

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

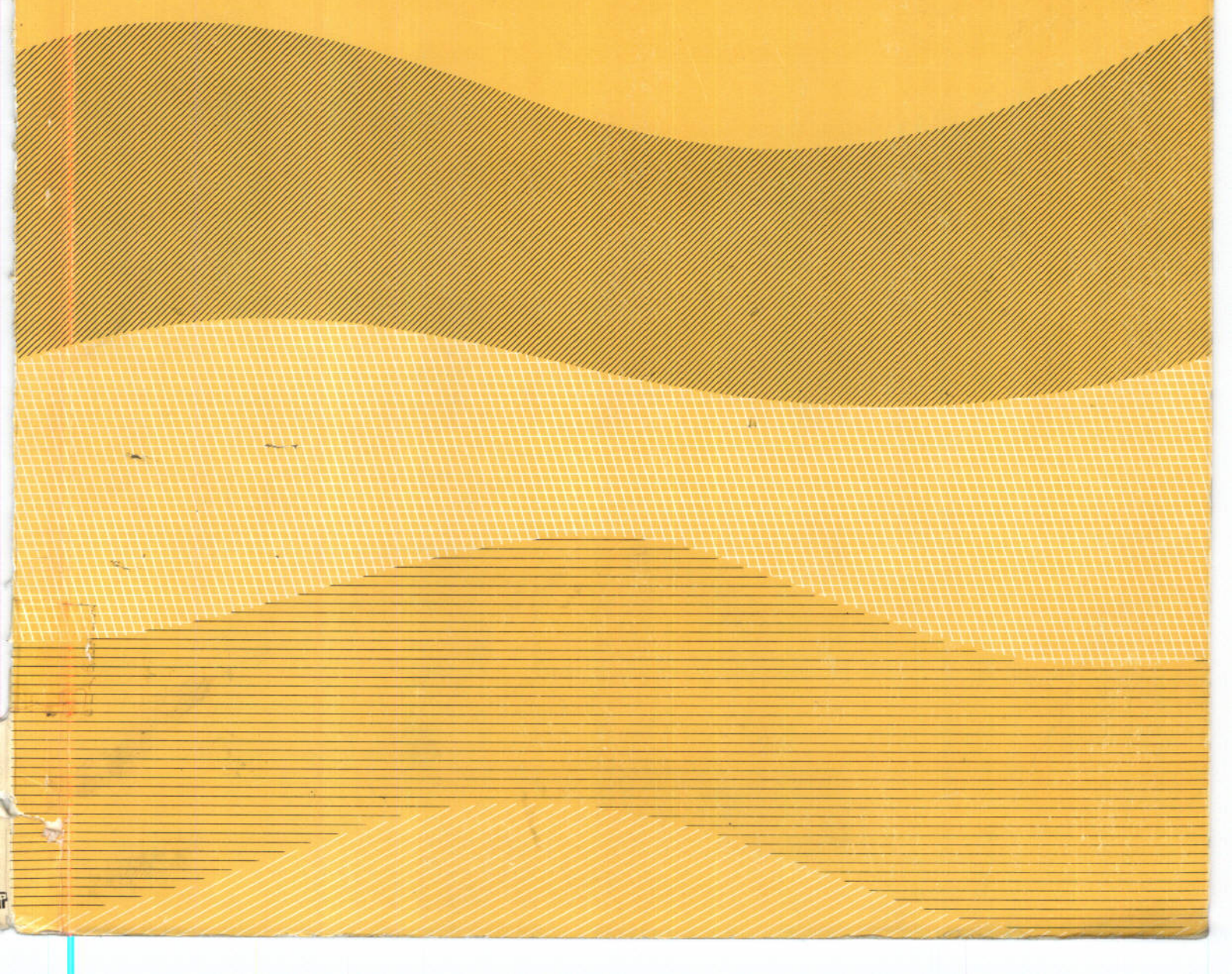
# MAPA DE ROCAS INDUSTRIALES

Escala 1:200.000

00327

## BERMEO-BILBAO

HOJA Y	5-12
MEMORIA	6/1-6/2





INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA DE ROCAS INDUSTRIALES

E. 1:200.000

# BERMEO-BILBAO

HOJA Y	5-12
MEMORIA	6/1-6/2

SERVICIO DE PUBLICACIONES  
MINISTERIO DE INDUSTRIA

el presente  
estudio  
ha sido realizado  
por  
ENADIMSA,  
en  
régimen de contratación  
con el  
Instituto Geológico y Minero  
de España

Servicio de Publicaciones -- Claudio Coello 44 -- Madrid-1

Depósito Legal M. 10253 -- 1974

---

Reproducción ADOSA -- Martín Martínez. 11 -- Madrid-2

## INDICE

	Página
0. RESUMEN . . . . .	1
1. INTRODUCCION . . . . .	3
1.1 Antecedentes y Objetivos . . . . .	3
1.2 Situación y Climatología . . . . .	4
2. GEOLOGIA GENERAL . . . . .	5
2.1 Síntesis Paleogeográfica . . . . .	5
2.1.1 Historia Geológica . . . . .	5
2.1.2 Distribución de las distintas unidades . . . . .	7
2.1.3 Tectónica . . . . .	7
2.2 Serie Sedimentaria . . . . .	8
2.3 Rocas Igneas . . . . .	12
3. YACIMIENTOS Y EXPLOTACIONES DE ROCAS INDUSTRIALES . . . . .	13
3.1 Arcillas . . . . .	14
3.2 Arenas y Areniscas . . . . .	20
3.3 Barita . . . . .	30
3.4 Basaltos—Ofitas . . . . .	30
3.5 Calizas . . . . .	32
3.6 Caolín . . . . .	42
3.7 Cuarzo . . . . .	47
3.8 Dolomías . . . . .	47
3.9 Gravas . . . . .	47
3.10 Margas . . . . .	50
3.11 Mármol . . . . .	52
3.12 Pizarras . . . . .	53
3.13 Sal Común . . . . .	54
3.14 Yeso . . . . .	54
4. PRODUCCION DE ROCAS INDUSTRIALES . . . . .	57
5. CONSIDERACIONES FINALES . . . . .	63
BIBLIOGRAFIA . . . . .	65

## 0.— RESUMEN

Las hojas 6—1/6—2 (Bermeo—Bilbao) a escala 1:200.000 están situadas en el norte de la Península Ibérica. Abarcan fundamentalmente materiales mesozoicos y, en menor extensión, terciarios pertenecientes todos ellos a la Cuenca de sedimentación Cantábrica; tan sólo en su extremo NE afloran materiales paleozoicos.

Ha colaborado en la realización de esta publicación la Empresa Nacional ADARO de Investigaciones Mineras, S.A.

De modo resumido pueden sintetizarse las directrices seguidas en los siguientes puntos.

- Inventario general de los yacimientos de rocas industriales existentes, mediante la confección de las correspondientes fichas—inventario, en las que se insertan datos geológicos, de explotabilidad, de ubicación y reservas.
- Reseña de las principales explotaciones activas, intermitentes o abandonadas, con análisis de sus condiciones con vistas a su posible reexplotación.
- Actualización de los datos de inventario precedentes
- Estudio sistemático de las características litológicas físicas y químicas de todos los materiales prospectados, con miras a su racional explotación y utilización óptimas.
- Evaluación conjunta de las reservas existentes de cada tipo de material y su relación geográfica con los centros de consumo.

- Perspectivas y análisis comparativo de la producción actual y futura de rocas industriales.

El tipo de explotaciones es de dimensiones grandes, destacando entre todas, tanto por producción como por tamaño, las de caliza y margas.

En el cuadro que se expone a continuación se expresa el tipo de rocas que aparecen en la superficie de la hoja, así como el número de estaciones efectuadas en la misma, desglosadas en yacimientos, explotaciones inactivas y explotaciones activas.

**Datos correspondientes a los meses Febrero—Marzo de 1973**

Tipo de roca	Yacimientos	Nº explotaciones inactivas	Nº explotaciones activas
Arcillas	14	14	25
Arenas-Areniscas	13	38	54
Barita	—	1	3
Basalto	3	3	4
Calizas	47	92	126
Caolín	—	1	1
Cuarzo	—	1	—
Dolomías	1	—	—
Gravas	2	6	8
Margas	17	5	8
Mármol	—	—	2
Ofitas	6	2	3
Pizarra	—	1	1
Sal Común	—	—	1
Yeso	—	8	8

Con la labor realizada se han conseguido básicamente los siguientes resultados:

- Selección y estudio de muestras en sus aspectos petrográfico, mineralógico, físico y químico.
- Confección de los gráficos y esquemas que se han estimado convenientes para mostrar, de manera sencilla, interesantes aspectos que relacionan la producción y las reservas de explotaciones y yacimientos en general, respectivamente, con la ubicación de los principales centros de consumo.
- Confección del Mapa de Rocas Industriales y redacción de la presente Memoria.
- Confección del Inventario de Rocas y Archivo Nacional de Yacimientos y Explotaciones mediante diversos ficheros adecuadamente dispuestos para su tratamiento por ordenador, con datos puntuales de situación, ensayos y análisis.

## **1.- INTRODUCCION**

### **1.1.- ANTECEDENTES Y OBJETIVOS**

La realización del Mapa de Rocas, a escala 1:200.000, constituye la primera etapa del Programa Nacional de Investigación Geotécnica (incluida en el Plan Nacional de Investigación Minera), en su apartado de Investigación e Inventario de Rocas Industriales.

Estos Mapas se efectúan de forma sistemática en todo el territorio nacional, usando como módulo de actuación superficial la hoja del Mapa Militar de España a escala 1:200.000.

Con este estudio se pretende establecer la localización de yacimientos y explotaciones de rocas industriales, así como determinar las características del material que integra los mismos.

Los resultados obtenidos se expresan a través de un mapa de rocas a escala 1:200.000, al que acompaña el presente informe, donde se describen las características más destacadas de las rocas industriales que aparecen en la superficie de aquél.

Al mismo tiempo se han obtenido una serie de fichas, una por cada yacimiento o explotación, donde se refleja toda la información obtenida acerca de los mismos. Con ellas se contribuye a la confección del Archivo de Rocas Industriales, abierto a todos los datos que puedan obtenerse en investigaciones posteriores.

## 1.2.— SITUACION Y CLIMATOLOGIA

Las hojas números 6—1/6—2 (Bermeo—Bilbao) del Mapa Militar de España a escala 1:200.000, se encuentran situadas en el N de la Península Ibérica, ocupando la parte oriental de la antigua Cuenca Cantábrica, situada entre los Macizos Hercinianos pirenaico y astórico—castellano, estando comprendidas entre los meridianos  $3^{\circ} 11' 10''$  y  $1^{\circ} 51' 10''$  de longitud W y entre el paralelo  $42^{\circ} 40' 04''$  y el Mar Cantábrico.

Dentro del ámbito de estudio se encuentran tres grandes capitales como son Bilbao, S. Sebastián y Vitoria, existiendo por lo tanto en toda la zona una red de comunicaciones amplia y, en términos generales, bien cuidada. La orografía es algo accidentada presentando regularmente ciertas complicaciones.

El área comprendida en la hoja corresponde a las provincias siguientes: Burgos, Vizcaya, Alava, Guipúzcoa, Navarra y Santander. El clima es húmedo y frío en la zona S y templado y húmedo en la septentrional.

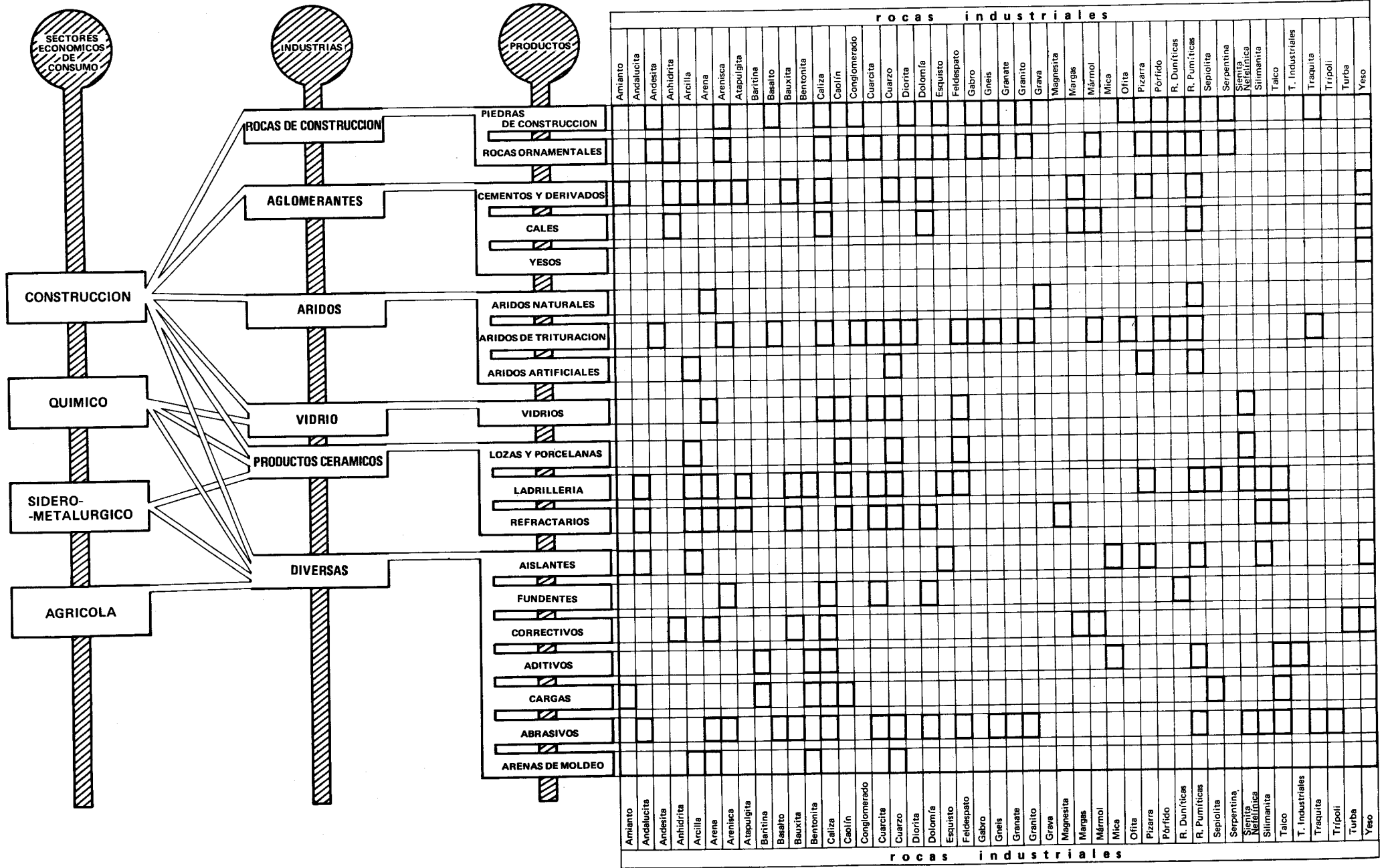
Las temperaturas máximas se logran durante Agosto y Septiembre, alcanzándose los  $36^{\circ}$ ; y las mínimas, durante el mes de Enero con  $-2^{\circ}$  C.

La precipitación media anual oscila alrededor de 1.000—1.100 mm en todo el ámbito de la hoja.

El número de días de heladas aumenta de Sur a Norte, alcanzándose en Vitoria hasta 69 días/año.



# SINOPSIS DE LA UTILIZACION DE ROCAS INDUSTRIALES



## **2.- GEOLOGIA GENERAL**

### **2.1.- SINTESIS PALEOGEOGRAFICA**

#### **2.1.1.- HISTORIA GEOLOGICA**

Los terrenos aflorantes en esta hoja forman parte de la gran Cuenca Cantábrica. Esta se reconoce como una zona de hundimiento orientada hacia el ENE, que durante el Mesozoico antiguo llegaría hasta el W de Reinosa, con un espolón o umbral que separaba dos fosas: el surco astúrico y la fosa cantábrica. Hecho importante de esta fosa, es la compartimentación de la misma en pequeñas cuencas o surcos secundarios, gracias a la formación precoz de umbrales originados por una tectónica epirogénica de fondo, que responde muy verosimilmente a presiones previas a los esfuerzos alpinos.

Los terrenos más antiguos, paleozoicos, corresponden al extremo más occidental del Macizo pirenaico de Cinco Villas.

Durante el Trías Medio comenzó probablemente una regresión marina, que prosigue durante el Trías Superior; esto da lugar a la deposición de evaporitas, yeso y sal gema, que acompañan siempre a las arcillas triásicas. Las erupciones de material volcánico (ofitas), deben tener lugar al final de la sedimentación de estos materiales.

El Jurásico corresponde a un período de calma, y solamente en el Superior, ocurrió un cambio importante que afectó a la paleogeografía del N de España. Dan comienzo los

movimientos en sentido vertical y se produce el establecimiento de una marcada paleogeografía, con lo que se regula la sedimentación.

Fue entonces cuando se individualizó por primera vez el Golfo Vasco—Cantábrico, cuyas aguas cubrían Vizcaya y todo el centro y W de Guipúzcoa.

En este período se instalan unas condiciones especiales de sedimentación, las cuales dan lugar al establecimiento de la facies weald, correspondiendo a una fase de sedimentación terrígena activa de tipo calizo con algunos aportes arcillo—areniscosos.

En el curso del Aptense y hasta el Albense inferior, se instala un dominio marino, aunque la repartición de las facies de calizas zoógenas y argilitas, formadas en condiciones batimétricas diferentes, pone de manifiesto la existencia de movimientos intraaptenses.

Durante el Albense Superior de nuevo tiene lugar la puesta en marcha de importantes movimientos epirogénicos, con el consecuente rejuvenecimiento del relieve en las áreas emergidas (macizo Vizcaíno—Cinco Villas, Macizo Castellano y Macizo de la Rioja o Ebro).

Como consecuencia de la elevación general del continente y el rebajamiento del fondo submarino del Golfo Vasco—Cantábrico, se produce un cambio radical en la sedimentación. Las calizas arrecifales dejan de proliferar con tanta profusión y quedan restringidas al S de Aitzgorri y entre Cegama y Alsasua. Las facies areniscosas y terrígenas se difunden ampliamente, llegando a cubrir toda la región.

A finales del Cenomanense se inicia una transgresión que cubre toda la zona de sedimentos marinos; la Cuenca Alavesa sufre un cambio en sus condiciones paleogeográficas, produciéndose el hundimiento de la misma, al tiempo que los sedimentos marinos se introducen hacia el S llegando a alcanzar la Meseta Castellana.

En el sinclinorio de Vizcaya, tuvo lugar una erupción volcánica en el Cenomanense que suministra a la cuenca cantidades considerables de material eruptivo, de naturaleza andesítica (basaltos espilíticos), que adoptan una estructura típica de "lavas almohadilladas" (sur de Azcoitia y Elgoibar hasta Guernica).

En el Campaniense—Maestrichtiense comienza una regresión que culmina al final del Cretácico, donde la mayor parte de estas regiones quedan emergidas. Durante este tiempo la Cuenca Alavesa tiene caracteres de zona costera. Los aportes terrígenos arenosos son muy importantes en el Campaniense Superior y parte del Maestrichtiense. Tras una importante erosión, debida a la elevación de la cuenca y el correspondiente descenso del nivel de base de sedimentación, se instalan condiciones que facilitan el desarrollo de arrecifes y el depósito de sedimentos carbonatados.

La regresión Maestrichtiense—Terciario, lleva al mar Eoceno a bordear en parte el anticlinorio Tolosa—Arno—Bermeo, ya emergido.

Hacia el final del Eoceno, la zona elevada al NE empieza a levantarse con ritmo más rápido. La erosión empieza a actuar rápidamente y enviar hacia el SW grandes masas de detritus, formándose los depósitos oligocenos y, al finalizar el Oligoceno, el antiguo sinclinal del NE, que se iba levantando poco a poco, se pliega intensamente y sus estratos se enlazan por el E de Vizcaya y Guipúzcoa con los del Pirineo.

Cuando cesan los movimientos se restablece el equilibrio tectónico y empieza a actuar la erosión, haciéndolo intensamente hasta nuestros días, formando cornisas con desniveles verticales y vaciado de depresiones.

### 2.1.2.— DISTRIBUCION DE LAS DISTINTAS UNIDADES

**Paleozoico.**— Aflora en el borde NE de la hoja, constituyendo el extremo más occidental del macizo pirenaico de Cinco Villas. La ausencia casi total de fósiles y la similitud litológica en sus litofacias, no ha permitido una datación de estos materiales.

**Triásico.**— Se presenta en asomos aislados, de naturaleza esencialmente diapírica, por toda la parte S de la hoja.

**Jurásico.**— Se encuentra, en líneas generales, distribuido alrededor del macizo de Cinco Villas. Aunque bastante afectado tectónicamente, se presenta como la formación más uniforme en lo que se refiere a condiciones de sedimentación.

**Cretácico.**— Es sin duda, el piso que se encuentra mayormente representado dentro de la hoja. Se distribuye por toda ella aunque con características netamente diferentes, según las cuencas de Vizcaya o de Guipúzcoa.

