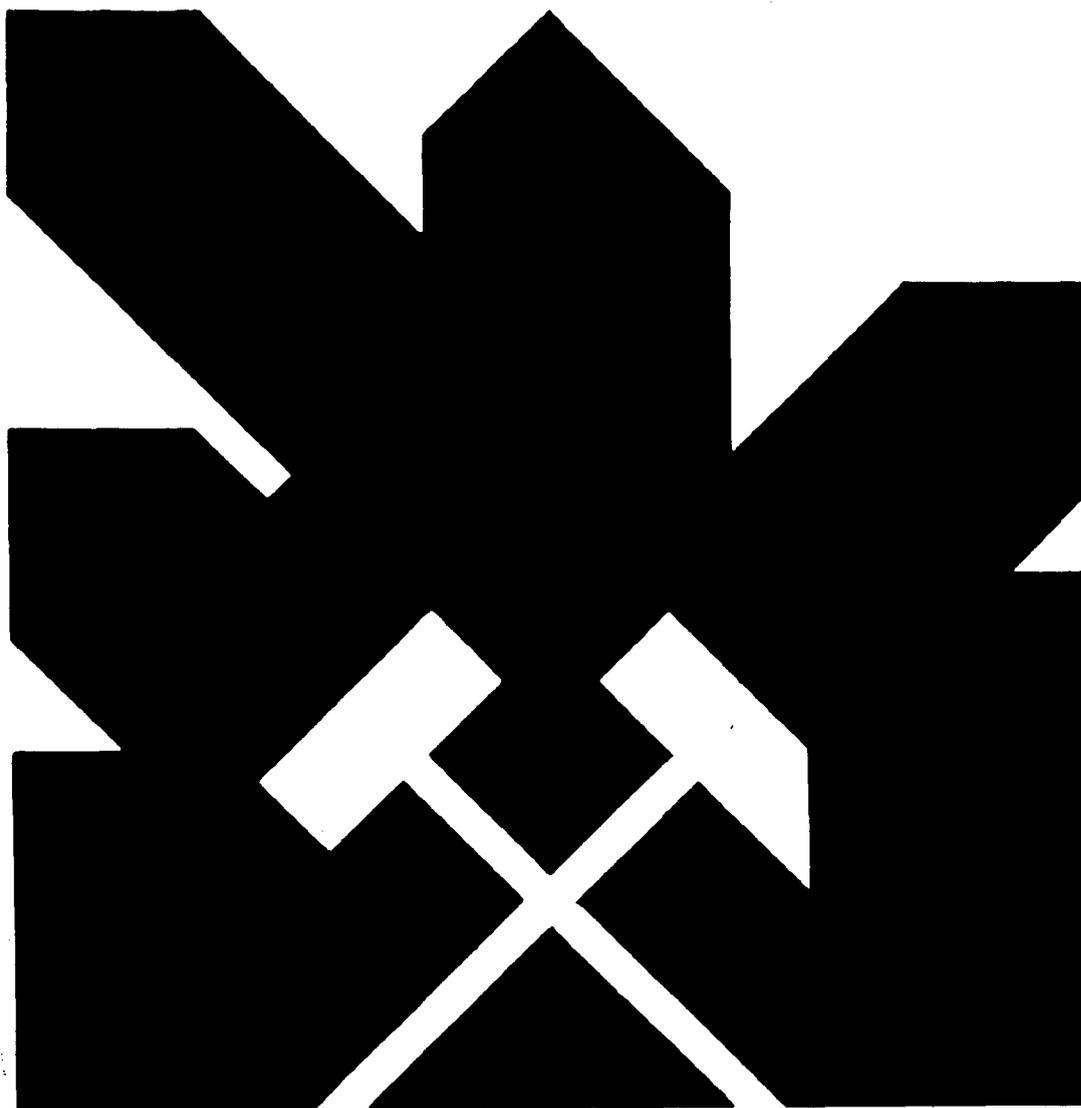


MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
SECRETARIA DE LA ENERGIA Y RECURSOS MINERALES

**INVENTARIO NACIONAL DE BALSAS
Y
ESCOMBRERAS
NAVARRA**

MEMORIA Y PLANOS DE SITUACION



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

AÑO 1.987

00981

INVENTARIO NACIONAL DE
BALSAS Y ESCOMBRERAS

NAVARRA

Este trabajo forma parte del INVENTARIO NACIONAL DE -
BALSAS Y ESCOMBRERAS, realizado para la División de Geología
Aplicada a la Ingeniería del INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO 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.G.M.E.

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

D. Lucas Vadillo Fernández
Ingeniero 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.

Se agradecen las facilidades prestadas para la realización
de este trabajo a todos los Organismos del Gobierno de Navarra, y
en particular a la Sección de Infraestructura, Energía y Minas, al Nego-
ciado de Minas y a la Sección de Recursos Hidráulicos y Geología del
citado Gobierno, así como, a todas las Empresas Mineras, que han hecho
posible la realización de este Estudio.

Madrid, Octubre de 1987

MEMORIA

INVENTARIO NACIONAL DE BALSAS Y ESCOMBRERAS

NAVARRA

INDICE

MEMORIA

1. INTRODUCCION

- 1.1. Objeto y contenido del estudio.
- 1.2. Metodología.

2. MARCO SOCIO-ECONOMICO

- 2.1. Evolución demográfica.
- 2.2. Actividad económica.
 - 2.2.1. Población activa.
 - 2.2.2. Producto interior.
 - 2.2.3. Sectores de actividad.
 - 2.2.4. Actividad minera.

3. MEDIO FISICO

- 3.1. Morfología
- 3.2. Hidrología.
 - 3.2.1. Superficial.
 - 3.2.2. Subterránea.
- 3.3. Sismología.
- 3.4. Climatología.
 - 3.4.1. Temperaturas.
 - 3.4.2. Precipitaciones.

- 3.4.3. Insolación
- 3.4.4. Balance hídrico.
- 3.4.5. Vientos.
- 3.4.6. Síntesis climatológica.

4. SINTESIS GEOLOGICA

5. YACIMIENTOS MINEROS

- 5.1. Potasas.
- 5.2. Magnesitas.
- 5.3. Rocas industriales.

6. ESTRUCTURAS RESIDUALES MINERAS.

- 6.1. Características generales.
- 6.2. Resumen estadístico.
 - 6.2.1. Tipos de minería.
 - 6.2.2. Tipos de estructuras.
 - 6.2.3. Estado de las estructuras.
 - 6.2.4. Tipos de terreno ocupados.
 - 6.2.5. Tipología de las estructuras.
 - 6.2.6. Sistemas de vertido.
 - 6.2.7. Altura de las estructuras.
 - 6.2.8. Volúmenes.
 - 6.2.9. Taludes de los estériles.
 - 6.2.10. Tamaño de los residuos.

7. CONDICIONES DE ESTABILIDAD

8. ANALISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL

- 8.1. Criterios generales.
- 8.2. Evaluación global del impacto.
- 8.3. Evaluación de las condiciones de implantación.

9. REUTILIZACION DE ESTRUCTURAS

9.1. Utilidad de los residuos almacenados.

9.2. Utilidad del espacio físico ocupado.

10. CONSIDERACIONES ESPECIALES EN CASOS SINGULARES

10.1. Las estructuras residuales de las explotaciones de potasas.

10.2. Las estructuras residuales de la explotación de las magnesitas.

10.3. Las estructuras residuales de las explotaciones de rocas industriales.

10.4. Las estructuras residuales de otras minerías

11. PROPUESTAS DE ACTUACION

11.1. Problema de estabilidad en escombreras mineras.

11.2. Problemas de estabilidad en balsas.

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

11.4. Casos de las estructuras procedentes de la explotación de áridos naturales, áridos de trituración y otros procesos industriales.

12. RESUMEN Y CONCLUSIONES

13. BIBLIOGRAFIA

PLANOS

Nº 1.- SITUACION ESTRUCTURAS LISTADAS CON FICHA

Nº 2.- SITUACION ESTRUCTURAS LISTADAS SIN FICHA

ANEJOS

ANEJO Nº 1.- LISTADO

ANEJO Nº 2.- FICHAS

1. INTRODUCCION

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

Los trabajos relativos a Navarra, 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 Navarra, 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 que finalmente, dentro de la Memoria se 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 cuadrulado 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 _____

MINERIA

TIPO ⑫ _____

ZONA MINERA ⑬ _____

MENA ⑭ _____

PROPIETARIO EMPRESA ⑦ _____

DENOMINACION ⑧ _____ PROV. ⑨ _____

MUNICIPIO ⑩ _____ PARAJE ⑪ _____

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 (m³) ㉔ _____ VERTIDOS (m³/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 RECREC. ㉁ _____ MURO SUCESIVO NATURALEZA ㉂ _____ ANCHO ㉃ _____

BALSAS. LODOS GRANULOMETRIA

NATURALEZA ㉄ _____ PLAYA ㉅ _____ Balsa ㉆ _____ CONSOLID. ㉇ _____

SISTEMA DE VERTIDO ㉈ _____

VELOCIDAD DE ASCENSO (cm/año) ㉉ _____

PUNTO DE VERTIDO ㉊ _____

TRATAMIENTO ㉋ _____

DRENAJE ㉌ _____

RECUPERACION DE AGUA ㉍ _____

SOBRENADANTE ㉎ _____

DEPURACION ㉏ _____

ESTABILIDAD. EVALUACION CUALITATIVA ㉑ _____ COSTRAS ㉒ _____

PROBLEMAS OBSERVADOS ㉓ _____

EROS. SUP. CARC. SOC. PIE ASSENT. MECAN. ㉔ _____

IMPACTO AMBIENTAL. ㉕ _____

PAISAJE HUMO POLV. VEG. AGUAS SUP. ACUIF.

㉖ _____

ZONA DE AFECCION ㉗ _____

ACCIDENTES, AÑOS ㉘ _____

RECUPERACION ㉙ _____

DESTINO ㉚ _____

LEY ㉛ _____

CALIDAD OTROS USOS ㉜ _____

ABANDONO Y USO ACTUAL

NAT. VEG. OTRAS

PROTECCIONES ㉝ _____

USO ACTUAL ㉞ _____

OBSERVACIONES (máx.: 240 caracteres)

Evaluación minera: (máx.: 160 caracteres)

Evaluación ambiental: (máx.: 160 caracteres)

Evaluación geotécnica: (máx.: 160 caracteres)



CLAVE.

FOTOGRAFIA:

CROQUIS DE SITUACION:

ESQUEMA ESTRUCTURAL:

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: Deseccación: 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.

* 32,37,41MATERIALCODIFICACION

Aluvión	ALUVIO
Conglomerados	CONGLO
Gravas, cantos, cascajo, morrillo	GRAVAS
Arenas	ARENAS
Arenas y Gravas	AREGRA
Areniscas - Toscos	ARENIS
Calcarenitas. Albero	CALCAR
Calizas	CALIZA
Calizas Fisuradas	CALIFI
Calizas Karstificadas	CALIKA
Calizas Porosas	CALIPO
Calizas 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 Ácidos	PORACI
Aplitas y Pegmatitas	APLIPE
Plutónicas Ácidas	PLUACI
Plutónicas Básicas	PLUBAS
Esquistos	ESQUIS
Mármoles	MARMOL
Neises	NEISES
Limos	LIMOS
Tobas	TOBAS

(Continúa...)

MATERIALCODIFICACION

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
Volfranio	WO	Turba	TU
Antimonio	SB	Otros min. no met.	ON
Arsénico	AS	Arcilla	AC
Mercurio	HG	Arenisca	AA
Oro	AU	Basalto	BS
Plata	AG	Caliza	CA
Tántalo	TA	Creta	CT
Andalucita	AD	Cuarcita	CC
Arcilla refractaria	AR	Dolomía	DO
Atapulgita	AT	Fonolita	FO
Baritina	BA	Granito	GR
Bauxita	BX	Margas	MA
Bentonita	BT	Mármol	MR
Caolín	CL	Ofita	OF
Cuarzo	CZ	Pizarra	PZ
Espato Fluor	EF	Pórfidos	PO
Esteatita	ES	Serpentina	SE
Estroncio	SR	Sílice y ar. silíceas	SI
Feldespatos	FD	Yeso	YE
Fosfatos	FS	Otros prod. de cant.	OC
		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

Navarra, Comunidad Autónoma uniprovincial, con una extensión de 10.411 Km² y población de 515.900 habitantes, representa el 2% del territorio del Estado y el 1,35% de sus habitantes ocupando por su nivel de producción el lugar 15 entre las 50 provincias de dicho territorio.

Como otras regiones, ha sufrido en los últimos años una acelerada transformación de sus condiciones socioeconómicas, pasando de una economía tradicional, basada fundamentalmente en el sector primario a otra moderna donde la industria y los servicios aparecen como sectores protagonistas.

Este proceso se refleja claramente en los cambios habidos en las características poblacionales y productivas de la provincia.

2.1. Evolución demográfica

El desarrollo poblacional de Navarra en el presente siglo viene reflejado, en el cuadro 2.1-1 donde también se ha recogido a efectos comparativos los datos correspondientes al conjunto del Estado.

