



Instituto Tecnológico  
GeoMinero de España

# INVENTARIO NACIONAL DE BALSAS Y ESCOMBRERAS

## SORIA

TOMO I  
MEMORIA Y PLANOS



MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

AÑO 1.989

01043

INVENTARIO NACIONAL DE  
BALSAS Y ESCOMBRERAS  
SORIA.

Este trabajo forma parte del INVENTARIO NACIONAL DE BALSAS Y ESCOMBRERAS, realizado por el INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA por las empresas E.A.T., S.A., GEOMECANICA, S.A. y SOCIMEP.

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

Por el I.T.G.E.:

D. José María Pernía Llera  
*Ingeniero de Minas*  
*Director del Estudio*

D. Eduardo Fernández Abiega  
*Ingeniero Técnico de Minas*

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

D. José Luis Sanz Contreras  
*Ingeniero de Minas*

D. Luis Angel García Varela  
*Ingeniero Técnico de Minas*

D<sup>a</sup>. M<sup>a</sup> Lourdes Calvo Peinado  
*Ingeniero Técnico de Minas*

Se agradece la colaboración prestada por la Sección de Minas de la Delegación Territorial de Economía y Hacienda de Soria, así como, a todas las personas responsables de las Empresas Mineras que han hecho posible la realización de este Estudio.

INVENTARIO NACIONAL DE BALSAS Y ESCOMBRERAS

SORIA

TOMO 1

MEMORIA Y PLANOS DE SITUACION

TOMO 2

ANEJO N<sup>o</sup> 1.- LISTADO DE ESTRUCTURAS

ANEJO N<sup>o</sup> 2.- FICHAS DEL INVENTARIO

# INVENTARIO NACIONAL DE BALSAS Y ESCOMBRERAS

## SORIA

### INDICE

#### MEMORIA

#### Pags.

1. INTRODUCCION	1
1.1. Objeto y contenido del estudio.	1
1.2. Metodología.	3
2. MARCO SOCIOECONOMICO	20
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.	25
3. MEDIO FISICO	30
3.1. Morfología.	30
3.2. Hidrología.	32
3.2.1. Superficial.	32
3.2.2. Subterránea.	34
3.3. Sismología.	38

3.4. Climatología.	41
3.4.1. Temperaturas.	41
3.4.2. Precipitaciones.	43
3.4.3. Insolación.	46
3.4.4. Vientos.	49
3.4.5. Síntesis climatológica.	49
4. SINTESIS GEOLOGICA.	52
5. ANALISIS DE LA ACTIVIDAD MINERA.	61
6. ESTRUCTURAS RESIDUALES MINERAS.	75
6.1. Características generales.	75
6.2. Resumen estadístico.	77
6.2.1. Tipos de minería.	77
6.2.2. Tipos de estructuras.	80
6.2.3. Estado de las estructuras.	81
6.2.4. Tipos de terreno ocupado.	82
6.2.5. Tipología de las estructuras.	83
6.2.6. Sistemas de vertido.	84
6.2.7. Alturas de las estructuras.	85
6.2.8. Volumen.	86
6.2.9. Taludes de los estériles.	87
6.2.10. Tamaño de los residuos.	88

7. CONDICIONES DE ESTABILIDAD.	89
8. ANALISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL.	96
8.1. Criterios generales.	96
8.2. Evaluación global del impacto.	97
8.3. Evaluación de las condiciones de implantación.	105
9. REUTILIZACION DE ESTRUCTURAS.	123
9.1. Utilidad de los residuos almacenados.	124
9.2. Utilidad del espacio físico ocupado.	125
10. CONSIDERACIONES ESPECIALES EN CASOS SINGULARES.	128
11. PROPUESTA DE ACTUACION.	140
11.1. Problemas de estabilidad en escombreras mineras.	140
11.2. Problemas de estabilidad en balsas.	141
11.3. Medidas correctoras de alteraciones ambientales en escombreras y balsas.	142
12. RESUMEN Y CONCLUSIONES.	147
13. BIBLIOGRAFIA.	154

PLANOS

Nº 1.- SITUACION ESTRUCTURAS LISTADAS CON FICHA.

Nº 2.- SITUACION ESTRUCTURAS LISTADAS SIN FICHA.

ANEJOS

ANEJO Nº 1.- LISTADO.

ANEJO Nº 2.- FICHAS.

MEMORIA

## 1. INTRODUCCION

El estudio-inventario de la provincia de Soria, es continuación de la labor iniciada en el año 1984 por el INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA, hoy INSTITUTO TECNOLOGICO GEOMINERO DE ESPAÑA, con el objetivo primordial de realizar un Inventario Nacional de Balsas y Escombreras con datos actuales.

Los trabajos relativos a Soria, se realizan dentro de una tercera fase de presupuesto administrativo, y con una metodología ya apuntada en la realización de otras provincias.

### 1.1. Objeto y contenido del estudio

En este estudio se pretende recoger la información básica sobre la localización, origen y evolución de los residuos mineros dentro de Soria, y su posterior informatización a efectos de facilitar una consulta rápida y eficaz. Esto, permitirá disponer de una información actualizada y conjunta sobre las estructuras de residuos mineros y la consiguiente evolución de los mismos en el tiempo.

Los trabajos específicos a realizar para el objetivo indicado, 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 sobre 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 y según el modelo de los inventarios en curso.
- 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 ha realizado 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 volúmen aproximado en el momento de la visita
- Las coordenadas U.T.M.
- El tipo de material depositado

Con las mencionadas fichas se adjunta la lista de códigos que han sido utilizados para cumplimentar sus distintos apartados y que figura al final de este epígrafe. 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 - 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 las 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 estructura de la siguiente forma:

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



AÑO INICIAL ④ \_\_\_\_\_

AÑO FINAL ⑤ \_\_\_\_\_

AÑOS DE INVENT. ⑥ \_\_\_\_\_

PROPIETARIO EMPRESA ⑦ \_\_\_\_\_

DENOMINACION ⑧ \_\_\_\_\_ PROV. ⑨ \_\_\_\_\_

MUNICIPIO ⑩ \_\_\_\_\_ PARAJE ⑪ \_\_\_\_\_

MINERIA

TIPO ⑫ \_\_\_\_\_

ZONA MINERA ⑬ \_\_\_\_\_

MENA ⑭ \_\_\_\_\_

COORDENADAS U.T.M.

HUSO ⑮ \_\_\_\_\_ x \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_ z \_\_\_\_\_ TIPO DE TERRENO ⑰ \_\_\_\_\_  
 LONGITUD (m) ⑲ \_\_\_\_\_ ANCHURA (m) ⑳ \_\_\_\_\_ ALTURA (m) ㉑ \_\_\_\_\_ TALUDES (°) ㉒ \_\_\_\_\_

VOLUMEN (m<sup>3</sup>) ㉔ \_\_\_\_\_ VERTIDOS (m<sup>3</sup>/año) ㉕ \_\_\_\_\_

TIPOLOGIA ㉖ \_\_\_\_\_

IMPLANTACION

EMPLAZAMIENTO ㉗ \_\_\_\_\_

PRE. TERRENO ㉘ \_\_\_\_\_ AGUAS EXT. ㉙ \_\_\_\_\_

TRATAMIENTO ㉚ \_\_\_\_\_ N. FREATICO ㉛ \_\_\_\_\_

SUSTRATO

NATURALEZA ㉜ \_\_\_\_\_

ESTRUC. ㉝ \_\_\_\_\_ FRACTURACION ㉞ \_\_\_\_\_

PERMEAB. ㉟ \_\_\_\_\_ GRADO DE SISMIC. ㊱ \_\_\_\_\_

RECUBRIMIENTO

NATURALEZA ㊲ \_\_\_\_\_

POTENCIA (m) ㊳ \_\_\_\_\_ RESISTENCIA ㊴ \_\_\_\_\_

PERMEAB. ㊵ \_\_\_\_\_

ESCOMBRERAS

TIPO DE ESCOMB. (Litología) ㊶ \_\_\_\_\_ TAMAÑO ㊷ \_\_\_\_\_ FORMA ㊸ \_\_\_\_\_ ALTERAB. ㊹ \_\_\_\_\_ SEGREG. ㊺ \_\_\_\_\_ COMPACIDAD IN SITU ㊻ \_\_\_\_\_

BALSAS. DIQUE INICIAL LONGITUD ㊼ \_\_\_\_\_ ANCHO BASE ㊽ \_\_\_\_\_ ANCHO CORON. ㊾ \_\_\_\_\_ ALTURA ㊿ \_\_\_\_\_ TALUD (°) ㋀ \_\_\_\_\_ SISTEMA REC. ㋁ \_\_\_\_\_ MURO SUCCESIVO ㋂ \_\_\_\_\_

NATURALEZA ㋃ \_\_\_\_\_

BALSAS. LODOS GRANULOMETRIA \_\_\_\_\_

NATURALEZA ㋄ \_\_\_\_\_ PLAYA ㋅ \_\_\_\_\_ BALSA ㋆ \_\_\_\_\_ CONSOLID. ㋇ \_\_\_\_\_

SISTEMA DE VERTIDO ㋈ \_\_\_\_\_

VELOCIDAD DE ASCENSO (cm/año) ㋉ \_\_\_\_\_

PUNTO DE VERTIDO ㋊ \_\_\_\_\_

TRATAMIENTO ㋋ \_\_\_\_\_

DRENAJE ㋌ \_\_\_\_\_

RECUPERACION DE AGUA ㋍ \_\_\_\_\_

SOBRENADANTE ㋎ \_\_\_\_\_

DEPURACION ㋏ \_\_\_\_\_

ESTABILIDAD. EVALUACION CUALITATIVA ㋐ \_\_\_\_\_ COSTRAS ㋑ \_\_\_\_\_

PROBLEMAS OBSERVADOS ㋒ \_\_\_\_\_

EROS. SUP. ㋓ \_\_\_\_\_ SOCAY. PIE ㋔ \_\_\_\_\_ ASENT. ㋕ \_\_\_\_\_

IMPACTO AMBIENTAL. ㋖ \_\_\_\_\_

PAISAJE NUMO POLY. VEG. ㋗ \_\_\_\_\_ AGUAS SUP. ACUIF. ㋘ \_\_\_\_\_

ZONA DE AFECION ㋙ \_\_\_\_\_

ACCIDENTES, AÑOS ㋚ \_\_\_\_\_

RECUPERACION ㋛ \_\_\_\_\_

DESTINO ㋜ \_\_\_\_\_

LEY ㋝ \_\_\_\_\_

CALIDAD OTROS USOS ㋞ \_\_\_\_\_

ABANDONO Y USO ACTUAL

NAT. VEG. \_\_\_\_\_ OTRAS \_\_\_\_\_

PROTECCIONES ㋟ \_\_\_\_\_

USO ACTUAL ㋠ \_\_\_\_\_

OBSERVACIONES (máx.: 240 caracteres) \_\_\_\_\_

Evaluación minera: (máx.: 160 caracteres) \_\_\_\_\_

Evaluación ambiental: (máx.: 160 caracteres) \_\_\_\_\_

Evaluación geotécnica: (máx.: 160 caracteres) \_\_\_\_\_

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. Infiltración natural: I. Drenaje por chimenea: C. Aliviadero: 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: Desección: D. Oxidación: O. Ignición: I. No existen: N.
70. PROBLEMAS OBSERVADOS: Alto: A. Medio: M. Bajo: B. No existen: 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.

▪ 32,37,41

MATERIAL

CODIFICACION

Aluvión	ALUVIO
Conglomerados	CONGLO
Gravas, cantos, cascajo, morrillo	GRAVAS
Arenas	ARENAS
Arenas y Gravav	AREGRA
Areniscas - Toscos	ARENIS
Calcarenitas. Albero	CALCAR
Calizas	CALIZA
Calizas Fisuradas	CALIFI
Calizas Karstificadas	CALIKA
Calizas Porosas	CALIPO
Calizas Dolomíticas	CADOLO
Margas	MARGAS
Margo calizas	MARCAL
Dolomías	DOLOMI
Carniolas	CARNIO
Cuarcitas	CUARCI
Pizarras	PIZARR
Pizarras silíceas	PIZASI
Lavas	LAVAS
Cenizas	CENIZA
Pórfidos	PORFID
Pórfidos Básicos	PORBAS
Pórfidos Acidos	PORACI
Aplitas y Pegmatitas	APLIPE
Plutónicas Acidas	PLUACI
Plutónicas Básicas	PLUBAS
Esquistos	ESQUIS
Mármoles	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

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
Feldespato	FD	Yeso	YE
Fosfatos	FS	Otros prod. de cant.	OC
		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

Soria, perteneciente a la Comunidad autónoma de Castilla-León, tiene una extensión de 10.287 Km<sup>2</sup> y 97.734 habitantes, lo que representa el 10,92% de la superficie de aquella Comunidad y el 3,78% de su población.

Es la provincia de más bajo nivel productivo, entre las nueve de la citada Comunidad.

A nivel estatal, Soria ocupa el 2,06% del territorio y el 2,54% de la población, figurando el último lugar entre las 50 provincias por su producción.

La economía provincial, se basa fundamentalmente en la agricultura, ganadería y aprovechamientos forestales. La industria, escasamente desarrollada, se reduce a la derivada de la producción agropecuaria y maderera.

### 2.1. Evolución demográfica

La población soriana presenta un desarrollo claramente regresivo iniciado en la década de los cincuenta y que continua hasta el presente, como reflejan los datos del cuadro 2.1-1.

El descenso demográfico alcanza su máximo en la década de los sesenta, a causa de la alta emigración, proceso atenuado en los decenios siguientes por la crisis económica general, pero que, si bien con menores tasas, continúa hasta el presente.

Como consecuencia de este acusado despoblamiento, han desaparecido numerosos núcleos; la población presenta un notable envejecimiento, que unido a lo escaso del sector infantil, agudiza la situación de crisis poblacional.

Aunque no existe prácticamente población diseminada, aquella se agrupa en núcleos muy pequeños; actualmente más de la tercera parte de los 183 municipios segovianos, tienen menos de cien habitantes, rebasando los 2.000 habitantes solo la capital.

Esta, es prácticamente la única entidad de población que presenta tendencia, aunque débil, al crecimiento, habiéndose incrementado su población en los últimos diez años en 3.527 habitantes hasta alcanzar los 31.144 habitantes que tiene en la actualidad.

CUADRO 2.1-1 EVOLUCION DEMOGRAFICA

AÑO	SORIA			COMUNIDAD AUTONOMA			ESTADO		
	Habitantes	Tasa crecito. anual (%)	Hab/Km <sup>2</sup>	Habitantes	Tasa crecito. anual (%)	Hab/Km <sup>2</sup>	Habitantes	Tasa crecito. anual (%)	Hab/Km <sup>2</sup>
1900	150.462	0,04	14,63	2.351.943	0,24	24,97	18.830.649	0,78	37,3
1920	151.595	0,30	14,74	2.467.214	0,43	26,19	22.012.663	1,83	43,6
1930	156.207	0,23	15,18	2.575.131	0,66	27,34	24.026.571	0,94	47,5
1940	159.824	0,08	15,54	2.750.896	0,48	29,20	26.386.854	0,66	52,2
1950	161.182	-0,91	15,67	2.884.540		30,62	28.172.268	0,89	55,7
1960	147.052	-2,43	14,29	2.916.116		30,96	30.776.935	1,01	60,9
1970	114.956	-1,74	11,17	2.668.289		28,33	34.041.531	1,13	67,4
1975	105.308	-0,74	10,24	2.563.351		27,21	36.012.702	0,76	7,13
1981	100.719	-0,60	9,79	2.583.141		27,42	37.682.355	0,42	74,6
1986	97.734		9,50	2.582.327		27,42	38.473.418		76,1

Fuente : Censos de población. INE.

## 2.2. Actividad económica

### 2.2.1. Población activa.

La evolución de la población activa en el último quinquenio, figura en el cuadro 2.2-1, donde también se recogen, a efectos comparativos los datos correspondientes al conjunto de la C. Autónoma y del Estado.

	Población	Activos	Tasa de actividad (%)	Ocupados	Índice de empleo (%)	En paro	Índice de paro (%)
<u>1981:</u>							
Soria	80,1	33,2	41,4	30,3	91,3	2,9	8,7
C. Autónoma	1.964,1	845,4	43,0	747,6	88,4	97,7	11,6
Estado	27.332,9	12.797,0	46,8	10.724,6	83,8	2.072,4	16,2
<u>1986:</u>							
Soria		32,6		29,4	90,2	3,2	9,8
C. Autónoma		931,0		765,7	82,2	165,3	17,8
Estado		13.904,8		10.961,3	78,8	2.943,5	21,2

Fuente : Censos de población y EPA del INE.

CUADRO 2.2-1 POBLACION ACTIVA Y EN PARO (MILES DE PERSONAS > 16 AÑOS)

La baja tasa de actividad de la provincia en relación con las de la C. Autónoma y Estado, es consecuencia del envejecimiento de la población anteriormente señalado.

El índice de paro, se mantiene relativamente reducido a

costa de la fuerte emigración y gracias al carácter, eminentemente agropecuario, de la economía provincial.

Por sectores de actividad, la distribución del empleo muestra desde 1970 un importante incremento de la participación de los sectores industrial y de los servicios, que sin embargo, siguen manteniéndose en porcentajes sensiblemente inferiores a los de

SECTOR	1970	1981	1986		
	Soria	Soria	Soria	C. Autónoma	Estado
Agricultura	44,25	30,65	29,13	24,18	15,53
Industria	15,61	19,68	20,06	20,18	24,50
Construcción	6,18	8,21	8,09	10,35	9,63
Servicios	33,96	41,46	42,72	45,29	50,34

Fuente: Censos de población y EPA del INE.

#### CUADRO 2.2-2 EVOLUCION DE LA DISTRIBUCION POR SECTORES DE LA POBLACION ACTIVA (%)

la media estatal, debido a la baja industrialización y al importante peso que aun representa el sector primario.

### **2.2.2. Producto interior**

La actividad económica, provincial y su situación dentro de la C. Autónoma de Castilla-León, y el conjunto estatal, puede caracterizarse por la evolución de los valores del VAB y Renta Interior en los últimos años, según los datos recogidos en el Cuadro 2.2-3.

Estos, reflejan una participación de los valores indicados, en los totales estatal y C. Autónoma, inferior al porcentaje de población, indicativo de la debilidad de la economía provincial, en clara recesión durante el período 1975-81, si bien a partir de esta fecha, la mejoría de los índices señalados parecen indicar una cierta recuperación respecto a la media estatal y de la C. Autónoma.

### **2.2.3. Sectores de actividad**

La evaluación de la distribución sectorial del VAB en el período 1975-83, se recoge en el cuadro 2.2-4.

	1983					1981					1975				
	Estado	C. Auton.	Soria	% s/	% s/	Estado	C. Auton.	Soria	% s/	% s/	Estado	C. Auton.	Soria	% s/	% s/
				C. A.	Est.				C.A	Est.				CA	Est.
Población (a 1ª Julio)	38.550.401	2.547.595	99.500	3,91	0,26	37.814.796	2.584.246	100.546	3,89	0,27	35.515.184	2.552.449	105.604	4,14	0,30
VAB ( 10 <sup>6</sup> Ptas )	22.368.746	1.363.577	48.803	3,58	0,22	16.698.773	969.483	33.886	3,50	0,20	5.653.211	345.681	15.249	4,41	0,26
VAB/Hab (Ptas/Hab)	580.247	524.948	490.482	93,4	84,5	441.504	375.151	337.020	89,8	76,3	159.177	135.431	144.398	10,66	90,7
Renta Int.(10 <sup>6</sup> Ptas)	19.810.845	1.162.029	42.855	3,69	0,22	14.979.161	831.143	29.346	3,53	0,20	5.168.569	319.978	13.941	4,36	0,27
Renta p. cap.(Ptas/Hab)	513.897	4.475.357	430.704	96,3	83,8	397.365	321.619	291.886	90,8	73,5	146.001	125.361	132.012	9,04	105,3

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

CUADRO 2.2-3 EVOLUCION DEL VAB Y RENTA INTERIOR

	1983		1981		1975	
	10 <sup>6</sup> Pts	% s/total	10 <sup>6</sup> Pts	% s/total	10 <sup>6</sup> Pts	% s/total
Agricultura	7.260	14,88	4.001	11,81	4.918	32,25
Industria y construcción	13.667	28,00	11.242	33,18	3.822	25,06
Comercio y servicios	27.876	57,12	18.643	55,01	6.509	42,69
TOTAL	48.803	100,00	33.886	100,00	15.249	100,00

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

#### CUADRO 2.2-4 DISTRIBUCION SECTORIAL DEL VAB

En el período 1975-81 se produce un notable incremento del peso de los sectores industrial y de servicios, tendencia que se invierte en los últimos años para el primero de los sectores citados, que acusa un estancamiento indicativo de la debilidad industrial de la provincia.

La aportación por sectores a la producción y empleo (Cuadro 2.2-5), provinciales, muestra la importancia del sector primario, teniendo en cuenta que la industria está basada en lo que se deriva de la producción agropecuaria y forestal.

AÑO 1983	PROD. BRUTO (10 <sup>6</sup> Pts )	% s/total	V.A.B. (10 <sup>6</sup> Pts)	% % s/total	VAB/P.B. %	Nº empleos	% s/total	VAB/empleo ( 10 <sup>3</sup> Pts )
Agricultura	17.378	19,45	7.260	14,88	41,8	8.915	25,65	814
Industria	28.314	31,70	9.782	20,04	34,6	8.596	24,74	1.138
Construcción	8.264	9,25	3.885	7,96	47,0	2.723	7,84	1.427
Servicios	35.368	39,60	27.876	57,12	78,8	14.516	41,77	1.920
TOTAL	89.324	100,-	48.803	100,-	54,6	34.750	100,-	1.404

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

CUADRO 2.2-5 APORTACION POR SECTORES A LA PRODUCCION Y EMPLEO

Refiriéndonos en concreto al campo de la minería la producción en la provincia de Soria está basada fundamentalmente en las explotaciones metálicas de hierro y en las extracciones de rocas industriales para su consumo en las actividades de los sectores de la construcción, siderometalúrgico, químico o agrícola.

Su aportación a la economía provincial, es relativamente baja, motivado, en gran medida, por factores directos como son: la constante regresión de los valores de la densidad de población, la gran atomización de los puntos de extracción con apertura y cierre de canteras y arcilleras en función de situaciones coyunturales, la escasa tecnificación de los medios utilizados, etc.

Ello da como resultado, un constante descenso en el empleo y una minería poco competitiva, con un mercado muy estricto y condicionado.

### 3. MEDIO FISICO

#### 3.1. Morfología

La provincia de Soria viene limitada al N. por las sierras mesozoicas de Urbión y Ceboitera, que arrancando del macizo paleozoico de la sierra de la Demanda, constituyen el tramo occidental del Sistema Ibérico, que cierra el NO de la provincia en el macizo del Moncayo.

Esta zona montañosa en el norte soriano configura la región natural de la tierra de Cameros (Figura 3.1-1) en la que se encuentran las cimas más elevadas de la provincia todas ellas superando ampliamente los 2.000 m (Urbión 2.228 m, Torruco 2.141 m y Moncayo 2.315 m).

Sobre una estrecha franja a lo largo del límite sur de la provincia se encuentran las Parameras sorianas, región natural que linda al N con los materiales terciarios de la fosa de Almazán y al S con la sierra de Pela, Altos de Barahona y Sierra ministra.

Topográficamente esta zona se encuentra entre los 1.000 m y los 1.200 m constituyendo la soldadura de la Iberica y el Sistema Central.