**Terciario.**— Dentro de la presente hoja se pueden considerar, por una parte, al N los afloramientos terciarios eocenos, formando dos conjuntos distintos, cuya composición litológica es sensiblemente la misma: parte axial del sinclinorio de Vizcaya y el terciario de la cadena litoral de Guipúzcoa. Por otra parte, al S, el Terciario de la Cuenca Alavesa, que se enlaza con el de la Cuenca del Ebro.

**Cuaternario.**— Se pone principalmente de manifiesto, en el interior del diapiro de Murguía, sinclinal de Treviño, llanada de Vitoria y zona de Santa Cruz de Campezo.

### 2.1.3.— TECTONICA

La estructura de los países vasco-cantábricos responde en su mayor parte a una tectónica de revestimiento. La cobertera Mesozoica y Terciaria si bien ha actuado por su propia cuenta en los detalles, en conjunto ha seguido las deformaciones de zócalo. El estilo local refleja la respuesta particular de cada terreno superficial a un mismo esfuerzo orogénico.

Los plegamientos mayores que han dado carácter a la estructura del país cretácico vasco-cantábrico, son de edad pirenaica y, más exactamente, post-luteciense. Pero, anteriormente, han tenido lugar movimientos más atenuados que en síntesis son los siguientes:

- Movimientos del fin del Jurásico y comienzos del Cretácico, responsables de toda la historia "Wealdica" del golfo vasco-cantábrico.
- Movimientos aptenses, provocando pliegues de fondo.
- Movimientos albenses, provocando discordancias locales.
- Movimientos cenomanenses, que provocan cambios fundamentales en la sedimentación.

Después, la mencionada orogénesis pirenaica, que en sus diversas fases hizo reaccionar al zócalo herciniano, provocando fracturas y pliegues de fondo de gran tamaño.

En el Terciario, el plegamiento debido a la orogenia alpina se acusa notablemente, y como consecuencia tienen lugar emersiones muy importantes y extendidas.

Durante esta fase, en la que tiene su mayor repercusión la orogenia alpina, se

produce un plegamiento de cobertura con toda la característica secuela de pliegues, fallas inversas, fallas de componente horizontal, etc.

En cuanto al diapirismo, en sentido estricto, se debe señalar, que las extrusiones triásicas, si bien son una consecuencia de la migración de sal, hacia determinadas zonas elevadas, son la manifestación de tal fenómeno de extrusión tardía, es decir, durante la etapa álgida del plegamiento alpino, y como consecuencia de la instalación de superficies debidas a fallas de desgarre.

A partir del Mioceno, se producen nuevas distensiones con el establecimiento de fallas de distensión directas, las cuales afectan a todos los materiales preorogénicos.

## 2.2.— SERIE SEDIMENTARIA

Esta serie está representada por materiales de edades que van desde el Paleozoico hasta el Cuaternario, con algunas ausencias.

**Carbonífero.**— Está constituido por argilitas grises, que esporádicamente llevan calizas, en ocasiones marmorizadas, dolomías, areniscas y pudingas negruzcas.

Dentro de los materiales carboníferos aparecen algunos diques de cuarzo, que se han explotado esporádicamente. También se benefician los niveles marmóreos.

El resto de las rocas de esta edad no se aprovechan industrialmente.

**Permotrás.**— Está formado, en la base, por niveles de conglomerados calcáreos (gonfolitas) y, a continuación, pizarras de tonos pardos, parecidas a las del Carbonífero, con intercalaciones de pudingas silíceas. Hacia arriba se observan con más frecuencia lechos de pizarrillas rojas y verdosas, margas y arcillas predominantemente rojas que llegan a confundirse con las triásicas.

Sus materiales no presentan interés industrial.

**Triásico.**— El Trías Vasco—Cantábrico se presenta en facies germánica, con sus tres clásicos tramos: Buntsandstein, Muschelkalk y Keuper.

El Buntsandstein se encuentra en facies "arenisca abigarrada", con elementos gruesos (pudingas), en la base, que se hacen gradualmente más finos (limos hacia el techo, pasando por areniscas. Los cantos de las pudingas son de cuarcita y las areniscas contienen elementos micáceos.

El Muschelkalk se revela por algunas intercalaciones delgadas de calizas y dolomías; la transgresión marina de la que provienen no fue constante, y muchas veces se encuentran las arcillas del Keuper directamente sobre las areniscas del Buntsandstein.

El Keuper se presenta en su facies típica de arcillas abigarradas rojas, grises y verdes. Estas arcillas son frecuentemente yesíferas. El yeso es fibroso o sacaroideo, blanco o rojizo; las arcillas por su facultad de retener agua y el contenido yeso—sal, tienen la habitual característica de plasticidad, que pierden en el borde de los Macizos Hercinianos por su mayor grado de compactación y la ausencia de yeso—sal. Va acompañado habitualmente de un importante conjunto de ofitas.

Localmente aparecen depósitos caoliníferos por alteración de las ofitas.

Dentro del conjunto triásico sólo presentan interés industrial los niveles del Keuper; en este se aprovechan las arcillas para la industria cerámica, yesos para aglomerantes,

ofitas como áridos y la sal común para usos domésticos. También se explota "caolín" para la industria del papel y fabricación de insecticidas.

**Jurásico.**— Se presenta como la formación más uniforme en lo que se refiere a condiciones de sedimentación. Son sedimentos de facies marina, con una secuencia carbonatada.

El Lías comienza con unas calizas dolomíticas y carniolas, a las que se superpone una serie dolomítica—caliza azóica. Luego, en la parte media y superior, existe una alternancia de calizas, margocalizas y margas, con algún episodio esquistosos en estas últimas.

En el Dogger, la serie más representativa está formada por: una base compuesta de calizas margosas y calizas y margas esquistosas, a las que siguen calizas bien estratificadas, con cantos arriñonados de sílex y, en el techo, unas calizas que pasan a calizas margosas lateralmente.

Todo o parte del Malm, según zonas, está representado por unos depósitos terrígenos calcáreos y dolomíticos, cuya sedimentación, en régimen no marino, se continuará durante el Cretácico más inferior, dando lugar al conjunto denominado Wealdico.

Localmente los niveles calizos jurásicos son marmóreos.

El interés industrial de estos niveles se centra en las calizas y dolomías que se explotan para su utilización como áridos y rocas de construcción.

**Cretácico.**— En sus primeras fases continúa con el mismo tipo de sedimentación que ofrecían las últimas fases del Jurásico y que se continúan hasta la base del Aptense.

Los depósitos hasta el Barremiense presentan una gran variabilidad. Así como en la vecina provincia de Santander se caracteriza por el predominio de la fase Weald roja, en Vizcaya dominan las facies negras. Son depósitos de varios centenares de metros de arcillas arenosas negras, rojas, verdes y amarillentas, y areniscas carbonosas. En Guipúzcoa la serie está representada por una secuencia calcáreo—dolomítico—areniscosa, con la particularidad de estar separados los bancos calizos por pequeños niveles arcilloso—areniscosos, que adquieren mayor importancia hacia el W.

Los pisos Aptense—Albense y Cenomanense inferior son difíciles de separar, excepción hecha de la zona SW de la hoja (San Zadornil) y de la situada al S de la Sierra de Aralar, donde se diferencia un Albense arenoso—arcilloso, seguido de un Aptense escasamente representado por margas, calizas y areniscas.

De forma general, en la mitad norte de la hoja se pueden distinguir en este período de tiempo dos formaciones, únicamente diferenciables por características litológicas: una formación de base calcáreo—arcillosa (Aptense—Albense inferior), denominada Complejo Urganiano, y otra superior areniscosa—arcillosa (Albense superior—Cenomanense inferior), llamada Complejo Supraurgoniano.

El complejo Urganiano se compone fundamentalmente de calizas urgonienses y argilitas calcáreas. Las primeras son duras y compactas con colores normalmente claros, distinguiéndose dos tipos: las arrecifales, que se presentan en masas homogéneas, sin estratificación clara, en lentejones o en bancos muy gruesos, y las arrecifoideas, formadas por acumulaciones de restos conchíferos, y muy bien estratificadas en bancos que varían entre 20 y 1 m. La recristalización en estas últimas es menor que en las arrecifales, lo que repercute en su aplicación inadecuada para carreteras, por su fácil meteorización y disgregación. Por lo general contienen un aporte extraño apreciable (fase terrígena, óxidos de



hierro e impurezas carbonosas), lo que también restringe su aplicación práctica.

Estas calizas descritas, pasan lateralmente y verticalmente en el espacio, argilitas calcáreas, de origen mixto, terrígeno-químico, con fuerte proporción de materia arcilloso-arenoso fino y un contenido importante, pero variable, en  $\text{CO}_3 \text{Ca}$ , que generalmente es mayor en la proximidad de los arrecifes.

El complejo supraurgoniano constituye, como ya se ha señalado, la formación de techo del Cretácico inferior. Es un conjunto eminentemente arenoso, comprendiendo, de forma general, una sucesión en facies flysch de capas duras y blandas de areniscas calcáreas, calizas arenosas y frecuentemente subgrauwacas, alternando con argilitas excesivamente hojosas y más o menos areniscosas que incluyen nódulos ferruginosos. Aparecen en ocasiones calizas arrecifales bien representadas (Cegama, Cerain y Sierra de Aralar).

Previamente a estos dos complejos, Urganiano y Supraurgoniano, existe una facies de borde y transición, eminentemente detrítica con areniscas deleznales de grano grueso que pasan a argilitas y margas areniscosas, y areniscas amarillas que engloban, a veces, lentejones de caliza gris o rosada más o menos brechoide.

El Cretácico superior, dentro de los límites de la hoja, presenta características distintas, según se trate del país Vasco-Cantábrico o de la cuenca Alavesa y Navarra.

En el primero de ellos, la serie comienza con una formación compuesta por calizas margosas, margocalizas y margas, de color verdoso a gris amarillento, con buen aspecto para su empleo en la fabricación de cementos. A continuación reposa un flysch cargado de elementos arenosos en bancos de poco espesor que separan capas de naturaleza margosa. Este flysch, en el NW de la hoja, es sustituido por otro, de aspecto negruzco, constituido por bancos calcáreos arenosos con fucoides y margas compactas esquistosas negras. El techo de este Cretácico superior termina con una serie homogénea potente formada por bancos de margas y algunos calcáreo-margosos de poco espesor, apareciendo en ocasiones algunas calizas litográficas.

En la cuenca Alavesa-Navarra, los sedimentos de esta etapa son de una gran monotonía. De una manera se puede decir que los materiales más comunes los forman las calizas más o menos arcillosas, predominando en el N de la Cuenca las secuencias arcillosas, y en el S las facies arenosas. En los bordes las calizas son de naturaleza margo-arcillosa. En el SE, existe una alternancia de calizas cristalinas y margas de una potente formación de arenas, que se cierra con una secuencia superior carbonatada; son las calizas llamadas de Orbitoides.

La gran superficie territorial ocupada por terrenos de edad cretácica, a la vez que la diversidad de los materiales que los componen, hace que las rocas de esta edad sean, en la zona, las más intensamente explotadas.

Los niveles calizos se emplean como áridos, como aglomerantes en las industrias del cemento, cal fundentes, y rocas ornamentales y de construcción. Los depósitos de calcita ubicados en estas calizas se explotan para usos diversos (terrazos, pisos compuestos, etc.).

La arcilla se utiliza en la industria cerámica. Las margas y margocalizas se emplean como piedras de construcción y en la industria del cemento.

Los niveles arenosos y areniscosos se utilizan como áridos en morteros de construcción, para ladrillos refractarios sin ninguna transformación previa, como vitrificantes en la industria del vidrio, para arenas de moldeo en fundición y como abrasivos.

Las calizas compactadas y muy finamente estratificadas, similares de visu a pizarras, se explotan con utilidades muy diversas y variadas.

Localmente se aprovechan mineralizaciones de barita.

**Terciario.**— En la presente hoja existen dos zonas con afloramientos terciarios claramente diferenciadas, una al N y otra al S.

En la zona de Vizcaya y Guipúzcoa, marca la separación con el Cretácico una formación de calizas rosáceas con globigerinas, alternando con margas rojizas y seguidas de calizas arenosas groseras, a las que suceden calizas litográficas rosas o blancas. En la zona guipuzcoana son más frecuentes, intercalados con formaciones margosas, los bancos de arenisca.

A estos materiales sucede un flysch margocalcáreo y otro margoarenoso, ambos de edad eocena.

Los materiales terciarios de la Cuenca Alavesa, se encuentran representados por dos series de características esencialmente distintas, una llamada preorogénica marina, equivalente al Paleógeno y otra postorogénica continental, equivalente al Neógeno.

En la primera serie comienzan los depósitos en una facies típica de albufera, representada por calizas muy puras también facies para-arrecifales y arrecifales, con frecuentes conjuntos de arenas, areniscas, y arcillas. Hacia el E, son las calizas, calizas margosas y dolomías las que dominan. Esta serie culmina, en el Eoceno Medio y Superior, con un conjunto predominantemente calcáreo, con una parte inferior bastante margosa con presencia de arenas, areniscas y arcillas, y una superior de naturaleza marina con intercalaciones de depósitos evaporíticos.

La sedimentación en la serie post-orogénica continental, se distribuye, dentro de la hoja, en dos cuencas principales: la de Miranda—Treviño y la del Ebro. En la primera la serie basal está compuesta por conglomerados, arenas y limolitas. En la cuenca del Ebro se depositan margas, areniscas y conglomerados. Luego, en ambas cuencas, se depositan margas, areniscas y conglomerados. Posteriormente, se depositan los materiales miocenos formados por alternancia de margas y areniscas, predominantemente amarillas, con pasos laterales a margas blancas con calizas lacustres potentes y en los extremos facies rojo—ladrillo claro con conglomerados.

La serie culmina, en el Mioceno Superior, con una potente formación de margas rojas, recubiertas por caliza pontiense.

En el Plioceno se depositan materiales generalmente poco consolidados constituidos por areniscas, arcillas, cantos rodados y conglomerados.

Los materiales industrialmente interesantes dentro del Terciario son:

Los tramos arcillo—margosos en la industria cerámica.

Los niveles areniscos—arenosos se emplean, previo molido, si es necesario, como áridos en la fabricación de morteros de construcción. También las gravas pliocenas se emplean como áridos en construcción.

Las calizas eocenas marmóreas se utilizan como roca ornamental; el resto de niveles calizos se emplean como áridos.

Los yesos oligocenos son empleados como aglomerantes.

**Cuaternario.**— Está constituido por una serie de sedimentos distribuidos localmente, poco consolidados y constituidos por areniscas ocreas, arcillas, cantos rodados y conglomerados.

Entre estos materiales, se consideran los aluviales, coluviales y algunas tobas calcáreas.

Las arenas y gravas de los depósitos cuaternarios se extraen con vista a su utilización como áridos.

### 2.3.— ROCAS IGNEAS

Se las encuentra, principalmente, interestratificadas en el Cretácico superior.

Son grandes afloramientos ígneos constituídos por masas basálticas espilíticas y andesíticas, acompañadas de cineritas y brechas volcánicas, con estructura de lavas almohadilladas.

En el Cretácico medio se pueden ver también algunos filones de epysienitas.

También, y asociados al Keuper, se hallan, dentro de la Hoja, afloramientos ofíticos distribuidos en masas irregulares entre las margas.

Tanto ofitas como basaltos se emplean en la obtención de áridos para carretera.

### 3.- YACIMIENTOS Y EXPLOTACIONES DE ROCAS INDUSTRIALES

La explotación de rocas industriales en el ámbito de las hojas de Bermeo y Bilbao a escala 1/200.000 es intensa en su mitad norte y algo menos, aunque importante, en algunas localidades (Miranda, Olazagutía, etc), en la mitad sur.

El mayor relieve lo alcanzan las explotaciones de calizas para áridos, ornamentales y cemento, las margas para cementos y las areniscas y arenas para refractarios y áridos. No carecen de interés las explotaciones de arcilla para cerámica, y las de yeso para aglomerantes (subterráneas en su mayor parte).

El tamaño de las canteras o minas es grande, explotándose con maquinaria adecuada, aunque aún subsisten empresas de carácter artesanal.

Debido al bajo precio de la mayoría de estos productos, las explotaciones se han situado en lugares próximos a los centros de consumo; no obstante las calizas marmóreas, dedicadas a ornamentación, soportan un transporte relativamente largo. Estos transportes, salvo contadas excepciones, se efectúan por carretera.

Las rocas explotadas en la hoja son: arcilla, arenas, arenisca, basaltos, barita, calcita, caliza, caolín, cuarzo, dolomía, grava, margas, mármol, ofitas, pizarra, sal común y yeso.

A continuación se exponen las características de los yacimientos y explotaciones de estos materiales, según sus aplicaciones.

### 3.1.— ARCILLAS

Dentro de la superficie de las hojas de Bilbao/Bermeo, se encuentran arcillas y arcillas margosas en el Triásico, Cretácico, Eoceno, Oligoceno, Mioceno y Cuaternario.

En las arcillas del Triásico, pertenecientes al Keuper, se han realizado tres estaciones; se trata de arcillas de colores generalmente rojizos, aunque se presentan también con tonos verdosos y grises. Suelen ir acompañadas de yesos y sal gema, presentándose, con frecuencia, atravesadas por afloramientos ofíticos.

Su repartición geográfica está condicionada a los afloramientos diapíricos de los materiales del Keuper, siendo, por tanto, bastante irregular.

Su explotabilidad es buena, al igual que los accesos, factores estos afectados tan sólo por las circunstancias climáticas. Las reservas son, generalmente, grandes.

En todos los pisos del Cretácico se localizan niveles arcillosos, tanto en facies predominantemente detríticas como en las que dominan los sedimentos químicos. Fundamentalmente se encuentran en el Albense—Cenomanense, acompañadas de areniscas, calizas y conglomerados, presentando aquí tonalidades oscuras, y en el Cretácico superior, intercaladas entre calizas, margas, areniscosas y arenas, siendo sus tonos, entonces, más claros, aunque también parduzcos.

Los accesos no ofrecen problemas, excepto en épocas lluviosas. La explotabilidad es buena, aunque se presentan frecuentes cambios laterales de facies que dificultan la extracción.

Las reservas son de tipo medio—grande, pudiendo considerarse aceptable, de una forma general, para atender a la demanda de la zona que abastecen.

En arcillas cretácicas se han efectuado 40 estaciones.

Las arcillas terciarias, que aparecen en el Eoceno, Oligoceno y Mioceno, suelen ir acompañadas de niveles carbonatados y/o detríticos.

Su distribución geográfica no es tan amplia como la de las arcillas cretácicas, por aparecer los sedimentos terciarios con una superficie considerablemente más reducida.

Son arcillas de tonalidades pardas, marrones e incluso rojizas, con frecuencia bastante higroscópicas.

La explotación de los niveles arcillosos terciarios es fácil, al igual que la accesibilidad. Las reservas son, generalmente, abundantes.

El número total de estaciones efectuadas ha sido de 6.

Por último las arcillas cuaternarias se presentan con características y composición muy diversa, dependiendo, fundamentalmente, de su origen. Se presentan asociadas a coluviones, depósitos aluviales y marino—fluviales y, por último, procedentes de fenómenos de decalcificación de las rocas carbonatadas subyacentes.

Su distribución geográfica es, por tanto, muy irregular, aunque se presentan con cierta frecuencia, dadas las condiciones climáticas de la zona.

Las características de explotabilidad, reservas y accesos, son, como puede comprenderse, muy variables y diversas.

El número de estaciones efectuadas en estas arcillas asciende a cuatro.

El total de estaciones realizadas en arcillas de distintas edades es de 53.

Todas las arcillas y arcillas margosas explotadas en la zona se emplean como Productos Cerámicos.

### *Arcillas para "productos cerámicos"*

No existe ninguna concentración de explotaciones de arcilla en el área de la hoja, aunque pueden, quizá, destacarse las zonas comprendidas entre Vitoria y Valmaseda y entre Ciordia y Echarri-Aranaz.

Los productos obtenidos de las arcillas por la Industria Cerámica son: diversos tipos de ladrillos, bovedillas y tejas.

Aunque se han citado reservas abundantes de arcillas en la zona, ha de aclararse que, al menos en Guipúzcoa y parte de Navarra, las cerámicas abastecen a un mercado local, siendo insuficientes para atender la demanda provincial, por lo que ésta se cubre con arcillas de zonas limítrofes.

Las explotaciones se efectúan siempre a cielo abierto, situándose las cerámicas en lugares próximos a los "terreros". El arranque del material se efectúa mediante palas mecánicas, que en la mayor parte de los casos efectúan, también, el transporte del mismo a la fábrica; en contadas ocasiones este transporte se realiza en camiones de pequeño-medio tonelaje.

En cuanto al tamaño de las explotaciones se las puede considerar de pequeño a medio.

Las plantillas de operarios de estas empresas oscilan entre unos 4 y 14 individuos, pero solamente uno, el palista, es el dedicado a la extracción del material.

Las producciones medias anuales de estas explotaciones son muy variables, pudiendo señalarse un mínimo de 5.000 t y un máximo de 40.000 t.

Los precios de venta más usuales son del orden de 1-1,20 pts/ladrillo, 2,70-3 pts/teja y 7,50-8 pts/bovedilla.

La importancia industrial de este grupo va ligada, en la región, a la actividad constructiva; dado el aumento de esta última y, por tanto, el de la demanda, se hace patente el interés de las arcillas en la zona.