Como conclusión general, se desprende del análisis del cuadro

citado, que Navarra ha tenido un desarrollo demográfico débil en comparación con el resto del Estado. Esto ha sido debido fundamentalmente a la emigración, si bien ésta ha disminuido considerablemente en el último decenio.

AÑO	NAVARRA			ESTADO		
	Habitantes	Tasa crecimo. anual %	Hab./Km ²	Habitantes	Tasa crecimo. anual %	Hab./Km ²
1900	310.335	0,45	29,8	18.830.649	0,78	37,3
1920	339.220	0,37	32,6	22.012.663	1,83	43,6
1930	352.108	0,36	33,8	24.026.571	0,94	47,5
1940	365.014	0,49	35,0	26.386.854	0,66	52,2
1950	383.354	0,60	36,5	28.172.268	0,89	55,7
1960	406.838	1,38	39,0	30.776.935	1,01	60,09
1970	466.593	0,85	44,8	34.041.531	1,13	67,4
1975	486.722	0,75	46,7	36.012.702	0,76	71,3
1981	509.002	0,27	48,8	37.682.355	0,42	74,6
1986	515.900		49,5	38.473.418		76,1

Fuente: Censos población del INE.

CUADRO 2.1.-1 .- EVOLUCION DEMOGRAFICA

La población navarra repartida en 265 municipios, muestra una clara tendencia a la concentración en los núcleos urbanos de mayor entidad demográfica, de modo que en el decenio 1970 - 1981 las personas residentes en núcleos de menos de 5.000 habitantes han

pasado de representar el 54% del total al 42,5% período en que la capital ha pasado del 32% del total al 36% porcentaje este que se eleva del 47% si se considera toda el área metropolitana.

En las distintas zonas naturales del territorio la evolución en el citado decenio ha sido según datos del INE (Censo 1981).

- Vertiente cantábrica: Pequeño descenso de la población con reagrupamiento en núcleo de 1.000 hab. a 3.000 hab.

En esta zona se encuentra más de la mitad de la población diseminada de la provincia.

- Navarra alta: Continuo y acusado descenso de la población (16%) habiendo crecido el núcleo de Irurzún unico mayor de 1.000 hab.
- Cuencas pirenaicas: Es la zona más poblada con incremento constante y acusado de su población (22,5%) que se concentra en la capital y núcleos próximos.
- Navarra media: Población en descenso (13%) concentrada fundamentalmente en Estella (34,6% de los habitantes de la zona occidental), Tafalla y Sangüesa (47,3% de la población de la parte oriental) careciendo prácticamente de población diseminada.
- Ribera: Población relativamente estable que se concentra principalmen-

te en Tudela (28,5% de la zona) y núcleos de más de 2.000 hab.

2.2 Actividad económica

2.2.1. Población activa

La evolución de la población activa y en paro en el último quinquenio, en Navarra y conjunto del Estado, se han recogido en el cuadro 2.2-1 en el que figuran también las correspondientes tasas de actividad o índices del paro y empleo.

	<u>AÑO</u>	<u>Población total</u>	<u>Activos</u>	<u>Tasa actividad %</u>	<u>Ocupados</u>	<u>Índice empleo %</u>	<u>En paro</u>	<u>Índice paro %</u>
NAVARRA	1981	378,7	181,7	48,0	159,5	87,8	22,0	12,2
ESTADO	1981	27.332,9	12.797,0	46,8	10.724,6	83,8	2.072,4	16,2
NAVARRA	1986		193,9		158,4	81,7	35,5	18,3
ESTADO	1986		13.904,8		10.961,3	78,8	2.943,5	21,2

Fuente: Censos de población y E.P.A. del INE.

Cuadro 2.2-1 - Población activa y en paro (Miles de personas > 16 años)

Los índices de Navarra aunque más favorables que las correspondientes al conjunto del Estado han sufrido en los últimos 5 años un deterioro más acentuado. Así el índice de paro crece en ese período 6,1 puntos frente a los 5,0 puntos en el conjunto estatal si bien al final de 1986 dicho índice está en Navarra 2,9 puntos por debajo del estatal.

En el período indicado la población activa presenta en Navarra un crecimiento del 1,07% inferior al incremento del 1,09% del conjunto estatal.

Por sectores de actividad la distribución del empleo ha sufrido una acusada y rápida transferencia del peso del sector primario a la industria y los servicios como ponen de manifiesto los datos del cuadro 2.2-2.

<u>AÑO/ Sector:</u>	<u>Primario</u>	<u>Secundario</u>	<u>Terciario</u>
1960	44,5	27,3	28,2
1964	34,6	37,3	28,1
1971	26,6	45,0	28,7
1981	15,9	43,5	40,6

CUADRO 2.2.-2 .- Evolución de la distribución por sectores de la población activa (% sobre total de empleos).

En 1986 la población ocupada por sectores se distribuye

como indica el cuadro 2.2-3 que refleja el alto nivel de industrialización de Navarra dentro del conjunto del Estado.

	<u>Activos</u> <u>(> 16 años)</u>	<u>Agricultura</u>	<u>Industria</u>	<u>Construcción</u>	<u>Servicios</u>	<u>No bien</u> <u>especificados</u>
NAVARRA	193,9	20,8	62,9	12,9	82,9	14,4
%	100	10,7	32,4	6,7	42,7	7,4
ESTADO	13.904,8	1.974,0	3.113,7	1.223,9	6.399,3	1.193,9
%	100	14,2	22,4	8,8	46,0	8,6

Fuente : E.P.A. del INE.

Cuadro 2.2-3 - Distribución de la población por sectores (Miles de personas > 16 años).

2.2.2. Producto interior

La actividad económica de la C.A. Navarra y su peso dentro del conjunto estatal puede reflejarse considerando la evolución de los valores alcanzados durante los últimos años por el VAB y la Renta Interior según los datos recogidos en el cuadro 2.2.-4.

	1983		1981		1975	
	ESTADO	NAVARRA -(%)	ESTADO	NAVARRA-(%)	ESTADO	NAVARRA-(%)
Población (a 1º de Julio)	38.550.401	519.217 -(1,35)	37.814.796	509.936 -(1,35)	35.515.184	480.752 -(1,35)
VAB (10 ⁶ ₧)	22.368.746	338.860 -(1,51)	16.698.773	244.236 -(1,46)	5.653.211	85.655 -(1,52)
VAB/Hab. (₧/Hab)	580.247	652.637 -(+12,5)	441.594	478.954 -(+8,5)	159.177	178.169 -(+11,9)
Renta Int. (10 ⁶ ₧)	19.810.845	292.77 -(1,48)	14.979.161	213.516 -(1,43)	5.168.569	78.343 -(1,52)
Renta p. capita. (₧/Hab)	513.897	563.878 -(+9,7)	397.365	418.711 -(+5,4)	146.001	162.959 -(+11,6)

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

CUADRO 2.2-4.- Evolución del VAB y Renta Interior.

Se observa una participación en los totales estatales por encima del porcentaje de población, indicativo del buen nivel económico en relación con el estatal medio y sobre todo unas tasas de crecimiento del VAB y de la productividad (producto generado por empleo) en los últimos años, que reflejan un desarrollo económico muy favorable. (Cuadro 2.2-5).

Sectores:	<u>Primario</u>	<u>Secundario</u>	<u>Terciario</u>	<u>VAB</u>	<u>Productividad</u>
NAVARRA	3,5	1,9	4,0	2,8	5,4
ESTADO	1,9	1,5	1,8	1,5	3,7

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

CUADRO 2.2-5- Tasas de incremento anual o acumulativo a precios constantes: Período 1979-1983 (%).

2.2.3. Sectores de actividad

La distribución sectorial del VAB se recoge en el cuadro 2.2.-6 para el periodo 1979-1983 donde se ve la importancia del sector industrial y los servicios frente al sector primario base de la economía Navarra hasta la década de los 60.

	1979	1981	1983
	10 ⁶ Pts - %	10 ⁶ Pts - %	10 ⁶ Pts - %
Agricultura	20.171 - 10,79	21.046 - 8,62	32.080 - 9,47
Industria	81.364 - 43,54	107.803 - 44,14	139.498 - 41,17
Comercio y Servicios	85.348 - 45,67	115.387 - 47,24	167.282 - 49,37
	186.883 - 100,00	244.236 - 100,00	338.860 - 100,00

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

CUADRO 2.2-6 - Distribución sectorial del VAB.

La aportación por sectores a la producción y empleo de la provincia es la indicada en el Cuadro 2.2-7 donde también se recogen los correspondientes datos a nivel del Estado.

	VAB (10 ⁶ Ptas)	%	Nº empleos	%	VAB/empleo 10 ³ Ptas
NAVARRA:					
Agricultura	32.080	9,5	24.332	14,4	1,318
Industria	139.498	41,2	68.944	40,8	2,023
Servicios	167.282	49,3	75.658	44,8	2,211
TOTAL	338.860	100	168.934	100	2,006

ESTADO

Agricultura	1.300.468	5,9	1.913.689	16,2	680
Industria	7.564.442	34,0	3.864.365	32,8	1,957
Servicios	13.357.275	60,1	6.015.396	51,0	2,221
TOTAL	22.222.185	100	11.793.450	100	1,884

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

CUADRO 2.2-7.- Aportación por sectores a la producción y empleo (1983).

La comparación de los datos provinciales y estatales pone de manifiesto una vez más, el alto nivel de industrialización alcanzado en Navarra, así como la elevada productividad de su sector agrícola.

2.2.4. Actividad Minera

La producción minera Navarra, en los últimos años, corresponde a explotaciones de minerales no metálicos y de productos de cantera, ya que las de minerales metálicos (plomo-cobre fundamentalmente) en actividad en la pasada década, han paralizado su producción.

La evolución de la actividad minera navarra en comparación con la del Estado, para los tipos de explotaciones indicados, se refleja en el cuadro 2.2-8 cuyos datos ponen de manifiesto la importancia del sector minero en la economía provincial y su peso dentro del Estado.

Si bien el nº de empleos del subsector minero solo representa aproximadamente 1% del total de empleos en todos los sectores en la provincia, su producción supone del orden del 14% del producto bruto provincial.

Especial importancia tiene la minería no metálica que representa un 15% del total del Estado.

En los últimos años la evolución de la minería en la provincia ha sido regresiva, habiendo disminuido apreciablemente el número de empleos en el sector, así como el número de explotaciones. Si se considera la inflación habida, el valor de la producción en 1985 resulta algo inferior a la correspondiente a 1980.

En el cuadro 2.2-9 se reflejan las características de las explotaciones en actividad en 1985.

	MINERALES NO METALICOS			PRODUCTOS DE CANTERA			TOTAL (M. NO METALICOS Y CANTERA)		
	Nº Explotaciones	Nº Empleos	Valor producto (10 ⁶ ₧)	Nº Explotaciones	Nº Empleos	Valores producto (10 ⁶ ₧)	Nº Explotaciones	Nº Empleos	Valor producto (10 ⁶ ₧)
<u>1980</u>									
ESTADO	370	9.524	24.481	3.596	17.211	24.430	3.966	26.735	48.919
NAVARRA s/total estatal (%)	3 (0,8)	2.419 (25,4)	4.190 (17,1)	61 (1,7)	418 (2,4)	764 (3,1)	64 (1,6)	2.837 (10,6)	4.954 (10,1)
<u>1985</u>									
ESTADO	301	6.753	43.860	2.981	14.335	47.982	3.282	21.088	91.842
NAVARRA s/total estatal (%)	3 (1,0)	1.063 (15,7)	6.311 (14,4)	46 (1,5)	246 (1,7)	1.401 (2,9)	49 (1,5)	1.309 (6,2)	7.712 (8,4)

Fuente: Anuario Estadística Minera de España. M^º Industria y Energía.

CUADRO 2.2- 8.- Evolución de la actividad minera.

EXPLOTACIONES SEGUN INTERVALOS DE EMPLEO

SUSTANCIA	1 a 9 Expl./ empl.	10 a 19 Expl/ empl.	20 a 49 Expl/ empl.	50 a 99 Expl/ empl.	100 a 499 Expl/ empl.	500 y más Expl/ empl.	TOTAL Expl/empl.	PRODUCCION (Tm)	VALORACION (10 ³ ₧)
Minería no metálica:									
Magnesita cruda	-	-	-	-	1 386	-	1 386	568.994	2.768.520
Sal Manantial	1 6	-	-	-	-	-	1 6	800	4.000
Sales potásicas	-	-	-	-	-	1 671	1 671	1.144.624	3.538.073
Suma	1 6	-	-	-	1 386	1 671	3 1.063	-	6.310.593
Productos de cantera:									
Arcilla	6 10	-	-	-	-	-	6 10	84.540	8.608
Arenisca	6 14	-	-	-	-	-	6 14	12.974	12.892
Caliza	10 52	4 52	2 43	-	-	-	16 147	3.572.526	1.061.563
Margas	-	1 10	-	-	-	-	1 10	669.000	129.039
Marmol	2 7	2 21	-	-	-	-	4 28	31.858	83.643
Ofita	2 10	-	-	-	-	-	2 10	153.500	53.630
Yeso	2 8	-	-	-	-	-	2 8	82.000	29.580
Otros productos	9 19	-	-	-	-	-	9 19	100.600	22.486
Suma	37 120	7 83	2 43	-	-	-	46 246	-	1.401.441
TOTAL	38 126	7 83	2 43	-	1 386	1 671	49 1309	-	7.712.034

Fuente: Anuario Estadística Minera de España. M² de Industria y Energía.