En el límite oeste de la provincia, el Sistema Ibérico presenta

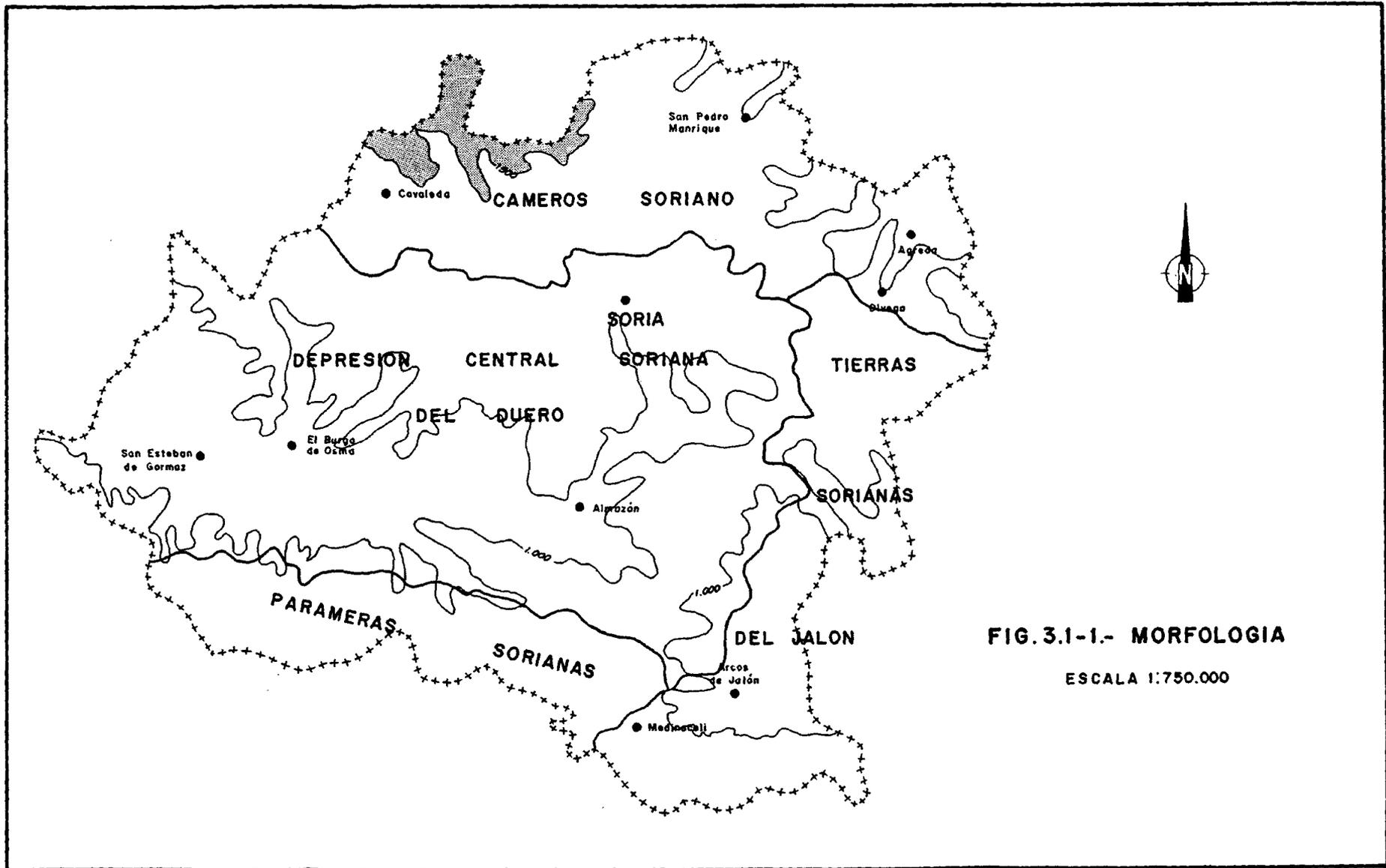


FIG. 3.1-1.- MORFOLOGIA

ESCALA 1:750.000

una disposición estructural con dirección dominante NO-SE. El río Jalón corta perpendicularmente esta barrera litológica, circulando por estas zonas en cotas inferiores a los 800 m, mientras el Duero está próximo a los 1.000 m. Esto hace que la erosión regresiva de los afluentes del Jalón, sea mucho más intensa que la del Duero, y va extendiendo su cuenca progresivamente, ganando terreno dentro de la provincia de Soria, en lo que se puede considerar la región natural de las tierras del Jalón.

Enmarcado por las regiones naturales anteriores la depresión del Duero ocupa toda el área del centro y este de la provincia constituyendo una región natural de topografía homogénea en el conjunto de materiales terciarios que sirven de enlace entre los páramos de la submeseta septentrional y las fosas de Calatayud y Teruel. Las pendientes son suaves y se prolongan en las terrazas fluviales del Duero y sus afluentes.

### **3.2. Hidrología**

#### **3.2.1. Superficial**

El territorio soriano está ocupado, en su mayor parte, por la cuenca alta del Duero enmarcada en los bordes nororiental y suroriental de la provincia, por la cuenca del Ebro.

El Duero nace en la vertiente soriana de los Picos de Urbión

a unos 2.000 m de altitud atravesando la mitad septentrional con trayectoria O-E, girando a dirección N-S en Garray, hasta alcanzar Almanzan, donde gira de nuevo para cruzar la mitad meridional de la provincia en dirección O-E describiendo un amplio semicírculo alrededor de la Sierra de Cabrejas antes de salir de la provincia a la cota 900.

El régimen de la red afluyente es pluvionival siendo las principales tributarios por la izquierda: el Revinuesa, regulado junto con el curso alto del Duero en el embalse de la Cuerda del Pozo (229 Hm<sup>3</sup>); el Tera que drena la vertiente sur de la sierra Cebollera; el Merdancho y el Rituerto, que conducen las aguas procedentes del NE y E de la provincia y finalmente los Morón, Talegones, Escalote, - Torete y río Pedro que drenan toda la franja meridional de aquélla.

Por la derecha afluyen al Duero los canales que drenan la vertiente norte y sur de la sierra de Cabrejas siendo los principales el Ebrillo que confluye en el embalse de la Cuerda del Pozo antes citado, y el Izana, Ucero y Rejas en la vertiente meridional de la sierra de Cabrejas.

La vertiente soriana del Ebro drena hacia el N, la vertiente septentrional del tramo del sistema Iberico que atraviesa el NO de la provincia. La red está constituida fundamentalmente por las cabeceras de los ríos Cidacos, Alhama y sus afluentes Linares y Añamaja y finalmente el Queiles. Hacia el Este el río Jalón conduce hasta el Ebro las aguas del extremo SO de la provincia entre las laderas septentriona-

les de Sierra Ministra y las meridionales del Moncayo siendo sus afluentes principales en la cuenca soriana el Deza ó Henar, el Najema y el río Blanco.

La red hidrográfica provincial con delimitación de las cuencas y subcuencas principales se han recogido en la figura 3.2-1 y los datos más característicos de los regímenes de los ríos principales en el cuadro 3.2-1.

### 3.2.2. Subterránea

Las unidades hidrogeológicas y situación de manantiales se han indicado, junto a la estimación de sus recursos, en la figura 3.2-2 y corresponden a los Sistemas nº 8, 10 y 10 bis del "Mapa Hidrogeológico Nacional".

Al Sistema 8 pertenece la cuenca del Duero desde que penetra en la Meseta, siendo sus características hidrogeológicas todavía mal conocidas.

El Sistema 10 se compone de un conjunto de acuíferos, que trabajan en régimen kárstico, constituidos por calizas jurásicas y cretácicas, separadas por importantes paquetes de las formaciones continentales del Wealdense y Utrillas.

La potencia de los acuíferos de la zona norte es de 500

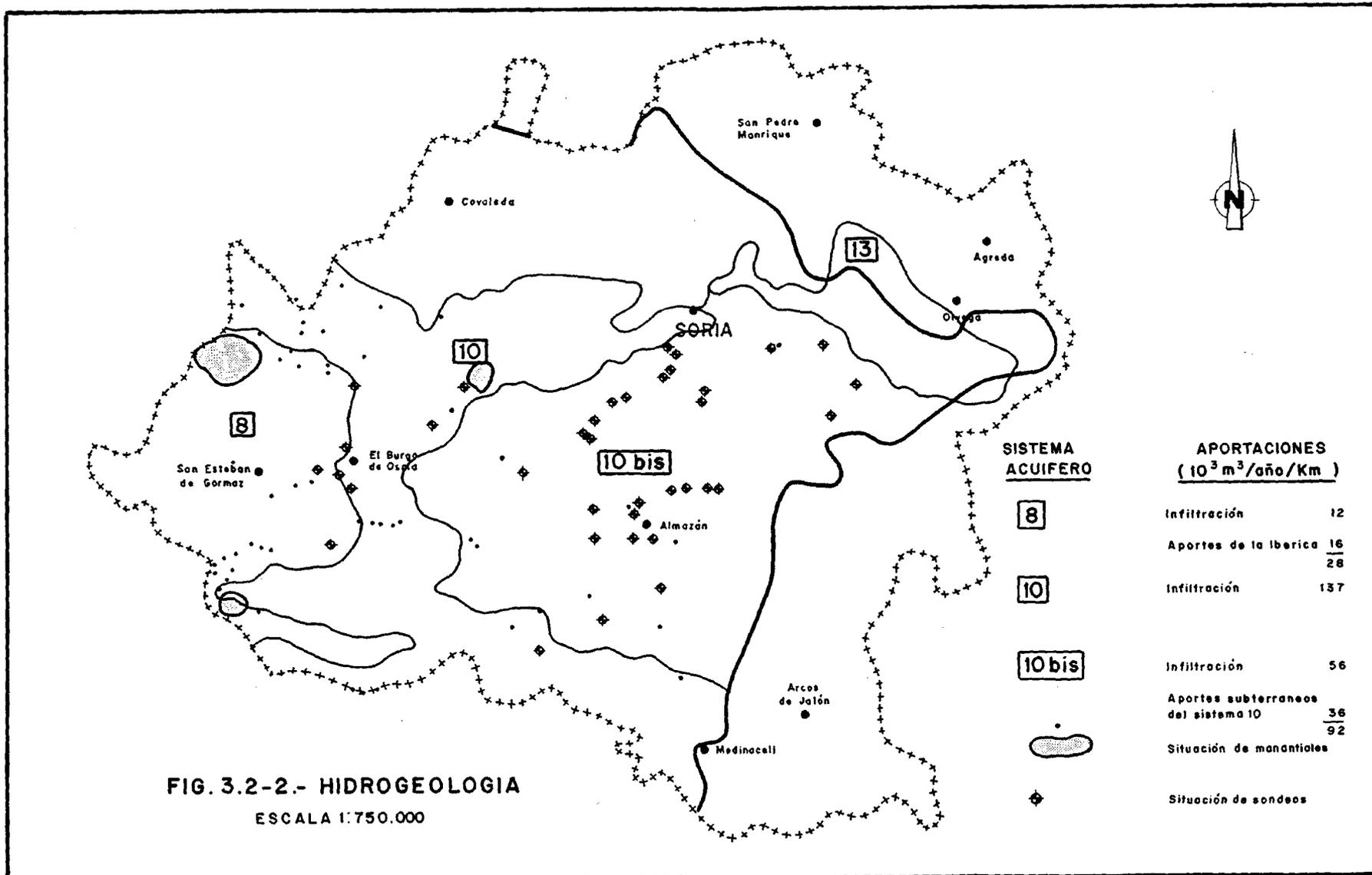


CUADRO 3.2-1.- REGIMEN DE CAUDALES

Cuenca Hidrograf.	RIO	Estación de Aforo (% s/cuenca total)	Sup/Cuenca Total Km <sup>2</sup> .	Nº de años registrados	Módulo medio (1) m <sup>3</sup> /s	Caudal específico l/s/Km <sup>2</sup>	Extremos diarios en el período	
							Mínimo m <sup>3</sup> /s	Máximo m <sup>3</sup> /s
DUERO	Revinuesa	Pte. Vinuesa (80,2)	157	15	2,28	18,12	0,00	32,6
"	Ucero	Osma (87,0)	1035	27	5,04	5,60	0,00	190,0
"	Duero	S.Esteban de G.	97620	55	22,26	3,43	0,60	413
EBRO	Cidacos	Janguas (32,2)	692	32	1,99	8,90	0,01	60,3
"	Linares	S.Pedro Manrique (28,8)	365	21	0,87	8,29	0,01	16,82
"	Añamaza	Devanos (47,2)	318	27	0,25	1,68	0,00	8,75
"	B <sup>a</sup> del Val	Los Fayos (100)	145	28	0,22	1,5	0,00	5,98
"	Qufiles	Tudela (100)	529	5	0,30	0,6	0,11	6,10
"	Deza	Embed de Ariza (81,8)	253	27	0,27	1,31	0,00	26,80
"	Najima	Manreal de Ariza (100)	466	22	0,57	1,2	0,00	52,10
"	Jalón	Cetina (16,5)	9718	52	2,61	1,63	0,00	249,00

(1) Media de los medios anuales en los años registrados.

Fuente: Aforos. Dirección General D. Hidráulicas. MOPU.



m, mientras que en la zona sur se puede cifrar en 600 m.

La Cubeta de Almazán, que integra el Sistema 10 bis, es un acuífero detrítico constituido por formaciones permeables de arenas, areniscas y conglomerados, englobadas en una matriz arcillosa y arcillo arenosa de naturaleza semipermeable, pudiendo considerarse como un acuífero único a pesar de su heterogeneidad.

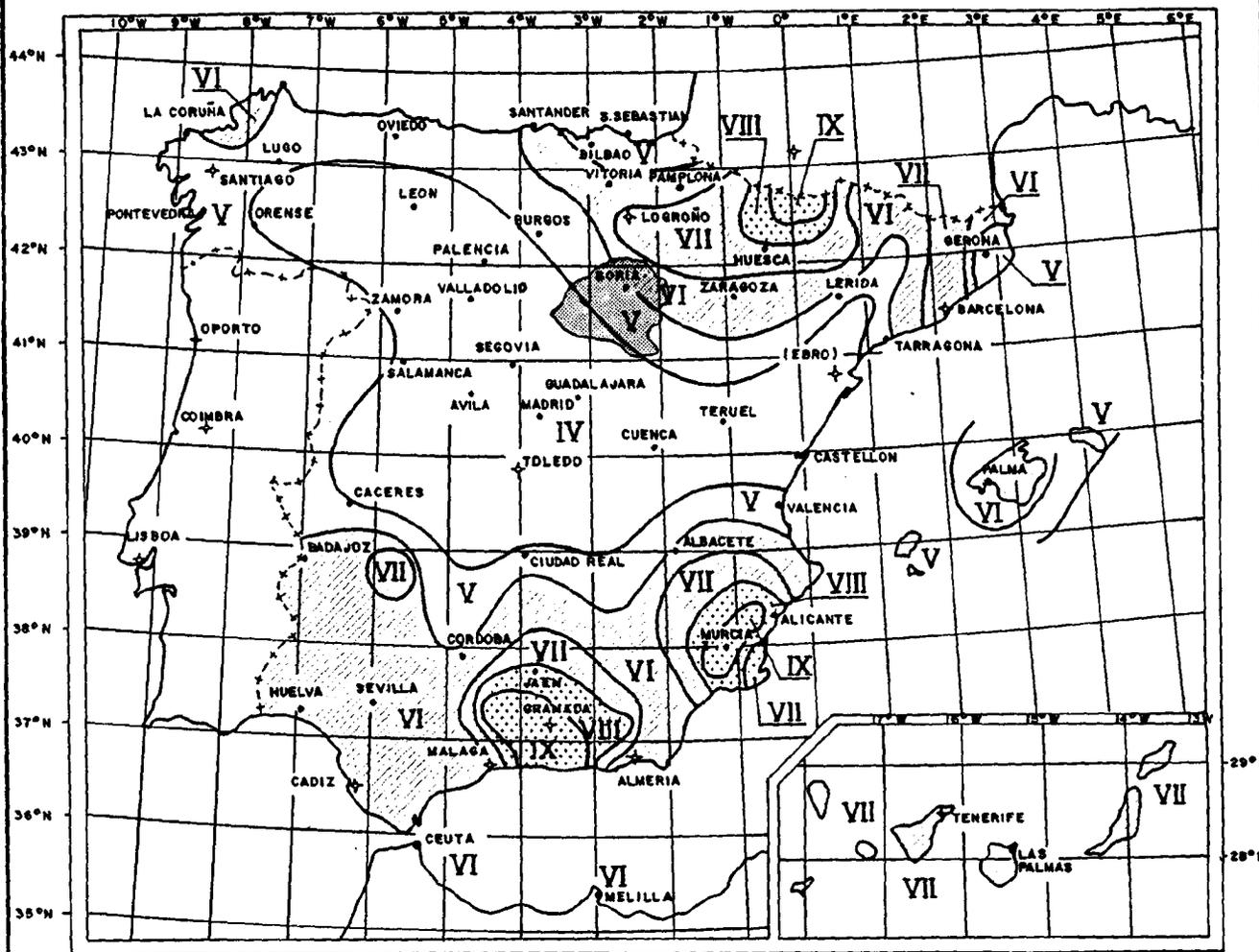
Este acuífero está hidrogeológicamente conectado con los materiales mesozoicos del Sistema 10 que lo bordea.

### 3.3. Sismología

Las isosistas que delimitan las áreas de grado sísmico IV, V y VI de la escala internacional atraviesan la provincia de Soria con trayectoria NO-SE de modo que toda la zona del NE correspondiente a las sierras del Sistema Ibérico y estribaciones queda comprendida en la "zona segunda" ( $VI < G < VII$ ) calificada como de intensidad media en la zonificación sísmica de España establecida por la Norma Sismorresistente P.D.S.-1 (1974) representada en la figura 3.3-1.

El resto de la provincia queda en la "zona primera" de intensidades bajas en dicha zonificación.

La reglamentación sismorresistente indicada prevé para las



20 0 20 100 Km.

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

FIG.33-1.- ZONIFICACION SISMICA DE ESPAÑA SEGUN NORMA PDS - 1 (1.974)

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

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

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

En las zonas de intensidad sísmica media como es el caso de las sierras del NE del territorio soriano, puede estudiarse el comportamiento dinámico de los diques de las balsas por métodos pseudoestáticos en los cuales no se consideran las sobrepresiones intersticiales provocadas por las acciones cíclicas, sin embargo, cuando se trata de diques formados por residuos, de baja permeabilidad, saturados y no compacta-

dos debe realizarse una comprobación de la estabilidad en tensiones totales.

En las zonas de intensidad sísmica baja, la normativa anteriormente citada, no prescribe la consideración de las acciones sísmicas sobre las estructuras a proyectar. En consecuencia, aquellas deberán contemplarse en su caso, solo para estructuras muy singulares por sus dimensiones y/o por la gravedad de los daños humanos y materiales, que se pudieran producir por colapso de la estructura.

### **3.4. Climatología**

La provincia de Soria se caracteriza climatológicamente por su clima continental extremado, con ciertas variaciones a lo largo del territorio, derivadas fundamentalmente de la actitud e influencia de los sistemas montañosos.

#### **3.4.1. Temperaturas**

La temperatura media anual (fig. 3.4-1) es creciente de O a E, variando entre los 8°C de las áreas montañosas del NO y S de la provincia y los 12°C de la vertiente del Ebro, en el límite provincial, donde la influencia mediterránea suaviza las hojas térmicas. En el resto de la provincia, a lo largo de las tierras bajas del valle del Duero, la media anual es de 10°C.

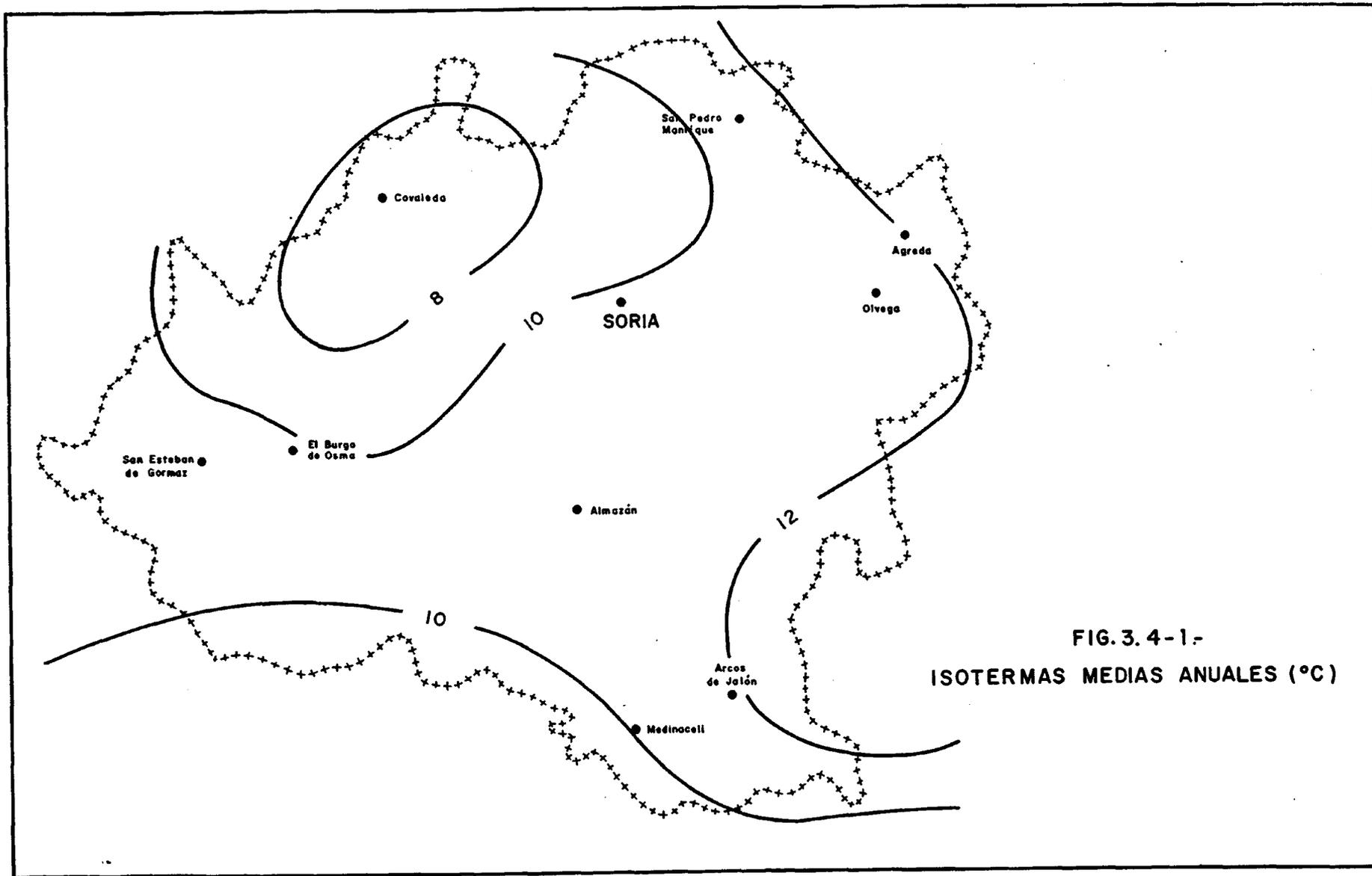


FIG. 3. 4-1-  
ISOTERMAS MEDIAS ANUALES (°C)

El contraste de temperaturas es muy acusado; así mientras en el mes de Julio se superan los 20º de temperatura media mensual, en Enero dicha temperatura es del orden de 0º (fig. 3.4-2).

El período medio anual con riesgo de heladas es muy dilatado, abarcando de Noviembre a Mayo y extendido en casos extremos de Octubre a Junio. Resulta así un número medio de 100 días de helada al año en la provincia, salvo en la vertiente del Ebro, donde la influencia mediterránea baja el número indicado a 60-80 días/año.

### **3.4-2 Precipitaciones**

Las precipitaciones mínimas corresponden a la vertiente mediterránea en el límite oriental de la provincia, siendo crecientes hacia poniente, propiciadas por la mayor influencia de los ciclones atlánticos.

El mapa de precipitaciones media anuales (fig. 3.4-3), refleja por otra parte la influencia de la altitud dándose las máximas provinciales en las sierras del N (Urbión) y NO (Moncayo), donde se superan respectivamente los 1000 mm y 800 mm. En la depresión del Duero la lluvia anual alcanza los 600 mm anuales, siendo la zona más seca al extremo SO donde no se alcanzan los 400 mm.

La distribución mensual de las precipitaciones, presenta un máximo principal en Noviembre y otro secundario en Marzo-Abril,

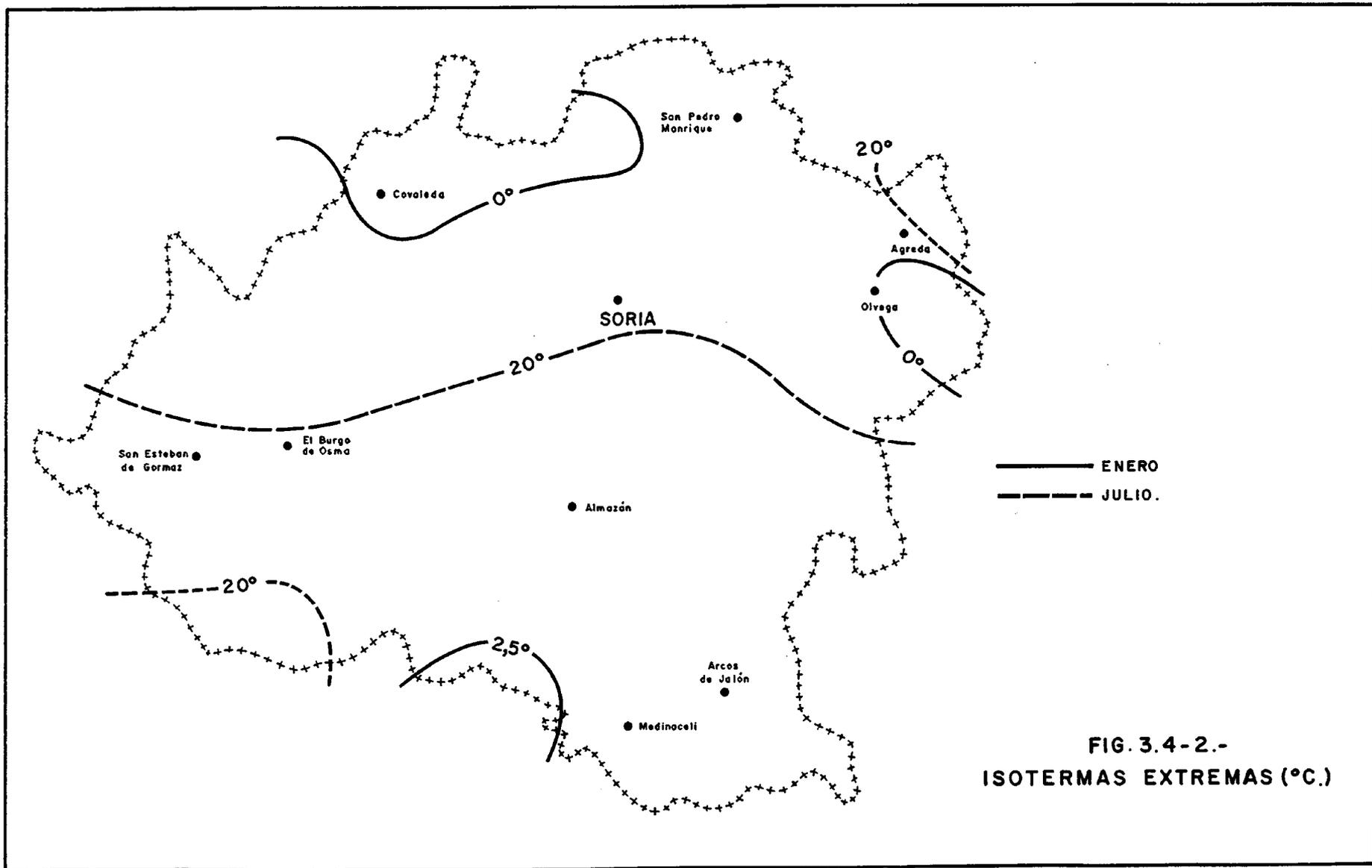


FIG. 3.4-2.-  
ISOTERMAS EXTREMAS (°C.)

