distintos puntos de la Hoja. Estas rocas se consideran estables y están drenadas defi- cientemente por escorrentía poco activa.

Sus condiciones mecánicas son favorables en lo que respecta a capacidad de carga y magnitud de posibles asientos.

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

La cartografía de las formaciones superficiales y sustrato se ha realizado agrupando en unidades las rocas y suelos según sus características litológicas en el sentido más amplio.

En esta Hoja se han diferenciado 32 unidades. Dentro de ellas, las cuatro primeras corresponden a depósitos cuaternarios de cohesión variable, sueltos y cuya génesis viene condicionada por la naturaleza de los macizos montañosos de donde proceden.

El resto de las unidades corresponde a rocas, más o menos consolidadas, depositadas en el resto de la historia geológica.

Debe hacerse notar el hecho de que la mayor parte de estas rocas se hallan, al menos parcialmente, recubiertas de un suelo de variada naturaleza. Sin embargo, en el Mapa de Formaciones Superficiales y Sustrato, solamente se han cartografiado como suelos las formaciones cuaternarias importantes que cubren totalmente zonas bastante extensas.

En las formaciones geológicas propiamente dichas se han diferenciado las unidades antiguas paleozoicas (3 unidades), las formaciones secundarias (14 unidades), las unidades modernas terciarias (9 unidades) y las rocas volcánicas y subvolcánicas (2 unidades).

#### **FORMATIONES SUPERFICIALES**

##### ***Arcillas y arcillas limosas con intercalaciones de lentejones de arenas y gravas (Depósitos aluviales) – Q<sub>a</sub>***

Los materiales arrastrados por los cursos fluviales actuales se van depositando en los cauces y márgenes de los ríos, formando los depósitos aluviales.

Como depósitos exclusivamente aluviales se han considerado los de los ríos Araquil, Deva, Urola, Oria y Urumea, ya que en el resto de los ríos, especialmente en la cuenca del Ebro, los depósitos aluviales aparecen acompañados de pequeñas terrazas.

##### ***Arcillas, limos y gravas (Depósitos aluviales y terrazas) – Q<sub>a</sub> + Q<sub>t</sub>***

En este apartado se agrupan el conjunto de depósitos sueltos conectados con cursos antiguos y actuales de las redes fluviales. Su emplazamiento se ciñe a los valles del río Ebro y río Nervión.

Las terrazas en profundidad presentan una naturaleza granular, aunque superficialmente están cubiertas de una capa arcillosa y un suelo vegetal.

#### ***Arenas y arcillas con cantos de naturaleza variable (Cuaternario poligénico de Vitoria) – $O_p$***

La ciudad de Vitoria se sitúa sobre una llanada de potentes depósitos cuaternarios, de género variable, constituidos por arcillas, límos y arenas, con niveles de gravas y cantos calcáreos fundamentalmente.

En el valle de Durango también aparecen unos depósitos cuaternarios, con cantidades importantes de carbonatos, que se han incluido en el mismo grupo anteriormente descrito.

#### ***Arcillas y margas con presencia de sulfatos (Suelos eluviales de alteración) – $O_e$***

Estas formaciones proceden de la alteración de los materiales triásicos yesíferos (Keuper). Es difícil distinguirlos de las formaciones triásicas propiamente dichas, aunque pueden observarse en ellos una menor cohesión y la presencia de cantos aislados procedentes de las formaciones circundantes.

### **SUSTRATO**

#### ***Calizas, margas, rañas y areniscas – T<sub>12-105-8</sub>***

Estos depósitos modernos, posiblemente pliocenos, aparecen en el sinclinal de Treviño y en el diapiro de Murguía. Son sedimentos poco consolidados constituidos por areniscas ocres, arcillas, calizas y margas, con niveles de conglomerados.

#### ***Conglomerados de Treviño – T<sub>7</sub>***

Se han englobado en esta unidad todos los materiales detríticos gruesos que constituyen el anticlinal de Treviño, exceptuando su parte central, de litología más confusa.

Los depósitos más antiguos son de edad Oligoceno medio-superior y representan una serie postorogénica continental. Están constituidos por secuencias rojas de conglomerados, arenas y limolitas.

#### ***Margas, areniscas y conglomerados de Abarzuza – T<sub>105-8</sub>***

Estos materiales representan el paso Oligoceno-Mioceno y están constituidos por una alternancia de margas y areniscas amarillas, con niveles de conglomerados.

Sus principales afloramientos están situados en las esquinas SE y NO de la Hoja, así como en la parte central del sinclinal de la Sierra de Urbasa.

***Margas, areniscas, yesos y conglomerados del Sobrón – T<sub>105-8-14-7</sub>***

Estos materiales afloran en una pequeña mancha sobre el valle del río Ebro, borde occidental de la Hoja. Sobre ellos se sitúa parcialmente el Embalse del Sobrón, y están constituidos por materiales detríticos y yesíferos pertenecientes al Oligoceno.

***Calizas detríticas, areniscas, margas y arenas de la Sierra de Urbasa – T<sub>8-105-3</sub>***

Estos depósitos aparecen ampliamente representados en el sinclinal de Urbasa, incrementándose su potencia hacia el E.

Están constituidos por una serie calcárea que en su base se hace bastante margosa, siendo normal la presencia de arenas y areniscas y en ocasiones arcillas.

***Calizas, calizas margosas, margas y areniscas de la Sierra de Urbasa – T<sub>12-12/105</sub>***

Estos materiales corresponden a la base de la unidad anteriormente descrita. Se hace mayor la proporción de elementos arcillosos y presentan tonalidades rojizas.

***Areniscas, arenas, arcillas y calizas – T<sub>8-5-3-12</sub>***

Estos materiales, de edad eocena, aparecen en la Hoja en tres zonas muy diferentes. En la cuenca alavesa constituyen el borde occidental de la Sierra de Urbasa y su prolongación hasta el valle del Ebro.

En el Macizo de Oiz, situado en la zona axial del sinclinorio vizcaino, este grupo está formado por un Flysch margo-calcáreo al que sucede, en paso gradual, un Flysch margo-arenoso, que hacia el O presenta intercalaciones de areniscas.

Finalmente, este grupo litológico aparece en la zona costera guipuzcoana. Está constituido por un Flysch calizo-margoso con niveles de calizas arenosas. Este Flysch eoceno costero tiene características distintas al E y O de San Sebastián. Hacia el E es monótono, con potentes bancos de areniscas, entre los que se intercalan niveles margosos. Entre Zumaya y San Sebastián se separan los tramos duros areniscosos de otros blandos constituidos por un Flysch tableado.

***Dolomías, calizas y calizas margosas de las Sierras de Urbasa-Satrústegui – T<sub>13-12-12/105</sub>***

Sobre las formaciones del Cretácico superior se depositaron en la cuenca unos sedimentos de típica facies de albufera, representados por calizas y dolomías, muy puras, y también facies pararrecifales y arrecifales. Estas formaciones tienen una morfología abrupta con fuertes escarpes.

***Calizas arrecifales de la zona costera – T<sub>12-105</sub>***

Entre las capas rojas y el Flysch de transición de la zona costera guipuzcoana se intercalan potentes niveles de calizas arrecifales que a veces presentan niveles margosos.

En el macizo de Oiz, el tramo calcáreo-eoceno lo constituyen unas calizas litográficas.

### ***Calizas, margas areniscosas, arenas y arcillas del Monte Oiz – S<sub>12-105/8-3-5</sub>***

Esta unidad constituye el Cretácico superior del país vasco-cantábrico. Con base a la Paleontología se han podido distinguir tres divisiones litológicas aproximadas, que persisten a través de toda la zona vasca, aunque con variaciones notables:

- Cenomanense superior-Coniaciense: formado por margas y calizas margosas.
- Santoniense-Campaniense: formado por un Flysch margo-arenoso.
- Maestrichtiense: formado por margas flyschoides.

Al S de Zumaya, el tramo basal calco-margoso se disgrega en forma de bolas.

El Flysch margo-arenoso aparece bien individualizado en Vizcaya y al S de la cadena costera guipuzcoana, pero más al E es reemplazado por un Flysch grisáceo constituido por bancos calcáreos arenosos y margas compactas esquistosas negras.

