



Instituto Tecnológico  
GeoMinero de España

# INVENTARIO NACIONAL DE BALSAS Y ESCOMBRERAS

## LA RIOJA

TOMO I  
MEMORIA Y PLANOS



MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

AÑO 1.989

01061

INVENTARIO NACIONAL DE  
BALSAS Y ESCOMBRERAS  
LA RIOJA

Este trabajo forma parte del INVENTARIO NACIONAL DE BALSAS Y ESCOMBRERAS, realizado para el INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA por las empresas, EQUIPO DE ASISTENCIA TÉCNICA, (E.A.T., S.A.), GEOMECÁNICA, S.A. y SOCI-MEP.

El equipo de trabajo que ha intervenido está formado por las siguientes personas:

Por el I.T.G.E:

D. José M<sup>a</sup> Pernía Llera

*Ingeniero de minas*

*Director del Proyecto*

Por E.A.T., S.A.

D. José Luis Sanz Contreras

*Ingeniero de Minas*

D<sup>a</sup>. M<sup>a</sup> Lourdes Calvo Peinado

*Ingeniero Técnico de minas*

Se agradece la colaboración prestada por el Servicio de Minas de la Dirección Provincial del Ministerio de Industria y Energía, así como a las personas responsables de las Empresas Mineras visitadas, que han hecho posible la realización de este Estudio.

INVENTARIO NACIONAL DE BALSAS Y ESCOMBRERAS

LA RIOJA

**TOMO 1**

MEMORIA Y PLANOS DE SITUACION

**TOMO 2**

ANEJO Nº 1.- LISTADO DE ESTRUCTURAS

ANEJO Nº 2.- FICHAS DEL INVENTARIO

## INVENTARIO NACIONAL DE BALSAS Y ESCOMBRERAS

### LA RIOJA

#### INDICE

<u>MEMORIA</u>	<u>Pag.</u>
<b>1. INTRODUCCION</b>	<b>1.</b>
1.1. Objeto y contenido del estudio	1.
1.2. Metodología	3.
<b>2. MARCO SOCIOECONOMICO</b>	<b>20.</b>
2.1. Evolución demográfica	20.
2.2. Actividad económica	23.
2.2.1. Población Activa	23.
2.2.2. Producto interior	25.
2.2.3. Sectores de actividad	28.
<b>3. MEDIO FISICO</b>	<b>31.</b>
3.1. Morfología	31.
3.2. Hidrología	34.
3.2.1. Superficial	34.
3.2.2. Subterráneo	35.
3.3. Sismología	40.
3.4. Climatología	43.
3.4.1. Temperatura	43.
3.4.2. Precipitaciones	46.
3.4.3. Insolación	49.
3.4.4. Vientos	49.

	<u>Pag.</u>
<b>4. SINTESIS GEOLOGICA</b>	51.
4.1. Características generales	51.
4.2. Estratigrafía	53.
4.3. Tectónica	60.
<b>5. ANALISIS DE LA ACTIVIDAD MINERA</b>	67.
<b>6. ESTRUCTURAS RESIDUALES MINERAS</b>	84.
6.1. Zonificación minera	84.
6.2. Características generales	84.
6.2.1. Tipos de minería	86.
6.2.2. Tipos de estructuras	88.
6.2.3. Estado de las estructuras	90.
6.2.4. Tipos de terreno	92.
6.2.5. Tipología del emplazamiento	94.
6.2.6. Sistemas de vertido	96.
6.2.7. Altura de las estructuras	98.
6.2.8. Volumen	100.
6.2.9. Taludes de los estériles	102.
6.2.10. Tamaño de los residuos	104.
<b>7. CONDICIONES DE ESTABILIDAD</b>	106.
<b>8. ANALISIS DEL IMPACTO</b>	118.
8.1. Criterios generales	118.
8.2. Evaluación global del impacto	120.
8.3. Evaluación de las condiciones de implantación de las estructuras.	132.

	<u>Pag.</u>
<b>9. REUTILIZACION DE ESTRUCTURAS</b>	147
9.1. Utilización de los residuos almacenados	148.
9.2. Utilidad del espacio físico ocupado	150.
<b>10. RESUMEN Y CONCLUSIONES</b>	152.
<b>11. BIBLIOGRAFIA</b>	159.

MEMORIA



## 1. INTRODUCCION

Este estudio - inventario corresponde a la Comunidad de la Rioja, es continuación de la labor iniciada en el año 1984 por el INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA (antes Instituto Geológico y Minero de España), con el objetivo prioritario de realizar un Inventario Nacional de Balsas y Escombreras con datos actuales.

La ejecución de los trabajos relativos a la Rioja, están contemplados dentro de una tercera fase de presupuesto administrativo, que contempla también la creación de un Banco de Datos informatizado a efectos de facilitar la consulta de los datos recogidos.

### 1.1. Objeto y contenido del estudio

Este estudio recoge la información básica sobre la localización, origen y evolución de los residuos mineros dentro de la Rioja, con un posterior análisis estadístico aplicado al conjunto provincial, desde las perspectivas minera, geotécnica y ambiental.

Como última etapa se informatizan los datos para su análisis a efectos de cubrir y dar respuesta a distintas cuestiones planteadas.

Los trabajos específicos a realizar para cubrir los objetivos<sup>2</sup> pueden resumirse de la manera siguiente:

- Análisis de los factores y de la documentación que tenga incidencia sobre residuos mineros; citando entre otros los socioeconómicos, geográficos, climáticos, geológicos, etc.
- Análisis de la evolución de la minería de la provincia, sobre todo respecto de la creación de estructuras residuales mineras.
- Recopilación y análisis de la información existente de Balsas y Escombreras.
- Realización del inventario de las estructuras existentes.
- confección de una serie de fichas sobre las estructuras más relevantes, en las cuales se recojan los datos de dicha estructura según el modelo existente.
- Evaluación medio-ambiental de las estructuras.
- Realización de una serie de planos y mapas en los cuales quede reflejado el inventario.
- Creación de un archivo informatizado, que permita las consultas de una forma rápida y eficaz.
- Creación de un archivo fotográfico de las fichas realizadas.
- Definición de conclusiones y recomendaciones sobre las balsas y escombreras.

El soporte de los trabajos anteriores, está constituido por la presente Memoria explicativa a la que acompañan un Anejo I en donde se recoge el listado de estructuras ordenado según la numeración de las hojas topográficas, un Anejo II donde se ha recogido el conjunto de fichas correspondientes a las estructuras más singulares y un Anejo III que recoge el plano provincial a escala 1:200.000 en donde se señala la representación cartográfica de las estructuras.

Con el trabajo realizado se pretende disponer y ofrecer a las administraciones autonómicas un banco de datos consultivo sobre el estado de las estructuras, las características de los residuos y la problemática que plantean sus implantaciones desde dos perspectivas fundamentales: la de estabilidad y la ambiental.

Por último, agradecer la colaboración de los diferentes Organismos Públicos y Empresas Particulares por la valiosa información facilitada, con la que no sólo se ha podido completar el trabajo, sino enriquecerlo.

## 1.2. Metodología

Con el fin de conseguir los objetivos planteados, las fases de trabajo del estudio, están integradas en una Metodología establecida en 1983 y seguida en los Inventarios hasta ahora realizados.

Durante la fase inicial se efectuó una recopilación bibliográfica de datos provinciales, donde se analizaron todos los datos existentes sobre inventarios anteriores, fondos documentales, cartografía oficial y particular, publicaciones y trabajos anteriores con carácter general o puntual, con especial énfasis en lo referente a minería.

De forma concreta, se han recogido datos socio-económicos, geográficos, geológicos, hidrogeológicos, climatológicos, geotécnicos, mineros, ambientales y de posible aprovechamiento de los residuos.

En una segunda etapa, y en base al análisis previo de las fuentes posibles de información, tanto cartográficas como de Organismos, Instituciones o Empresas, se realiza la revisión en campo por zonas mineras, de las estructuras más importantes, conforme a parámetros críticos, como son: lugar de ubicación respecto a vías de acceso, volúmen y actividad, problemas de estabilidad y contaminación. Así mismo se recogen los datos necesarios para establecer una evaluación visual cualitativa de la estabilidad y del impacto ambiental de la estructura, de carácter general.

En base a la información recogida durante la inspección in situ de las estructuras, se confecciona, para cada una de las consideradas como más importantes y/o representativas, una ficha, según el modelo que se adjunta, cuyo diseño está basado en poder recoger los datos fundamentales que definen las características principales de las balsas y escombreras, de una manera clara y ordenada, que

permita a su vez, la adecuada informatización de los datos recopilados en la misma:

Aquellas estructuras consideradas menos importantes dentro del contexto provincial en las condiciones actuales, no se las ha realizado ficha, en cambio, si se incluyen en un listado, donde se anotan los siguientes datos, también preparados para la informatización:

- Código o clave
- Denominación
- Municipio
- Paraje
- Empresa propietaria
- Tipo de estructura: Balsa (B), Escombrera (E), Mixta (M)
- Si es Activa (A), Parada (P) o Abandonada (B)
- El volumen aproximado en el momento de la visita
- Las coordenadas U.T.M.
- El tipo de material depositado

Con las mencionadas fichas se adjunta al final de este epígrafe la lista de códigos que han sido utilizados para cumplimentar sus distintos apartados. En este sentido se han tenido en cuenta, fundamentalmente, los siguientes puntos:

- Codificación o clave. Compuesta por dos pares de números iniciales, correspondientes a la numeración militar de las hojas topográficas

1:50.000, representando el primero la columna, y el segundo la fila, de un cuadrículado que abarca todo el territorio nacional. A continuación figura un tercer número que identifica el octante de la citada hoja 1:50.000, y finalmente el último número corresponde a la serie correlativa de estructuras dentro del octante.

- Datos generales de minería, propietario y localización.
- Características geométricas, con cuantificación de volumen aproximado y medida de taludes.
- En implantación: la preparación del terreno, permeabilidades del sustrato y del recubrimiento, resistencia de éste y existencia o no de aguas superficiales.
- Condiciones del sustrato y recubrimiento, con indicación de la naturaleza y potencia aproximada de este último. También se introduce el parámetro de grado de sismicidad, en la escala M.S.K., que es la utilizada en las normas sismorresistentes.
- Para las escombreras: tipo y tamaño de los escombros, forma, alterabilidad, segregación y compactación.
- Respecto a las balsas: naturaleza y granulometría del residuo, anchuras de la base y coronación del muro inicial, sistemas de recrecimiento, naturaleza de los muros sucesivos. Consolidación.

- Sistema de vertido, velocidad de ascenso, punto de vertido y existencia de algún tipo de tratamiento especial de las escombreras.
- Sistema de drenaje, recuperación de agua, presencia del sobrenadante y depuración.
- En la estabilidad, se da una evaluación cualitativa en función de los problemas observados los cuales son calificados como alto, medio o bajo.
- En el impacto ambiental, se da también una evaluación cualitativa en función de las alteraciones ambientales observadas.
- Se ha contemplado el entorno que se vería afectado en el caso de colapso de las estructuras.
- En recuperación, su calificación, destino de los estériles y la ley o calidad para otros usos, siempre y cuando sea constatada o se tengan datos fiables sobre ellas.
- En abandono y uso actual son especificados los tipos de protecciones existentes, así como los casos en que se les ha dado algún tipo de utilidad.
- Finalmente, si el caso lo requiere se señalan una serie de observaciones específicas o supletorias de algunos de los datos indicados, y

se efectúan tres evaluaciones globales de la estructura desde las perspectivas, minera, geomecánica y ambiental.

- Al dorso de la ficha, se incorporan también: un croquis de situación a escala aproximada: 1:50.000, un esquema estructural, y una topografía de la estructura y su entorno.

A efectos de unificar criterios en la calificación de ciertos aspectos, a continuación, se gradúan los siguientes parámetros:

- El grado de fracturación del sustrato se estimó según la siguiente clasificación:

- . menor que decímetro ..... ALTO
- . métrico a decamétrico ..... MEDIO
- . mayor a decamétrico ..... BAJO

- La clasificación granulométrica se ajustó a la empleada genéricamente en geotecnia.

- . ESCOLLERA ..... Bloques ..... > 30 cm.
- . GRANDE ..... Bolos ..... 30 -15 cm.
- ..... Gravas ..... 15<sup>3</sup> - 2 cm.
- . MEDIO ..... Gravillas ..... 2 -0,2 cm.
- ..... Arenas ..... 0,2-0,06 cm.



Limos

. FINO ..... < 0,06 cm.

Arcillas

- El nivel freático se describió de acuerdo con:

. Profundo ..... > 20 m.  
 . Somero ..... 20-1 m.  
 . Superficial ..... < 1 m.

Es preciso insistir que la calificación de los parámetros reflejados en la mencionada ficha, así como, las evaluaciones sobre la estabilidad de las estructuras, y el impacto ambiental proceden de una inspección directa "de visu"; salvo en ocasiones, donde ciertos datos, como ley, riqueza mineral, etc., fueron facilitados por el personal técnico de la empresa en cuestión. Por tanto, todos estos factores y evaluaciones aunque orientadores, resultan insuficientes para realizar un estudio de detalle de una estructura determinada.

A continuación de la labor de campo, se efectuó un análisis, en donde en base a un tratamiento estadístico, se resumen las características de los estériles y de las estructuras, con descripción de las formas de inestabilidad y las alteraciones del medio si las hubiere.

Así mismo, se pondera globalmente el impacto ambiental que suponen los actuales lugares de ubicación de las estructuras respec-

to al entorno, mediante criterios de evaluación numérica, suficientemente contrastados en numerosos casos anteriores.

Ello cumplimenta una información a nivel provincial, en donde también se estudian la geología, la climatología, con especial interés en los microclimas de las zonas mineras más notables, la hidrografía e hidrogeología y otros parámetros que determinan el medio físico y socioeconómico de cada provincia.

Por último, a nivel provincial la documentación se estructurará de la siguiente forma:

- Memoria
- Planos cartográficos
- Anejo de listado de estructuras
- Anejo de fichas de estructuras
- Archivo fotográfico
- Archivo informático





Instituto Tecnológico  
GeoMinero de España  
ARCHIVO NACIONAL DE BALSAS Y ESCOMBRERAS

CLAVE.

CROQUIS DE SITUACION:

ESQUEMA ESTRUCTURAL:

FOTOGRAFIA:

CODIGOS UTILIZADOS EN LAS FICHAS

1. CLAVE: Número de hoja 1:50.000 (numeración militar), octante, número correlativo.
2. TIPO DE ESTRUCTURA: Balsa: B. Escombrera: E. Mixta: M.
3. ESTADO: Activa: A. Parada: P. Abandonada: B.
9. PROVINCIA: Código de Hacienda.
10. MUNICIPIO: Código de INE.
12. TIPO: Codifíquese de acuerdo con la lista correspondiente..
13. ZONA MINERA: Codifíquese con dos letras.
14. MENA: Las ocho primeras letras del mineral que se beneficia.
19. TIPO DE TERRENO: Baldío: B. Agrícola: A. Monte Bajo: M. - Forestal: F.
26. TIPOLOGIA: Codifíquese por orden de importancia. Llano: P. Ladera: L. Vaguada: V.
27. MORFOLOGIA DEL EMPLAZAMIENTO: Codifíquese por orden de importancia. Suave: S. Accidentada: A. Ladera: L. Valle - Abierto: V. Valle encajado: E. Corta: C.
28. EXCAVACION: Desbroce: D. Tierra vegetal: T. Suelos: S. Sin preparación: N.
29. AGUAS EXISTENTES: Manantiales: M. Cursos: R. Cauces intermitentes: C. Inexistentes: N.
30. TRATAMIENTO: Captación de manantiales: C. Captación de - aguas superficiales: D. Sin tratamiento: N.

31. NIVEL FREATICO: Superficial: S. Somero: M. Profundo: P.
32. NATURALEZA: Codifíquese de acuerdo con la lista correspondiente.
33. ESTRUCTURA: Masiva: M. Subhorizontal: H. Inclínada: I. Subvertical: V.
34. GRADO DE FRACTURACION: Alto: A. Medio: M. Bajo: B.
35. PERMEABILIDAD: Alta: A. Media: M. Baja: B.
36. GRADO DE SISMICIDAD: Codifíquese de 1 a 9 de acuerdo con la norma PGS.
37. NATURALEZA: Codifíquese de acuerdo con la lista correspondiente.
39. RESISTENCIA: Alta: A. Media: M. Baja: B.
40. PERMEABILIDAD: Alta: A. Media: M. Baja: B.
41. TIPO DE ESCOMBROS: LITOLOGIA: Codifíquese de acuerdo con la lista correspondiente.
42. TAMAÑO: Codifíquese por orden de importancia: Escollera: E Grande: G. Medio: M. Fino: F. Heterométrico: H.
43. FORMA: Cúbica: C. Lajosa: L. Mixta: M. Redondeada: R.
44. ALTERABILIDAD: Alta: A. Media: M. Baja: B.
45. SEGREGACION: Fuerte: F. Escasa: E.
46. COMPACIDAD IN SITU: Alta: A. Media: M. Baja: B.
47. NATURALEZA: Tierra: T. Ladrillo: L. Pedraplén: P. Mampostería: M. Escombros: E.
53. SISTEMA DE RECRECIMIENTO: Abajo: B. Centro: C. Arriba: A.
54. NATURALEZA: Tierra: T. Ladrillo: L. Pedraplén: P. Mampostería: M. Escombros: E. Finos de decantación: F.
56. NATURALEZA: Codifíquese de acuerdo con la lista correspondiente.

57. PLAYA: Arena: A. Limo: L. Arcilla: C.
58. Balsa: Arena: A. Limo: L. Arcilla: C.
59. GRADO DE CONSOLIDACION: Alto: A. Medio: M. Bajo: B. Nulo: N.
60. SISTEMA DE VERTIDO: Codifíquese por orden de importancia.  
Volquete: V. Vagón: W. Cinta: I. Cable: C. Tubería: T. Canal: N. Pala: P. Cisterna: S. Manual: M.
62. PUNTO DE VERTIDO: Codifíquese por orden de importancia. -  
Contorno: L. Dique: D. Cola: C.
63. TRATAMIENTO: Compactación por el tráfico: T o mecánica: M.  
Nulo: N.
64. DRENAJE: Codifíquese por orden de importancia. Infiltra -  
ción natural: I. Drenaje por chimenea: C. Alivia -  
dero: S. Drenaje horizontal: H. Drenaje por el -  
pie: P. Bombeo: B. Evaporación forzada: E. Ninguno: N.
65. RECUPERACION DE AGUA: Total: T. Parcial: P. Nula: N.
66. SOBRENADANTE: Si: S. No: N.
67. DEPURACION: Primaria: P. Secundaria: S. Terciaria: T. Ninguna: N.
68. EVALUACION: Crítica: C. Baja: B. Media: M. Alta: A.
69. COSTRAS: Deseccación: D. Oxidación: O. Ignición: I. No -  
existen: N.
70. PROBLEMAS OBSERVADOS: Alto: A. Medio: M. Bajo: B. No exis -  
ten: N.
72. IMPACTO AMBIENTAL: Alto: A. Medio: M. Bajo: B. Nulo: N.

73. ZONA DE AFECCION: Se refiere al área de influencia en caso de accidente. Caserío: C. Núcleo Urbano: N. Carretera: V. Tendido eléctrico: T. Instalaciones Industriales: I. Area de cultivo: A. Cursos de agua: R. Baldío: B. Monte bajo: M. Cauces intermitentes: E. Corta: P. Forestal: F.
75. RECUPERACION: Alta: A. Media: M. Baja: B. Nula: N.
76. DESTINO: Codifíquese por orden de importancia. Relavado: R. Aridos: A. Cerámica: C. Relleno: L.
77. LEY: Alta: A. Media: M. Baja: B.
78. CALIDAD OTROS USOS: Alta: A. Media: M. Baja: B.
79. PROTECCIONES: Si: S. NO: N.
80. USO ACTUAL: Codifíquese por orden de importancia. Agrícola: A. Zona verde: Z. Repoblado: R. Edificación: E. Viario: V. Industrial: I. Zona deportiva: D. Ninguno: N.



<u>MATERIAL</u>	<u>CODIFICACION</u>
Aluvi6n	ALUVIO
Conglomerados	CONGLO
Gravas, cantos, cascajo, morrillo	GRAVAS
Arenas	ARENAS
Arenas y Gravas	AREGRA
Areniscas - Toscos	ARENIS
Calcarenitas. Albero	CALCAR
Calizas	CALIZA
Calizas Fisuradas	CALIFI
Calizas Karstificadas	CALIKA
Calizas Porosas	CALIPO
Calizas Dolom6ticas	CADOLO
Margas	MARGAS
Margo calizas	MARCAL
Dolom6as	DOLOMI
Carniolas	CARNIO
Cuarcitas	CUARCI
Pizarras	PIZARR
Pizarras sil6ceas	PIZASI
Lavas	LAVAS
Cenizas	CENIZA
P6rfidos	PORFID
P6rfidos B6sicos	PORBAS
P6rfidos Acidos	PORACI
Aplitas y Pegmatitas	APLIPE
Plut6nicas Acidas	PLUACI
Plut6nicas B6sicas	PLUBAS
Esquistos	ESQUIS
M6rmoles	MARMOL
Neises	NEISES
Limos	LIMOS
Tobas	TOBAS

(Continúa...)

<u>MATERIAL</u>	<u>CODIFICACION</u>
Granito	GRANIT
Escoria	ESCORI
Calizas y Cuarcitas	CALCUA
Calizas y Pizarras	CALPIZ
Calizas y Arcillas	CALAR
Arcillas y Pizarras	ARPIZ
Arcillas y Arenas	ARCARE
Cuarcitas y Pizarras	CUARPI
Pórfidos y Granitos	PORGRA
Mármol y Neises	MARNEI
Granitos y Pizarras	GRAPIZ
Coluvial granular	COGRA
Coluvial de transición	COTRAN
Coluvial limo-arcilloso	COLIA
Eluvial	ELUVIA
Suelo Vegetal	SUVEG
Tierras de recubrimiento	TIRRE
Calizas y Tierras	CATIER
Pizarras y Tierras	PIZTIE
Mármol y Tierras	MARTIE
Granitos y Tierras	GRATIE
Basalto	BASALT
Basura urbana y Tierras	BASUTI
Escombros y Desmontes	ESCODES
Yesos	YESOS
Yesos y Arcillas	YEARCI
Rañas	RAÑAS
Rocas volcánicas	VOLCAN
Pizarras y Rocas Volcánicas	PIZVOL
Arcillas	ARCIL
Carbón y Tierras	CARTIE
Margas y Yesos	MARYE
Margas y Areniscas	MARARE

12.- TIPO

Hulla	HU	Glauberita	GL
Antracita	AN	Magnesita	MG
Lignito	LG	Mica	MI
Uranio	UR	Ocre	OR
Otros prod. energ.	OE	Piedra Pomez	PP
Hierro	FE	Sal Gema	SG
Pirita	PI	Sales Potásicas	SP
Cobre	CU	Sepiolita	ST
Plomo	PB	Talco	TL
Zinc	ZN	Thenardita	TH
Estaño	SN	Tripoli	TR
Wolframio	WO	Turba	TU
Antimonio	SB	Otros min. no met.	ON
Arsénico	AS	Arcilla	AC
Mercurio	HG	Arenisca	AA
Oro	AU	Basalto	BS
Plata	AG	Caliza	CA
Tántalo	TA	Creta	CT
Andalucita	AD	Cuarcita	CC
Arcilla refractaria	AR	Dolomía	DO
Atapulgita	AT	Fonolita	FO
Baritina	BA	Granito	GR
Bauxita	BX	Margas	MA
Bentonita	BT	Mármol	MR
Caolín	CL	Ofita	OF
Cuarzo	CZ	Pizarra	PZ
Espato Fluor	EF	Pórfidos	PO
Esteatita	ES	Serpentina	SE
Estroncio	SR	Sílice y ar. silíceas	SI
Feldespatos	FD	Yeso	YE
Fosfatos	FS	Otros prod. de cant.	OC
Manganeso	MN	Vertidos urbanos	VE

56.- NATURALEZA DE LOS LODOS

Finos de flotación	F
Finos de separación magnética	M
Finos de lavado	L
De clasificación hidráulica	H
De clasificación mecánica	E
Finos de ciclonado	C
De procesos industriales (corte, pulido, etc.)	I

## 2. MARCO SOCIO-ECONOMICO

La Comunidad autónoma de La Rioja, tiene una extensión de 5.034 km<sup>2</sup> y 260.024 habitantes lo que representa el 1% de la superficie del Estado y el 0,7 % de su población.

Por su nivel productivo la provincia Logroñesa ocupa el lugar 39 entre las 50 provincias del Estado.

A pesar de las implantaciones industriales recientes derivadas fundamentalmente del automóvil, el sector primario e industrias derivadas de su riqueza agrícola, forestal y ganadera constituyen la base de la economía provincial.

Las actividades extractivas más significativa corresponden a la explotación de arcillas que han dado lugar a una industria cerámica de cierta entidad.

### 2.1. Evolución demográfica

En el cuadro 2.1-1, se refleja el desarrollo demográfico de la provincia junto con el experimentado por el conjunto del Estado a lo largo del presente siglo.

Las tasas de crecimiento allí recogidas ponen de manifiesto la débil evolución demográfica provincial hasta el año 1950, a partir del cual la población queda prácticamente estancada durante los 20 años siguientes. A partir de los años 70 se inicia una cierta recuperación que se mantiene hasta el momento actual.

La evolución no ha sido similar en toda la provincia pues mientras ha tenido un carácter claramente regresivo en las comarcas montañosas de la mitad meridional, y en menor medida en la Rioja Alta, la Rioja Baja y sobre todo la comarca de Logroño han experimentado índices de crecimiento significativos.

Las tasas de natalidad han sufrido desde principios de siglo una baja constante hasta la actualidad, en tanto que la tasa de mortalidad permanece prácticamente estancada.

La provincia logroñesa, constituye un claro foco de emigración principalmente a Zaragoza, País Vasco, Barcelona y Madrid, una vez finalizada prácticamente la emigración americana, importante en la primera mitad del siglo.

Paralelamente a esta emigración la ciudad de Logroño y los núcleos de la Rioja Media y Baja reciben poblaciones procedentes de las vecinas tierras sorianas y burguesas sin llegar a compensarse sin embargo el déficit migratorio provincial.

CUADRO 2.1-1.- EVOLUCION DEMOGRAFICA

AÑO	Tasa crecito.			Tasa crecito.		
	Habitantes	anual (%)	Hab/Km <sup>2</sup>	Habitantes	anual (%)	Hab/Km <sup>2</sup>
1900	190.819		37,9	18.830.649		37,3
1920	198.850	0,21	39,5	22.012.663	0,78	43,6
1930	207.262	0,42	41,2	24.026.571	1,83	47,5
1940	225.037	0,83	44,7	26.386.854	0,94	52,2
1950	231.010	0,26	34,9	28.172.268	0,66	55,7
1960	231.117	0,01	44,9	30.776.935	0,89	60,9
1970	234.628	0,15	46,6	34.041.531	1,01	67,4
1975	241.829	0,61	48,0	36.012.702	1,13	7,3
1981	254.352	0,85	50,5	37.682.355	0,76	74,6
1986	260.024	0,44	51,4	38.473.418	0,42	76,1

Fuente : Censos de población. INE.

La población vive agrupada en núcleos que salvo los de la capital y Calahorra no sobrepasan los 10.000 habitantes y situados fundamentalmente en las comarcas riojanas. La población diseminada es muy escasa apareciendo fundamentalmente a lo largo del borde norte de la provincia.

## **2.2. Actividad económica**

### **2.2.1. Población activa**

En el cuadro adjunto se refleja la evolución de la población activa en el quinquenio 1981-85, en la Comunidad Riojana y conjunto del Estado.

El incremento de la población activa en el periodo es inferior al experimentado por la población residente, lo que junto a la baja tasa de natalidad refleja un cierto envejecimiento de la población, consecuencia del movimiento migratorio.

La repercusión de la crisis económica se manifiesta en el descenso de la tasa de actividad respecto a la media estatal y el fuerte incremento del índice de paro.



	Poblacion Residente	Activos	Tasa Actividad (%)	Ocupados	Indice de empleo(%)	En paro	Indice de paro (%)
<u>1981:</u>							
La Rioja	254,9	87,1	34,2	80,4	92,3	6,7	7,7
Estado	37.696,2	12.901,1	34,2	11.016,7	85,4	1884,3	14,6
<u>1985:</u>							
La Rioja	259,4	90,7	35	74,9	82,6	15,8	17,4
Estado	38.306,8	13.533,7	35,7	10.582,4	78,1	2.971,0	21,9

Fuente: Renta Nacional de España y su distribución provincial. Bº de Bilbao

CUADRO 2.2-1.-POBLACION ACTIVA Y EN PARO (miles de personas)

En la distribución del empleo por sectores se ha producido en el quinquenio un incremento significativo de los servicios en detrimento del sector primario, si bien se mantiene todavía en valores alejados de las correspondientes medidas estatales (cuadro 2.2.2.) reflejo del peso específico de la actividad agrícola en esta comunidad.

### **2.2.2. Producto Interior**

La actividad económica provincial y su peso dentro del conjunto del Estado quedan reflejadas por la evolución del VAB y la Renta Interior en los últimos años, según los datos recogidos en el Cuadro 2.2- 3.

Los porcentajes de participación de la provincia en la producción y renta del conjunto del Estado, muestran una lenta evolución positiva en el decenio considerado, en comparación con los índices medios estatales superando la Comunidad Riojana tanto en producción como en renta, el nivel que le corresponde por su peso poblacional.

SECTOR	1981		1985	
	La Rioja	Estado	La Rioja	Estado
Agricultura	23,3	18,5	18,8	16,5
Industria	32,9	25,5	31,6	23,7
Construcción	6,7	8,3	5,9	7,3
Servicios	37,1	47,7	43,7	52,5

Fuente: Renta Nacional de España y su distribución provincial Bº de Bilbao

CUADRO 2.2- 2.- EVOLUCION DE LA DISTRIBUCION POR SECTORES DEL EMPLEO (%)

	1985			1981			1975		
	ESTADO	LA RIOJA	% S/ESTADO	ESTADO	LA RIOJA	% S/ESTADO	ESTADO	LA RIOJA	% S/ESTADO
Población (a 1º Julio)	38.424.200	259.397	0,68	37.814.796	254.857	0,67	35.515.184	239.151	0,67
VAB ( 10 <sup>6</sup> Pts )	27.859.655	206.130	0,74	16.698.773	121.078	0,73	5.653.211	39.037	0,69
VAB/Hab (Pts/Hab)	725.055	794.651	109,66	441.594	475.082	107,58	159.177	163.232	102,55
Renta Int.(10 <sup>6</sup> Pts)	24.544.310	181.074	0,74	14.979.161	105.382	0,70	5.168.569	35.762	0,69
Renta p. cap.(Pts/Hab)	638.772	698.057	109,28	387.365	413.495	104,06	146.001	149.537	102,30

FUENTE: Renta Nacional y su distribución provincial. Bº de Bilbao

CUADRO 2.2-3.- EVALUACION DEL VAB Y RENTA INTERIOR

### 2.2.3 Sectores de actividad

La evolución de la distribución por sectores del VAB en el decenio 1975-85, es la indicada en el Cuadro 2.2-4.