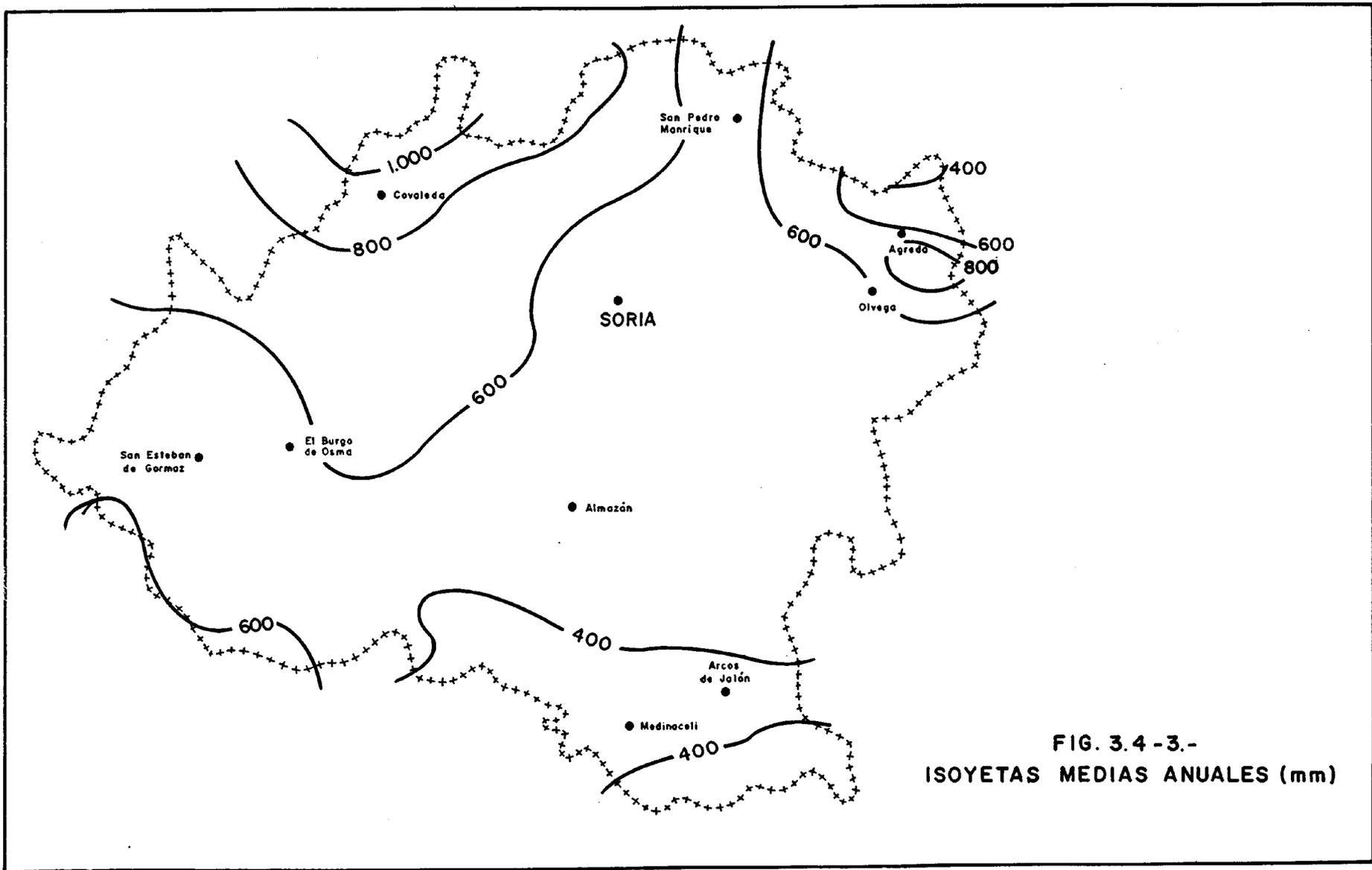


FIG. 3.4 -3.-  
ISOYETAS MEDIAS ANUALES (mm)

siendo Julio-Agosto el período más seco, donde la media de precipitación mensual no alcanza los 20 mm. Son frecuentes las precipitaciones de tipo tormentoso y granizadas, especialmente en verano.

En la figura 3.4-4 se representan las máximas en 24 h y período de recurrencia 100 años, que reflejan la baja torrencialidad general de las precipitaciones correspondiendo las mayores intensidades a la cuenca alta del Duero donde abundan los fenómenos tormentosos.

Las precipitaciones son de nieve como media entre 20 y 40 días/año en todo el tercio norte de la provincia (cuenca alta del Duero), mientras en el resto de la misma, la nieve aparece entre 10 y 20 días/año, salvo en la vertiente del Ebro, donde una vez más la influencia mediterránea suaviza los extremos climáticos, no alcanzando las precipitaciones nivales los 10 días al año.

### **3.4.3. Insolación**

La duración media anual de la insolación crece de NO a SE (fig. 3.4-5) entre los 2200 h/año (49,4% del máximo teórico) en las sierras del Urbión y las 2600 h/año (54,8%) en el SE sobre el valle del Jalón, siendo de 2400 h/año (52,1%) en la zona central (Valle del Duero) y Sur de la provincia.

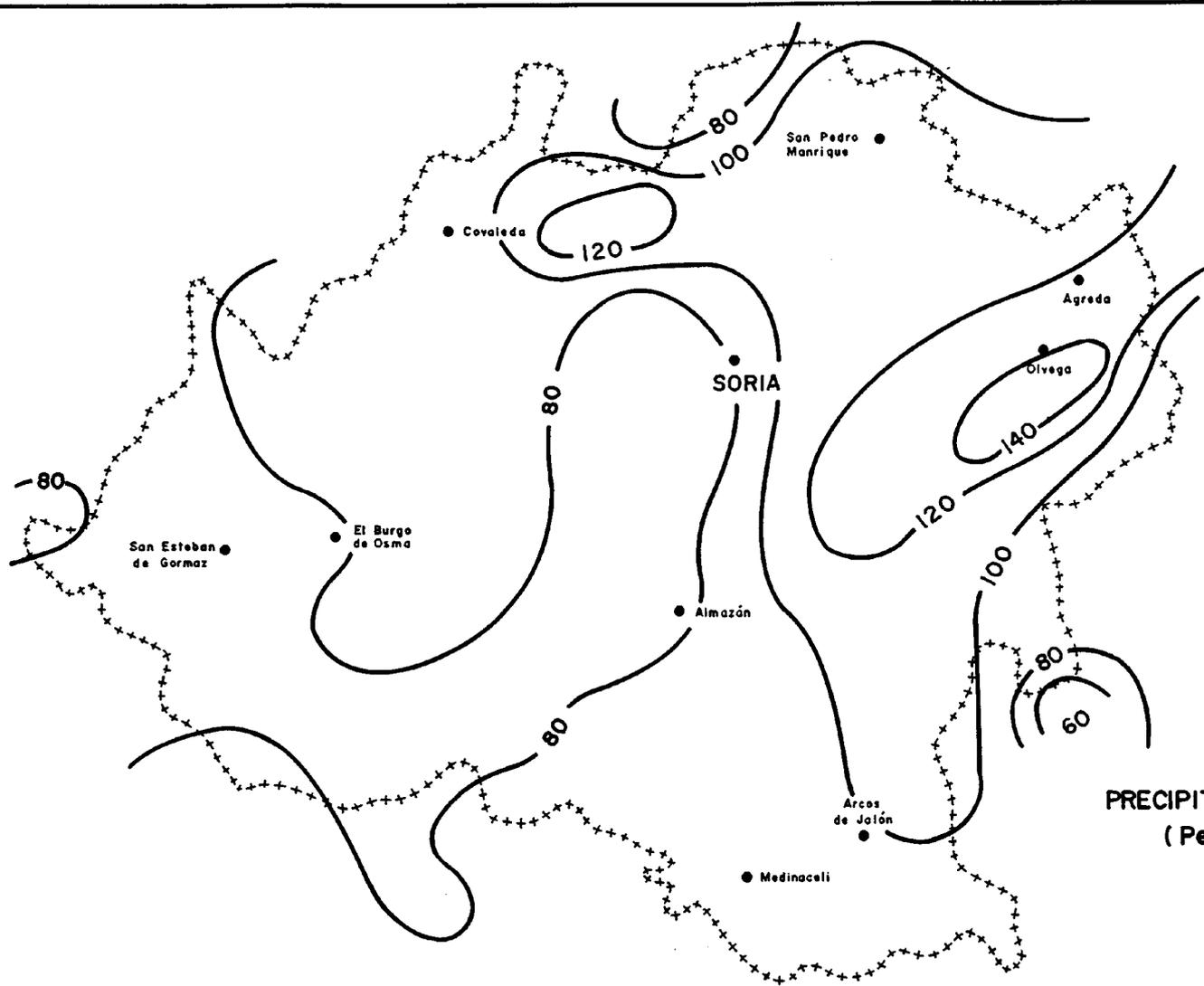


FIG. 3.4-4.-  
 PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS(mm)  
 (Periodo de retorno 100 años)

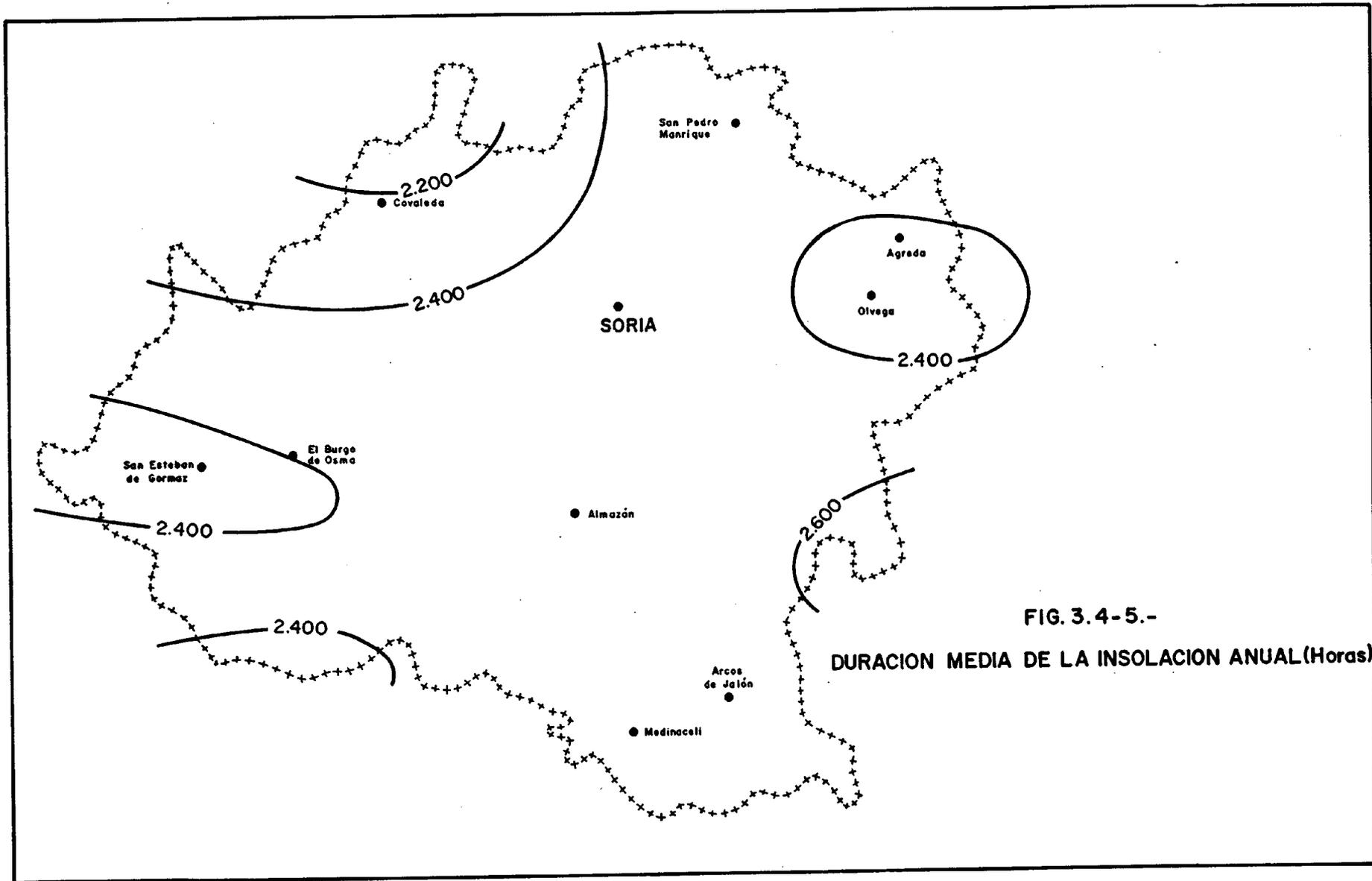


FIG. 3.4-5.-

DURACION MEDIA DE LA INSOLACION ANUAL (Horas)

#### **3.4.4. Vientos**

Los vientos predominantes son los del N y el O correspondiendo las máximas intensidades a la primavera con velocidades del orden de 50 Km/h. En la figura 3.4-6 se ha representado sobre el mapa provincial el recorrido medio del viento en Km/h, no alcanzándose en la provincia los 20 Km/h límite por encima del cual se considera una zona de carácter ventoso.

#### **3.4.5. Síntesis climatológica**

Las variaciones climáticas dentro de la provincia son poco acusadas, viniendo determinados por una parte, por la mayor influencia mediterránea (vertiente del Ebro) o atlántica (cuenca del Duero), y por otra parte por la distribución de altitudes.

El clima es extremado, con veranos cortos, calurosos y secos, e inviernos largos y muy fríos que se prolongan prácticamente nueve meses al año, haciéndose notar las estaciones intermedias sólo por el aumento de precipitaciones. Estas son irregulares y escasas, con un promedio anual en la provincia sobre los 500-600 mm/año, que caen principalmente en otoño y primavera y son prácticamente nulas en el período estival, donde ocurren mayormente en forma de tormentas y granizos.

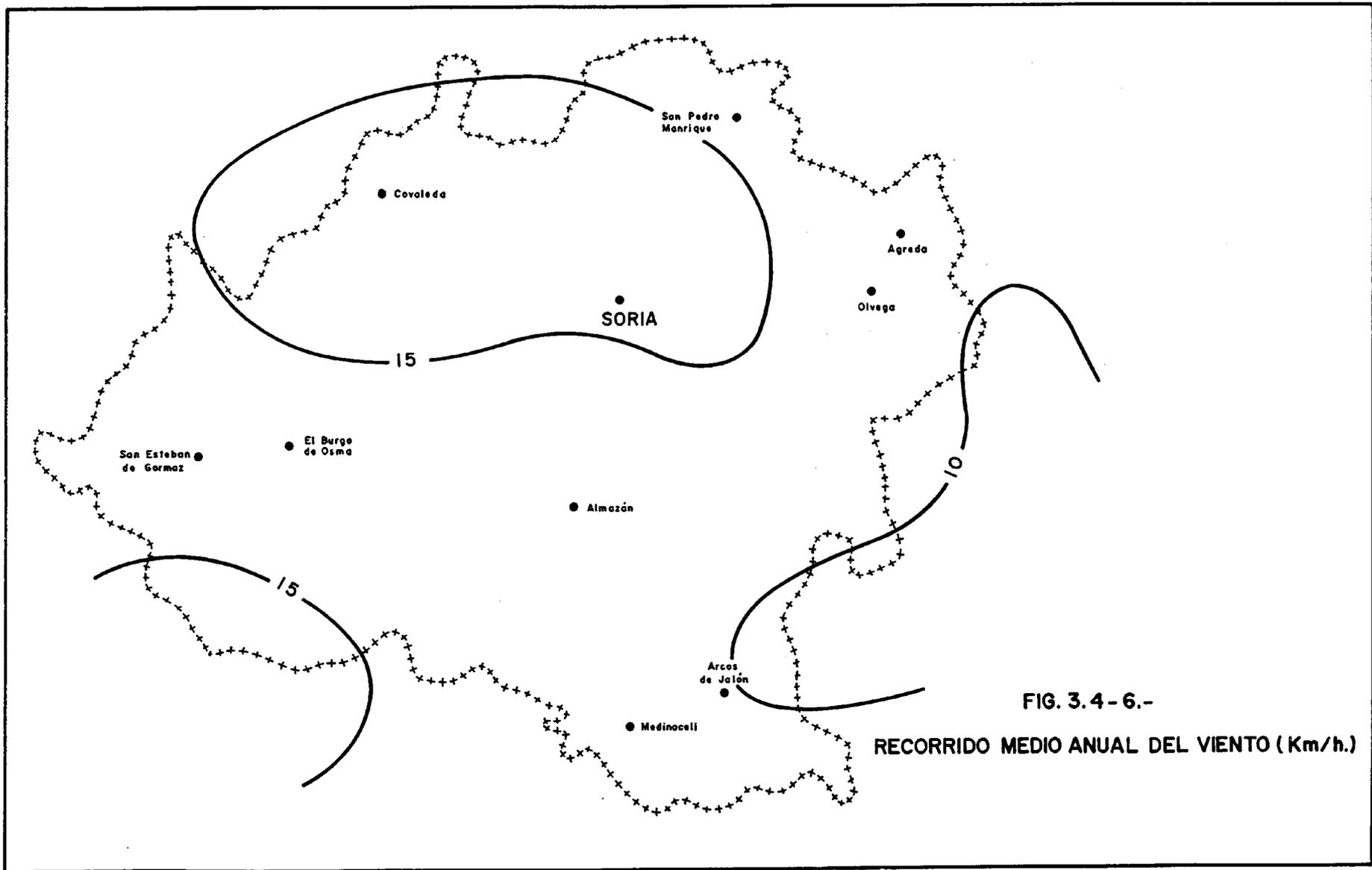


FIG. 3.4-6.-

RECORRIDO MEDIO ANUAL DEL VIENTO (Km/h.)

El rigor climático queda subrayado considerando los valores medios de 100 días de helada al año y más de 20 días de precipitaciones de nieve en la casi totalidad de la provincia.

Como conclusión de todo ello, las zonas de mayor pluviosidad y de fuertes pendientes topográficas suelen ser las más propicias a presentar potenciales problemas en las estructuras, del tipo erosivo o de lixiviación. En cambio, aquéllas áreas que son calificadas como de precipitación escasa: 400 a 600 mm/año, con pendientes suaves, proporcionan un menor riesgo de aparición de este tipo de problemas.

Los regímenes de caudales elevados sólo aparecen en la cuenca alta del Duero donde, por lo acusado de las pendientes allí donde exista una implantación de una estructura, podrían darse problemas derivados de la torrencialidad, como erosiones de pie, arrastres de materiales, etc.

Los vientos predominantes son los de componente N y O con valores medios que no superan los 15 Km/h por lo que su incidencia en la formación de polvo es baja. Sin embargo, no debe obviarse en aquéllas explotaciones con apreciable producción de finos.

#### 4. SINTESIS GEOLOGICA

##### Historia-Geológica

El Cámbrico comienza con una sedimentación marina, de carácter transgresivo hasta el Cámbrico medio y regresivo en el superior. Existe un plegamiento suave en el Cámbrico superior dando lugar a la discordancia Sarda.

A partir del Cámbrico, el Paleozóico no aflora, pareciendo existir una amplia laguna sedimentaria en la provincia.

El Triásico comienza con un Buntsandstein de características fluvio-costeras, iniciándose posteriormente la transgresión del Muschelkalk y terminando con los depósitos lagunares del Keuper.

El Jurásico empieza con una transgresión cuyo máximo se sitúa en el Toarciense. Es a partir de aquí cuando se inicia la regresión que da lugar a la sedimentación continental de las facies Weald (Malm superior-Cretácico inferior), si bien en el SE de la provincia, durante el Kimmeridgense, prosigue la sedimentación marina.

Ya durante el Cretácico medio y superior, con ambiente

marino, se empiezan a suceder suaves fases de plegamiento (Orogenia Alpina).

No es sino hasta el Paleógeno, cuando la deformación en la Cordillera Ibérica (con direcciones principales E-W y NW-SE) alcanza su máximo desarrollo.

Por último, la creación de los relieves desencadenó un violento ciclo de erosión, durante el Mioceno, formando las cuencas terciarias.

### Síntesis

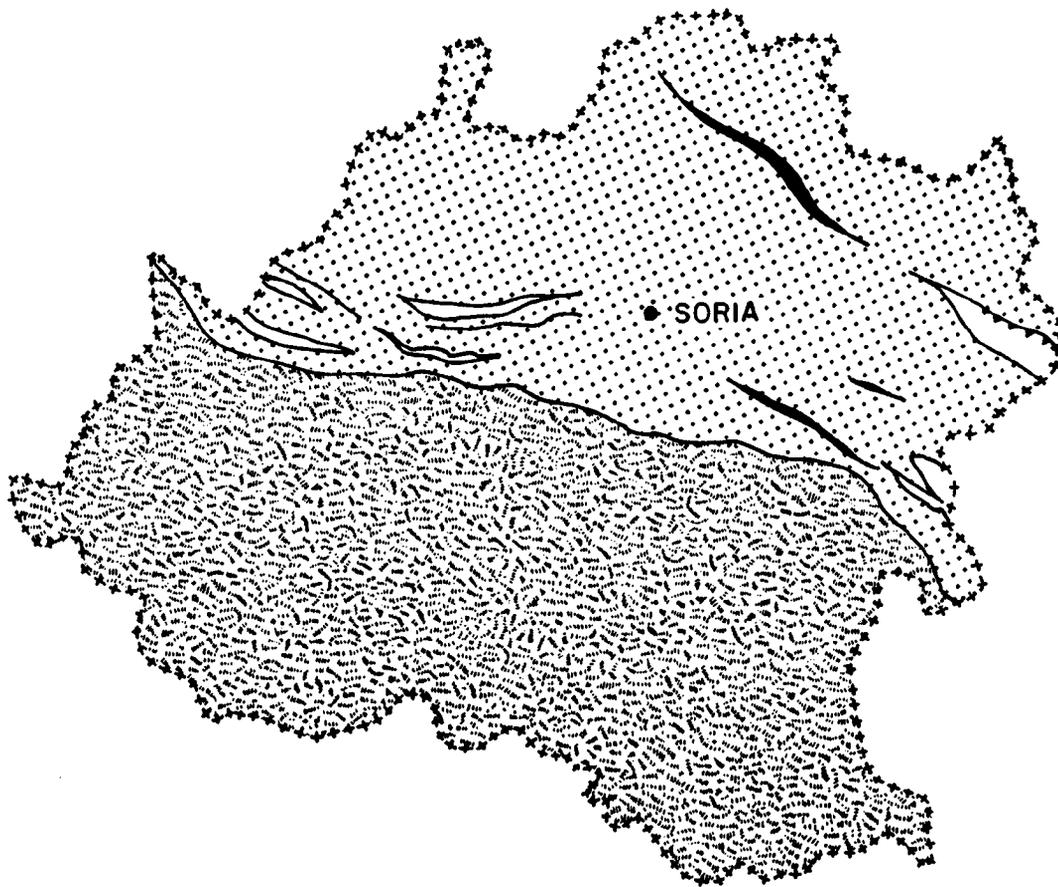
Para realizar esta síntesis se ha dividido la provincia en grupos con caracteres estructurales similares.

- A.- Sistema Ibérico
- B.- Zona de Entronque del Sistema Central y el Ibérico
- C.- Cuencas Terciarias

Las figuras 4.1 y 4.2 nos muestran respectivamente el esquema estructural y geológico de la provincia.

#### **A.- SISTEMA IBERICO**

Dentro de la Cordillera Ibérica existen pequeños retazos paleozóicos que han sido situados dentro de la zona Astur-Occidental



TERRENO CUYA DEFORMACION PRIMERA Y PRINCIPAL  
CORRESPONDE A UNA FASE HERCINICA PRECOZ.



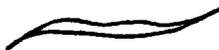
TERRENOS DEFORMADOS AL FINAL DEL OLIGOCENO.



AREAS DE COBERTERA POCO O NADA DEFORMADA,  
APOYANDOSE SOBRE UN ZOCALO HERCINICO.



FALLAS .



SINCLINAL .



ANTICLINAL .