Las características de las arcillas, de acuerdo con el nivel geológico a que pertenecen, son las siguientes:

#### *a) Análisis granulométrico de la muestra (en tanto por ciento)*

<u>Edad</u>	<u>Arena G</u>	<u>Arena F</u>	<u>Limo</u>	<u>Arcilla</u>
Triásico	24,3-39,3	10,3-24,4	8,7-24,4	22,4-46,5
Cretácico y Cret-Eoceno	5,8-41,9	11,5-44,9	13,15-43,5	13,1-47,05
Oligoceno	4,15-15,2	27,6-31,6	40,5-44,35	12,7-24,6
Olig-Mioceno	4-5,6	18,6-26,2	34,5-35	34,9-41,8
Mioceno	12,1	23,9	26,35	38,6
Cuaternario	4,3-4,8	19-26	31,4-48,9	19,85-44,5
	Arena G	Fracción 2 mm - 0,2 mm		
	Arena F	Fracción 0,2 mm - 0,02 mm		
	Limo	Fracción 20 $\mu$ - 2 $\mu$		
	Arcilla	Fracción < 2 $\mu$		



b) *Análisis mineralógico de la muestra global (en tanto por ciento)*

<u>Edad</u>	<u>M.Arcilla</u>	<u>Cuarzo</u>	<u>Feld. K</u>	<u>Feld.Na-Ca</u>	<u>Calcita</u>	<u>Yeso</u>
Triásico	50-60	15-20	5	---	30	-
Cretácico y Cret-Eoceno	40-75	20-55	5	0,5	0-30	-
Oligoceno	60-65	10-25	5	---	5-25	-
Oligo-Mioc.	30-60	15-20	5	---	15-50	-
Mioceno	40	20	5	---	20	20
Cuaternario	60	25-35	5-5	5	0-15	-

M. Arcilla - Minerales de la arcilla  
 Feld. K - Feldespato potásico  
 Feld. Na-Ca - Plagioclasas

c) *Análisis mineralógico en % Fracción < 20 μ*

<u>Edad</u>	<u>Micas</u>	<u>Kanditas</u>	<u>Cloritas</u>	<u>Esmectitas</u>
Triásico	25-35	---	65-75	---
Cretácico y Cret-Eoceno	65-100	5-40	0-20	0-45
Oligoceno	70-75	10-30	-	0-15
Olig-Mioc.	70-85	0-15	0-25	0-5
Mioceno	95	5	-	-
Cuaternario	70-75	25-30	-	-

Micas - Incluye normalmente Illita  
 Kanditas - Caolinita, haloisita, etc.  
 Esmectitas - Montmorillonita, beidellita etc.

d) *Análisis químico (en tanto por ciento)*

Cretácico:

SiO <sub>2</sub>	51,92-59,98
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	25,07-32,92
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,54-0,66
TiO <sub>2</sub>	0,42-0,52
CaO	0,26-2,08
MgO	0,45-1,39
K <sub>2</sub> O	1,60-3,32
Na <sub>2</sub> O	0,89-1,60
SO <sub>3</sub>	no
P.p.c.	6,14-8,13

A partir de estos análisis se pueden establecer las siguientes consideraciones:

En primer lugar, pensando en la utilización de estas arcillas para ladrillería común, la primera conclusión es que todas las arcillas estudiadas son buenas, en general, para este fin, ya que las composiciones satisfactorias son muy diversas. Su granulometría es, sin embargo, sólo aceptable en general, destacándose como buenas en este sentido las muestras correspondientes a los siguientes números: 43, 55, 66, 82, 531, 582, 1004, 1008, 1010, 1039, 1058, 1080, 1081, 1131, 1147 y 1154.

El contenido en gruesos parece excesivo en seis de estas muestras: números 28, 56, 131, 570b, 615 y 1144, especialmente en la 570b y 615 que darán ladrillos de poca

cohesión, a no ser que la molienda previa afine el material.

Poca resistencia en verde y en el ladrillo deben poseer además las: 1002, 1005, 1027, 1042, 1045, 1046, 1153 y 1156, por su alto contenido en fracción limosa, agravado por un bajo contenido en arcilla en las 1002, 1005, 1027, 1042 y 1046.

En cuanto a la vitrificación todas ellas deben tener poco margen, requiriendo una cuidadosa selección de la temperatura de cocción, ya que son todas muy ilíticas, destacando la muestra correspondiente al número 603, que posee un 80% de arcilla y toda ella es ilita. Le siguen los números 563, 131, 615, 608, 1131, 1153, 1156, 570a, 1144, 1147 y 1015.

En lo que respecta a contracción, la mayoría de ellas deben sufrir fuertes contracciones al cocer, no sólo por el alto contenido en ilita, sino por tratarse en casi todos los casos de ilitas abiertas.

Deben presentar contracción por su alto contenido en cal las muestras correspondientes a los números 591, 576, 1004, 28, 582 y 1081.

La contracción puede ser alta en las arcillas correspondientes a la muestra número 28, por poseer además un alto contenido en clorita, si ésta es ferrífera, y además en las 1081, 1032, 1004 y 582.

La 1045 debe sufrir altas contracciones por su alto contenido en esmectita (29% referido a la muestra global).

Como los porcentajes de caolinita son, en general, bajos, no deben requerir altas temperaturas de cocción.

Las muestras 43 y 46, por su contenido en yeso, deben dar ladrillos con eflorescencia.

Resumiendo lo que antecede, deben suministrar los mejores ladrillos los materiales correspondientes a las muestras 66, 117, 1008, 1058 y 1160, y deben presentar problemas por diversas causas, a veces coincidentes, los demás.

De las arcillas empleadas en ladrillería la mayoría de los depósitos (70%) están en el Cretácico y de ellas más del 50% son de buena calidad. De las demás formaciones sólo hay un 30% repartidas entre Eoceno y Oligoceno, Mioceno, Trías y Cuaternario, por lo que no pueden sacarse conclusiones generales. Hay que hacer notar, sin embargo, que las tres del Trías son defectuosas.

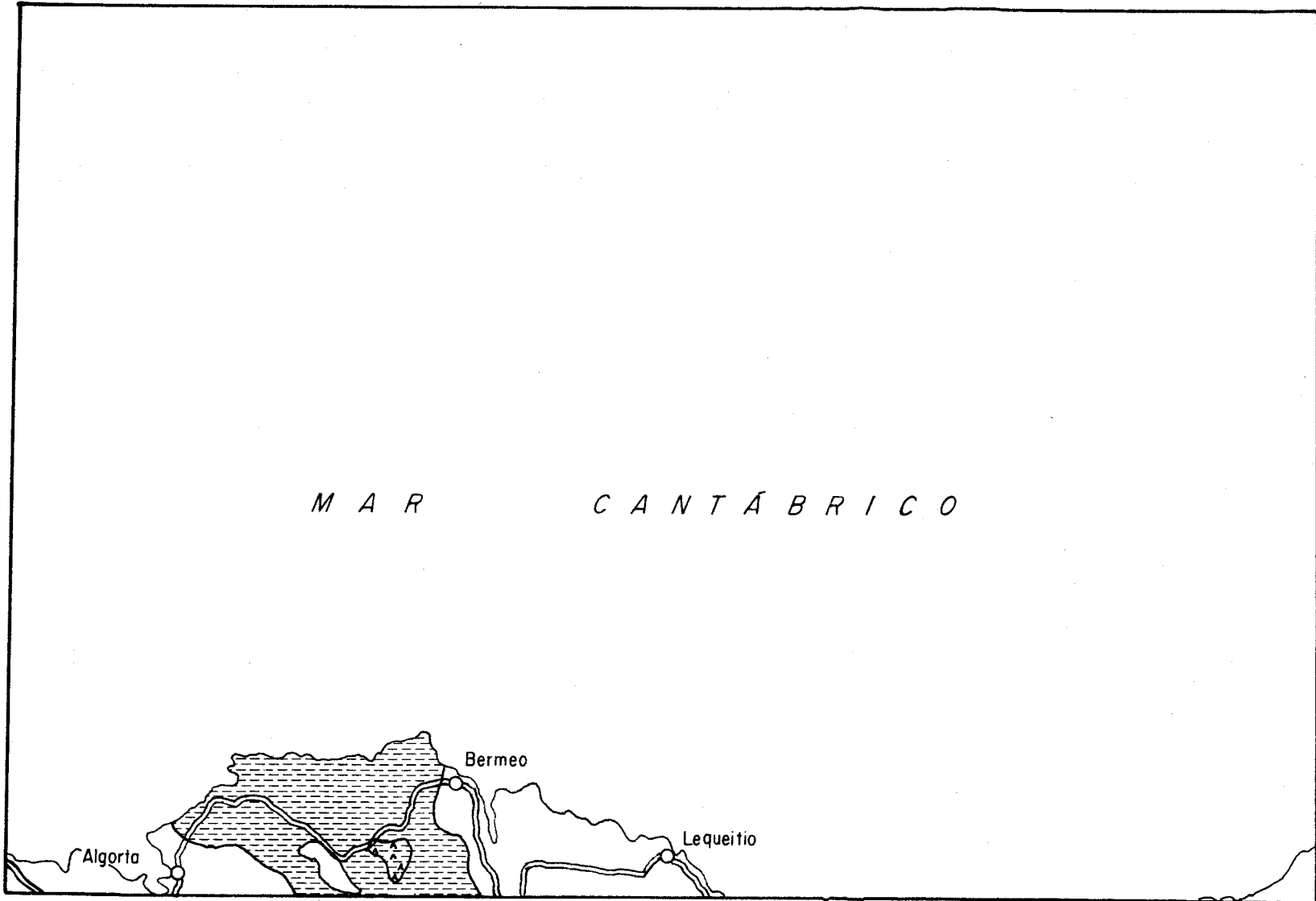
De los yacimientos no explotados, las muestras 56 y 1010 (Cretácico), 1015 (Oligoceno) y 1160 (Cuaternario) pueden sugerirse para ser empleadas en ladrillería.

En cuanto a otras posibles aplicaciones, hay que significar que las muestras 603, 608 y 615, pertenecientes a yacimientos no explotados, podrían ser utilizadas en la industria del cemento.

La 615 tiene un contenido bajo en cal (5%), pero corrigiéndola también podría ser útil, ya que contiene un 65% de minerales micáceos, probablemente en la arena fina en su mayor parte.

La muestra 603 es muy arenosa y como el contenido en filosilicatos de tipo micáceo es alto (80%) deben estar en las fracciones gruesas, por lo que su única aplicación previsible es como carga.

La 608, esencialmente limo—arcillosa en la fracción menor de 20  $\mu$ , está compuesta mayoritariamente de un mineral micáceo. Su aplicación parece ser similar a la anterior.



M A R C A N T Á B R I C O




Algorta

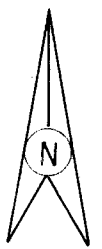
Bermeo

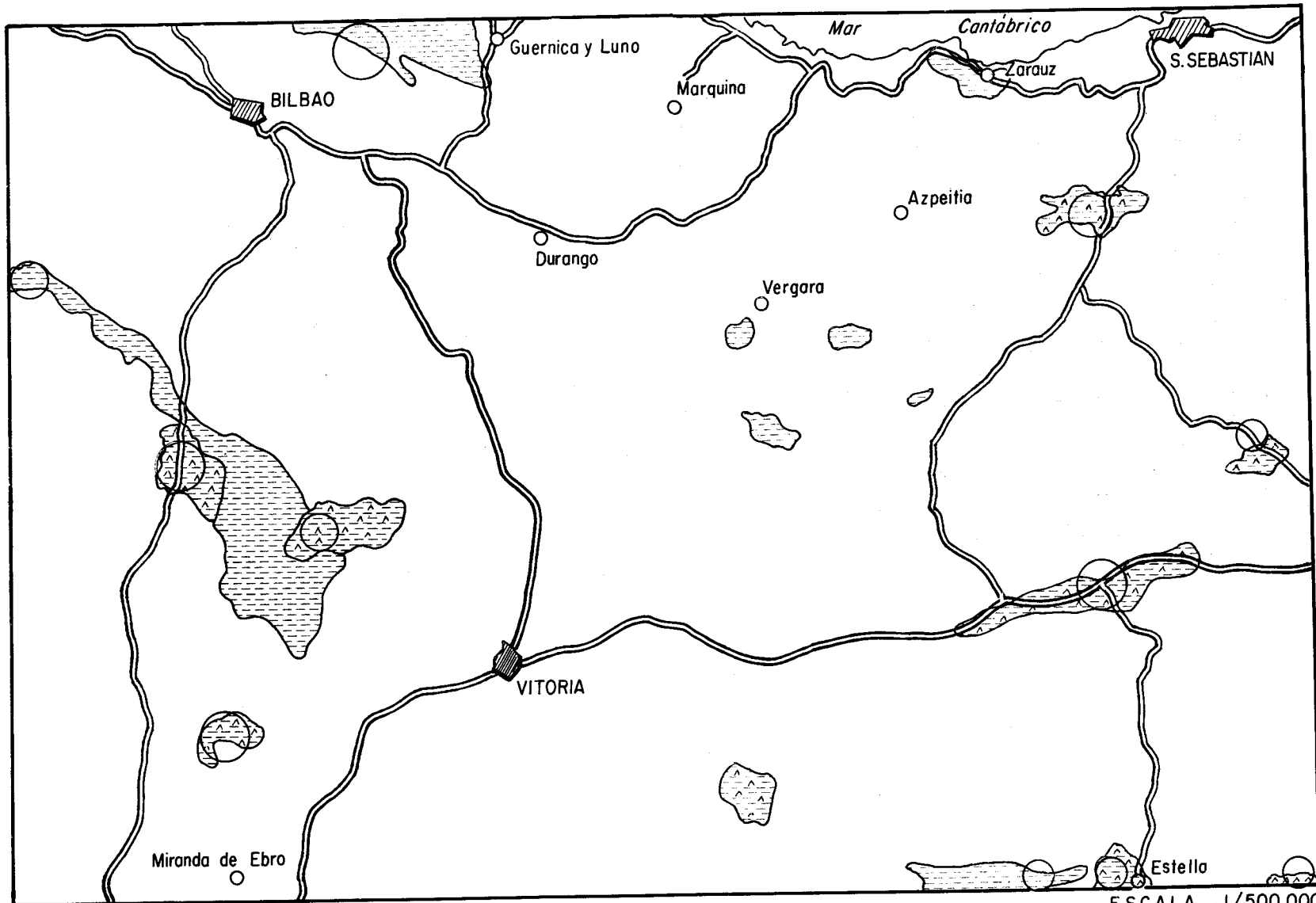
Lequeitio

ESCALA - 1/500.000





LEYENDA

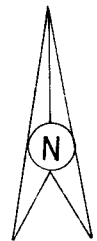
-  Concentración de explotaciones
-  Arcillas y yesos
-  Arcillas estratificadas con margas, calizas y areniscas





### LEYENDA

-  Concentración de explotaciones
-  Yesos
-  Arcillas y yesos
-  Arcillas interestratificadas en margas, areniscas y algunas calizas.



ESCALA .- 1/500.000

De todos modos, ambas, adicionadas de la cantidad conveniente de cal, podrían utilizarse en la industria del cemento.

### 3.2.— ARENAS Y ARENISCAS

Dentro de este capítulo se agrupan las arenas y areniscas debido a la dificultad de separación de las mismas (el grado de compacidad hace que el mismo nivel se presente en un punto como arenas y en otro como areniscas); por otra parte las utilidades de ambas rocas, aunque con algunas divergencias que oportunamente se señalarán, son comunes.

Se trata, generalmente, de areniscas y arenas con un alto contenido en sílice (alcanzan el 98<sup>o</sup>/o); suelen tener cemento síliceo, aunque algunas lo poseen carbonatado.

En la zona de estudio afloran niveles areniscosos y/o arenosos en el Carbonífero, Permotrías, Cretácico, Eoceno, Mioceno—Plioceno y Cuaternario.

Las areniscas del Carbonífero no presentan interés industrial definido; aparecen en el NE de la hoja con tonalidades verdoso—claras, elevado contenido en mica y con gran resistencia a la fragmentación.

La accesibilidad a estos yacimientos es de tipo medio.

No se ha realizado ninguna estación en areniscas de esta edad.

Las pertenecientes al Permotrías van acompañadas por tramos arcillo—arenosos, presentando colores rojizos.

Tampoco tienen interés industrial, no habiéndose realizado en las mismas ninguna estación.

La accesibilidad a estos niveles, que se sitúan al norte de Leiza (Navarra), es deficiente.

En el Cretácico se presentan niveles arenoso—areniscosos con relativa frecuencia. Aparecen en el Cretácico inferior en el extremo SW de la hoja (San Zadornil); aquí se trata de arenas albenas duras, compactas, con poca alteración superficial y muy síliceas.

En la mitad norte de la hoja se presentan arenas y areniscas de edad Albense—Cenomanense (complejo supraurgoniano), formando parte de una sucesión flyschoides, donde alternan con calizas, tramos arcillo—arenosos y conglomerados. Su grado de compactación es muy variable de un punto a otro, obteniéndose por alteración arenas de tonos predominantemente grises a blancuzco—amarillentos, generalmente muy síliceas.

Los niveles areniscosos del Cretácico superior se presentan alternando con margas y calizas arenosas. Su compactación es, generalmente, mayor que en las del Cretácico inferior.

La explotabilidad de los niveles síliceos cretácicos es marcadamente favorable, la accesibilidad fácil y las reservas varían de medias a grandes.

El número de estaciones efectuadas en arenas—areniscas del Cretácico ha sido de 62.

En el Eoceno aparecen niveles arenosos en facies flysch; se trata de una alternancia de areniscas compactas, arenas poco consolidadas, arcillas, calizas y margas.

El conjunto arenoso adquiere coloraciones que varían de grises a beige, amarillentas, marrones e incluso rojizas.

Geográficamente se distribuyen a lo largo del flysch costero de Guipúzcoa y en el núcleo del sinclinorio de Vizcaya.

De una forma general puede indicarse que las reservas son abundantes, la explotabilidad fácil y los accesos no presentan dificultades.

El número de estaciones efectuadas en niveles silíceos de edad eocena ha sido de 37.

Los niveles arenosos del Mioceno—Plioceno están localizados en el tercio sur de la hoja.

Se trata de arenas y areniscas bastante silíceas; las arenas son de colores claros y las areniscas pardas—ocres.

La accesibilidad a estos depósitos es buena—aceptable, las reservas grandes y la explotabilidad no presenta problemas.

El número de estaciones efectuadas ha sido de 2.

Dentro de las arenas cuaternarias agrupamos aquellos depósitos marinos o fluviales desprovistos de fracción gruesa (gravas).

Están localizados en los lechos y cauces de los ríos y rías costeras (Oria, Guernica, Plencia, etc.), en los ríos de la llanada de Vitoria, y en la zona de Miranda de Ebro, fundamentalmente.

Las características de estas arenas son muy variables, de acuerdo con el área fuente suministradora de las mismas. En el lecho del río Oría son de coloraciones pardas—negruzcas a rojizas; en los cauces de los ríos de la llanada de Vitoria y zona de Miranda de Ebro, tiene características muy diversas, variando de acuerdo con el área fuente.

Los accesos a este tipo de depósitos son muy variables, las reservas oscilan de medias a grandes y la explotabilidad no presenta problemas.

El número de estaciones efectuadas en arenas cuaternarias ha sido de 4.

El total de estaciones llevadas a cabo en arenas—areniscas asciende a 105.

Las arenas y areniscas de la zona estudiada se utilizan como áridos, piedras de construcción, refractarios, arenas de moldeo, abrasivos y vidrio.

### *Arenas y areniscas para "áridos" y "piedras de construcción"*

Como áridos para la elaboración de morteros de construcción, se emplean las arenas del Cuaternario y las arenas y areniscas (previa molienda) del Cretácico y Terciario.

El grado de compacidad de las areniscas y arenas secundarias y terciarias varía de un punto a otro, de forma que la extracción se efectúa con palas mecánicas, en casos, y mediante la utilización de explosivos en otros.

Cuando el grado de compacidad lo exige, es necesario proceder a una molienda para obtener una arena utilizable en construcción, seguida de una clasificación por tamaños.

Algunas de estas areniscas compactadas son utilizadas localmente como piedras de construcción.

En el caso de las arenas cuaternarias se explotan, normalmente, con pala mecánica, aunque en algunos casos (río Oría) se extraen del fondo del cauce mediante barcazas provistas de bombas de succión; ocasionalmente estas arenas salen acompañadas de gravas.



El número total de estaciones efectuadas en arenas—areniscas para áridos ha sido de 45.

Las dimensiones de las explotaciones varían desde las de carácter artesanal, que trabajan con intermitencias, a otras de gran entidad.

La explotación se efectúa siempre a cielo abierto, oscilando las producciones entre 3.000 t/año y 120.000 t/año. Este amplio margen de producción es lógico, pensando en la diferencia de entidad existente entre unas explotaciones mecanizadas con mercado comarcal, y otras totalmente artesanales y mercado local.

El número de obreros varía entre 1 y 9, oscilando los precios de venta desde 60 a 130 pts/m<sup>3</sup>.

La importancia industrial de este grupo es significativa, ya que abastece totalmente el mercado comarcal de arenas para construcción, siendo este de gran relieve.