En el quinquenio 1975-81, se produce una significativa reducción del peso del sector primario incrementándose en igual proporción el de los servicios mientras el industrial permanece prácticamente constante. A partir de 1981, se mantiene la misma tendencia si bien en forma mucho más lenta de modo que el sector primario presenta una cuota en la producción de la Comunidad que es el doble que la media del Estado.

La contribución de los distintos sectores a la producción y empleo se recoge en el Cuadro 2.2-5, junto con la correspondiente del conjunto estatal, destacando la alta productividad del sector agrícola y de los servicios frente a la más modesta de la minería e industria salvo el subsector de la construcción.

	1985			1981			1975	
	10 <sup>6</sup> Pts	% s/total		10 <sup>6</sup> Pts	% s/total		10 <sup>6</sup> Pts	% s/total
		Estado	Rioja		Estado	Rioja		Rioja
Agricultura	25.528	6,40	12,38	16.412	6,13	13,55	7.591	19,45
Industria y Construcción	72.354	32,00	35,11	44.109	34,00	36,43	13.812	35,38
Comercio y Servicios	108.248	61,60	52,51	60.557	59,57	50,02	17.634	45,17
<u>TOTAL</u>	206.130	100,00	100,00	121.78	100,00	100,00	39.037	100,00

Fuente: Renta Nacional de España y su distribución provincial Bº de Bilbao

CUADRO 2.2-4 - DISTRIBUCION SECTORIAL DEL VAB

Cuadro 2.2 - 5 Aportación por sectores a la producción y empleo

1.985 LA RIOJA	Producto Bruto (10 <sup>6</sup> pts)	% sobre Total	V.A.B. (10 <sup>6</sup> pts)	% sobre Total	V.A.B. / P.B. (%)	Nº de Empleos	% sobre Total	V.A.B. / Empleo (10 <sup>3</sup> pts)
Agricultura	39.950	10,3	25.528	12,4	63,9	16.370	18,8	1.559
Minería (*)	11.004	2,8	4.213	2,0	38,3	2.264	2,6	2.253
Industria	173.601	45,0	57.077	27,7	32,9	25.337	29,0	2.253
Construcción	23.428	6,1	11.064	5,4	47,2	5.166	5,9	2.142
<b>Sectores Industriales</b>	<b>208.033</b>	<b>53,9</b>	<b>72.354</b>	<b>35,1</b>	<b>34,8</b>	<b>32.767</b>	<b>37,5</b>	<b>2.208</b>
Servicios	158.207	35,8	108.248	52,5	78,3	38.132	43,7	2.839
<b>TOTAL</b>	<b>386.190</b>	<b>100</b>	<b>206.130</b>	<b>100</b>	<b>53,4</b>	<b>87.269</b>	<b>100</b>	<b>2.362</b>

<u>ESTADO</u>								
Agricultura	2.801.606	5,3	1.606.208	5,8	57,3	1.853.438	15,7	867
Pesca	253.871	0,5	177.891	0,6	70,1	95.300	0,8	1.867
<b>Sector primario</b>	<b>3.055.477</b>	<b>5,8</b>	<b>1.784.099</b>	<b>6,4</b>	<b>58,4</b>	<b>1.948.738</b>	<b>16,5</b>	<b>916</b>
Minería (*)	2.714.990	5,1	903.192	3,2	33,3	307.440	2,6	2.938
Industria	20.770.767	39,5	9.452.789	23,2	31,1	2.500.858	21,1	2.580
Construcción	3.217.565	6,1	1.558.858	5,6	48,4	864.503	7,3	1.803
<b>Sectores Industriales</b>	<b>26.703.322</b>	<b>50,7</b>	<b>8.914.839</b>	<b>32,0</b>	<b>33,4</b>	<b>3.672.801</b>	<b>31,0</b>	<b>2.427</b>
Servicios	22.876.350	43,5	17.160.717	61,6	75,0	6.224.935	52,5	2.757
<b>TOTAL</b>	<b>52.635.149</b>	<b>100</b>	<b>27.859.655</b>	<b>100</b>	<b>52,9</b>	<b>11.846.474</b>	<b>100</b>	<b>2.352</b>

(\*) Incluye productos metálicos y no metálicos.

Fuente: Renta Nacional de España y su distribución provincial Bº de Bilbao

### 3. MEDIO FISICO

#### 3.1. Morfología

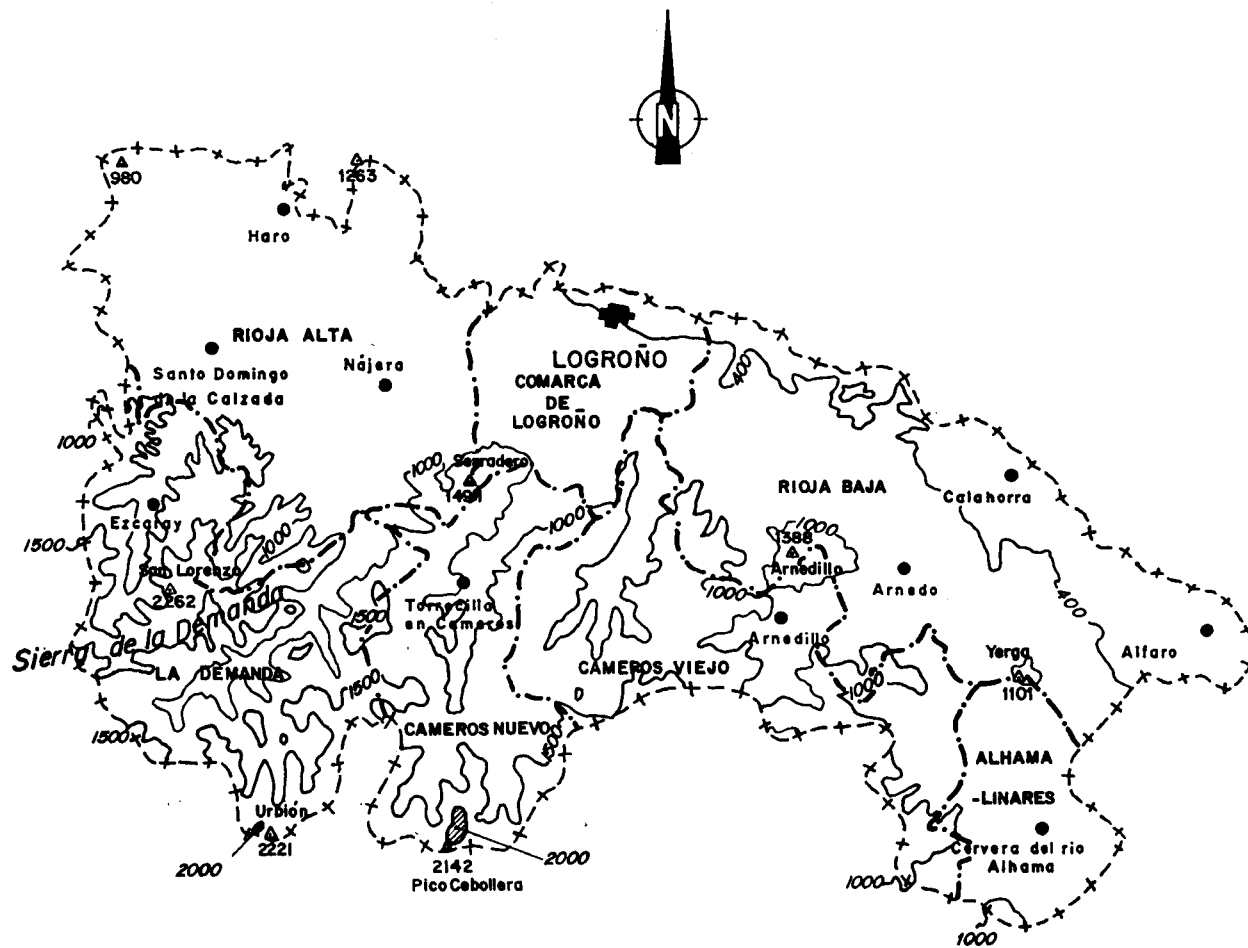
La Comunidad Autónoma de La Rioja, presenta dos grandes unidades geomorfológicas claramente diferenciadas: la primera corresponde a su mitad meridional montañosa, perteneciente al Sistema Iberico, estando formada la segunda por la depresión fluvial del Ebro que se articula desde la zona anterior en una serie de glacis y terrazas descendentes hasta el nivel de base del río, límite septentrional de la Comunidad.

La primera unidad citada es una zona agreste con sus mayores alturas en la S<sup>a</sup> de la Demanda al SO, que se prolonga hacia el E. en los Picos de Urbión y S<sup>a</sup> Cebollera, sistemas montañosos a travessados perpendicularmente por los Tributarios del Ebro.

En esta unidad se distinguen diversas comarcas geomorfológicamente diferenciadas (Fig. 3.1-1).

Al O. la Demanda esencialmente formada por materiales paleozóicos, volcados hacia el N. en una serie de pliegues cabalgantes que finalizan en la gran falla del Valle del Ebro. La Demanda paleozóica está escindida en dos bloques separados por el sinclinal mesozóico en el que se inserta el cauce del Najerilla cuya divisoria con el Iregua forma el límite con la Tierra de Cameros.





**FIG. 3.1-1.- MORFOLOGIA**

Fuente: "Conocer España" Salvat Ed.1986 / Instituto Geografico Nacional

Esta comarca comprende los cursos altos de los ríos Iregua, Leza, Jubera, Cidacos, que drenan la vertiente septentrional de la S<sup>a</sup> Cebollera y siguen dirección S a N hasta alcanzar los conglomerados del borde de la depresión del Ebro en las que se encajan profundamente, antes de precipitarse salvando el violento desnivel existente, hacia el amplio valle de aquel río.

Los Cameros, se prolongan hacia el E en las tierras de Alhama-Linares que en el extremo SE de la provincia engloba los cursos alto y medio de los ríos que dan nombre a la comarca.

Hacia el N las comarcas anteriores están claramente delimitadas por el abrupto borde de conglomerados que se alzan sobre la depresión del Ebro segunda por unidad morfológica de la provincia logroñesa. En ella y en correspondencia con las comarcas antes citadas se distinguen la Rioja Alta enmarcada al S por la Demanda y constituida por una serie de glacis que van a buscar hacia el N el nivel del Ebro prolongándose hacia el E en la comarca de Logroño, en el valle inferior del Iregua. Finalmente y siguiendo el valle del Ebro, La Rioja Baja se extiende entre la comarca logroñesa hasta los límites provinciales con el sur de Navarra.

Estas comarcas, de la gran depresión fluvial del Ebro, son tierras eminentemente llanas muy fértiles, gracias a la abundancia de agua de que disfrutaban, al estar atravesadas por los cursos inferiores de los numerosos afluentes de la margen derecha del Ebro, alimentados por las escorrentías de las importantes sierras del sur provincial.

## 3.2. Hidrología

### 3.2.1. Superficial

La provincia de Logroño, queda en su practica totalidad englobada en la Cuenca Hidrográfica del Ebro, vertiendo hacia la Cuenca del Duero una pequeñísima area en su límite S.O. en la cabecera alta del río de la Umbría.

El Ebro a lo largo de sus 182 km. de recorrido por el límite N de la provincia es el colector natural de su red hidrográfica, integrado por los numerosos cursos que drenan las vertientes septentrionales de las sierras de la Demanda, ~~Nerli~~, Picos de Urbión, Cebollera y Oncala que constituyen el límite meridional de la cuenca del Ebro y frontera provincial con Soria.

De la Demanda bajan hacia el Ebro de E a O el Tirón, el Glera alfuente del anterior por margen derecha y las tributarios de la margen izquierda del Najerilla río que tiene su nacimiento en la sierra de Neila, ya en la provincia de Burgos, que da nombre al curso alto de aquel río. Los Picos de Urbión y S<sup>a</sup> Cebollera drenan hacia el Ebro a traves de los cauces tributarios del Najerilla por su margen derecha y del Iregua, que se une al Ebro a la altura de Logroño capital.

Estos ríos son de régimen pluvionival, siendo el factor nival importante solo en el curso alto, disminuyendo rápidamente su incidencia al descender al curso medio y bajo en el que recogen solo escorrentías pluviales.

Agua abajo de Logroño tributan al Ebro el Leza, Jubera y el Linares-Alhama que recogen las aguas procedentes de las estribaciones orientales de la S<sup>a</sup> Cebollera y las de la S<sup>a</sup> Oncala. Son cursos de régimen pluvial, más irregulares y menos caudalosos que los anteriores, pues sus cuencas de menor altura reciben una pluviometría acusadamente inferior.

Característica común de todos estos cauces es el profundo encajamiento de sus cursos medios que deben salvar el gran salto de la falla del Ebro antes de alcanzar el nivel de base de este río, colector de todos ellos.

En la Fig. 3.2- 1, se refleja la configuración general de la red hidrográfica de la provincia recogiendo sus características hidrológicas más importantes en el cuadro 3.2-1.

### 3.2.2. Subterránea

En la provincia de Logroño aparecen dos sistemas acuíferos principales reflejados en la Fig. 3.2-2.



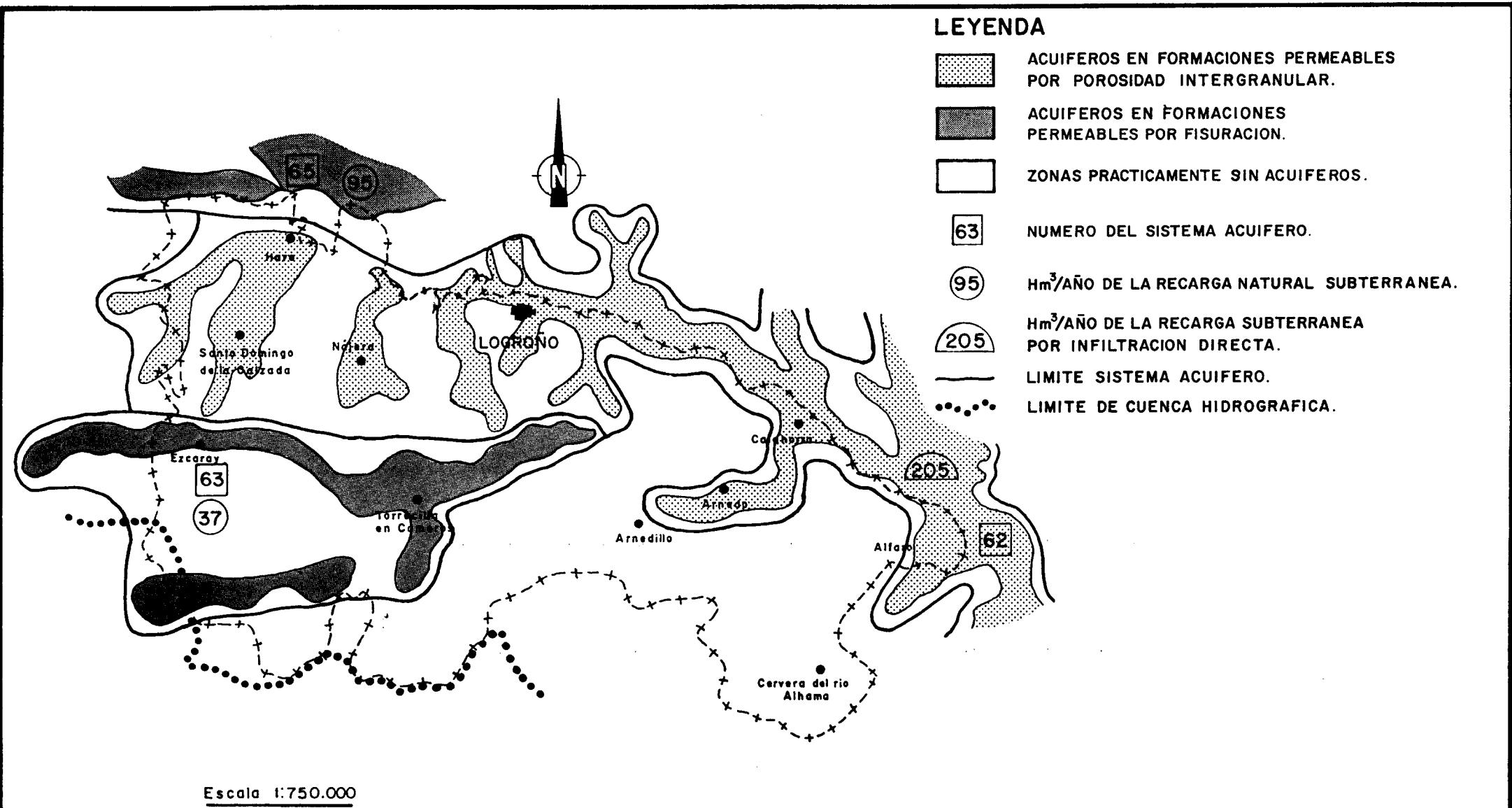


FIG. 3.2-2 SITUACION DE LOS ACUIFEROS PRINCIPALES

FUENTE: MAPA HIDROGEOLOGICO NACIONAL I.G.M.E. 1979

CUADRO 3.2-1 - REGIMEN DE CAUDALES

CUENCA	Rio	Porcentaje de Aforo (% S/Cuenca total)	Sup./cuenca total km <sup>2</sup>	Nº de años registrados	Modulo medio (1) m <sup>3</sup> /s	Caudal especifico l/s/km <sup>2</sup>	Extremos diarios en el periodo	
							Minimo m <sup>3</sup> /s	Maximo m <sup>3</sup> /s
EBRO	Tirón	Cuzcurrita (56,2%)	1.243	36	5,96	7,5	0,00	87,4
	Glera	Azarrulla (19,8%)	373	6	3,25	40,8	0,02	28,4
	Najerilla	Torremontalvo (99,1%)	1.100	26	14,90	13,7	0,50	220
	Iregua	Isallana (82,8%)	692	40	6,36	10,5	0,00	354
	Ebro	Mendavia (14,1%)	85.001	33	134,1	9,7	8,30	1690
	Cidacos	Yanguas (32,2%)	692	30	2,1	9,1	0,01	75
	Linares	Igea (89,3%)	365	23	1,9	5,3	0,00	227
	Ebro	Castejón (29,6%)	85.001	37	246,6	10,3	11,20	4950

(1) Media en el periodo, de los caudales medios anuales (modulos)

Fuente: Afros - Dirección General de Obras Hidráulicas MOPU

Al norte en la Rioja el Aluvial del Ebro y sus afluentes (Sistemas nº 62 del Mapa hidrogeológico Nacional) y en el SO los acuíferos del S<sup>a</sup> de la Demanda y Cameros (Sistemas nº 63).

En el primero predominan los materiales detríticos formados por sucesiones de gravas y arenas mientras el segundo es el predominio calcáreo figurando en el cuadro siguiente la extensión y recursos imados correspondientes.

#### CARACTERISTICAS DE LOS SISTEMAS ACUIFEROS

SISTEMA ACUIFERO	SUPERFICIE (km <sup>2</sup> )	RECURSOS (hm <sup>3</sup> /año)
62 Aluvial del Ebro Y sus afluentes	1.670	660
63 Sierras de la De- manda y Cameros	1.660	100

Fuente: ITGE "Calidad y contaminación de las aguas subterráneas en España" 1985.



### 3.3. Sismología

La provincia de Logroño está afectada (Fig. 3.1-1), por las isosistas que delimitan las zonas de grado sísmico VI y VII de la escala internacional (MKS), de forma que su sismicidad es creciente de SO a NE.

En el extremo SO la S<sup>a</sup> de la Demanda queda comprendida en la zona primera o de baja sismicidad según la Norma Sismorresistente PDS-1(1974) mientras el resto de la provincia sería de sismicidad media según la citada Norma.

La reglamentación sismorresistente prevé para las zonas sísmicas mencionadas anteriormente, los siguientes valores característicos.

<u>ZONA</u>	<u>ACELERACION</u> (mm/s <sup>2</sup> )	<u>VELOCIDAD</u> (mm/s)	<u>DESPLAZAMIENTO</u> (mm)
V	189	15	1,2
VI	377	30	2,4
VII	754	60	4,8

Estas magnitudes se refieren a movimientos de partícula, y se correlacionan con sísmos de 2 Herzios, de frecuencia, que equivalen a movimientos con un periodo de 0,5 segundos.

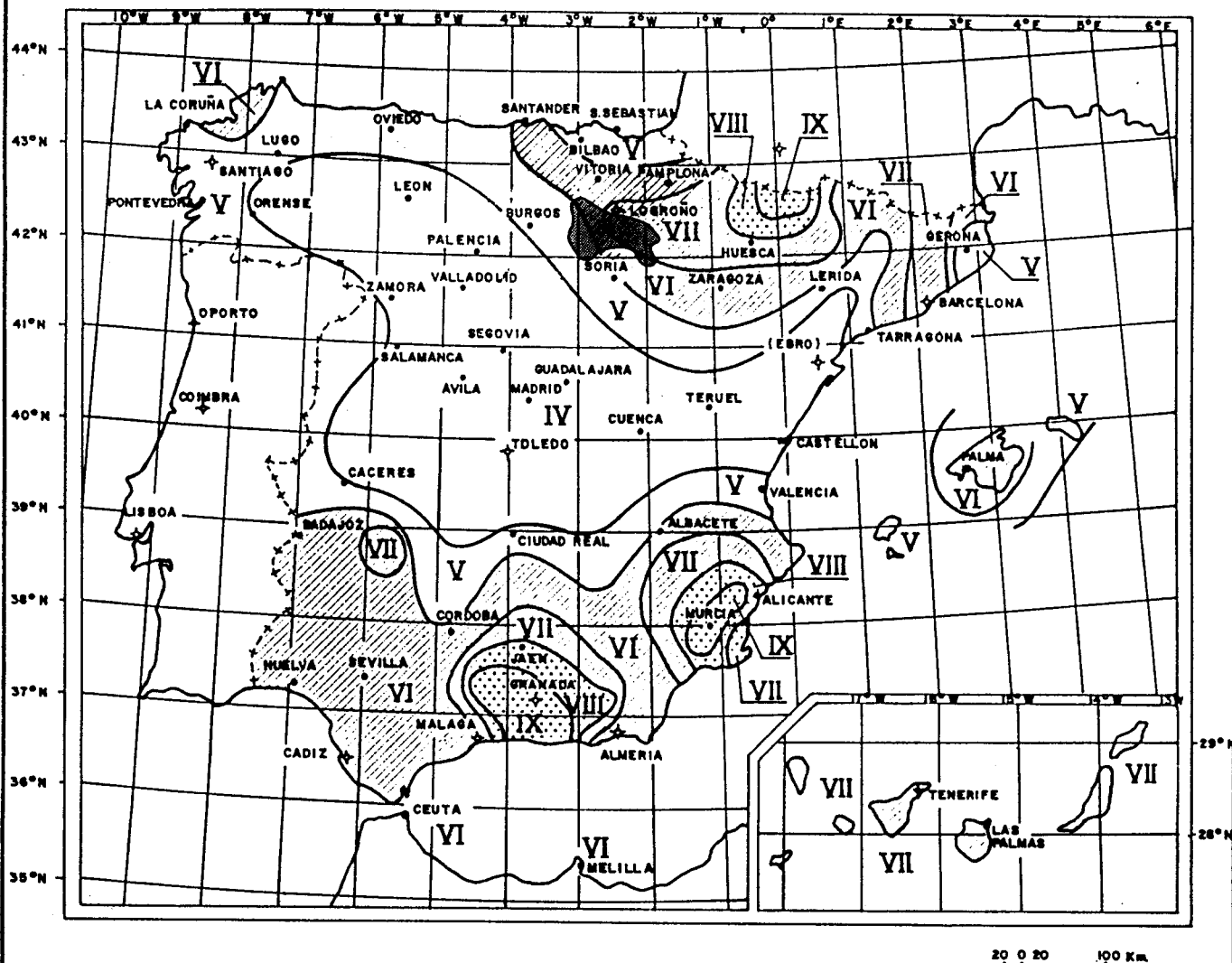


FIG.3.1.- ZONIFICACION SISMICA EN ESPAÑA




ZONA	INTENSIDAD : G ( Escala MSK)
Primera	 < VI (Baja)
Segunda	 $VI \leq o < VII$ (Media)
Tercera	 $\geq VIII$ (Actual)
	+ Observatorio Sismografico
	• Capital de provincia.

FIG.3.3-1.- ZONIFICACION SISMICA DE ESPAÑA SEGUN NORMA PDS - 1 (1.974)

Según la Norma PDS-1 en zonas de sismicidad media (VI a VIII), solo cuando en la hipótesis de colapso de las estructuras, puedan producirse daños humanos o materiales importantes, deberá analizarse su estabilidad dinámica, mientras que para las zonas de baja sismicidad ( $< VI$ ) la Norma deja a criterio del proyectista la consideración de las acciones sísmicas.

El riesgo sísmico hay que tenerlo en cuenta especialmente en aquellos casos de implantaciones tanto antiguas como futuras de resíduos mineros, sobre laderas de fuerte pendiente, en los que aparezcan terrenos arenosos flojos susceptibles de entrar en licuefacción bajo acciones dinámicas, o los estériles donde se pongan de manifiesto una cohesión pequeña.

En las zonas de riesgo sísmico medio como es el caso de la mayor parte del territorio logroñes puede estudiarse el comportamiento dinámico de los diques de las balsas por métodos seudoestáticos, en los cuales, no se consideran las sobrepresiones intersticiales provocadas por las acciones cíclicas, sin embargo, cuando se trata de diques formados por resíduos, de baja permeabilidad, saturados y no compactados debe realizarse una comprobación de la estabilidad en tensiones totales.

### **3.4. Climatología**

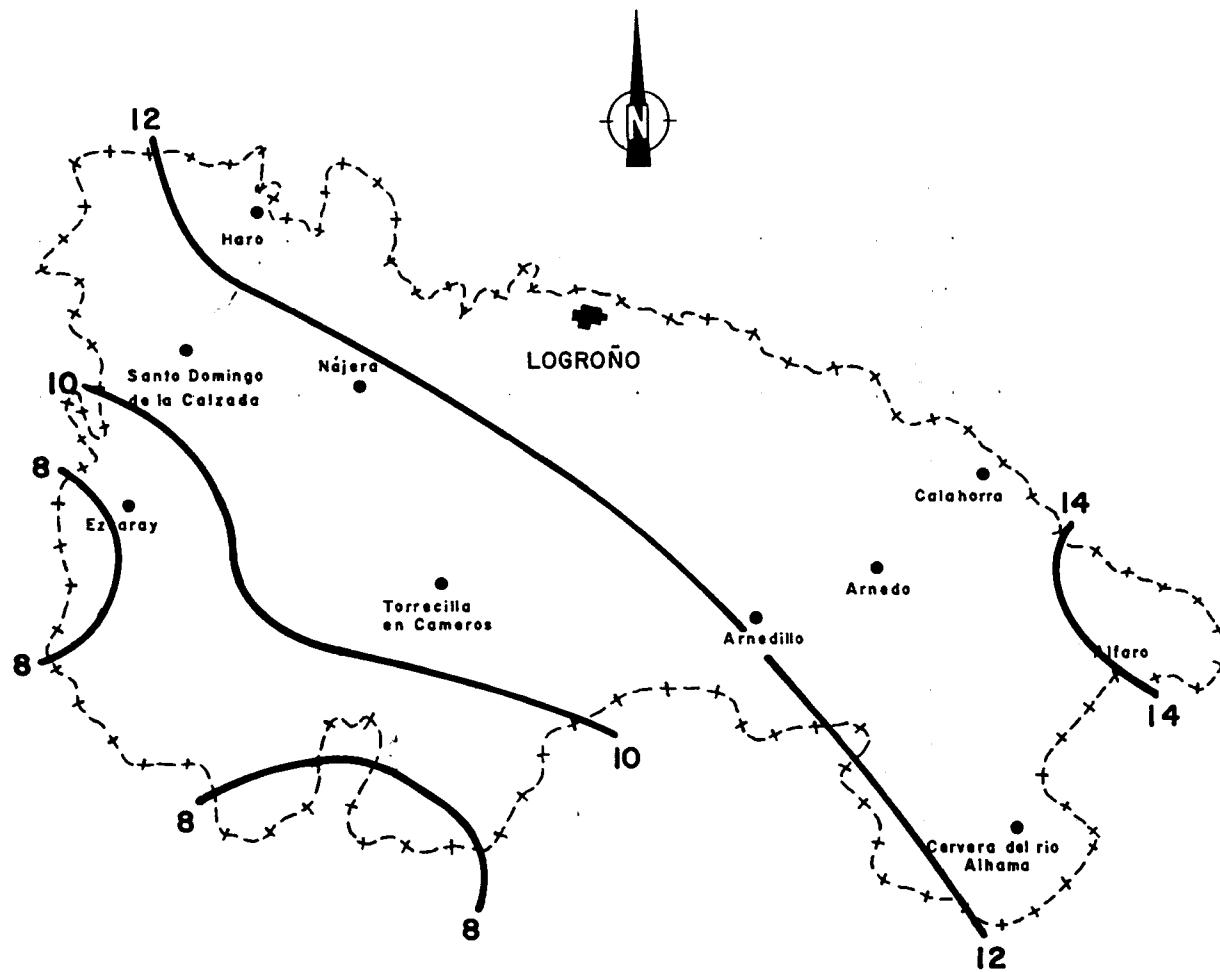
La Provincia de Logroño tiene en terminos generales un clima de tipo mediterraneo-continental atenuado por la influencia oceánica del Cantábrico que suaviza las temperaturas y acrecienta las precipitaciones con diferencias climatológicas notables entre la zona montañosa meridional y la depresión del Ebro debido al brusco cambio de altitud que se produce entre ambas zonas.

#### **3.4.1. Temperaturas.**

La distribución de temperaturas presenta un doble gradiente de incremento termica de SO a NE y de S a N en correspondencia con la variación de altitud y alejamiento de la influencia oceánica del Cantábrico.