### ***Calizas, calizas margosas y margas de la cuenca alavesa-navarra – S<sub>12-12/105-105</sub>***

Al S de la alineación que componen el anticlinal de Bilbao, el Aitzgorri y Sierra de Aralar, aparecen unas importantes formaciones calco-margosas que constituyen el Cretácico superior de la zona y presentan una dirección aproximada NO-SE.

Los materiales que se depositaron a lo largo de esta amplia etapa sedimentaria tienen una potencia de unos 4.000 m y litológicamente son de gran monotonía.

Predominan las calizas más o menos margosas, aunque en los umbrales y en las zonas costeras aparecen depósitos de características distintas: calizas arenosas, arenas y areniscas.

### ***Materiales detríticos del S de la Sierra de Aralar – S<sub>105-12-8</sub>***

Al S de la Sierra de Aralar y en la zona del Sobrón se han diferenciado una serie de materiales detríticos que comprenden estratigráficamente el Aptense-Albense-Cenomanense inferior.

Al S de la Sierra de Aralar, está constituido por areniscas, arcillas negras, niveles calcáreos y arcillas con intercalaciones arenosas. En el borde SO de la Hoja, al S de San Zadornil, el Albense está constituido por arenas y areniscas, a veces con arcillas intercaladas y conglomerados. El Aptense, escasamente representado, lo constituyen esencialmente margas, areniscas y calizas.

### ***Areniscas, arcillas, calizas y conglomerados (Complejos supraurgonianos de la mitad N de la Hoja) – S<sub>8-5-12-7</sub>***

Corresponde a un nivel eminentemente arenoso, que abarca desde el Albense superior al Cenomanense inferior y que posee amplia representación en Vizcaya, Guipúzcoa y N de Álava.

Está formado por una sucesión de facies flysch de capas duras y blandas: areniscas calcáreas, calizas arenosas, argilitas y calizas arrecifales. En su parte inferior, presenta en la zona de Vizcaya intercalaciones marinas, mientras que hacia el E acusa una disminución de fases groseras.

### ***Calizas arrecifales y pararrecifales – S<sub>12</sub>***

Forman un complejo muy potente de calizas arrecifales masivas con Rudistas, calizas pararrecifales estratificadas y formaciones oscuras calcáreo-arenosas o margo-arenosas. En la zona del anticlinal de Bilbao, las calizas se localizan hasta el Gorbea, en la parte inferior del Complejo Urgoniano.

Estas calizas tienen gran interés en la zona, puesto que es donde aparecen los criaderos de hierro de la zona de Bilbao.

### ***Margas, margas areniscosas y pudingas – S<sub>105-105/5-8</sub>***

En la zona NE, en las inmediaciones del Macizo de las Cinco Villas, no se ha podido diferenciar el Complejo Urgoniano del Supraurgoniano. La serie Albense-Aptense-Cenomanense inferior está constituida por una sola unidad, eminentemente detrítica y con gran variabilidad de potencia. Constituye una facies de borde formada por pudingas y areniscas deleznables, que pasan a argilitas y margas areniscosas al techo.

### ***Argilitas – S<sub>10</sub>***

Esta potente formación argilítica representa un cambio lateral de facies dentro del Complejo Urgoniano vasco-navarro. En la región de Lemona, los niveles superiores de la formación argilítico-arenosa son reemplazados por las calizas de la Sierra de Aramotz. En la zona NE de Vizcaya también se encuentran con cierto desarrollo las facies argilítico-areniscosas de Bilbao.

Son frecuentes los cambios laterales de facies: calizas arrecifales que pasan a calizas pararrecifales y argilitas. En la Sierra de Aralar se presenta un ejemplo típico de las frecuentes indentaciones entre calizas y argilitas.

### ***Areniscas – S<sub>8</sub>***

En la zona del anticlinal de Bilbao, y bajo el conjunto argilítico, aflora un conjunto predominantemente areníscoso que presenta intercalaciones arenosas y margo-arenosas, tomando a veces aspecto flyschoides.

Esta formación pertenece al Complejo Urgoniano vasco. (Aptense-Albense inferior).

### ***Areniscas y margas – S<sub>8-105</sub>***

Esta unidad aflora extensamente al S de Bilbao. Está constituida por areniscas y margas con potentes capas arcillosas negras y representa la facies wealdense del ángulo NO de la Hoja.

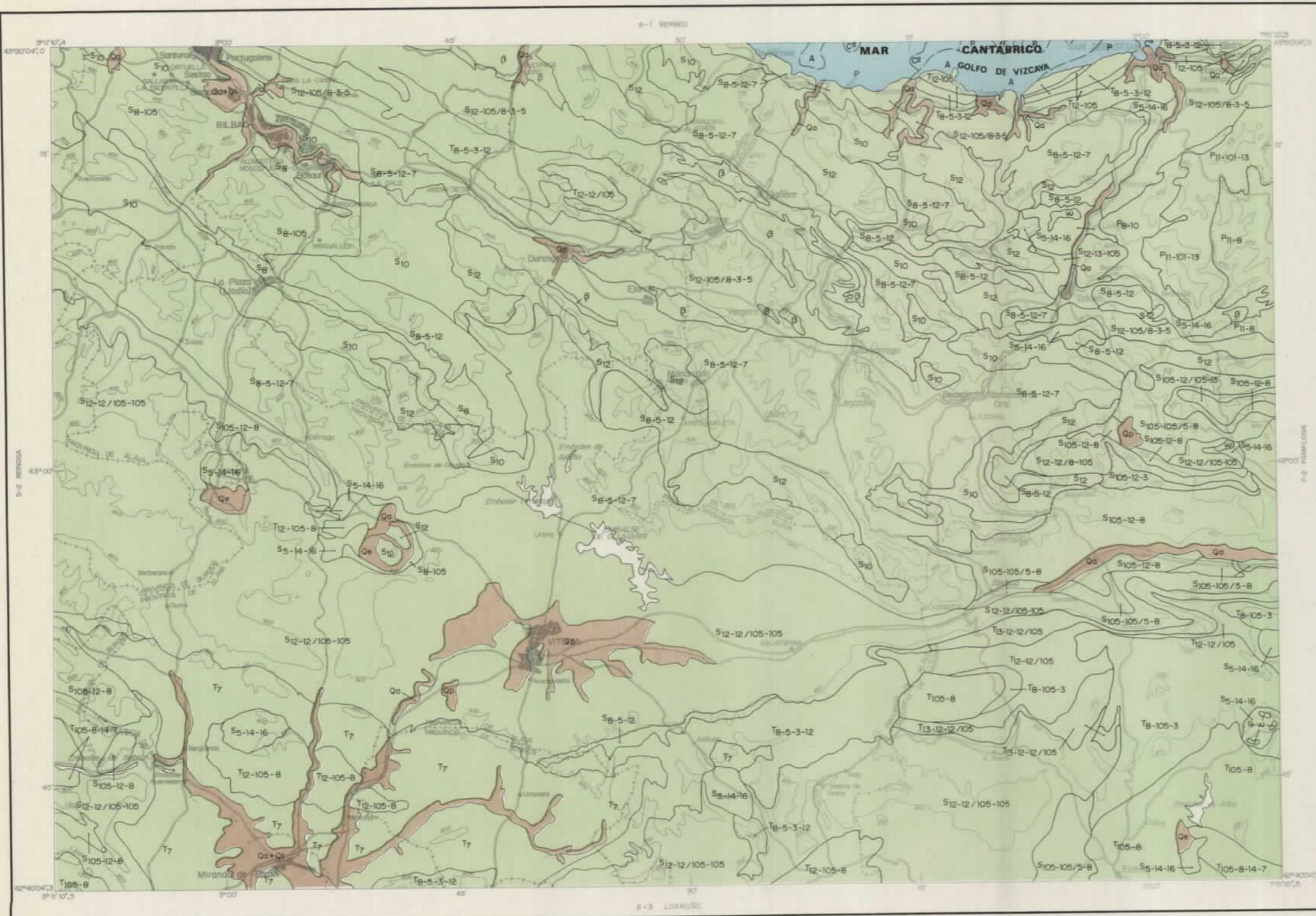
### ***Areniscas, arcillas y calizas – S<sub>8-5-12</sub>***

Corresponde estratigráficamente al mismo nivel que la unidad anteriormente descrita y geográficamente se sitúa a continuación de dicha unidad, hasta Peña Gorbea.