3. MEDIO FISICO

3.1. Morfología

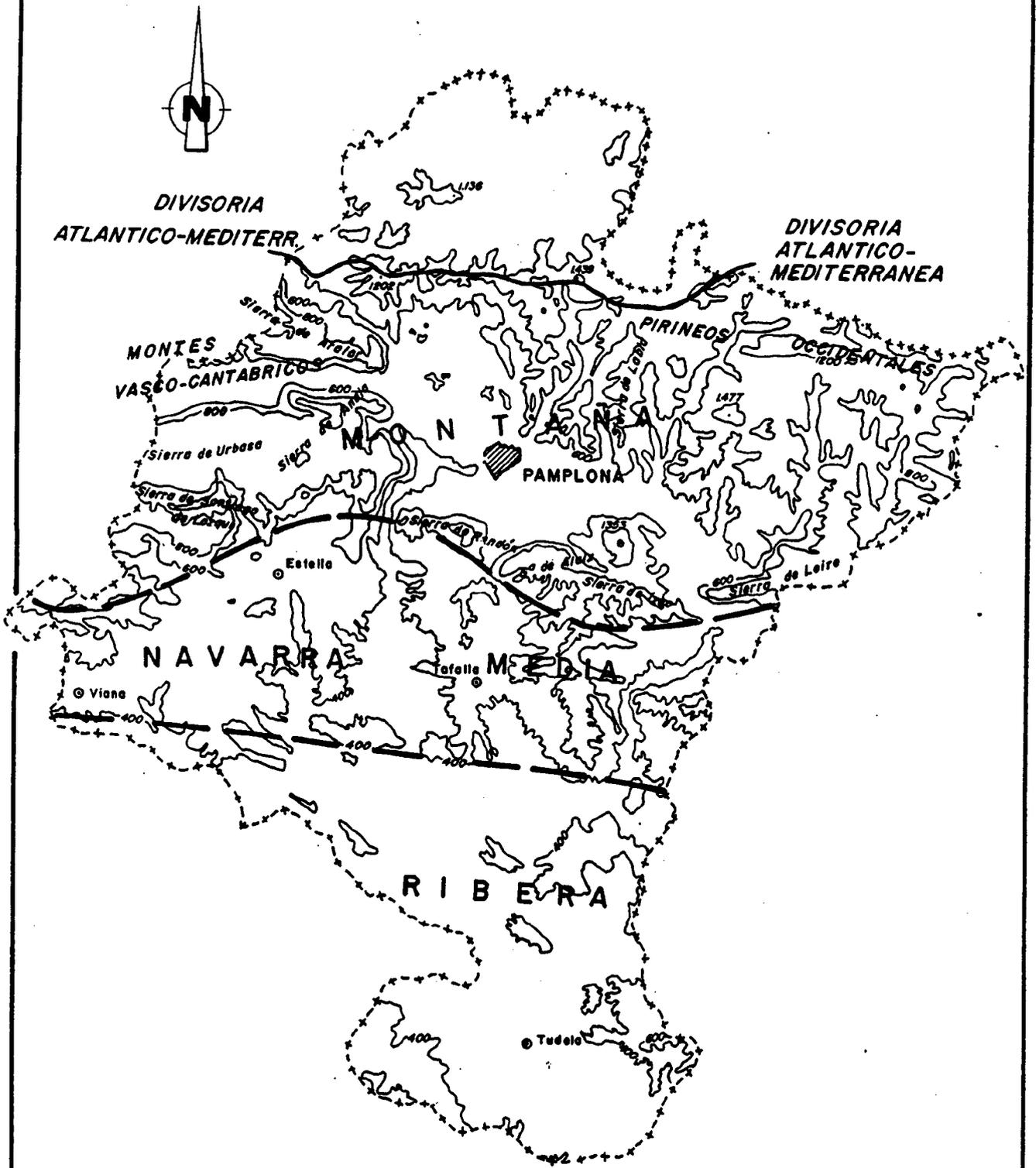
La comunidad histórica de Navarra, tuvo su génesis en un terreno situado entre Francia, Castilla y Aragón por un lado y Los Pirineos y el río Ebro por otro, entre las denominadas Españas húmeda y seca. Por consiguiente, la unidad geográfica de la Navarra actual, no se basa en la homogeneidad de caracteres geográficos, sino precisamente en su heterogeneidad y diversidad.

Los tres conjuntos comarcales que en Navarra siempre se han distinguido son, La Montaña, La zona Media y La Ribera.

La Montaña o Navarra alta (fig. nº 3.1-1), se entiende por la mitad septentrional de la provincia, zona de relieve accidentado donde dominan las cotas superiores a los 600 m.

Al sur de la provincia en la Depresión del Ebro se encuentra la Ribera fundamentalmente llana, donde raramente se supera la cota 400.

Entre estas dos comarcas características se extiende de E. a O. de la provincia una zona de transición que constituye la llamada



ESC: 1/800.000

FIG.3.1-1- MORFOLOGIA.

Navarra Media.

Dentro de la comarca de La Montaña, son los criterios geológicos y bioclimáticos los que permiten distinguir subunidades comarcales:

- El Noroeste húmedo, que abarca no sólo los valles que vierten al Cantábrico sino otros que se avienen hacia el Mediterráneo, y que reciben abundantes precipitaciones en razón de su altitud y que tienen la divisoria de aguas entre ambos mares desde Velate hasta Aralar.
- Los Valles transversales pirenaicos situados al Este del Arga superior y recorridos por los ríos Erro, Urrobi, Irati, Salazar y Esca.
- Las Cuencas prepirenaicas de Pamplona y Lumbier-Aoiz en las margas gris-azuladas eocénicas.

Entre la Navarra Media y La Ribera no es posible establecer una división clara, sino que se reconoce una transición gradual, en los aspectos geográfico, físico y humano.

Ya, al Sur, en una línea imaginaria que fuera de Viana hasta Caseda, pasando por Sesma, Lerín, Mendigorriá, Olite y Pitillas se encuentra la Ribera, donde Tudela es el principal núcleo de población.

- Por último, en la parte occidental la Ribera estellesa, o lo que otros autores han convenido en llamar "La Ribera navarro-riojana".

Las comarcas de La Montaña y La Ribera pertenecen a sendos conjuntos estructurales del Norte de España: Los Pirineos occidentales, una cordillera de plegamiento y la Depresión del Ebro, una cuenca sedimentaria.

El Pirineo occidental se caracteriza por tener un relieve menos acusado que el central, dando lugar a un notable contraste. Ello se debe a que la zona axial paleozoica se hunde al Oeste del Monte Anie, desapareciendo casi totalmente bajo la cobertera mesozoica eocénica.

Este descenso del eje del Pirineo y, consiguientemente, de la altitud de los relieves, hizo que los glaciares del Cuaternario apenas dejaran huellas importantes al Oeste del Alto Roncal, por lo que generalmente las formas topográficas culminantes de las montañas navarras son suaves, en lo que respecta a los macizos paleozoicos, que conservan claras y extensas huellas de acciones erosivas.

La cobertera sedimentaria del secundario y comienzos del terciario fue afectada por el movimiento alpino que originó una serie de pliegues vergentes hacia el Norte en la parte occidental y hacia el Ebro en la parte Oriental.

Como consecuencia de los procesos erosivos, las formas topográficas traducen fielmente la litología, ya que en unos casos ha actuado selectivamente excavando amplios corredores, cubetas y cárcavas

en rocas poco resistentes (son ejemplos: el corredor del Araquil y las cuencas de Pamplona y Lumbier-Aoiz), dejando formas prominentes en rocas más resistentes como las calizas y los conglomerados. Sobre las calizas, que aparecen de forma abundante en las principales sierras, la meteorización química ha configurado los relieves kársticos del Alto Roncal, Aralar y Urbassa entre otros.

A su vez, con el plegamiento alpino se hunde el macizo del Ebro y se forma una cuenca de sedimentación lacustre subsistente, que recibe grandes cantidades de sedimentos continentales, procedentes de las montañas del Pirineo al Norte, el sistema Ibérico al Sur, el eje o surco sedimentario de la cubeta lacustre se traslada progresivamente de Norte a Sur, dejando como testimonio las sales y los yesos (evaporitas), mientras en los bordes de cubeta se depositan sedimentos detríticos, tipo conglomerados, areniscas, margas, de color rosado-amari-llento y en otras ocasiones rojo-violáceo. Por un mecanismo de halocine-sis basado fundamentalmente en la plasticidad y movilidad de las evapo-ritas, se forman en los sedimentos de la porción de la Cuenca del Ebro más cercana a los últimos pliegues del sistema pirenaico, una serie de anticlinales de tipo diapírico, en cambio al Sur del Ebro y del barranco de Limas los estratos margocalcáreos y areniscosos permanecen prácticamente horizontales. La erosión selectiva ha modelado igualmente en la depresión del Ebro un relieve de tipo estructural con crestas, comas y sinclinales colgados, particularmente en la Bardena Negra. Por último, en la Depresión Ibérica, se formaron en el cuaternario una serie escalonada de glaciares de erosión sobre rocas blandas al

pie de los escarpes topográficos resistentes, y de terrazas aluviales a lo largo de los ríos.

3.2. Hidrología

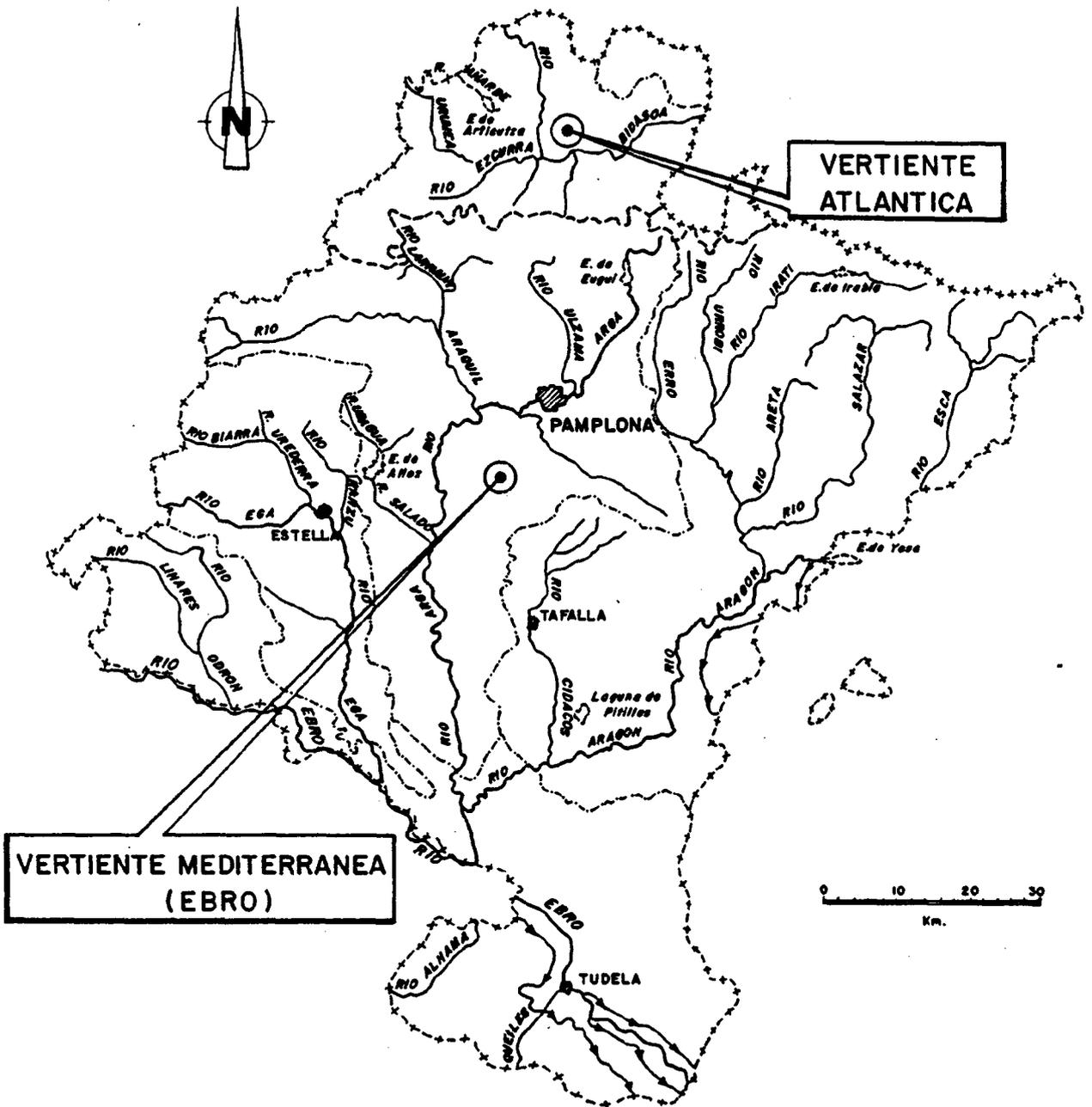
3.2.1. Superficial

La divisoria atlántico-mediterránea atraviesa en dirección E-O el norte de Navarra, correspondiendo 1.100 Km² a la vertiente atlántica frente a los 9.300 Km² que desaguan al Mediterráneo a través del Ebro.