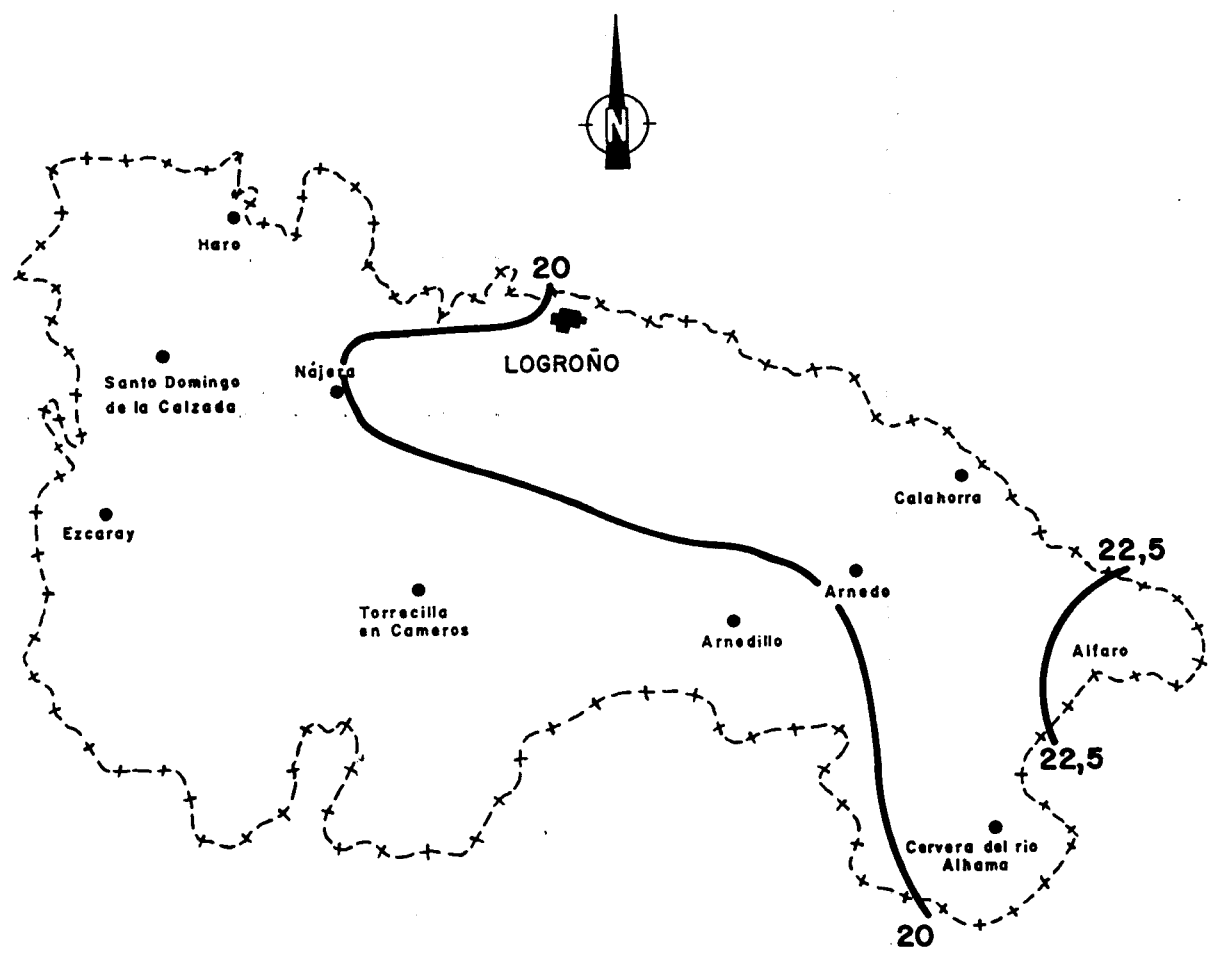
Así los valores mínimos inferiores a 8º de las isotermas medias anuales corresponden a las areas montañosas de la Demanda, Urbión y Cebollera y los máximos se producen con el extremo oriental de la provincia, donde se alcanzan los 14º de media anual (Fig. 3.4-1).

La distribución de las isotermas extremas es semejante como se refleja en la Fig. 3.4-2. dando los máximos anuales en el límite oriental con la Ribera Navarra, mientras las mínimas absolutas corresponden a zonas de las sierras anteriormente citadas.



**FIG. 3.4-1 ISOTERMAS MEDIAS ANUALES (°)**

Fuente: "Atlas Climatico de España" I.N.Meteorologia 1983



Escala 1:750.000

FIG. 3.4 -2 ISOTERMAS EXTREMAS (°)

Fuente: "Atlas climatico de España" I.N. Meteorologia 1983

El periodo de posibles heladas se extiende de Octubre a Marzo, con un numero medio de 40 días/año, en la Rioja, mientras en el resto de la provincia dicho número se incrementa en función de la altitud variando entre 60 y 100 días/año.

### 3.4.2. Precipitaciones

La distribución pluviométrica en la provincia presenta un doble gradiente semejante a la variación térmica (Fig. 3.4-3), incrementandose la lluvia media anual de N a S y de NE a SO en correspondencia con la variación de altitud y la influencia de los ciclones atlánticos.

La máxima precipitación anual se alcanza en las sierras del SO donde se superan los 1.000 mm. descendiendo con la altitud hasta los 600 mm. en el borde de la depresión del Ebro. A lo largo de esta de O a E, la lluvia anual disminuye desde los 600 mm. de la Rioja Alta hasta los 400 mm. en el extremo oriental de La Rioja Baja que registra la mínima pluviosidad provincial.

La torrencialidad de las lluvias es moderada con intensidades máximas de 80 a 100 mm. en 24 horas (Fig. 3.4-4), dandose los valores mayores a lo largo del valle del Ebro.

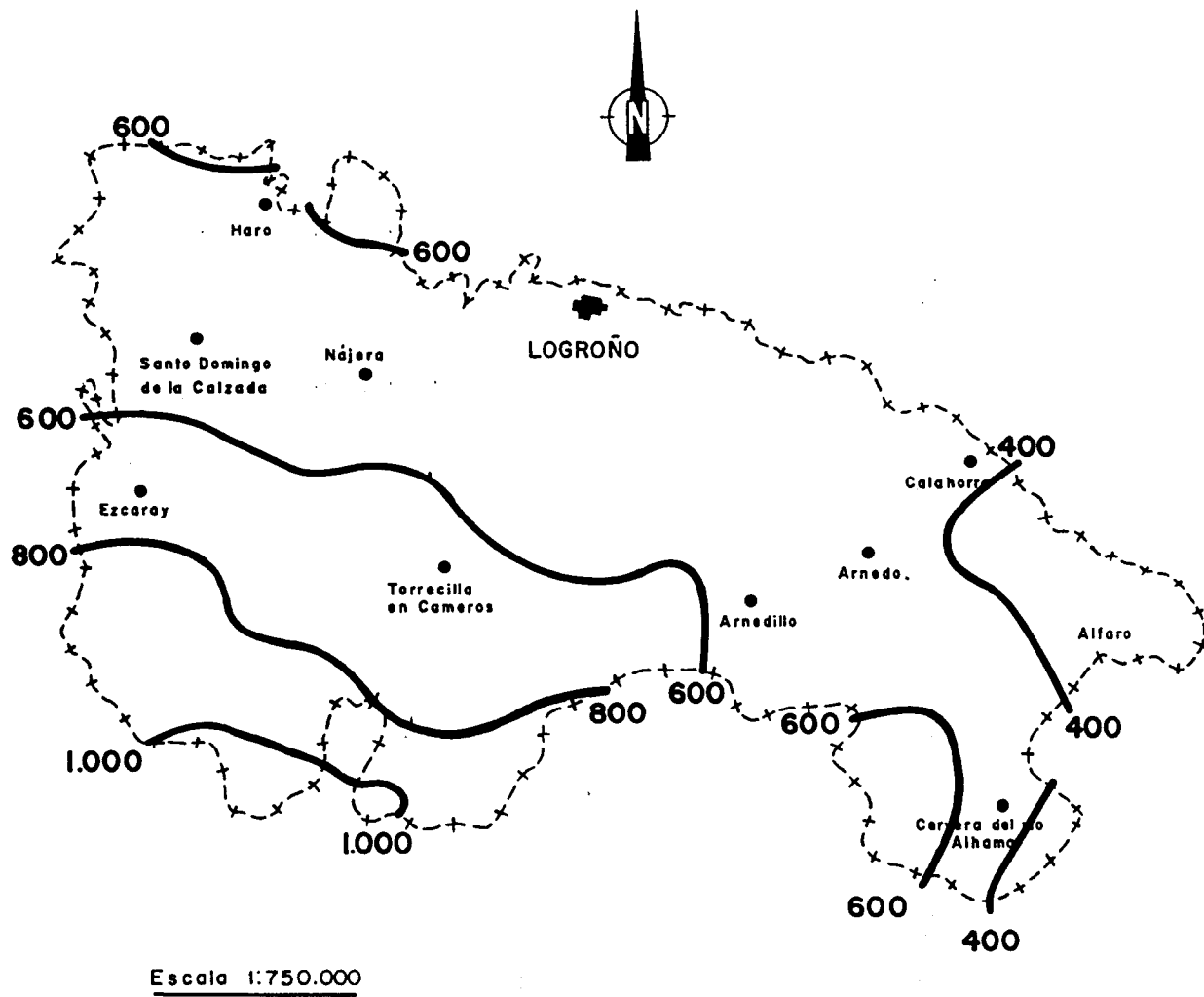
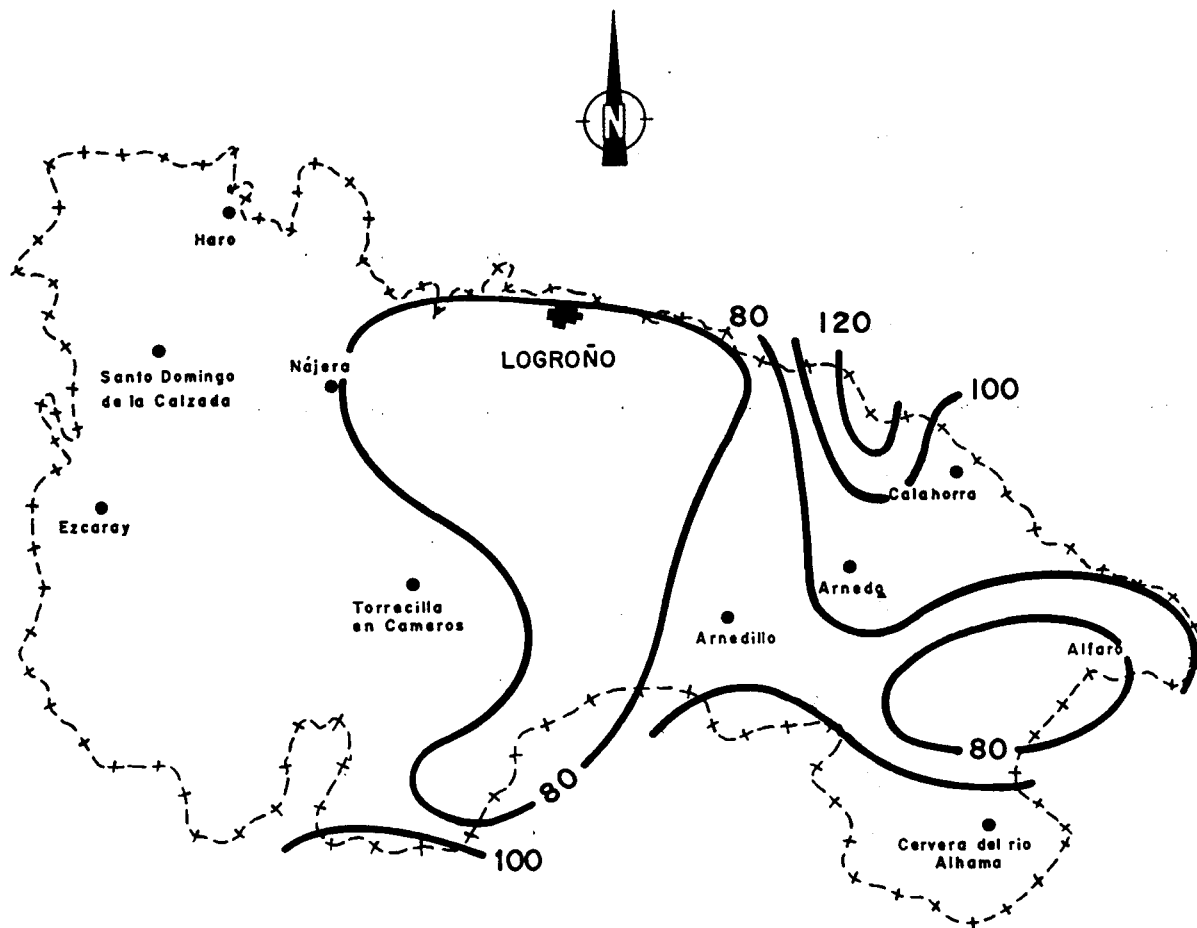


FIG. 3.4 -3 ISOYETAS MEDIAS ANUALES (mm)

Fuente: "Conocer España" Salvat Ed. 1986





Escala 1:750.000

FIG. 3.4-4.- PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 24 HORAS (mm)  
( Período de retorno 100 años )

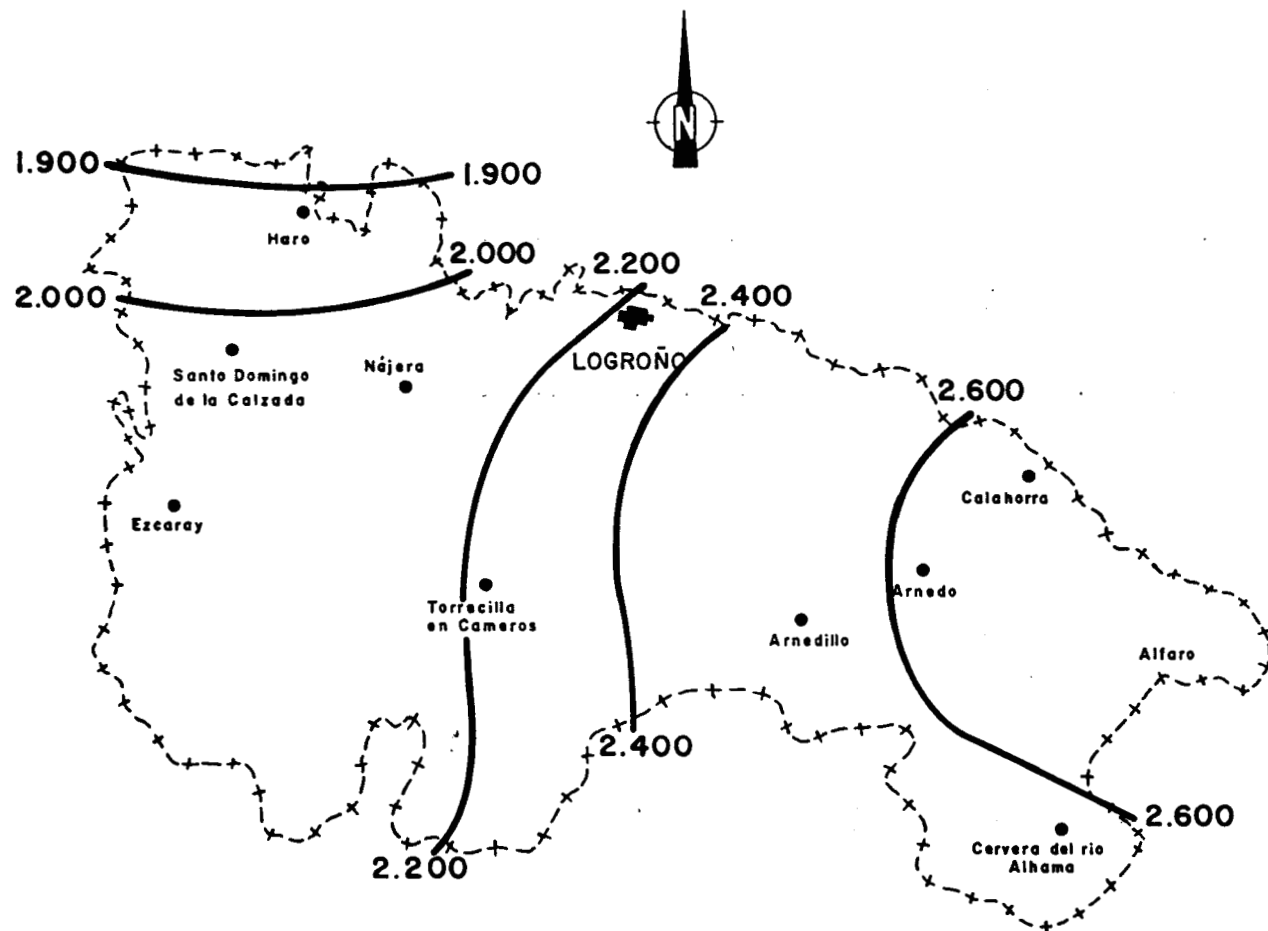
Fuente : Precipitaciones maximas en España F. Elias et al ICONA 1979

### 3.4.3. Insolación

El número medio de horas anuales de sol es creciente de O a E (Fig. 3.4-5) y de N a S variando desde los 1.900 h/año en el límite norte de la Rioja Alta y los 2.200 h/año en la Demanda hasta las 2.600 h/año en la Rioja Baja.

### 3.4.4 Vientos.

Las direcciones de los vientos dominantes corresponden en la Rioja Alta y la mitad meridional montañosa de la provincia al N y NO. Son vientos atlánticos húmedos y de intensidad moderada. En la Rioja Baja y Media la depresión del Ebro encauza los vientos del SE, calidos y secos correspondiendo sus intensidades más fuertes ( $> 50$  km/h) a la primavera y el otoño.



Escala 1:750.000

FIG. 3.4-5 DURACION MEDIA DE LA INSOLACION ANUAL (Horas)

Fuente: Atlas Meteorológico Nacional I.N. Meteorología 1983

#### 4. SINTESIS GEOLOGICA

##### 4.1. Características Generales

La provincia de la Rioja está comprendida dentro del dominio de varias regiones geológicas.

La parte meridional abarca el dominio geológico de las Cadenas Ibéricas Occidentales.

La parte septentrional de la provincia queda encuadrada en el dominio geológico del Valle del Ebro, considerando este como una gran fosa o cubeta tectónica.

- Un pequeño sector del Noroeste, pertenece a la Sierra de Cantabria, penetrando ya en el dominio geológico del país vasco-cantábrico.

Aún dentro del ángulo geológico de las Ibéricas occidentales cabe distinguir dos regiones de características geológicas propias:

- Región de las Sierras de la Demanda y Urbión.
- Región de la Sierra de los Cameros.

Las Sierras de la Demanda y Urbión constituyen dos macizos paleozóicos rodeados de formaciones mesozóicas. El Mesozoico de la Sierra de la Demanda está a su vez limitado al Norte y al Oeste por los depósitos terciarios del Valle del Ebro y de las llanuras de Burgos.

Esta región se caracteriza por la superposición de rasgos estructurales de dos orogenias distintas.

De una parte la orogenia herciniana con su peculiar tectónica de pliegues amplios y suaves formados según esfuerzos orientados SE-NO, que hacia el Oeste evolucionan hacia pliegues fallas (Colchen 1964).

De otra parte de la orogenia terciaria que vuelve a afectar al zócalo paleozoico junto con la cobertera mesozoica y cuyos rasgos estructurales (escamas tectónicas, cabalgamientos de gran envergadura e intensos pliegues) ponen de manifiesto grandes esfuerzos tangenciales durante el paraxismo orogénico intraoligoceno. Pero la orogenia terciaria se continúa además durante el mioceno.

La región de la Sierra de Cameros está formado por materiales jurásicos en facies dellaica. Su término más superior podría pasar al Cretácico Inferior, lo que por otra parte no se puede asegurar por falta de argumentos paleontológicos.

La región se encuentra, en efecto, situada precisamente allí donde las Cadenas Ibéricas Occidentales y precisamente donde este "arco tectónico" de las Cadenas Ibéricas interfieren con la prolongación ideal de la Sierra de Guadarrama (G. Tischer; 1960).

#### 4.2. Estratigrafía

Los rasgos principales de las regiones geológicas anteriormente citadas pueden resumirse como sigue:

##### Paleozóico:

Los materiales paleozóicos representados corresponden exclusivamente al Cámbrico y al Ordoviciense inferior. En el resto de la Sierra de la Demanda (prov. de Burgos) están representados además otros niveles más superiores del Ordoviciense, faltando los materiales del Gotlandiense y todo el Devónico, y presentándose el Carbonífero discordante sobre el Cámbrico.

##### El Cambro-Ordoviciense:

Serie de 3.000 m. de potencia en la que se distinguen varios niveles litológicos característicos. Por semejanza litológica con otros lugares de España y Francia las areniscas y esquistos superiores se atribuyen al Ordoviciense Inferior (Colchen, 1964), siendo Cámbricos la primera mitad de la serie.

### El Carbonífero (Westphaliense):

Localizados al NO y O del macizo de la Demanda, sus materiales no se presentan en la provincia de La Rioja.

### El Mesozoico

#### Trías de facies germánica

Secuencia de conglomerados y areniscas rojas y dolomia gris-beige, seguidas de arcillas yesíferas rojas y negras con retazos de ofitas y una mezcla de carniolas y arcillas yesíferas en la parte superior.

#### El jurásico marino

Formado por niveles de calizas y margas en los que se pueden datar el Infraías, el Dogger y el Malm inferior. El horizonte inferior, compuesto de una alternancia de calizas más o menos dolomíticas y carniolas, es caracterizado como Infraías. Los horizontes superiores forman el Jurásico continental.

#### El jurásico continuo o Formación Wealdica

Serie de 5.000 - 6.000 m. de potencia depositada casi en su totalidad durante un intervalo geológico relativamente corto (Oxfordiense-Purbeckiense superior). Los 800-1.1.000 m. superiores, podrían pertenecer aún al Purbeckiense o bien pasar al Cretácico Inferior.

### El Cretácico

Albense-Cenomanense (Facies de Utrillas): arcillas, arenas, areniscas de colores vistosos, con intercalaciones de lignitos. En la parte superior intercalan unos niveles de calizas y margas que dan fauna Cenomanense.

Cenomanense (Sierra de Cantabria): Con calizas, calizas arenosas, micritas arcillosas y arcillas.

Turonense (Sierra de Cantabria): Con calizas, micritas y arcillas.

Coniacense (Sierra de Cantabria): Con calizas y micritas arcilloso-limosas.

Campanense (Sierra de Cantabria): Caliza y micritas arcilloso-limosas en los términos inferiores. Areniscas con lentejones de grava en los superiores.

### El Terciario de la Sierra de Cantabria

#### Paleoceno:

Se identifican calizas (biosparruditas), calizas arrecifales, calizas dolomitizadas, limolitas y limolitas con cemento carbonatado.



Eoceno-Oligoceno:

Se registran conglomerados, areniscas, arenas y margas.

El Terciario del Valle del EbroOligoceno:

- Facies de Areno-Turrucún: Conglomerados, areniscas y arcillas limosas de color rojo ladrillo.

- Facies de Alcanadre: niveles de yeso y otras sales, blancos y grises, alternando con arcillas rojo carmín y rojo ladrillo.

Aquitaniense-Vindoboniense:

- Facies del borde meridional: conglomerados fundamentalmente con intercalaciones de areniscas y arcillas limosas de color rojo ladrillo.

- Facies central: (Nájera-Alfaro): areniscas, limolitas, arcillas y margas rojas con lentejones más o menos discontinuos de yeso.

- Facies del borde septentrional (Haro-Casalarreina): areniscas de cemento carbonatado y margas. Color ocre-amarillento.

Vindoboniense superior:

- Facies de borde: (ampliamente representada en el borde meridional; muy restringida en el borde septentrional). Conglomerados, cantos y bloques amasados en una matriz areniscosa-arcillosa.

- Facies occidental (Altable-Bureba): margas y yesos. Colores gris y amarillentos.

Vindoboniense-Pontiense:

- Facies local y restringida de Baños de Fitero: margas grises y ocre amarillentas.

Pontiense:

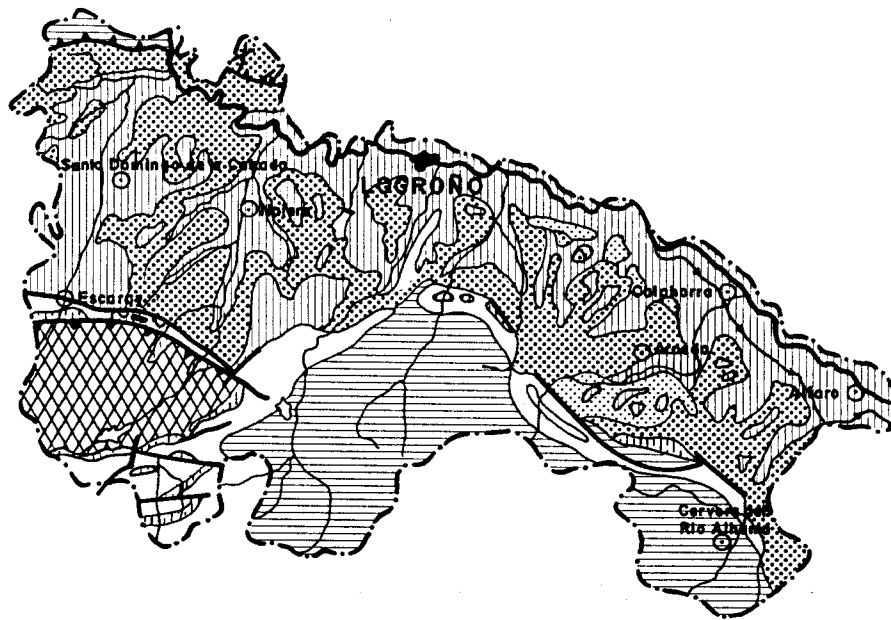
Calizas de facies lacustre. Afloramiento limitado en el Sureste de la provincia.

El CuaternarioCuaternario Antiguo (Villafranquiense):

Margas grises, rojas y amarillentas. Conglomerados en el lecho.

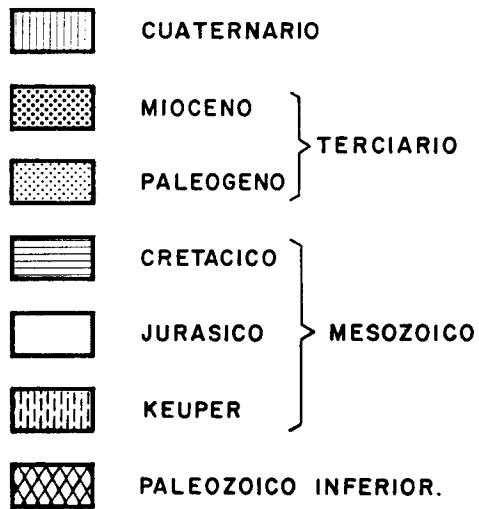
Glacis y Coluviales: Gravas y bloques poligénicos semisuelos.

Terrazas aluviales: Gravas, arenas, limos, etc...



E = 1/1.000.000  
FUENTE : I.T.G.E.

**LEYENDA**



**FIG. 1.- SINTESIS GEOLOGICA.**

### 4.3. Tectónica

Las unidades estructurales que alcanzan una mayor definición según los distintos autores consultados son las siguientes:

- La Sierra de Cantabria
- Las Sierras de la Demanda y de Urbión
- El borde meridional del Valle del Ebro
- Las Sierras de Cameros
- Las estructuras presentes en la Cuenca Terciaria.

#### Borde Sur de La Sierra de Cantabria

Se caracteriza porque la dirección predominante de sus elementos tectónicos se orientan de E a O.

El sistema de pliegues de la Sierra de Cantabria está en conjunto cabalgante hacia el sur, sobre más de 4.000 m. de espesor del Terciario de la Cuenca del Ebro.

Siguiendo el desarrollo de la estratigrafía regional, se interpreta que durante todo el Cretácico el área del actual Valle del Ebro actuó como un umbral sobre el cual no se depositó el Cretácico Inferior y tan solo se hizo en parte el Cretácico Superior.

Parte de estos depósitos cretácicos pudieron ser eliminados por erosión antes de convertirse el área en una Cuenca de sedimentación continental por levantamiento del bloque norte con el Eoceno Superior-Oligoceno.

La alineación de este antiguo umbral de la Cuenca del Ebro puede haber sido la causa principal de la forzada alineación E-O, del cabalgamiento de la Sierra de Cantabria y del gran sinclinal Terciario al N. de ella.

#### Sierras de la Demanda y de Urbión

Considerando las formaciones paleozoicas como un "zócalo" con relación a los terrenos más recientes que constituyen la cobertera, éste aparece recortado, en panales por varios sistemas de fallas de direcciones NE-SO, E-O y NO-SE, tanto con fallas verticales como horizontales, normales o inversas, según los sectores que afecten de modo similar a las formaciones secundarias de la cobertera.

En el interior de cada uno de estos compartimentos, las formaciones paleozóicas muestran pliegues de amplitud y estilo variables que atestiguan una tectónica anterior al Triásico.

Entre las diferentes estructuras es posible distinguir cinco fases tectónicas:

- 1ª Fase de plegamiento correspondiente al establecimiento de los pliegues y la primera esquistosidad.
- 2ª Fase de cizallamiento tangencial, originando un nuevo juego de estructuras, su imbricación y el desarrollo local de una esquistosidad.
- 3ª Fase de plegamiento, pliegues de gran corvatura, produciendo localmente esquistosidad.
- 4ª Fase, correspondiente a una esquistosidad escasamente marcada, con pliegues en ángulo que deforman las estructuras precedentes.
- 5ª Fase, se traduce por el establecimiento de grandes fallas orientadas NE-SO, NO-SE y E-O, que afectan a la vez al zócalo y en cobertera.

Las tres primeras fases, son anteriores al Westfaliense C., la cuarta, cuya edad es discutible, parece posterior al Westfaliense D y anterior al Triásico. La quinta, es mucho más reciente y de edad pirenaica.

Los contactos zócalo-cobertera son frecuentemente de naturaleza tectónica. Las fallas de direcciones NE-SE y E-O, actúan a veces como fallas normales o como fallas inversas, laminando las formaciones de la base del Trías.

La cobertera jurásica, despegada por encima de los niveles arcillo-yesosos del Keuper, aparece plegada según direcciones paralelas a los principales accidentes del zócalo. Estas estructuras plegadas están

a menudo en contacto tectónico con las formaciones Terciarias y a veces pueden incluso cabalgarlas de forma importante.

Es probable que los primeros movimientos sean anteriores al Oligoceno Superior, y la segunda fase, más reciente, es generalmente considerada como Mioceno.

#### Borde Meridional del Valle del Ebro

Dado el importante sistema de fallas, complejos tectónicos, pliegues, cabalgamientos y discordancias que lo afectan para su estudio se subdivide en los siguientes temas estructurales de Oeste a Este.