<b>REGION</b>	<b>AREA</b>	<b>FICHA DE CARACTERISTICAS LITOLOGICAS</b>
I	I <sub>1</sub>	Se incluyen en ella un amplio conjunto de materiales antiguos, fundamentalmente detríticos, entre los que predominan los esquistos, areniscas, argilitas, grauwacas, dolomías, mármoles, cuarcitas y pudingas.
	II <sub>1</sub>	Se incluyen en esta Area los sedimentos triásicos formados por arcillas abigarradas, yesos y depósitos salinos con abundantes Jacintos de Compostela.
II	II <sub>2</sub>	Se incluyen en esta Area todos los depósitos calco-margosos del Mesozoico, entre las que predominan las calizas, calizas margosas y margas.
	II <sub>3</sub>	Pertenecen a esta Area los materiales detríticos mesozoicos, entre los que predominan las areniscas, argilitas y conglomerados con otros niveles terrígenos.
	III <sub>1</sub>	Se incluyen en esta Area los depósitos calco-margosos de edad terciaria, entre los que predominan las calizas, dolomías, calizas margosas y margas.
III	III <sub>2</sub>	Pertenecen a esta Area los materiales detríticos de edad terciaria entre los que predominan los conglomerados, pudingas, areniscas, arenas, llimos y arcillas.
IV	IV <sub>1</sub>	Se incluyen en esta Area los depósitos detríticos ligados a cauces de agua, así como los depósitos cuaternarios potentes de diversa génesis, entre los que predominan las arcillas, arenas, margas, gravas y conglomerados.
V	V <sub>1</sub>	Se incluyen en esta Area una serie de rocas ígneas volcánicas y subvolcánicas, entre las que predominan las ofitas, basaltos, traquitas y cineritas.



## MAPA DE FORMACIONES SUPERFICIALES Y SUSTRATO



Escala: 1:400 000

## FORMACIONES SUPERFICIALES

**Qa** Arcillas y arcillas limosas con intercalaciones de lentejones de arenas y gravas (Depósitos aluviales)

**Qa + Qt** Arcillas, limos y gravas (Depósitos aluviales y terrazas)

**Qp** Arenas y arcillas con cantos de naturaleza variable (Cuaternario poligénico)

**Qe** Arcillas y margas con presencia de sulfatos (Suelos eluviales de alteración)

## SUSTRATO

T12-105-8	Calizas, margas, rañas y areniscas
T7	Conglomerados
T105-8	Margas, areniscas y conglomerados
T105-8-14-7	Margas, areniscas, yesos y conglomerados
T8-105-3	Calizas detríticas, areniscas, margas y arenas
T12-12/105	Calizas, calizas margosas, margas y arenas
T8-5-3-12	Areniscas, arenas, arcillas y calizas
T13-12-12/105	Dolomías, calizas y calizas margosas
T12-105	Calizas arrecifales
S12-105/8-3-5	Calizas, margas, areniscas, arenas y arcillas
S12-12/105-105	Calizas, calizas margosas y margas
S105-12-8	Materiales detríticos
S8-5-12-7	Areniscas, arcillas, calizas y conglomerados
S12	Calizas arrecifales y pararrecifales
S105-105/5-8	Margas, margas areniscosas y pudingas
S10	Argilitas
S8	Areniscas
S8-105	Areniscas y margas
S8-5-12	Areniscas, arcillas y calizas
S105-12-3	Margas, margas arenosas, calizas y arenas
S12-12/8-105	Calizas, calizas areniscosas y margas
S105-12/105-13	Margas, calizas margosas, carnicias, dolomías y mármoles
S5-14-16	Arcillas iridisadas, yesos y sal gema
P8-10	Areniscas y argilitas
P11-8	Esquistos, areniscas y mármoles
P11-101-13	Esquistos, grauwacas y dolomías
B-W	Rocas ígneas

## FONDOS MARINOS

P	Piedra
F	Fango
A	Arena
C'	Cascojo

Los sedimentos arcillosos, a menudo piritosos, presentan a veces intercalaciones calcáreas fétidas, bancos arenosos y eventualmente yesos.

En la Sierra de Aralar predomina la facies arcillosa, aunque son frecuentes las calizas areniscosas, arcillosas o micáceas.

#### ***Margas, margas arenosas, calizas, arenas y calizas margosas – S<sub>105-12-3</sub>***

Al Sur de la Sierra de Aralar, la facies wealdense puede incluir los últimos estadios del Jurásico y llegar hasta la base del Aptense.

Está constituida por materiales de litología muy variada entre los que predominan las margas y arcillas, con calizas areniscosas y a veces micáceas.

#### ***Calizas, calizas areniscosas y margas – S<sub>12-12-8-105</sub>***

El núcleo del anticlinal de Aralar está formado por una serie calcárea jurásica en la que se han podido diferenciar varios núcleos: calizas bien estratificadas, calizas margosas, areniscas, calizas gris-azuladas alternando con dolomías, calizas arenosas y dolomías arenosas. La potencia de estos sedimentos es de 120-150 m.

#### ***Margas, calizas margosas, carniolas, dolomías y mármoles – S<sub>105-12/105-13</sub>***

Estos materiales representan los sedimentos liásicos depositados en el borde del Macizo de las Cinco Villas. Comienza la serie con unas calizas dolomíticas y carniolas superpuestas al Keuper, con una potencia de 20-30 m. A estos niveles se superpone una serie dolomítica. En el Lías medio y superior se han diferenciado varios niveles: 10 m de calizas gris azuladas, 25 m de margocalizas, 50 m de margas esquistosas y finalmente un nivel de margocalizas. Esta serie se puede observar también en la Sierra de Aralar.

#### ***Arcillas irisadas, yesos y sal gema – S<sub>5-14-16</sub>***

Estos materiales representan los sedimentos triásicos del Keuper. Presentan su facies típica de arcillas abigarradas rojas, grises y verdes, a veces yesíferas y en otras ocasiones salinas, conteniendo a menudo Jacintos de Compostela. Suelen aparecer asociadas a carniolas y masas de ofitas.

#### ***Areniscas y argilitas – P<sub>8-10</sub>***

Esta formación aflora en el borde occidental del Macizo de las Cinco Villas, al NE de la Hoja. Está constituida por areniscas con estratificación cruzada, pudingas poligénicas y capas arcillo-arenosas, todo ello de color rojizo.

#### ***Esquistos, areniscas y mármol – P<sub>11-8</sub>***

Estos materiales, pertenecientes al Carbonífero, afloran en el Macizo de las Cinco Villas. Están constituidos por argilitas y esquistos grises que esporádicamente incluyen calizas masivas marmóreas, dolomías, areniscas micáceas y pudingas.

### ***Esquistos, grauwacas y dolomías – P11-101-13***

En el Macizo de las Cinco Villas aparecen tramos cuya datación estratigráfica se desconoce y que se incluyen ampliamente en el Paleozoico. Están constituidos por esquistos, grauwacas, dolomías, mármoles, areniscas, cuarcitas y pudingas y presentan una potencia considerable.

### ***Rocas ígneas – ω, β***

En el sinclinalio de Vizcaya afloran rocas eruptivas encajadas principalmente en el Cretácico superior. Fundamentalmente se trata de masas basálticas espilíticas y andesíticas. También en la Hoja abundan los afloramientos de ofitas, en masas irregulares dentro de las margas del Keuper y en la aureola triásica del Macizo de las Cinco Villas.

## **2.5. CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS**

En este apartado se analizan los principales rasgos morfológicos en función de su repercusión sobre las condiciones constructivas de cada tipo de terreno.

Además de las características topográficas, se estudian también las características y comportamiento de las distintas unidades litológicas ante las condiciones ambientales y ante la acción del hombre. Se completa el estudio con un mapa y una ficha resumen de las características geomorfológicas más interesantes de cada Área.