FIG. 4.1.- ESQUEMA ESTRUCTURAL DE SORIA

ESCALA 1:1.000.000

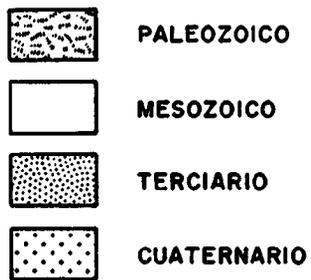
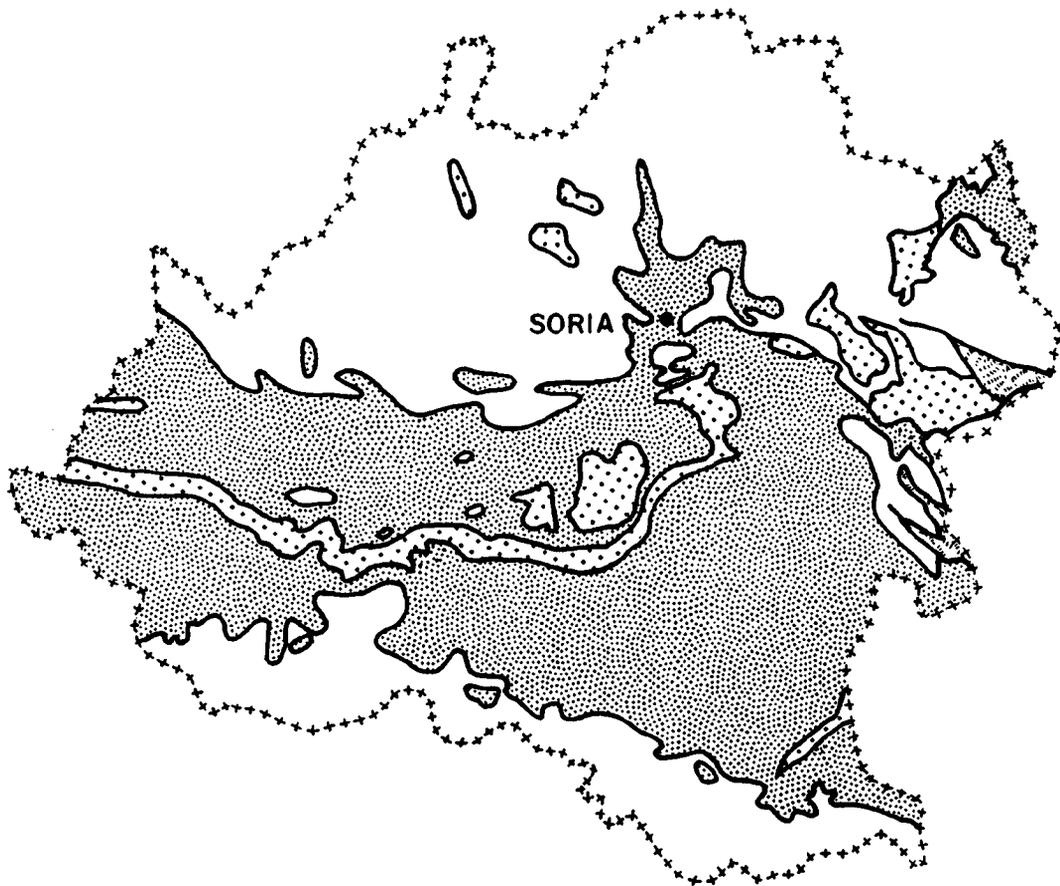


FIG. 4.2.- ESQUEMA GEOLOGICO DE SORIA

ESCALA 1:1.000.000

Leonesa (Macizo Hespérico). Estos afloramientos aparecen en la parte más oriental de la provincia.

Están datados como de edad Cámbrica y constan de las siguientes formaciones de muro a techo:

- Cuarçitas de Bámbola, de grano grueso y con interestratificaciones de pizarras.
- Capas de Embid; pizarras arcillosas pasando a grauwackas a techo.
- Capas abigarradas del Jalón: cuarçitas, grauwackas, areniscas y pizarras que pasan a dolomías (con abundantes niveles piritizados y pizarras cupríferas) a techo.
- Dolomías de Ribota, con intercalaciones de margas pizarreñas.
- Pizarras de Muérmeda, con algún horizonte arenoso.
- Cuarçitas de Daroca, con alguna intercalación pizarreña.
- Capas de Murero: margas y arcillas.
- Capas de Villafeliche: margas con intercalaciones de areniscas y dolomías.

- Capas de Jiloca: alternancia de pizarras y grauwackas.
- Capas de Ateca: alternancia de pizarras y cuarcitas.

El Mesozóico aparece en fuerte discordancia respecto al zócalo cámbrico. Al ser éste plegado por la fase varíscica.

El Triásico comienza, en la facies Buntsandstein, con el típico conglomerado basal, al que le sigue una serie cuarcítica y otra de areniscas arcillosas. El Muschelkalk aparece con una dolomía basal a la que se superponen unas calizas margosas. El Keuper se compone de margas abigarradas, a veces salíferas y casi siempre acompañadas de yeso.

El Jurásico aparece con unas carniolas y calizas de edad Retiense-Hettangiense. Entre el Hettangiense y el Sinemuriense se produce una sedimentación calcárea rica en materias bituminosas. Hasta el Pliensbaquiense existe una serie alternante de margocalizas y calizas grises bituminosas. Durante el Toarciense se depositan margas y calizas, predominando estas últimas a techo.

Ya en el Dogger y durante el Bajociense la sedimentación es de tipo calcáreo y margoso, siendo frecuente la presencia de oolitos ferruginosos. En el Bathoniense existe una parte basal calcárea que a techo pueden pasar (según las zonas) a cuarzo-arenitas con cemento calcáreo, como pasa al SW de la Sierra del Madero.

El Calloviense inferior- Oxfordiense-Kimmevidgense marino, se depositan fundamentalmente en los alrededores de la sierra del Madero. Se dan así unos potentes bancos calizos por encima del Bathoniense. En la misma época en el norte de la provincia había comenzado ya la sedimentación de la facies Weald, dentro de un ambiente deltaico. Los tipos litológicos que aparecen dentro de esta facies, son: cuarzoarenitas, arcillas cuarzoarenosas, limolitas y algunas intercalaciones no uniformes de calizas piritíferas y algo bituminosas.

El Cretácico comienza, en esta zona, con la facies Utrillas del Albense, formada por arenas y areniscas limolíticas. El Cretácico superior es totalmente calizo distinguiéndose un tramo medio más margoso.

El Paleógeno está formado por conglomerados en bancos de estratificación irregular alternando con arcillas rojas más o menos arenosas. Estos conglomerados están formados por abundantes costras de caliza cretácica y alguno de cuarcita y cuarzo.

#### **B.- ZONA DE ENTRONQUE DEL SISTEMA CENTRAL Y EL IBERICO**

Esta zona quedó definida por Julivert et al. (80) como un área de cobertera mesozóica poco o nada deformada, apoyada sobre un zócalo hercínico.

La zona en cuestión queda, situada al sur de la provincia. Los materiales más antiguos aflorantes deben situarse en el Triásico inferior dentro de la facies Buntsandstein, que está constituida por un tramo inferior de conglomerados y areniscas con cantos y uno superior de areniscas y arcillas pizarrosas. El Muschelkalk no tiene representación en la zona, mientras que el Keuper aparece con la litología típica de margas irisadas, arcillas y yesos.

Por encima del Keuper aparecen unas carniolas, que dan lugar a grandes escarpes, sin que hallan podido ser datadas con exactitud. Sobre estos afloran unas margas y calizas con rica fauna, de edad liásica y facies centro-europea nerítica.

El Cretácico lo podemos subdividir en:

- Albense: constituido por arenas cuarcíticas sueltas con capas arcillosas.
- Cenomanense: consta de calizas margosas y margas.
- Turonense-Senonense: formado por calizas masivas.

### **C.- CUENCAS TERCIARIAS**

La compartimentación en bloques que sufrió el área durante la orogenia alpina, provocó la apertura de grandes cuencas. Estas fueron rellenadas por materiales procedentes de la denudación de los grandes relieves creados.

Así pues el Mioceno se compone fundamentalmente por conglomerados, arenas y arcillas. Existe, lógicamente, una transición gradual en el porcentaje entre estos tres tipos de materiales, en función a la distancia a que nos encontremos del borde de cuenca.

El Mioceno terminal (Pontiense) está formado por las llamadas "calizas del páramo", las cuales colmatan la cuenca terciaria.

Durante el Plioceno se depositó, en discordancia con los anteriores materiales, un nivel de potencia variable constituido por conglomerados de matriz arcillo-arenosa (comunmente llamados "rañas").

Por último el Cuaternario está constituido por materiales de diversa procedencia: terrazas aluviales, depósitos aluviales, coluviales, eluviales y travertinos.

Según el Inventario Forestal del Duero, la presencia superficial de las distintas rocas sedimentarias, está formada por: calizas, margas, arcillas, conglomerados, areniscas, arenas, cuarzarenitas y grau-wackas y dolomías, estimándose a nivel provincial que la aparición en superficie de las calizas constituye un 35%, que entre las areniscas y los conglomerados ocupan el 30%, las margas y argilitas el 20% y un 15% los sedimentos no consolidados.

## 5. ANALISIS DE LA ACTIVIDAD MINERA

En la provincia de Soria, las explotaciones de minerales y rocas industriales es más bien escasa en su conjunto, con una serie de aspectos peculiares a tener en cuenta.

La única minería que alcanza un relativo desarrollo es la del hierro, en las zonas de Olvega, Borobia y Medinaceli con las minas: Petra III y Gandalia, de la empresa Minas del Mediterráneo, S.A. El mineral de hierro está formado fundamentalmente por oligisto, con notable riqueza en el yacimiento.

Otras mineralizaciones que cabe destacar, que han sufrido explotación o que se encuentran casi paradas en la actualidad son:

- a) Respecto al hierro: Tierga, Tabuerca, Medinaceli, Almazán, ...
- b) Respecto a la paragénesis Plomo-Zinc: Sierra del Madero, Loma-Charra, Pomer, Peñalcázar, ...
- c) Respecto a la paragénesis Plomo-Zinc-Cobre: Cigudosa, Borobia, ...

En lo que respecta a las explotaciones de rocas industriales, para su consumo en los sectores de la construcción, siderometalúrgico, químico y agrícola hay que indicar la importancia relativamente peque-

ña en la economía provincial, motivada por factores como:

- Un índice de población regresivo.
- Zonas de industrias pobremente desarrolladas.
- La gran variabilidad de los puntos de extracción con apertura y cierre de canteras en función de situaciones coyunturales.
- La escasa o nula tecnificación en los medios.
- La falta de criterios racionales de explotación, por lo que los yacimientos suelen estar mal aprovechados, con situaciones irregulares y anárquicas.

Ello da como resultado en este área, una minería de rocas industriales poco variada, de escasos medios, poco competitiva como consecuencia de la falta de mercados próximos a las zonas de explotación.

Los áridos naturales suponen casi un 70% del volumen total de rocas extraídas. Y si a ellos se suman los áridos de trituración, la proporción alcanzada casi supone el 90%.

Esto da lugar en un somero análisis general del conjunto, a que se concluya en la escasa importancia que tienen las rocas industriales en el área, en donde si acudimos a las estadísticas mineras de la última década (Cuadros 5.1, 5.2 y 5.3) puede también observarse, la clara regresión de explotaciones, así como el empleo en el sector, después de una situación esperanzadora en el año 1980.

CUADRO 5-1 DISTRIBUCION SEGUN LOS INTERVALOS DE EMPLEO DE LAS EXPLOTACIONES MINERAS. AÑO 1975

SUSTANCIA	1-5 NºExp-NºEmp		6-10 NºExp-NºEmp		11-25 NºExp-NºEmp		TOTAL NºExp-NºEmp	
	HIERRO	1	5	-	-	-	-	1
CAOLIN	1	3	1	6	-	-	2	9
SAL	1	3	-	-	-	-	1	3
ARENA Y GRAVA	3	13	-	-	-	-	3	13
CALIZA	5	15	-	-	1	14	6	29
SILICE	1	2	-	-	-	-	1	2
TOTALES	12	41	1	6	1	14	14	61

Fuente: Anuario Estadística Minera de España. Ministerio de Industria y Energía

**CUADRO 5-2 DISTRIBUCION SEGUN LOS INTERVALOS DE EMPLEO DE LAS EXPLOTACIONES MINERAS AÑO 1980.**

SUSTANCIAS	1-5 NºExp-NºEmp	6-10 NºExp-NºEmp	11-25 NºExp-NºEmp	TOTAL NºExp-NºEmp
HIERRO	- -	1 10	- -	1 10
CAOLIN	1 3	1 7	- -	2 10
SAL	- -	1 8	- -	1 8
ARCILLA	10 15	- -	- -	10 15
CALIZA	10 34	2 15	- -	12 49
OTROS PRODUCTOS DE CANTERA	7 20	1 9	- -	8 29
TOTALES	28 72	6 49	- -	34 121

Fuente: Anuario Estadística Minera de España. Ministerio de Industria y Energía

**CUADRO 5-3 DISTRIBUCION SEGUN LOS INTERVALOS DE EMPLEO DE LAS EXPLOTACIONES MINERAS AÑO 1985.**

SUSTANCIAS	NºExp-NºEmp	NºExp-NºEmp	NºExp-NºEmp	NºExp-NºEmp
HIERRO	- -	- -	1 30	1 30
SAL	1 7	- -	- -	1 7
ARCILLA	2 2	- -	- -	2 2
CALIZA	4 25	- -	- -	4 25
OTROS PRODUCTOS DE CANTERA	8 32	- -	- -	8 32
TOTALES	15 66	- -	1 30	16 96

Fuente: Anuario Estadística Minera de España. Ministerio de Industria y Energía

Las sustancias básicas que se extraen y algunas de sus características principales, tanto de arranque como de tratamiento se indican a continuación:

### HIERRO

Las mineralizaciones presentan aspectos estratiformes, dentro de un génesis acordada por varios autores como sedimentaria, aunque no se descartan la presencia de enriquecimientos en zonas dispares como en algunas fracturas de desgarre y en horizontes de la formación de esquistos y areniscas.



FOTO 5.1.- ESCOMBRERA DE LA MINERIA DEL HIERRO. MINA PETRA.



FOTO 5.2.-CONJUNTO DE ESCOMBRERAS DE LA MINERIA DEL HIERRO.  
OBSERVESE LA HETEROGENEIDAD DE VERTIDOS Y DE TAMAÑOS.

Se encuentran en actividad en el momento actual las minas de Petra III y Gandalia, en las zonas de Olvega y Borobia, respectivamente, propiedad de la empresa: Minas del Mediterráneo, S.A. También de la misma propiedad, son las explotaciones de Medinaceli, aunque su ritmo productivo es discontinuo.

Casos de estructuras residuales de su laboreo, son los recogidos en las fotos 5.1. y 5.2.

Hoy día, la minería del hierro pasa por dificultades por todos conocidas, debido a la situación en que se encuentra el sector siderúrgico, y por la exigencia cada vez mayor que tiene de abastecerse con materias primas de mejor calidad. Aunque, conviene recordar la riqueza en mineral de hierro del oligisto de estos yacimientos, a la altura de los mejores de Europa.

## CALIZA

Estos materiales, se datan en el Jurásico, en el Cretácico y en el Mioceno. Las dolomías, muy escasas se inscriben en los afloramientos triásicos.

Son zonas que tienen explotaciones o han tenido: Vinuesa, Almarza, Soria, Burgo de Osuna, Borobia, Torrijo de la Cañada, etc.

El fin predominante del todo uno extraído, es la de áridos de trituración con destino a las carreteras y obras públicas. Otros destinos son: la fabricación de terrazo y la construcción de bordillos, losas y adoquines, la fabricación de "macadam", etc.

Los depósitos residuales en general, son de pequeño volumen por debajo de los 1000 m<sup>3</sup> y están constituidos por los materiales de desmonte y los de escasa calidad.

## GRAVAS Y ARENAS

Son muy numerosas las excavaciones de estos materiales efectuadas en casi todas las zonas próximas a núcleos habitados y con el fin de abastecer las necesidades locales.

Las gravas son muy diversas en cuanto a génesis, yacimientos, reservas y calidades. Las acumulaciones de material, de origen

glaciar, se desarrollan en la zona norte de la provincia, principalmente, en las cercanas Sierras de Urbión, Cebollera, Moncayo, etc., pero las elevadas altitudes de estos posibles centros productivos, así como la lejanía de los potenciales núcleos consumidores, hacen inviables las explotaciones.

Los yacimientos de origen torrencial, en la provincia son más bien escasos, y es posible encontrarlos a lo largo del borde sur de la sierra de Cameros. Los de origen fluvial, se distribuyen sobre todo a lo largo de las terrazas del río Duero, ocupando zonas próximas a Burgo de Osma, Quintana Redonda y Gomara.

Los yacimientos de origen coluvionar, se constatan en las estribaciones de la sierra de Cameros y en las zonas Norte y Este de la provincia.

También existen algunos yacimientos de gravas pertenecientes a sedimentos neógenos y pliocenos, por ejemplo, los localizados en San Leonardo de Yagüe.

En cuanto a la naturaleza de los materiales que se explotan es posible distinguir los siguientes tipos:

- a) Cantos silíceos: cuarzo y cuarcita, en los extensos afloramientos del Wealdense en la mitad Norte de la provincia.



FOTO 5.3.- STOCK DE MATERIAL CON PROBLEMAS DE ESTABILIDAD.

- b) Cantos calizos: caliza y dolomía, en las terrazas de los ríos (Duro), en rañas, y en depósitos paleógenos y neógenos.
  
- c) Cantos diversos, distribuidos irregularmente y formados por cantos calizos subangulosos con matriz arcillosa.

Al igual que las gravas, las arenas se encuentran muy distribuidas en el marco provincial. Es posible distinguir tres tipos, desde su génesis:

- 1.- Las arenas Weáldicas finas y bien clasificadas
- 2.- Las arenas miocenas, de colores rojizos y con una aceptable clasificación granulométrica.
- 3.- Las arenas cuaternarias ligadas a depósitos de gravas y a los cauces de los ríos actuales.

El número de instalaciones, sin embargo, es relativamente bajo, pudiendo distinguirse aquellas explotaciones con maquinaria y medios adecuados para una correcta clasificación y trituración y aquellas con producciones muy pequeñas, destinadas exclusivamente al consumo local. (Foto 5.3.).

Son zonas de extracción, las próximas a Soria, Agreda, Olvega, San Leonardo, Almazán, Burgo de Osma, etc.

### ARENAS SILICEAS

Estos materiales se presentan en la formación de la facies "Utrillas", del Cretácico superior.

Son yacimientos, predominantemente clásticos, con arenas de color claro, amarillento o pardo-rojizas, y con impurezas muy variables en composición y cantidad.

Se han extraído este tipo de materiales en: Quintanar de la Sierra, Cabrejas del Pinar y en Torrijo.

El contenido en caolín es del 20-25 por ciento, y no siempre interesa su aprovechamiento.

Los destinos finales de estas arenas son: la fabricación del vidrio, los procesos metalúrgicos y los abrasivos.

### ARENISCAS

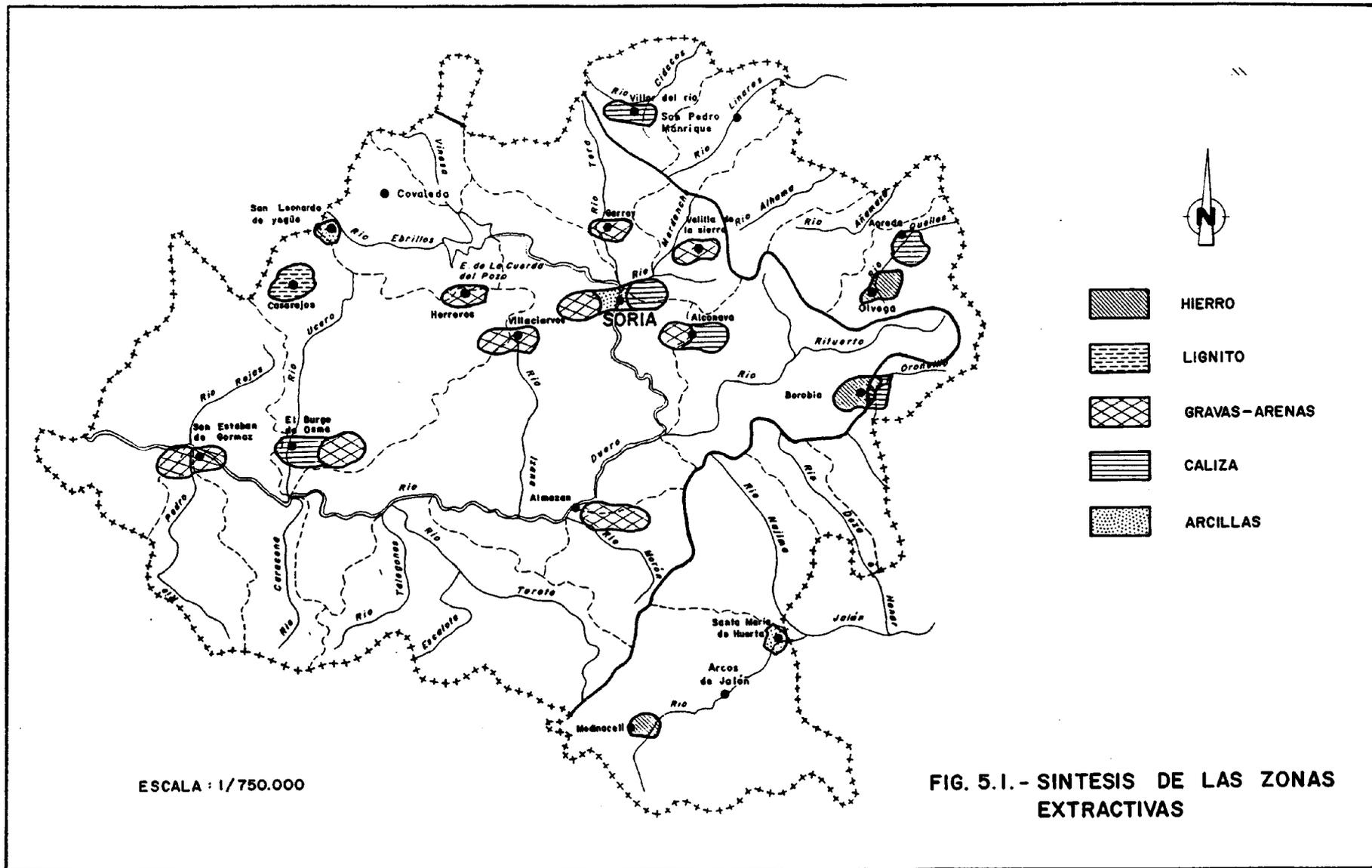
Las areniscas junto a las rocas conglomeráticas se presentan juntas, alternándose mediante cambios laterales de facies.

Se distribuyen en la provincia en dos amplias bandas. Una constituida por las estribaciones meridionales de la Sierra de Cameros y otra definida por las facies de borde del Neógeno continental que

Destacan las explotaciones próximas a San Leonardo de Yagüe, Soria, Santa M<sup>a</sup> de Huerta, Langa de Duero, Monteagudo, etc.

En el conjunto provincial, las reservas de arcillas son importantes aunque repartidas de forma muy irregular, y condicionadas por los cambios laterales de facies en algunos casos.

Finalmente en la Fig. 5.1. se recoge una síntesis de las zonas extractivas de la provincia Soria.



## 6. ESTRUCTURAS RESIDUALES MINERAS

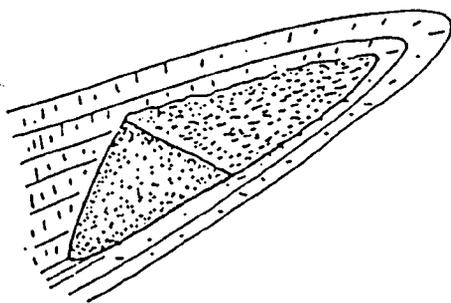
### 6.1. Características generales

Las escombreras inventariadas corresponden a los tipos usuales representados en la fig. 6.1-1, aunque en muchas ocasiones los emplazamientos no resultan tan claros, y son combinaciones de los anteriormente señalados. Así, pueden existir estructuras que se dispongan en una ladera y en una vaguada, sin llegar a ocuparlas totalmente, o que estén entre una ladera y un terraplén.

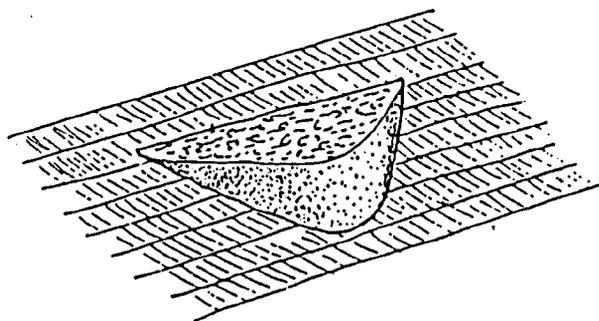
Las diversas implantaciones de balsas se recogen en la fig. 6.1-2, pudiéndose dar igualmente casos de tipología mixta.

La mayoría de las estructuras recogidas son provenientes de labores mineras, no obstante se ha recopilado algún caso especial de escombrera-vertedero de residuos sólidos que por su situación, implantación, volumen, etc. se ha juzgado de interés.

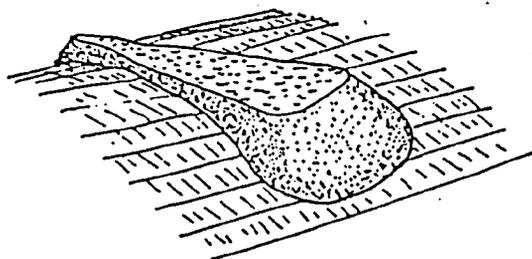
Se han identificado 340 estructuras que configuran la relación listada. De ellas, a efectos de realizar un análisis estadístico suficientemente representativo, se han elegido para el muestreo la población constituida por los datos reflejados en la ficha-inventario, que como ya se ha citado, están basados en valoraciones visuales realizadas en campo de los parámetros específicos:



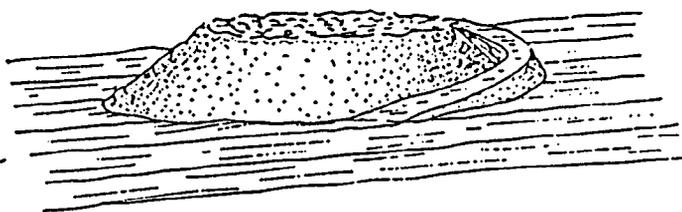
a) DE VAGUADA



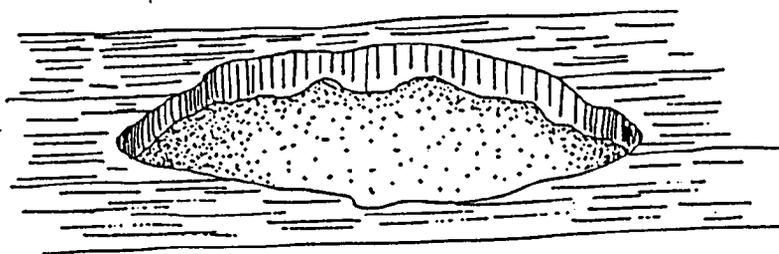
b) DE LADERA



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.