- \* Zona estructural de Ezcaray-Anguiano que comprende:
  - La alineación tectónica Ezcaray-San Millán de la Cogolla
  - La alineación tectónica San Millán de la Cogolla-Anguiano
  
- \* Zona estructural de Torrecilla de Cameros-Leza del río Leza, que incluye los siguientes complejos y alineaciones:
  - Complejo tectónico de Torrecilla de Cameros con:
    - . La alineación tectónica Muélago-Cerro la Vuelta
    - . La alineación tectónica Cerro la Vuelta-Nestares
    - . Fallas de distension del complejo tectónico
  - La alineación tectónica Nestares-Leza del Río Leza
  - Zona de enlace estructural Leza del Río Leza-Jubera



- \* Zona estructural de Jubera-Fitero, que comprende:
  - El complejo tectónico de Jubera.
  - El complejo tectónico de Arnedillo.
  - La alineación tectónica Arnedillo-Prejano-Muro de Ambas Aguas.
  - El complejo tectónico Muro de Ambas Aguas-Grávalos-Baños de Fitero, en donde se incluyen:
    - . Fallas de distensión del complejo.
    - . La alineación tectónica Muro de Ambas Aguas-Monte Yerga.
    - . La alineación tectónica Monte Yerga-Baños de Fitero.
  - El borde montañoso entre Baños de Fitero y Valdegutur Anticlinal de Valdegutur.

#### Sierra de Cameros

Se discute sobre la influencia mútua del zócalo y la cobertera en el estilo de plegamiento. Se estima que si bien el zócalo ha impuesto su influencia en el transcurso de la historia geológica y en el estilo de plegamiento, la excepcional potencia de los sedimentos Wealdicos pudo regular la intensidad de reacción de la misma cobertera frente a los empujes transmitidos por el zócalo. Por otra parte las bruscas inflexiones de dirección de los pliegues de cobertera pudieron estar en íntima relación con las fallas del zócalo.

Es posible discernir los siguientes dominios estructurales:

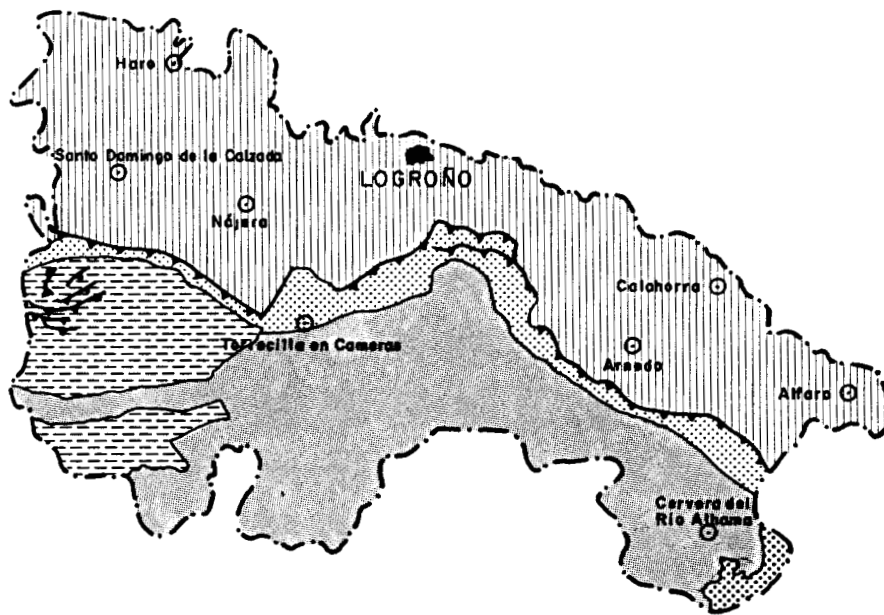
- \* Sistema de Pliegues entre la Sierra de la Laguna y Cervera del Río Alhama, con los subsistemas de Grávalos-Cabretón, Cervera del Río Alhama, Cornago-Peroblasco, Oliván-Terroba, San Román de Cameros-Ribabellosa.
- \* Sistema de Pliegues Oncala-Pradillo-Lumbreras, con los subsistemas de Lumbreras, el Anticlinal Pradillo-Oncala, las fallas de distensión Pradillo- El Rasillo.

#### Estructuras en la Cuenca Terciaria

Las características tectónicas que afectan a los materiales aflorantes de la Cubeta del Ebro, son grandes rasgos monótonas y sencillas, salvo cuando aflora el Oligoceno.

Es posible distinguir las estructuras de:

- El Anticlinal del Alcanadre, con observación de pliegues que afectan a los yesos.
- La estructura domiforme de Arnedo-Turruncún con pliegues interiores y láminas diapíricas en el Monte Gatún.
- Las estructuras no diastróficas.



E = 1/1.000.000  
 FUENTE: I.T.G.E.






-  TERRENOS PALEOZOICOS AFECTADOS POR DEFORMACIONES HERCINIANAS (WESFALIENSE) Y ALPIDICAS (OLIGOCENO).
-  AREA DE COBERTERA APOYADA SOBRE UN ZOCALO HERCINIANO ESTABLE.
-  DEFORMACION AL FINAL DEL OLIGOCENO (ALPIDICAS).
-  DEFORMACION MIOCENICA.
-  TERRENOS POSTECTONICOS.

FIG. 2.- SINTESIS TECTONICA.

## 5. ANALISIS DE LA ACTIVIDAD MINERA

Las explotaciones de rocas industriales en el ámbito de la Comunidad de La Rioja, pueden calificarse de intensas en el área que corresponde al Valle del río Ebro y muy dispersas en el resto de la Comunidad.

En cuanto a número, adquieren un mayor relieve las explotaciones de arcillas que abastecen a la industria cerámica, las extracciones de gravas para áridos en las formaciones terciarias y cuaternarias y las de yeso para la fabricación de productos aglomerantes.

No tan numerosas pero si importantes, son las explotaciones de calizas y las de ofitas, con objetivos de obtener áridos y balasto.

Si observamos los datos de las Estadísticas Mineras de los años 1975-1980-1985, recogidas en los cuadros 5.1., 5.2. y 5.3., respectivamente, pueden comprobarse una regresión en el año 1985, tanto en la apertura de explotaciones como en el número de empleos. Esta tendencia vuelve a variar su signo en los últimos años, dado el incremento de las obras varias y la necesidad de éstas de materiales de préstamo.

INTERVALOS	1-5		6-10		11-25		Total	
SUSTANCIAS	Nº expl-Empleo		Nº expl-Empleo		Nº expl-Empleo		Nº expl-Empleo	
Sal manantial	1	1					1	1
Arcilla	18	44					18	44
Arena y grava	7	25	3	23			10	48
Caliza	2	4			1	17	3	21
Dfita			1	8			1	8
Silice	1	2					1	2
Yeso	3	8	2	13	1	17	6	32
Total	32	84	6	44	2	28	40	156

CUADRO 5.1. - DISTRIBUCION SEGUN LOS INTERVALOS DE EMPLEO DE LAS EXPLOTACIONES MINERAS. AÑO 1975.

	1 A 5		6 A 10		11 a 25		TOTAL	
SUSTANCIAS	EXPL - EMPL		EXPL - EMPL		EXPL - EMPL		EXPL - EMPL	
Salm Manantial	1	1					1	1
Arcilla	24	61	1	6			25	67
Caliza	3	10			1	12	4	22
Dfita					1	11	1	11
Yeso	7	24	1	9			8	33
Otros Productos de Cantera	20	62	1	7			21	69
TOTAL	55	158	3	22	2	23	60	203

CUADRO 5.2. - DISTRIBUCION SEGUN LOS INTERVALOS DE EMPLEO DE LAS EXPLOTACIONES MINERAS. AÑO 1980

SUSTANCIAS	1 A 9		10 A 19		TOTAL	
	EXPL	EMPL	EXPL	EMPL	EXPL	EMPL
Sal Manantial	1	1			1	1
Arcilla	17	33			17	33
Caliza	3	18			3	18
Ofita			1	11	1	11
Yeso	7	21			7	21
Otros productos de Cantera	11	22			11	22
TOTAL	39	95	1	11	40	106

CUADRO 5.3. - DISTRIBUCION SEGUN LOS INTERVALOS DE EMPLEO  
DE LAS EXPLOTACIONES MINERAS. AÑO 1985

### Arcillas

Las extracciones de materiales de naturaleza arcillosa, margo-arcillosa y arcillo-limosa, en general, se encuentran en niveles del Triásico, Jurásico, Cretácico y Terciario.

Las arcillas del Triásico, pertenecientes al Keuper son de colores generalmente rojizos, aunque se presentan también tonos verdes y grises. Suelen estar acompañados en ocasiones de yesos e intrusiones ofíticas.

En los pisos del Jurásico se localizan niveles constituidos por arcillas arenosas, margas y limolitas de colores ocre, verdes y rojos.

En el Cretácico afloran y explotan niveles arcillosos, margos y arcillo-arenosos, tanto en facies predominantemente detríticas como en las deposiciones con sedimentos químicos. En muchos casos se encuentran en el Albense-Cenomanense acompañados de areniscas y calizas.

Los niveles de naturaleza arcillo-margosa, con restos limosos en proporción variable, aparecen en el Terciario y pertenecen al Oligoceno, Mioceno y Plioceno. Suelen presentar restos yesíferos, y algún nivel detrítico.

Las condiciones de explotabilidad son muy variables, al igual que los accesos, y salvo casos determinados, la característica común de este tipo de extracciones es su dependencia de la fabricación de productos cerámicos. (foto nº1)

Las explotaciones se efectúan siempre a cielo abierto y las distancias a las zonas de demanda no exceden casi nunca en distancias superiores a los 5 km. Sus dimensiones pueden considerarse como de medias a grandes.

El arranque del material en los frentes se realiza con palamecánica, siendo también utilizada como vehículo de transporte al silo almacén de la fábrica, dada la proximidad de ésta.

Son zonas productoras: Santo Domingo de la Calzada, Nájera, Navarrete, Lasdero, Logroño, Pradejón, Calahorra, Fuenmayor , Alfaro, etc.

#### Arenas y areniscas

Aparecen estos materiales en casi todas las épocas geológicas datados en la zona constituyendo un conjunto de niveles abundantes y regularmente repartidos en ella.



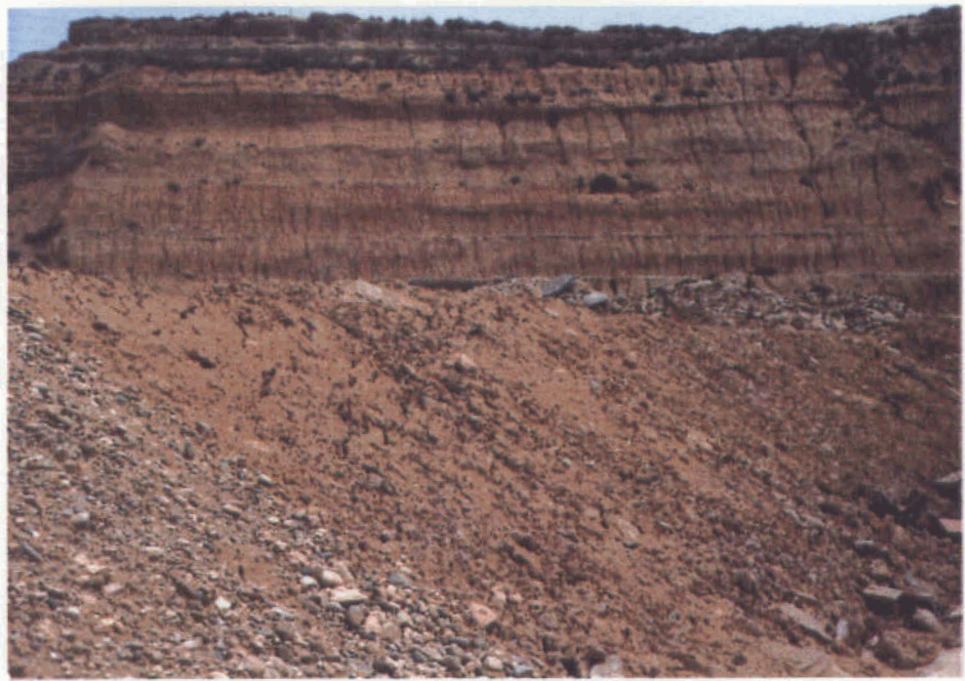


FOTO N° 1.- EXPLOTACION TIPICA DE ARCILLAS



FOTO N° 2.- ZONA EXTRACTIVA DE GRAVAS Y ARIDOS

En el Precámbrico, que aflora al sur de Anguiano aparecen niveles de areniscas finas alternando con esquistos.

En el Cámbrico, aparecen formaciones fundamentalmente detríticas con niveles de areniscas de grano grueso, mal estratificados.

El Triásico se encuentra en facies germánica, y sólo en su tramo inferior, que pertenece al Buntsandstein, aparecen niveles de areniscas.

En el Jurásico que aflora en la zona, aparecen niveles de areniscas y cuarzoarenitas, si bien en la secuencia de tránsito de los depósitos marinos a los continentales, se aprecia la presencia de margas que pasan lateralmente a cuarzoarenitas.

La formación Wealdiza se encuentra ampliamente extendida constituyendo la región de los Cameros. Las cuarzoarenitas y las areniscas de colores variados son las formaciones más representativas.

En el Cretácico Inferior se presentan niveles arenosos-areniscosos en afloramientos situados al sur de Ribaflecha, Arnedillo y Grávalos.

En el Albense-Cenomanense afloran niveles arenosos que con frecuencia delatan la presencia de impregnaciones ferruginosas.

En el terciario, los niveles arenosos-areniscosos, en disposición horizontal, alternan con niveles margo-arcillosos.

Los depósitos de arenas cuaternarias están escasos de las fracciones más gruesas, y sus características geotécnicas están condicionadas a la zona de deposición (foto nº 3).

Los accesos a las zonas extractivas son muy variables y la explotabilidad no presenta problemas.

Son zonas extractivas en la actualidad, las de Calahorra, Rincón de soto, Pradejón, Haro, Logroño, Alfaro, San Asensio, etc.

Las explotaciones se efectúan siempre a cielo abierto, y sus dimensiones son variables aunque con profundidades que en algunos casos, superan los 6 - 8 m.

Las arenas del Cuaternario, son utilizadas preferentemente como áridos, para la elaboración de morteros en la construcción.

El arranque en los frentes de cantera se realiza directamente mediante palas mecánicas. El material arrancado es sometido a un lavado y decantado en unas ocasiones y a un tamizado en otras.



FOTO Nº 3.- EXPLOTACION TIPICA DE ARENAS

## Calizas

Afloramientos calizos se localizan en las cadenas montañosas de los Montes Obarenes, en la Sierra de Cantabria, en parte de las Sierras de la Demanda, Cameros, Bellanera y Cordillera Ibérica. Aparecen afloramientos calizos en el Cámbrico, Triásico, Jurásico, Cretácico y Terciario.

Las calizas Cámbricas, están dolomitizadas, en potentes conjuntos, presentando en ocasiones superficies de meteorización. Se observan afloramientos de ésta caliza-dolomia cámbrica en las entubaciones de la Sierra de la Demanda y en la Cordillera Ibérica, con frentes naturales y accesos no fáciles para vehículos ligeros.

Los niveles calizos triásicos se presentan muy fracturados, con fenómenos extensivos, y niveles de yesos y arcillas de tonos rojizos.

La base del Jurásico la constituyen niveles potentes de caliza, bien estratificados que alternan con dolomías.

El Jurásico superior, está integrado por niveles calizos, bien estratificados, subhorizontales, que alternan con niveles de margas calizas arenosas y arcillas.

Las calizas pertenecientes al Cretácico se presentan en formaciones potentes y bien estratificadas. En la facies Wealdense alternan con areniscas, margas y arcillas.

Tanto las calizas Jurásicas como las cretácicas son explotadas, preferentemente para áridos de la construcción de carreteras.

Las calizas del Eoceno contienen restos arcillo-arenosos y disposición es subhorizontal.

Los principales centros de explotación se encuentran en Leza del Río Leza, Grávalos y Ezcaray.

Las explotaciones son a cielo abierto, en frentes, que en ocasiones superan los 50 m. El arranque es mediante perforación y voladura, y el material volado es transportado mediante palas cargadoras a las tolvas, para su posterior trituración.

### Gravas

Los depósitos cuaternarios están ampliamente representados. Se localizan en ambas márgenes del río Ebro, y de algunos de sus afluentes más cualificados como los ríos Oja, Glera, Tirón, Iregua, Leza, Najerilla y Ega.

Estos depósitos podrían diferenciarse morfológicamente según que la zona extractiva se configure en terrazas antiguas o nuevas, proximas al cauce actual.

Los materiales que lo constituyen están formados por conglomerados de cantos y arenas, normalmente poligénicos, con un ligero predominio de cantos de naturaleza cuarcítica, de heterometría acusada.

En los cursos altos, los aluviones se presentan subangulosos, sueltos, poligénicos y con una heterometría elevada. La fracción fina acusa el lavado y la no existencia de arcillas (foto nº 2).

Se citan como zonas productoras: Los alrededores de Logroño, Haro, Calahorra, Santo Domingo de la Calzada, etc.

Las explotaciones son a cielo abierto, efectuándose el arranque por medio de palas mecánicas. El todo uno es transportado por los mismos vehículos en unos casos, y en otros, con dumpers, hasta la planta clasificadora, donde llegan a obtenerse en las explotaciones de mayor producción hasta cinco fragmentaciones granulométricas.

### Ofitas

Estos materiales aparecen asociados al Keuper. Forman cerros que destacan del conjunto de materiales plásticos margoarcillosos-evaporíticos, por su mayor resistencia a la compresión.

Los afloramientos de Ofitas se encuentran ubicados en la localidad de San Felices, donde actualmente son objeto de extracción.

Las explotaciones son a cielo abierto, y dependiendo de las características geomecánicas de la roca del frente, no necesariamente el arranque se realiza mediante perforación y voladura. Existen algunos frentes en que el arranque es realizado con medios mecánicos convencionales, aprovechando la alta densidad de fracturación y la inducción al descalce de bloques.

El material se transporta por medio de camiones a la planta de trituración, ubicada al pie de la cantera. Mediante un plano inclinado es transportado el material hasta las tolvas de la estación de ferrocarril, la demanda restante se transporta por carretera a las plantas de aglomerado.

La producción global de las distintas fracciones granulométricas que se obtienen, está aumentando en los últimos años, de acuerdo con la demanda de este producto (foto nº 4).

#### Yeso

Dentro de la Comunidad de La Rioja, aparecen yesos en el Trías, Oligoceno y Mioceno (foto nº 5).





FOTO N° 4.- ALMACENAMIENTOS DE OFITAS Y ESTRUCTURAS RESIDUALES EN LA LOCALIDAD DE SAN FELICES.

Los yesos triásicos, normalmente, se presentan en formaciones Diapiricas en paquetes que confieren un caracter de discontinuidad a los anticlinales, en zonas de despegue y/o en fallas.

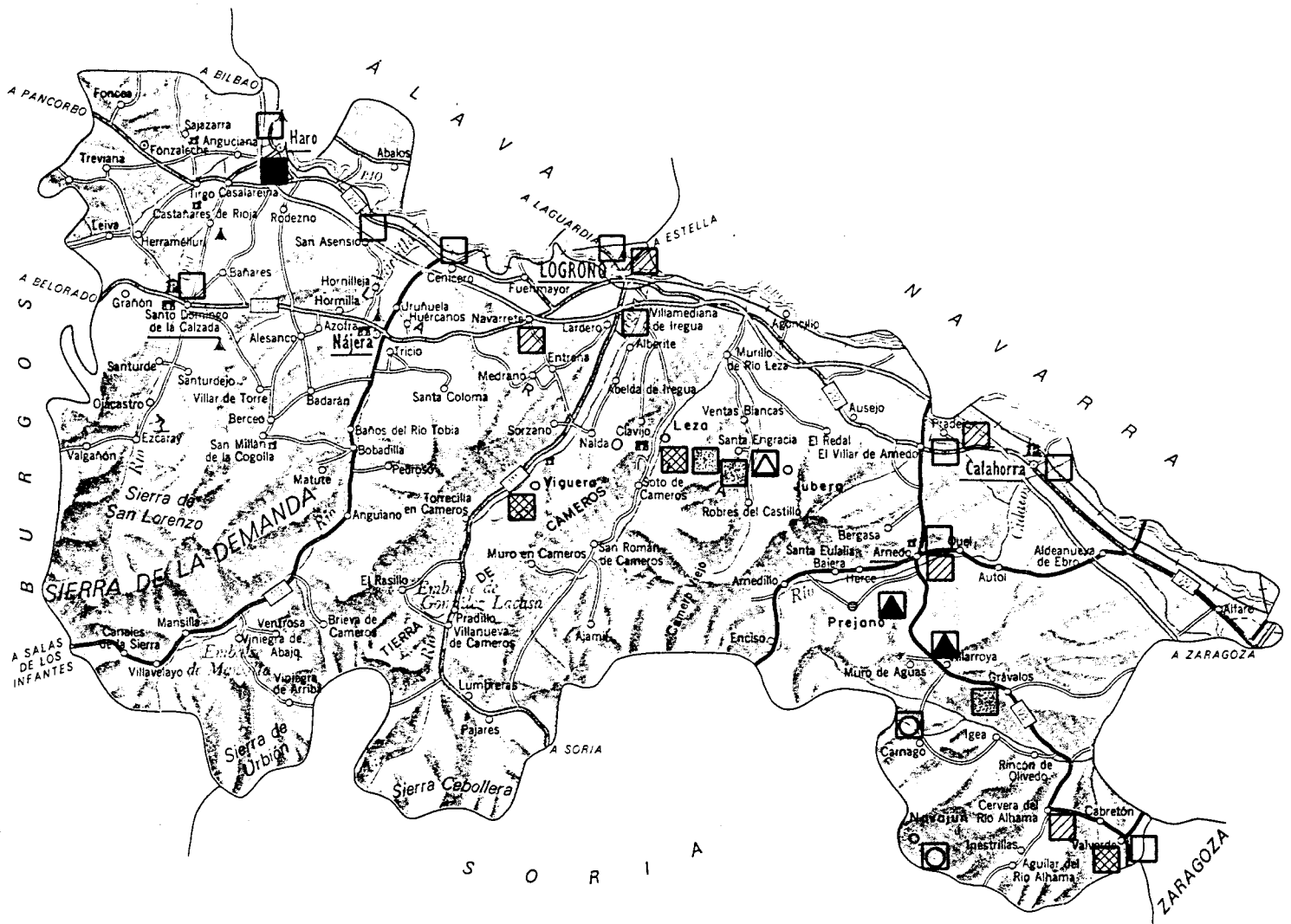
Los afloramientos yesíferos de mayor interes aparecen en el Keuper, localizandose geográficamente en la mitad meridional de la provincia.

Las explotaciones de una mayor notariidad, se llevan a cabo en las localidades de Viquera, Ribaflecha, Leza del Río Leza y Valverde. Estos yesos aparecen formando parte de un conjunto margoarcilloso, de tonos rojizos, que en casos específicos y determinados alcanzan potencias superiores a los 5 m.

Las explotaciones se realizan a cielo abierto en canteras de dimensiones pequeñas, con frentes irregulares, de alturas variables entre 3 y 15 m. El todo uno extraido es utilizado en la fabricación de yeso y en la obtención de escayolas.

#### Minerales metálicos.

Por su importancia en los años: 1940 a 1960 (aprox.), dentro de los minerales de la paragénesis del plomo-zinc, se encuentran las minas de Jubera, hoy día inactivas.



LEYENDA.-

- |                        |  |
|------------------------|--|
| □ OC (Otros productos) | ▨ CA (Caliza)                                    |
| ■ OF (Ofitas)          | ▴ P <sub>B</sub> - Z <sub>N</sub> (Plomo - Zinc) |
| ▨ AC (Arcilla)         | ▲ LG (Lignito)                                   |
| ▩ YE (Yeso)            | ⊙ Pi (Piritas)                                   |

FIG .3.- DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LOS PRINCIPALES RECURSOS MINEROS

Escala 1/600.000

En las zonas extractivas de piritas, si bien con un caracter intermitente, se encuentran: Navajun, Carnago y Muro de Aguas, todos ellos con producciones muy escasas, que son dedicadas casi en su totalidad a la ornamentación y decoración.

#### Minerales energéticos.

A título testimonial, se citan las explotaciones de lignito de las localidades de Prejano y Villarroya, en otro tiempo importantes en dichas zonas. Las distintas escombreras y regueros que hoy día persisten, dan idea del notable auge que tuvo la explotación del lignito por entonces.



FOTO Nº 5.- ESCOMBRERAS PROCEDENTES DE LA EXPLOTACION  
DE LOS YESOS

## 6. ESTRUCTURAS RESIDUALES MINERAS

### 6.1. Zonificación minera

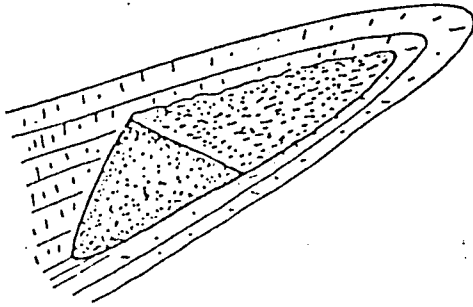
La situación geográfica de las principales materias y sustancias mineras extraídas en la provincia de La Rioja, se recogen en el plano de la fig. nº 3.

### 6.2. Características Generales

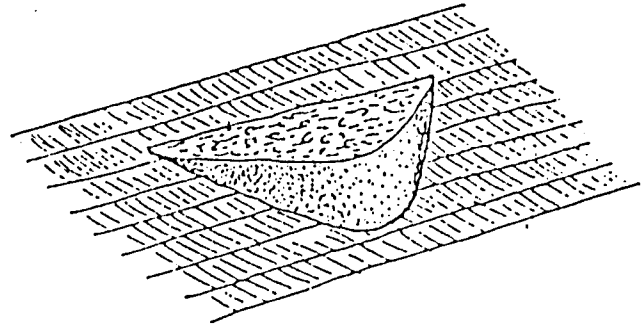
Las escombreras vistas corresponden a los tipos comunes representados en la fig. 6.1.1. aunque en ocasiones los emplazamientos no resultan tan claros, correspondiéndose su forma exterior con los sistemas de vertido utilizados.

Así, pueden existir estructuras que ocupen una vaguada o parte de una ladera, sin llegar a colmatarlos totalmente, o bien, que estén entre una ladera y un terraplén, etc.

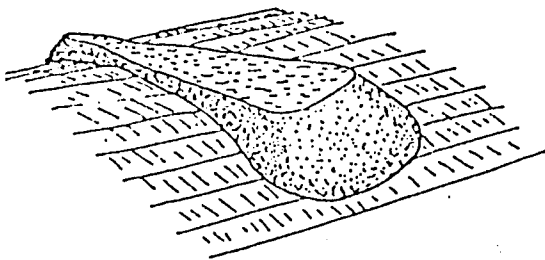
Con los datos recogidos se ha efectuado un análisis estadístico de los aspectos más específicos, lo cual permite apuntar en términos generales, una serie de conclusiones sobre el conjunto de escombreras a nivel provincial.



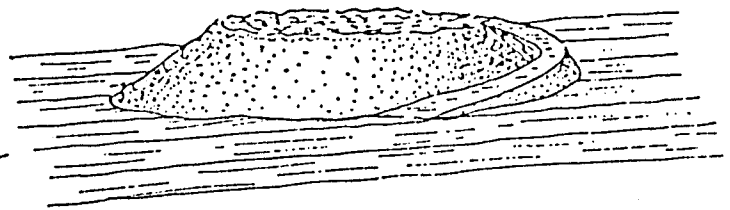
a) DE VAGUADA



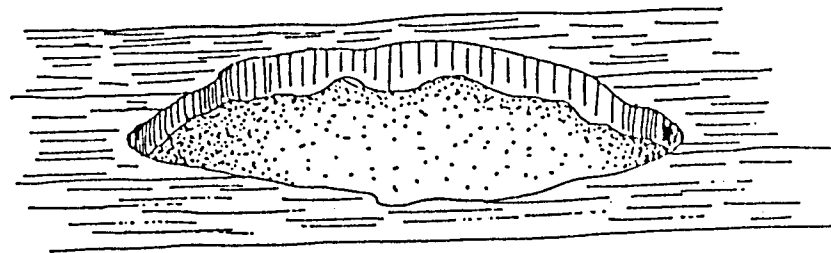
b) DE LADERA



d) DE DIVISORIA



e) LLANO



f) RELLENO DE CORTA

FIG.6.1.1.- TIPOS DE ESCOMBRERAS

Fuente: Manual para el diseño y construcción de escombreras y presas de residuos mineros.

## 6.2.1. Tipos de minería

MINERIA	ESCOBRERAS		BALSAS		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
VE	1	1,6			1	1,6
OC	18	28,6			18	28,6
OF	10	15,9			10	15,9
AC	14	22,2	1	1,6	15	23,8
YE	4	6,3			4	6,3
PB	1	1,6			1	1,6
LG	8	12,7			8	12,7
CA	3	4,8			3	4,8
PI	3	4,8			3	4,8
TOTAL	62	98,4	1	1,6	63	100

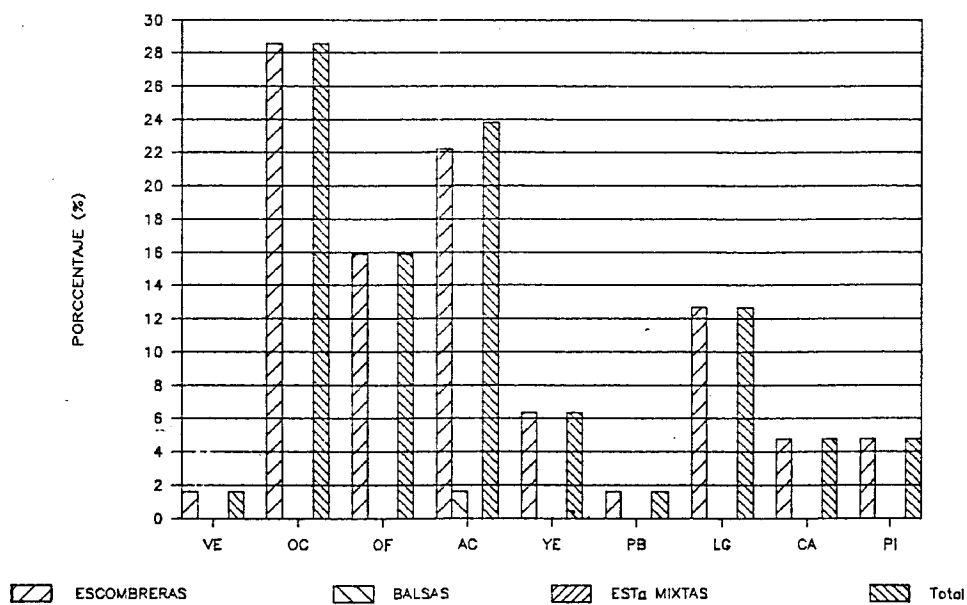


FIG. 6.2.1. - TIPOS DE SUSTANCIA

Las figuras 6.2.1.A y B, recogen el gráfico de frecuencias obtenido respecto al tipo de sustancias.