En la fig. 3.2-1 se ha reflejado la red hidrográfica principal de Navarra con la delimitación de cuencas y subcuencas principales y aportaciones anuales correspondientes.

Los ríos de la vertiente atlántica se caracterizan como los restantes de la cornisa cantábrica por su corta longitud salvando grandes desniveles, dada la altura de sus cabeceras. Estas condiciones junto a la alta pluviometría de sus cuencas determinan cursos de altos caudales y acusada erosión, encajados en valles generalmente estrechos y de fuertes pendientes.

Los principales ríos de esta vertiente son el Bidasoa, con el Ezcurra como principal afluente, y el Urumea y Añarbe que discurren por Navarra hasta su confluencia. Tienen un alto caudal específico y



**VERTIENTE MEDITERRANEA
(EBRO)**

**VERTIENTE
ATLANTICA**

- Divisoria de cuenca hidrografica.
- - - - - Divisoria de subcuenca hidrografica.
- Canal de riego y abastecimiento.

FIG. 3.2-1- CUENCAS Y SUBCUENCAS PRINCIPALES

FUENTE : Las Aguas Subterranas en Navarra.

un régimen de gran regularidad a lo largo del año. Los demás cursos - de esta vertiente sólo tienen en Navarra cortos tramos de sus cabeceras.

La cuenca navarra del Ebro drena de O a E a través de tres cursos principales: Ega, Arga y Aragón.

El Ega, el menos caudaloso de los tres recoge las aguas de las sierras del O. Su régimen de caudales, de tipo pluvio-oceánico tiene una apreciable regulación kárstica especialmente a través de su afluente principal, el Urederra.

El Arga recoge la escorrentía de las faldas meridionales de la divisoria atlántico-mediterránea. Su régimen aunque todavía fundamentalmente de tipo fluvial tiene ya, como reflejan sus altos caudales en mayo y abril, influencia nival.

Sus principales afluentes corresponden a la margen derecha siendo por orden de importancia el Araquil, que recoge el manantial kárstico de Arleta (3 m³/s), el Ulzama y el Salado-Ubaga. Tienen en común un régimen de tipo fluvial, sin grandes crecidas ni estiajes acusados y regulación kárstica más o menos importante.

Finalmente al E, el río Aragón procedente del Pirineo aragonés está regulado a su entrada en Navarra por el embalse de Yesa (470 Hm³).

Es el canal de drenaje del Pirineo Navarro cuyas aguas

llegan por la margen izquierda a través principalmente del Irati y de sus afluentes Erro y Salazar y del Esca, todos ellos de régimen nivo-pluvial y alto caudal.

En el cuadro 3.2-1 se recogen los datos más característicos de régimen de caudales de los ríos citados.

CUADRO 3.2-1 REGIMEN DE CAUDALES

Cuenca Hidrograf.	RIO	Estación de Aforo (% s/cuenca total)	Sup/Cuenca Total Km ² .	Nº de años registrados	Módulo medio (1) m ³ /s	Caudal específico l/s/Km ²	Extremos diarios en el período	
							Mínimo m ³ /s	Máximo m ³ /s
NORTE	Bidasoa	Lesaca (96,6)	705	5	25,5	37,45	0,10	657
"	Urumea-Añarbe	Ereñozu (80,8)	266	5	11,6	53,91	0,10	421
EBRO	Ega	Androsilla (98,9)	1461	36	16,82	11,64	0,29	409
"	Araquil	Asiafín (95,0)	823	26	25,53	32,63	0,07	430
"	Ulzama	Olave (88,9)	270	23	6,59	27,46	0,00	150
"	Ubagua	Muez (73,3)	75	14	2,09	38,0	0,15	47,9
"	Salado	Estenez (15,1)	185	14	0,24	8,57	0,02	42,7
"	Arga	Peralta (99,3)	7.759	39	55,64	20,57	0,80	2049
"	Erro	Urroz (84,1)	214	28	6,51	36,16	0,00	186
"	Salazar	Aspurz (74,3)	533	29	8,23	20,78	0,00	278
"	Irati	Liedana (99,0)	1561	36	39,09	25,28	0,90	700
"	Esca	Sigües (96,2)	526	25	12,90	25,45	0,36	300
"	Aragón	Caparroso (99,4)	8521	44	81,04	14,81	0,00	1700
"	Ebro	Mendavia (14,1)	85.000	23	137,50	11,44	8,30	1600
		Castejón (29,6)	"	28	237,08	9,41	11,20	4177

(1) Media, en el período, de los caudales medios anuales (módulos).

Fuente: Aforos- D. Gral. O. Hidráulicas MOPU.

3.2.2. Subterránea

Las unidades hidrogeológicas de Navarra se han delimitado en la fig. nº 3.2-2 con indicación de su extensión y recursos estimados.

Las unidades de mayor interés e importancia corresponden a la Navarra alta (mitad septentrional) y se concentran en las sierras vasco-cantabra del oeste, Sierras de Aralar, Urbosa-Andia y Logrey. Son acuíferos kársticos constituidos fundamentalmente en calizas, dolomías y calcoarenitas.

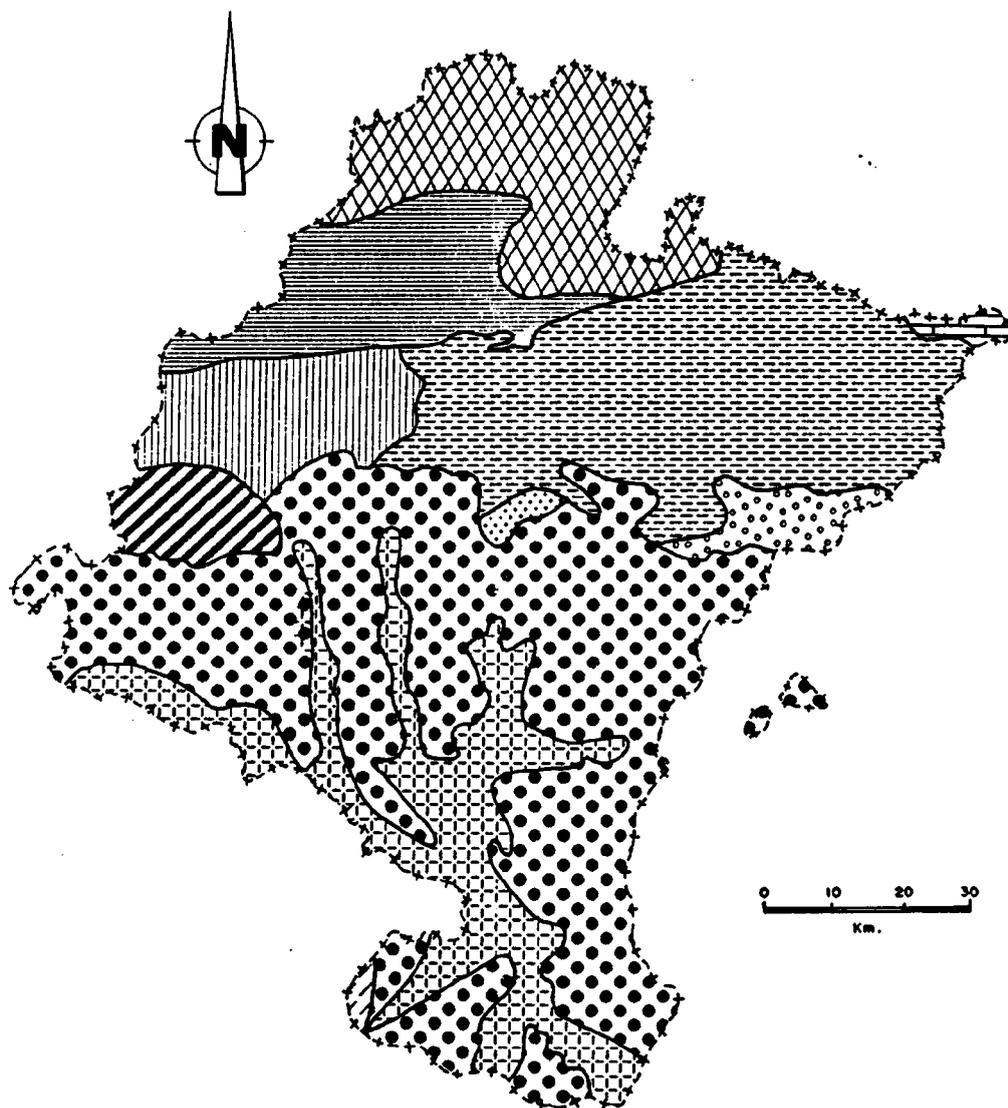
Al sur, en la Navarra media y Pibera, solo tienen algún interés los acuíferos aluviales del Ebro y afluentes.

3.3. Sismología

La provincia navarra se encuentra afectada por las isosistas VI, VII y VIII, de acuerdo con la zonificación establecida por la Norma Sismo-resistente. P.D.S-1 (1974) representada en la figura 3.3-1.

Ello indica que Navarra se encuentra situada en zonas sísmicas de intensidad baja y media; correspondiendo la parte sur y sureste de la provincia a las intensidades más altas, que van decreciendo paulatinamente hacia el Norte.

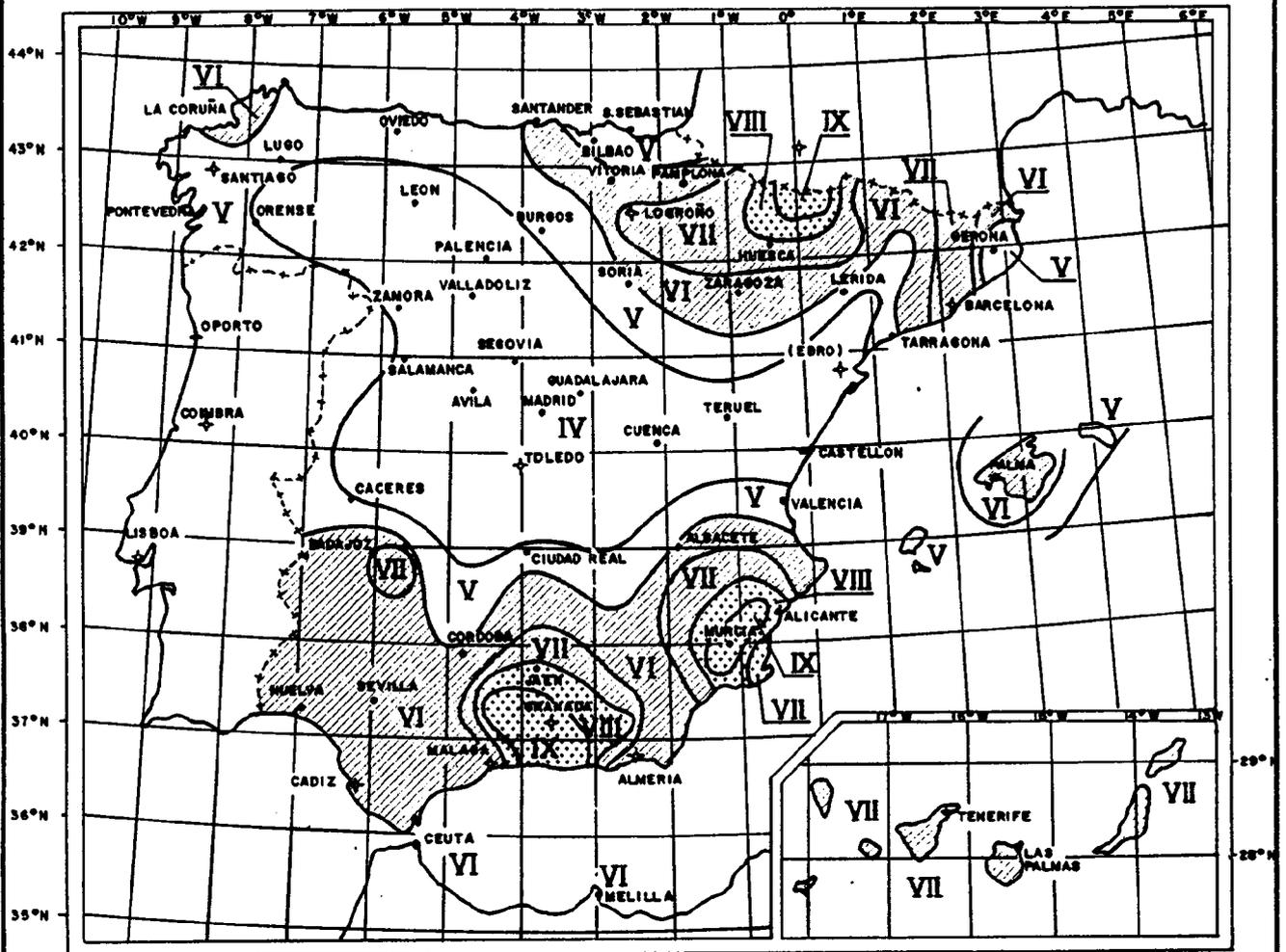
La reglamentación sismoresistente prevé para las zonas



Ud. Hidrog.	Características	Superf. Km ²	Rezumes Hm ³ /año	Ud. Hidrog.	Características	Superf. Km ²	Rezumes Hm ³ /año
	NORTE IMPERMEABLE Y ACUIFEROS EN CALIZAS Y DOLOMIAS	900	157		LOQUIZ ACUIFEROS EN CALIZAS Y CALCAREN.	150	136
	ARALAR ACUIFEROS EN CALIZAS	208	206		SUR IMPERMEABLE Y ACUIFEROS EN ARENISCAS Y CONGLOMERADOS.	3800	40
	URBASA ACUIFEROS EN DOLOMIAS Y CALIZAS	430	364		LEYRE ACUIFEROS EN CALIZAS Y DOLOMIAS.	106	48
	PAMPLONA-OCHAGAVIA IMPERMEABLE Y ACUIFEROS EN CALIZ.	220	152		EBRO Y AFLUENTES ACUIFEROS EN LOS ALUVIALES.	735	135
	LARRA ACUIFEROS EN CALIZAS	40	73		FITERO ACUIFEROS EN CALIZAS Y ARENISCAS.	15	1,5
	ALAIZ ACUIFEROS EN CALIZAS Y DOLOMIAS.	35	10				

FIG. 3.2-2.- ESQUEMA DE LOS PRINCIPALES ACUIFEROS

FUENTE : Las Aguas Subterráneas en Navarra.