### **Área I<sub>1</sub>**

Presenta una morfología abrupta, con pendientes del 15 al 30 por ciento, y solamente en el valle del río Urumea se considera su topografía intermedia, con pendientes inferiores al 15 por ciento. Las cotas más altas de esta Área se sitúan en su parte meridional, donde se superan los 1.000 m de altitud.

Por lo general es una zona estable en condiciones naturales, aunque la presencia de tramos pizarrosos hace prever la posibilidad de deslizamientos y movimientos del terreno en caso de realización de excavaciones importantes. Ha de tenerse en cuenta en estos casos la situación de los planos de pizarrosidad respecto a la excavación.

### **Área II<sub>1</sub>**

La topografía de esta Área es intermedia, con pendientes suaves y condicionada por la morfología de los materiales circundantes. Pueden observarse fenómenos de acarcavamiento en las formaciones margo-arcillosas.

La Área se considera como inestable debido a la presencia de yesos en su litología. Pueden presentarse fenómenos de disolución.

### **Área II<sub>2</sub>**

La Área presenta una topografía muy variada. En la zona de Vitoria se observan pendientes inferiores al 7 por ciento, dando una morfología prácticamente plana. En el

borde inferior de la Hoja presenta topografías intermedias, con pendientes del 7 al 15 por ciento. En la zona de Alsasua, la zona es abrupta, con pendientes considerables. Finalmente en la Sierra de Aralar, Sierra Salvada y Sierra de Santiago, la Área constituye zonas netamente montañosas.

La Área se considera estable en general y solamente los tramos margosos pueden verse afectados por la acción erosiva del agua que puede provocar localmente pequeños descalces.

### **Área II<sub>3</sub>**

La Área en general presenta una morfología abrupta con pendientes superiores al 15 por ciento. Solamente en los Montes de Ganecogorta, Peña Gorbea y Montes de Iturbietá superan sus pendientes el 30 por ciento, considerándose por tanto como zonas montañosas.

La Área presenta condiciones de estabilidad favorables, exceptuando los tramos de argilitas en los que excavaciones de fuertes taludes pueden facilitar deslizamientos de unidades pizarrosas a favor de la estratificación y pizarrosidad.

### **Área III<sub>1</sub>**

La topografía de esta Área es abrupta, con pendientes que superan el 15 por ciento. En los Montes de Vitoria y zona de borde de Sierra de Urbasa y Sierra de Andía, las pendientes superan el 30 por ciento, constituyendo zonas montañosas. Por otra parte, en la zona de Miranda de Ebro la topografía es suave, con pendientes inferiores al 15 por ciento.

La Área se considera estable en las zonas fundamentalmente calcáreas, aunque en los tramos margosos y margo-yesíferos la acción del hombre (excavaciones, etc.) puede provocar deslizamientos de ladera y desprendimientos.

### **Área III<sub>2</sub>**

La Área presenta una morfología intermedia, con pendientes del 7 al 15 por ciento en la zona costera y vizcaina; en los afloramientos de la mitad S de la Hoja presenta tramos con topografía más acusada, principalmente en los Montes de Vitoria y de Iturbietá.

La Área se considera estable, tanto en condiciones naturales como bajo la acción humana.

### **Área IV<sub>1</sub>**

La Área presenta una morfología de formas llanas o suavemente alomadas, con pendientes inferiores al 7 por ciento. Los depósitos aluviales y de terrazas se consideran como estables y solamente podrán producirse fenómenos de inestabilidad en el caso de que se socave el material subyacente. Los depósitos cuaternarios poligénicos, dada su heterogeneidad litológica y estructural, pueden presentar fenómenos de estabilidad al realizar sobre ellos obras humanas de distinta índole.

<b>REGION</b>	<b>AREA</b>	<b>FICHA DE CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS</b>
I	I <sub>1</sub>	Presenta una morfología abrupta, con pendientes del 15 al 30 por ciento. La Area es estable excepto cuando los taludes coincidan con la dirección de estratificación o pizarrosidad.
	II <sub>1</sub>	La topografía va unida a la naturaleza de los materiales circundantes. La Area se considera inestable, con presencia de yesos y fenómenos de acaravamiento.
II	II <sub>2</sub>	Presenta topografías muy variadas, con pendientes que oscilan entre 5 y 50 por ciento. La Area es estable en general, con posibles descalces en los tramos margosos.
	II <sub>3</sub>	La morfología es abrupta, con pendientes superiores al 15 por ciento. La Area es estable, aunque pueden presentarse deslizamientos en los tramos de argilitas.
III	III <sub>1</sub>	Presenta topografías abruptas y montañosas con pendientes superiores al 15 por ciento. La Area se considera estable en las zonas calcáreas con posibles inestabilidades de los tramos margosos.
III	III <sub>2</sub>	Su morfología es intermedia, con pendientes que superan el 7 por ciento. La Area se considera estable, tanto en condiciones naturales como bajo la acción del hombre.
IV	IV <sub>1</sub>	Presenta una morfología de formas llanas o suavemente alomadas. La Area es estable, exceptuando los depósitos cuaternarios poligénicos que pueden presentar problemas ante la acción del hombre.
V	V <sub>1</sub>	Su topografía va condicionada por la naturaleza de la roca encajante. La Area es estable siempre que las rocas estén sin alterar; la alteración de ofitas puede presentar problemas.

## CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS



## SÍMBOLOLOGIA

## FENOMENOS GEOLOGICOS ENDOGENOS

- Falla
- ▲ Cabalgamiento

- ↑ Anticinal
- ↓ Sinclinal

## FENOMENOS GEOLOGICOS EXOGENOS

- M Formas de relieve muy acusadas
- Λ Formas de relieve acusadas
- ~~~~ Formas de relieve alomadas
- Topografía llana
- Desprendimientos
- Abarreadamientos
- Deslizamientos en potencia a favor de la esquistosidad
- Fenómenos cársticos
- ||||| Taludes naturales muy escarpados
- ⊗

## INTERPRETACION DEL MAPA TOPOGRAFICO

- P Zonas planas, pendiente del 0 al 7 por ciento
- I Zonas intermedias, pendiente del 7 al 15 por ciento
- A Zonas abruptas, pendiente del 15 al 30 por ciento
- M Zonas montañosas, pendiente superior al 30 por ciento
- Límite de separación de zonas
- Curvas batimétricas

## SEPARACION DE ZONAS SEGUN SU GRADO DE ESTABILIDAD

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

## DIVISION ZONAL

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

## **Área V<sub>1</sub>**

Los afloramientos de rocas ígneas presentan una morfología condicionada por la naturaleza de los materiales que las circundan. Así las formaciones basálticas del N de la Hoja, encajadas entre materiales calcáreos cretácicos, constituyen una topografía intermedia a abrupta, propia de dichos materiales calcáreos. 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 puede dar lugar a una formación con problemas de estabilidad.

### **2.6. CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS**

Los recursos hidráulicos condicionan en gran medida toda la localización de la actividad humana, por lo que el conocimiento y evaluación de los existentes y la posibilidad de su incremento es del todo necesario para una eficaz programación del desarrollo.

Cuatro elementos fundamentales pueden considerarse en el uso de este elemento:

- a) Consumo humano
- b) Consumo industrial
- c) Producción de energía
- d) Regadíos

El coste de obtención de los necesarios caudales de agua pueden ser de muy diversa cuantía según sea el uso a que estén destinados. El agua para consumo humano puede resultar económica a precios que no podría soportar la agricultura ni la industria, por lo que es necesario que su adecuada distribución se analice convenientemente.

#### ***Aguas fluviales***

Los terrenos de la Hoja de estudio pertenecen a dos cuencas hidrográficas: Cuenca del Norte de España y Cuenca del Ebro.

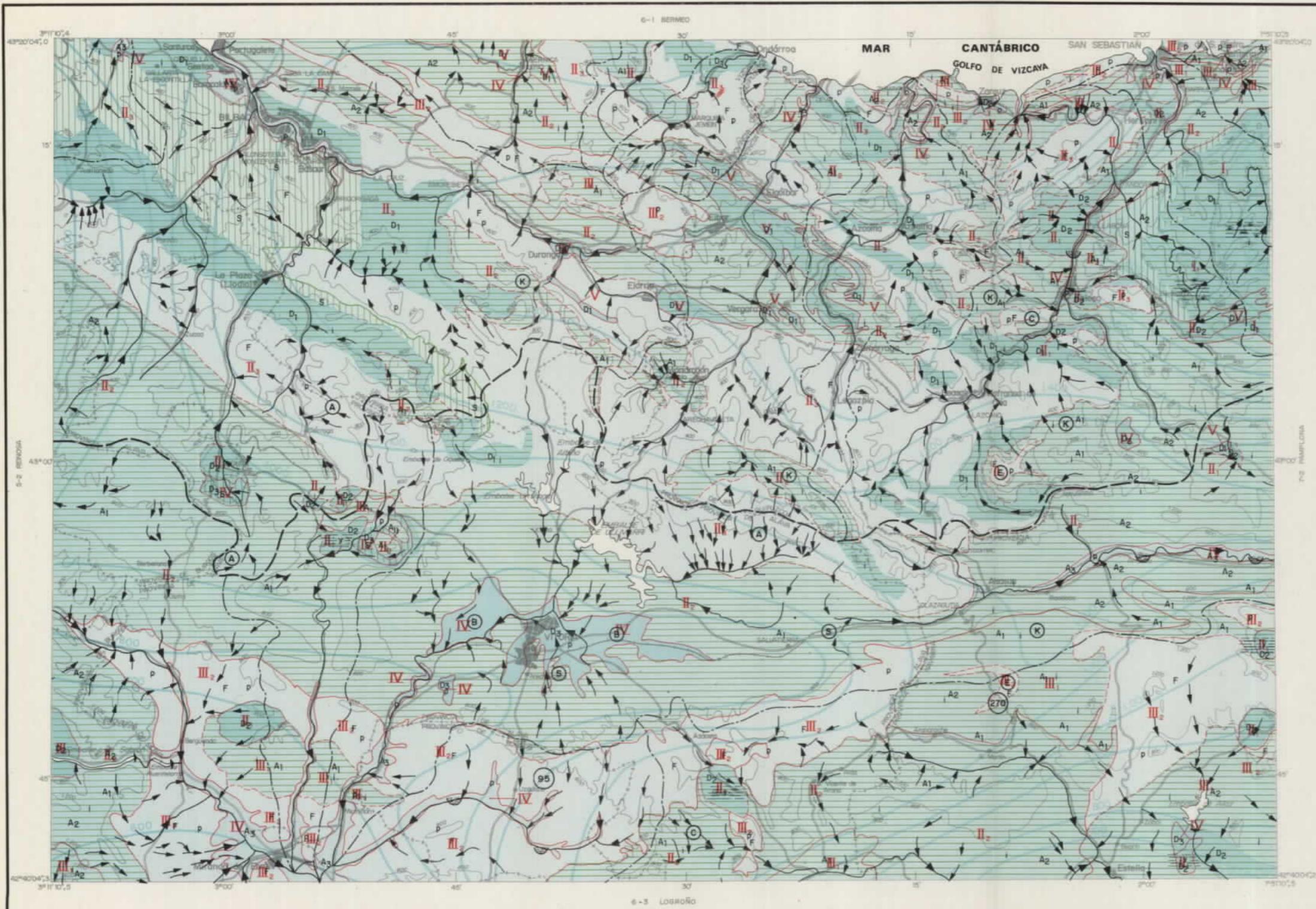
En la zona correspondiente a la Cuenca del Norte de España los principales ríos que aparecen son el Oyarzun (102), Urumea (103), Oria (104), Urola (105), Deva (106), Artibay (107), Oca (108) y Nervión (110), con sus correspondientes afluentes. La cuenca de mayor superficie es la del río Nervión, con 1.764 km<sup>2</sup>, y la de mayores precipitaciones la cuenca de Urumea, con 2.106 mm.

Dentro de los terrenos pertenecientes a la cuenca del Ebro, aparece en la Hoja el propio río Ebro (901); y entre sus afluentes destacan los ríos Ega (90121), Zadorra (90115), Bayas (90113) y Omecillo (90111). La cuenca de mayor superficie es la del río Ega, con 1.461 km<sup>2</sup>, y la de mayores precipitaciones, la cuenca del Zadorra con 888 mm.

Los principales embalses pertenecientes a la cuenca del N de España son el Embalse de Udana (11,5 hm<sup>3</sup>) en el río Udana, afluente del Urola; el Embalse de Urculu (11,0 hm<sup>3</sup>) en el río Urculu, afluente del río Oñate; el Embalse de Undurraga (3,8 hm<sup>3</sup>) en el río Arratia, afluente del río Ibaizabal; y los Embalses de El Regato y Corceta en las proximidades de Bilbao.

En la cuenca del Ebro los embalses tienen mayor capacidad e importancia; entre ellos destacan el Embalse de Alloz (84,3 hm<sup>3</sup>) en el río Salado, afluente del río Arga; Embalse de Ullívarri (138,9 hm<sup>3</sup>) en el río Zadorra; Embalse de Albiña (5,5 hm<sup>3</sup>) en el

<b>REGION</b>	<b>AREA</b>	<b>FICHA DE CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS</b>
I	I <sub>1</sub>	Los materiales de esta Area son impermeables en general y sus tramos detríticos semipermeables. Drenaje deficiente, favorecido por la filtración en los tramos detríticos.
	II <sub>1</sub>	Sus materiales son impermeables; sus fracturas aparecen totalmente colmatadas. Drenaje deficiente, con presencia de aguas selenitosas.
II	II <sub>2</sub>	Sus materiales son impermeables, con una cierta permeabilidad por fracturación. Drenaje aceptable en los tramos calcáreos con posible carstificación; drenaje deficiente en los tramos margosos.
	II <sub>3</sub>	Sus materiales son permeables o semipermeables en función del contenido de finos. Drenaje favorable por filtración, favorecido por una activa escorrentía superficial.
	III <sub>1</sub>	Sus materiales son impermeables en su mayor parte. Drenaje aceptable; en las formaciones calcáreas, el drenaje superficial se ve favorecido por fisuración y posible carstificación de la roca.
III	III <sub>2</sub>	Sus materiales son permeables. Drenaje favorable debido a la activa escorrentía superficial y filtración de agua a través de sus materiales.
IV	IV <sub>1</sub>	Los aluviales y terrazas son permeables, pero presentan un nivel freático sub-superficial. Drenaje aceptable. Los suelos eluviales y poligénicos son impermeables y presentan un drenaje deficiente.
V	V <sub>1</sub>	Sus materiales son impermeables y presentan un drenaje deficiente. Sus condiciones hidrológicas van condicionadas por las de las rocas encajantes.



SÍMBOLOGIA			
HIDROLOGIA SUPERFICIAL	HIDROLOGIA SUBTERRANEA	FACTORES HIDROLOGICOS	VARIOS
— Límite de cuenca hidrográfica	(E) Materiales granulares con acuíferos de elevada transmisividad	— Presencia de aguas seleníticas	— Límite de separación de Regiones
— Límite de subcuenca hidrográfica	(B) Materiales granulares con acuíferos de media a baja transmisividad	— Vaguadas con revestimientos impermeables y con drenaje deficiente	— Límite de separación de Areas
→ Red de drenaje	(K) Materiales fisurados o carstificados con acuíferos de elevada transmisividad	— Materias antiguas impermeables	I Designación de una Área
↔ Dirección de escorrentía	(A) Acuíferos aislados en distintas litologías		

## CONDICIONES DE DRENAJE

- [N] Zonas de drenaje nulo
  - [D1/D2/D3] Zonas con drenaje deficiente
    - D1 Drenadas por escorrentía poco activa
    - D2 Presencia de aguas seleníticas y posibles encharcamientos
    - D3 Drenadas parcialmente por filtración
  - [A1/A2/A3] Zonas con drenaje aceptable
    - A1 Drenadas por fisuración de la roca; posible carstificación local; escorrentía superficial activa
    - A2 Drenadas parcialmente por filtración; escorrentía superficial activa
    - A3 Drenadas parcialmente por filtración; escorrentía superficial poco activa
  - [F] Zonas con drenaje favorable
- Límite de separación de zonas
- Isoyetas

## PERMEABILIDAD DE LOS MATERIALES

- [P] Materiales permeables
  - [S] Materiales semipermeables