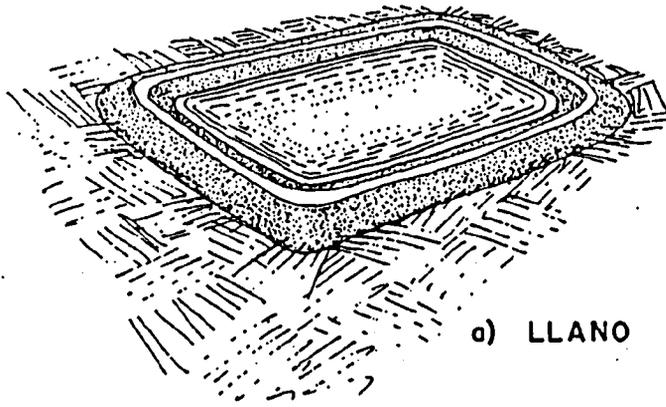
- Tipos de minería
- Estado de la estructura.
- Tipos de terreno ocupado
- Tipología de la estructura
- Volumen
- Altura de la estructura
- Sistemas de vertido
- Granulometría
- Talud de los estériles.

El análisis de todos los datos de las fichas permite apuntar una serie de características específicas del conjunto de estas estructuras a nivel provincial.

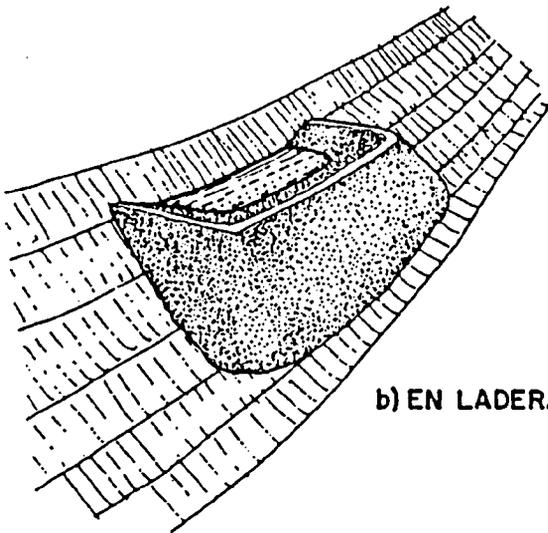
## 6.2. Resumen estadístico

### 6.2.1. Por tipos de minería

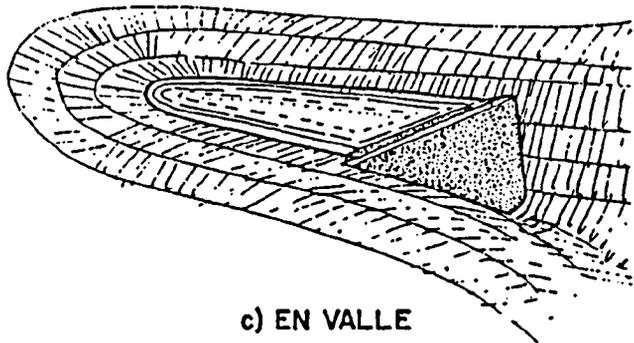
<u>MINERIA</u>	<u>ESCOBRERAS</u>		<u>BALSAS (%)</u>		<u>TOTAL (%)</u>	
	<u>Nº</u>	<u>%</u>	<u>Nº</u>	<u>%</u>	<u>Nº</u>	<u>%</u>
- HIERRO	21	26,2	6	7,5	27	33,7
- LIGNITO	2	2,5			2	2,5
- CALIZA	19	23,7			19	23,7
- ARCILLA	3	3,8			3	3,8
- GRAVAS Y ARENAS	26	32,5	2	2,5	28	35
- OTROS CASOS:						
- VERTEDEROS DE RESIDUOS URBANOS	1	1,3			1	1,3



a) LLANO



b) EN LADERA



c) EN VALLE

**FIG.6.1-2.- TIPOS COMUNES DE IMPLANTACION DE BALSAS MINERAS**

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

En la fig. nº 6.2-1 se recoge la distribución porcentual por tipos de sustancia. Son predominantes los vertidos procedentes de la minería del hierro y los acopios residuales de las extracciones de gravas y arenas.

Lógicamente, la litología de los estériles depende de las sustancias y materiales explotados, y de las rocas encajantes de los mismos.

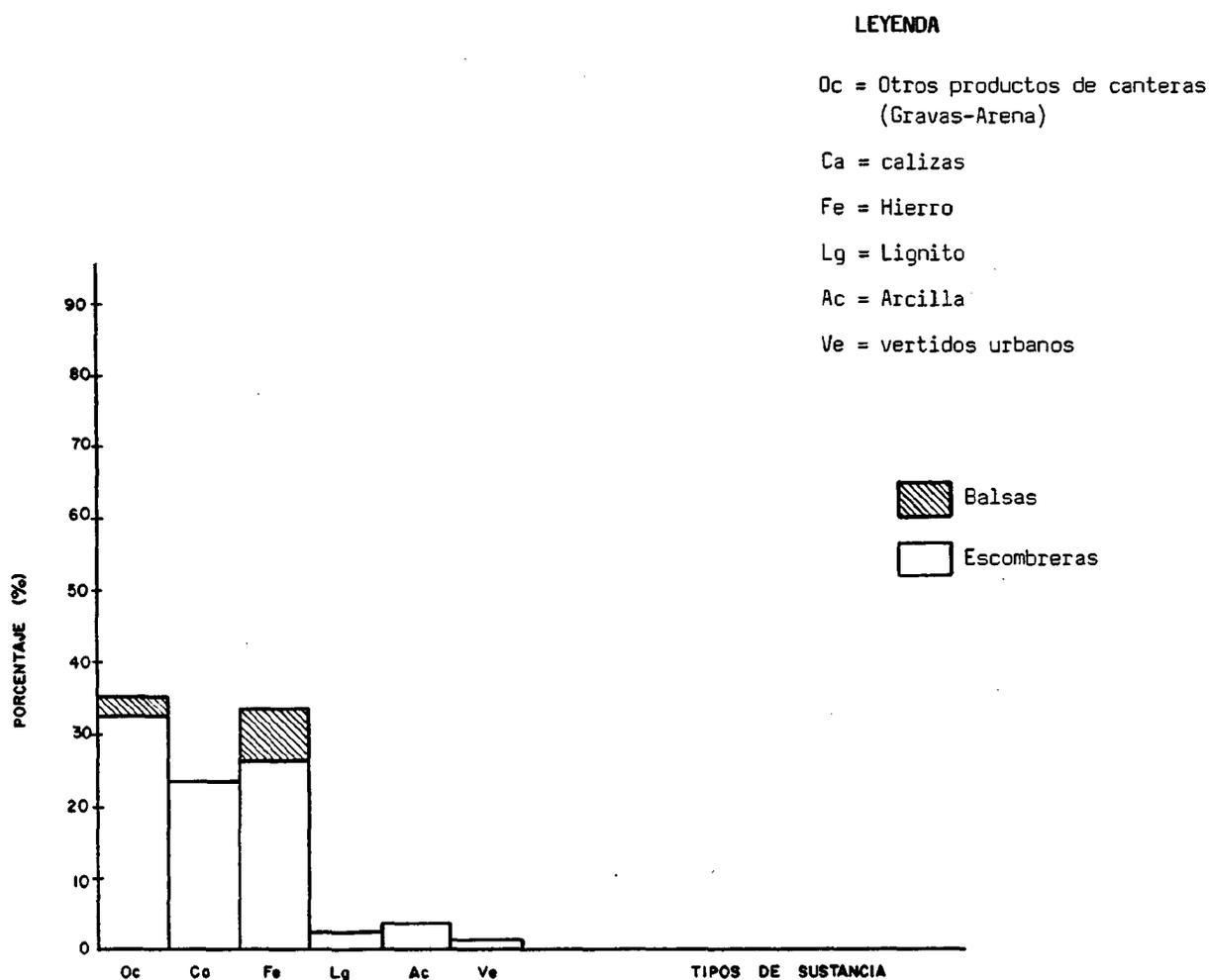


FIG. 6.2-1. TIPOS DE SUSTANCIA

## 6.2.2. Tipos de las estructuras

<u>ESTRUCTURAS</u>	<u>Nº</u>	<u>PORCENTAJE (%)</u>
Escombreras	71	88,8
Balsas	9	11,2
Mixtas	0	0

En la fig. 6.2-2 se ha recogido el histograma del conjunto.

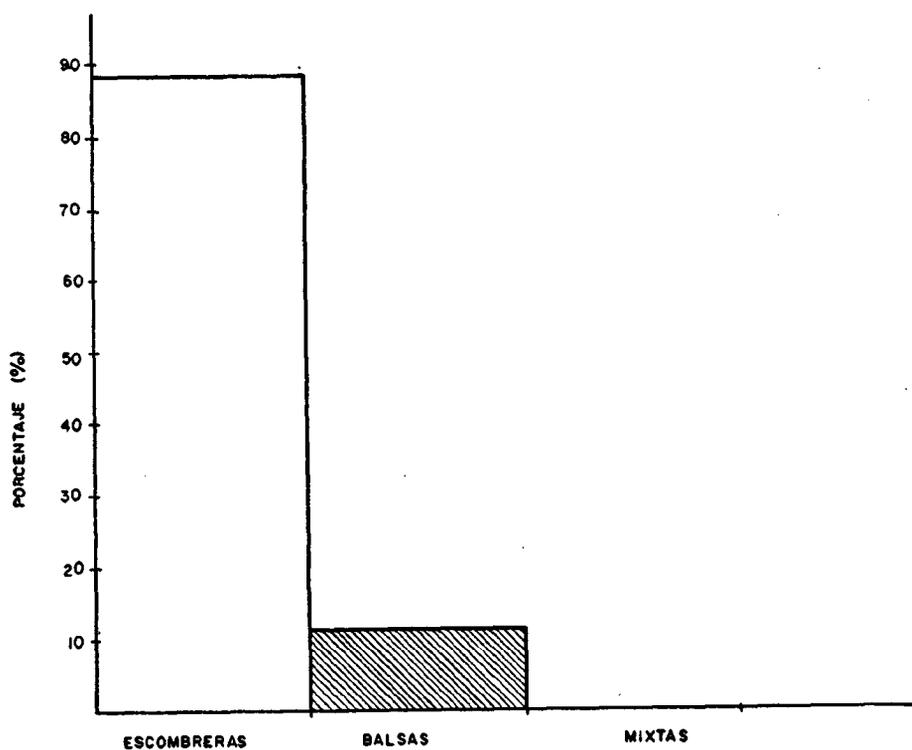


FIG. 6.2-2. TIPOS DE ESTRUCTURA

## 6.2.3. Estado de la estructura

ESTADO	ESCOBRERAS		BALSAS		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Activas	44	55	8	10	52	65
Paradas	10	12,5	1	1,30	11	13,8
Abandonadas	17	21,2			17	21,2

La fig. nº 6.2-3 corresponde al gráfico de frecuencias obtenido respecto al estado de las estructuras.

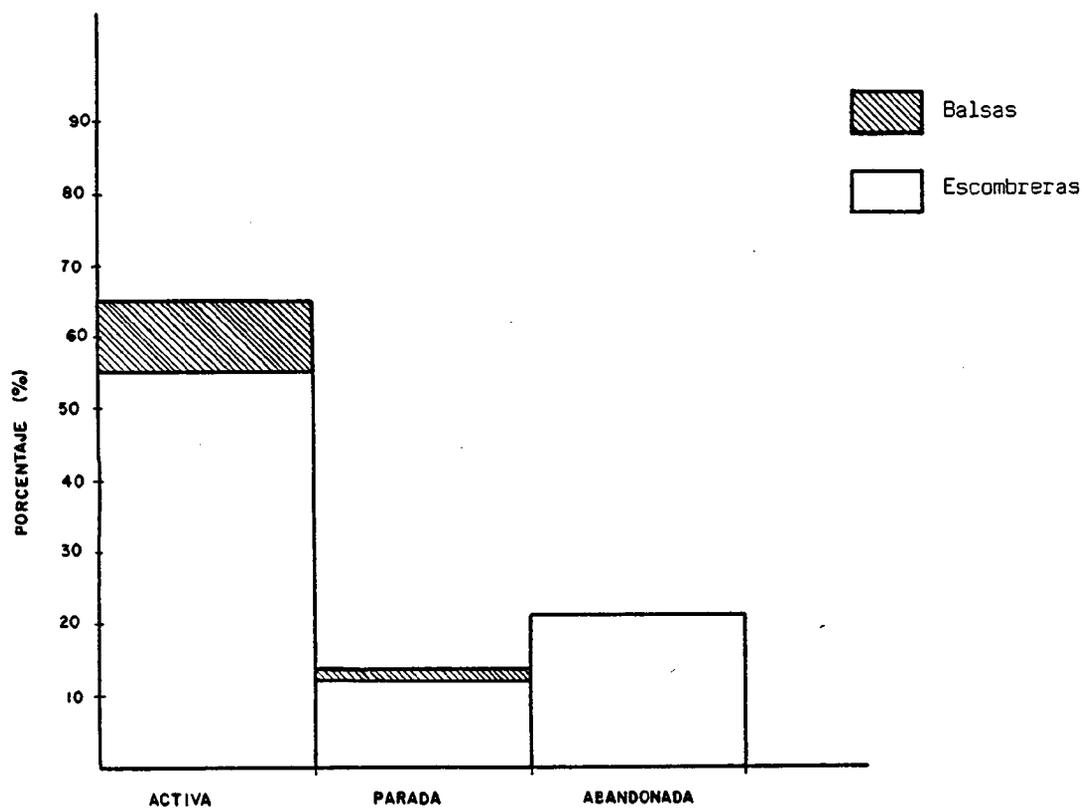


FIG. 6.2-3. ESTADO DE LA ESTRUCTURA

## 6.2.4. Tipos de terreno ocupado

TIPO DE TERRENO	ESCOBRERAS		BALSAS		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Monte Bajo	30	37,5	7	8,7	37	46,2
Terreno Baldío	31	38,8	1	1,2	32	40
Terreno Agrícola	9	11,3	-	-	9	11,3
Terreno Forestal	2	2,5	-	-	2	2,5

Los tipos de terreno ocupado que predominan son los calificados como: Monte bajo y Terreno baldío.

La fig. 6.2-4 recoge el gráfico de frecuencias obtenido.

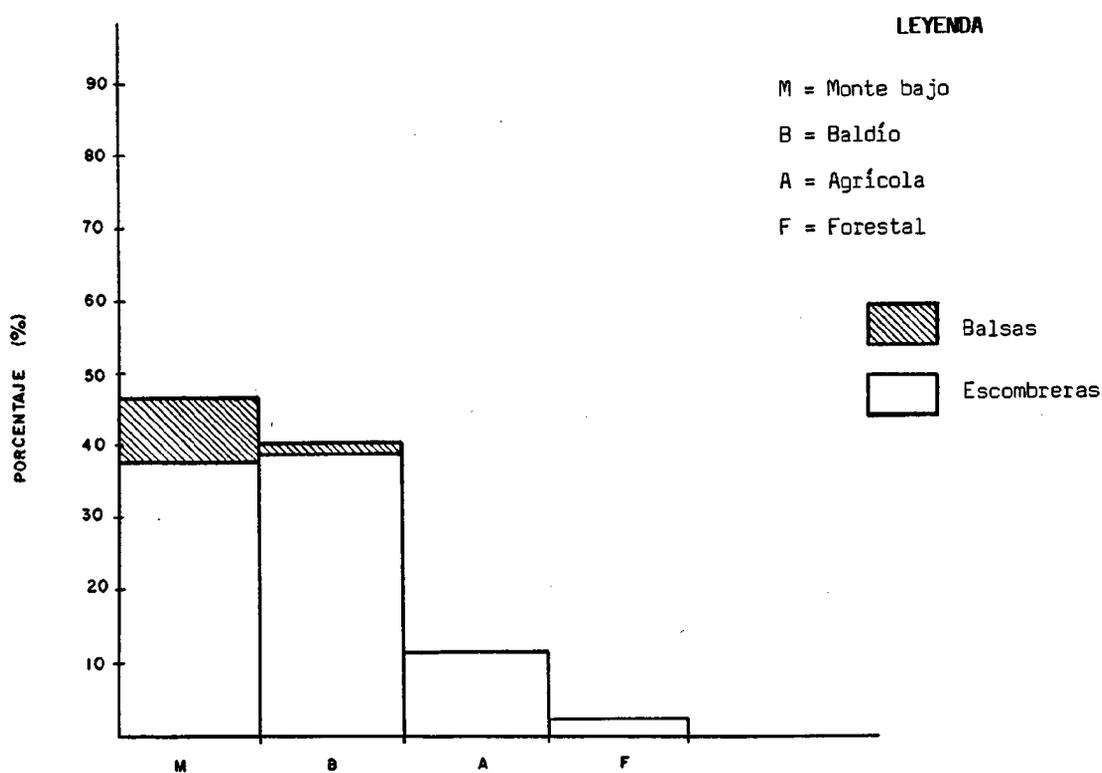


FIG. 6.2-4. TIPO DE TERRENO.

## 6.2.5. Tipología de la estructura

TIPOS	ESCOMBRERAS		BALSAS		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Llano	27	33,7	3	3,8	30	37,5
Ladera	11	13,7	4	5	15	18,7
Llano-Ladera	29	36,3	-	-	-	36,3
Ladera-Vaguada	3	3,7	2	2,5	5	6,2
Vaguada	1	1,3	-	-	1	1,3

Las variedades predominantes son las implantaciones en terrenos exentos o llanos y la ubicación mixta ladera-vaguada.

La fig. nº 6.2-5 resume la distribución porcentual.

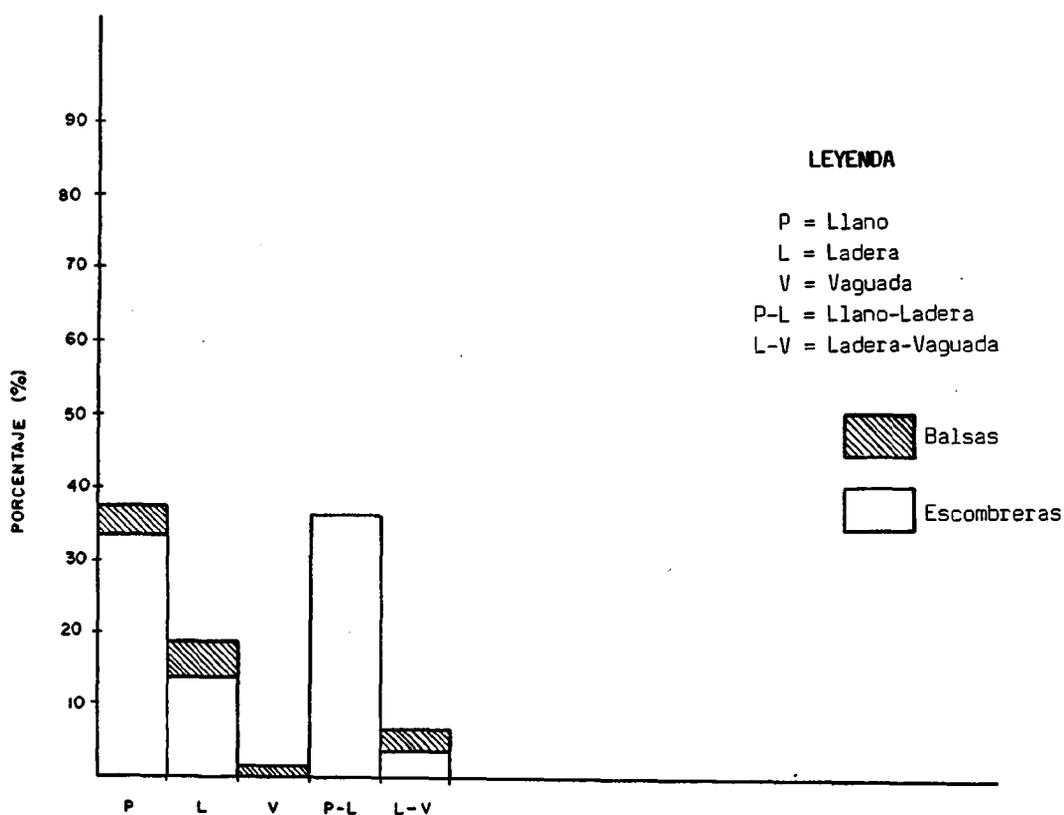


FIG. 6.2-5. TIPOLOGIA DE LA ESTRUCTURA.

### 6.2.6. Sistemas de vertido

El histograma de la fig. nº 6.2-6 recoge los sistemas de vertido utilizado.

<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>
Volquete	61	51,3	-	-	61	51,3
Vagoneta	2	1,6			2	1,6
Pala	45	37,9			45	37,9
Tubería			7	5,9	7	5,9
Canal			3	2,5	3	2,5
Manual	1	0,8			1	0,8

El medio de transporte de los residuos más utilizado es el de volquete, en los casos de escombreras, seguido de pala o de los sistemas mixtos.

En el caso de balsas, el medio más usual es el de tubería.

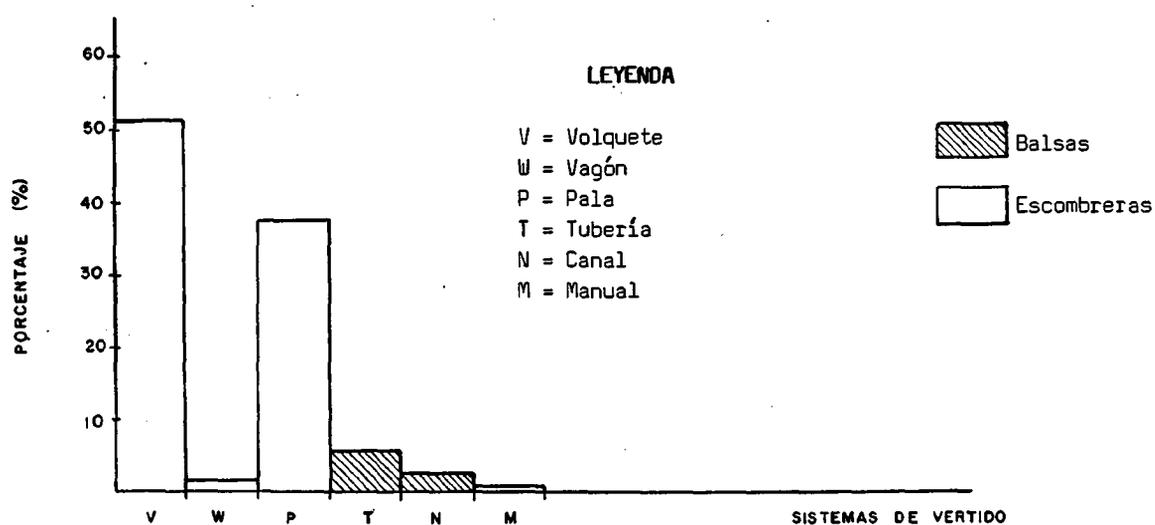


FIG. 6.2-6 SISTEMAS DE VERTIDO.

## 6.2.7. Alturas de las estructuras

<u>ALTURA (m)</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>
H < 10 m	55	70,5	8	10,3	63	80,8
10 - 20 m	10	12,9			10	12,9
20 - 30 m	2	2,5			2	2,5
< 40 m	3	3,8			3	3,8

La gran mayoría de las estructuras, no tienen alturas que sobrepasen los 10 m (80,8%). De este porcentaje, el 10,3% corresponden a alturas de dique en las balsas.

La distribución de alturas se ha recogido en la fig. 6.2.-7.

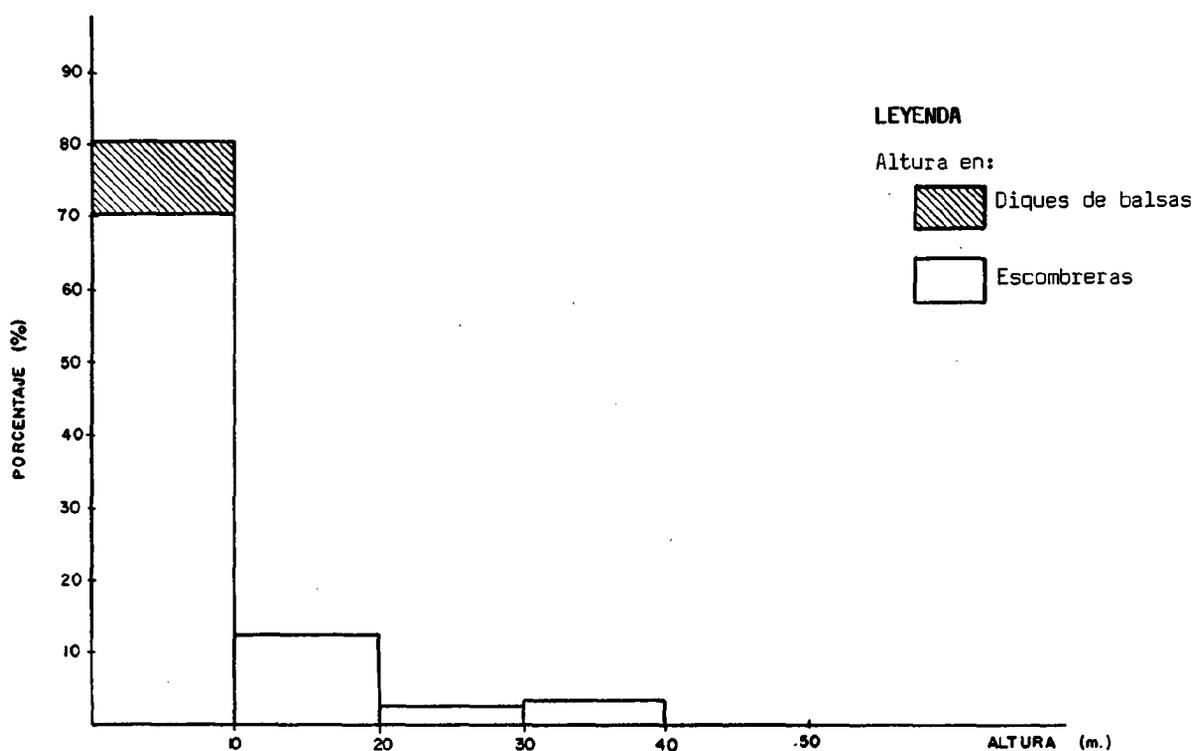


FIG. 6.2-7. ALTURA (m.)