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

sísmicas mencionadas anteriormente, los siguientes valores característicos :

<u>ZONA</u>	<u>ACELERACION</u> (mm/s ²)	<u>VELOCIDAD</u> (mm/s)	<u>DESPLAZAMIENTO</u> (mm)
V	189	15	1,2
VI	377	30	2,4
VII	754	60	4,8
VIII	1.507	120	9,6

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.

En zonas con riesgo sísmico, elevado (> VIII), según la norma PDS-1, se deberá estudiar la estabilidad dinámica de los diques de balsa y de la estructura en el caso de escombreras, así como en aquellas zonas de sismicidad media (VI-VIII), donde, en la hipótesis de rotura puedan producirse daños humanos o materiales importantes.

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 aparecen terrenos arenosos flojos susceptibles de entrar en licuefacción bajo acciones dinámicas, o los estériles donde se ponga de manifiesto una cohesión pequeña.

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

3.4. Climatología

Navarra presenta, considerando su extensión, una gran variedad climática debido fundamentalmente a sus condiciones orográficas y su situación en la divisoria atlántico-mediterránea.

La clara diferenciación orográfica entre el norte (Navarra alta) y el sur (Navarra media y Ribera), así como la influencia de la divisoria citada, se reflejan en forma acusada en la distribución espacial de los principales factores climáticos.

3.4.1. Temperaturas

Según reflejan las fig. nº 3.4-1 la temperatura media anual crece desde los 4° en los picos pirenaicos del Nordeste hasta los 14° en los límites Noroeste (vertiente atlántica) y Sur (Ribera), que aunque con el mismo valor medio anual presentan valores extremos muy diferen-

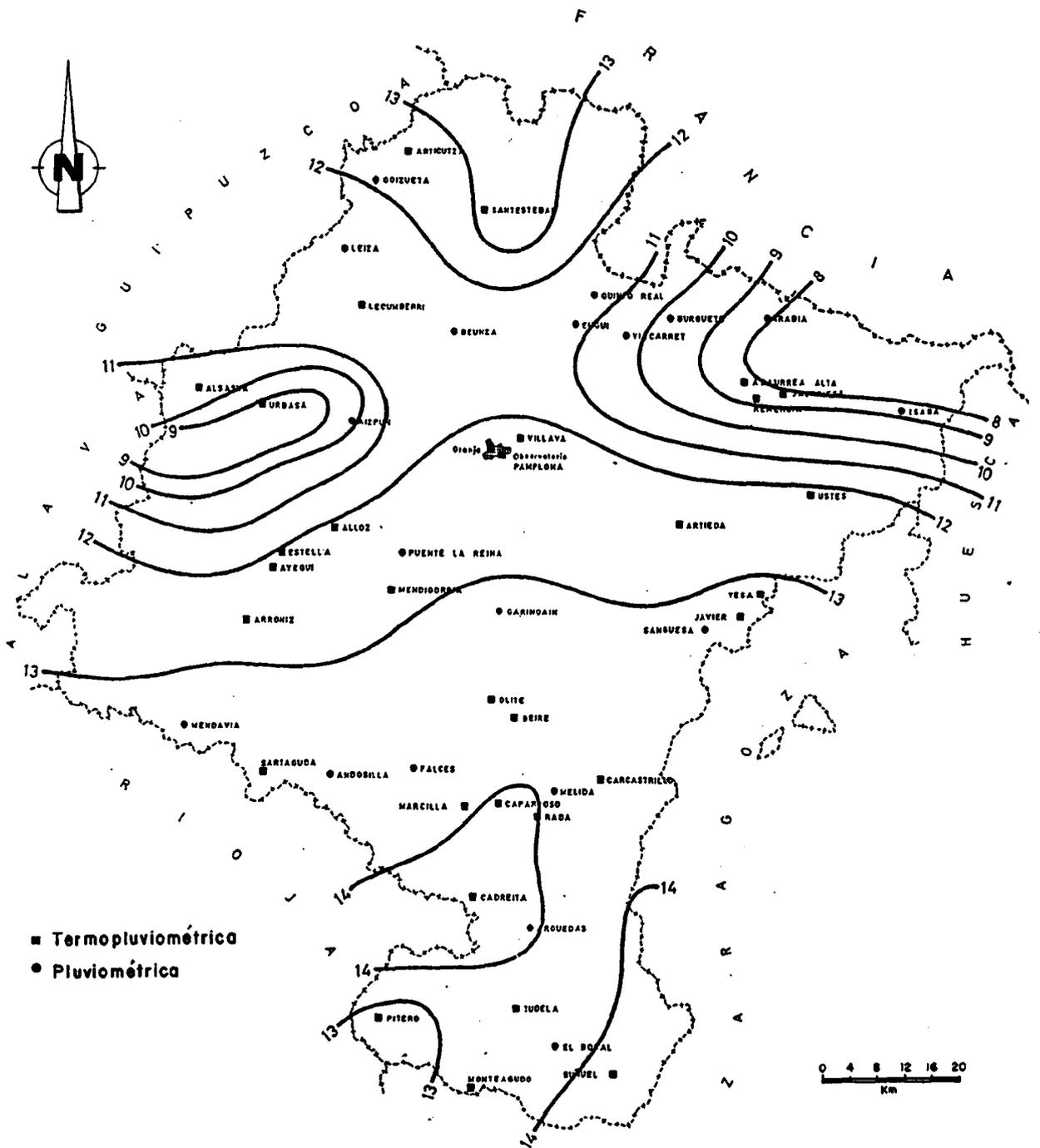


FIG. 3.4-1 - MAPA DE ISOTERMAS MEDIAS ANUALES (°C)

FUENTE: Caracterización Agroclimática de Navarra. 1986

tes.

Las temperaturas mínimas de invierno (fig. nº 3.4-2) están comprendidas entre $\pm 5^{\circ}$ C, correspondiendo los inviernos más suaves a la vertiente atlántica con valores mínimos medios de $2,5^{\circ}$ mientras a la Ribera corresponden de $1,5$ a 2° C.

De Sur a Norte estos valores van disminuyendo a medida que crece la altitud hasta alcanzar los -2° a -5° C de valor mínimo medio en los picos pirenaicos.

Inversamente la media de las máximas estivales (fig. nº 3.4-3) es creciente con la disminución de altitud, pasando de los 19° C en los picos citados a los 26° C en la vertiente atlántica, alcanzando los 31° C en la Ribera en su extremo Sur.

El número medio de días de helada (temperatura mínima $\leq 0^{\circ}$ C) al año (fig. nº 3.4-4), presenta valores crecientes de S.O a N.E de la provincia, con valores de 30 a 40 días en la Navarra atlántica y la Ribera y 50 días en las cuencas subpirenaicas.

3.4.2. Precipitaciones

La distribución de las precipitaciones viene condicionada fundamentalmente por la influencia de los vientos lluviosos oceánicos y la altitud, como queda reflejado en el mapa de isoyetas medias anua-

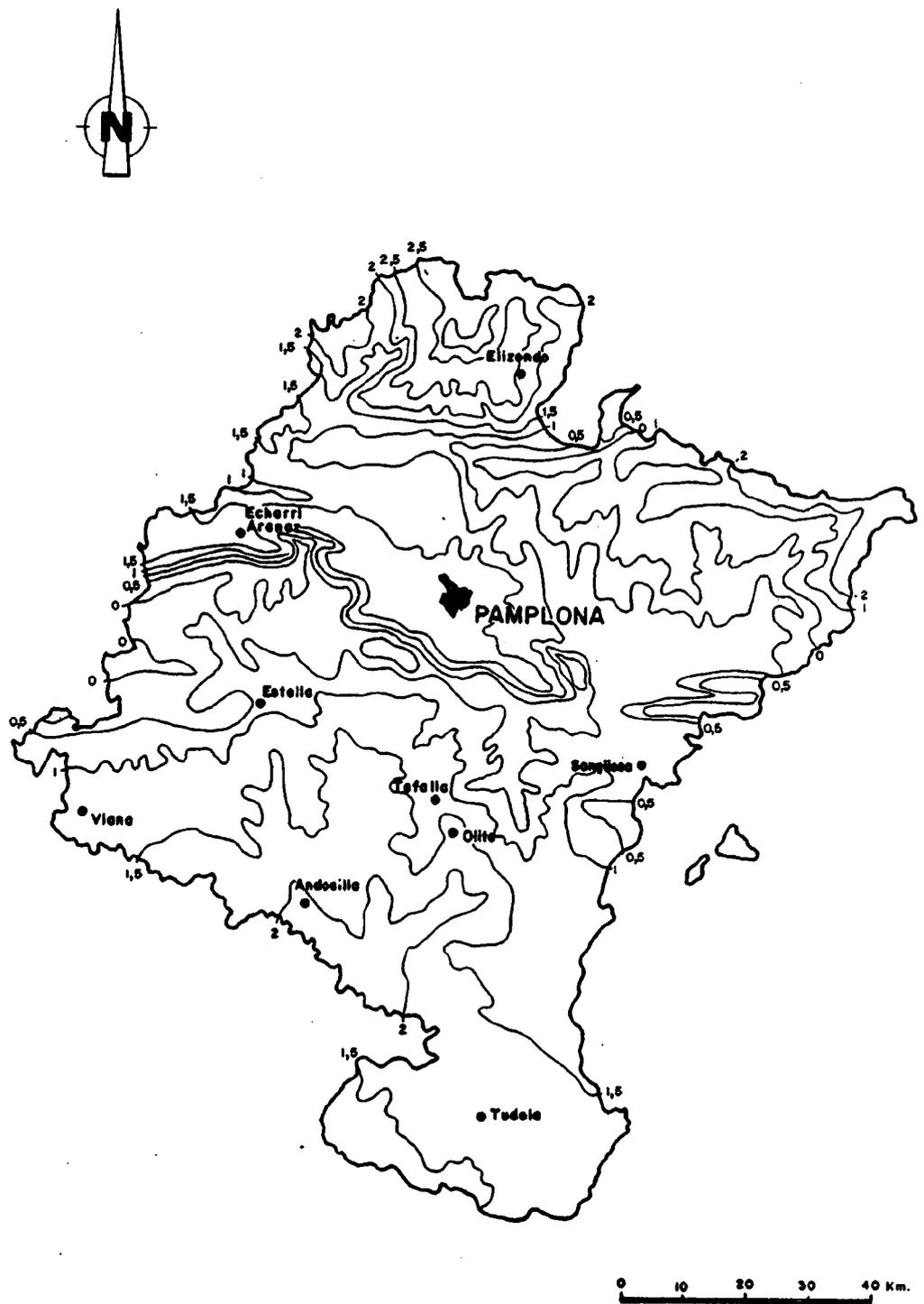


FIG. 3.4-2- MEDIA DE LAS MINIMAS DE INVIERNO



FIG. 3.4-3.- MEDIA DE LAS MAXIMAS DE VERANO.