  - [I] Materiales impermeables
- Límite de separación de los distintos materiales

## DIVISION ZONAL

- Límite de separación de Regiones
- Límite de separación de Areas
- I Designación de una Área

río Albiño, afluente del Santa Engracia, el Embalse de Urrunaga ( $67,7 \text{ hm}^3$ ) en el río Urquiola, afluente del Zadorra, el Embalse de Bayas ( $95,0 \text{ hm}^3$ ) sobre el río Bayas, afluente del Zadorra y finalmente sobre el río Ebro el Embalse de Sobrón ( $20,1 \text{ hm}^3$ ).

### ***Aguas subterráneas***

La abundancia de formaciones calcáreas masivas en la zona de estudio explica la existencia de numerosos acuíferos subterráneos que ofrecen grandes posibilidades de explotación.

Sin embargo el elevado índice de precipitaciones en la zona ha inducido al total aprovechamiento de las aguas superficiales, sin por esto despreciar ni olvidar las posibilidades que encierran las aguas subterráneas.

En la mitad N de la Hoja se observa la presencia de acuíferos aislados, mientras que en la mitad S aparecen sistemas en los que predominan los acuíferos en formaciones permeables por fisuración; en esta zona aparecen recargas naturales que llegan a alcanzar  $270 \text{ hm}^3/\text{año}$ .

A continuación se van a estudiar las características hidrológicas de cada Área en relación con las condiciones constructivas de los diferentes terrenos.

Se completa el capítulo con un mapa y una ficha en la que se hacen constar las características hidrológicas más interesantes de cada unidad de clasificación.

### **Área I<sub>1</sub>**

Los materiales se consideran como impermeables en general; solamente los tramos detríticos puros son semipermeables. Sus tramos pizarrosos presentan un drenaje deficiente, con una escorrentía superficial poco activa; los tramos detríticos tienen un drenaje mayor, favorecido por la filtración de aguas superficiales.

### **Área II<sub>1</sub>**

Sus materiales se consideran como impermeables. A pesar de su elevado grado de tectonicidad, la naturaleza margo-arcillosa de la Área hace que se colmatten todas las fracturas, resultando el conjunto totalmente impermeable.

La Área aparece deficientemente drenada en superficie por escorrentía poco activa, con presencia de aguas selenitas y posibles encharcamientos.

### **Área II<sub>2</sub>**

Sus materiales se consideran como impermeables; solamente los tramos constituidos por calizas únicamente pueden presentar una cierta permeabilidad por fracturación.

La Área presenta un drenaje aceptable en sus tramos calcáreos por fisuración de la roca, pudiéndose desarrollar una carstificación local en las calizas masivas. Los tramos margosos presentan un drenaje deficiente en muchos casos, solamente favorecido por la escorrentía superficial.

### **Área II<sub>3</sub>**

Los materiales detríticos que constituyen esta Área se consideran como permeables o semipermeables, en función del contenido en fracciones finas. Asimismo presentan un drenaje favorable por filtración, favorecido en muchos casos por una activa escorrentía superficial.

### **Área III<sub>1</sub>**

Los materiales que constituyen esta Área son en su mayor parte impermeables debido a la fracción margosa que predomina en ellos.

En líneas generales la Área presenta un drenaje aceptable; en las formaciones calcáreas, el drenaje superficial se ve favorecido por una fisuración de la roca y posible carbonatación local, mientras que en los materiales margosos, su drenaje se debe a una activa escorrentía superficial.

### **Área III<sub>2</sub>**

Los materiales detríticos que constituyen esta Área son totalmente permeables.

La Área presenta un drenaje favorable debido a la activa escorrentía superficial y filtración de agua a través de sus materiales.

### **Área IV<sub>1</sub>**

Los aluviales y terrazas se consideran como permeables en lo que respecta a su litología, predominando en ella la fracción arenolímosa. Sin embargo, debido a la presencia de un nivel freático subsuperficial, es frecuente la presencia de tramos encharcados dentro de los depósitos aluviales, a lo que ayuda la escasa pendiente topográfica de los terrenos afectados.

El drenaje de los depósitos aluviales y terrazas se considera aceptable, con un drenaje parcial por filtración y escorrentía poco activa.

Los suelos eluviales y poligénicos presentan peores condiciones de permeabilidad y drenaje deficiente.

### **Área V<sub>1</sub>**

Las rocas ígneas extrusivas que constituyen la Área presentan un drenaje deficiente y se consideran como impermeables.

En el caso de las ofitas, sus condiciones de drenaje aparecen vinculadas a las margas del Keuper a las que aparecen asociadas. Los basaltos presentan una escorrentía superficial más activa.

## **2.7. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS**

En este apartado se analizan las principales características geotécnicas de la Hoja, entendiéndose bajo esta acepción todas aquellas que están relacionadas con la mecánica

del suelo y con su comportamiento posterior ante los diversos esfuerzos a que pueda el hombre someterlos.

Este análisis se centrará de modo especial en los aspectos de estabilidad y capacidad de carga, indicando al mismo tiempo todos aquellos factores que de forma directa o indirecta influyen sobre su óptima utilización como base de sustentación para cualquier tipo de obra. Finalmente se expondrán las características sismorresistentes de la Hoja, según la norma sismorresiste P.G., S-1 Parte A.

Los datos geotécnicos que se citan a continuación deberán considerarse como datos geotécnicos cualitativos, ya que a pesar de los numerosos ensayos realizados sobre materiales de esta Hoja el resultado de los mismos tiene un valor puntual, por lo que no se ha creido conveniente cuantificar estos valores para toda una Área.

Además debe resaltarse el hecho de que gran parte de los ensayos mencionados anteriormente se han realizado sobre muestras de suelos, en tanto que las características geotécnicas que se presentan a continuación se refieren en todas las zonas exceptuando la Área IV<sub>1</sub>, al sustrato rocoso.

El apartado se completará con un mapa y una ficha resumen en la que se incluirán las características geotécnicas propiamente dichas de cada unidad de clasificación de segundo orden.

### **Área I<sub>1</sub>**

Los materiales que forman la Área tienen una capacidad de carga alta e inexistencia de asientos, siempre que la roca esté sana.

Sin embargo, debe tenerse en cuenta que la capacidad de carga de las formaciones pizarrosas va en función de la orientación de la carga respecto a la pizarrosidad.

### **Área II<sub>1</sub>**

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

Estos materiales pueden presentar asientos de magnitud media, siempre en función del porcentaje y naturaleza de sus componentes arcillosos y yesíferos.