Las características de estas arenas, según sus edades geológicas, y de acuerdo con los ensayos efectuados en las mismas son:

a) *Ensayos físicos*

<u>Edad</u>	<u>Materia Orgánica</u>	<u>°/o Equivalente de arena</u>	<u>Presencia sulfatos</u>	<u>Clasificación Casagrande</u>
Cretácico	0,035—0,25	18,1 — 42,2	Si	SM
Eoceno	0,025—0,14	23,39 — 41,6	Si	SM
Mioceno	0,155	75,94	Si	
Cuaternario	0,060—0,27	98,30—98,33		

<u>Peso específico aparente</u>	<u>Peso específico real</u>	<u>Absorción °/o</u>	<u>Estabilidad al SO<sub>4</sub>Mg °/o</u>	<u>Desgaste Los Angeles "A"</u>	
Cretácico	2,512	2,686	2,582	1,742	35,80

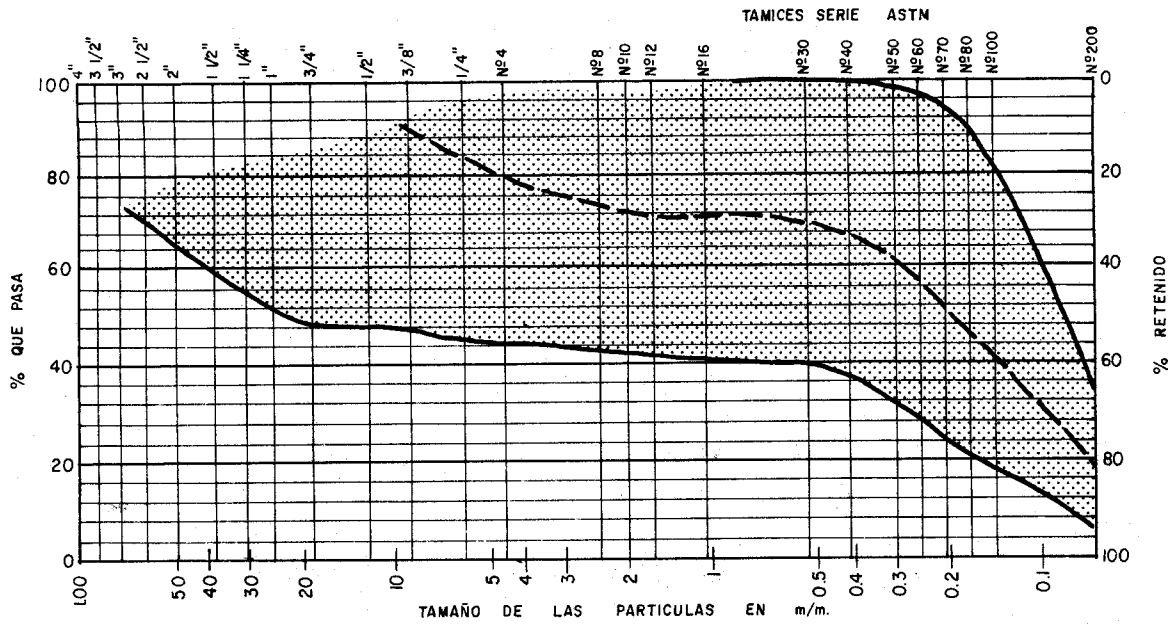
b) *Análisis químico (en tanto por ciento)*

	<u>Mioceno</u>	<u>Eoceno</u>	<u>Cretácico</u>
SiO <sub>2</sub>	39,98	90,8 — 95,04	68,34 — 93,8
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,72	2,09 — 2,95	3,60 — 8,72
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,94	0,90 — 3,20	0,80 — 3,51
TiO <sub>2</sub>	—	0,06	0,06 — 0,46
CaO	28,38	0 — 0,64	0 — 2,40
MgO	0,94	0 — 0,47	0,10 — 0,49
K <sub>2</sub> O	2,12	0,08 — 0,64	0,62 — 2,28
Na <sub>2</sub> O	0,76	0,02 — 0,20	0,14 — 1,32
SO <sub>3</sub>	no	no	no
P.p.c.	24,16	0,88 — 2,38	2,19 — 5,00

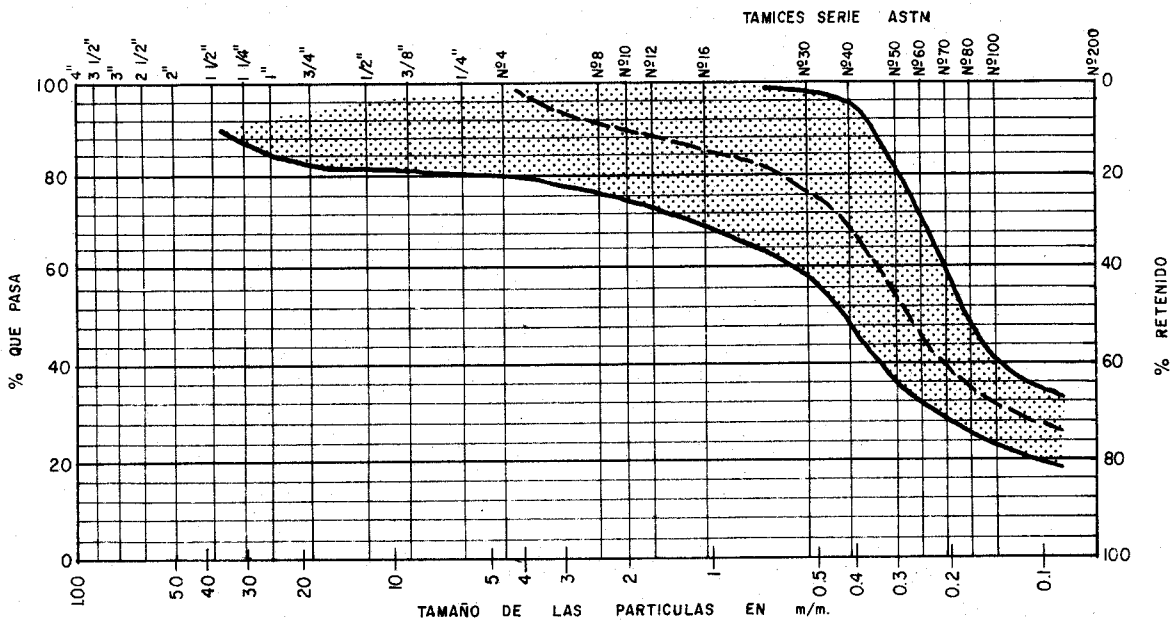
c) *Estudio petrográfico*

Cretácico	Subarcosa con matriz arcillosa
Eoceno	Subarcosa con matriz arcillosa

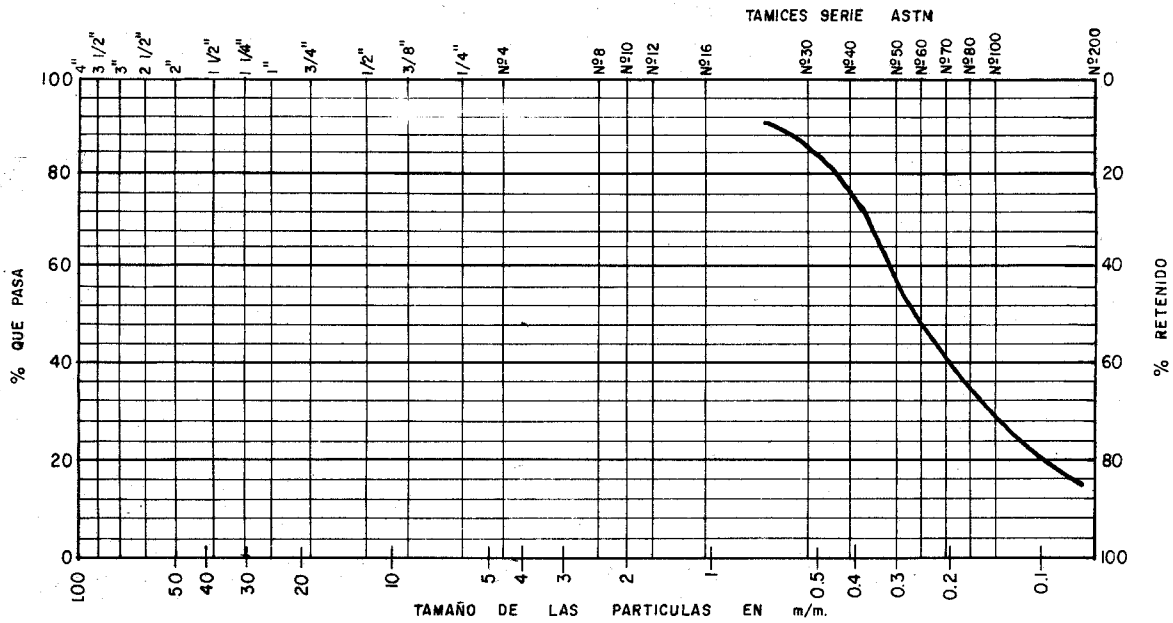
Las granulometrías medias de las arenas, de acuerdo con sus edades, y los gráficos de dispersión de las mismas, se exponen a continuación.



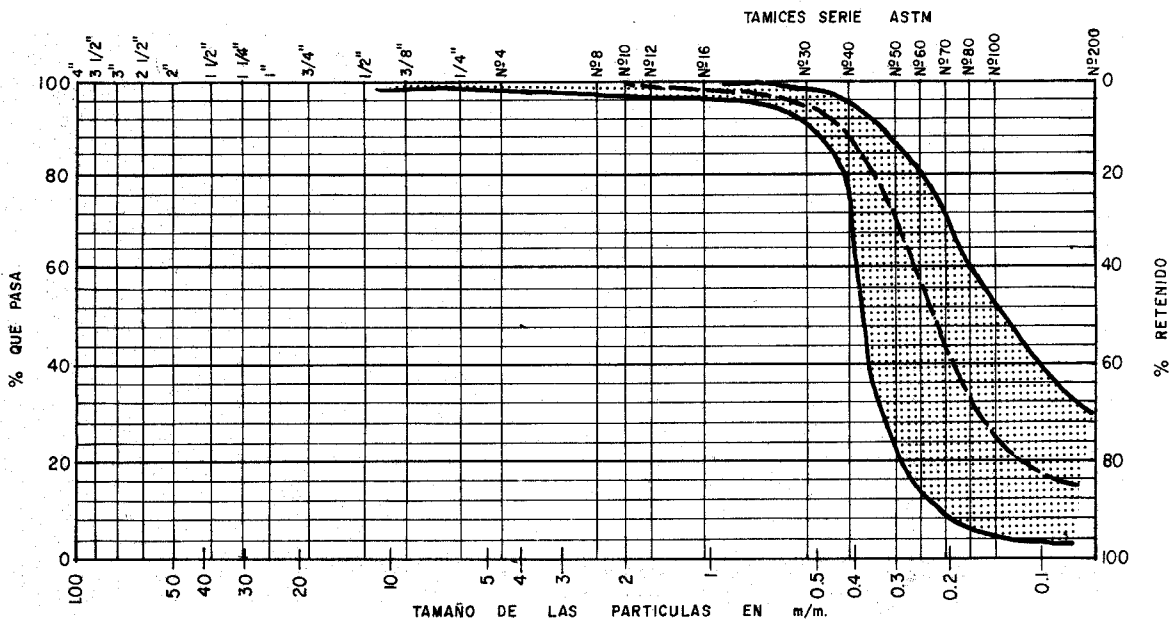
**Arenas Cretácicas**



**Arenas Eocenas**



Arenas Miocenas



Arenas Cuaternarias

### *Arenas y areniscas para "refractarios" "moldes de fundición" "abrasivos y vidrio"*

Como ladrillos refractarios se usan pequeños bloques de areniscas de alto contenido en sílice. Para este uso se han empleado areniscas del Cretácico y del Eoceno, aunque son las primeras las de mayor aceptación.

Estas areniscas cretácicas, de color gris claro, se presentan estratificadas en capas de 20–30 cm; el arranque se efectúa manualmente y el posterior labrado, hasta la obtención de ladrillos de dimensiones adecuadas, también; dado su alto contenido en sílice estos ladrillos se utilizan para formar las paredes de los hornos de fundición.

La mayor concentración de explotaciones de este tipo se da en los alrededores de Amorebieta.

Las areniscas eocenas, de características y aplicación similar, son beneficiadas con cierta intensidad en la zona de Algorta, y también en la de Amorebieta.

Las arenas y areniscas de estas edades se emplean también como arenas de moldeo. El arranque de estos materiales acostumbra a efectuarse por medio de palas mecánicas, operación a la que sigue, en el caso de las areniscas compactadas, una molienda adecuada. Posteriormente sufren un proceso de secado, quedando en condiciones de utilización.

La mayoría de estas explotaciones dedican parte de la producción a su uso como áridos; también, en algún caso, se destinan cantidades variables a la preparación de Abrasivos o a la Industria del vidrio.

La localización de las mismas es diversa, pero se disponen de modo general, en la parte sur de la provincia de Alava.

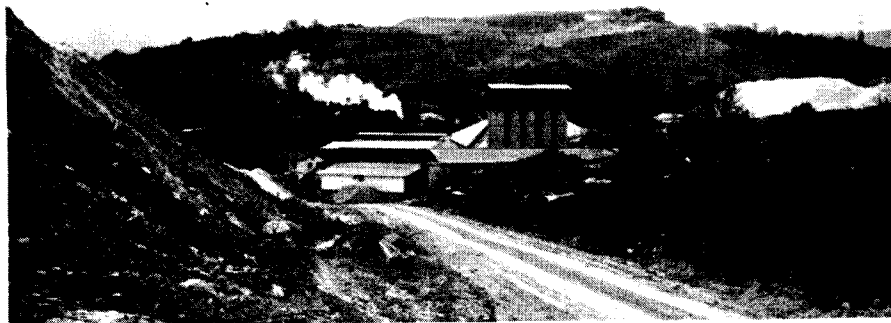


Foto 1.— Cantera de arenas en Laminorfa (Alava)

El número total de estaciones efectuadas en arenas y areniscas para esta serie de usos se eleva a 74, de las cuales la mayoría se dedican únicamente a la obtención de ladrillos refractarios.

Las dimensiones de las canteras son muy variables, oscilando las de los frentes entre 20–30 m de longitud y 3–4 m de altura; en ellas se contienen materias primas para la fabricación de ladrillos refractarios; éstos se logran con dos formatos; uno de 20 x 10 x 3 cm y otro de 30 x 15 x 5 cm, teniendo estos últimos su lado más largo curvilíneo. Sus producciones son muy variables, ya que trabajan de acuerdo con la demanda existente.

Las que se dedican a la obtención de arenas de moldeo, abrasivos y vidrio tienen producciones que oscilan entre las 2.000 y 90.000 t/año.

El número de operarios en todas ellas varía de 2 a 9, siendo el término medio de 3; los precios de venta, en el caso de arenas, oscilan entre 100–130 pts/m<sup>3</sup>.

El mercado de todos estos productos suele ser regional, aunque en el caso de los ladrillos refractarios de arenisca se atiende al mercado nacional, e incluso se efectúan exportaciones a Francia, Inglaterra y Alemania, siempre en escasa proporción.

La mecanización se reduce, en la mayoría de los casos, a una pala mecánica que en el caso de los ladrillos refractarios sólo se utiliza para hacer los desmontes y a una machacadora y clasificador para la obtención de arenas; algunas instalaciones tienen también un secadero.

El transporte de los productos obtenidos se hace por carretera y, como ya se ha indicado, se recorren distancias bastante considerables.

La importancia industrial del grupo es grande, por abastecer a un sector tan relevante, en aquella zona, como el Siderometalúrgico, y en menor proporción a las Industrias químicas.

Las características de estas arenas, clasificadas por edades, de acuerdo con los ensayos y análisis efectuados en las mismas, son:

**a) Ensayos físicos**

<u>Edad</u>	<u>Materia Orgánica</u>	<u>°/o Equivalente de arena</u>	<u>Presencia sulfatos</u>	<u>Clasificación Casagrande</u>
Cretácico	0,040–0,22	21,5–47,6	Si	SM
Eoceno	0,05 – 0,12	25,71–41,6	Si	SM

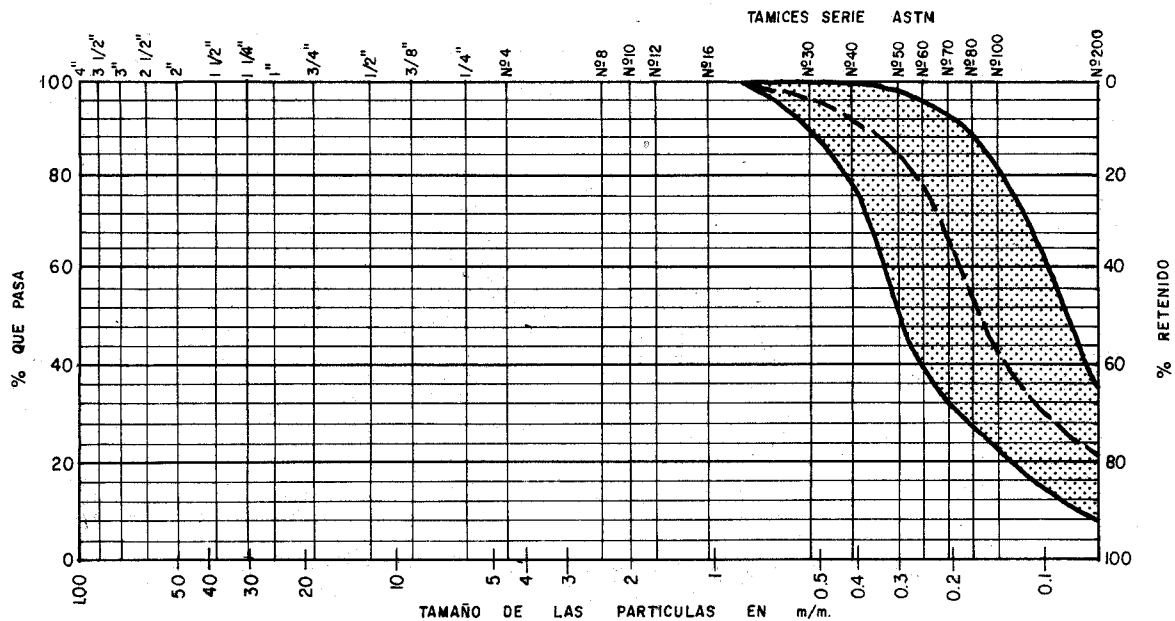
**b) Estudio petrográfico**

Eoceno Subarcosa con matriz arcillosa

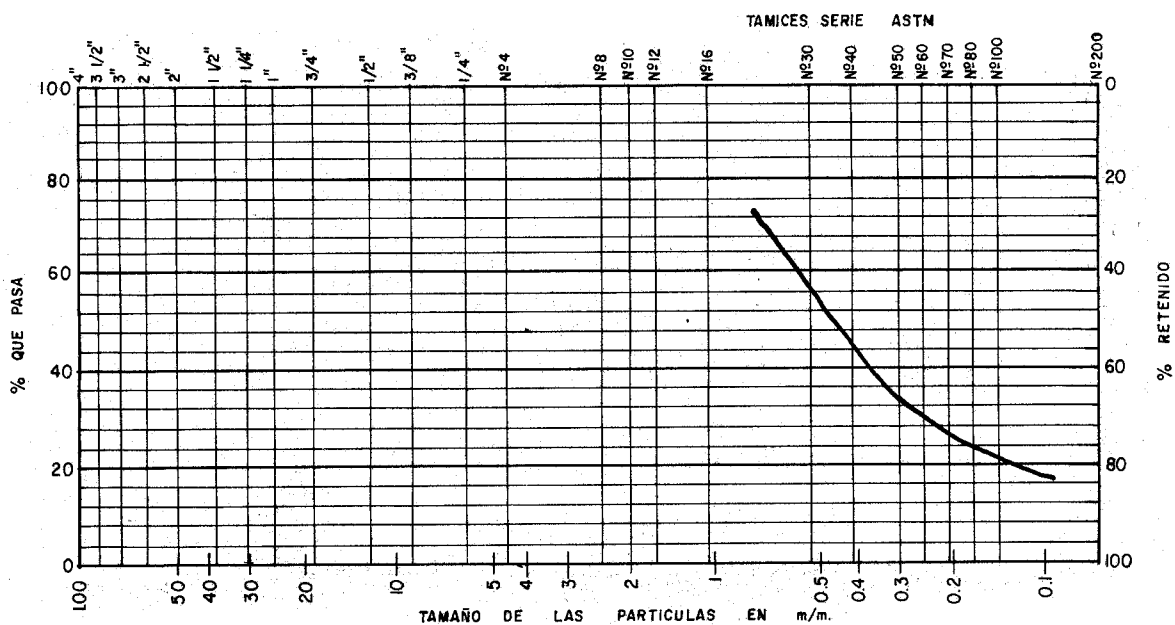
**c) Análisis químico (en tanto por ciento)**

	<u>Cretácico</u>	<u>Eoceno</u>
SiO <sub>2</sub>	82,77 – 96,41	91,33 – 98,00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,94 – 10,56	1,62 – 3,06
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,58 – 1,10	0,26 – 1,12
TiO <sub>2</sub>	0,04 – 0,26	0,02 – 0,11
CaO	no	no
MgO	no	no
K <sub>2</sub> O	0,21 – 1,82	0,08 – 0,36
Na <sub>2</sub> O	0,06 – 0,51	0,02 – 0,11
SO <sub>3</sub>	no	no
P.p.c.	1,00 – 3,24	0,92 – 2,32

Las granulometrías medias de las arenas, de acuerdo con sus edades, y los gráficos de dispersión de las mismas, se exponen a continuación.