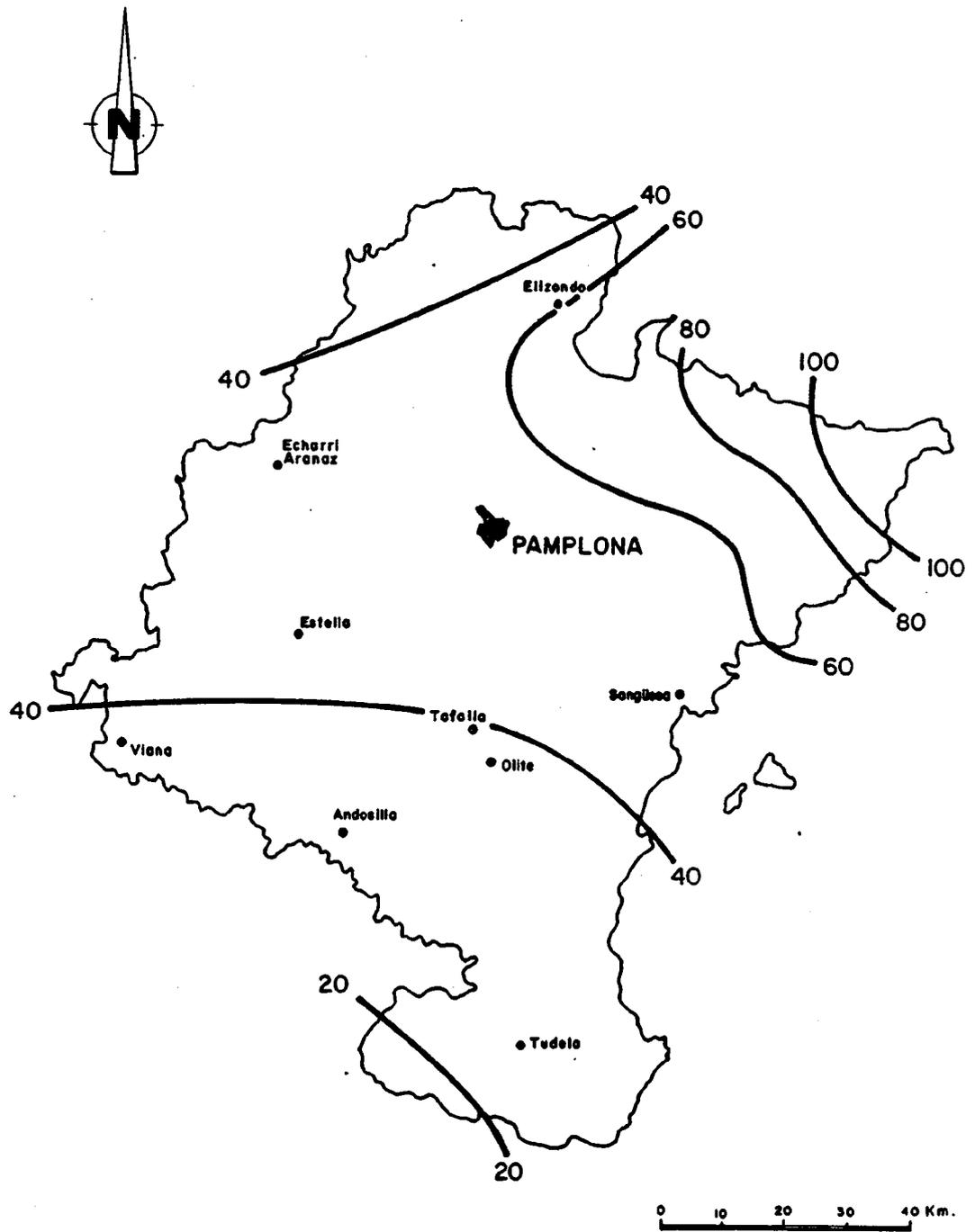


FIG. 3.4 -4.- NUMERO MEDIO DE DIAS DE HELADA AL AÑO.

les (fig. nº 3.4-5).

Al Norte, en toda la zona pirenaica, se alcanzan los 1.200 mm, superando los 2.000 mm en su vertiente atlántica (Baztan).

La precipitación disminuye en dirección sur, con valores de 800 mm a 1.400 mm en las sierras prepirenaicas (Urbasa, Andia, Izco y Leyre), que marcan el límite de la influencia atlántica y de las altas cotas. La precipitación media anual disminuye hasta valores de 500 a 600 mm en la vertiente sur de estas sierras, siendo del orden de 400 mm en la Ribera.

En cuanto a la distribución mensual de las precipitaciones, en la zona septentrional corresponden al mes de Diciembre los valores máximos y los mínimos a los meses de Julio y Agosto, mientras que al Sur de las sierras antes citadas, las precipitaciones máximas se producen en Mayo y Octubre y las mínimas así mismo en Julio y Agosto.

En la fig. nº 3.4-6 se han representado las isolíneas de precipitación máxima en 24 h de recurrencia 100 años indicativas de la baja torrencialidad de las precipitaciones.

El número de días de precipitación al año (fig. nº 3.4-7) presenta una distribución análoga a la de las isoyetas anuales, superándose los 100 días en la zona pirenaica, con máximo de 180 días en su vertiente atlántica y disminuyendo hacia el sur hasta un mínimo de

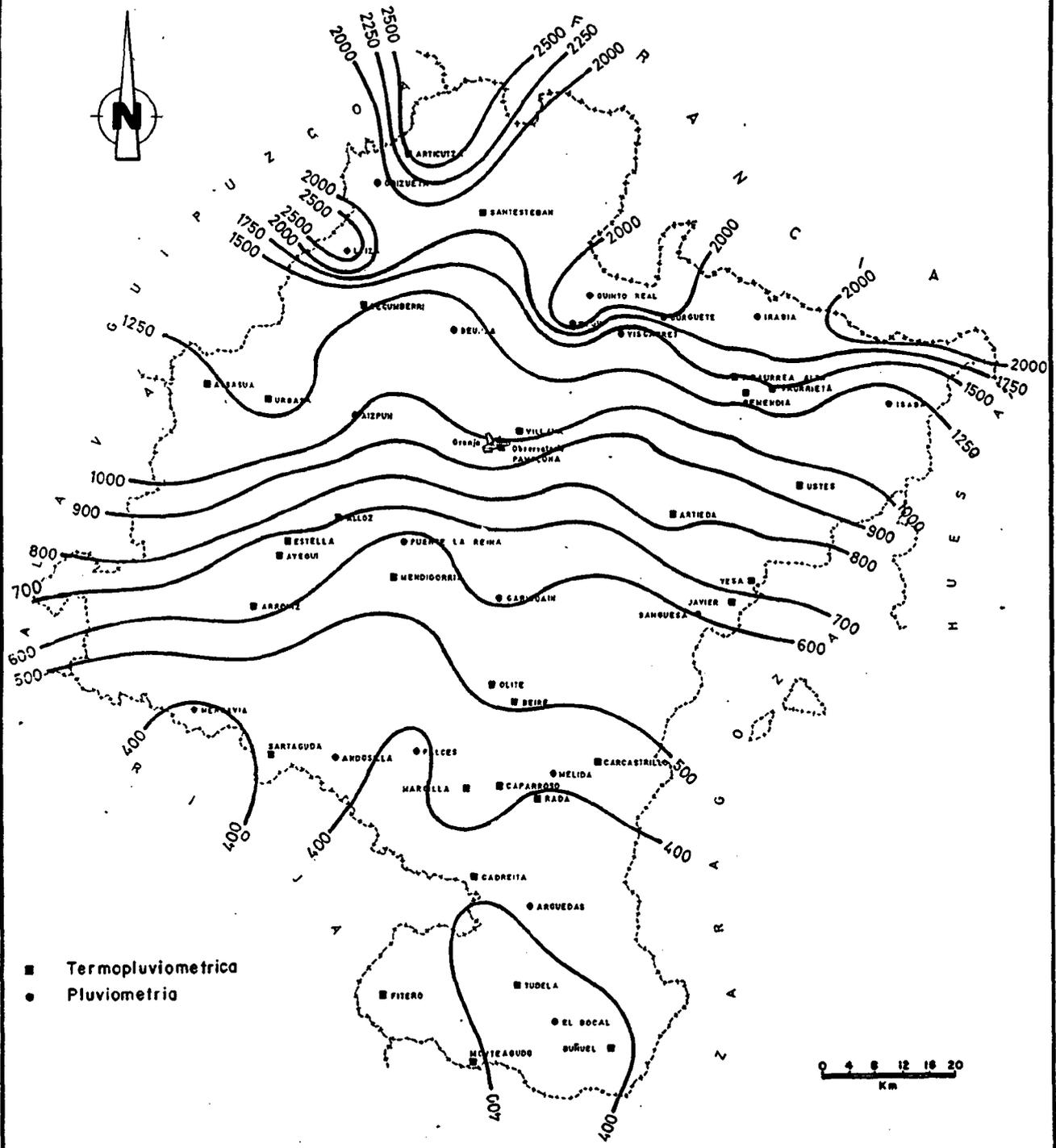
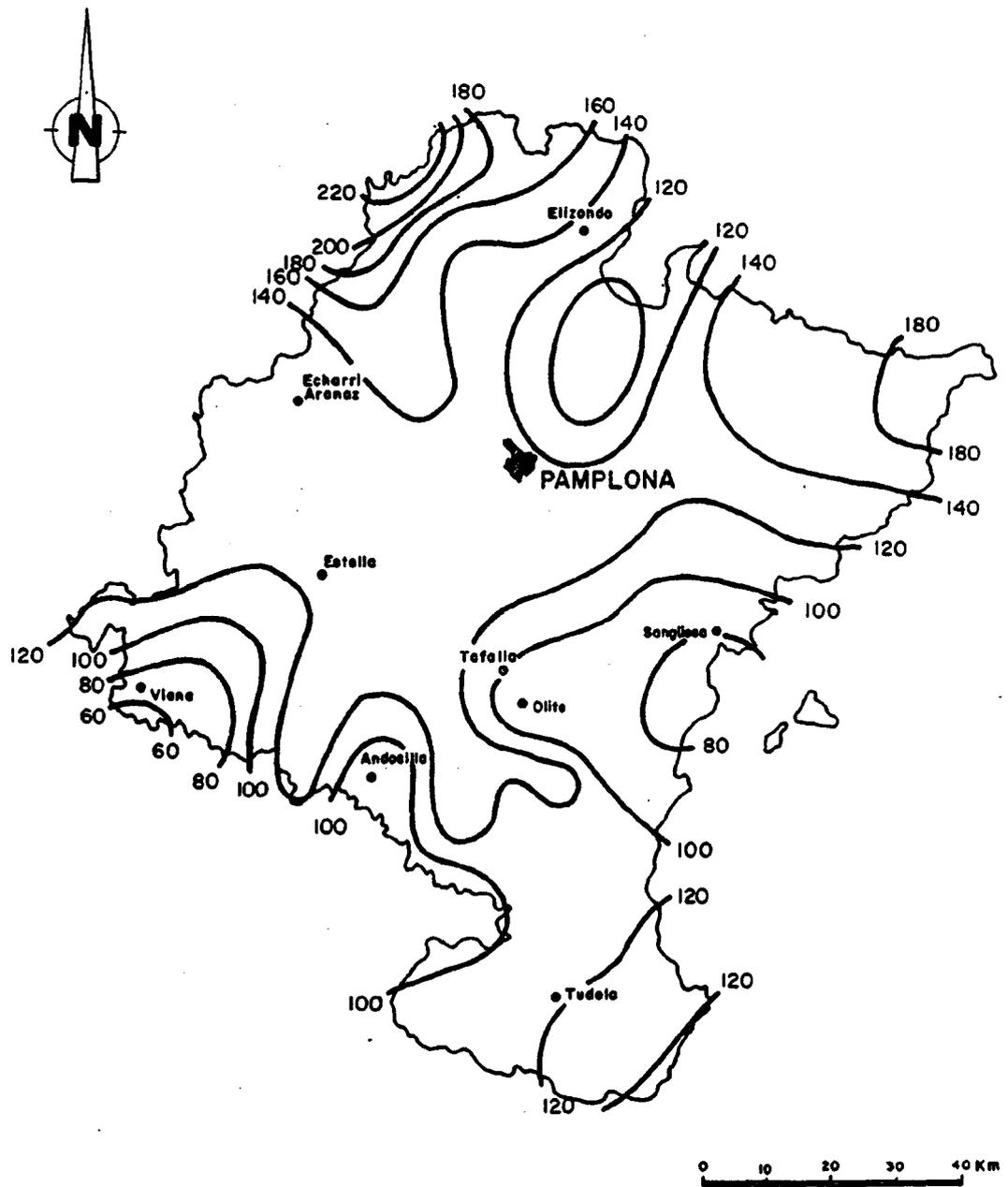


FIG. 3.4-5- ISOYETAS MEDIAS ANUALES (mm).