## 6.2.8. Volumen

<u>VOLUMEN (m<sup>3</sup>)</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>
$V \leq 10^2$	3	3,7	1	1,3	4	5,0
$10^2 \leq 10^3$	16	20	2	2,5	18	22,5
$10^3 \leq 10^4$	27	33,7	5	6,3	32	40
$10^4 \leq 10^5$	16	20	1	1,3	17	21,3
$10^5 \leq 10^6$	8	10			8	10
$10^6 \geq$	1	1,2			1	1,2

Un alto porcentaje (67,5%) de las estructuras presenta volúmenes muy pequeños ( $< 10.000 \text{ m}^3$ ). No obstante se han registrado nueve casos de escombreras que superan los  $10^5 \text{ m}^3$ .

La fig. nº 6.2-8 resume la distribución porcentual.

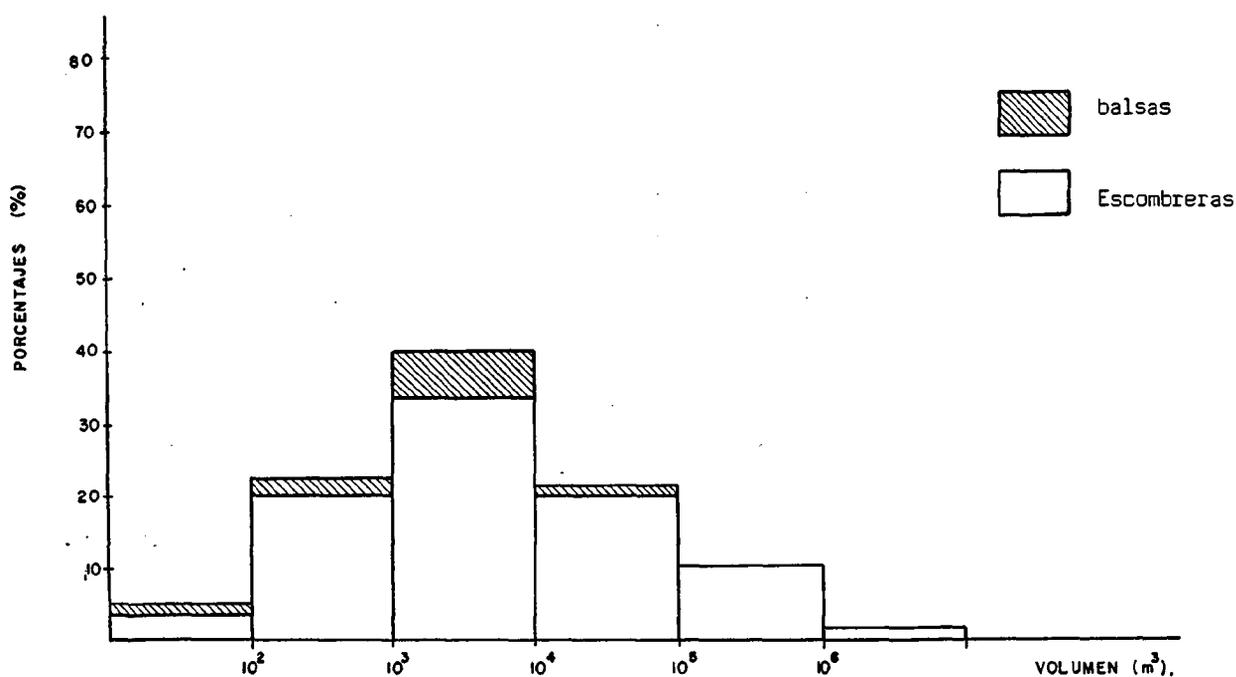


FIG. 6.2-8 VOLUMEN.

### 6.2.9. Taludes de los estériles.

La fig. nº 6.2-9 recoge el histograma correspondiente al muestreo de taludes realizado. Es posible observar un rango de frecuencias correspondiente a tamaños gruesos, entre 34-36°.

En el caso de taludes en diques de estériles, los valores se encuentran en el entorno de los 38-40°.

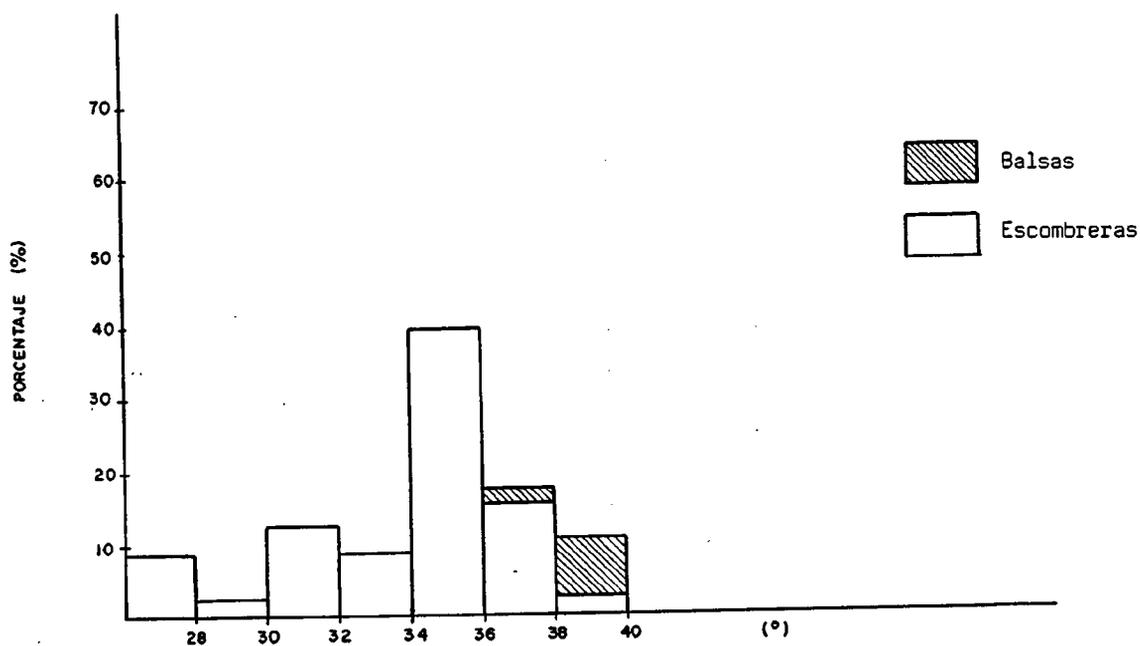


FIG. 6.2-9 TALUD (°).

### 6.2.10. Tamaño de los residuos.

La distribución porcentual conforme a los tamaños, grandes, medios, finos o de escollera, se han reflejado en la fig. 6.2-10.

Se observa la existencia de todos los tamaños procedentes no solo de la explotación en sí, sino también de los procesos de tratamiento, trituración y clasificación.

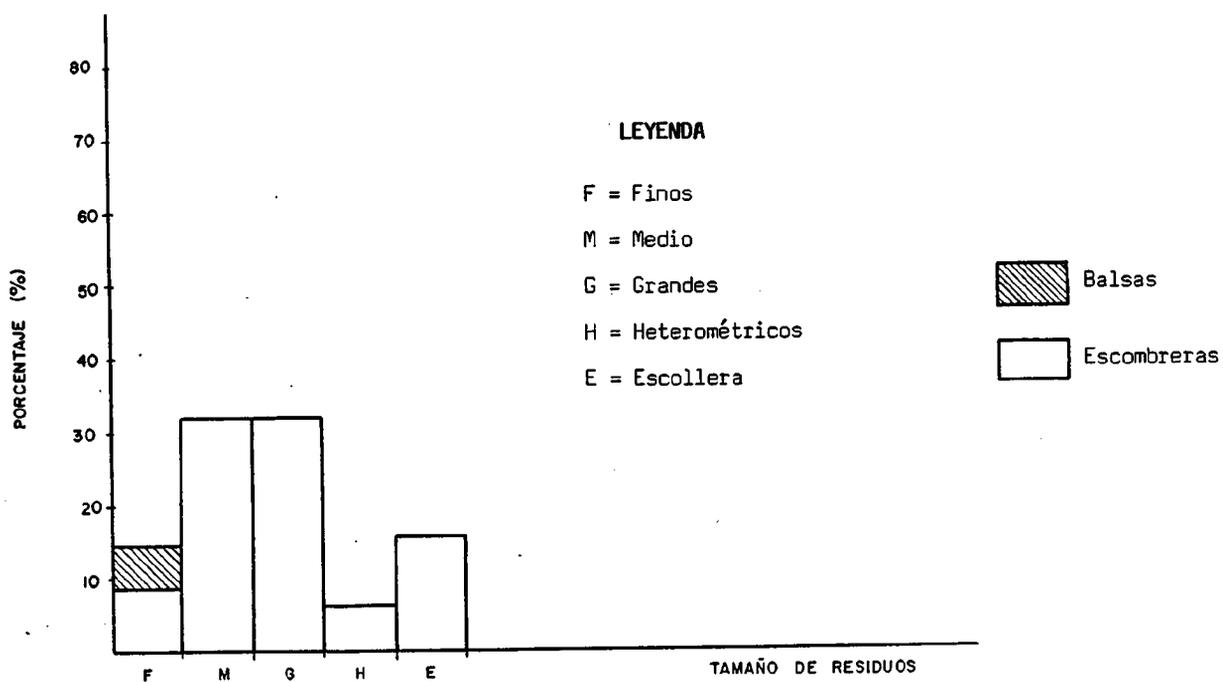


FIG. 6.2-10 TAMAÑO DE RESIDUOS.

## 7. CONDICIONES DE ESTABILIDAD

En base a los datos recogidos tanto para las estructuras con ficha-inventario, como para las que carecen de ella por no tener especial relevancia los problemas de estabilidad e impacto, en las condiciones actuales, se ha efectuado un análisis de los problemas observados, al objeto de caracterizar las estructuras más representativas de la provincia.

Del conjunto de estructuras con ficha-inventario se han caracterizado las balsas correspondientes a los códigos:

CODIGO: 2015-7-5, GRAVERA LAS ROZAS, SEBASTIAN MATESAN.

CODIGO: 2414-7-11, MINA PETRA, MINAS DEL MEDITERRANEO,S.A.

CODIGO: 2414-7-12, MINA PETRA, MINAS DEL MEDITERRANEO,S.A.

CODIGO: 2314-6-1, LA NAVA, EUGENIO MARTINEZ TIERNO.

CODIGO: 2314-6-4, LA NAVA, EUGENIO MARTINEZ TIERNO.

CODIGO: 2414-8-4, GANDALIA, MINAS DEL MEDITERRANEO,S.A.

CODIGO: 2414-8-5, GANDALIA, MINAS DEL MEDITERRANEO,S.A.

CODIGO: 2414-8-6, GANDALIA, MINAS DEL MEDITERRANEO,S.A.

CODIGO: 2414-8-7, GANDALIA, MINAS DEL MEDITERRANEO,S.A.

De éstas las más notorias son las que corresponden a la minería del hierro, constituyendo estructuras fundamentales del proceso

de flotación que se sigue.

Las balsas presentan formas geométricas sencillas, con predominio de la circular. Los diques perimetrales están contruídos con materiales sueltos procedentes de la propia explotación, con altura aproximada de 6-7 metros. La granulometría de estos materiales no es uniforme, por lo que se regulariza en lo posible con el aporte de finos procedentes de los propios recintos de deposición.

En este tipo de estructura con apoyo directo sobre la ladera, la acumulación de lodos saturados, con cierta inclinación de la yacente, puede producir reptaciones y deslizamientos de los mantos coluviales, que afecten a la estabilidad general de la misma.

En las visitas efectuadas, no se ha detectado esta forma de inestabilidad, si bien conviene tenerla presente dados los someros reconocimientos de implantación realizados.

Los problemas detectados, expresados de manera porcentual respecto al número total de estructuras, se encuentran recogidos en la fig. 7.1.

Las frecuencias con que aparecen los fenómenos detectados sobre el total de estructuras con ficha es el siguiente:

- Erosión superficial	28,5%
-----------------------	-------

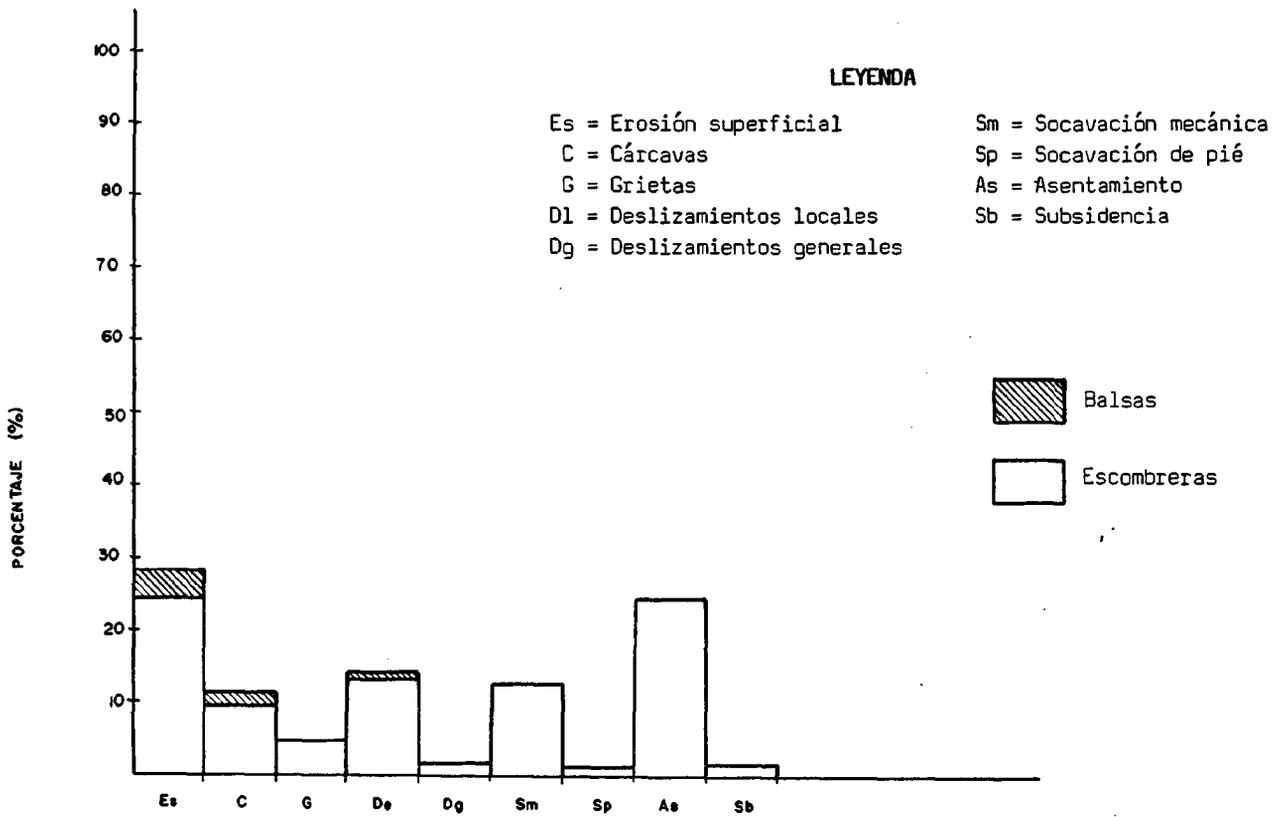


FIG. 7.1 - TIPOS DE PROBLEMAS OBSERVADOS.

- Acarcavamiento	11,3%
- Deslizamientos locales	14%
- Deslizamiento general	1,6%
- Socavación mecánica	12,9%
- Socavación a pie	1%
- Asentamiento	24,3%
- Subsistencia	1,6%
- Grietas	4,8%

Los fenómenos de deslizamiento local observados tienen un carácter puntual, y la movilización de estériles no alcanza un gran volúmen. Se presentan en escombreras con abundancia de finos o son debidos a condiciones particulares de deposición de los materiales. En otros casos, se han detectado grietas en borde de taludes de irregular continuidad. Una o ambas formas de inestabilidad, aunque con variable intensidad, se han reflejado en las estructuras siguientes:

CODIGO: 2317-6-7, MEDINACELI, MINAS DEL MEDITERRANEO,S.A.

CODIGO: 2317-6-8, MEDINACELI, MINAS DEL MEDITERRANEO,S.A.

CODIGO: 2317-6-9, MEDINACELI, MINAS DEL MEDITERRANEO,S.A.

CODIGO: 2317-6-10, MEDINACELI, MINAS DEL MEDITERRANEO,S.A.

CODIGO: 2414-7-1, MINA PETRA, MINAS DEL MEDITERRANEO,S.A.

CODIGO: 2414-7-3, MINA PETRA, MINAS DEL MEDITERRANEO,S.A.

CODIGO: 2414-7-4, MINA PETRA, MINAS DEL MEDITERRANEO,S.A.

CODIGO: 2414-7-5, MINA PETRA, MINAS DEL MEDITERRANEO,S.A.

CODIGO: 2414-7-6, MINA PETRA, MINAS DEL MEDITERRANEO,S.A.

CODIGO: 2414-8-8, MINA GANDALIA, MINAS DEL MEDITERRANEO,S.A.



FOTO 7.1.- BALSAS EN MINA GANDALIA. MINAS DEL MEDITERRANEO



FOTO 7.2.- BALSAS EN MINA PETRA. MINAS DEL MEDITERRANEO

CODIGO: 2414-8-10, MINA GANDALIA, MINAS DEL MEDITERRANEO,S.A.

CODIGO: 2414-8-11, MINA GANDALIA, MINAS DEL MEDITERRANEO,S.A.

CODIGO: 2414-8-12, MINA GANDALIA, MINAS DEL MEDITERRANEO,S.A.

CODIGO: 2414-8-12, MINA GENDALIA, MINAS DEL MEDITERRANEO,S.A.

Las formas del proceso erosivo superficial son variables, estando relacionada su intensidad con la naturaleza de los escombros, el contenido en finos, los parámetros climáticos de la zona y la ubicación de la estructura dentro de la misma. Las huellas más comunes son regueros y cárcavas que dan lugar a un talud no uniforme con deposición de materiales a su pie.

Pueden citarse como ejemplos los casos con ficha-inventario siguientes:

CODIGO: 2314-1-12, CRUZ GOLMAYO

CODIGO: 2314-1-13, CRUZ GOLMAYO

También son observables huellas de erosión superficial en algunos diques perimetrales de balsas.

Las inestabilidades originadas por la socavación mecánica están relacionadas con la forma de llevarla a cabo, y si ésta progresa de una forma anárquica, pueden desestabilizarse determinadas zonas de la estructura, con riesgo de los medios humanos y mecánicos.

Es recomendable que, tanto las estructuras en activo como las recientemente abandonadas con gran volúmen de residuos tengan un control de su evolución en el tiempo a efectos de detectar los problemas que puedan producirse y corregir sus causas.

Las fotos 7.1. y 7.2. recogen sendas implantaciones de balsas correspondientes a las explotaciones de Mina Gandalia y Mina Petra. Su configuración geométrica seudocircular, da lugar a un dique perimetral de altura: 4-6 m, con los propios materiales de la explotación y con taludes conservadores que, sin embargo, no están exentos de los efectos erosivos. En algún caso, los recintos deprimidos están colmatados de finos.

## 8. ANALISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL

### 8.1. Criterios generales

El constante aumento de las actividades industriales en los últimos tiempos, ha llevado consigo la provisión de recursos minerales para abastecer de materias primas a los procesos.

Sin embargo, los trabajos de explotación, manipulación y transformación de esos "todo uno" originales, ha dado lugar a una amplia gama de alteraciones de la biosfera, de variable intensidad, que ha llegado a hacer dudar a algunos, de las ventajas de aplicación de un impulso de aceleración al sistema de desarrollo, pues muchas de las alteraciones producidas tienen un carácter irreversible, y son de aparición lenta pero duradera.

Actualmente, la tendencia en los países más desarrollados respecto al impacto ambiental producido por todas las actividades mineras o industriales, en que se procesan materias primas o industriales y se originan alteraciones en el entorno, es el dar carácter prioritario a estos procesos, mantenedores de una economía de desarrollo.

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 también en otras realizaciones industriales y civiles.

La variable fundamental a cuantificar en los estudios de Impacto Ambiental, es la alteración en el medio o en alguno 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 de 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) Impacto 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.

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, volúmen, topografía de la zona, contraste de colores con el entorno, etc. de las estructuras de almacenamiento.

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

En los casos evaluados se ha efectuado una estimación basada en el grado de visibilidad y en el contraste de la estructura con los parámetros definitorios del paisaje y, en ella hay que remarcar el grado de subjetividad de la valoración.

#### b) Contaminación 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.

Los depósitos de materiales finos pueden movilizarse por efecto de corrientes de aire con velocidad suficiente; a su vez, esta movilización viene regida por otra serie de factores como son dirección y velocidad del viento, humedad, precipitaciones, temperatura del suelo y la propia estación del año.

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 ppm

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

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

- Para las personas

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

$\text{CO}_2$  < 5%

SH<sub>2</sub> < 0,01 %

SO<sub>2</sub> < 0,001%

### c) Contaminación superficial

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. Como resultado de ello, es el acarcavamiento 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.

### d) 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 de estériles 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:

- 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.
- Real Decreto 1423/1982 de 18 de Junio (B.O.E. del 29 de 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 Fe nol) .....	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
Aldehídos (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.

### 8.3. Evaluación de las condiciones de implantación de escombreras y balsas

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 de 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 volúmen 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	Irrelevante	VULNERABILIDAD DEL AREA			
		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
LADERA	inclinación entre 5º y 14º (8 a 25%)	0,90
	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 volúmen.
0,90	a 0,50 .....	Adecuado para escombreras de volúmen 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 las estructuras con ficha-inventario identificadas por su clave o código correspondiente, permite tener un enfoque orientador de las condiciones de implantación de las estructuras más representativas de la provincia de Soria.

Como se ha indicado anteriormente, la metodología considera en su evaluación final el factor ecológico o ambiental (I). En el caso de no tenerlo en consideración en el índice de calidad "Qe" de un emplazamiento intervienen sólo factores desde una perspectiva de estabilidad.

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

<u>CALIFICACION DEL EMPLAZAMIENTO</u>	<u>NUMERO DE ESTRUCTURAS</u>	<u>PORCENTAJES</u>
OPTIMO	-	-
TOLERABLE PARA ESCOMBRERAS DE GRAN VOLUMEN	-	-
ADECUADO PARA ESCOMBRERAS DE VOLUMEN MODERADO	55	68,8%
TOLERABLES	21	26,2%
MEDIOCRES	3	3,8%
MALO	1	1,2%
INACEPTABLES	-	-

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

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

<u>CUALIFICACION DEL EMPLAZAMIENTO</u>	<u>NUMERO DE ESTRUCTURAS</u>	<u>PORCENTAJE</u>
OPTIMO	-	-
TOLERABLE PARA ESCOMBRERAS DE GRAN VOLUMEN	-	-
ADECUADO PARA ESCOMBRERAS DE VOLUMEN MODERADO	28	35 %
TOLERABLES	43	53,8%
MEDIOCRES	5	6,2 %.
MALO	4	5 %
INACEPTABLES	-	-

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

De ambos, se concluye, la no existencia de implantaciones óptimas, así como, situaciones inaceptables. Aunque si hay ubicaciones calificadas como "malas" en cuatro casos.