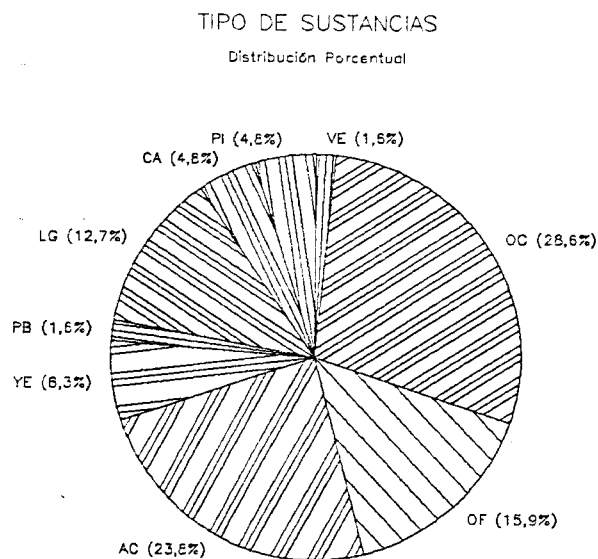


FIG. 6.2.1.A. - TIPO DE SUSTANCIA

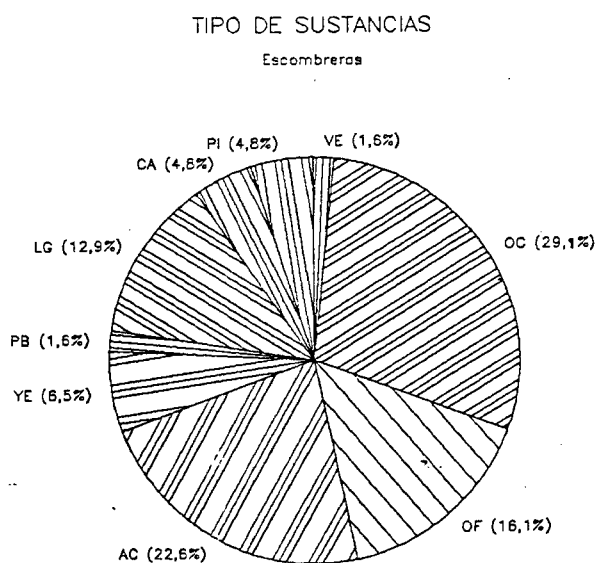


FIG. 6.2.1.B. - TIPOS DE SUSTANCIAS EN ESCOMBRERAS



## 6.2.2. - Tipos de estructuras

<u>ESTRUCTURAS</u>	<u>Nº</u>	<u>PORCENTAJE (%)</u>
Escombreras	62	98,4
Balsas	1	1,6
Mixtas		
TOTAL	63	100

Las figuras 6.2.2.A y B., recogen el gráfico de frecuencias obtenido respecto al tipo de estructuras.

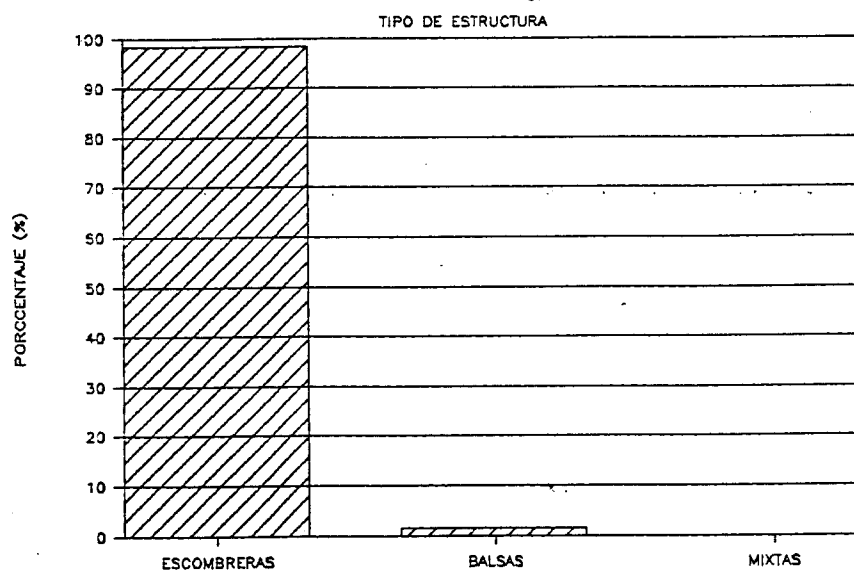


FIG. 6.2.2.A. - TIPOS DE ESTRUCTURAS

Solamente se ha reflejado una estructura tipo balsa cuyo origen es un proceso industrial, indirectamente relacionado con una actividad minera.

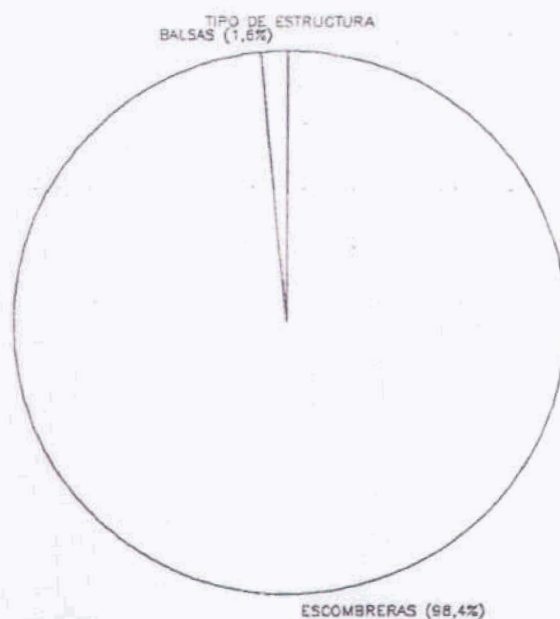


FIG. 6.2.2.B. - TIPOS DE ESTRUCTURA



FOTO Nº 6 - Balsa de proceso industrial ubicada en una depresión del terreno

## 6.2.3. Estado de las estructuras.

<u>ESTADO</u>	<u>ESCOBRERAS</u>		<u>BALSAS</u>		<u>TOTAL</u>	
	<u>Nº</u>	<u>%</u>	<u>Nº</u>	<u>%</u>	<u>Nº</u>	<u>%</u>
Activas	41	65,1	1	1,6	42	66,7
Paradas	6	9,5			6	9,5
Abandonadas	15	23,8			15	23,8
TOTAL	62	98,4	1	1,6	63	100

Las figuras 6.2.3.A. y B., recogen el gráfico de frecuencias obtenido para este parámetro, en donde el estado de actividad supone el 66,7%.

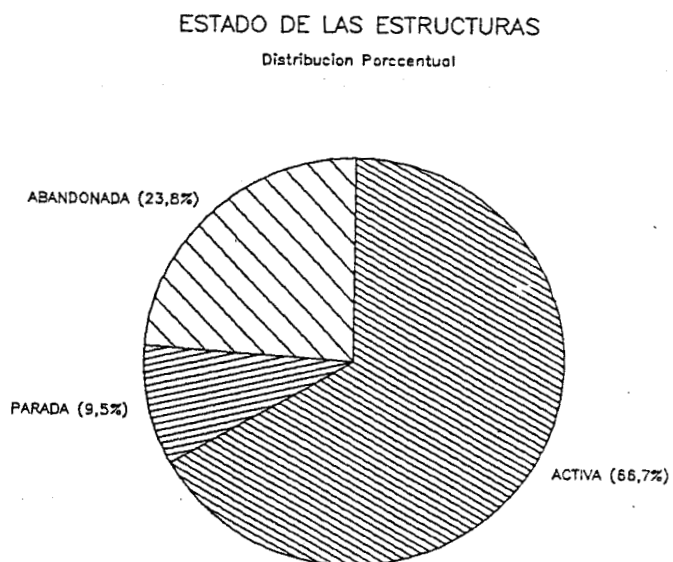
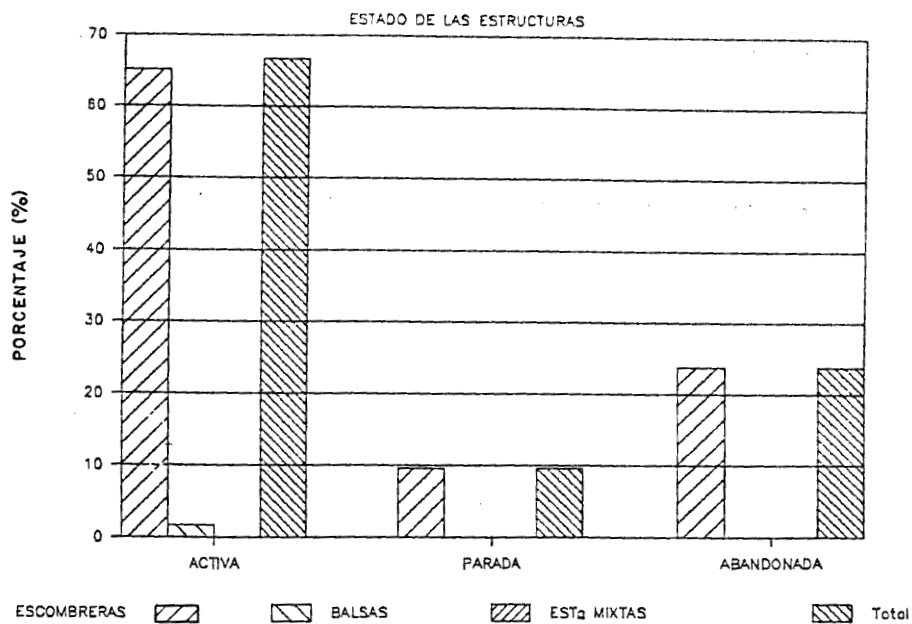


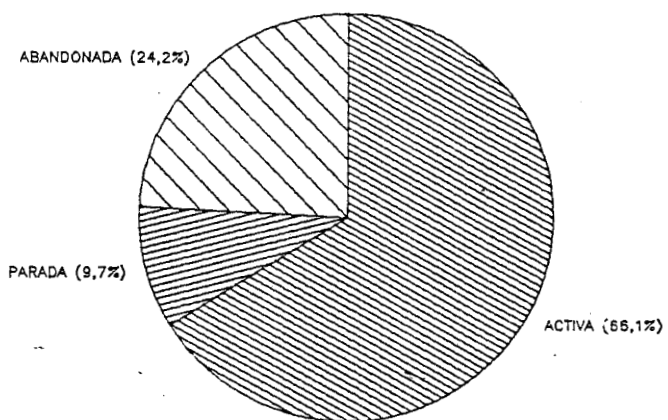
FIG. 6.2.3.A. - ESTADO DE LAS ESTRUCTURAS



**FIG. 6.2.3.B. - ESTADO DE LAS ESTRUCTURAS SEGUN SU TIPO**

La figura 6.2.3.C., refleja solamente el estado de las estructuras tipo escombreras.

ESTADO DE LAS ESCOMBRERAS



**FIG. 6.2.3.C. - ESTADO DE LAS ESCOMBRERAS**

## 6.2.4. Tipos de terreno

TIPOS DE TERRENO	ESCOBRERAS		BALSAS		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Baldío (B)	5	7,9	1	1,6	6	9,5
Agrícola (A)	15	23,8			15	23,8
Monte Bajo (M)	42	66,7			42	66,7
Forestal (F)						
TOTAL	62	98,4	1	1,6	63	100

La variedad predominante es la implantación en terreno tipo monte bajo (66,7%)

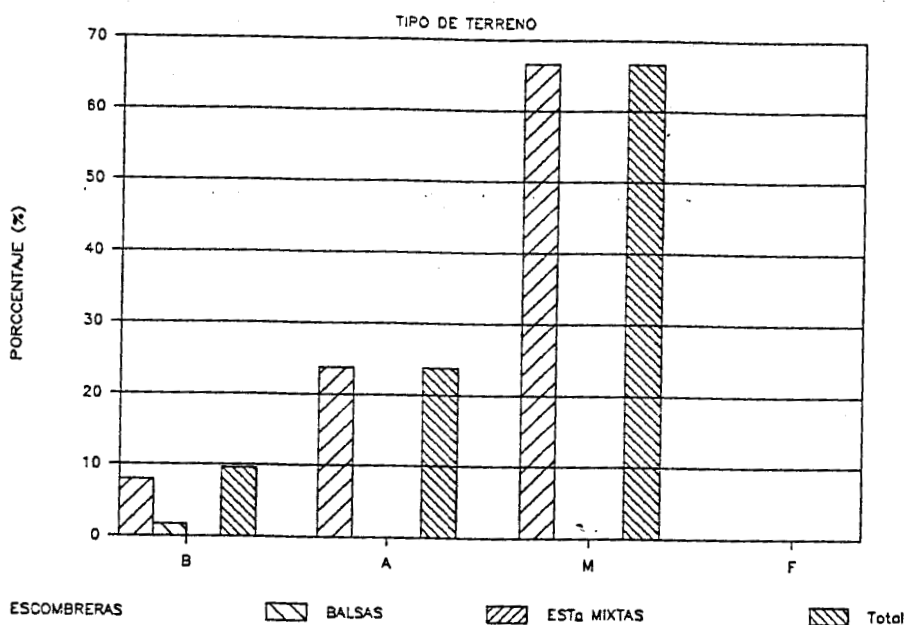


FIG. 6.2.4.A. - TIPOS DE TERRENO SEGUN  
TIPOLOGIAS DE ESTRUCTURA

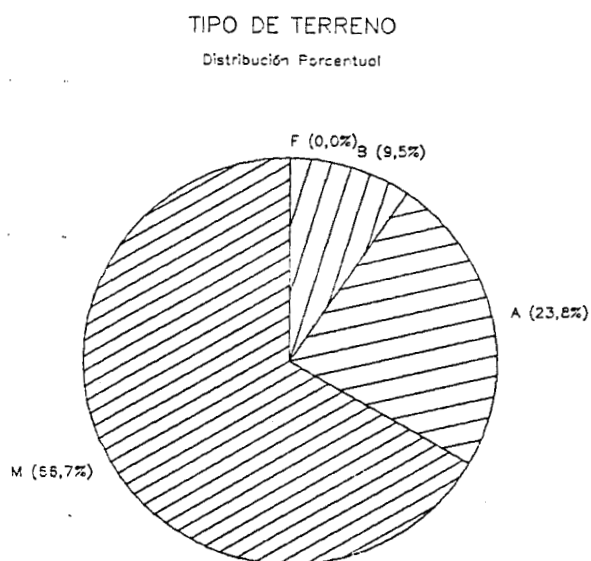


FIG. 6.2.4.B. - TIPOS DE TERRENO

La figura 6.2.4.C., refleja los tipos de terreno en las escombreras.

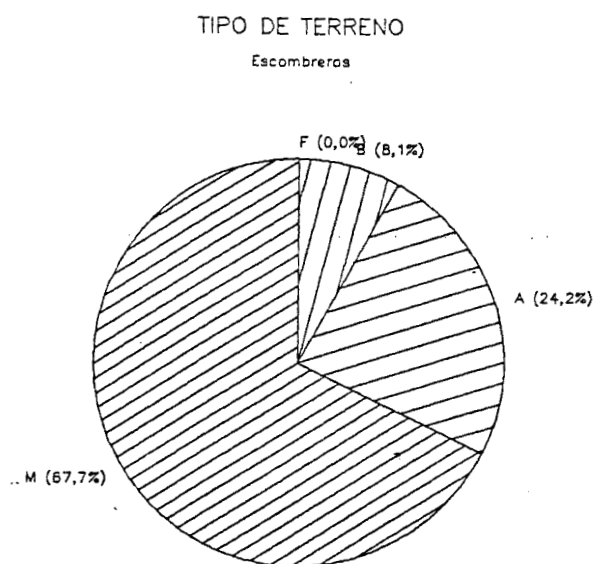


FIG. 6.2.4.C. - TIPOS DE TERRENO EN ESCOMBRERAS

## 6.2.5. Tipología del emplazamiento

TIPOS	ESCOBRERA		BALSAS		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Llano (P)	23	23,5	1	1,6	24	38,1
Ladera (L)	25	39,7			25	39,7
Vaguada (V)	3	4,8			3	4,8
Llano-Ladera (P-L)	6	9,5			6	9,5
Llano-Vaguada (P-V)	1	1,6			1	1,6
Ladera-Vaguada (L-V)	4	6,3			4	6,3
TOTAL	62	98,4	1	1,6	63	100

Las variedades predominantes son las implantadas en ladera (39,7%) y en terreno llano (38,1%).

Las figuras 6.2.5.A. y B., resumen la distribución porcentual obtenida.

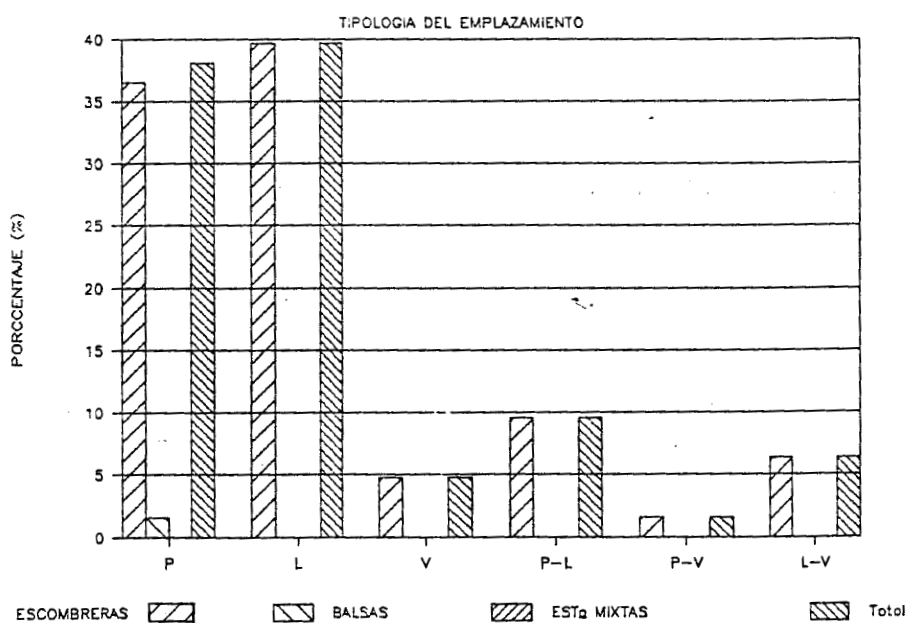


FIG. 6.2.5.A. - TIPOLOGIA DEL EMPLAZAMIENTO SEGUN EL TIPO DE ESTRUCTURA

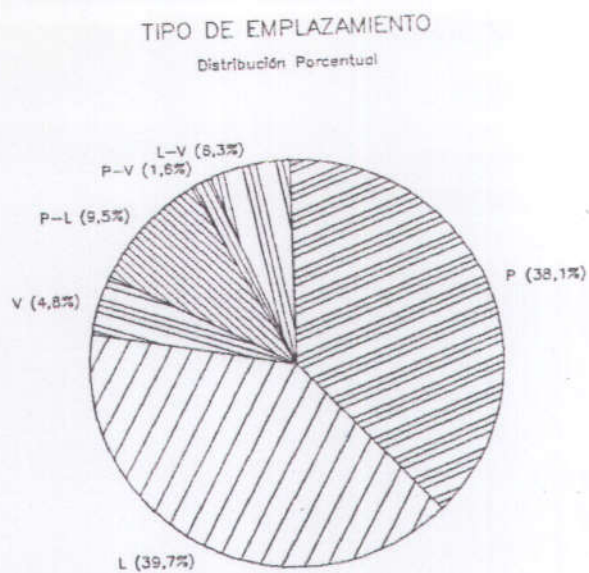


FIG. 6.2.5.B. - TIPOLOGIA DEL EMPLAZAMIENTO



FOTO Nº 7 - EMPLAZAMIENTO EN FONDO DE VAGUADA



La figura 6.2.5.C., recoge los tipos de emplazamiento solo de las escombreras.

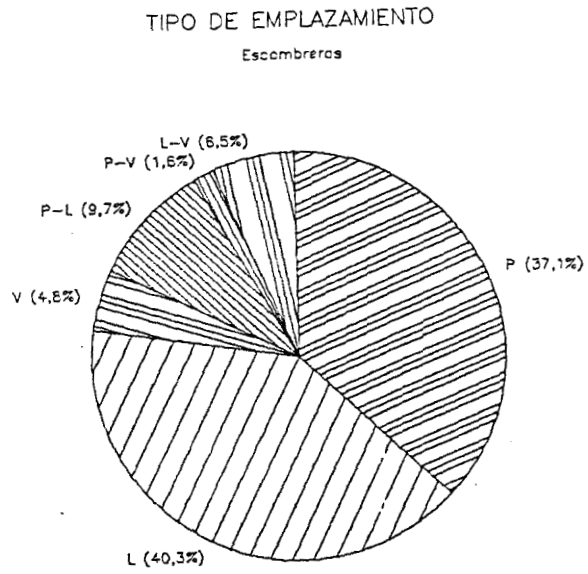


FIG. 6.2.5.C. - TIPOS DE EMPLAZAMIENTO EN ESCOMBRERAS

### 6.2.6. Sistemas de vertido

<u>SISTEMAS DE VERTIDO</u>	<u>ESCOBRERAS</u>		<u>BALSAS</u>		<u>TOTAL</u>	
	<u>Nº</u>	<u>%</u>	<u>Nº</u>	<u>%</u>	<u>Nº</u>	<u>%</u>
V	42	66,7			42	66,7
P - V	7	11,1			7	11,1
W - V	4	6,3			4	6,3
M - V	7	11,1			7	11,1
M	1	1,6			1	1,6
C	1	1,6			1	1,6
T			1	1,6	1	1,6
<b>TOTAL</b>	<b>62</b>	<b>98,4</b>	<b>1</b>	<b>1,6</b>	<b>63</b>	<b>100</b>

Las figuras 6.2.6.A. y B., recogen los gráficos de frecuencias para los distintos medios utilizados.

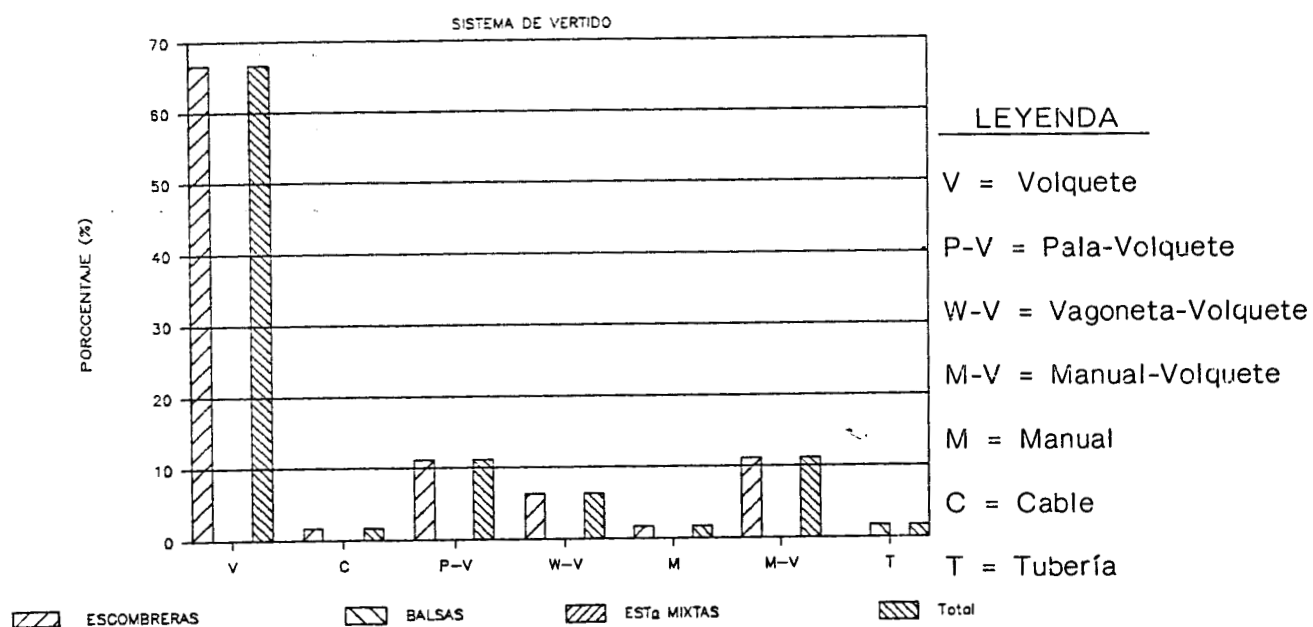


FIG. 6.2.6.A. - SISTEMAS DE TRANSPORTE - VERTIDO

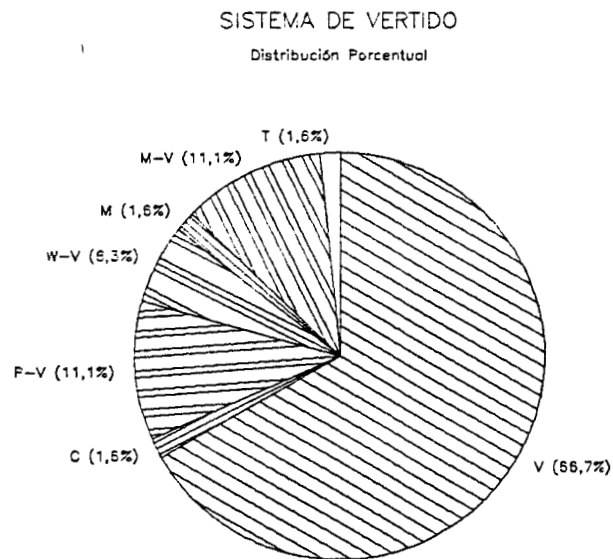


FIG. 6.2.6.B. - TIPOS DE SISTEMAS DE VERTIDO

El sistema de transporte-vertido más utilizado es el de voquete (66,7%).

La figura 6.2.6.C., refleja solamente los sistemas de vertido empleados en escombreras.

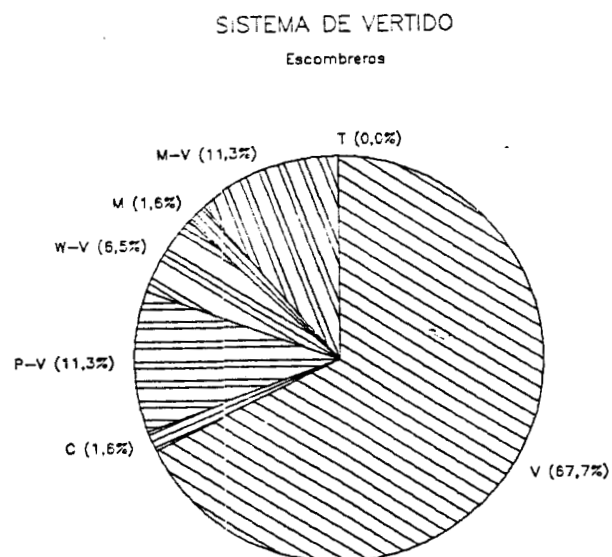


FIG. 6.2.6.C. - SISTEMAS DE VERTIDO EN ESCOMBRERAS

## 6.2.7. Alturas de las escombreras

ALTURA (m)	ESCOBRERA		BALSA		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
< 10 m.	41	65	1	1,6	42	66,6
10 - 20 m.	15	23,8			15	23,8
20 - 30 m.	3	4,8			3	4,8
30 - 40 m.	2	3,2			2	3,2
≥ 50 m.	1	1,6			1	1,6
TOTAL	62	98,4	1	1,6	63	100

La altura de las escombreras, en un porcentaje del 66,6% corresponde a valores inferiores a los 10 m. En tan solo tres casos, se han recogido estructuras que superan los 30 m.

La distribución de alturas se refleja en las figuras 6.2.7.A.

y B.

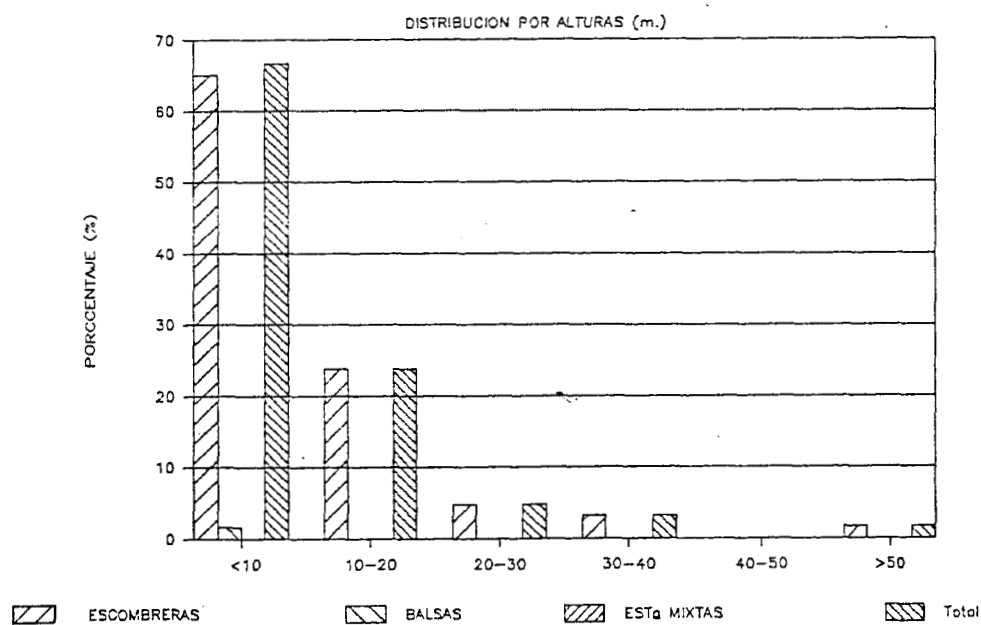


FIG. 6.2.7.A. - ALTURA DE LAS ESTRUCTURAS SEGUN SU TIPOLOGIA

ALTURA DE LAS ESTRUCTURAS

Distribucion Porccentual

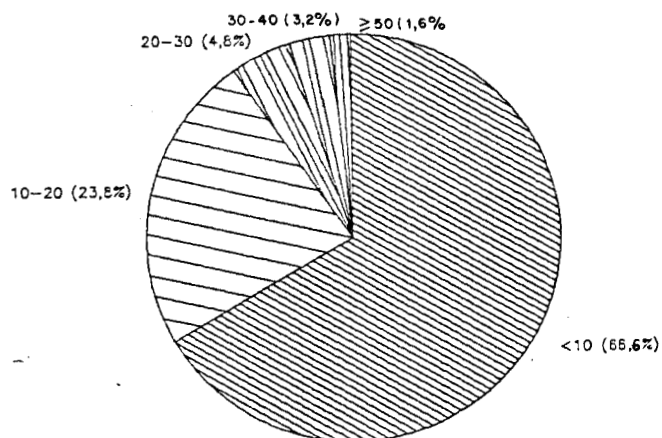


FIG. 6.2.7.B. - ALTURA DE LAS ESTRUCTURAS

La figura 6.2.7.C., refleja las alturas estimadas en las estructuras tipo escombrera.