### **Área II<sub>2</sub>**

Los materiales que forman la Área tienen una capacidad de carga media, aunque los tramos constituidos únicamente por calizas presentan una capacidad de carga alta.

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

### **Área II<sub>3</sub>**

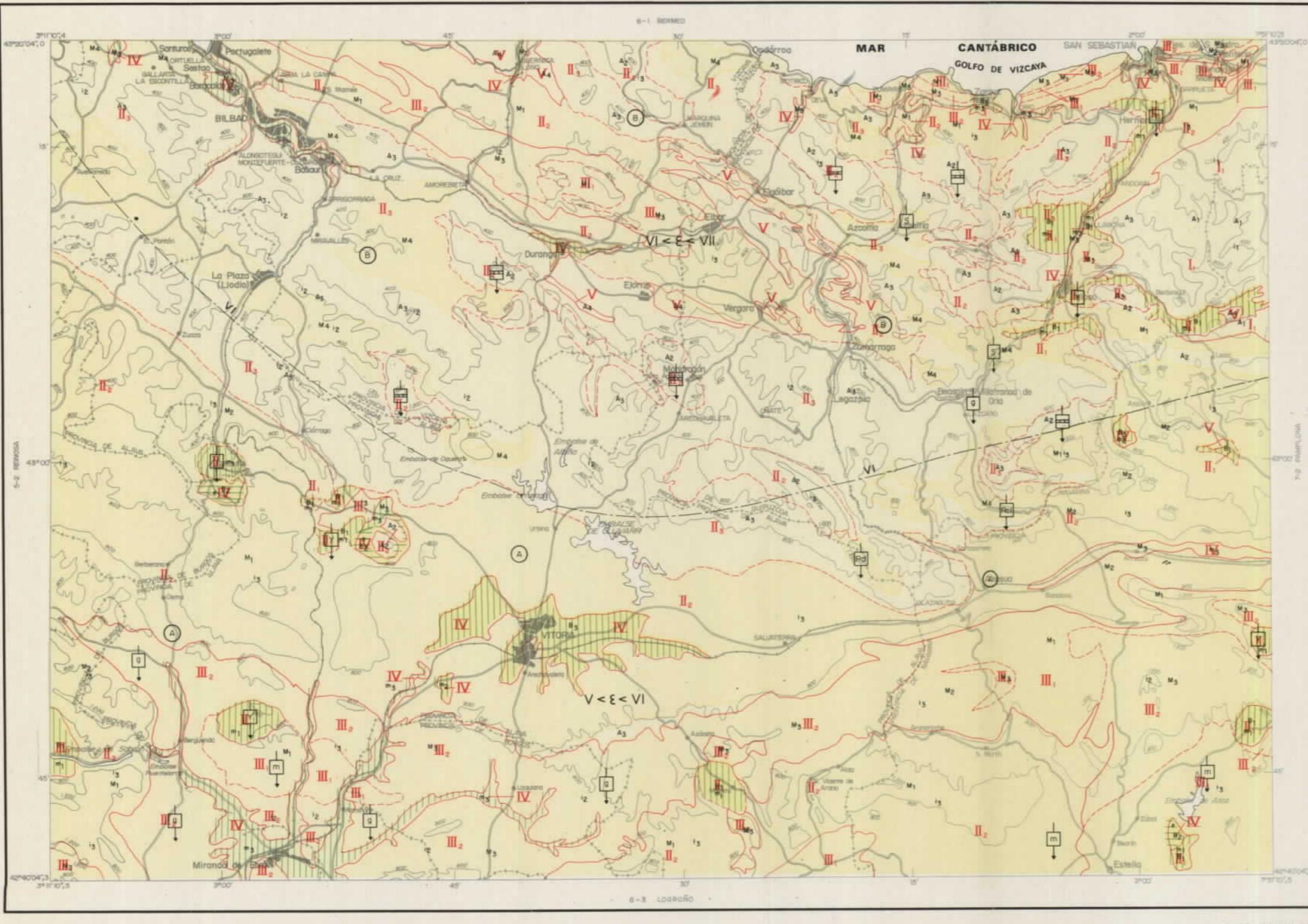
Los materiales que constituyen esta Área presentan una capacidad de carga alta. Sin embargo las formaciones argilíticas, con posibilidad de alteración, tienen una capacidad de carga menor, que puede definirse como de magnitud media.

No es previsible la presencia de asientos de cierta magnitud en estos materiales.

<b>REGION</b>	<b>AREA</b>	<b>FICHA DE CARACTERISTICAS GEOTECNICAS</b>
I	I <sub>1</sub>	Sus materiales tienen una capacidad de carga alta e inexistencia de asientos, siempre que la roca esté sin alterar.
II	II <sub>1</sub>	Sus materiales tienen una capacidad de carga baja, observándose la presencia de sulfatos y aguas selenitas. Posibles asientos de magnitud media.
	II <sub>2</sub>	Sus materiales tienen una capacidad de carga de media a alta, no siendo previsible la presencia de asientos importantes.
	II <sub>3</sub>	Sus materiales tienen una capacidad de carga alta excepto las formaciones argilíticas cuya capacidad de carga es media. No se prevé la aparición de asientos importantes.
III	III <sub>1</sub>	Sus materiales tienen una capacidad de carga de media a alta, no presentando asientos de consideración.
	III <sub>2</sub>	Sus materiales presentan una capacidad de carga media y no son de prever asientos importantes al verse sometidos a determinadas cargas.
IV	IV <sub>1</sub>	Sus materiales presentan un comportamiento geotécnico variable. Las terrazas y aluviales tienen una capacidad de carga media, no previéndose asientos importantes. Los suelos poligénicos y eluviales tienen una capacidad de carga baja y asientos de magnitud media a alta.
V	V <sub>1</sub>	Sus materiales presentan una capacidad de carga alta, no siendo previsible la presencia de asientos importantes.



## CARACTERISTICAS GEOTECNICAS



## CAPACIDAD DE CARGA

Zonas con capacidad de carga alta

A1 Capacidad de carga en función de la orientación de la carga con respecto a la pizarrosidad  
Formaciones calcáreas

A2 Formaciones detríticas

A3 Formaciones volcánicas y sub-volcánicas

Zonas con capacidad de carga media

M1 Formaciones calcáreas

M2 Formaciones margosas

M3 Formaciones detríticas modernas

M4 Formaciones con posibilidades de alteración

Zonas con capacidad de carga baja

B1 Formaciones con presencia de sulfatos

B2 Suelos de alteración

B3 Suelos polígenicos

Zonas con capacidad de carga muy baja

Límite de separación de zonas

## ASIENTOS PREVISIBLES

Zonas con inexistencia de asientos

i1 Formaciones pizarrosas

i2 Formaciones detríticas

i3 Formaciones calco-margosas

Zonas con asientos de magnitud media

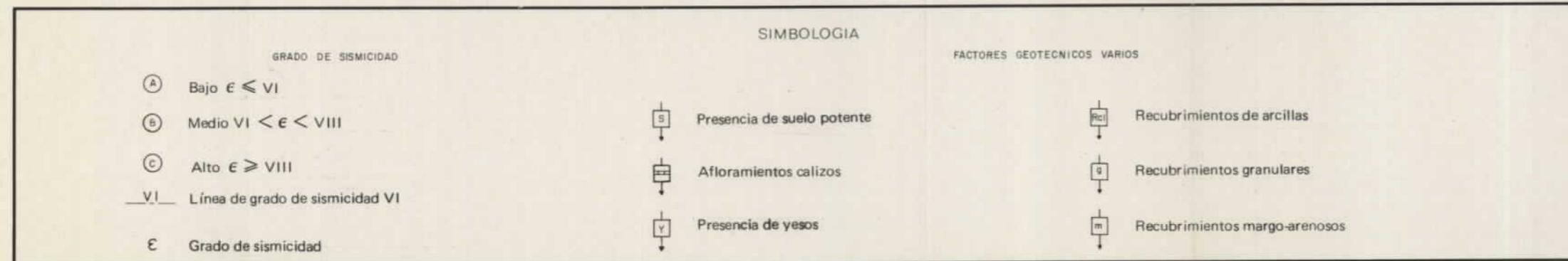
m1 Formaciones con presencia de sulfatos

m2 Formaciones sin presencia de sulfatos

m3 Aluviales

Zonas con asientos de magnitud elevada

Límite de separación de zonas



## DIVISION ZONAL

Límite de separación de Regiones



Límite de separación de Areas



Designación de una Area



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

Los materiales de esta Area presentan una capacidad de carga media, aunque en los tramos netamente calizos 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>**

Los materiales que constituyen esta Area presentan una capacidad de carga media, en función del porcentaje de materiales arcillosos y limosos.

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

### **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 los 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 magnitud media o alta.

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

Las rocas ígneas 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, procedentes de dichas rocas, se apoyan en las mismas.

## 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 ( $VI < \epsilon < VIII$ ).

Zona C de sismicidad acusada, capaz de ocasionar daños graves en las construcciones ( $\epsilon > VIII$ ).

La Hoja de Bilbao pertenece en su parte N a la Zona A, con un grado de sismicidad entre 5 y 6. A la altura de Vitoria, y en dirección E-O, corta la Hoja la línea de sismicidad VI, que limita hacia el S el resto de la Hoja, integrada ya en la Zona B.

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

El análisis de todos los datos y características estudiadas en los puntos precedentes sirve de base para dar una idea geotécnica general de la Hoja y determinar las condiciones constructivas de la misma.

Estas condiciones se presentan de forma cualitativa, indicando los tipos de problemas que pueden aparecer con más frecuencia y el por qué de estas deducciones.

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

#### **3.1. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS MUY DESFAVORABLES**

Se incluyen en esta denominación los terrenos en los que concurren problemas litológicos, hidrológicos y geotécnicos, algunos de los cuales con gran intensidad.

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

Los terrenos pertenecientes al Keuper y que constituyen la aureola del Macizo de las Cinco Villas, además de otras manchas diseminadas, se han considerado como muy desfavorables para la construcción por incidir sobre los mismos una serie de problemas de todo tipo que se analizan a continuación.

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; así mismo se deberá estudiar con detalle la naturaleza de las arcillas que constituyen el grupo.

Estos mismos materiales arcillosos dan al grupo una gran impermeabilidad, produciéndose zonas de encharcamiento y un 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.

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

Se incluyen en este apartado cinco unidades geotécnicas sobre las que concurren problemas geotécnicos de diversa índole que, si bien no impiden la realización de obras, sí la condicionan; por todo esto es aconsejable conocer estos problemas antes de la fase de construcción.

#### ***Problemas de tipo litológico***

Se incluyen en este grupo las argilitas mesozoicas que afloran en diversos puntos de la Hoja. Su acusada pizarrosidad infiere a dicha formación unas características geotécnicas variables en función del ángulo que forman los esfuerzos principales con los planos de pizarrosidad.

#### ***Problemas de tipo litológico e hidrológico***

Las zonas incluidas en este grupo están formadas por los depósitos aluviales de la Hoja.

El carácter de desfavorabilidad constructiva de los aluviales viene dado por la presencia de un nivel freático sub-superficial que mantiene muchos tramos encharcados. Los depósitos aluviales unen a su naturaleza limo-arcillosa un drenaje deficiente y elevada plasticidad.

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