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

**CUADRO 8.3.-1**

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F.RESISTENCIA CIMIENTO	F.TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	C <sub>a</sub>	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q <sub>E</sub> con factor ecológico Q <sub>E</sub> = I α (βθ) η + δ	Indice Q <sub>E</sub> con factor ecológico Q <sub>E</sub> = α (βθ) η + δ
2015-2-3	0,4	0,35	0,75	1	1	0,40	1,0	0,2	0,24 Mediocre.	0,33 Tolerable
2015-7-4	0,40	0,35	0,75	1	1	0,90	1,0	0,3	0,65 Adecuado para estructuras de volúmen moderado	0,87 Adecuado para estructuras de volúmen moderado.
2015-7-5	0,40	0,35	0,75	1	1	0,90	1,0	0,3	0,65 Adecuado para estructuras de volúmen moderado.	0,87 Adecuado para estructuras de volúmen moderado.
2015-8-4	0,4	0,3	0,7	1	1	0,90	1,0	0	0,63 Adecuado para estructuras de volúmen moderado.	0,90 Adecuado para estructuras de volúmen moderado.
2015-8-5	0,4	0,3	0,7	1	0,90	0,95	1,0	0,2	0,58 Adecuado para estructuras de volúmen moderado.	0,82 Optimo para cualquier tipo de estructura.
2013-7-0004	0,4	0,4	0,8	0,7	0,90	0,70	1	0,2	0,32 Tolerable.	0,40 Tolerable
2014-4-0003	0,5	0,2	0,7	1	0,05	0,70	1,6	0,3	0,26 Mediocre.	0,37 Tolerable
2014-4-0004	0,5	0,2	0,7	1	0,85	0,70	1,6	0,3	0,26 Mediocre.	0,37 Tolerable
2113-4-0001	0,45	0,13	0,75	0,5	0,60	0,95	1,7	0,3	0,12 Malo.	0,16 Mediocre
2113-4-0003	0,5	0,25	0,75	0,7	0,75	0,95	1,6	0,2	0,28 Mediocre.	0,38 Tolerable

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F.RESISTENCIA CIMIENTO	F.TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	C <sub>a</sub>	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q <sub>E</sub> con factor ecológico Q <sub>E</sub> = I α (βθ) η + δ	Indice Q <sub>E</sub> con factor ecológico Q <sub>E</sub> = α (βθ) η + δ
2114-2-4	0,4	0,3	0,7	1	0,90	0,70	1,1	0,3	0,36 Tolerable	0,52 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
2114-2-5	0,4	0,3	0,7	1	0,90	0,70	1,1	0,3	0,36 Tolerable	0,52 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
2115-6-3	0,4	0,3	0,7	1	1	0,90	1,6	0,2	0,57 Adecuado para estructuras de volumen moderado	0,82 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
2115-6-4	0,4	0,3	0,7	1	1	0,90	1,6	0,2	0,57 Adecuado para estructuras de volumen moderado.	0,82 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
2115-5-3	0,4	0,4	0,8	1	0,80	0,90	1,0	0	0,57 Adecuado para estructuras de volumen moderado.	0,72 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
2115-6-6	0,4	0,3	0,7	1	0,85	0,90	1,0	0	0,53 Adecuado para estructuras de volumen adecuado.	0,76 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
2115-6-7	0,4	0,3	0,7	1	0,85	0,90	1,6	0,2	0,43 Tolerable	0,61 Adecuado para estructuras de volumen moderado.

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTENCIA CEMENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	C <sub>a</sub>	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q <sub>E</sub> con factor ecológico Q <sub>E</sub> = I α (βθ) η + δ	Indice Q <sub>E</sub> con factor ecológico Q <sub>E</sub> = α (βθ) η + δ
2115-6-9	0,4	0,3	0,7	0,7	0,90	0,90	1,0	0,2	0,38 Tolerable	0,54 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
2214-2-0001	0,4	0,3	0,7	1	0,90	0,90	1,0	0,2	0,54 Adecuado para estructuras de volumen moderado.	0,77 Adecuado para estructuras de volumen moderado
2214-2-0002	0,4	0,3	0,7	1	0,95	0,90	1,0	0,2	0,58 Adecuado para estructuras de volumen moderado.	0,82 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
2214-4-2	0,4	0,3	0,7	1	1	0,90	1,0	0,2	0,61 Adecuado para estructuras de volumen moderado.	0,88 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
2214-4-3	0,4	0,3	0,7	0,7	1	0,90	1,0	0,2	0,43 Tolerable	0,61 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
2214-4-6	0,4	0,3	0,7	1	1	0,90	1,0	0,2	0,61 Adecuado para estructuras de volumen moderado.	0,88 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
2216-4-3	0,4	0,3	0,7	0,7	0,85	0,90	1,6	0,2	0,30 Tolerable	0,43 Tolerable.

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F.RESISTENCIA CIMIENTO	F.TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	C <sub>a</sub>	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q <sub>E</sub> con factor ecológico Q <sub>E</sub> = I α (βθ) η + δ	Indice Q <sub>E</sub> con factor ecológico Q <sub>E</sub> = α (βθ) η + δ
2312-7-0001	0,4	0,4	0,2	0,7	0,90	0,90	1,0	0,2	0,37 Tolerable	0,47 Tolerable
2312-8-0003	0,4	0,3	0,7	1	0,95	0,90	1,6	0,2	0,52 Adecuado para estructuras de volumen moderado.	0,75 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
2314-2-12	0,4	0,3	0,7	1	0,80	0,90	1,3	0,2	0,42 Tolerable	0,61 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
2314-2-13	0,4	0,3	0,7	1	0,80	0,95	1,0	0	0,53 Adecuado para estructuras de volumen moderado.	0,76 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
2314-2-15	0,4	0,2	0,6	0,7	1	0,95	1,2	0,2	0,39 Tolerable	0,65 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
2314-2-16	0,4	0,3	0,7	1	1	0,90	1,2	0,3	0,59 Adecuado para estructuras de volumen moderado.	0,85 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
2314-1-2	0,4	0,25	0,65	1	1	0,70	1,0	0,3	0,40 Tolerable	0,62 Adecuado para estructuras de volumen moderado.

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTENCIA CIMIENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION		
	Ca	P	I	$\alpha$	$\beta$	$\theta$	$\eta$	$\delta$	Indice $Q_E$ CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$		Indice $\eta_E$ SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
2314-2-0007	0,5	0,25	0,75	1	0,85	0,95	1,6	0,25	0,50	Tolerable.	0,67 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
2314-4-0002	0,25	0,1	0,35	1	0,85	0,8	1,2	0,6	0,17	Mediocre.	0,49 Tolerable.
2314-1-0003	0,3	0,3	0,60	0,7	0,50	0,95	1,7	0,2	0,10	Malo.	0,17 Mediocre.
2314-1-0006	0,4	0,3	0,7	0,7	0,50	1	1,7	0,2	0,13	Malo.	0,18 Mediocre.
2314-10010	0,4	0,3	0,7	1	0,80	0,40	1,6	0,2	0,09	Malo.	0,12 Malo.
2314-1-12	0,4	0,2	0,6	1	0,90	0,90	1,3	0,2	0,43	Tolerable.	0,72 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
2314-1-13	0,4	0,3	0,7	1	0,90	0,90	1,0	0,2	0,54	Adecuado para estructuras de volumen moderado.	0,77 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
2314-2-8	0,4	0,3	0,7	1	1	0,90	1,0	0,2	0,61	Adecuado para estructuras de volumen moderado.	0,88 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
2314-2-9	0,4	0,3	0,7	1	1	0,90	1,0	0,2	0,61	Adecuado para estructuras de volumen moderado.	0,88 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
2314-2-11	0,4	0,3	0,7	1	0,80	0,95	1,3	0	0,48	Tolerable.	0,69 Adecuado para estructuras de volumen moderado.

"CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTEN CIA CIMIENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	ORENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	$\alpha$	$\beta$	$\theta$	$\eta$	$\delta$	Indice $Q_E$ CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice $Q_E$ SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
2314-5-1	0,4	0,3	0,7	1	0,90	0,70	1,3	0,2	0,35 Tolerable.	0,50 Tolerable.
2314-5-2	0,4	0,3	0,7	1	0,90	0,70	1,0	0,2	0,40 Tolerable.	0,57 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
2314-5-3	0,4	0,3	0,7	1	0,90	0,70	1,0	0,2	0,40 Tolerable.	0,57 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
2314-6-1	0,4	0,3	0,7	1	0,95	0,95	1,0	0	0,63 Adecuado para estructuras de volumen moderado.	0,90 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
2314-6-2	0,4	0,3	0,7	1	0,95	0,95	1,3	0	0,61 Adecuado para estructuras de volumen moderado.	0,87 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
2314-6-3	0,4	0,3	0,7	1	0,95	0,95	1,0	0	0,63 Adecuado para estructuras de volumen moderado.	0,90 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
2314-6-4	0,4	0,3	0,7	1	0,95	0,95	1,0	0	0,63 Adecuado para estructuras de volumen moderado.	0,90 Adecuado para estructuras de volumen moderado.

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F.RESISTEN- CIA CIMIENTO	F.TOPOGRA- FICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	C <sub>a</sub>	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q <sub>E</sub> con factor ecológico Q <sub>E</sub> = I α (βθ) η + δ	Indice Q <sub>E</sub> con factor ecológico Q <sub>E</sub> = α (βθ) η + δ
2317-1-3	0,4	0,3	0,7	1	0,90	0,70	1,0	0,2	0,40 Tolerable	0,57 Adecuado para es- tructuras de vo- lúmen moderado.
2317-6-9	0,4	0,35	0,75	1	1	0,90	1,0	0,2	0,66 Adecuado para estructuras de volúmen moderado.	0,88 Adecuado para es- tructuras de vo- lúmen moderado.
2317-6-8	0,4	0,35	0,75	1	1	0,90	1,0	0,3	0,65 Adecuado para estructuras de volúmen moderado.	0,87 Adecuado para es- tructuras de vo- lúmen moderado.
2317-6-7	0,4	0,35	0,75	1	1	0,90	1,0	0,3	0,65 Adecuado para estructuras de volúmen moderado.	0,87 Adecuado para es- tructuras de vo- lúmen moderado.
2317-6-10	0,4	0,35	0,75	1	1	0,90	1,0	0,3	0,65 Adecuado para estructuras de volúmen moderado.	0,87 Adecuado para es- tructuras de vo- lúmen moderado.
2413-7-0006	0,4	0,3	0,7	1	0,80	0,70	1,0	0,2	0,34 Tolerable	0,49 Tolerable
2413-8-0003	0,4	0,3	0,7	1	0,95	0,90	1,0	0,2	0,58 Adecuado para estructuras de volúmen moderado	0,82 Adecuado para es- tructuras de vo- lúmen moderado.
2413-8-0004	0,4	0,3	0,7	1	0,80	0,70	1,0	0,3	0,32 Tolerable	0,47 Tolerable

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTEN CIA CIMIENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	ORENAJE	EVALUACION		
	Ca	P	I	$\alpha$	$\beta$	$\theta$	$\eta$	$\delta$	Indice $Q_E$ CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$		Indice $Q_E$ SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
241470001	0,4	0,3	0,7	1	0,80	0,70	1,0	0,3	0,32	Tolerable.	0,47 Tolerable.
241470002	0,4	0,3	0,7	1	0,80	0,70	1,0	0,3	0,32	Tolerable.	0,47 Tolerable.
241470003	0,4	0,3	0,7	1	0,80	0,70	1,0	0,3	0,32	Tolerable.	0,47 Tolerable.
241470004	0,4	0,3	0,7	1	0,80	0,70	1,0	0,3	0,32	Tolerable.	0,47 Tolerable.
241470005	0,4	0,3	0,7	1	0,80	0,70	1,0	0,3	0,32	Tolerable.	0,47 Tolerable.
241470006	0,4	0,3	0,7	1	0,80	0,70	1,0	0,3	0,32	Tolerable.	0,47 Tolerable.
241430007	0,4	0,3	0,7	1	0,70	0,90	1,6	0,2	0,30	Tolerable.	0,43 Tolerable.
241480001	0,4	0,2	0,6	1	0,80	0,90	1,0	0,3	0,39	Tolerable.	0,65 Adecuado para es- tructuras de vo- lumen moderado.
241480002	0,4	0,2	0,6	1	0,80	0,90	1,0	0,3	0,39	Tolerable.	0,65 Adecuado para es- tructuras de vo- lumen moderado.
241480003	0,4	0,2	0,6	1	0,80	0,90	1,0	0,3	0,39	Tolerable.	0,65 Adecuado para es- tructuras de vo- lumen moderado.
2414-7-11	0,4	0,3	0,7	1	0,80	0,70	1,0	0,3	0,32	Tolerable.	0,47 Tolerable.

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTENCIA CEMENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	$\alpha$	$\beta$	$\theta$	$\eta$	$\delta$	Indice $Q_E$ CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice $Q_E$ SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
2414-7-12	0,4	0,3	0,7	1	0,80	0,70	1,0	0,3	0,32 Tolerable.	0,47 Tolerable.
2414-8-4	0,4	0,3	0,7	1	0,80	0,90	1,0	0,3	0,45 Tolerable.	0,65 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
2414-8-5	0,4	0,3	0,7	1	0,80	0,90	1,0	0,3	0,45 Tolerable.	0,65 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
2414-8-6	0,4	0,3	0,7	1	0,80	0,90	1,0	0,3	0,45 Tolerable.	0,65 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
2414-8-7	0,4	0,3	0,7	1	0,80	0,90	1,0	0,3	0,45 Tolerable.	0,65 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
2414-3-8	0,4	0,3	0,7	1	1	0,70	1,0	0,3	0,44 Tolerable.	0,62 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
2414-7-13	0,4	0,3	0,7	1	0,80	0,70	1,0	0,3	0,32 Tolerable.	0,47 Tolerable
2414-8-8	0,4	0,2	0,6	1	0,80	0,90	1,0	0,3	0,39 Tolerable.	0,65 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
2414-8-9	0,4	0,2	0,6	1	0,80	0,90	1,0	0,3	0,39 Tolerable.	0,65 Adecuado para estruc. vol.modera.

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTENCIA CIMENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	$\alpha$	$\beta$	$\theta$	$\eta$	$\delta$	Indice $Q_E$ con factor ecológico $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice $Q_E$ con factor ecológico $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
2414-8-10	0,4	0,2	0,6	1	0,80	0,90	1,0	0,3	0,39 Tolerable	0,65 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
2414-8-11	0,4	0,2	0,6	1	0,80	0,90	1,0	0,3	0,39 Tolerable	0,65 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
2414-8-12	0,4	0,2	0,6	1	0,80	0,90	1,0	0,3	0,39 Tolerable	0,65 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
2415-1-1	0,4	0,3	0,7	1	1	0,90	1,0	0,2	0,61 Adecuado para estructuras de volumen moderado	0,88 Adecuado para estructuras de volumen moderado.

## 9. REUTILIZACION DE ESTRUCTURAS

El efecto combinado del encarecimiento de las materias primas de los costes energéticos y del suelo, tanto agrícola, 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, condicionado 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 provincia de Soria 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 pequeños: el 67,5% está por debajo de los 10.000 m<sup>3</sup>.

En el caso de un posible aprovechamiento minero de los residuos procedentes de explotaciones metálicas, estos se encuentran condicionados por la necesaria realización de ensayos y análisis, a efectos de definir las leyes y contenidos de impurezas contaminantes, 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 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, y en algún caso de los estériles de las plantas de tratamiento.

Las granulometrías son mezcladas, con contenido en finos variable y dependiendo del tipo de sustancia a obtener.

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 áridos y como material de relleno para distintos acondicionamientos en la propia cantera. Caso de materiales cuarcíticos, calizos, etc.
- 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 podrían utilizarse en prácticas de restauración.
- 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 al 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 el de acondicionamiento de pistas, accesos, plazas, suelos de almacenes, oficinas, naves, etc., en los alrededores de las explotaciones, sobre todo a cielo abierto.
  
- . También es posible, con un tratamiento más elaborado, la corrección de algunas de las alteraciones ambientales desencadenadas, sobre

todo en climas húmedos, cubriendo las superficies con los materiales más finos y alterables, incluso abonando y añadiendo materia orgánica. Estas actividades son contempladas dentro de las técnicas regenerativas de taludes y superficies que van a ser destinadas posteriormente al aprovechamiento agrícola o forestal.

- . En los casos de actividad se debe acometer la restauración de las escombreras al mismo tiempo que se emprende la restauración de la cantera de que proceden, integrando ambas en su medio natural, y corrigiendo en lo posible las alteraciones ambientales producidas.

## 10. CONSIDERACIONES ESPECIALES EN CASOS SINGULARES

La importancia minera de ciertas zonas extractivas que dan lugar a almacenamientos de residuos de gran volúmen, así como la presencia de una serie de caracteres especiales en relación a su emplazamiento o a su comportamiento, llevan a un tratamiento más pormenorizado de sus estructuras residuales, con el fin de reflejar una idea más global y completa que la obtenida por simple consulta de las fichas de inventario.

La minería que ha tenido un desarrollo más apreciable ha sido la del hierro, en las zonas de Olvega y Borobia.

### MINAS DE OLVEGA

Las minas de esta zona eran conocidas desde antiguo, pero realmente la explotación del yacimiento comenzó a finales de 1953 cuando se trataron los afloramientos de mineral existentes próximos al barranco de la mina. (Foto 10.1.).

La mineralización conocida está localizada en la intersección de un sistema complejo de fallas, en donde pueden distinguirse dos fallas secundarias transversales a una principal. Estos accidentes trasto-

can los niveles litológicos compuestos por esquistos, areniscas cámbricas y materiales conglomeráticos y areniscosos del Bunt que cubren discordantemente los materiales cámbricos.

El mineral de hierro en el sector de Olvega está formado fundamentalmente por oligisto y limonita.

La mineralización presenta un aspecto masivo, aunque, según ciertos autores no se puede descartar la presencia de posibles enriquecimientos localizados en las mismas fracturas de desgarre o en zonas próximas a ellas mediante un mecanismo de sustitución de algunos horizontes, aunque es previsible su reducida extensión.

Las leyes obtenidas indican entre un 45 y un 68% de hierro, pudiendo estimarse como media un 65% de contenido en metal.

La explotación de la mineralización aunque inicialmente fue un laboreo subterráneo, en la actualidad se realiza a cielo abierto. Ello ha dado lugar a una diversificación de estructuras residuales por la procedencia de los residuos (bien del avance de las galerías o bien de los recubrimientos de la masa mineralizada).

Otro de los rasgos a destacar es el de la amplitud de la gama granulométrica, con tamaños medios predominantes. (Obsérvese Foto 5.2.).

La alteración química de los residuos es muy variable de unas escombreras a otras, aunque de una forma general hay que reflejar manifestaciones en forma de oxidaciones, pátinas y exudaciones.

Las condiciones de implantación son mayoritariamente de ladera y de pie de ladera, tanto en el caso de escombreras como en el de balsas ocupando generalmente terrenos baldíos, o de monte bajo en ambos casos. (Son ejemplos los representados en las fotos 5.1. y 10.1.).

Se han observado en los taludes de las escombreras y en los diques de las balsas, huellas en forma de regueros y cárcavas, consecuencia de la continua erosión que provoca el arrastre de los materiales.

Son aspectos también a señalar, la posible contaminación de las aguas por lixiviación y el impacto paisajístico sobre elementos de su entorno, ligado tanto a las formas, a los volúmenes y a las características cromáticas de los residuos como a la visibilidad y proximidad de vías de comunicación.



FOTO 10.1.-VISTA GENERAL MINA PETRA (OLVEGA)

### MINAS DE BOROBIA

Las concesiones Gandalias, Alvaro, Elena, Margarita y Lorea forman el grupo minero que se conoce con el nombre de Minas de Borobia, el cual se encuentra enclavado en las estribaciones orientales de la sierra de Toranzo, situadas inmediatamente al norte del pueblo de Borobia.

El área de explotación se extiende sobre materiales paleozóicos datados como pertenecientes al Cámbrico Inferior y Medio.

La mineralización objeto de actividad extractiva en la Mina Gandalias; es también masiva, aunque es posible la diferenciación tabular, en donde el eje mayor tiene aproximadamente una dirección N-S y una extensión de unos 500 m. (Foto 10.2.).

Este cuerpo masivo-tabular está formado por dos bolsadas separadas por una zona estéril, en disposición morfológica de suave depresión de sur a norte, que la explotación, a cielo abierto, tiene que eludir. Son visibles los sistemas complejos de fallas y la abundancia de pliegues, que afectan tanto a la mineralización como a las rocas encajantes. Todos estos accidentes enmascaran las venas productivas.

Los materiales residuales corresponden tanto a la actividad directa de explotación, como a los generados en los procesos de concentración.



FOTO 10.2.- EXPLOTACION A CIELO ABIERTO. MINA GANDALIA (BOROBIA), SORIA

Las condiciones de implantación, tanto en el caso de escombreras como en el de balsas, es predominantemente sobre ladera.

Las escombreras de ladera, de mayor altitud, corresponden a materiales arcillosos de cobertera, esquistos y calizas con abundancia de fósiles en donde también es posible encontrar cuarzo lechoso. Su alteración física y química es alta, por lo que son fácilmente disgregables los residuos del manto superficial.

Las estructuras de materiales que corresponden a los desmontes primarios y posterior perfilado de los bancales no son de volúmenes importantes, y su altura no sobrepasa los 20 m. La problemática de estabilidad, por tanto puede considerarse reducida.

Las estructuras más modernas, ubicadas a pie de ladera con apoyo en ella, y en ambos lados de la corta, se han ido alternando los vertidos en el tiempo, por lo que, un rasgo fundamental es su heterogeneidad litológica.

La foto 10.3. recoge una vista panorámica de las escombreras situadas entorno de la explotación.



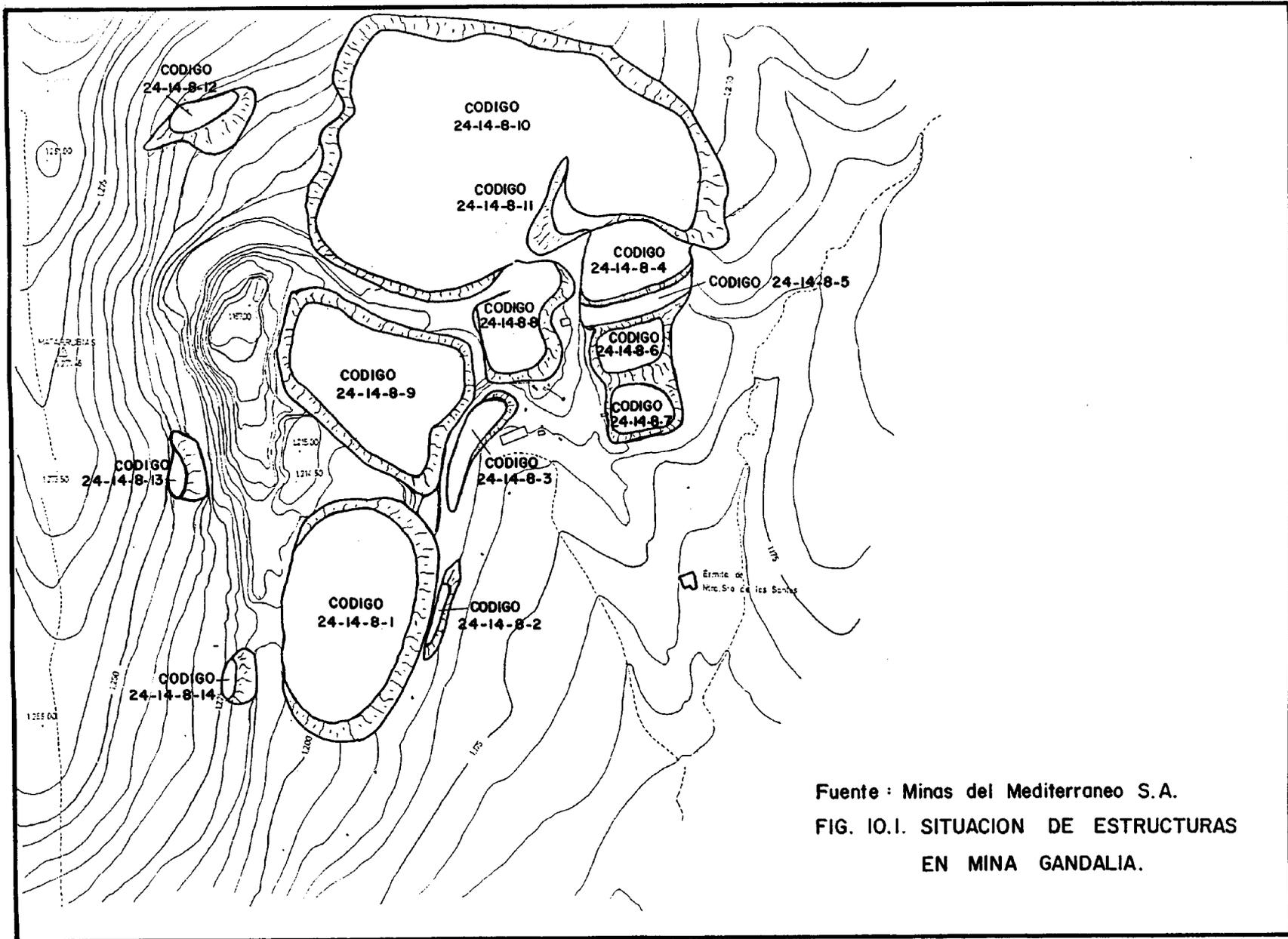
FOTO 10.3.- VISTA GENERAL DE LAS ESTRUCTURAS QUE MINAS DEL MEDITERRANEO TIENE EN BOROBIA (SORIA)

La planta de tratamiento del mineral, ha originado cuatro balsas, que se ubican también en sus proximidades (Fig.10.1. situación de estructuras en Mina Gandalia).