Arenas Cretácicas

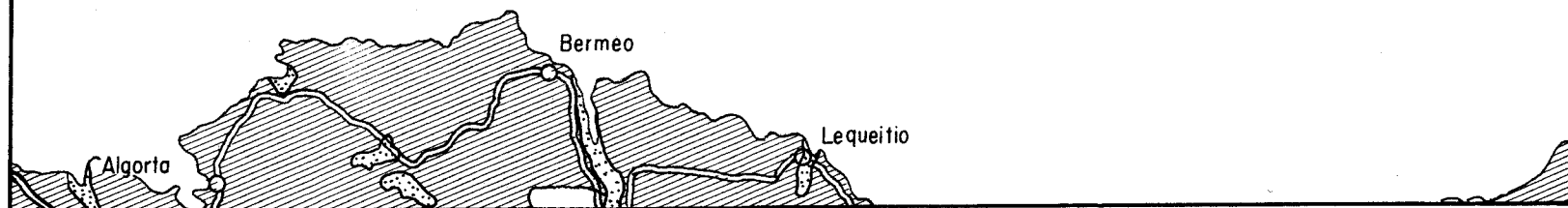
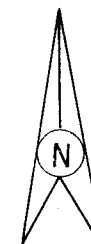


Arenas Eocenas

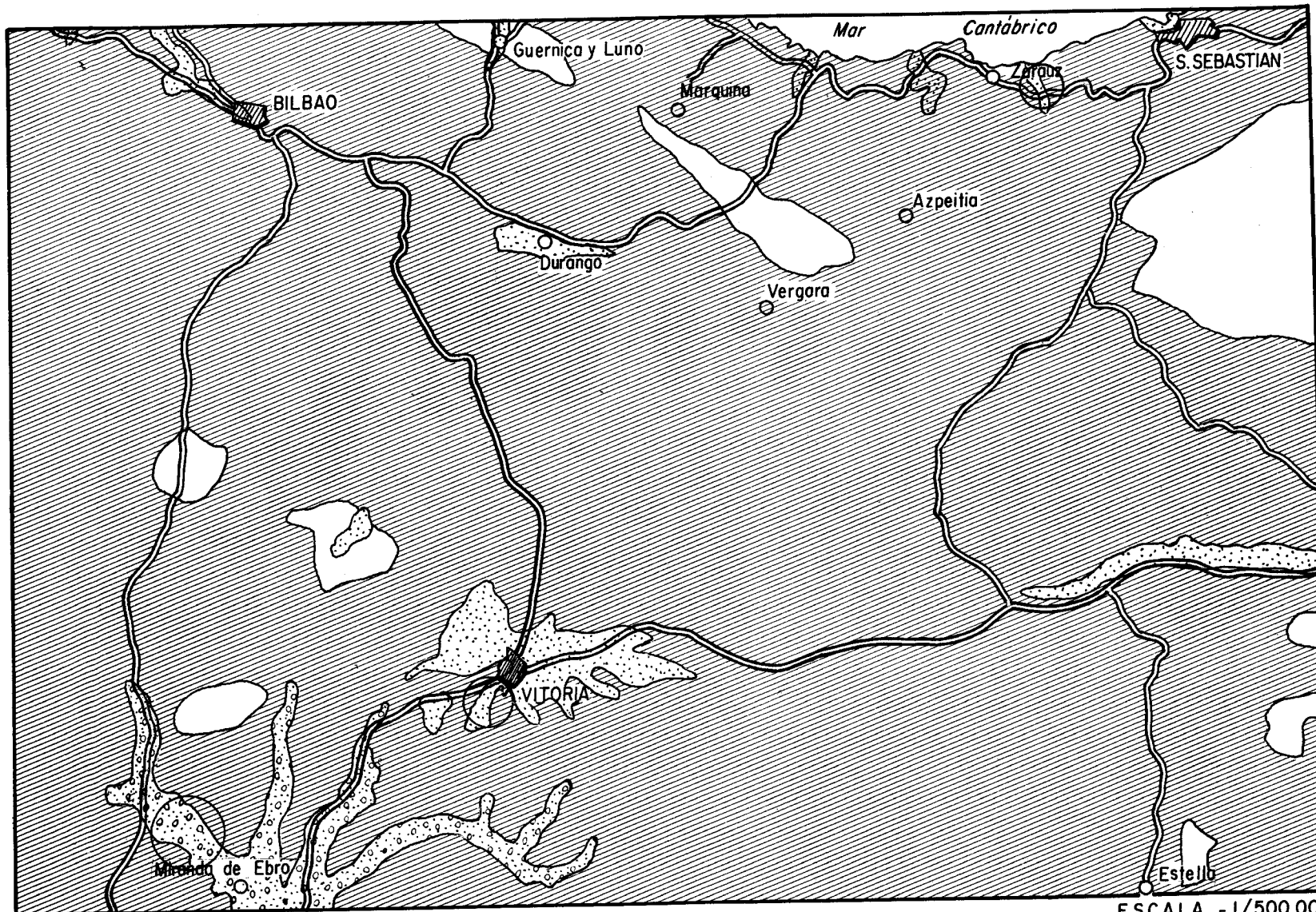
# LEYENDA

-  Concentración de explotaciones
-  Areniscas interstratificadas en calizas, margas y conglomerados.
-  Arenas.





M A R C A N T Á B R I C O

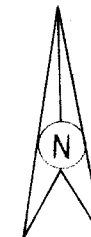


ESCALA - 1/500.000



### LEYENDA

-  Concentración de explotaciones
-  Arenas y gravas
-  Arenas
-  Areniscas interstratificadas en calizas, margas y conglomerados



ESCALA .- 1/500.000



### 3.3.— BARITA

Dentro de los niveles cretácicos, que comprenden la mayor parte de la superficie de las hojas de Bilbao y Bermeo, aparecen mineralizaciones de barita.

Geográficamente han sido localizadas al NW de Leiza, en Navarra, y en las cercanías de Cerain, en Guipúzcoa.

El número de estaciones efectuadas en este material ha sido de 4.

Actualmente sólo se encuentran activas tres explotaciones subterráneas en Cerain, que benefician los óxidos de hierro asociados a la barita.

Los accesos a todos estos yacimientos son dificultosos y las reservas pueden catalogarse de pequeñas a medias.

### 3.4.— BASALTOS—OFITAS

En este capítulo, agrupamos las rocas ígneas de interés industrial que afloran en la zona estudiada. Se trata de las coladas basálticas interestratificadas entre los materiales cretácicos y de los pitones de ofitas asociados a los afloramientos de terrenos del Keuper.

Con el nombre de basaltos designamos a una serie de traquitas, basaltos espilíticos y basaltos andesíticos, que aparecen interestratificados entre las areniscas, calizas y arcillas que constituyen el flysch del Cretácico superior, estos materiales están originados por erupciones de lava basáltica producidas en el Cenomanense.



Foto 2.— Cantera de basaltos columnares cretácicos en Fruniz (Vizcaya)

Estas coladas afloran en la parte N de la hoja, ofreciendo una orientación cartográfica en dirección NW-SE, entre Zumárraga y Guernica aproximadamente. Presentan estructura de pillow-lavas, con la textura y orientación concéntrica típica de las lavas almohadilladas. Los colores predominantes son marrones, violáceos y verdes, con tonos oscuros.

Aparecen también otras masas basálticas, aunque con menos frecuencia, con estructura columnar, textura ofítica y color verdosos; han sido localizadas en Fruniz y Rigoitia.

Los accesos a estos yacimientos son buenos y su explotabilidad no ofrece más inconveniente que el que supone la dureza de la roca. Las reservas pueden considerarse como notables.

En basaltos se han realizado un total de 10 estaciones.

Los afloramientos ofíticos aparecen asociados a los materiales del Keuper (Triásico); se trata de intrusiones de rocas volcánicas que se presentan en superficie de una forma muy característica.

Su distribución geográfica es muy irregular, respondiendo a la de los afloramientos triásicos; de un modo muy general puede indicarse que se reparten por las mitades sur y este de la hoja.

Los afloramientos ofíticos son de medianas dimensiones y de color pardo-verdoso oscuro; forman pequeños cerros que destacan netamente del conjunto de materiales plásticos arcillo-evaporíticos del Keuper. De esta forma presentan frentes de explotación naturales muy favorables, por lo que sus características de explotabilidad pueden calificarse de buenas, ofreciendo el único inconveniente de su gran dureza.

La accesibilidad a los yacimientos de ofita es muy variable, presentando algunos problemas en épocas de lluvia al tener que atravesar terrenos muy arcillosos. Respecto a las reservas debemos indicar también su variabilidad, pudiendo pasarse de pequeños cerros a verdaderas colinas.

El número de estaciones efectuadas en ofitas ha sido de 11.

El total de estaciones en rocas volcánicas asciende a 21.

La utilización de ambos materiales es como árido para carreteras.

### *Basaltos y ofitas para "áridos"*

Los basaltos utilizados para la obtención de áridos son los andesíticos, preferentemente los de estructura columnar. De entre las ofitas se utilizan aquellas en el que el grado de alteración es mínimo.

La utilización específica primordial, dentro del campo de los áridos, es como material para capas de rodadura en carreteras, dado el bajo porcentaje de desgaste de estas rocas.

De entre todas las estaciones efectuadas, sólo existe actividad extractiva en 4 basaltos y en 3 de ofitas; su situación es bastante dispersa, centrándose en las provincias de Vizcaya, Guipúzcoa y Navarra.

Las explotaciones son siempre a cielo abierto, efectuándose el arranque mediante explosivos, previa realización de taladros con compresor y martillos neumáticos. Sus dimensiones son de tipo medio, dándose en muchas de ellas, la temporalidad en la extracción.

Una vez arrancado el material se transporta por medio de palas mecánicas o camiones a la planta de trituración, que generalmente se encuentra a pie de cantera.

El transporte del material hasta los puntos consumidores se realiza normalmente por carretera.

Las producciones de estas canteras varían entre las 14.000 y 70.000 t/año, para las ofitas, y las 20.000–50.000 t/año, para los basaltos, con precios de venta que oscilan entre 120–150 pts/m<sup>3</sup> de acuerdo con la granulometría. Las plantillas de operarios son del orden de 3 a 5 individuos, aunque en las de mayor entidad se alcanzan los 13.

La importancia del grupo es considerable, dado su excelente calidad y creciente uso como árido de carreteras en capas de rodadura.

Las características de estas rocas, de acuerdo con los ensayos efectuados en las mismas, son:

**a) Ensayos físicos**

Edad	P. Específico aparente	P. Específico real	Absorción O/o	O/o Estabilidad SO <sub>4</sub> Mg	Desgaste "A"	Los Angeles "C"	Desgaste Abrasión
Basaltos	2,576-2,971	2,795-3,033	0,533-1,806	1,318-1,998	16-28,52	—	—
Ofitas	2,950-3,00	2,954-3,040	0,336-0,575	1,440-1,986	12,5-23	14-1 – 24,3	0,18–0,4

**b) Estudio petrográfico:**

Basaltos—Basaltos, tobas basálticas, basaltos amigdaloides y diabasas.

Ofitas—Ofitas, diabasas y cuarzodiabasas

**c) Análisis químico**

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	CO <sub>3</sub>
Basaltos	47,32	21,9	6,57	6,2	7,6	2,3	—
Ofitas	38,4-45,7	17,8	11,7	13,1	6,8	—	13,6

**3.5.— CALIZAS**

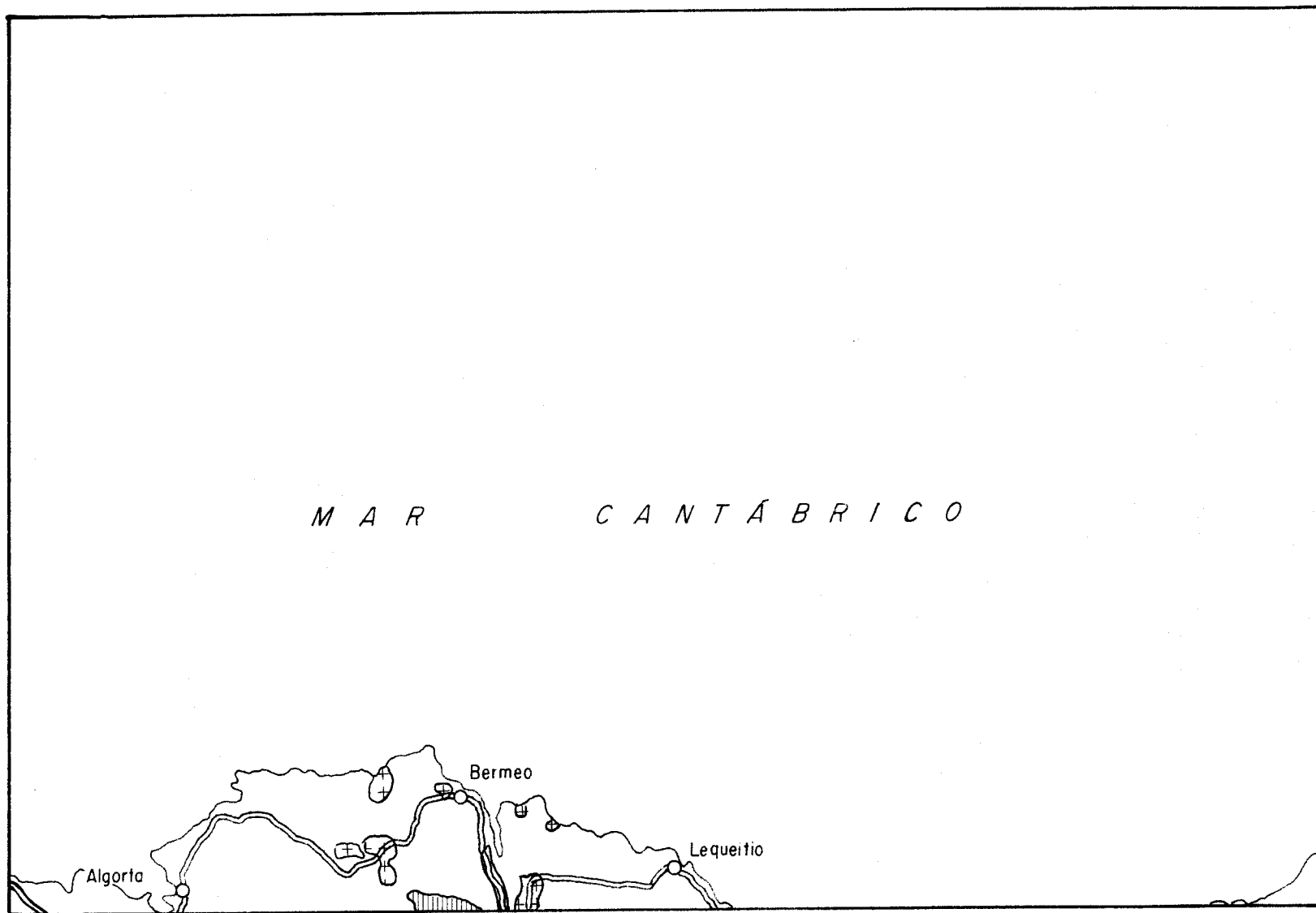
Las calizas son, quizá, las rocas más abundantes en la superficie de las hojas de Bilbao y Bermeo; aparecen niveles calizos en el Triásico, Jurásico, Cretácico y Terciario.

Las calizas triásicas son muy escasas y solamente se han realizado en ellas dos estaciones. El único afloramiento digno de mención está situado en el diapiro de Maestu y datado como Muschelkalk.




La accesibilidad a este afloramiento es buena, y fácil su explotabilidad, aunque sus reservas son escasas.

Las calizas jurásicas se presentan en esporádicos afloramientos, distribuidos por el borde oriental de la hoja, fundamentalmente, y en la ría de Pedernales, al norte de la zona. En ellas se han efectuado 8 estaciones.

Aparecen bien estratificadas, en bancos no muy potentes, acompañadas por niveles calizo—dolomíticos, calizo—margosos y alguno marmóreo. Sus colores son grises claros.

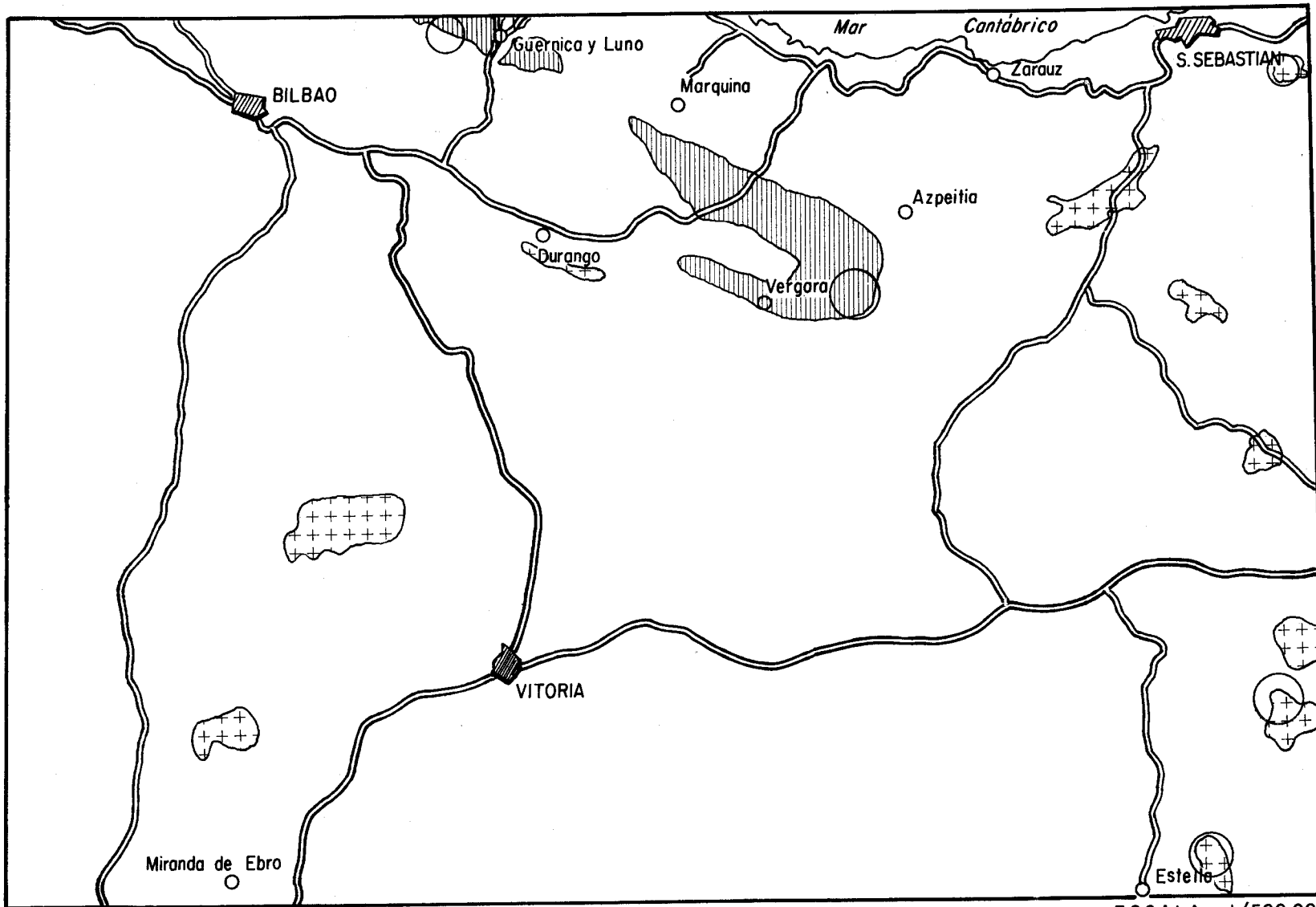


LEYENDA




-  Concentración de explotaciones
-  Basaltos interestratificados
-  Ofitas

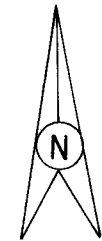


ESCALA .- 1/500.000



LEYENDA

-  Concentración de explotaciones
-  Basaltos interestratificados
-  Ofitas



ESCALA .- 1/500.000

La accesibilidad a los afloramientos es, generalmente, buena y aceptables las características de explotabilidad; las reservas varían de medias a grandes.

Es en el Cretácico donde las calizas tienen una más amplia representatividad. En este período aparecen gran diversidad de calizas, desde las cristalinas compactas—utilizadas como rocas ornamentales—hasta las margosas, sin omitir los tramos de calizas arenosas empleadas en mampostería. Normalmente, estas calizas se presentan bien estratificadas.

Mención especial merecen las calizas arrecifales y pararecifales, por su empleo en gran escala como áridos y rocas ornamentales. Estas calizas, que en muchos casos se presentan masivas, tienen colores que varían del gris al negro y al rosado rojizo; contienen gran cantidad de restos fósiles y su edad es Aptense—Albense—Cenomanense.

La abundancia de estas rocas en la zona impide hablar de una repartición geográfica definida; únicamente se puede indicar que aparecen con profusión por toda la superficie de la hoja.

La explotabilidad de las calizas cretácicas es buena, y sus reservas grandes, generalmente. Los accesos en líneas generales, son también buenos.