ALTURA DE LAS ESCOMBRERAS

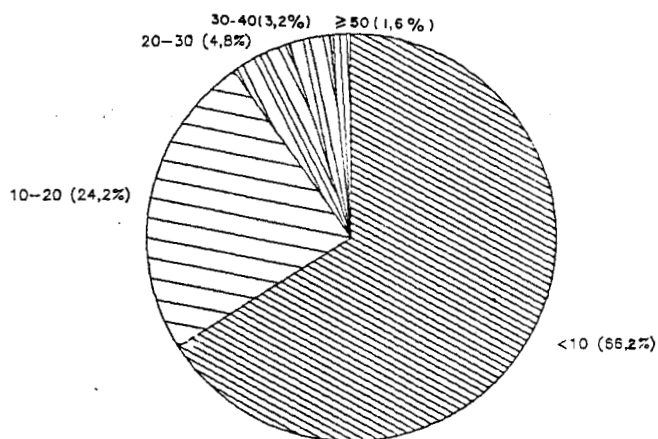


FIG. 6.2.7. - ALTURA EN LAS ESCOMBRERAS

### 6.2.8. Volumen

100.

VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	ESCOBRERAS		BALSAS		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
10 <sup>2</sup> - 10 <sup>3</sup>	5	7,9			5	7,9
10 <sup>3</sup> - 10 <sup>4</sup>	29	46,0			29	46,0
10 <sup>4</sup> - 10 <sup>5</sup>	17	27,0	1	1,6	18	28,6
10 <sup>5</sup> - 10 <sup>6</sup>	10	15,9			10	15,9
≥ 10 <sup>6</sup>	1	1,6			1	1,6
TOTAL	62	98,4	1	1,6	63	100

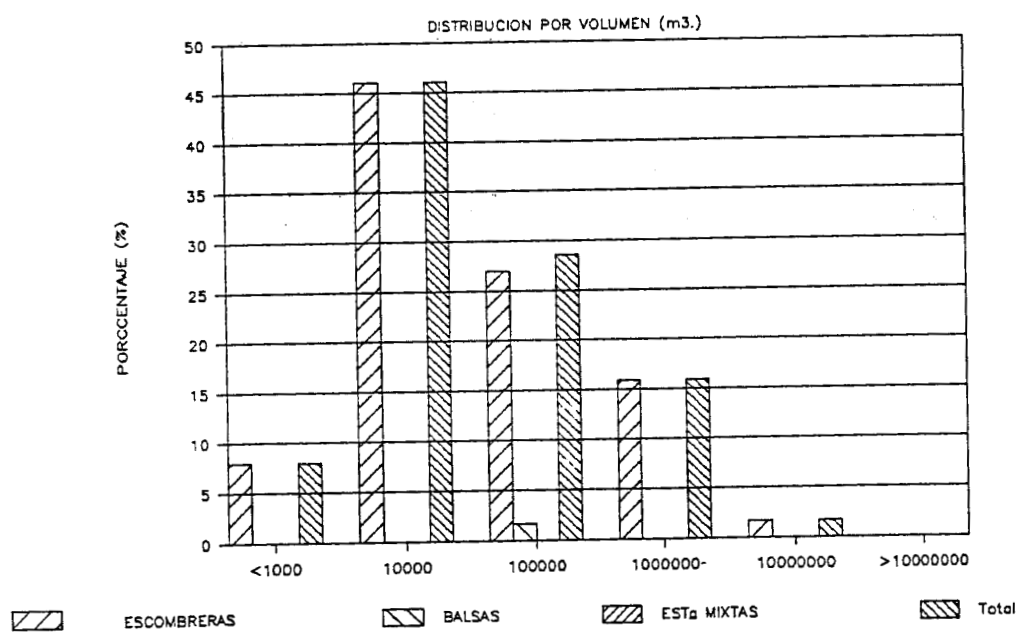


FIG. 6.2.8.A. - VOLUMENES DE LAS ESCOBRERAS SEGUN SU TIPOLOGIA

El mayor porcentaje, en cuanto a volumen se refiere se encuentra en el intervalo 10<sup>3</sup> - 10<sup>4</sup> m<sup>3</sup> con 29 casos (46%).

VOLUMEN DE LAS ESTRUCTURAS

Distribucion Porccentual

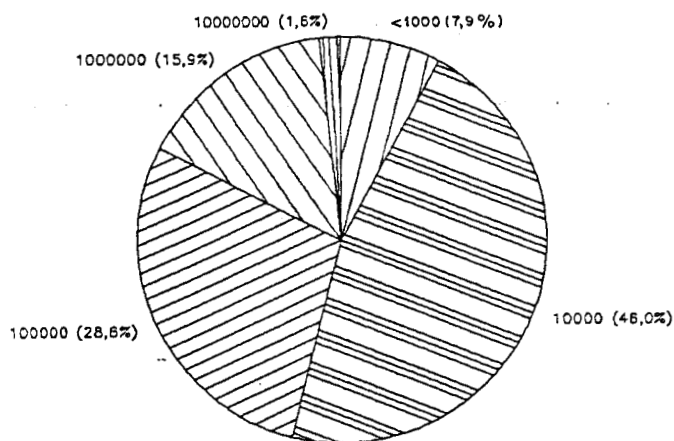


FIG. 6.2.8.B. - VOLUMEN DE LAS ESTRUCTURAS

VOLUMEN DE LAS ESCOMBRERAS

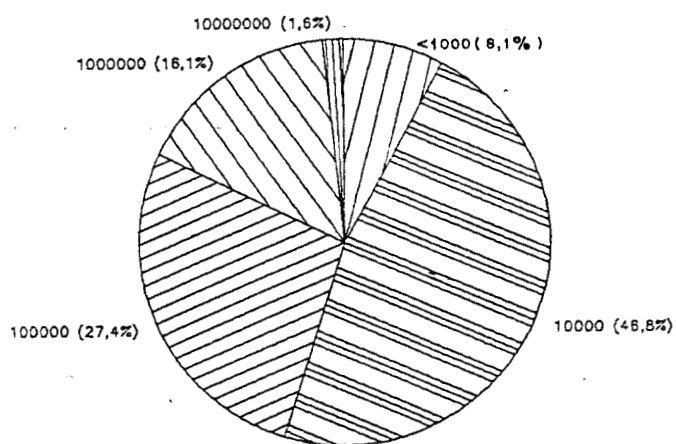


FIG. 6.2.8.C. - VOLUMEN PONDERADO EN ESCOMBRERAS

## 6.2.9. Taludes de los estériles

TALUD	ESCOBRERAS		BALSAS		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
≦ 30º	20	31,7			20	31,7
30 - 32º	13	20,6			13	20,6
32 - 34º	22	35			22	35
34 - 36º	7	11,1			7	11,1
≧ 40º			1	1,6	1	1,6
TOTAL	62	98,4	1	1,6	63	100

La figura 6.2.9.A. recoge la gama de frecuencias correspondiente al muestreo de taludes realizado.

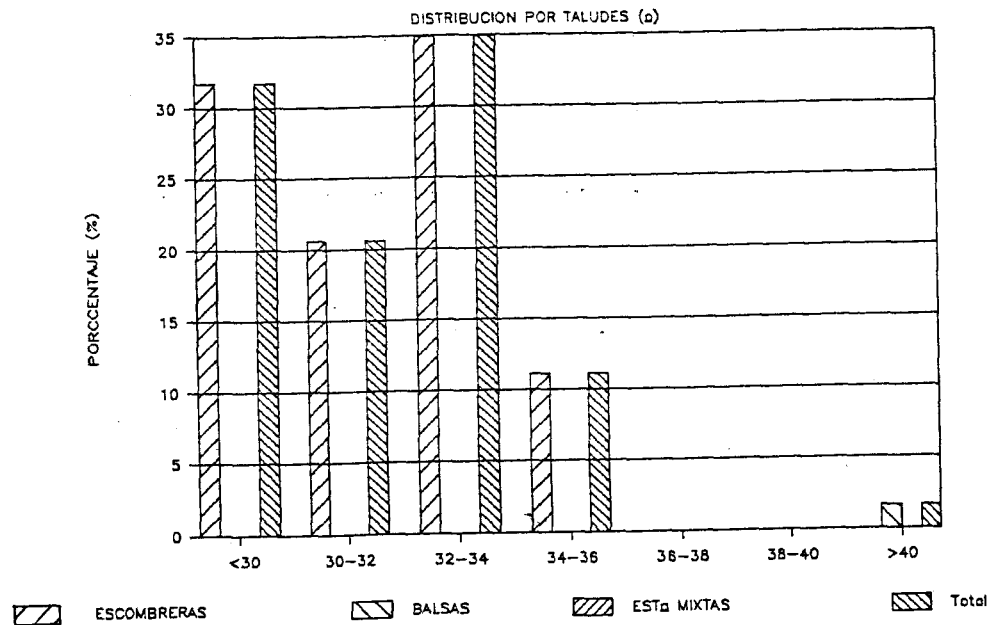


FIG. 6.2.9.A. - DISTRIBUCION POR TALUDES

La figura 6.2.9.B. refleja la gama de taludes que presentan las estructuras tipo escombrera.



## TALUD DE LAS ESCOMBRERAS

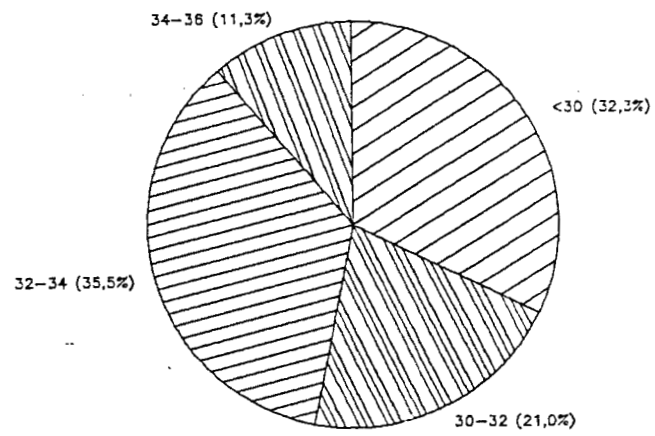


FIG. 6.2.9,B. - GAMA DE TALUDES EN ESCOMBRERA

## 6.2.10. Tamaño de los residuos

TAMAÑO	ESCOBRERAS		BALSAS		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Grande (G)	12	19			12	19
Mediano (M)	3	4,8			3	4,8
Fino (F)	24	38,1	1,	1,6	24	39,7
Heterométrico (H)	23	36,5			23	36,5
TOTAL	62	98,4	1	1,6	63	100

El histograma correspondiente a este parámetro se refleja en la figura 6.2.10.A.

Se observan como tamaño predominantes los calificados como finos (39,7%) y heterométricos (36,5%).

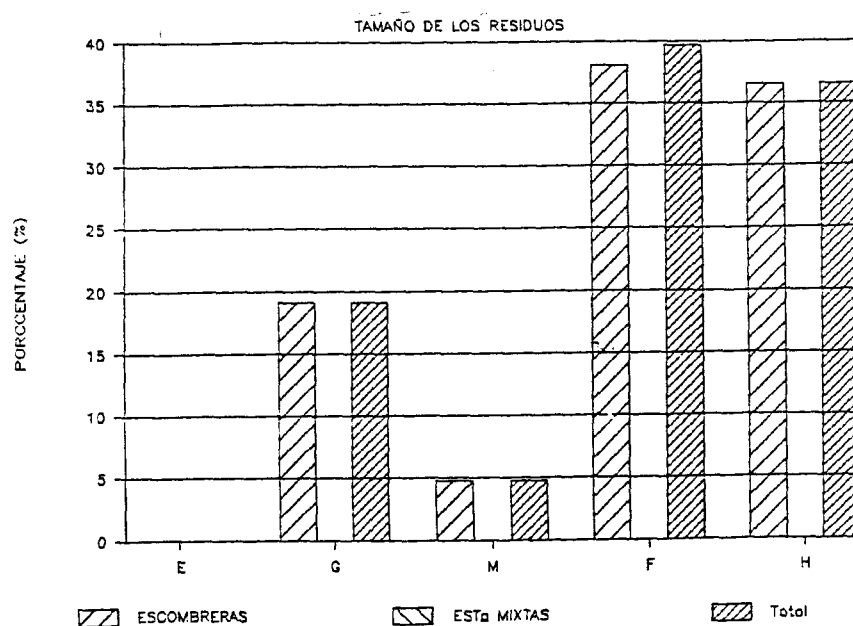


FIG. 6.2.10.A. - TAMAÑO DE LOS RESIDUOS

La figura 6.2.10.B., recoge el gráfico de frecuencias obtenido respecto al tamaño de los estériles en las estructuras tipo escombreras.

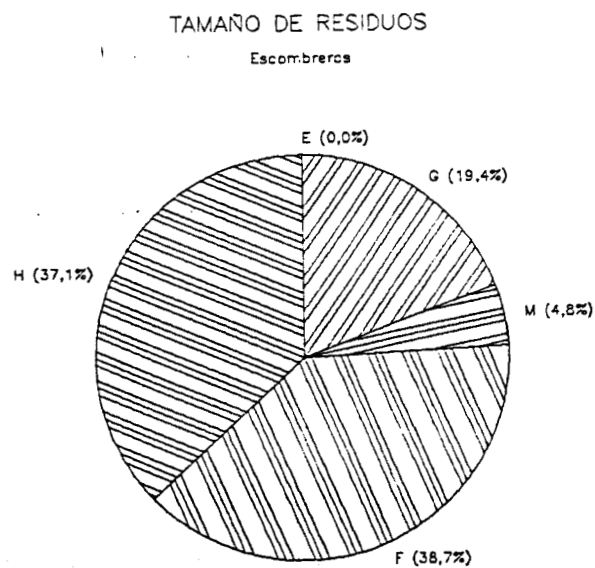


FIG. 6.2.10.B. - TAMAÑO DE ESTERILES EN ESCOMBRERAS

## 7. CONDICIONES DE ESTABILIDAD

Dentro de este apartado se lleva a cabo una breve revisión general de los problemas de estabilidad más frecuentes de las balsas y escombreras, sus posibles causas y los fenómenos con ellas asociados.

Se ha realizado un análisis frecuencial, con los datos recogidos de las fichas de inventario correspondientes a problemas geotécnicos observados, en las distintas estructuras de la provincia, reflejándose a continuación su distribución.

Por sus escasos problemas tanto en el ámbito geotécnico como en el ambiental, existen un número apreciable de escombreras, a las que no se les ha levantado ficha, debido fundamentalmente a los pequeños volúmenes de residuos apilados.

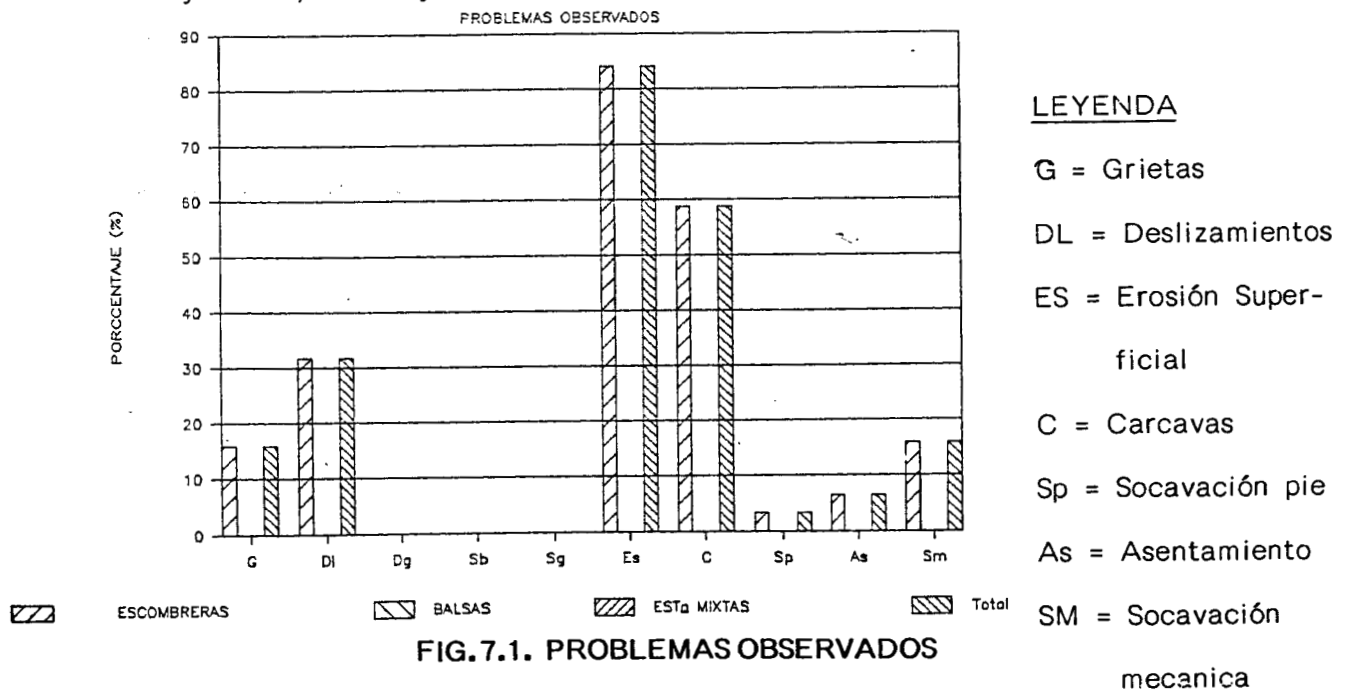
Todas las estructuras se encuentran en un listado recogido en un Anejo mecanográfico que acompaña a este texto y en un soporte informático con sede en el ITGE.

En cuanto a las estructuras con ficha, la distribución porcentual de los problemas observados es la siguiente.

## PROBLEMAS OBSERVADOS

PROBLEMAS	ESCOBRERAS		BALSAS		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Grietas	10	7,4			10	7,4
Desliz. Locales	20	14,7			20	14,7
Erosión superficial	53	38,9			53	38,9
Carcavas	37	27,2			37	27,2
Socavación pie	2	1,5			2	1,5
Asentamiento	4	2,9			4	2,9
Socavación mecánica	10	7,4			10	7,4

Seguidamente para cada tipología del problema observado se han visualizado los gráficos correspondientes al ámbito general de las estructuras con reflejo de la intensidad del problema en algunos casos. Así se han obtenido los gráficos de las figuras nº 7.1., 7.2., 7.3.A. y 7.3.B., 7.4.A. y 7.4.B., 7.5.A. y 7.5.B., 7.6.A. y 7.6.B., 7.7.A. y 7.7.B., 7.8.A. y 7.8.B.



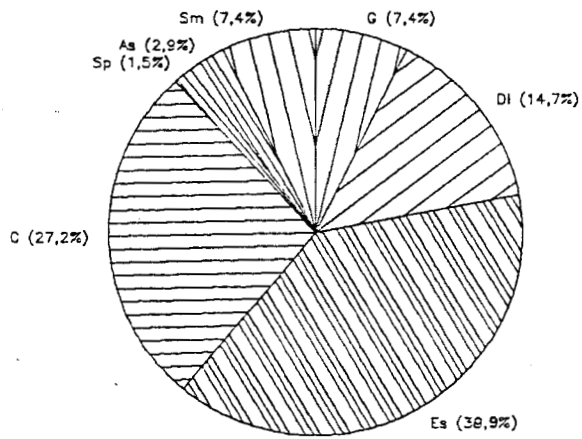


FIG. 7.2. - TIPOS DE PROBLEMAS OBSERVADOS EN ESCOMBRERAS

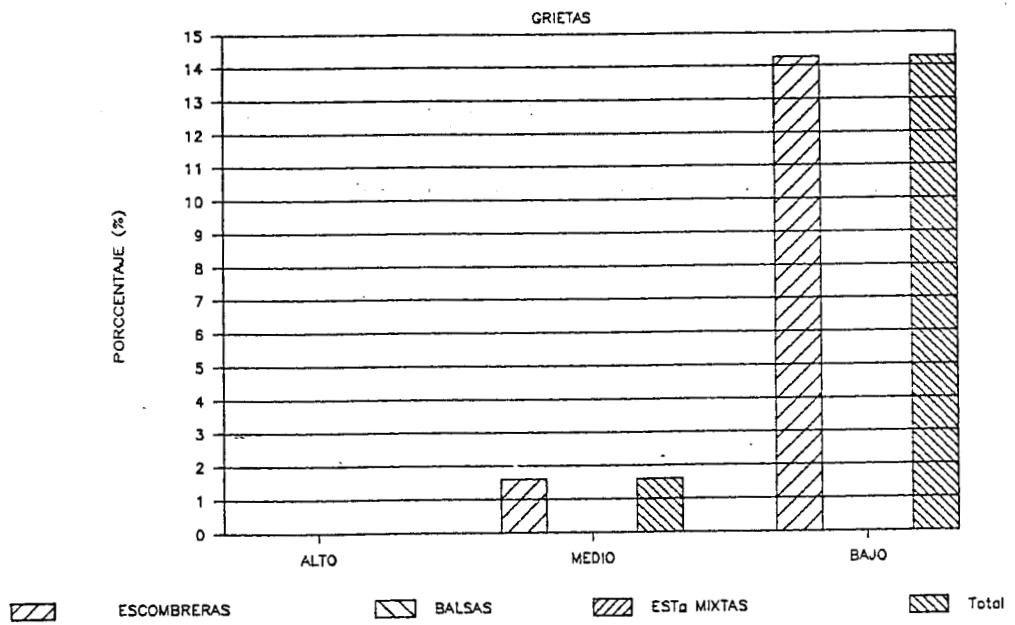


FIG. 7.3.A. - EVALUACION DE LAS GRIETAS SEGUN LOS TIPOS DE ESTRUCTURAS

ESCOMBRERAS CON GRIETAS  
Grado del Problema

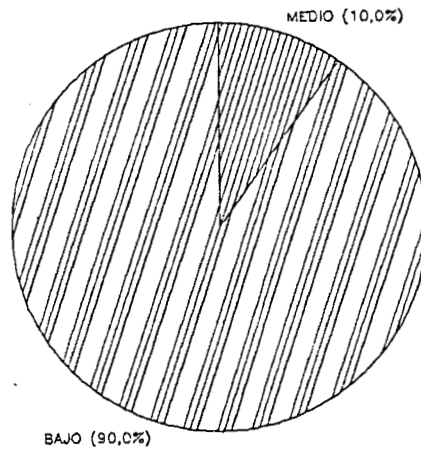


FIG. 7.3.B. - EVALUACION DE LAS GRIETAS  
EN ESCOMBRERAS

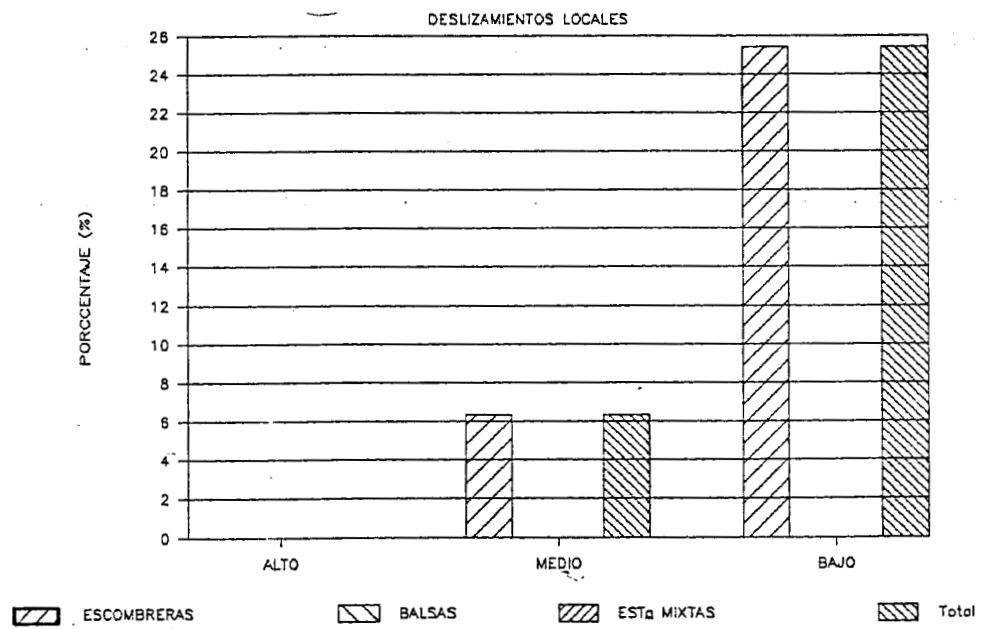


FIG. 7.4.A. - EVALUACION DE LOS DESLIZAMIENTOS LOCALES  
SEGUN LOS TIPOS DE ESTRUCTURA



FOTO Nº 8.- DEFINICION DE GRIETAS EN UNA ESCOMBRERA  
DE ESTERILES DE COBERTERA



FOTO Nº 9.- HETEROGENEIDAD EN LOS VERTIDOS DE MATERIALES



ESCOMBRERAS CON DESLIZAMIENTOS LOCALES

Grado del Problema

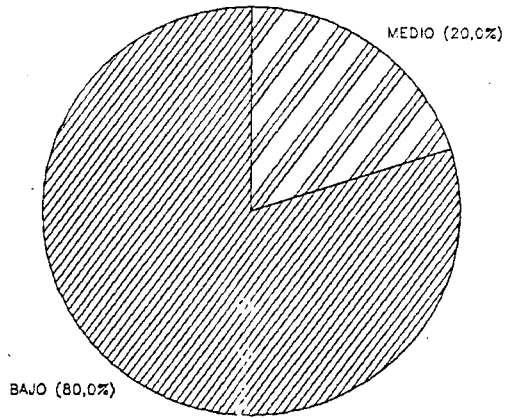


FIG. 7.4.B. - EVALUACION DE LOS DESLIZAMIENTOS LOCALES EN LAS ESCOMBRERAS

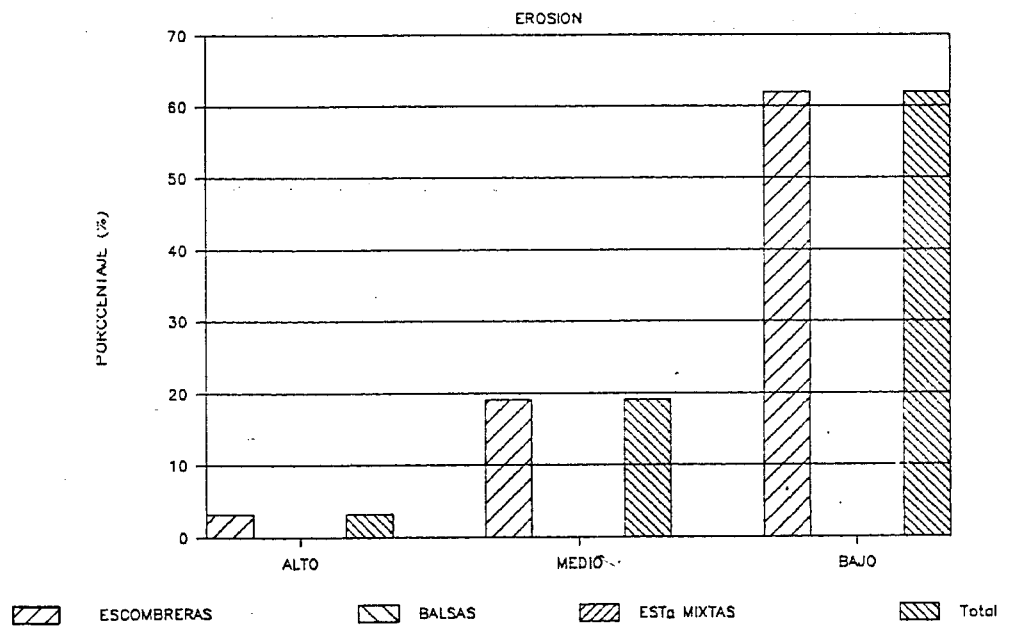


FIG. 7.5.A. - EVALUACION DE LA EROSION SUPERFICIAL SEGUN LOS TIPOS DE ESTRUCTURAS

ESCOBRERAS CON EROSION

Grado del Problema

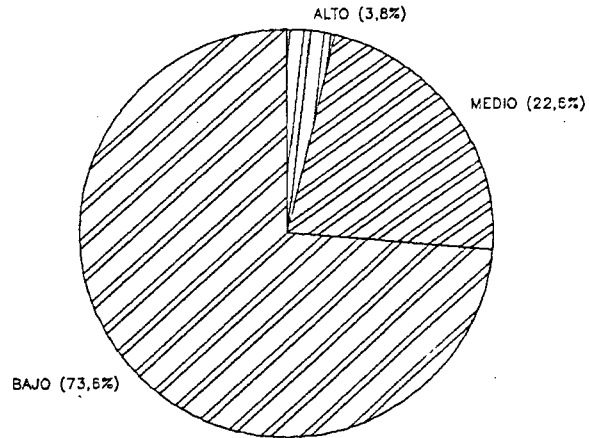


FIG. 7.5.B. - EVALUACION DE LA EROSION SUPERFICIAL EN LAS ESCOBRERAS

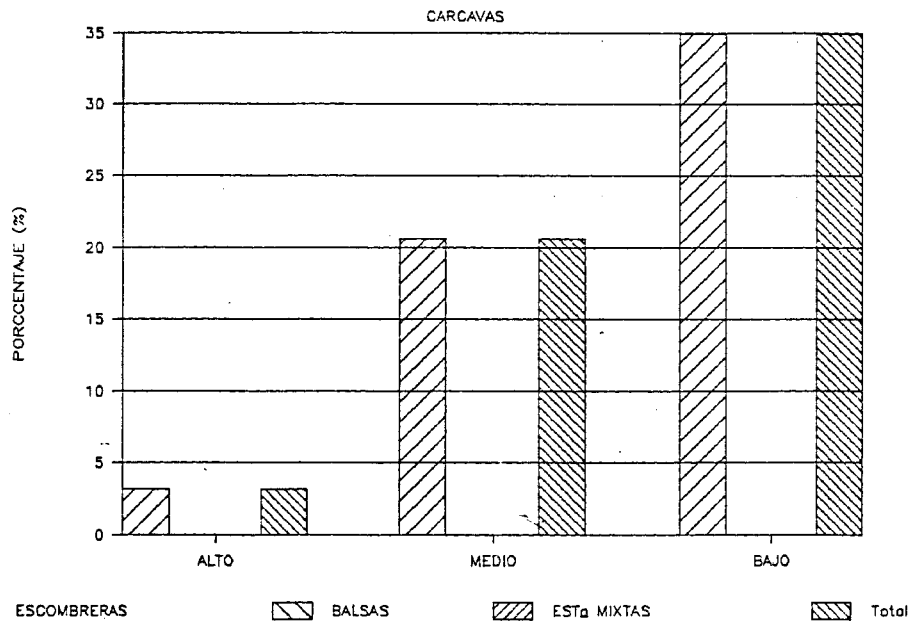
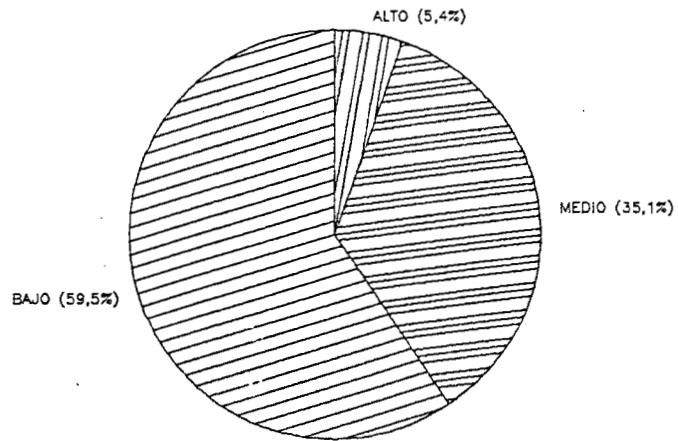