**FIG.3.4-6-PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS
(Periodo de retorno 50 Años)**

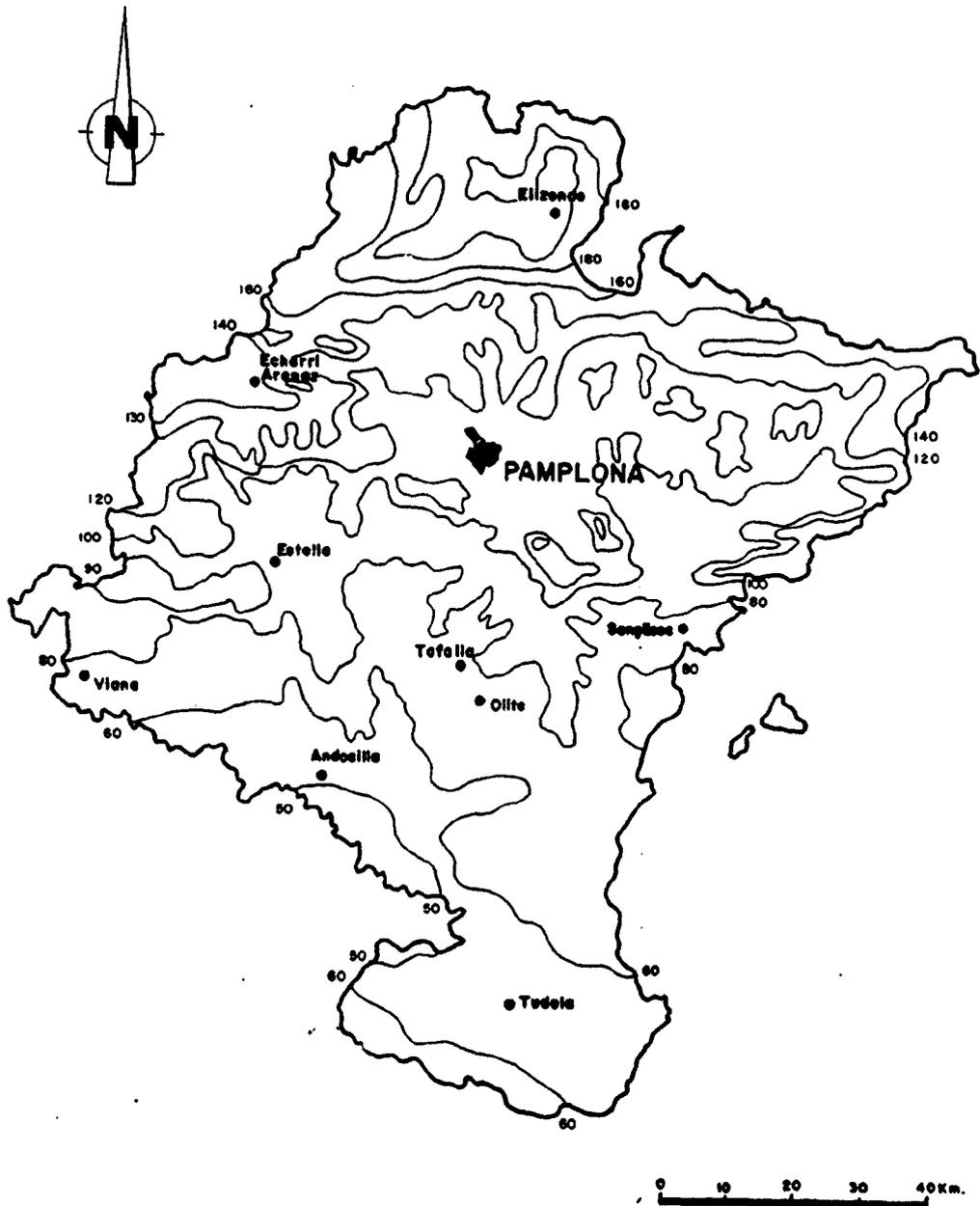


FIG. 3.4-7.- DIAS DE PRECIPITACION

60 días en la Ribera.

3.4.3. Insolación

La duración media anual de la insolación (fig. nº 3.4-8) crece de NE a SO con un mínimo de 1.800 h/año (40,4% del total posible) en los límites N (vertiente atlántica y Pirineo) y NE (Montes vasco-cantabros), llegando a las 2.400 h/año (53,9% s/total posible) en el borde meridional de la Navarra alta (vertiente sur de las sierras vasco cantabras y subpirenaicas).

En la Navarra media la insolación oscila entre el último valor indicado y las 2.600 h/año (58,4% s/total posible) alcanzando en la Ribera las máximas provinciales con 2.800 h/año (62,9% s/total posible).

3.4.4. Balance hídrico

En la fig. nº 3.4-9 se recoge el balance hídrico (diferencia entre precipitación y evapotranspiración) medio anual que muestra a lo largo del territorio navarro, valores comprendidos entre el déficit más acusado de 300 a 400 mm/año en la Ribera hasta el superavit máximo de 1200 mm/año en la vertiente atlántica, señalando una vez más el borde meridional de los montes vascocántabros y sierras subpirenaicas el límite entre la zona excedentaria al N (Navarra alta) y deficitaria al S (Navarra media y Ribera).

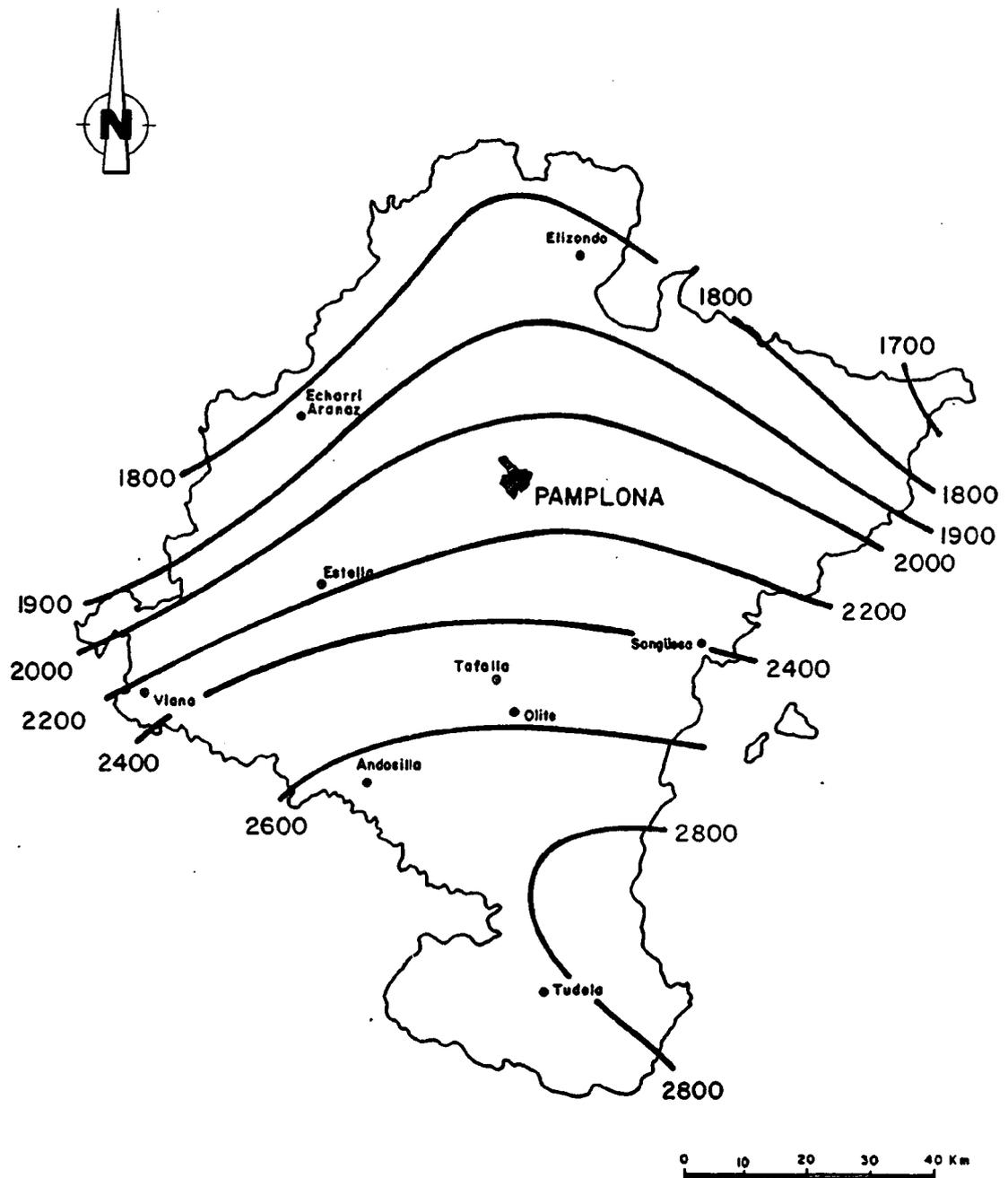


FIG.3.4-8- DURACION MEDIA ANUAL DE LA INSOLACION (horas)

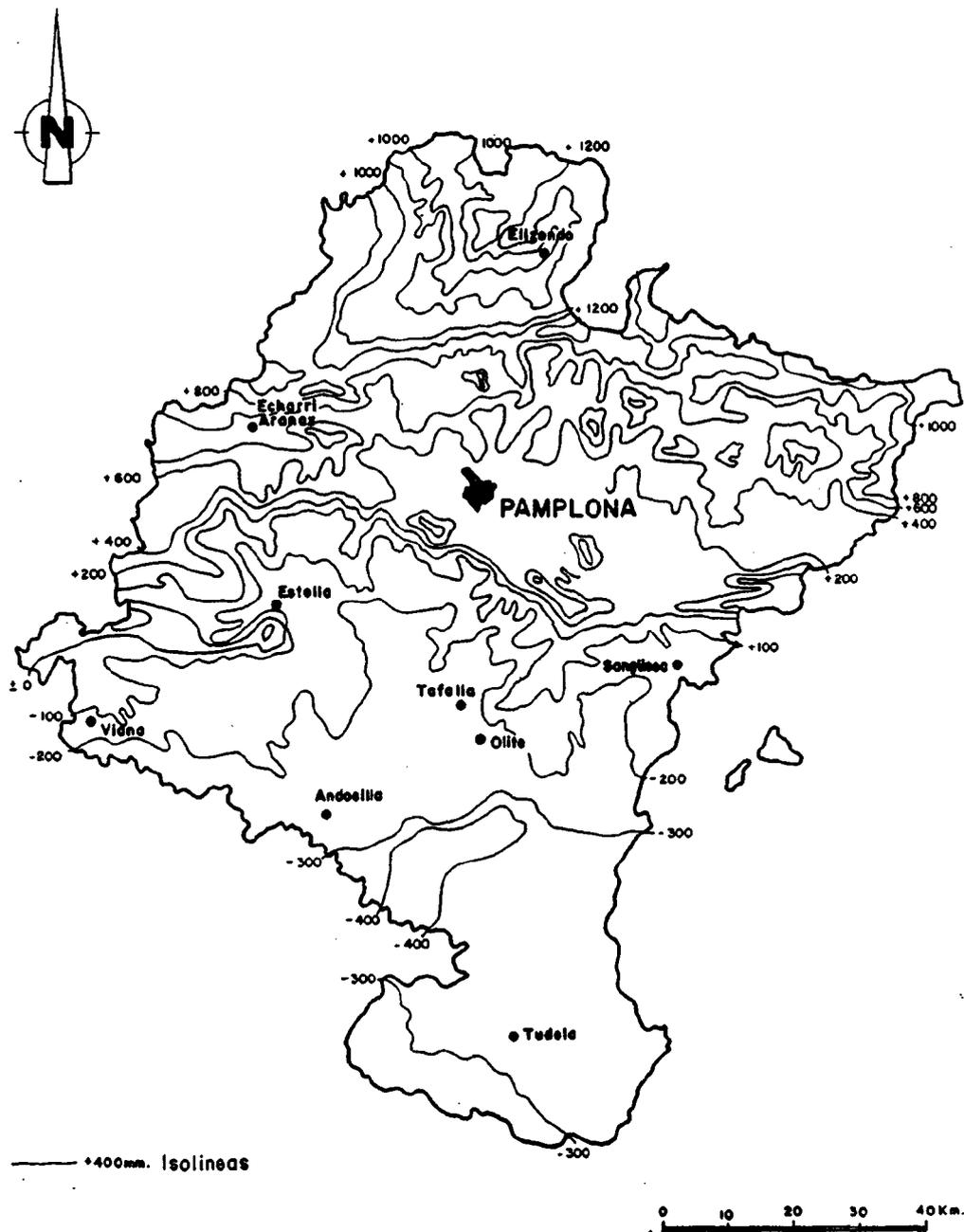


FIG. 3.4-9-EXCESO Y DEFICIT DE AGUA MEDIA ANUAL

A nivel mensual los déficits de humedad en el suelo se producen entre junio y septiembre en la mitad meridional de la Navarra alta (corredor de Araquel y cuencas de Pamplona y Lumbier) cubriendo la humedad almacenada la evapotranspiración de abril y mayo.

Hacia el S se va incrementando el período de déficit que se extiende en la Ribera de Mayo a Octubre con utilización de las reservas del suelo en Marzo y Abril.

3.4.5. Vientos

En la fig. nº 3.4-10 se reflejan la dirección y frecuencia de los vientos observados en Navarra y provincias limítrofes.

En la mitad Norte (Navarra alta) predominan los vientos del N y NO con velocidades medias anuales de 10 a 15 Km/h.

En la mitad meridional (Navarra media y Ribera) los vientos son ligeramente más fuertes siendo dominantes los del NO y O con velocidades medias anuales de 10 a 20 Km/h.

Las velocidades máximas se producen en primavera y otoño siendo del orden de los 50 Km/h.