La explotación de estas calizas es exhaustiva, en especial en las de origen arrecifal.

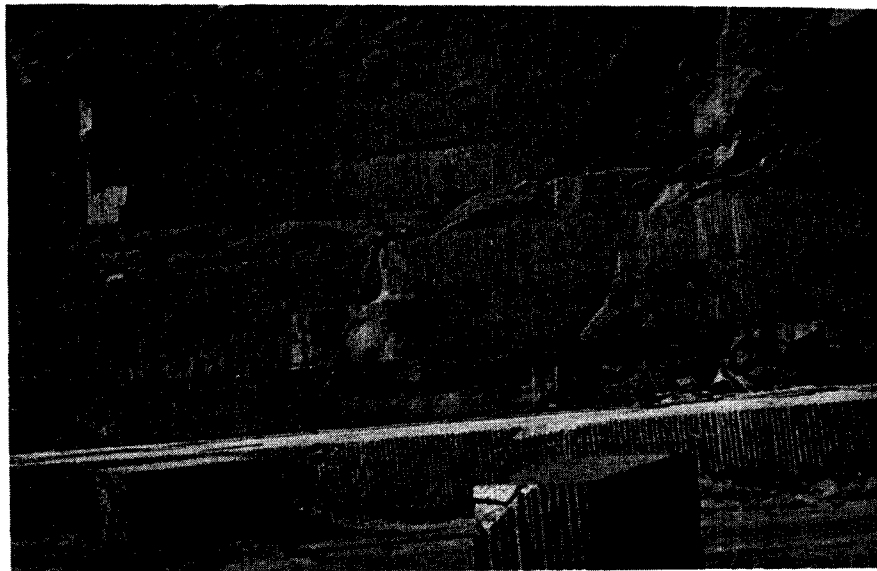


Foto 3.— Cantera de calizas arrecifales cretácicas en Avocia (Alava)

El número de estaciones efectuadas en calizas cretácicas asciende a 235.

Las calizas terciarias corresponden al Paleoceno, Eoceno y Mioceno, teniendo

algunas de ellas valor ornamental. Aparecen acompañadas de tramos margosos y calizas brechoides, detríticas y arenosas en ocasiones, y con grandes espesores en otras.

Generalmente aparecen bien estratificadas y con colores claros o rosados.

Las características de explotabilidad de las calizas eocenas son buenas, ya que forman resaltes en el terreno, así como las de los accesos, por regla general.

Las reservas pueden considerarse de medias a grandes.

El número de estaciones efectuadas en calizas eocenas ha sido de 16, y en las miocenas de 4.

El total de estaciones en caliza asciende a 265.

Los usos a que destinan las calizas en la zona son: áridos, fundentes, rocas ornamentales y de construcción y aglomerantes.

### *Calizas para "áridos" y "fundentes"*

Las calizas más empleadas para áridos son las del Cretácico y en mucha menor intensidad las eocenas; también existe cierta actividad extractiva en las calizas jurásicas. Parte de la producción de alguna de estas explotaciones se destina a su empleo como fundentes.

El número de estaciones efectuadas en calizas para estos usos ha sido de 199.

De entre todas las calizas cretácicas, las más utilizadas son las arrecifales y pararrecifales.

Dentro de la utilización general de áridos, se emplean las calizas para capas de rodadura, bases de carreteras, balastro para ferrocarril y áridos para hormigones.

Las explotaciones son siempre a cielo abierto, efectuándose el arranque mediante explosivos, previa realización de taladros con compresor y martillos neumáticos. Las dimensiones de las mismas son, por regla general, grandes, con un alto grado de mecanización; poseen palas mecánicas para el transporte del material una vez arrancado, cintas transportadoras, plantas de trituración con molinos adecuados, sistemas de calibrado y clasificación (obtienen 4 ó 5 granulometrías) y tolvas de almacenamiento.

Junto a las explotaciones mecanizadas coexisten otras de pequeñas dimensiones.

El transporte a los puntos de consumo se realiza por carretera en camiones de gran tonelaje. No obstante este transporte no suele efectuarse a distancias muy elevadas, ya que las canteras se sitúan próximas a los grandes centros de consumo, que son los núcleos urbanos importantes.

El número de operarios más frecuente, por cantera, es del orden de 10 individuos aunque oscilan entre 4 y 25 (excepcionalmente tienen hasta 54 operarios); la producción varía entre las 4.000 y 300.000 t/año, aunque en algunos casos se alcanzan las 800.000. El precio de venta oscila entre 80 y 120 pts/m<sup>3</sup>, de acuerdo con la granulometría.

La importancia industrial de estas explotaciones es relevante, por suministrar materias primas a industrias tan importantes en la región, como son las de la construcción de edificios y carreteras y la de siderurgia—metalurgia.

Las características de estas calizas, de acuerdo con los análisis y ensayos efectuados en las mismas, son:

a) *Ensayos físicos*

Edad	P. Específico aparente	P. Específico real	Absorción %	% Estabilidad SO <sub>4</sub> Mg	Desgaste "A"	Los Angeles "C"	Adhesividad
Triásico	2,687	2,718	0,424	1,954	26,9-33,78	24	---
Jurásico	2,684-2,698	2,715-2,729	0,227-0,482	1,346-1,760	25,02-31,98	---	---
Cretácico	2,60-2,707	2,672-2,74	0,13-1,36	0,5-2,066	19,4-33,5	18,4-29,4	98-99,6
Paleoceno	2,72	2,76	0,51	---	23-27,6	23,7-27	---
Eoceno	2,62-2,674	2,705-2,73	0,434-1,52	1,166-1,168	23,20-27,10	22,2	---
Oli-Mioc.	2,584	2,709	1,788	1,562	27,14	---	---
Mioceno	2,62-2,69	2,70-2,74	0,60-1,03	---	21,2-32,8	19,6-31,8	---

b) *Estudio petrográfico*

Triásico Biosparitas  
 Cretácico Biomicritas, biosparitas y biointraesparitas  
 Paleoceno Biomicritas  
 Eoceno Biomicritas  
 Mioceno Micritas

c) *Análisis químico en %*

	Triásico	Jurásico	Cretácico	Paleoceno	Eoceno	Olig-Mioc.	Mioceno
SiO <sub>2</sub>	1,18-4,6	0,64-2,02	0,3-20,32	0,58-1,61	5,01-9,28	10,36	1,92-3,04
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,09	0,10-0,36	0,10-2,96	---	0,53-2,00	0,26	0,80
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,36	0,31-0,70	0,10-2,75	---	0,44-1,82	0,58	0,76
CaO	53,50	48,13-54,98	36,68-55-56	55,2-53,4	34,2-53,92	48,02	---
MgO	1,38	0,31-5,46	0,05-2,3	0,36-0,45	1,10-2,9	0,80	---
K <sub>2</sub> O	no	Ind.	0,0-0,86	---	0,05-0,38	0,06	---
Na <sub>2</sub> O	no	Ind.	0,0-0,80	---	0,03-0,44	0,04	---
SO <sub>3</sub>	no	no	0-7,60	---	no	1,22	---
P.p.c	43,49	42,92-43,72	31,72-43,72	---	40,93-41,6	38,66	---

*Calizas para "rocas ornamentales y de construcción"*

Con este fin se explotan en la zona calizas arrecifales y pararrecifales cretácicas y calizas eocenas, que podemos considerar como calizas marmóreas.

La gran concentración de explotaciones de calizas con fines ornamentales se centra en los arrecifes cretácicos, donde la falta de estratificación, presencia abundante de restos fósiles, coloración y buenas características de pulimentación, las convierten en rocas idóneas para ornamentación. En estas calizas se han efectuado 63 estaciones.

En las calizas eocenas, que presentan tonalidades claras blanco-amarillentas a rosadas, y también contienen con frecuencia restos fósiles, se han efectuado 16 estaciones, aunque sólo en cuatro puntos existe actividad extractiva. Yacimientos de buenas características se encuentran en varios puntos, destacando por la belleza de la roca el de Oquina (Alava).

Esporádicamente se extraen o han extraído rocas para construcción en niveles jurásicos y miocenos.

Las calizas arrecifales cretácicas de la hoja conocidas en la región como mármoles (dado el bello pulimento que adquieren dan origen a diversas denominaciones—tipo de



"mármoles", tomadas de los toponímicos de las zonas donde se explotan.

Así, tenemos el "mármol" de Marquina, negro o al menos muy oscuro, masivo, con frecuentes recristalizaciones de restos fósiles, duro y compacto; el de Mañaria, de análogas características, aunque de tonos más claros; el de Ereño, de color rosado-rojo, con

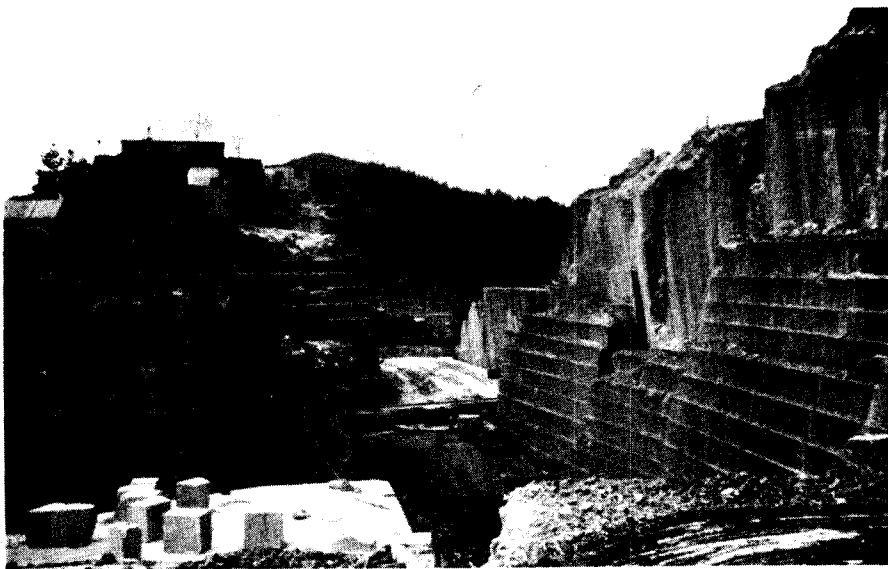


Foto 4.— Canteras de calizas arrecifales cretácicas "Mármoles de Ereño" (Vizcaya)

restos fósiles cristalizados, que presenta una cierta estratificación que ayuda la extracción; los "mármoles" de las inmediaciones de Rentería de colores también rosados y otros distribuidos irregularmente por Mendaro, Lástur, Aldaz, etc.

Las explotaciones se llevan a cabo siempre a cielo abierto en canteras de medias y grandes dimensiones; el arranque se efectúa en varios escalones, cortándose la roca con hilo helicoidal y baterías de taqueo controladas (los taladros se realizan mediante martillos neumáticos movidos por compresor).

De este modo se obtienen bloques de grandes dimensiones que posteriormente se cortan; los productos finales son planchas para revestimientos, pequeños bloques para muros y bordillos, sillares para fachadas etc.

El primer labrado del bloque, antes de enviarlo al corte, se efectúa a pie de cantera, utilizándose el material sobrante para terrazos y áridos (previa molienda a tamaño de gravas).

La plantilla de operarios en estas explotaciones oscila entre 2 y 15 individuos, aproximadamente, aunque en algunos casos se alcanzan los 40, obteniéndose producciones que varían entre los 80 y 6.000 m<sup>3</sup>/año.

Los precios de venta en bloque dependen, fundamentalmente, del tamaño de éste, aunque se puede señalar un intervalo comprendido entre las 4.000 y 6.000 pts/m<sup>3</sup>; en

casos extremos se alcanzan las 7.000 pts/m<sup>3</sup>.

La importancia industrial de grupo es acusada, como lo demuestran las altas producciones en algunas de las explotaciones visitadas. El mercado de la roca rebasa los límites regionales, consumiéndose en puntos diversos del país.

Como piedras de construcción para sillería, y a escala puramente local, se han utilizado niveles de calizas, calizas margosas y calizas arenosas deleznable, próximos a los núcleos de población. También existe alguna explotación mecanizada que obtiene únicamente piedras de construcción (bordillos, sillares etc.) y áridos, alcanzando producciones del orden de los 80.000 m<sup>3</sup>/año.

Las características de las calizas utilizadas en ornamentación, de acuerdo con los estudios y análisis efectuados en las mismas, son:

a) *Ensayos físicos*

Edad	P. Específico aparente	P. Específico real	Absorción %	% Estabilidad SO <sub>4</sub> Mg	Desgaste Los Angeles "A"	Desgaste Los Angeles "C"
Jurásico	2,698	2,715	0,227	1,760	31,60	—
Cretácico	2,635-2,700	2,672-2,726	0,346-0,593	1,450-1,910	22,2-33,5	22,8-29,4
Paleoceno	2,71-2,72	2,75-2,76	0,51-0,59	0,6-1,6	22,1-27,6	20,1-27
Mioceno	2,69	2,74	0,60	—	21,2	19,6

b) *Estudio petrográfico*

Jurásico	Biomicritas
Cretácico	Biomicritas
Eoce-Creta.	Biomicritas
Paleoceno	Biomicritas
Eoceno	Biomicritas
Mioceno	Biomicritas

c) *Análisis químico (en tanto por ciento)*

	Jurásico	Cretácico	Eoc-Creta.	Paleoceno	Eoceno	Mioceno
SiO <sub>2</sub>	2,02-2,40	0,62-16,66	3,60	0,58-2,4	0,74-8,4	36,74
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,10-0,16	0,03-2,56	0,15	—	0,04-2,00	0,32
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,57-0,70	0,19-2,22	0,58	—	0,23-1,82	0,68
CaO	48,13-53,60	43,14-55,4	52,66	53,4-55,2	48,8-54,97	33,15
MgO	0,50-5,46	0,34-1,18	0,78	0,28-0,7	0,42-1,58	0,78
K <sub>2</sub> O	0-0,02	0-0,72	0,06	—	0,07-0,38	1,00
Na <sub>2</sub> O	0-0,02	0-0,80	0,05	—	0,05-0,44	0,45
SO <sub>3</sub>	no	0-1,60	no	—	no	no
TiO <sub>2</sub>	no	no	no	—	no	no
P.p.c.	43,60-43,72	34,08-43,80	42,12	—	41,20-43,60	26,28

*Calizas para "aglomerantes"*

Se explotan en la zona calizas para cementos y cales en niveles cretácicos.

El número de estaciones efectuadas en calizas para estos usos ha sido de 34.

La mayor parte de las canteras visitadas se dedican a la obtención de materia prima

para la fabricación de cemento, pero algunas la destinan a la elaboración de cal, y en otras reparten el producto extraído entre las utilidades de áridos, cales, cementos y piedra de construcción. El número de canteras dedicadas al cemento exclusivamente es de 6, a cales 1, y a los varios usos indicados 9.

La distribución geográfica de los yacimientos y canteras es irregular, aunque tienden a situarse en las proximidades de las zonas de consumo.

Se trata, en el caso de las canteras dedicadas a cemento o a cemento y áridos, de explotaciones de grandes dimensiones con un sistema de arranque similar al descrito en el capítulo de calizas para áridos. Las que se dedican a la obtención de cal tienen un dimensionado menor y, generalmente, sistemas de arranque menos mecanizados.



Foto 5.— Explotación de calizas para cemento en Zarátamo (Vizcaya)

Una vez arrancado el material se lleva a la planta de trituración, casi siempre situada cerca de la cantera, por medio de camiones de medio-gran tonelaje; desde aquí se transporta a la fábrica para comenzar la elaboración del clinker, en el caso del cemento, o la cocción, en el de la cal.

Las plantillas de obreros oscilan, en las canteras dedicadas a cemento, entre 12 y 18 individuos (entre cantera y fábrica se llega a los 122—253), con producciones que alcanzan las 500.000 t/año; en algunas explotaciones dedicadas a la obtención simultánea de calizas para cementos y áridos, se obtienen cifras de producción del orden de los 50.000 t/año.

En el caso de las canteras dedicadas a la elaboración de cales, las plantillas de operarios varían entre 7 y 12 individuos, obteniéndose producciones que oscilan entre las

10.000 y 80.000 t/año.

No se pueden indicar los precios de venta del material extraído para cemento y cal, debido a que se consume totalmente por las empresas explotadoras; una vez elaborado, los precios son del orden de las 1.000 pts/t para la cal y de las 1.300 pts/t para el cemento.

Un caso especial lo constituyen las calizas asfálticas de Maestu, donde tras un proceso de elaboración se obtienen losas de caliza triturada, aglomerada por el asfalto que las impregna.

La importancia industrial del grupo es muy acusada, en cuanto a la producción de cemento, y de menor magnitud en cuanto a la de cal.

Las características de las calizas utilizadas como aglomerantes son:

*a) Ensayos físicos*

Edad	P. Específico aparente	P. Específico real	Absorción %	% Estabilidad SO <sub>4</sub> Mg	Desgaste Los Angeles "A"	Desgaste Los Angeles "C"
Cretácico	2,662-2,717	2,717-2,727	0,234-0,479	1,438-1,910	24,7-35,8	19,3-36,0
Paleoceno	---	---	---	---	27,6	27

*b) Estudio petrográfico*

Cretácico    Biomicritas, biosparitas y micritas  
 Paleoceno    Biomicritas

*c) Análisis químico (en tanto por ciento)*

	Cretácico	Paleoceno
SiO <sub>2</sub>	0,58-14,52	0,58
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,18-2,56	---
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,26-2,24	---
CaO	41,60-55,79	55,2
MgO	0,38-1,2	0,36
K <sub>2</sub> O	0-0,99	---
Na <sub>2</sub> O	0-0,75	---
SO <sub>3</sub>	0-0,32	---
P.p.c.	34,26-43,72	---

*Calcita*

Como un apartado dentro de las calizas se ha considerado el grupo de yacimientos de calcita existentes en la hoja.

El número de estaciones efectuadas en calcita ha sido de 2, correspondiendo 1 a una explotación en Ilarduya (Alava) y otra a una cantera abandonada existente en la carretera de Pamplona a San Sebastián.

Se encuentra en bolsadas o rellenando fracturas abiertas en calizas cretácicas.

La explotabilidad es difícil en casos, agravada, generalmente, por unos accesos

difíciles. Las reservas son variables y difíciles de calcular, pero por regla general puede indicarse que son reducidas, ya que los filones no suelen sobrepasar 1 m de potencia.

Las aplicaciones de la calcita son muy diversas, aunque en la zona, la única explotación activa existente las dedica a la fabricación de piensos compuestos, en la que participa como un aditivo, debido a su alto contenido en  $\text{CO}_3\text{Ca}$ .

El sistema de extracción seguido en la cantera es el normal con explosivos, y posterior molienda.

En la cantera abandonada, ya citada, se empleaba la calcita, previa molienda, como marmolina en la fabricación de terrazo.

Las características químicas de la calcita de la zona son las siguientes:

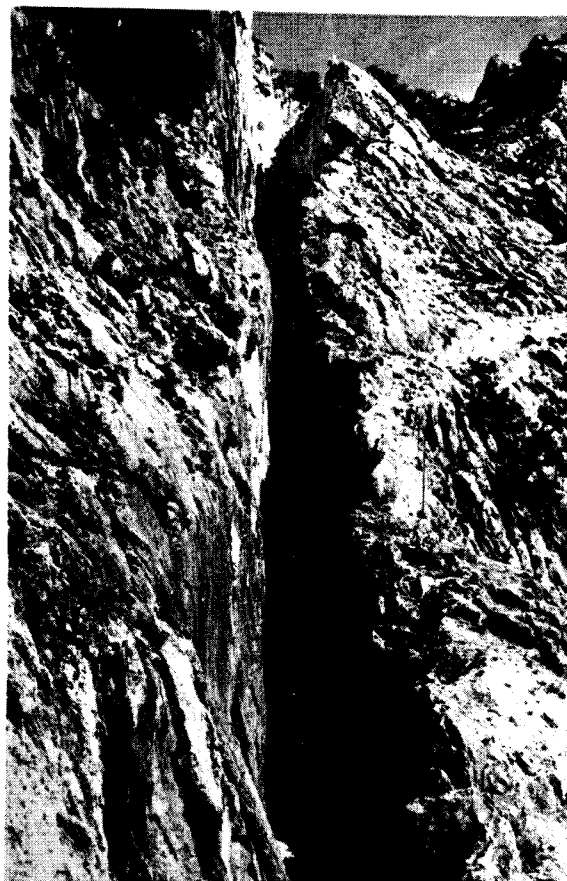


Foto 6.— Veta de calcita en calizas cretácicas. Iharduya (Alava)

a) *Estudio petrográfico*

Calcita




b) *Análisis químico*

<u>SiO<sub>2</sub></u>	<u>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></u>	<u>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></u>	<u>CaO</u>	<u>MgO</u>	<u>K<sub>2</sub>O</u>	<u>Na<sub>2</sub>O</u>	<u>SO<sub>3</sub></u>	<u>P.p.c.</u>
1,20	0,04	0,18	55,12	0,10	no	no	no	43,36

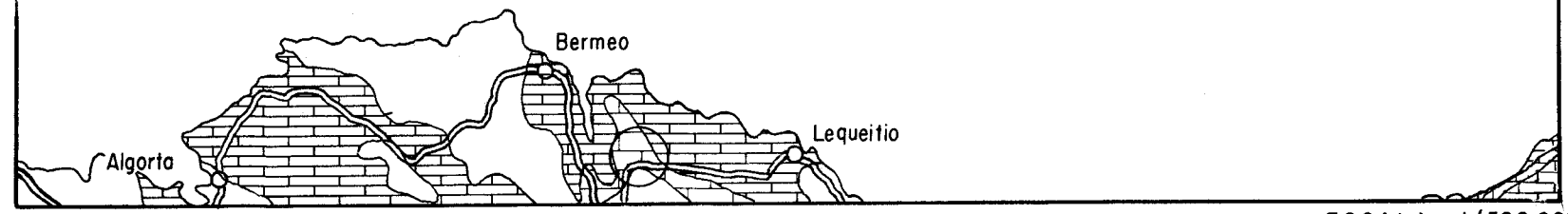
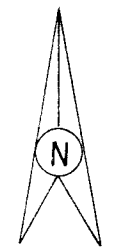
3.6.— CAOLIN

Con tal nombre se conoce en la región a una roca que es en realidad una arcilla cloromoscovítica o clorosericítica. Sus principales componentes son clorita y moscovita-sericita, apareciendo, ocasionalmente algo de talco como mineral secundario.