Los terrenos incluidos en este grupo presentan un elevado índice de plasticidad y una posición inestable en muchos casos; a esto se une la naturaleza limo-arcillosa de algunos de ellos, todo lo cual contribuye a la clasificación de estas formaciones como desfavorables en el aspecto constructivo.

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

Las formaciones arcilloso-granulares que rodean el cauce próximo de algunos ríos presentan un nivel de agua casi coincidente con la superficie del terreno, manteniendo a éste en un estado de saturación total.

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

Se incluyen en este grupo una serie de materiales situados en el borde SO de la Hoja, impermeables y yesíferos, con una morfología ondulada. Como consecuencia, el drenaje es desfavorable en casi todas las zonas, planteando una serie de problemas de saneamiento para la eliminación rápida de los aportes acuíferos y evitar así su contacto con las formaciones yesíferas. Por otra parte, estas formaciones yesíferas dan, por una parte, aguas seleníticas, muy corrosivas frente a los aglomerantes hidráulicos ordinarios, y, por otra, una disolución de los yesos en profundidad, planteando una serie de problemas mecánicos al someterlos a carga, pues pueden ceder de una manera brusca.

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

Se incluyen en este grupo una serie de terrenos sin problemas de construcción, pero cuyas características constructivas conviene conocer con detalle para una mejor realización de las obras.

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

Se incluyen en este grupo unas formaciones de naturaleza volcánica que cuando están sanas no presentan ningún problema constructivo; sin embargo, conviene destacar su facilidad de alteración, lo que provoca la formación de una capa superficial de espesor variable y que disminuye la calidad de sus condiciones constructivas.

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

En las unidades incluidas en este grupo coinciden la alterabilidad y pizarrosidad de gran parte de sus materiales con la morfología abrupta que presentan. Gran parte de estos materiales pertenecen al Macizo de las Cinco Villas.

#### ***Problemas de tipo litológico e hidrológico***

Se incluyen en este apartado una serie de manchas calcáreas de edad terciaria que aparecen en distintos puntos de la Hoja. Presentan niveles margosos y posibilidades de carstificación en los tramos calcáreos, siendo estos los únicos problemas constructivos que puede presentar la zona.

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

Se incluyen en esta zona una serie de unidades margosas terciarias y secundarias que cubren gran parte de la Hoja. Los tramos netamente margosos presentan gran plasticidad y deleznabilidad, viéndose reforzados por las intercalaciones de niveles calizos que están presentes en todos los afloramientos.

#### *Problemas de tipo geomorfológico e hidrológico*

Los terrenos incluidos en este grupo afloran en su mayor parte en la región guipuzcoana. Se trata de unas formaciones calcáreas, con niveles margosos y detríticos, que por erosión diferencial dan localmente fuertes escarpes. Los tramos netamente calcáreos son susceptibles de carstificación.

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

Se incluyen en esta zona una serie de materiales detríticos primarios, secundarios y terciarios, con claro predominio areníscoso. Sus afloramientos aparecen fundamentalmente en la mitad oriental de la Hoja, dando lugar a fuertes escarpes y relieves morfológicos. La naturaleza margosa o pizarrosa de los niveles intercalados empeora las condiciones geotécnicas del conjunto.

#### *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 el carácter geotécnico de la unidad. Las unidades margosas presentan problemas geotécnicos debido a su plasticidad e impermeabilidad, mientras que los tramos calcáreos presentan el peligro de una posible carstificación.

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

Se incluyen en esta denominación un conjunto de terrenos que en general presentan condiciones constructivas favorables pero que puntualmente pueden presentar problemas, por lo que es conveniente conocer sus características.

#### *Problemas de tipo geomorfológico*

Estas unidades detríticas, de edad terciaria y secundaria, son de naturaleza conglomerática y areníscosa fundamentalmente. Presentan fuertes resalte topográficos y localmente dan lugar a fuertes escarpes.

#### *Problemas de tipo hidrológico*

La carstificación local en los materiales de este grupo es el único problema constructivo que puede presentar esta unidad.

#### *Problemas de tipo geomorfológico e hidrológico*

Forma este grupo un conjunto de calizas masivas, algunas de ellas arrecifales o pararrecifales, que constituyen amplios afloramientos en la parte central y septentrional de la Hoja.

Presentan problemas de carstificación y dan lugar a fuertes escarpes y resaltes morfológicos.

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

Estos terrenos presentan acusadas pendientes, pudiendo presentar problemas de estabilidad acrecentados por la presencia de niveles plásticos interestratificados.

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

Solamente se incluyen en este grupo los escasos afloramientos calco-dolomíticos de la Hoja. Presentan fenómenos de disolución superficial y carstificación con posibilidad de hundimientos en las zonas más afectadas.

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

Los escasos afloramientos que se incluyen en este grupo pertenecen en su mayor parte al cordón litoral guipuzcoano. Dan lugar a fuertes escarpes, observándose en ellos fenómenos de erosión diferencial. También aparecen problemas de estabilidad y huellas de disolución en los tramos calcáreos.

## BIBLIOGRAFIA

- Consejo Económico Sindical. **Estructura y perspectiva del desarrollo económico de varias provincias.**
- Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria. **Economía Industrial**. Números 107 y 109. Noviembre 1972 y enero 1973.
- I.G.M.E. **Mapa Geológico de España, E. 1:200.000. Hoja 12. Bilbao.**
- I.G.M.E. **Estudio Geológico de la provincia de Alava.**
- I.G.M.E. **Estudio Geológico de la provincia de Guipúzcoa.**
- Ministerio de Comercio. **Información Comercial Española**. Número 467.468. Julio-agosto 1973.
- Instituto Nacional de Estadística. **Anuario Estadístico (1973).**
- Riba, O. **Informe Geológico sobre el Terciario Continental del O de la depresión del Ebro y cuencas vecinas.** (CIEPSA) (1961).
- M.O.P. **Datos Climáticos para carreteras (1964).**
- M.O.P. **Balance Hídrico.**
- M.O.P. **Estudios Previos de terrenos.**
- Presidencia del Gobierno. **Norma Sismorresistente P.G, S-1 Parte A.**
- Presidencia del Gobierno. Comisión del Plan de Desarrollo Económico y Social. **Recursos Hidráulicos.**
- Servicio Meteorológico Nacional. **Datos climáticos de diversos observatorios.**