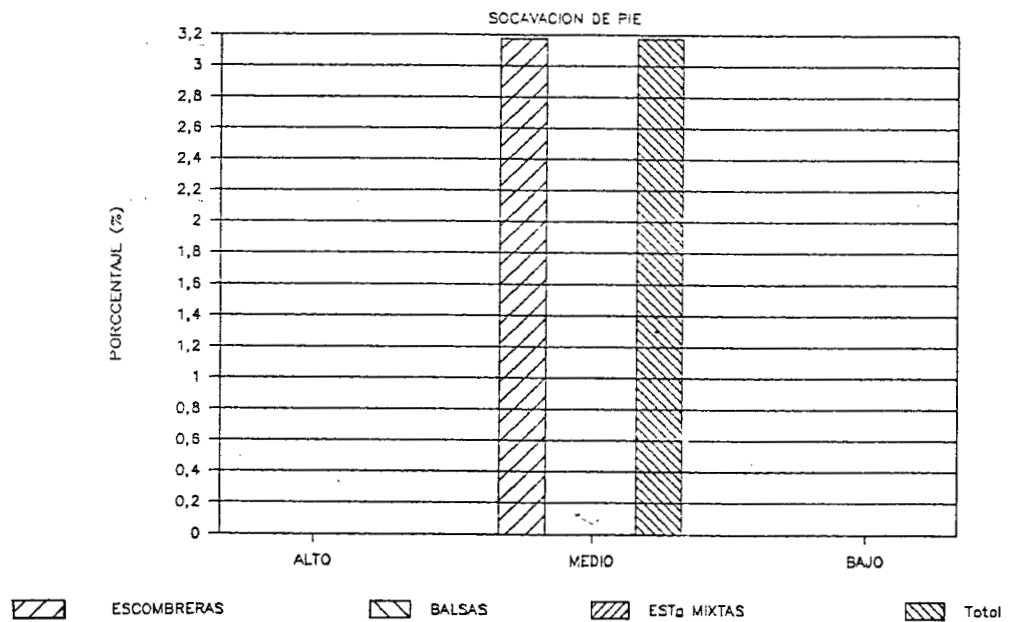
FIG. 7.6.A. - EVALUACION DE LAS CARCAVAS SEGUN EL TIPO DE ESTRUCTURA

### ESCOMBRERAS CON CARCAVAS

Grado del Problema



**FIG. 7.6.B. - EVALUACION DE LAS CARCAVAS EN LAS ESCOMBRERAS**



**FIG. 7.7.A. - EVALUACION DE LA SOCAVACION DE PIE SEGUN EL TIPO DE ESTRUCTURA**

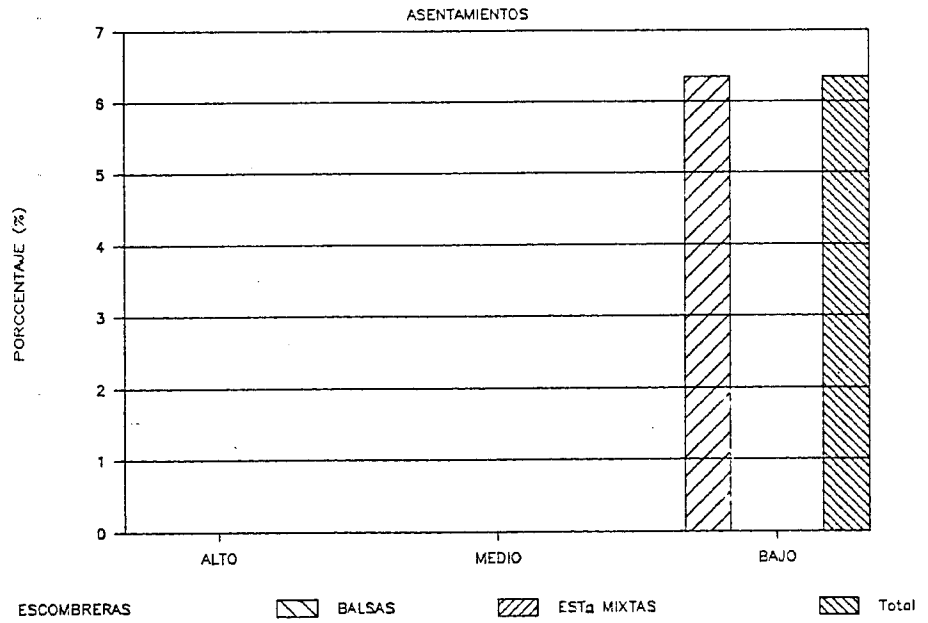


FIG. 7.7.B. - EVALUACION DE LOS ASENTAMIENTOS SEGUN EL TIPO DE ESTRUCTURA

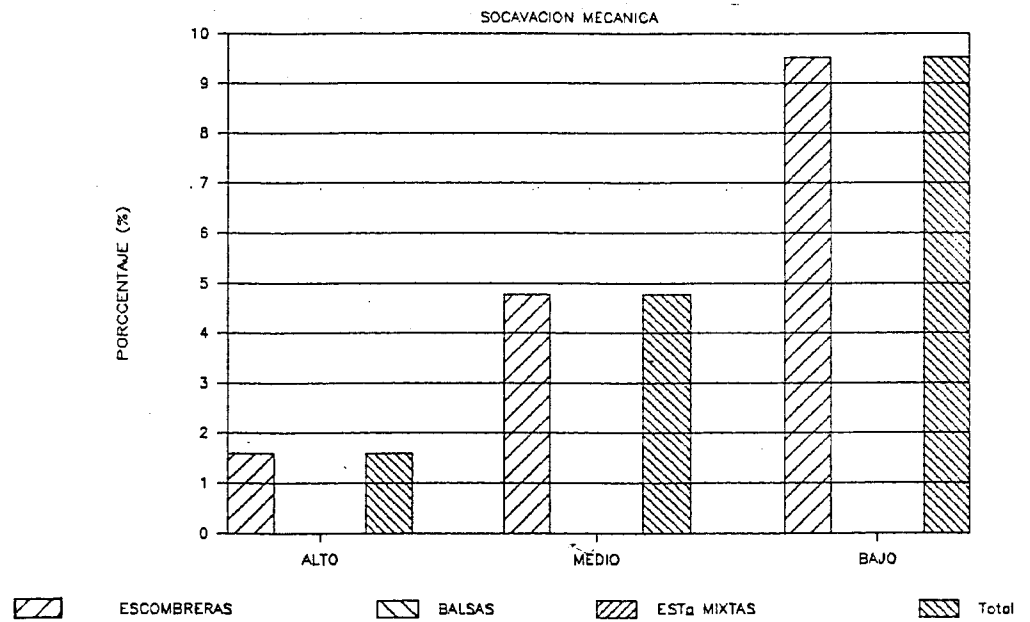
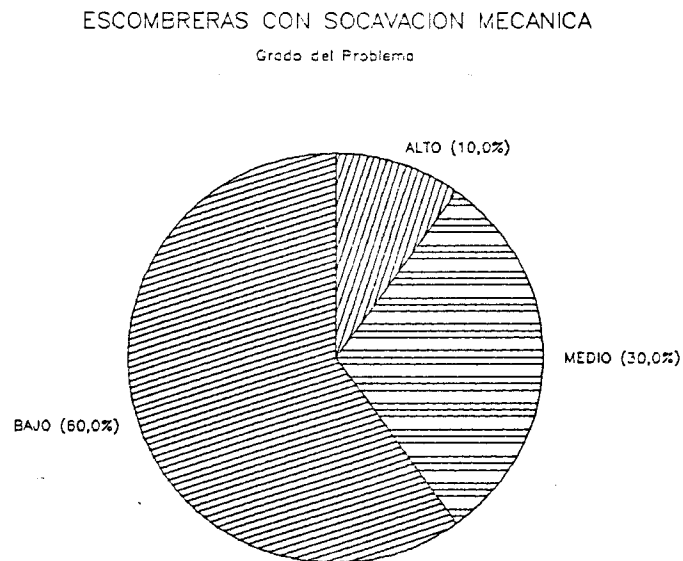


FIG. 7.8.A. - EVALUACION DE LA SOCAVACION MECANICA SEGUN EL TIPO DE ESTRUCTURA



**FIG. 7.8.B. - EVALUACION DE LA SOCAVACION MECANICA  
EN LAS ESCOMBRERAS**

Dentro de esta casuística si se han considerado los distintos niveles de intensidad de cada problema, como anteriormente se ha indicado.

Los residuos vertidos en las distintas escombreras globalmente conforman taludes que deben estar en concordancia con la naturaleza y granulometría de los materiales vertidos, la forma de su deposición y las condiciones de apoyo de la estructura. (foto N<sup>o</sup> 9.).

Los casos de deslizamiento local observados, tienen un carácter puntual y las movilizaciones de estériles no alcanzan grandes volúmenes. Suelen estar ligadas con el porcentaje de finos presentes en las estructuras, las condiciones de vertido, la socavación mecánica, etc.

En otros casos, se han observado la presencia de grietas en borde de taludes con desarrollo y continuidad muy variables. Uno o ambos problemas de la casuística observada, se han recogido en las estructuras siguientes (foto N° 8):

CODIGO	220910028	Asfaltos de S. Felices, S.A:
CODIGO	220910029	Ofitas S. Felices
CODIGO	220910030	Asfaltos de S. Felices, S.A.
CODIGO	220910031	Asfaltos de S. Felices
CODIGO	220910032	Ofitas de S. Felices
CODIGO	220910035	Ofitas de S. Felices
CODIGO	221040003	Las Balsas
CODIGO	221040004	Las torcas
CODIGO	221140002	Escayolas Cámara
CODIGO	221140003	Escayolas La Paloma
CODIGO	231030036	Hernández
CODIGO	241120002	Cerámica Cordón
CODIGO	241140036	Serra
CODIGO	241140038	Amos A.
CODIGO	241150001	Royo S.
CODIGO	241160001	Lã Maja
CODIGO	241220003	La Milagrosa Royo S.
CODIGO	241220006	Abundante Royo S.
CODIGO	241220007	La Luisita Royo S.
CODIGO	241310022	Ampliac. a Victoria. Ausorena P.

## 8. ANALISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL

### 8.1. Criterios generales

El constante aumento de las actividades industriales y obras civiles en las últimas décadas, lleva consigo la búsqueda continua de recursos minerales y materiales de préstamos para abastecer al mercado de materias primas.

Sin embargo, los trabajos de explotación, manipulación y transformación de esos "todo uno" originales, han desencadenado una amplia gama de alteraciones de la biosfera, de intensidad variable. Ello ha hecho dudar a algunos, de las ventajas de conseguir los objetivos del sistema de desarrollo actual, pues muchas de las alteraciones producidas tienen un carácter irreversible y son de aparición lenta pero duradera.

La postura de los países desarrollados respecto al impacto ambiental producido por todas las actividades mineras o industriales en que se trabaja con materias primas pero también se alteran las condiciones ambientales del entorno, es el de apostar por el desarrollo industrial principal artífice de la economía saneada.

Pero resulta evidente que es necesario llegar a un equilibrio entre el aprovechamiento de recursos y la propia conservación de la naturaleza, pero no sólo en lo que concierne a las actividades mineras extractivas, sino que también debe comprender otras realizaciones industriales y civiles.

La variable fundamental a cuantificar en los estudios de Impacto Ambiental, es la alteración en el medio o en algunos de sus componentes como consecuencia de llevar a cabo un proyecto o actividad humana, admitiendo una valoración tanto cualitativa como cuantitativa en función del valor del recurso.

El fin primordial de las evaluaciones del impacto ambiental es el de la previsión y estas evaluaciones pueden ser de aplicación integral o parcial a distintas alternativas de un mismo proyecto, actividad o acción, o bien a distintas fases del mismo, pudiéndose contemplar como impactos globales o sólomente parciales.

## **8.2. Evaluación global del impacto**

Es importante distinguir entre la incidencia ambiental de las estructuras mineras y minero-industriales y a las que da lugar las restantes operaciones mineras.

Partiendo de esta base, las alteraciones ambientales más importantes pueden resumirse en:



- a) Alteración de la cuenca visual y del paisaje.
- b) Alteración atmosférica.
- c) Alteración de las aguas superficiales y subterráneas.
- d) Alteración de los suelos.
- e) Alteración de la flora y de la fauna.
- f) Alteración de los procesos geofísicos.
- g) Alteración del ámbito socio-económico-cultural.

- a) Impacto en la cuenca visual y alteración del paisaje.

El impacto visual es uno de los más difíciles de cuantificar, pues depende entre otros de la susceptibilidad visual del sujeto activo que efectúa la contemplación (foto nº 10).

Cualquier paisaje es posible describirlo en términos visuales por los elementos básicos de: color, forma, línea, textura, escala y espacio y es precisamente la pérdida del equilibrio entre ellos lo que ha de valorarse en la alteración que se produzca como consecuencia de la ubicación, volumen, topografía de la zona, contraste de colores con el entorno, etc. de las estructuras de almacenamiento.

Esos elementos plásticos y cromáticos que constituyen el paisaje, junto con la capacidad de absorción visual de la zona, la existencia de corredores visuales, el emplazamiento de la línea de cumbres, etc. van a ser los factores a evaluar (foto nº 11).

Lógicamente la evaluación de la alteración ha de subordinarse a las directrices de conservación de especies, habitats, normas sobre espacios naturales, etc., que pueden existir en cada implantación concreta.

De otra parte hay que señalar, que la perturbación que se produce en muchos casos es inevitable, por ello las medidas a aplicar deben estar encaminadas a minorar el impacto visual producido con acciones tales como el reperfilado de los taludes de las escombreras hasta su adaptación a la orografía del lugar, la revegetación con especies autóctonas, el enmascaramiento con pantallas, etc.

En los casos evaluados se ha efectuado una estimación de la pérdida de perspectiva y disarmonía que produce la estructura con su entorno y, en ella hay que volver a incidir en el carácter subjetivo de la valoración.

#### b) Alteración atmosférica

La contaminación está generada por la liberación de polvo y gases. La importancia del polvo y los gases o humos está ligada a la climatología local, a la velocidad y dirección dominante de los vientos y al tamaño y naturaleza de los vertidos.

El polvo con tamaños de partícula del orden de micras es transportado por los vientos de las superficies expuestas de los vertederos



FOTO N° 10.- IMPACTO EN LA CUENCA VISUAL DE UNA  
ESTRUCTURA RESIDUAL MINERA



FOTO N° 11.- IMPACTO EN EL PAISAJE DE UNA EXPLOTACION  
ABANDONADA

a decenas de kilómetros. Este transporte está determinado por una serie de factores tales como: la dirección y la velocidad del viento, la humedad, las precipitaciones, la temperatura del suelo, la propia estación del año, etc.

Los agentes gaseosos contaminantes más importantes son: el dióxido de carbono, los óxidos de nitrógeno y los compuestos de azufre. Entre estos últimos destaca el anhídrido sulfuroso que, por hidratación se incorpora al agua de lluvia en forma de ácido sulfúrico, con efectos corrosivos e inhibidor de la vegetación (lluvia ácida).

Respecto a los gases nocivos, pueden servir de orientación los límites siguientes para la adopción de medidas correctoras:

- Para la vegetación

$\text{NO}_x < 20 \text{ ppm}$

$\text{SO}_2 < 0,002\%$

$\text{C}_2\text{H}_4 < 2 \text{ ppm}$

- Para las personas

$\text{CO} < 0,01 \%$

$\text{CO}_2 < 5 \%$

$\text{SH}_2 < 0,01 \%$

$\text{SO}_2 < 0,001\%$

### c) Contaminación de aguas superficiales

Este tipo de alteración se presenta bien por transporte de materiales o por la disolución o suspensión de ciertos elementos en las aguas superficiales.

Las aguas de lluvia producen efectos erosivos sobre las superficies de las estructuras, que en muchos casos, donde la granulometría es muy fina, da lugar a movilizaciones y arrastres. Como resultado de ello, son las incisiones lineales en forma de regueros y cárcavas, y la deposición de materiales muy finos en las zonas próximas a los cauces.

Resulta evidente que la contaminación de las aguas superficiales está en relación directa con el lugar de emplazamiento de los estériles y la naturaleza de éstos.

Se han detectado aportes de finos a la red de drenaje natural en algunas estructuras relacionadas con la producción de áridos, y arcillas.

### Contaminación de acuíferos subterráneos.

La alteración contaminante de los acuíferos subterráneos está condicionada fundamentalmente por dos factores: el grado de disolución de las sustancias activas y por la permeabilidad de los terrenos infrayacentes a la estructura.

Respecto a la disolución de contaminantes, en general, el problema se suele presentar en el caso de las balsas cuando la implantación se realice en zonas de alta permeabilidad, mientras que en el caso de escombreras, la disolución es función de la solubilidad y de la granulometría.

A este respecto, Ayala F.J. y Rodríguez Ortiz, J.M., en el "Manual para el diseño y construcción de escombreras y presas de residuos mineros", IGME, 1986, citan y recogen las reglamentaciones siguientes:

El Decreto 2.414/1961 de 30 de Noviembre (B.O.E. de 7 Diciembre), que regula los límites de toxicidad de las aguas a verter a cauces públicos y con fecha posterior el Real Decreto 1423/1982 de 18 de Junio (B.O.E. de 29 Junio) donde se establecen los límites máximos tolerables en aguas de consumo público.

En el cuadro 8.2.-1 se dan los niveles indicados por ambas reglamentaciones.

El reglamento del Dominio Público Hidráulico (Real Decreto 849/1986 de 11 de Abril) que desarrolla los Títulos Preliminar, I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985 de 2 de Agosto, de Aguas, señala que los vertidos autorizados conforme a lo dispuesto en los artículos 92 y siguientes de la Ley de Aguas se gravarán con un canon destinado a la protección y mejora del medio receptor de cada cuenca hidrográfica.

Las tablas del cuadro 8.2.-2 indican los parámetros característicos que se deben considerar, como mínimo, en el muestreo del tratamiento del vertido.

CUADRO 8.2-1 CONCENTRACIONES MAXIMAS TOLERABLES EN AGUAS DE CONSUMO PUBLICO EN ESPAÑA

Componente	Máx. tolerable mg/l	
	D.2.414/61	R.D. 1.423/82
Plomo (expresado en Pb) .....	0,1	0,05
Arsénico (expresado en As).....	0,2	0,05
Selenio (expresado en Se) .....	0,05	0,02
Cromo (expresado en Cr hexavalente)...	0,05	0,05
Cloro (libre y potencialmente liberable, expresado en Cl) .....	1,5	0,35
Acido cianhídrico (expresado en Cn) ...	0,01	0,05
Fluoruros (expresado en F I) .....	1,50	1,50
Cobres (expresado en Cu) .....	0,05	1,50
Hierro (expresado en Fe) .....	0,10	0,20
Manganeso (expresado en Mn) .....	0,05	0,05
Compuestos fenólicos (expresado en Fenol) .....	0,001	0,001
Cinc (expresado en Zn) .....		5,00
Fósforo (expresado en P) .....		2,15
(expresado en P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) .....		5,00
Cadmio (expresado en Cd) .....		0,005
Mercurio (expresado en Hg) .....		0,001
Níquel (expresado en Ni) .....		0,050
Antimonio (expresado en Sb) .....		0,010
Radioactividad .....		100 pCi/l

CUADRO Nº 8.2-2

Parámetro Unidad	Nota	Valores límites		
		Tabla 1	Tabla 2	Tabla 3
pH	(A)	Comprendido entre 5,5 y 9,5		
Sólidos en suspensión (mg/l)	(B)	300	150	80
Materias sedimentables (ml/l)	(C)	2	1	0,5
Sólidos gruesos	-	Ausentes	Ausentes	Ausentes
D.B.O.5 (mg/l)	(D)	300	60	40
D.Q.O. (mg/l)	(E)	500	200	160
Temperatura (°C)	(F)	3º	3º	3º
Color	(G)	Inapreciable en disolución:		
		1/40	1/30	1/20
Aluminio (mg/l)	(H)	2	1	1
Arsénico (mg/l)	(H)	1,0	0,5	0,5
Bario (mg/l)	(H)	20	20	20
Boro (mg/l)	(H)	10	5	2
Cadmio (mg/l)	(H)	0,5	0,2	0,1
Cromo III (mg/l)	(H)	4	3	2
Cromo VI (mg/l)	(H)	0,5	0,2	0,2
Hierro (mg/l)	(H)	10	3	2
Manganeso (mg/l)	(H)	10	3	2
Níquel (mg/l)	(H)	10	3	2
Mercurio (mg/l)	(H)	0,1	0,05	0,05
Plomo (mg/l)	(H)	0,5	0,2	0,2
Selenio (mg/l)	(H)	0,1	0,03	0,03
Estaño (mg/l)	(H)	10	10	10
Cobre (mg/l)	(H)	10	0,5	0,2
Cinc (mg/l)	(H)	20	10	3
Tóxicos metálicos	(J)	3	3	3
Cianuros (mg/l)	-	1	0,5	0,5
Cloruros (mg/l)	-	2000	2000	2000
Sulfuros (mg/l)	-	2	1	1
Sulfitos (mg/l)	-	2	1	1
Sulfatos (mg/l)	-	2000	2000	2000
Fluoruros (mg/l)	-	12	8	6
Fósforo total (mg/l)	(K)	20	20	10
Idem	(K)	0,5	0,5	0,5
Amoníaco (mg/l)	(L)	50	50	15
Nitrógeno nítrico (mg/l)	(L)	20	12	10
Aceites y grasas (mg/l)	-	40	25	20
Fenoles (mg/l)	(M)	1	0,5	0,5
Aldehidos (mg/l)	-	2	1	1
Detergentes (mg/l)	(N)	6	3	2
Pesticidas (mg/l)	(P)	0,05	0,05	0,05



NOTAS AL CUADRO Nº 8.2-2

General.- Cuando el caudal vertido sea superior a la décima parte del caudal mínimo circulante por el cauce receptor, las cifras de la tabla I podrán reducirse en lo necesario, en cada caso concreto, para adecuar la calidad de las aguas a los usos reales o previsibles de la corriente en la zona afectada por el vertido.

Si un determinado parámetro tuviese definidos sus objetivos de calidad en el medio receptor, se admitirá que en el condicionado de las autorizaciones de vertido pueda superarse el límite fijado en la tabla I para tal parámetro, siempre que la dilución normal del efluente permita el cumplimiento de dichos objetivos de calidad.

(A) La dispersión del efluente a 50 metros del punto de vertido debe conducir a un pH comprendido entre 6,5 y 8,5.

(B) No atraviesan una membrana filtrante de 0,45 micras.

(C) Medidas en cono Imhoff en dos horas.

(D) Para efluentes industriales, con oxidabilidad muy diferente a un efluente doméstico tipo, la concentración límite se referirá al 70 por 100 de la D.B.O. total.

(E) Determinación al bicromato potásico.

(F) En ríos, el incremento de temperatura media de una sección fluvial tras la zona de dispersión no superará los 3°C.

En lagos o embalses, la temperatura del vertido no superará los 30°C.

(G) La apreciación del color se estima sobre 10 centímetros de muestra diluida.

(H) El límite se refiere al elemento disuelto, como ión o en forma compleja.

(J) La suma de las fracciones concentración real/límite exigido relativa a los elementos tóxicos (arsénico, cadmio, cromo VI, níquel, mercurio, plomo, selenio, cobre y cinc) no superará el valor 3.

(K) Si el vertido se produce a lagos o embalses, el límite se reduce a 0,5, en previsión de brotes eutróficos.

(L) En lagos o embalses el nitrógeno total no debe superar 10 mg/l, expresado en nitrógeno.

d) Alteración ambiental de los suelos.

Las actuaciones extractivas y de tratamiento del "todo uno", crean unos productos residuales apilados en escombreras o balsas que ocupan extensiones de suelo, que en algunos casos es productivo. Ello da origen, a una serie de alteraciones concatenadas que afectan a sus características de aprovechamiento.

Sin embargo, como alteración básica a identificar hay que considerar la ocupación irreversible del suelo que afecta tanto a la estructura como a los viales de acceso.

Es muy conveniente, y debe ser práctica común en las nuevas implantaciones que a medida que se ocupen y desmonten nuevas superficies de terreno, los horizontes de suelo superiores más fértiles se apilen para después utilizarlos como material de recubrimiento, una vez activados convenientemente.

e) Alteración de la flora y de la fauna

Las alteraciones fundamentales en estos dos parámetros suelen estar desencadenadas bien por la sustitución parcial del medio vegetal y/o, animal de la zona, por ocupación de la propia explotación y de sus estructuras auxiliares y residuales, o bien, por cambios directos o indirectos, en las condiciones de los hábitats (condiciones fisiográficas, suelos, accesibilidad al agua, etc.).

En la Provincia de la Rioja, estas alteraciones no son especialmente intensas.

g) Alteración del ámbito socio-cultural.

El patrimonio artístico y cultural, por su limitación y su carácter no renovable, e irreversible, en cuanto a daños, debe de ser tratado con cuidado especial.

Dentro de éste ámbito habrán de considerarse también, aquellas zonas con una determinada significación histórica, artística, paisajística, educativa, etc. a la hora de decidir la implantación de una estructura residual, o bien, para el diseño eficaz de una restauración.

En resumen, desde una perspectiva global de valoración del Impacto Ambiental, in situ, destacan sobre el resto de las estructuras:

CODIGO	211030007	Vetadero Sto. Domingo de la Calzada.
CODIGO	21103008	Hormigones Rioja
CODIGO	211030015	Planta de Hormigones Sto. Domingo de la Calzada
CODIGO	220910029	Ofitas de S. Felices.
CODIGO	221040008	La Llana
CODIGO	231030036	Hernández

CODIGO	231070004	Laguinilla de Jubera
CODIGO	231120002	Carolina. Ayuntamiento
CODIGO	24112002	Ceramica. Cordón
CODIGO	241130001	H. Calahorra
CODIGO	241130004	Benito. Pradejón
CODIGO	241140036	Serra - Calahorra
CODIGO	241140038	Amos A.
CODIGO	241160001	La Maja - Arnedo
CODIGO	241160002	Planta de áridos. E. Kabag
CODIGO	241220003	La Milagrosa. Villarroya
CODIGO	241220004	La Milagrosa. Villarroya
CODIGO	241220006	ABundante. Villarroya
CODIGO	241220007	La Luisita. Villarroya
CODIGO	251160025	Terrazos Ruiz
CODIGO	251160027	Terrazos Ruiz

En esta valoración no hay que olvidar los aspectos siguientes:

1. La valoración efectuada es suma de alteraciones simultaneas del mismo signo.
2. La componente subjetiva de la valoración realizada.
3. El importante peso dado a la alteración visual y del paisaje

### **8.3. Evaluación de las condiciones de implantación de las estructuras.**

La elección del lugar de almacenamiento de una determinada estructura debe obedecer a una serie de condicionantes, como pueden ser el volúmen previsible de residuos, la mejor adaptación al medio físico, una respuesta adecuada a las condiciones de tipo económico, funcional o legal, etc.

En este sentido, era lógico que los criterios de implantación de las estructuras más antiguas estuviesen predispuestos por un sentido económico muy estricto, pero, modernamente y siguiendo a la paulatina entrada en vigor de leyes reguladoras del medio físico, se hace necesario considerar una serie de parámetros básicos.

Por ello, la evaluación de las condiciones de implantación de las estructuras residuales mineras, teniendo en cuenta la escasa bibliografía existente al respecto, y que los medios con que se cuenta para la valoración de parámetros geomecánicos en campo son muy escasos, se ha realizado mediante una expresión numérica de tipo cuantitativo que valora los emplazamientos ya existentes, los cuales hay que aceptar a priori, aunque los criterios para su elección no hayan sido del todo correctos.

Partiendo de esta base, y a pesar de la complejidad del problema, se ha tratado de evaluar las condiciones de implantación

de las diversas estructuras, mediante una metodología simplificada, en donde la expresión que más se aproxima a la evaluación final, adopta la fórmula (IGME, 1982):

$$Q_e = I \cdot \alpha (\beta \theta)^{(\eta + \delta)}$$

donde  $Q_e$ : Índice de calidad

$I$  : es un factor ecológico

$\alpha$  : es un factor de alteración de la capacidad portante del terreno debido al nivel freático.

$\beta$  : es un factor de resistencia del cimiento de implantación (suelo o roca).