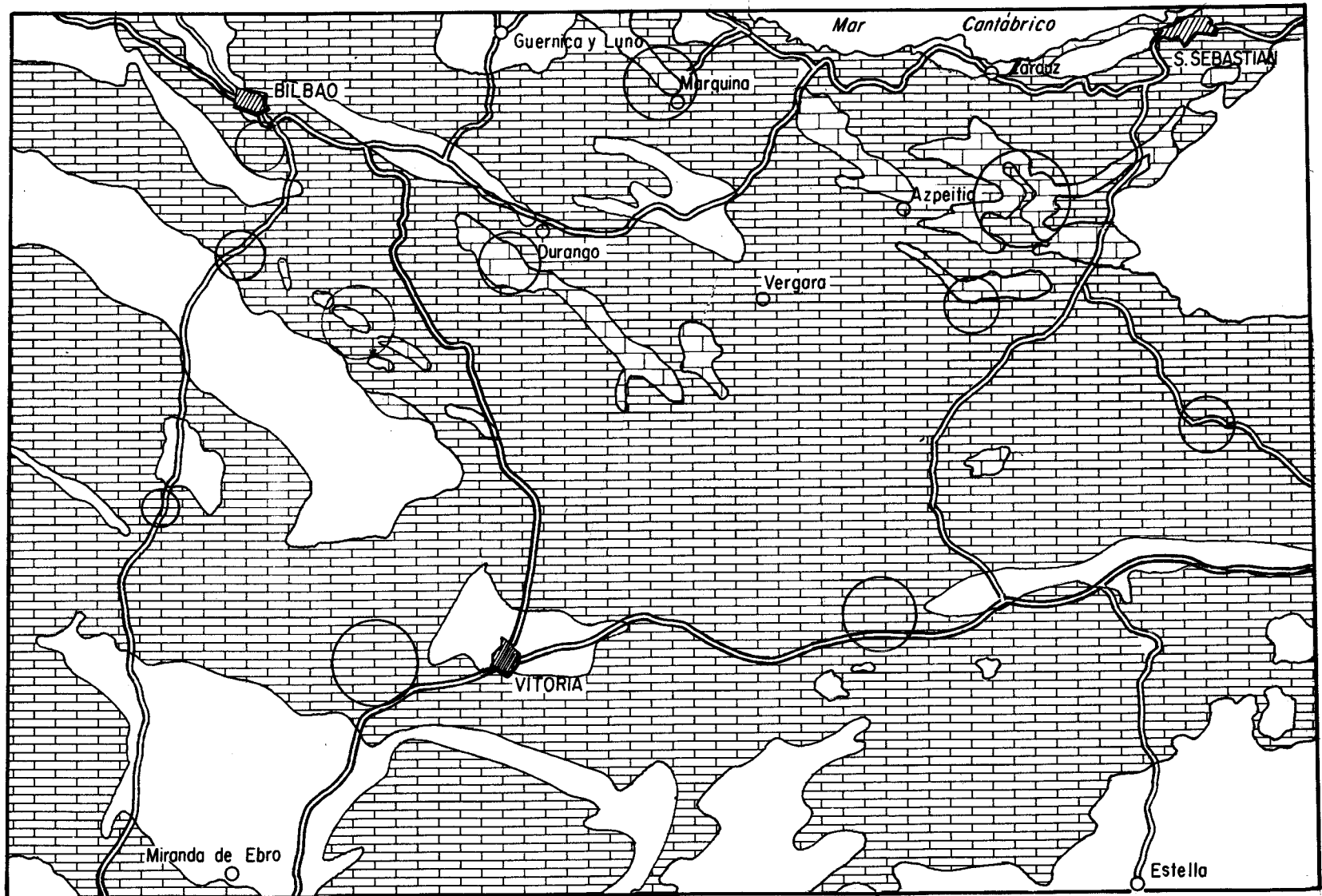
LEYENDA

-  Concentración de explotaciones
-  Calizas
-  Calizas y margas con niveles de arenisca




M A R C A N T Á B R I C O

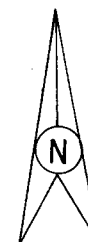


ESCALA .- 1/500.000



# LEYENDA

-  Concentración de explotaciones
-  Calizas
-  Calizas-Margas estratificadas con niveles de arenisca.



ESCALA .- 1/500.000

Se trata, por tanto de un material predominantemente magnésico, mientras que el caolín es aluminico.

Este "caolín" procede de la alteración de rocas volcánicas de tipo ofítico, que se encuentran asociadas a los materiales del Keuper de Guipúzcoa y Navarra. El grado de alteración de estas rocas es elevado y se encuentran afloramientos bastante extensos de rocas volcánicas transformadas en estos materiales arcillosos.



Foto 7.— Explotación de caolín en Cizúrquil (Guipúzcoa)

El número de estaciones efectuadas en este material ha sido de 2, correspondiendo 1 a una explotación activa y otra a una abandonada.

Las condiciones de explotabilidad del "caolín" son buenas, en general, y dificultosas en casos particulares; los accesos a los yacimientos son de tipo medio, y en épocas de lluvia bastante impracticables.

Respecto a las reservas puede indicarse que son muy variables, y que en algunos casos alcanzan un cierto volumen.

El uso a que se destina el "caolín" en la zona es la fabricación de papel e insecticidas.

#### *Caolín para "papel e insecticidas"*

El "caolín" que se emplea para estos usos se vende tras un proceso de lavado previo, seguido de un secado y aglomeración por prensado.

En las hojas de Bilbao—Bermeo la importancia industrial de este producto es muy reducida, existiendo una sola explotación activa de carácter artesanal.

La extracción del material se efectúa a cielo abierto en una cantera de dimensiones medias; en tiempo pasado se beneficiaba el material por medio de una galería, buscando las zonas de mayor concentración.



El arranque se efectúa mecánicamente y se alcanzan producciones del orden de las 2.500 t/año; el material extraído sale, en ocasiones, mezclado con yeso de los niveles del Keuper que rodean las rocas volcánicas.

Las características de estos caolines, de acuerdo con los análisis efectuados, son:

**a) Análisis granulométrico de la muestra (en tanto por ciento)**

Arena G	0,5
Arena F	7,5
Limo	43,3
Arcilla	47,0
Arena G	Fracción 2 mm – 0,2 mm
Arena F	Fracción 0,2 mm – 0,02 mm
Limo	Fracción 20 $\mu$ – 2 $\mu$
Arcilla	Fracción < 2 $\mu$

**b) Análisis mineralógico de la muestra global (en tanto por ciento)**

Minerales de la arcilla	25–26
Cuarzo	20
Feldespato potásico	< 5
Calcita	15–20
Yeso	0–35 %

**c) Análisis mineralógico en % Fracción < 20  $\mu$**

Micas	30
Cloritas	60–70
Cuarzo	0–5

Micas: Incluye normalmente Illita.

**Nota:** La presencia de yeso, como se ha indicado, se debe al sistema de extracción que beneficia conjuntamente el "material arcilloso" de alteración de rocas ofíticas y el yeso triásico.

La aplicación de estas rocas en la industria del papel resulta un tanto extraña, debido a que sólo contiene clorita; sería interesante conocer la calidad del papel en que son empleados como carga, ya que estas rocas vienen utilizándose desde hace tiempo en el sector "papelería".

Desde luego se trata de unas cloritas poco ferríferas y su granulometría es muy fina sobre todo en muestras lavadas. Para pesticidas deben ir bien, pues tienen, al menos la 1061, un tamaño de partícula convenientemente fino. No obstante, los tipos usados en pesticidas son normalmente de tipo montmorillonita, atapulgita y caolinita, siendo necesario seleccionar su mineralogía de acuerdo con el pesticida. El tipo de arcilla mencionado a base de clorita, debe actuar sólo como diluyente sin activar al pesticida.

La mineralogía de estas muestras es característica del Keuper, donde la caolinita es escasa o nula, y las cloritas bien cristalizadas constituyen los minerales típicos de estas arcillas.

### 3.7.— CUARZO

Este material se presenta en forma de diques que atraviesan los materiales esquisto—areniscosos del Carbonífero.

En él se ha realizado una sola estación, en las cercanías de Arano (Navarra), encontrándose la explotación abandonada.

Los accesos al yacimiento presentan gran dificultad y sus reservas pueden considerarse como escasas.

La cantera es de dimensiones reducidas y el material extraído, previo transporte al cargadero por medio de cable aéreo, era utilizado en construcción.

### 3.8.— DOLOMIAS

Solamente se ha definido una estación en este tipo de material, correspondiendo a un yacimiento.

Se trata de un material blanco y un poco terroso, que aflora a media ladera en las paredes verticales del cañón de Musitu (Alava).

La edad de esta roca es paleocena y se halla inmediatamente debajo de las calizas de la misma edad, que forman la planicie de la Sierra de Urbasa.

Las reservas en el yacimiento definido son elevadas y la posible extracción fácil; los accesos son difíciles, ya que sólo existe una senda que conduce al afloramiento.

Su contenido en MgO, en una región donde la escasez de dolomías es manifiesta, hace que este yacimiento revista especial interés.

Las características de la roca son las siguientes:

*a) Estudio petrográfico*

Esparita dolomítica

*b) Análisis químico*

<u>CaO</u>	<u>Mg</u>	<u>SiO<sub>2</sub></u>	<u>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></u>	<u>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></u>	<u>CO<sub>3</sub></u>
31,0	19,4	1,77	1,01	0,55	96,7

### 3.9.— GRAVAS

Son materiales que se presentan en depósitos cuaternarios de tipo aluvial. Se trata de cantos rodados de naturaleza variada (fundamentalmente carbonatada y silíceo) y gran heterometría, acompañados de una cantidad importante de fracción arena.

Agrupamos, por tanto, en este capítulo los depósitos arenosos y de gravas acumulados en las terrazas de los ríos, y cuyos tamaños varían desde 1 mm hasta 5—7 cm.

También aparecen algunos niveles de gravas y arenas con arcillas en el Plioceno, pero su importancia es mínima en comparación con los cuaternarios. Lo mismo ocurre con las acumulaciones de cantos en las laderas de los montes.

Geográficamente, estos depósitos se localizan en las márgenes del Río Ebro, en el ángulo SW de la hoja, y en las proximidades de Vitoria.



Foto 8.— Gravera en Miranda de Ebro

Las reservas calculadas son grandes, y su explotabilidad buena, dada la mínima compactación de los depósitos. Los accesos a los yacimientos no presentan dificultades.

En total se han definido en depósitos de grava y grava arena 17 estaciones.

Todas las gravas y arenas extraídas se utilizan como áridos.

#### *Gravas para "áridos"*

Las gravas obtenidas en las explotaciones se emplean como áridos para hormigones y las arenas para hormigones y morteros.

Actualmente se trabaja en 8 explotaciones, todas ellas a cielo abierto, donde se efectúa el arranque por medio de palas mecánicas; el todo—uno así obtenido es transportado por las mismas palas a una clasificadora, donde se obtienen de 3 a 5 granulometrías.

Solamente en un caso se tritura el todo—uno extraído, obteniéndose una gravilla de granulometría uniforme.

El número de operarios por gravera oscila de 2 a 5, alcanzándose producciones del orden de 30.000—80.000 t/año, con precios de venta de alrededor de 100 pts/m<sup>3</sup>. No obstante hemos de consignar que las cifras de producción oscilan considerablemente, de acuerdo con la demanda existente en cada momento.

El mercado es regional, aunque la mayor parte del consumo es local; el transporte se efectúa normalmente por carretera.

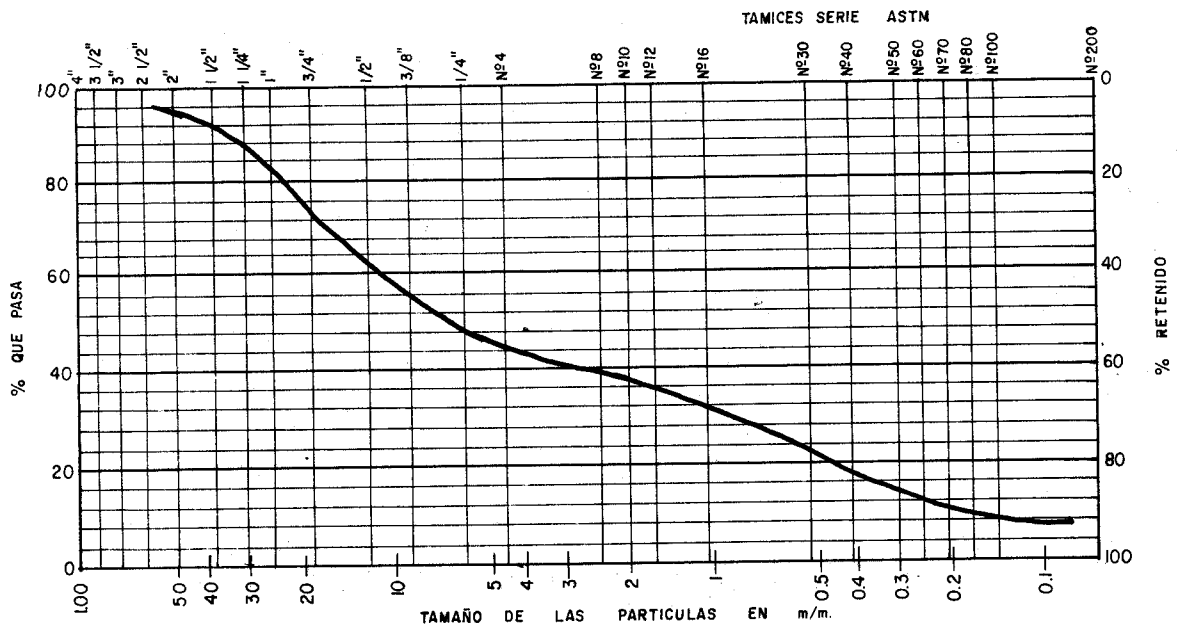
La importancia industrial de estos productos va íntimamente ligada a la de la actividad constructiva.

Las características de estos materiales, de acuerdo con los análisis y ensayos efectuados en los mismos, son:

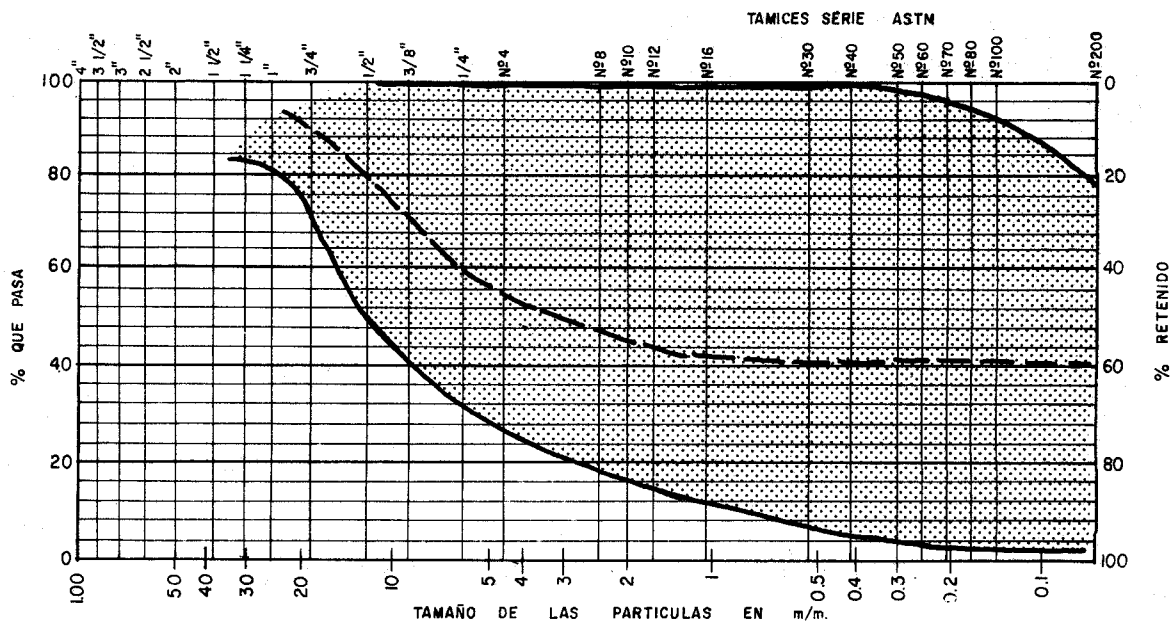
a) *Ensayos físicos*

	<u>°/o Materia Orgánica</u>	<u>Equivalencia arena °/o</u>	<u>Presencia de sulfatos</u>	<u>Clasificación Casagrande</u>
Pliocuaternario	0,23	28,83	si	---
Cuaternario	0,03 - 1,52	13,70 - 49,30	si	GW, GP, SM SC, CL, ML

Las granulometrías medias de las gravas, de acuerdo con sus edades, y los gráficos de dispersión de las mismas se exponen a continuación.



Gravas Pliocuaternarias



Gravas Cuaternarias

### 3.10.- MARGAS

Estas rocas, junto con las calizas, constituyen uno de los materiales más abundantes de entre los existentes en la superficie de la hoja; aparecen en niveles de edad jurásica, cretácica, eocena, oligocena y miocena.

Las margas jurásicas aparecen alternando con niveles calizos o calcáreo-arenosos y dolomíticos en el Lías, Dogger y Malm. No son muy abundantes por estar el jurásico escasamente representado en la región.

Industrialmente no presentan interés, y de hecho no se explotan en punto alguno, debido, en gran parte, a la abundancia de margas cretácicas, de características más estimadas.

En el Cretácico aparecen niveles margosos con gran profusión, especialmente en el Cretácico superior; su coloración predominante es la grisácea.

Las margas del Cretácico inferior aparecen en las facies Wealdense alternando con areniscas, calizas margosas y arcillas, y en el Albense, donde son areno-arcillosas y de tonos claros. Estas margas no son explotadas industrialmente.

Es en el Cretácico superior donde alcanzan una mayor entidad y donde se explotan con más intensidad. Generalmente alternan con tramos calizos o margocalizos, y a medida que se asciende en la serie, comienzan a aparecer niveles arenosos y areniscosos; quizá los tramos margosos más interesantes sean los pertenecientes al Cenomanense y Santoniense.

En los tramos altos, al N de la hoja, se presentan, frecuentemente, en facies flysch.

De una forma general la explotabilidad de los niveles margosos del Cretácico puede considerarse como buena, siéndolo igualmente los accesos. Las reservas pueden considerarse como elevadas.

El número de estaciones efectuadas en margas cretácicas ha sido de 29.

Los niveles margosos terciarios pertenecen al Eoceno, Oligoceno y Mioceno; suelen ir acompañados de calizas, calizas arenosas y molasas, arcillas y margas arenosas.

Presentan colores grises claros o rojizos, apareciendo frecuentemente en facies flysch excepto en el Mioceno.

No son explotadas industrialmente en ningún punto de la superficie de la hoja, habiéndose realizado en ellas una sola estación.

El número total de estaciones efectuadas asciende a 30.

La utilización a que se destinan las margas de la zona es su empleo como aglomerantes.

#### *Margas para aglomerantes*

Se explotan en la superficie de la hoja margas y margocalizas para la fabricación de cementos, en niveles cretácicos. Ocasionalmente se han utilizado, de forma muy local, para elaboración de productos cerámicos.

La situación de estas canteras se centra en las provincias de Vizcaya y Guipúzcoa, existiendo una en Olazagutía (Navarra).

Las dimensiones de las mismas son grandes, oscilando los frentes entre 60 y 240 m de longitud y 20 y 80 m de altura. El arranque del material se efectúa mediante explosivos o bien con palas mecánicas (dependiendo de la compacidad de la roca) estando los sistemas de transporte del material extraído y el tratamiento del mismo totalmente mecanizados.

Estas canteras, que se explotan siempre a cielo abierto, alcanzan producciones del orden de la 550.000 t/año, con plantillas del orden de 16 a 19 operarios (varían entre un mínimo de 3 y un máximo de 246, incluyendo los operarios de cantera y fábrica).

La importancia industrial de este grupo es grande, por abastecer a la industria del cemento, de gran envergadura en la región; el mercado de ésta rebasa ampliamente los límites regionales.