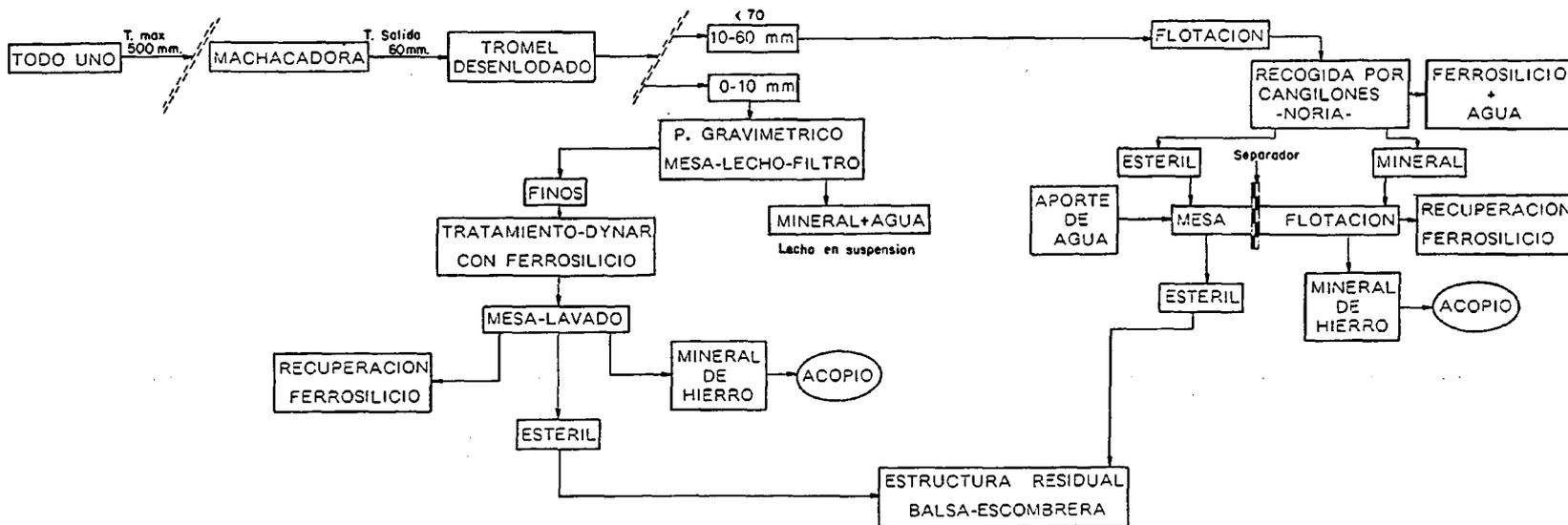
Una síntesis del ciclo que sigue el todo uno en la planta de tratamiento se refleja en el esquema de la Fig. nº 10.2.

Por último, en la zona de Medinadeli, las actividades extractivas del hierro se han abandonado. Al parecer la concentración de impurezas que acompañan a la mena invalidan su salida al mercado. La foto 10.4., recoge un caso de escombrera residual en esta zona.

La configuración de las estructuras residuales de este área se refleja en la foto posterior.



Fuente : Minas del Mediterraneo S.A.  
FIG. 10.1. SITUACION DE ESTRUCTURAS  
EN MINA GANDALIA.



Fuente : J.L. Rubio - (M. Gondalia)

FIG. 10.2 - ESQUEMA SINTESIS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DEL OLIGISTO EN MINA GANDALIA.



**FOTO 10.4.- ZONA DE MEDINACELI. ESTRUCTURAS  
RESIDUALES ABANDONADAS**

## 11. PROPUESTA DE ACTUACION

Una vez realizado el inventario de Balsas y Escombreras Mineras de la provincia de Soria, las conclusiones obtenidas, ponen de manifiesto la necesidad de proponer una serie de medidas y actuaciones, a efectos de corregir y controlar los aspectos negativos actuales.

Las propuestas encaminadas a corregir las anteriores situaciones, pueden resumirse en la forma siguiente:

### 11.1. Problemas de estabilidad en escombreras mineras

- Corrección de los defectos de ejecución, deformaciones anormales, etc. con control de los comportamientos que puedan entrañar algún tipo de riesgos, estudiando y evaluando todas las implicaciones sobre la estabilidad general de la escombrera.
- La recogida de aguas de escorrentía debe realizarse mediante diques de retención o zanjas de intercepción ladera arriba de la escombrera, asegurando su limpieza y mantenimiento.
- Las fuentes o surgencias deben captarse y derivarse del entorno de la escombrera.

- Evitar la inundación del pie de las escombreras.
- Evitar la erosión interna de las estructuras por causas imputables a filtraciones.
- Conformar taludes en las estructuras, estables y compatibles con los materiales vertidos y el lugar de emplazamiento.
- Evitar la socavación descontrolada del pie de la escombrera por medios mecánicos, etc.
- Adopción de medidas de protección y remodelación, para aquellas escombreras ubicadas en lugares que puedan dar lugar a la intercepción de cursos de agua por deslizamientos o desprendimientos.

#### **11.2. Problemas de estabilidad en balsas**

- Adecuar los drenajes de las balsas a las necesidades de evacuación de agua, en el caso de que las estructuras intercepten cursos o cauces intermitentes.
- Regularizar las zonas de vertido de lodos, impidiendo la formación de bolsadas inestables.
- Mejorar la estabilidad de los diques, en aquéllos casos en que se constate mediante los estudios adecuados que pueda ser insuficiente.

Como medidas correctoras a introducir están:

- La disminución del talud exterior.
  - El aumentar la capa de materiales de aportación.
  - Una mejora de calidad en los materiales a colocar.
  - El adosar espaldones de escombros o escollera.
  - El refuerzo del dique con materiales estabilizados, geotextiles, etc.
  - La mejora del drenaje del dique mediante sondeos, drenes horizontales, etc.
- 
- Reducir las filtraciones o surgencias en el paramento exterior colocando espaldones con propiedades filtrantes y permeables. Asimismo, se instalarán los oportunos drenes o cunetas de recogida de efluentes y se evacuarán.

### **11.3. Medidas correctoras de alteraciones ambientales en escombreras y balsas**

- Intentar utilizar los materiales residuales, en el caso de escombreras, como relleno controlado del propio hueco de explotación creado. Este aspecto se contempla ya en algunas explotaciones.
- Delimitación de la zona de influencia de la estructura mediante muros, barreras, terraplenes de contención, o similares.



FOTO 11.1.- EXPLOTACION RESIDUAL DE ARCILLAS EN SAN LEONARDO DE YAGÜE



FOTO 11.2.- NIVEL DE EXPLOTACION DE GRAVAS EN SAN ESTEBAN

- Restitución y revegetación de las estructuras a efectos de integrarlas en su entorno; para ello se tendrá en cuenta, el tipo de vertido, la litología, la granulometría, el lugar de implantación, las características hidrológicas, los condicionantes climáticos, etc., a efectos de definir una metodología de restauración con el entorno del lugar de implantación de la estructura.
- Un tratamiento mínimo habitual, consiste en el recubrimiento vegetal, cuya aplicación puede realizarse incluso antes del abandono completo de la estructura.
- Un método de protección frente a la erosión es la revegetación. Su aplicación, en muchos casos, hace necesaria la corrección del perfil de los taludes respecto a los configurados por simple vertido.
- A efectos de prever una situación desfavorable, en una estructura, conviene habilitar un área de protección al pie de la misma para recoger los eventuales residuos desprendidos.
- Las escombreras con alto contenido en finos no cohesivos conviene que estén al abrigo del viento, para evitar contaminar el entorno. Se recomienda la utilización de pantallas.
- La protección del paisaje se llevará con especial interés en aquellas estructuras que supongan un mayor impacto visual desde núcleos urbanos y vías de comunicación. Una medida recomendable para

aquellas escombreras que ya están implantadas, es la creación de barreras forestales que oculten en lo posible a las estructuras, y para las que han de ubicarse, el adoptar criterios de alejamiento de las vías de comunicación, cursos y embalses de agua.

Sin embargo las actuaciones encaminadas a corregir las alteraciones ambientales, han de contemplarse dentro de las que se emprendan en la propia cantera o centro de producción, cuyo impacto global es muy superior al de la propia escombrera.

En el caso de estructuras y explotaciones activas que además posean planta de clasificación con aporte de residuos, se recomienda:

- La creación de barreras forestales que oculten en lo posible los frentes de arranque y las acumulaciones de residuos.
- Evitar el vertido de materiales finos procedentes de los procesos de clasificación en lugares que permitan su arrastre por cursos de aguas próximos, o por la escorrentía superficial.
- Las estructuras residuales pueden utilizarse para el relleno parcial de los huecos creados por la extracción del material o bien puede procederse a su integración en el paisaje mediante la plantación de especies vegetales, que minoren el impacto visual, y enmascaren la zona.

En definitiva, se trata de que toda estructura, balsa o escombrera, en actividad o abandonada, cumpla la condición fundamental de: no dar lugar a problemas de estabilidad o contaminación, además de restituir los valores paisajísticos del entorno, para lo que deben llevarse a cabo aquéllas actuaciones que minimicen su posible impacto tanto ambiental como respecto a posibles riesgos.

## 12. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Una vez realizados los trabajos de Inventario de Balsas y Escombreras mineras en la provincia de Soria, con la metodologías recogida en el epígrafe nº 1.2. de la presente Memoria, su presentación se efectúa de la siguiente forma:

- 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 croquis de situación a escala aproximada 1:50.000, un esquema estructural y unas evaluaciones minera, geomecánica y ambiental.

Se incluye una fotografía de la estructura.

- 2.- Un Anejo-Documento donde figura un listado con la situación y breve descripción de materiales, de aquellas estructuras residuales que, por su escaso volúmen 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 recoge las estructuras con ficha-inventario.

1 Mapa provincial a escala 1:200.000 que recoge las estructuras de la relación listada, sin fichas.

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

Los trabajos realizados pueden resumirse en los siguientes puntos:

- En la actualidad, la minería activa de Soria, extrae fundamentalmente los materiales siguientes:

- HIERRO
- LIGNITO
- CALIZA
- ARCILLA
- GRAVAS Y ARENAS
- ARENISCAS

Por consiguiente, la actividad de las estructuras residuales, está en consonancia con las labores extractivas de estos productos.

- Se han realizado 80 fichas de inventario y en la relación listada figuran un total de 340 estructuras, recogiendo los estados de abandono, parados o de actividad.

- Las explotaciones de canteras, graveras y áridos son las que originan un mayor número de vertederos residuales mineros junto a las labores extractivas del hierro. En el primer sector se han caracterizado mediante ficha 28 estructuras, dos de las cuales son balsas, utilizadas como depósito de lavado de materiales.

Dentro de la minería del hierro se han caracterizado 21 escombreras y 6 balsas.

- El 88,8% de las estructuras con ficha son escombreras, siendo el porcentaje de balsas relacionadas con la minería del 11,2%.
- El porcentaje de estructuras que se encuentran en situación de actividad es del 65%. Son estructuras abandonadas el 21,2% y sólo un 13,7% son utilizadas de forma discontinua.
- Los tipos de terrenos utilizados que predominan son los calificados como baldío (40%) y como monte bajo (46,3%).
- Las tipologías de la estructura que predominan son:
  - Para el caso de escombreras: tipo llano (37,5%) y tipo: Llano-Ladera. (36,2%).
  - Para el caso balsas: tipo ladera (5,0%) y tipo llano (3,75%).
- El medio de transporte de los residuos más utilizado es el de volquete en los casos de escombreras (51,3%), y el de tubería en las balsas (5,9%).

- La altura de las estructuras, es moderada, pues el 80,8% de los casos no supera los 10 m. Con alturas significativas, que superen los 30 m se encuentran tres estructuras.

- Un alto porcentaje (67,5%) de las estructuras presenta volúmenes muy pequeños, por debajo de 10.000 m<sup>3</sup>.

Se registran nueve casos de escombreras que superan los 100.000 m<sup>3</sup> de residuos.

- En el muestreo de taludes realizado en escombreras, la gama de valores predominante se encuentra entre los 34°-36°.

En el caso de taludes en diques de estériles, los valores se encuentran en el entorno de los 38°-40°.

- La granulometría de los estériles abarca todo el campo de tamaños, destacando las fracciones media y gruesa. Como es lógico, este parámetro se encuentra ligado con la litología de los materiales explotados y encajantes y por supuesto con el tipo de minería y su laboreo.

- La pluviometría en la provincia viene en gran medida condicionada por la altitud y es en general escasa, sólo en el extremo norte y por encima de los 1200 m la pluviometría supera los 800 mm año alcanzando los 1000 mm/año en las alturas del Urbión por encima de los 1500 m.

Esta zona de mayor pluviosidad y de fuertes pendientes topográficas es la más sensible a posibles problemas en las estructuras, por erosión superficial y/o lixiviación.

- En el resto de la provincia, la escasez de precipitaciones (400 a 600 mm/año) y las pendientes más suaves, proporcionan mejores condiciones frente a los problemas señalados, que pueden aparecer puntualmente por el régimen tormentoso de algunos de aquéllos.
  
- Los regímenes de caudales elevados, sólo aparecen en la cuenca alta del Duero donde, por lo acusado de las pendientes pueden incidir en las estructuras con problemas derivados de la torrencialidad: erosiones de pie de escombrera, desbordamiento y arrastre de balsas, etc.
  
- Los vientos predominantes son los de componente N y O con valores medios que no superan los 15 Km/h por lo que su incidencia en la formación de polvo sólo es de prever en explotaciones con apreciable producción de finos.
  
- Las condiciones sísmicas de Soria corresponden a las zonas media y baja de la zonificación establecida en la Norma Sismorresistente PDS-1 (1974).

En la zona de intensidad media correspondiente a las sierras del Sistema Ibérico y sus estribaciones en el NE de la provincia habrá que considerar el comportamiento dinámico de las estructuras frente a las posibles acciones sísmicas.

En el resto de la provincia, de sismicidad baja, la consideración de este tipo de acciones será aconsejable en casos singulares por la dimensión de la estructura y/o cuantía de daños posibles en caso

de colapso.

- Basándose en las estimaciones visuales, de los trabajos de campo llevados a cabo, alejadas 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 formas usuales de inestabilidad. Los problemas más frecuentes están relacionados con fenómenos de erosión superficial, acaravamiento, 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 tolerables y adecuadas, existiendo un 5% con la calificación de "malo".
  
- Las alteraciones ambientales principales a que dan lugar estas estructuras se resumen por orden de importancia en los factores ambientales de:
  - Alteración morfológica y de volumen.
  - Alteración del paisaje.
  - Alteración visual con el entorno.

- Alteración de la vegetación.
- Alteración de las aguas.
  
- Teniendo en cuenta el volúmen 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 medio ambiente.

### 13. BIBLIOGRAFIA

BANCO DE BILBAO.- Renta Nacional de España y su distribución provincial 1983.

IGME.- Determinación de parámetros geomecánicos con vistas al estudio de estabilidad de Balsas y Escombreras con la minería del carbón. Madrid 1980.

IGME.- Geología de España. J.M. Ríos.

IGME.- Guía para la restauración del medio natural afectado por las explotaciones de canteras. Madrid 1985.

IGME.- Manual para el Diseño y Construcción de escombreras y presas de residuos mineros: Ayala Carcedo F.J., Rodríguez Ortíz, J.M<sup>a</sup>. Madrid 1986.

IGME.- Mapas de Rocas Industriales. Hojas N<sup>o</sup> 21 (Logroño) N<sup>o</sup> 31 (Soria), N<sup>o</sup> 32 (Zaragoza), N<sup>o</sup> 39 (Sigüenza). Madrid.

IGME.- Mapa geológico nacional. Serie Magna. E:1/50.000.

IGME.- Mapa hidrogeológico nacional. E:1.000.000.

IGME.- Investigación de Plomo-Zinc en la reserva de Loma Charra (SORIA). 1974.

IGME.- Mapa tectónico de España. E:1/1.000.000.

IGME.- Mapas Metalogenéticos de España. E:1/200.000. Hojas Nº 21 (Logroño), Nº 31 (Soria), Nº 32 (Zaragoza), Nº 89 (Sigüenza).  
Madrid.

IGME.- Plan Nacional de Investigaciones de Aguas Subterráneas. Investigación hidrogeológica de la Cuenca del Duero.

I.N.E.- Censos de Población.

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

I.N.E.- Reseña Estadística de Soria.

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

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

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.

P.N.I.M.- Programa sectorial de Investigación de minerales de hierro.

Subsector VII. Centro Levante. Area.-4. Moncayo.

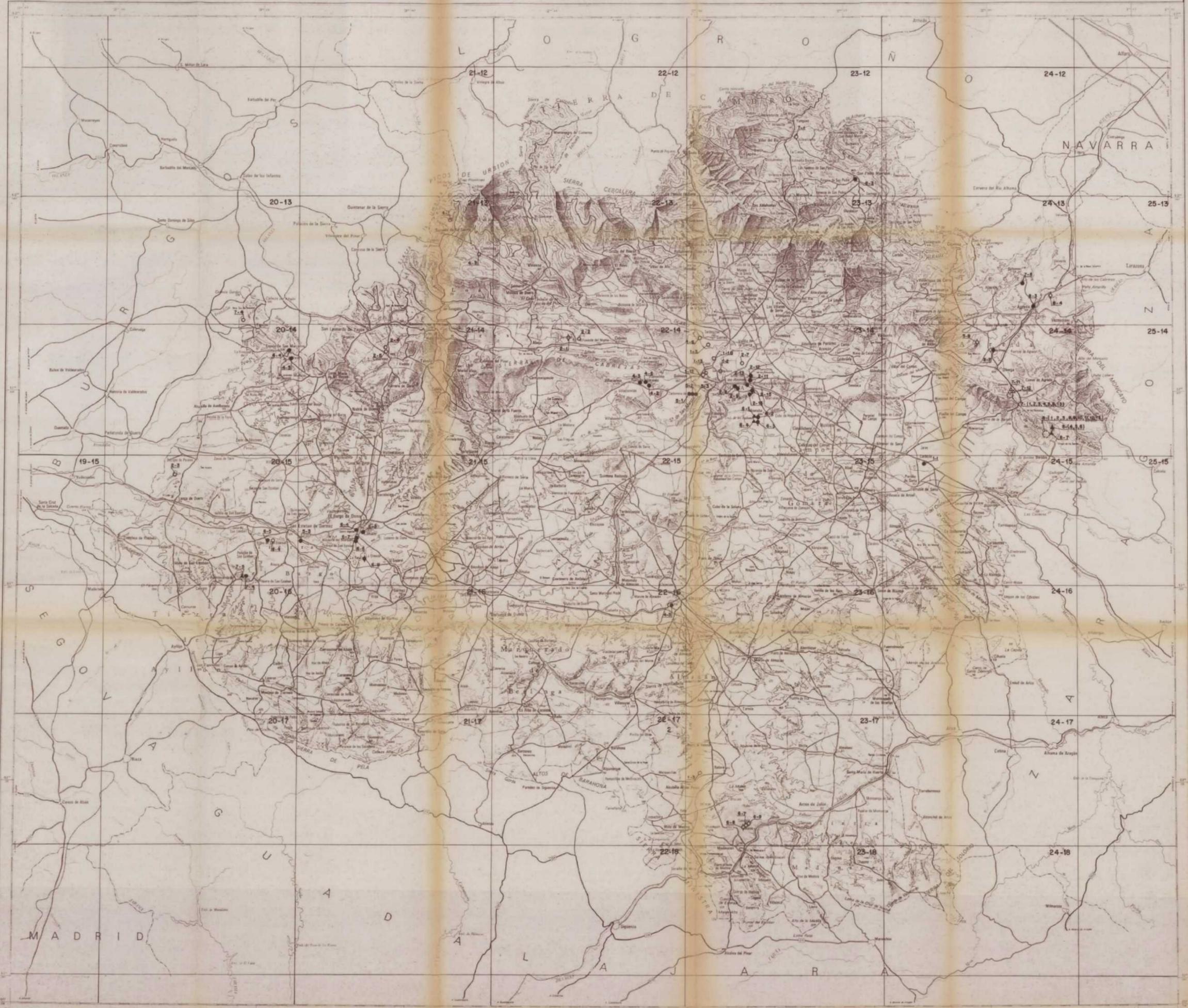
PRESIDENCIA DEL GOBIERNO.- Norma Sismorresistente PDS-1 (1974).

SALVAT, S.A.- DE EDICIONES PAMPLONA.- Conocer España.- Estella  
(Navarra) 1986.

**ANEJO - PLANOS DE SITUACION**

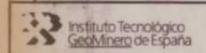
**PLANO N° 1.- ESTRUCTURAS EN FICHA-INVENTARIO**

**PLANO N° 2.- ESTRUCTURAS EN LISTADO**

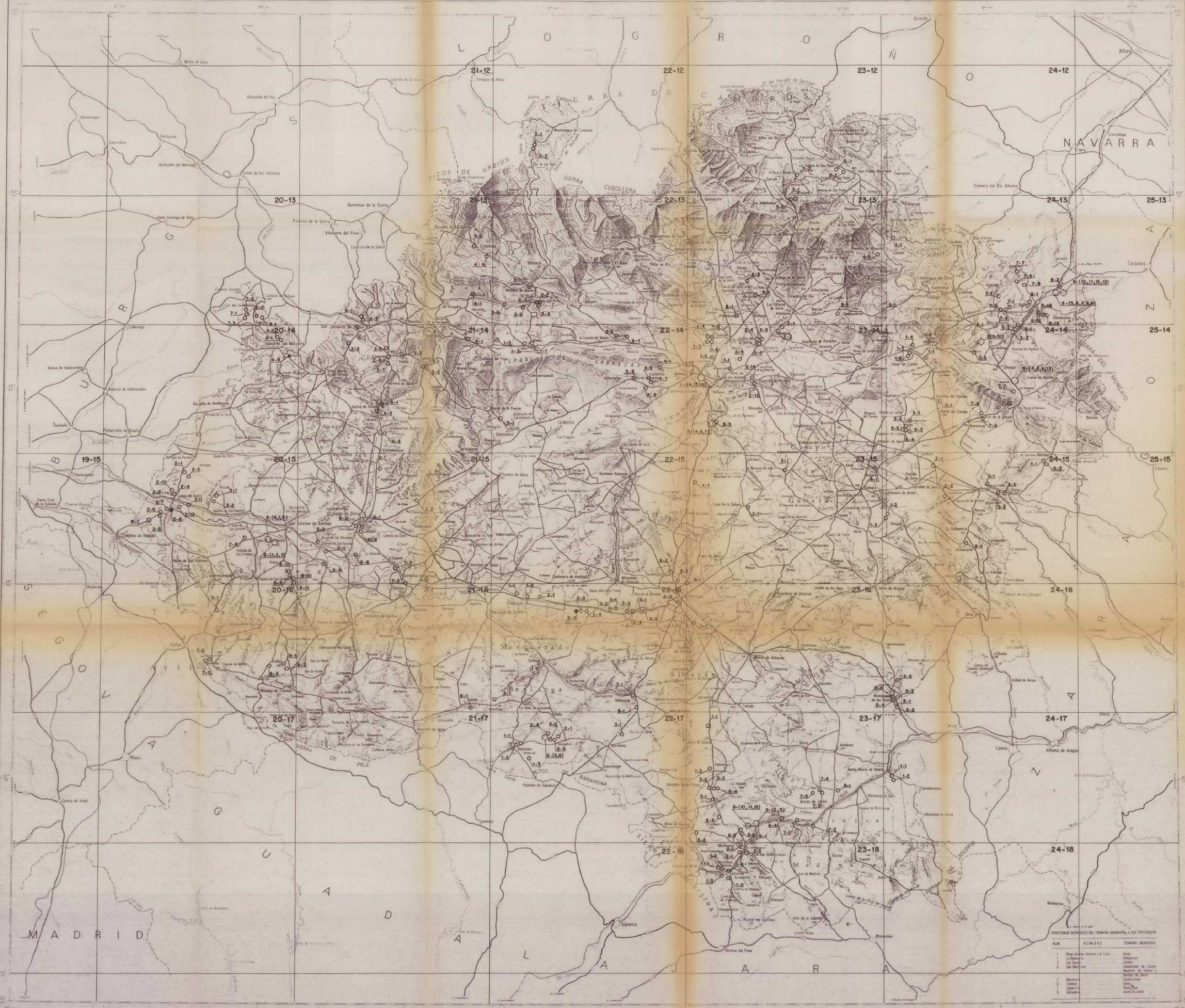


LEYENDA

ESTRUCTURAS	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )			
	≤ 5.000	5.000-50.000	≥ 50.000	
ESCOMBRERAS	Activas	●	◆	✦
	Paradas y abandonadas	○	◇	✧
BALSAS	Activas	▲	↑	✦
	Paradas y abandonadas	△	⬆	✧
Conjunto de varias estructuras	○			



PROYECTO	INVENTARIO DE BALSAS Y ESCOMBRERAS MINERAS		CLAVE
	SORIA		PLANO N°
	( ESTRUCTURAS EN FIGURAS )		1
DISEÑO	FECHA	COMPROBADO	AUTORA
	1987		
		ESCALA	COORDINADOR
		1:500.000	E.A.T. S.A.



LEYENDA

ESTRUCTURAS		VOLUMEN (m³)		
		0.000	5.000-50.000	50.000
ESCOMBRERAS	Activas	●	◆	◆
	Paradas y abandonadas	○	◇	◇
BALSAS	Activas	▲	▲	▲
	Paradas y abandonadas	△	△	△
Conjuntos de varias estructuras		○		

TERMINOS QUE COMPONEN EL TERRITORIO MUNICIPAL DE PERTENENCIA		NOMBRE		TERMINO MUNICIPAL	
1	Playa de San Juan y el Canal	San Juan	San Juan		
2	La Sierra	La Sierra	La Sierra		
3	La Sierra	La Sierra	La Sierra		
4	San Juan	San Juan	San Juan		
5	San Juan	San Juan	San Juan		
6	San Juan	San Juan	San Juan		
7	San Juan	San Juan	San Juan		
8	San Juan	San Juan	San Juan		
9	San Juan	San Juan	San Juan		
10	San Juan	San Juan	San Juan		

PROYECTO	INVENTARIO DE BALSAS Y ESCOMBRERAS MINERAS	CLAVE
SORIA		PLANO N°
( ESTRUCTURAS EN: LISTADO SIN FICHA )		2
ELABORADO	FECHA 1987	ESCALA 1:200.000
COMPROBADO	AUTOR	CONSULTOR E.A.T. S.A.