$\theta$  : es un factor topográfico o de pendiente

$\eta$  : es un factor relativo al entorno humano y material afectado

$\delta$  : es un factor de alteración de la red de drenaje existente

De manera aproximada se ha supuesto que cada uno de estos factores varía según los criterios siguientes:

1º)  $I = Ca + P$ , donde:

$Ca$  : factor de contaminación de acuíferos

$P$  : factor de alteración del paisaje

(Se ha matizado el criterio original del valor medio entre  $Ca$  y  $P$ , valorándolos ahora por separado y sumándolos).

La evaluación de cada uno de estos factores depende en el primer caso (Ca) del tipo de escombros (alteración química de los mismos) y del drenaje del área de implantación; en el segundo caso (P) el impacto visual de la escombrera será función de la sensibilidad al paisaje original, al volumen almacenado, a la forma, al contraste de color, y al espacio donde está implantada. Para ellos, se han adoptado los siguientes valores numéricos:

Factores ecológicos	VULNERABILIDAD DEL AREA				
	Irrelevante	Baja	Media	Alta	Muy Alta
Ca o P	0,5-0,4	0,4-0,3	0,3-0,2	0,2-0,1	< 0,1

2º) El factor  $\alpha$  de alteración del equilibrio del suelo, debido a la existencia de un nivel freático próximo en el área de implantación o su entorno, se ha considerado en la forma siguiente:

$\alpha = 1$  sin nivel freático o con nivel a profundidad superior a 5 m.

$\alpha = 0,7$  con nivel freático entre 1,5 y 5 m.

$\alpha = 0,5$  con nivel freático a menor profundidad de 0,5 m.

$\alpha = 0,3$  con agua socavando < 50% del perímetro de la escombrera.

$\alpha = 0,1$  con agua socavando > 50% del perímetro de la escombrera.

3º) El factor de cimentación ( $\beta$ ) depende, tanto de la naturaleza del mismo, como de la potencia de la capa superior del terreno de apoyo, de acuerdo con el siguiente Cuadro:

TIPO DE SUELO	POTENCIA				
	< 0,5 m	0,5 a 1,5 m	1,5 a 3,0 m	3,0 a 8,0 m	> 8,0 m
Coluvial granular	1	0,95	0,90	0,85	0,80
Coluvial de transición	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
Coluvial limo-arcilloso	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50
Aluvial compacto	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70
Aluvial flojo	0,75	0,70	0,60	0,50	0,40

En el caso de que el substrato sea rocoso, independientemente de su fracturación  $\beta = 1$ .

4º) El factor topográfico  $\theta$  se ha evaluado en razón de la inclinación del yacente, según la siguiente tabla:

	<u>TOPOGRAFIA DE IMPLANTACION</u>	<u>VALOR DE <math>\theta</math></u>
TERRAPLEN	inclinación < 1º	1
	inclinación entre 1º y 5º (< 8%)	0,95
	inclinación entre 5º y 14º (8 a 25%)	0,90
LADERA	inclinación entre 14º y 26º (25 a 50%)	0,70
	inclinación superior a 26º (> 50%)	0,40
VAGUADA	perfil transversal en "v" cerrada (inclinación de laderas > 20º)	0,8
	perfil transversal en "v" abierta (inclinación de laderas < 20º)	0,6-0,7



5º) La caracterización del entorno afectado se ha realizado considerando el riesgo de ruina de distintos elementos si se produjera la rotura (destrucción) de la estructura de la escombrera.

<u>ENTORNO AFECTADO</u>	<u>VALOR DE <math>\eta</math></u>
. Deshabitado	1,0
. Edificios aislados	1,1
. Explotaciones mineras poco importantes	1,1
. Servicios	1,2
. Explotaciones mineras importantes	1,3
. Instalaciones industriales	1,3
. Cauces intermitentes	1,2 - 1,4
. Carreteras de 1º y 2º orden, Vías de comunicación	1,6
. Cauces fluviales permanentes	1,7
. Poblaciones	2,0

6º) Por último, la evaluación de la alteración de la red de drenaje superficial se ha hecho con el siguiente criterio.

<u>ALTERACION DE LA RED</u>	<u>VALOR DE <math>\delta</math></u>
. Nula	0
. Ligera	0,2
. Modificación parcial de la escorrentía de una zona	0,3
. Ocupación de un cauce intermitente	0,4
. Ocupación de una vaguada con drenaje	0,5

- . Ocupación de una vaguada sin drenaje 0,6
- . Ocupación de un cauce permanente con erosión activa de < 50% del perímetro de una escombrera 0,8
- . Ocupación de un cauce permanente con erosión activa de > 50% del perímetro de una escombrera 0,9

Así evaluados los distintos factores, se han calificado los valores resultantes del índice "Qe" de acuerdo con la tabla siguiente:

<u>Qe</u>			<u>El emplazamiento se considera:</u>
1	a	0,90 .....	Optimo para cualquier tipo de escombrera.
			Tolerable para escombreras de gran volumen.
0,90	a	0,50 .....	Adecuado para escombreras de volumen moderado.
0,50	a	0,30 .....	Tolerable
0,30	a	0,15 .....	Mediocre
0,15	a	0,08 .....	Malo
	<	0,08 .....	Inaceptable

La aplicación de los criterios adoptados recogida en el cuadro 8.3.-1, incluido al final de este epígrafe, para el total de las estructuras listadas identificadas por su clave o código correspondiente, permite tener un enfoque orientador de las condiciones de implantación de las estructuras más representativas de la Comunidad de La Rioja.

Como se ha indicado anteriormente, la metodología considerada en su evaluación final, el factor ecológico o ambiental (1). En el caso de no tenerlo en cuenta en el índice de calidad "Qe" de un emplazamiento, solo intervendrían factores desde la perspectiva de estabilidad.

Las calificaciones del emplazamiento obtenidas en el caso de no tomar en consideración el factor ecológico (1); han sido las que se recogen en el Cuadro nº 8.3-2.

<u>Calificaciones del emplazamiento</u>	<u>Nº estructuras</u>	<u>Porcentajes</u>
Optimo		
Tolerable para escombreras de gran volumen		
Adecuado para escombreras de volumen moderado	16	25,3 %
Tolerable	34	54,1 %
Mediocre	12	19,1 %
Malo	1	1,5 %
Inaceptable		

**CUADRO Nº 8.3-2 - INDICE DE CALIDAD "Qe" SIN EL FACTOR  
AMBIENTAL (I)**

Al considerar el citado factor (I), las calificaciones del emplazamiento pasan a ser las recogidas en el cuadro adjunto 8.3-3.

<u>Calificación del emplazamiento</u>	<u>Nº estructuras</u>	<u>Porcentaje</u>
Optimo		0%
Tolerable para escombreras de gran volumen		0%
Adecuado para escombreras de volumen moderado	1	1,5%
Tolerable	7	11,2%
Mediocre	38	60,4%
Malo	8	12,6%
Inaceptable	9	14,3%

**CUADRO 8.3-3 - CALIFICACION DEL EMPLAZAMIENTO DE LAS  
ESTRUCTURAS MEDIANTE EL INDICE "Qe"**

Las valoraciones obtenidas sin tener en cuenta el factor ecológico, indican: 16 estructuras con emplazamiento adecuado, lo que supone el 25,3%; 34 estructuras con ubicación tolerable (54,1%); 12 estructuras con la calificación de mediocre (19,1%); y 1 estructura con mal emplazamiento (1,5%).

Al introducir el factor ecológico, I, los valores obtenidos se modifican obteniéndose 1 estructura con la clasificación de adecuado 7 (11,2%), con la calificación de tolerable, 38 (60,4%) emplazamiento mediocre, 8 (12,6%), con mala ubicación y 9 (14,3%), emplazamientos enaceptables.

No obstante, conviene recordar el carácter orientador de la evaluación efectuada, y para los casos de acumulación de parámetros con signos desfavorables, resulta recomendable acometer estudios técnicos más detallados, a efectos de cuantificar aquellos factores implicados, en la mayor medida posible.

**CUADRO 8.3.1. - APLICACION DEL INDICE "Qe"**

CODIGO ESTRUCTURA	C <sub>d</sub>	P	I	$\alpha$	$\beta$	e	$\eta$	$\delta$	INDICE Q <sub>E</sub>	
									CON FACTOR ECOLOGICO Q <sub>E</sub> = I $\alpha$ ( $\beta$ e) $\eta$ + $\delta$	SIN FACTOR ECOLOGICO Q <sub>E</sub> = $\alpha$ ( $\beta$ e) $\eta$ + $\delta$
21103-0007	0,1	0,2	0,3	0,5	0,70	0,95	1,7	0,4	0,06 Inaceptable	0,21 Mediocre
21103-0008	0,3	0,2	0,5	0,7	0,80	0,95	1,6	0,3	0,20 Mediocre	0,41 Tolerable
21103-0015	0,3	0,2	0,5	0,7	0,80	0,95	1,6	0,3	0,20 Mediocre	0,41 Tolerable
22091-0027	0,3	0,3	0,6	1	0,90	0,90	1,2	0,6	0,41 Tolerable	0,68 Adecuado
22091-0028	0,4	0,3	0,7	0,5	0,90	0,40	1,3	0,3	0,06 Inaceptable	0,09 Malo
22091-0029	0,3	0,1	0,4	0,7	0,75	0,95	1,7	0,3	0,14 Malo	0,35 Tolerable
22091-0030	0,3	0,2	0,5	1	0,70	0,70	1,2	0,3	0,17 Mediocre	0,34 Tolerable
22091-0031	0,3	0,3	0,6	0,7	0,70	0,90	1,6	0,3	0,17 Mediocre	0,29 Mediocre
22091-0032	0,4	0,2	0,6	0,7	1	0,8	1,3	0,5	0,28 Mediocre	0,46 Tolerable
22091-0033	0,3	0,2	0,5	1	0,70	0,80	1,3	0,2	0,20 Mediocre	0,41 Tolerable
22091-0034	0,3	0,3	0,6	1	0,85	0,70	1,3	0,2	0,27 Mediocre	0,45 Tolerable
22091-0035	0,3	0,25	0,55	1	0,70	0,70	1,3	0,3	0,17 Mediocre	0,31 Tolerable
22091-0036	0,4	0,2	0,6	1	0,70	0,70	1,3	0,3	0,19 Mediocre	0,31 Tolerable
22091-0037	0,35	0,15	0,40	0,7	0,85	1	1,3	0,3	0,21 Mediocre	0,53 Adecuado
22096-0001	0,35	0,20	0,55	0,7	0,85	0,90	1,1	0,3	0,26 Mediocre	0,48 Tolerable
22103-0002	0,3	0,2	0,5	0,7	0,85	0,90	1,2	0,3	0,23 Mediocre	0,46 Tolerable
2210-3-0003	0,3	0,2	0,5	1	0,50	0,90	1,1	0,3	0,16 Mediocre	0,32 Tolerable

CODIGO ESTRUCTURA	Ca	P	I	$\alpha$	$\beta$	e	$\eta$	$\delta$	INDICE Q <sub>E</sub>	
									CON FACTOR ECOLOGICO Q <sub>E</sub> = I $\alpha$ ( $\beta$ e) $\eta$ + $\delta$	SIN FACTOR ECOLOGICO Q <sub>E</sub> = $\alpha$ ( $\beta$ e) $\eta$ + $\delta$
22103-0004	0,3	0,2	0,5	1	0,75	0,90	1,1	0,2	0,29 Mediocre	0,59 Adecuado
22104-0003	0,3	0,35	0,65	1	0,60	0,90	1,1	0,2	0,29 Mediocre	0,44 Tolerable
22104-0004	0,3	0,2	0,50	1	0,70	0,90	1,1	0,2	0,27 Mediocre	0,54 Adecuado
22104-0008	0,15	0,1	0,25	1	0,80	0,95	1,1	0,2	0,17 Mediocre	0,69 Adecuado
22114-0001	0,2	0,25	0,45	1	0,85	0,70	1,6	0,3	0,16 Mediocre	0,37 Tolerable
22114-0002	0,2	0,25	0,45	1	0,85	0,70	1,2	0,3	0,20 Mediocre	0,45 Tolerable
22114-0003	0,2	0,25	0,45	1	0,70	0,70	1,2	0,3	0,15 Mediocre	0,34 Tolerable
23101-0002	0,3	0,1	0,4	0,7	0,75	0,95	1,2	0,3	0,16 Mediocre	0,42 Tolerable
23101-0003	0,3	0,1	0,4	0,7	0,75	0,95	1,2	0,3	0,16 Mediocre	0,42 Tolerable
23101-0005	0,25	0,1	0,35	1	0,60	0,70	1,6	0,3	0,06 Inaceptable	0,19 Mediocre
23102-0029	0,2	0,2	0,4	1	0,60	0,70	1,2	0,4	0,09 Malo	0,24 Mediocre
23102-0031	0,3	0,15	0,45	1	0,60	0,70	1,2	0,3	0,12 Malo	0,27 Mediocre
23103-0036	0,3	0,1	0,4	1	0,60	0,70	1,3	0,3	0,09 Malo	0,24 Mediocre
23106-0037	0,3	0,2	0,5	1	0,80	0,95	1,1	0,3	0,34 Tolerable	0,68 Adecuado
23107-0004	0,2	0,2	0,4	1	1	0,40	1,3	0,3	0,09 Malo	0,23 Mediocre
23112-0002	0,05	0,05	0,1	1	1	0,70	1,4	0,3	0,05 Inaceptable	0,54 Adecuado
23113-0001	0,3	0,2	0,5	1	0,90	0,70	1,2	0,3	0,25 Tolerable	0,50 Tolerable



CODIGO ESTRUCTURA	C <sub>d</sub>	P	I	$\alpha$	$\beta$	e	$\eta$	$\delta$	INDICE Q <sub>E</sub>	
									CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta e) \eta + \delta$	SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta e) \eta + \delta$
23118-0002	0,3	0,2	0,5	1	0,80	0,70	1,1	0,2	0,23 Mediocre	0,47 Tolerable
23118-0003	0,3	0,2	0,5	1	0,80	0,70	1,1	0,3	0,22 Mediocre	0,44 Tolerable
23118-0004	0,3	0,2	0,5	1	0,60	0,70	1,1	0,3	0,14 Malo	0,29 Mediocre
24106-0028	0,2	0,15	0,35	1	0,85	0,70	1,2	0,3	0,16 Mediocre	0,45 Tolerable
24112-0002	0,3	0,15	0,45	1	0,70	0,70	1,2	0,3	0,15 Mediocre	0,34 Tolerable
24113-0001	0,3	0,1	0,4	1	0,80	0,95	1,7	0,4	0,22 Mediocre	0,56 Adecuado
24113-0004	0,35	0,1	0,45	1	0,80	0,95	1,2	0,3	0,29 Mediocre	0,66 Adecuado
24114-0036	0,1	0,1	0,2	0,7	0,75	0,95	1,7	0,4	0,06 Inaceptable	0,34 Tolerable
24114-0038	0,1	0,1	0,2	0,7	0,75	0,95	1,7	0,4	0,06 Inaceptable	0,34 Tolerable
24115-0001	0,3	0,2	0,5	1	0,85	0,70	1,3	0,3	0,21 Mediocre	0,43 Tolerable
24116-0001	0,1	0,05	0,15	1	0,60	0,80	1,3	0,6	0,03m Inaceptable	0,24 Mediocre
24116-0002	0,3	0,15	0,45	0,7	0,80	0,95	1,2	0,4	0,20 Mediocre	0,45 Tolerable
24122-0003	0,4	0,2	0,6	1	0,70	0,70	1,2	0,3	0,20 Mediocre	0,34 Tolerable
24122-0004	0,4	0,2	0,6	1	0,70	0,70	1,2	0,3	0,20 Mediocre	0,34 Tolerable
24122-0006	0,3	0,2	0,5	1	0,80	0,70	1,2	0,3	0,20 Mediocre	0,41 Tolerable
24122-0007	0,2	0,1	0,3	1	0,70	0,6	1,2	0,6	0,06 Inaceptable	0,20 Mediocre
24123-0001	0,3	0,2	0,5	1	0,70	0,70	1,7	0,3	0,12 Malo	0,24 Mediocre



## 9. REUTILIZACION DE ESTRUCTURAS

El efecto combinado del encarecimiento de las materias primas, de los costes energéticos y del suelo, tanto agrícola, como industrial o urbano, junto a la toma de conciencia de la degradación ambiental producida por las estructuras mineras, ha producido en los últimos años estudios y técnicas de aprovechamiento de tales estructuras, condicionados fundamentalmente por la granulometría y naturaleza de los materiales almacenados, y por su ubicación geográfica.

Se deben señalar dos grandes grupos de posibles aprovechamientos:

- a) por el contenido de las estructuras
- b) por el espacio ocupado

Es decir, que por un lado cabe la posibilidad de aprovechar, total o parcialmente, los materiales almacenados, con un tratamiento más o menos complejo, intentando alcanzar condiciones de competitividad con las materias primas o aprovechar el espacio ocupado por las estructuras residuales, bien integrándolo con el entorno o empleándolo como suelo industrial o urbano.

### 9.1. Utilidad de los residuos almacenados

Entre las estructuras inventariadas en la Comunidad de la Rioja y desde la perspectiva de reutilización de los materiales residuales es lógico admitir en un principio, sólo aquellos casos de emplazamiento con un volumen importante de residuos. Sin embargo, en la citada provincia, como se ha podido observar en el apartado 6.2.8. los volúmenes detectados son moderados y en la mayoría de los casos (46%) se han evaluado por debajo de los 10.000 m<sup>3</sup>.

En el caso de un posible aprovechamiento minero de los residuos procedentes de labores extractivas estos se encuentran condicionados por la necesaria realización de ensayos y análisis, a efectos de definir sus leyes y contenidos en impurezas contaminantes, así como, su idoneidad para otros usos que hagan viable la rentabilidad del proceso a seguir.

Son aspectos decisivos, los volúmenes apilados en cada estructura, la naturaleza o estado en que se encuentran los residuos (oxidados, carbonatados, sulfatados,...), la distancia respecto a los posibles centros de consumo, etc. Estos factores, no son exclusivos de estos tipos de estructuras, sino que también constituyen parámetros de criterio en los depósitos cuya procedencia es la extracción de rocas industriales, aunque, como es conocido, su volumen residual es muy reducido.

En relación con las explotaciones de estos últimos materiales, los estériles vertidos proceden de los desmontes y preparaciones de

los frentes de cantera, de los rechazos de clasificación de la propia cantera o gravera, y en algún caso de los estériles de las plantas de tratamiento.

Las granulometrías son poco uniformes, con contenidos en finos y gruesos, y dependiendo del tipo de sustancia que se demanda.

En un principio, podría pensarse en la siguiente reutilización de los vertidos, de esas estructuras:

- Los materiales gruesos, previa trituración y clasificación, podrían utilizarse como material de relleno para distintos acondicionamientos en la propia cantera y vías de acceso a la misma.
- Los materiales con granulometría intermedia pueden tener salida, aunque esporádica, para relleno de caminos, pistas y otros acondicionamientos externos a la cantera.
- Los materiales finos podría utilizarse en prácticas de restauración de superficies, convenientemente mezclados con materiales orgánicos y suelos residuales.
- El conjunto de los materiales de la escombrera puede servir de relleno de corta, en los planes de restauración de las propias canteras como así se tiene previsto en algunas de ellas.

Las estructuras de volúmen pequeño limitan el emprender cualquier operación de transformación de sus materiales, aunque estos sean de buena calidad para determinados fines. En estos casos, con los residuos se debe tratar de integrarlos en el entorno, al propio tiempo que se acomete la etapa de restauración de la cantera de la cual proceden.

### **9.2. Utilidad del espacio físico ocupado**

Más importante que el valor intrínseco de los materiales almacenados, que al fin y al cabo han sido desechados, en la mayoría de los casos, es el del espacio físico ocupado, el cual puede ser aprovechado, con un tratamiento más o menos complejo de la estructura, en una variada gama de posibilidades.

La integración en el entorno de las áreas afectadas por las estructuras mineras requiere conocer de antemano el uso futuro de los terrenos, ordenados en función de la utilización del suelo preexistente y de las necesidades futuras.

. El empleo más normal es de acondicionamiento para pistas, accesos, plazas, suelos de almacenes, oficinas, naves, etc., en los alrededores de las explotaciones .

Los casos de estructuras enclavadas en zonas verdes agrícolas o forestales, suelen presentar características peculiares de integración con el entorno, y son precisamente en los criterios de restauración de la cantera de la cual proceden, donde deben contemplarse las medidas de utilización del espacio físico que ocupan las estructuras.

## 10 RESUMEN Y CONCLUSIONES

Realizados los trabajos de Inventario de Balsas y Escombreras Mineras en la Comunidad de la Rioja con la metodología apuntada en el epígrafe nº 1.2. de esta Memoria, su presentación se efectúa en los documentos siguientes:

1.- Un Anejo-Documento de fichas donde se han recogido los datos de situación, implantación, características geométricas, condiciones de estabilidad e impacto ambiental, así como un corquis de situación a escala aproximada 1:50.000, un esquema estructural y unas evaluaciones minera, geomecánica y ambiental.

La ficha, incorporada una foto de la estructura en la situación actual y en la ficha de realización del inventario.

2.- Un Anejo-Documento donde se recogen listadas todas las estructuras vistas, con su situación y breve descripción de los materiales depositados. Por tanto, no sólo se encuentran las estructuras con ficha-inventario, sino también aquellas que por su escaso volumen o pequeña incidencia en el entorno no han merecido un análisis más detallado.

3.- Un documento de planos, constituido por 1 mapa provincial a escala 1:200.000, que refleja las estructuras con ficha-inventario y la relación listada.



4.- Un Documento-Memoria, donde se reflejan los resultados alcanzados en este estudio

Las conclusiones pueden resumirse en los puntos siguientes:

- En la actualidad, la actividad minera de La Rioja tiene un mayor relieve en las explotaciones de arcilla que abastecen a la industria cerámica, las extracciones de gravas para áridos y las explotaciones de calizas y de ofitas. Los minerales y materiales que se han extraído o se extraen, con intensidad muy variable, son los siguientes:

- Arcillas
- Arenas y areniscas
- Calizas
- Gravas
- Ofitas
- Yeso
- Lignito
- Piritas

- Se han realizado 63 fichas de inventario y en la relación listada figuran un total de 186 estructuras, recogiendo los estados de abandono, parados o de actividad.

- El 98,4% de las estructuras con ficha son escombreras, siendo el porcentaje de balsas relacionadas con la minería del 1,6%.
  
- El porcentaje de estructuras que se encuentran en situación de actividad es del 66,7%. Son estructuras abandonadas el 23,8% y solamente un 9,5% son utilizadas de forma discontinua.
  
- El tipo de terreno utilizado que predomina es el calificado como monte bajo 66,7%.
  
- Las tipologías de escombrera que predominan son: en ladera (39,7%), y en terreno llano (38,1%)
  
- El medio de transporte de los residuos más utilizado es el de voquete, con 66,7% seguido del sistema mixto pala-volquete: (11,1%).
  
- La altura de las estructuras es moderada, pues el 66,7% de los casos no supera los 10 m. Con altura significativas, que superen los 30 m. se encuentran 3 estructuras.
  
- Un alto porcentaje (46%) de las estructuras presenta volúmenes muy pequeños, por debajo de  $10.000 \text{ m}^3$ .  
Se registran 11 casos de escombreras que superan los  $100.000 \text{ m}^3$  de residuos.

- En el muestreo de taludes realizado en escombreras el 31,7% de los casos tienen valores por debajo de los 30° y el 20,6% se encuentra por debajo de los 30° y el 20,6% se encuentra entre la gama 30°-32°.
  
- La granulometría de los estériles abarca todo el campo de tamaños, destacando las fracciones fina y heterométrica. Como es lógico, este parámetro se encuentra ligado con la litología de los niveles que confinan las sustancias que se explotan y por supuesto con el tipo de minería y su laboreo.
  
- La zona montañosa de la mitad meridional y límite oriental de la provincia presenta como consecuencia de la altitud e influencia de los ciclones atlánticos un clima más frío y húmedo que el del Valle del Ebro de la mitad norte provincial, con medias anuales de precipitaciones del 600 a 1000 mm y de 18° en cuanto a temperatura frente a los 400-600 mm. de lluvia anual y media térmica de 20° a 22,5° en la depresión del Ebro.  

La torrencialidad de las precipitaciones es reducida correspondiendo las máximas intensidades (100 a 120 mm/día) al Valle del Ebro.

En consecuencia esta zona es más sensible a fenómenos de lixiviación y/o erosión superficial en las estructuras.
  
- Los afluentes del Ebro, límite norte de la provincia, cruzan esta con direcciones bastante paralelas, fuertemente encajados en el

borde inferior de la falla del Ebro que deben salvar con fuertes pendientes antes de alcanzar el Valle de dicho río.

La torrencialidad resulta así alta en el curso alto y medio en los ríos provinciales. Estos por otra parte son de régimen más regular y caudalosos en la mitad occidental donde la influencia nival es más acusada.

Los altos caudales y torrencialidad de los cursos de agua son factores a considerar por el riesgo de desbordamientos y arrastres erosivos en instalaciones próximas a aquellos.

- La sismicidad de la provincia es baja y en límite occidental y media en el resto, por lo que en general deberá considerarse el comportamiento dinámico de las estructuras frente a posibles acciones sísmicas.
  
- Los vientos más intensos corresponden al valle del Ebro con dirección dominante de SE a NO coincidente con la del Valle. Son vientos calidos y secos especialmente intensos en primavera y otoño, con alto riesgo de arrastre cólico de finos en las implantaciones de las tierras llanas del valle.

En la zona montañosa el riesgo es mucho menor debido al abrigo que representa los valles cuya dirección rompe la de los vientos dominantes (del NO y N) por otra parte húmedos y de mucha menor intensidad que las del valle.

- Basandose en las estimaciones visuales, los trabajos de campo llevados a cabo, alejados de estudios puntuales de calidad, precisos para correlacionar los múltiples parámetros incidentes en un estudio de estabilidad por el que se de una evaluación numérica fiable, se han observado las formaciones usuales de inestabilidad. Los problemas más frecuentes están relacionados con fenómenos de erosión superficial, acarreamiento, aparición de grietas de continuidad variable, deslizamientos locales, socavación mecánica, la socavación del pie de la escombrera y el asentamiento gradual.
  
- Se ha utilizado para la evaluación del terreno de implantación de las estructuras con ficha-inventario, la fórmula del índice numérico "Qe". La citada expresión engloba los factores de resistencia del terreno, la pendiente, las posibles alteraciones de la red de drenaje y el impacto ecológico, así como, el potencial riesgo sobre personas, servicios o instalaciones. Atendiendo a la evaluación realizada mediante este índice, predominan las implantaciones calificadas como mediocres existiendo 26,9% con la calificación de mal emplazadas e inaceptables.
  
- Las alteraciones ambientales más importantes pueden resumirse en:
  - Alteración visual y del paisaje.
  - Alteración atmosférica.
  - Contaminación de las aguas superficiales y subterráneas.
  - Alteración de los suelos.

- Alteración de la flora y la fauna.
  - Alteración de los procesos geofísicos.
  - Alteración del ámbito socio-económico-cultural.
- 
- Teniendo en cuenta el volumen apilado en cada estructura, se han considerado las posibilidades de reutilización de las mismas, desde las perspectivas del espacio ocupado y del valor físico de los residuos almacenados.
  
  - Por último, se proponen una serie de medidas y actuaciones, a efectos de corregir y minorar la incidencia de las estructuras con su entorno, fundamentalmente en los aspectos de estabilidad y medioambiente.

## 11. BIBLIOGRAFIA

BANCO DE BILBAO.- Renta Nacional de España y su distribución provincial 1985.

I.T.G.E. (antes I.G.M.E.).- Determinación de parámetros geomecánicos con vistas al estudio de estabilidad de Balsas y Escombreras con la minería del carbón. Madrid 1980.

I.T.G.E. (antes I.G.M.E.).- Geología de España. J.M. Ríos.

I.T.G.E. (antes I.G.M.E.).- Guía para la restauración del medio natural afectado por las explotaciones de canteras. Madrid 1985.

I.T.G.E. (antes I.G.M.E.).- Manual para el Diseño y Construcción de escombreras y presas de resíduos mineros: Ayala Carcedo, F.J., Rodríguez Ortiz, J.M<sup>a</sup>. Madrid 1986.

I.T.G.E. (antes I.G.M.E.).- Mapas de Rocas Industriales. E: 1/200.000, LOGROÑO 21 (6-3), TUDELA 22 (7-3), SORIA 31.

I.T.G.E. (antes I.G.M.E.)- Mapa geológico nacional. Serie Magna. E:  
1/50.000.

I.T.G.E. (antes I.G.M.E.) 1969.- Estudio Geológico Minero de la Provincia  
de Logroño.

I.T.G.E. (antes I.G.M.E.)- Mapa hidrogeológico nacional. E: 1.000.000.

I.T.G.E. (antes I.G.M.E.)- Mapa tectónico de España. E/1.000.000

I.T.G.E. (antes I.G.M.E.)- Mapas Metalogenéticos de España. E:  
1/200.000, Hoja 21 LOGROÑO, Hoja 22  
TUDELA, Hoja 31 SORIA.

I.T.G.E. (antes I.G.M.E.)- Calidad y Contaminación de las Aguas Subte-  
rráneas en España, Madrid 1985.

I.N.E.- Censos de Población.

I.N.E.- Encuestas Población Activa (E.P.A.).

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA.- Anuarios de Estadística Minera.

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y URBANISMO.- Dirección General  
de Obras Hidráulicas. Aforos: Cuenca del  
Ebro.



MINISTERIO DE TRANSPORTES, TURISMO Y COMUNICACIONES.-

Atlas Climático de España. Madrid 1983.

MINISTERIO DE TRANSPORTES, TURISMO Y COMUNICACIONES.-

Climatología de España y Portugal. Font.

Tullot. I. Madrid 1983.

PRESIDENCIA DEL GOBIERNO.- Norma Sismorresistente PDS-1 (1974).

SALVAT, S.A.- DE EDICIONES PAMPLONA.- Conocer España, 1986.

**ANEJO.- PLANOS DE SITUACION**

**PLANO N° 1.- ESTRUCTURA EN FICHAS-INVENTARIO  
Y LISTADO  
(E: 1/200.000)**

# LA RIOJA



## LEYENDA

	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )		
	≤ 5.000	5.000 - 50.000	≥ 50.000
ESCOMBRERAS	Activos	●	◆
	Paradas y abandonadas	○	◇
BALSAS	Activos	▲	★
	Paradas y abandonadas	△	☆
Conjunto de varias estructuras	○		

DEBILADO	 Instituto Tecnológico Geomínero de España	CLAVE
FECHA 1989		PROYECTO INVENTARIO DE BALSAS Y ESCOMBRERAS MINERAS
COMPROBADO		PLANO Nº 1
AUTOR		
ESCALA 1:200.000		
CONSULTOR	EAT	