Las características de las margas utilizadas para aglomerantes son:

#### *a) Análisis granulométrico (en tanto por ciento)*

	<u>Cretácico</u>	<u>Terciario</u>
Arena G	15,70	28
Arena F	35,60	25
Limo	29,30	25
Arcilla	19,45	24,9
Arena G	Fracción 2 mm — 0,2 mm	
Arena F	Fracción 2 mm — 0,02 mm	

Limo Fracción 20  $\mu$  – 2  $\mu$   
 Arcilla Fracción < 2  $\mu$

b) *Análisis mineralógico de la muestra global en %*

	<u>Cretácico</u>	<u>Terciario</u>
Minerales de la Arcilla	30	45
Cuarzo	10	5
Calcita	60	50
Feldespato potásico	—	< 5

c) *Análisis mineralógico en % Fracción < 20  $\mu$*

	<u>Cretácico</u>	<u>Terciario</u>
Micas	65	90
Kanditas	20	Indicios
Esmectitas	15	—
Calcita	—	10

Micas — Incluye normalmente Illita  
 Kanditas Caolinita, haloisita etc.  
 Esmectitas Montmorillonita, beidellita etc.

d) *Estudio petrográfico*

Cretácico — Biomicritas y Micritas arcillosas

e) *Análisis químico (en tanto por ciento)*

	<u>Cretácico</u>
SiO <sub>2</sub>	10,90 — 34,66
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,55 — 9,62
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,61 — 4,46
TiO <sub>2</sub>	0,06 — 0,24
CaO	21,76 — 46,70
MgO	0,32 — 1,80
K <sub>2</sub> O	0,13 — 2,11
Na <sub>2</sub> O	0,03 — 1,87
SO <sub>3</sub>	0,02 — 0,17
P.p.c.	20,02 — 37,14

### 3.11.— MARMOL

Los niveles de mármol que afloran en la hoja son de edad carbonífera y se encuentran al E de Leiza (Navarra).

Las calizas marmóreas del Jurásico, Cretácico y Eoceno, conocidas por "mármoles" en la región, se estudian en el capítulo 3.5, Calizas.

Se han efectuado en mármoles dos estaciones, ambas pertenecientes a dos explotaciones que trabajan intermitentemente.

Las reservas de estos yacimientos son notables y las características de explotabilidad de tipo medio. Los accesos son difíciles.

Las explotaciones, a cielo abierto, siguen un sistema de arranque con explosivos, transportando el material a la zona de carga por medio de un cable aéreo; sus dimensiones son de tipo medio.

La plantilla de operarios oscila entre 2 y 5 individuos y las producciones son del orden de 3.000 m<sup>3</sup>/año.

El transporte del material, obtenido en cantera, hasta el cargadero se efectúa, en algún caso, por medio de cable aéreo.

### 3.12.— PIZARRAS

En el Cretácico Inferior (Aptense) afloran niveles de calizas muy compactadas, que son conocidas y explotadas en la zona con el nombre de "pizarras".

Se trata de calizas de tonos oscuros, finamente estratificadas, homogéneas y compactas, con un elevado contenido en CO<sub>3</sub>Ca. Tienen textura pizarrosa y su aspecto externo se aproxima más al de una pizarra que al de una caliza.

El número de estaciones realizadas en "pizarras" ha sido de 2, ambas en la provincia de Guipúzcoa y de las cuales sólo una corresponde a una explotación activa.

La explotabilidad es dificultosa, ya que ha de hacerse en galería, con los consiguientes problemas.

La accesibilidad a los yacimientos es buena, y las reservas pueden considerarse como elevadas.

Estas "pizarras" se utilizan para la obtención de cuadros eléctricos, rodapiés, tableros para mesas de billar, escaleras etc.

La única explotación activa de la hoja beneficia una capa de unos 7 m de potencia, por ser la zona que mejores características presenta; a ambos lados de esta capa las "pizarras" no reúnen las condiciones exigidas para los usos descritos.

La explotación se lleva a cabo mediante galería, efectuándose el arranque con explosivos e hilo helicoidal; posteriormente los bloques obtenidos se trasladan a la planta de aserrado y pulido, donde se obtienen tableros de medidas adecuadas para su comercialización.

Los productos citados con anterioridad sirven al mercado regional y nacional, e incluso se efectúan exportaciones a Francia e Italia.

Estas "pizarras" no pueden utilizarse para la fabricación de tejas, debido a su alto contenido en CO<sub>3</sub>Ca, lo que produce un blanqueamiento de la roca al contacto con el agua y la adquisición de un color tabaco con el sol. Petrográficamente se han definido como micritas.

La producción anual oscila alrededor de los 1.200 m<sup>3</sup>.

La importancia industrial de esta roca es reducida, debido a la falta de producción en gran escala, condicionada por la escasez de explotaciones.



### 3.13.— SAL COMUN

Dentro de la hoja de Bilbao se ha efectuado una estación en una explotación de sal común, sita en Salinas de Añana, en la provincia de Alava.



Foto 9.— Salinas de Añana (Alava). Explotación de sales triásicas

Se trata de un aprovechamiento de las aguas salinas del arroyo Omecillo, por medio de un sistema de balsas de poco fondo escalonadas, que se viene haciendo tradicionalmente desde hace muchísimo tiempo.

La salinidad de las aguas del arroyo procede de la disolución de las sales que acompañan a las arcillas del Keuper que forman el diapiro de Salinas de Añana.

La obtención de la sal se efectúa por evaporación del agua en las citadas balsas, de ahí que sólo se trabaje en primavera y verano.

Una vez obtenida la sal se somete a un proceso de molienda, elaborándose "sal para mesa" de grano fino. El contenido en  $\text{Cl Na}$  de este producto es del orden del 99,45<sup>o</sup>/o.

La explotación está llevada por la Comunidad de Propietarios de Sales, dependiente del Ayuntamiento de Salinas de Añana, trabajando en la misma unos 30 operarios.

### 3.14.— YESO

Dentro de la zona estudiada aparecen yesos en el Triásico y en el Oligoceno.

Los yesos triásicos, pertenecientes al Keuper, son de colores blanquecinos y verdosos y aparecen asociados a las arcillas rojizas de la misma edad. Su repartición geográfica está, pues, íntimamente ligada a la distribución de los diapiros y extrusiones triásicas (Orduña, Salinas de Añana, Murguía, Estella, Larraun—Regil, Aduna etc).

El número de estaciones efectuadas en yesos triásicos ha sido de 15.

Su explotabilidad es complicada, teniendo que extraerse en gran número de casos, mediante galerías; no obstante este sistema presenta la ventaja de no verse afectado por los fenómenos climáticos de lluvia, nieve, etc, tan frecuentes en la región.



Foto 10.— Mina de yesos triásicos en Murguía (Alava)

Las reservas pueden calificarse de notables, a escala regional y dada la escasez de este material en la zona; no obstante en el marco nacional son mínimas.

Los accesos, que son buenos en épocas secas, tienden a hacerse dificultosos en épocas lluviosas, al tener que atravesar zonas muy arcillosas.

Los yesos del Oligoceno aparecen en niveles asociados a margas de tonos grises y rojizos, y también a algún tramo areniscoso.

Presentan colores grises o claros y se encuentran con frecuencia cristalizados.

Dentro de la superficie de las hojas de Bilbao y Bermeo sólo se han encontrado yesos oligocenos en la localidad de Mañeru (Navarra), habiéndose efectuado en los mismos 1 estación.

La explotabilidad de estos yesos es buena, así como los accesos a sus yacimientos. Las reservas pueden considerarse de medias a elevadas.

El número total de estaciones efectuadas en materiales yesíferos ha sido de 16.

La utilización del yeso en la región es como aglomerante.

#### *Yesos para "aglomerantes"*

La mayor parte de la piedra de yeso extraída se utiliza para la fabricación de yeso elaborado; una determinada cantidad se destina a la fabricación de cementos.

La explotación del yeso se efectúa a cielo abierto, en cantera, o bien subterránea, siguiendo el sistema de cámaras y pilares. Los yesos oligocenos se explotan siempre a cielo

abierto, en tanto que los triásicos los hemos visto explotarse a cielo abierto en un caso y subterráneamente en 5; la explotación de estos últimos yesos tienden a hacerse en mina, desapareciendo progresivamente el número de explotaciones a cielo abierto.

El arranque se realiza con explosivos, alcanzándose en las explotaciones subterráneas dimensiones medias y en las a cielo abierto reducidas.

La mecanización se reduce a los martillos neumáticos y compresores para la realización de taladros y a las palas mecánicas que transportan el material arrancado a las plantas de elaboración, situadas, generalmente, cerca de las explotaciones.

En los casos en que las fábricas distan de las canteras, el transporte de la piedra se efectúa en camión.

Las plantillas de operarios varían entre 2 y 10 individuos, alcanzándose producciones del orden de 1.000 a 8.000 m<sup>3</sup>/año (en algunos casos, excepcionales, se alcanzan los 25.000 m<sup>3</sup>/año).

El precio de venta del yeso elaborado oscila entre las 8 y 11 pts el saco de 25 kg.

La importancia industrial del yeso en el área estudiada es reducida.

Las características de estos yesos, de acuerdo con su edad, son:

**a) Análisis mineralógico (en tanto por ciento)**

	<u>Triásico</u>	<u>Oligoceno</u>
SO <sub>4</sub> Ca 2H <sub>2</sub> O	50-98	82
SO <sub>4</sub> Ca	47-70	---
Otros minerales	Cuarzo, CO <sub>3</sub> Mg	Cuarzo

**b) Análisis químico**

	<u>Triásico</u>	<u>Oligoceno</u>
SiO <sub>2</sub>	0,44 - 15,76	1,70
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,04 - 8,60	0,11
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,11 - 1,21	0,58
TiO <sub>2</sub>	0,06 - 0,18	-
CaO	21,46 - 32,36	32,66
MgO	0,13 - 5,11	0,56
K <sub>2</sub> O	0,03 - 0,62	0,02
Na <sub>2</sub> O	0,02 - 0,29	0,01
SO <sub>3</sub>	27,75 - 46,13	44,02
P.p.c.	20,18 - 23,72	30,34

#### 4.- PRODUCCION DE ROCAS INDUSTRIALES

Ofrecemos a continuación un grupo de cuadros en los que se incluyen, por sustancias y utilizaciones, una serie de datos de interés industrial.

##### ARCILLA

Utilización	Número de instalaciones	Número de empleados	Producción t/ año	Valor en pesetas
Productos Cerámicos	25	85	≈380.000	--

**Observaciones:** Falta de datos concretos de la venta de arcilla

Concentración máxima de centros productores: Bilbao, Estella y Oñate.

Mercados más frecuentes: Bilbao, San Sebastián y Vitoria.

Incidencia del transporte: Nula, por estar la fábrica, generalmente, a pie de cantera.

Variación en la demanda futura: Aumento proporcional a la actividad constructiva.

#### ARENA—ARENISCA

Utilización	Número de instalaciones	Número de empleados	Producción t/ año	Valor en pesetas
Aridos	17	54	152.000	13.000.000
Refractarios, arenas de moldeo, abrasivos y vidrio	36	138	530.000	22.500.000

Concentración máxima de centros productores: Amorebieta, Durango, Bilbao, Cicujano, Moraza—Faido, Orio, Zarauz y Pasajes.

Mercados más frecuentes: Bilbao y San Sebastián.

Incidencia del transporte: Por hallarse, generalmente, los centros de consumo cerca de los puntos productores, la incidencia del transporte es mínima.

Variación de la demanda futura: Aumento proporcional a la actividad constructiva y siderometalúrgica.

#### BARITA

Utilización	Número de instalaciones	Número de empleados	Producción t/ año	Valor en pesetas
Extracción de hierro (mineral asociado)	3	6	2.348	1.000.000

Concentración de centros productores: Cerain.

#### BASALTO

Utilización	Número de instalaciones	Número de empleados	Producción t/ año	Valor en pesetas
Aridos	4	20	141.200	13.750.000

Concentración de centros productores: Guernica—Luno y Eibar—Zumárraga.

Mercados más frecuentes: Carreteras de la región.

Incidencia del transporte: Su precio de venta permite un transporte relativamente largo.

Variación de la demanda futura: Previsible aumento.

**CALCITA**

Utilización	Número de instalaciones	Número de empleados	Producción t/ año	Valor en pesetas
Aditivos	1	3	2,500	---

Mercados más frecuentes: Alava.

**CALIZA**

Utilización	Número de instalaciones	Número de empleados	Producción t/ año	Valor en pesetas
Aridos y fundentes	83	676	7,800,000	500,000,000
R. Ornamentales y de Construcc.	27	264	99,000	210,000,000
Aglomerantes	15	86	2,100,000	---

**Observaciones:** No existen datos de venta de caliza para aglomerantes

Concentración máxima de centros productores: Ortuella, Ereño, Bilbao, Llodio, Marquina, Mañaria, Nanclares de la Oca, Amorebieta, Rentería, Mondragón, Andoain, Olazagutía-Echegárate y Bearin.

Mercados más frecuentes: Ambito regional y nacional; en algunos casos internacional.

Variación de la demanda futura: Previsible aumento.

**CAOLIN**

Utilización	Número de instalaciones	Número de empleados	Producción t/ año	Valor en pesetas
Papel e insecticidas	1	12	2,640	540,000

Mercados más frecuentes: Provincia de Guipúzcoa.

Incidencia del transporte: Nula, por estar la planta de elaboración próxima a la cantera.

Variación de la demanda futura: Estacionaria.

**GRAVAS**

Utilización	Número de instalaciones	Número de empleados	Producción t/ año	Valor en pesetas
Aridos	8	22	300,000	16,500,000

Concentración de centros productores: Miranda de Ebro y Vitoria.

Mercados más frecuentes: Provincia de Alava.

Incidencia del transporte: No tiene incidencia por no efectuarse transportes largos.

Variación de la demanda futura: Aumento proporcional a la actividad constructiva.

**MARGAS**

Utilización	Número de instalaciones	Número de empleados	Producción t/ año	Valor en pesetas
Cemento	8	165	2,100,000	---

**Observaciones:** No existen datos de precios de venta de las margas

Concentración de centros productores: Sestao, Amorebieta, Arrigorriaga, Olazagutía y San Sebastián.

Mercados más frecuentes: Ambito regional y nacional.

Incidencia del transporte: Nulo, por estar las fábricas a pie de cantera.

Variación de la demanda futura: Previsible aumento.

**MARMOL**

Utilización	Número de instalaciones	Número de empleados	Producción t/ año	Valor en pesetas
Rocas Ornamentales	2	7	12,000	---

**Observaciones:** No se dispone de precio de venta

Concentración de centros productores: Leiza.

OFITAS

Utilización	Número de instalaciones	Número de empleados	Producción t/ año	Valor en pesetas
Aridos	2	11	90.000	5.200.000

Concentración de centros productores: Salinas de Oro y Lorca (Navarra).

Mercados más frecuentes: Carreteras de la región.

Incidencia del transporte: Su precio de venta permite un transporte relativamente largo.

Variación de la demanda futura: Aumento proporcional a la actividad constructiva de redes viarias.

PIZARRA

Utilización	Número de instalaciones	Número de empleados	Producción t/ año	Valor en pesetas
I. diversa y R. de Construcción	1	16	2.500	2.100.000

Centro de producción: Arriarán (Beasain)

Mercados más frecuentes: Ambito nacional e internacional.

Incidencia del transporte: Nula, por estar la fábrica próxima a la bocamina.

Variación de la demanda futura: Imprevisible.

SAL COMUN

Utilización	Número de instalaciones	Número de empleados	Producción t/ año	Valor en pesetas
Sal de mesa	1	30	---	---

**Observaciones :** No se dispone de datos de producción—venta

Centro de producción: Salinas de Añana (Alava).

Mercados más frecuentes: Regional—nacional.

Variación de la demanda futura: Estacionaria.



YESO

Utilización	Número de instalaciones	Número de empleados	Producción t/ año	Valor en pesetas
Aglomerantes	8	37	96.000	—

**Observaciones:** No se poseen datos del valor de piedra de yeso

Concentración de centros productores: Orduña—Murguía, Regil—Aduna y Mañeru—Estella.

Mercado más importante: Ambito regional

Incidencia del transporte: Las fábricas están a pie de explotación.

Variación de la demanda futura: Estacionaria.

## 5.- CONSIDERACIONES FINALES

La actividad extractiva en las hojas 6-1/6-2 (Bermeo-Bilbao), es muy intensa.

Destacan las explotaciones de calizas para áridos, rocas ornamentales y cementos, las de margas para cemento y las de basaltos y ofitas para áridos, que alcanzan gran dimensionamiento y producciones muy elevadas, teniendo una participación considerable en el sector industrial de la zona.

De menor relieve, aunque también significativas, son las explotaciones de arenas y areniscas para refractarios, moldes de fundición y áridos, gravas para áridos, arcillas para cerámica y yeso para aglomerantes.

El tipo medio de explotación es grande y bien mecanizada, aunque existen también un buen número de pequeñas explotaciones artesanales.

Quizá en el campo donde más se pueda mejorar la productividad sea en la extracción de areniscas para refractarios, mediante una mecanización adecuada del sistema de arranque-elaboración.

Como tema interesante de posible investigación podría citarse la prospección de rocas basálticas, con objeto de determinar su aptitud como áridos de carretera en capas de rodadura en las diferentes zonas.

## BIBLIOGRAFIA

- *B.R.G.M. Instructions pour l'Inventaire des Substances Utiles de la France Orleans. 68. SGLO 71 BGA.*
- *DELEGACION DE INDUSTRIA. Secciones de Minas de Bilbao, S. Sebastián y Pamplona. Ficheros de explotaciones de las demarcaciones respectivas.*
- *DIRECCION GENERAL DE MINAS. Plan Nacional de la Minería. PNIM. Programa Sectorial de Investigación Geotécnica. Madrid 1971.*
- *HERNANDEZ PACHECO, E. (1972) "Ensayo de síntesis geológica del N de la península Ibérica". Junta Ampl. Est. e Inv. Cient. Mem. 7, Madrid.*
- *INSTITUTO GEOLOGICO Y MIENRO DE ESPAÑA. Mapa Geológico de España. Esc. 1:50.000. Explicación de las hojas números: 38 (Bermeo), 39 (Lequeitio), 86 (Orozco), 11 (Orduña), 112 (Vitoria), 136 (Oña), 137 (Miranda de Ebro).*
- *INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA. Mapa Geológico de España. E: 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente. Hojas Bermeo-Bilbao.*
- *INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA. "Estudio Geológico de la provincia de Alava".*
- *INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA. Atlas Inventario de Rocas Industriales. Madrid 1971.*

- JEREZ MIR, L. ESNAOLA, J.M. y RUBIO V. (1971). "Estudio Geológico de la provincia de Guipúzcoa". Memoria del IGME. Tomo 79. Madrid.
- LAMARE, P. (1936) "Recherches géologiques dans les Pyrénées Basques d'Espagne". Mem. Soc. Géol. France., n.s., men. 27. París.
- MENGAUD, L. (1920) "Recherches géologiques dans la région cantábrica". These Fac. Sci. París.
- MINISTERIO DE INDUSTRIA. Servicio de publicaciones. Estadística Minera de España. Madrid 1970.
- MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS. Datos climáticos para carreteras. Madrid 1964.
- PERCONIG, E. (1971). "Contribución de la micropaleontología al conocimiento de los yacimientos de hierro de Bilbao". Notas y com. del IGME. números 97-98.
- RAMIREZ DEL POZO, J. (1968). "Biostratigrafía y microfacies del Jurásico y Cretácico del N de España (Región Cantábrica)". Tesis Uni. de Madrid.
- RAMIREZ DEL POZO, J. (1969). "Síntesis Estratigráfica y Micropaleontológica de las facies Purbeckienses y Wealdense del norte de España. Ediciones Cepsa. Madrid.
- RAT, P. (1959). "Les Pays Crétacés basco-cantabriques (Espagne)". These Fac. Sci. Dijon.
- RIBA, O. (1969). "Informe Geológico sobre el Terciario continental del O. de la Depresión del Ebro y cuencas vecinas" CIEPSA.
- RIOS, J.M. ALMELA, A. y GARRIDO, J. (1945), "Contribución al conocimiento de la geología cantábrica (un estudio de parte de las provincias de Burgos, Alava, Vizcaya y Santander) Boletín del IGME T. LVIII. Madrid.
- RIOS, J.M. (1949) "Nota acerca de la geología Cantábrica en parte de las provincias de Vizcaya y Santander". Notas y Com. núm. 19, IGME. Madrid.
- RIOS, J.M. y ALMELA, A. (1962) "Dos cortes geológicos a través del Sistema Cantábrico". Notas y Com., núm. 27 IGME. Madrid.
- RIOS, J. M. (1947) "Diapirismo". Boletín del IGME. T. 60.
- RIOS, J.M. (1948) "Estudio geológico de la zona de criaderos de hierro de Vizcaya y Santander". Dirección General de Minas y Combustibles. Temas profesionales, núm. 9. Madrid.
- SAENZ, C. (1940) "Notas acerca de la estratigrafía de la parte occidental del país Vasco y NE de la provincia de Burgos. Las Ciencias, año V, núm. 1.
- SCHRIEL, W. (1945) "La Sierra de la Demanda y los Montes Obarenes". Inst. Juan Sebastián Elcano, C.S.I.C. Madrid.