3.4.6. Síntesis climatológica

La incidencia de los factores climáticos descrita anterior-

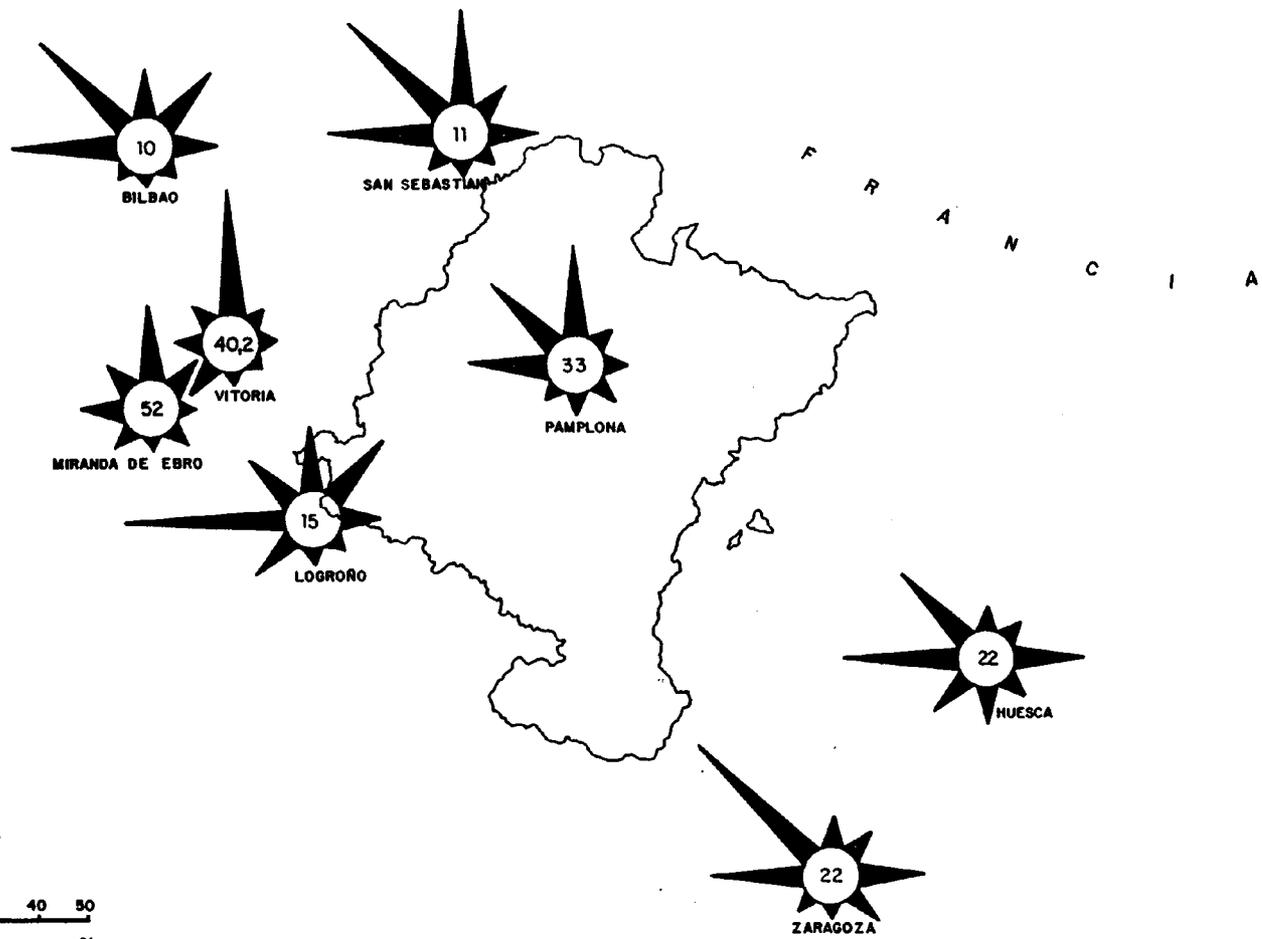


FIG. 3.4-10.- DIRECCION Y FRECUENCIA DEL VIENTO

mente, diferencia de N a S del territorio navarro cuatro áreas climatológicas principales.

La vertiente atlántica y área de las montañas vasco cántabras así como la mitad septentrional de los valles pirenaicos, tienen un clima muy lluvioso (más de 1.200 mm de lluvia anual en 125 a 150 días, y poco soleado, con temperaturas suaves por la influencia oceánica, en las primeras áreas citadas, mientras que en los valles pirenaicos la variación térmica es más extrema propia de las condiciones de montaña.

Al sur de la zona anterior, el resto de la Navarra alta tiene un clima húmedo (lluvia anual 600 mm a 1000 mm) frío en invierno y caluroso en verano, en que se acusa un moderado déficit de agua en el suelo.

La Navarra media tiene clima seco (precipitaciones entre 400 y 600 mm/año) de tipo continental. El déficit de agua del suelo es más intenso y de mayor duración.

Más al sur, el clima de la Ribera es semiárido, no superando las precipitaciones anuales los 400mm y caracterizado por su fuerte continentalidad. El déficit de humedad del suelo se extiende de mayo a octubre siendo muy acusado en la época estival.

4. SINTESIS GEOLOGICA

Para realizar esta síntesis se ha dividido la provincia, siguiendo la costumbre de otros autores, en distintas unidades geológicas que abarcan áreas con una cierta similitud estructural e historia geológica. J. del Valle en su "Atlas Geográfico e Histórico de Navarra" distingue las siguientes zonas:

A - ZONA PIRENAICA

B - ZONA CANTABRICA

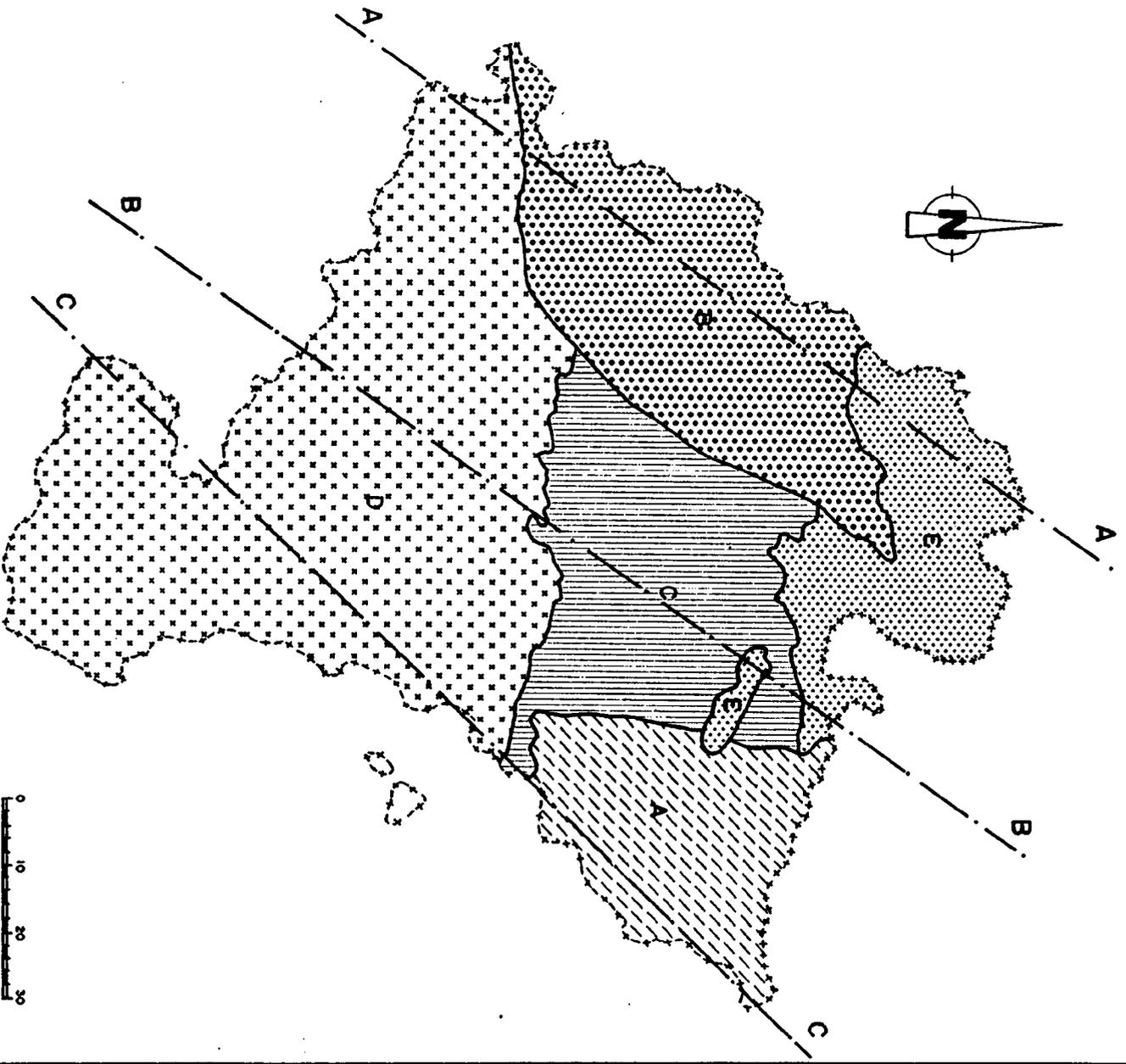
C - ZONA DE TRANSICION, ubicada entre las dos anteriores y que comprende la terminación occidental del Pirineo.

D - ZONA DEL MACIZO DEL EBRO, en el que se ha incluido la zona de Fitero que pertenece a la Ibérica.

E - ZONA DE LOS MACIZOS PALEOZOICOS DE Aya-Cinco Villas, Quinto Real-Alduides y Oroz-Betelu.

La fig. nº 4-1 recoge las áreas reseñadas anteriormente y la fig. nº4-2 los cortes geológicos generales característicos de la provincia.

Como rasgos generales, conviene indicar que en Navarra están representadas todas las épocas geológicas, desde el Ordovícico



-  ZONA PIRENAICA
-  ZONA CANTABRICA
-  ZONA DE TRANSICION
-  MACIZO DEL EBRO
-  MACIZOS PALEOZOICOS

FIG. 4-1 - AREAS GEOLOGICAS

FUENTE : Mapa de cultivos y aprovechamientos de la Provincia de Navarra

hasta los tiempos actuales. Ello da como resultado una amplia gama litológica, en donde abundan las rocas sedimentarias.

En la historia geológica de Navarra se señalan dos medios sedimentarios claramente diferenciados: un medio marino, en el que se depositaron materiales margo-calcáreos y una alternancia rítmica de areniscas, arcillas y calizas y un medio continental-fluvial y lacustre en donde se observan potentes acumulaciones de series conglomeráticas, areniscas, limos, arcillas, calizas lacustres y yesos, que constituyen la Ribera y una gran parte de la Navarra media.

A - ZONA PIRENAICA

Corresponde a la parte Nororiental de Navarra. Con orogenia pirenaica, se marcan unas estructuras largas vergentes hacia el Sur.

Conglomerados, areniscas, limos y arcillas de tonos rojizos, pertenecientes al Triásico Inferior (Buntsandstein) descansan sobre un zócalo paleozóico. Estos materiales con naturaleza silíceo y cemento rojizo, en ocasiones presentan una fracturación cruzada.

No ha sido posible correlacionar nuevos materiales hasta el Cretácico Superior en que se depositan dolomías y calizas aflorantes en el borde oriental del macizo de Oroz-Betelu y en la zona de Larra, donde además de ocupar una amplia superficie, el proceso Kárstico

adquiere un desarrollo notable. Sobre las calizas se depositan unas margas grises en la mitad norte y unas areniscas calcáreas y dolomíticas en las Sierras de Leyre e Illán.

Los depósitos detríticos del Cretácico Superior indican una regresión que alcanza su máximo durante el principio del Paleoceno, el cual está representado por una serie constituida por dolomías, calizas y margas.

A continuación, en la serie estratigráfica, es posible diferenciar claramente dos zonas: la mitad sur, donde se depositan calizas, calcarenitas y margas y la mitad norte, en la que se produce una sedimentación tipo flysch. El límite entre ambas, puede ubicarse en el flanco septentrional de la Sierra de Illón. Los primeros corresponden a depósitos de plataforma y los segundos a depósitos turbidíticos.

B - ZONA CANTABRICA

La delimita la parte noroccidental de la provincia, quedando por el este lindando con un importante accidente, jalonado por diapiros, que va de Estella a Elizondo. Por el sur comprende las Sierras de Dos Hermanas y Cantabria y por el norte queda limitado por el macizo de Cinco-Villas.

La secuencia estratigráfica resulta muy compleja. Los materiales más antiguos que aparecen son triásicos, y son las calizas dolomí-

ticas a las que siguen las margas yesíferas y las sales del Keuper. Estos materiales plásticos y de densidad baja han dado origen a una serie de diapiros: Estella, Lorca, Salinas de Oro, Anoz, Olio, que han emergido a través de fracturas importantes y orlan por el este las Sierras de Aralar, Andía y Lóquiz.

Los sedimentos jurásicos, constituidos por calizas dolomíticas y margas, se localizan fundamentalmente en la Sierra de Aralar y en la banda Leiza-Baztán al norte de la zona.

Debido a una serie de regresiones, las litologías resultan repetitivas hasta el Aptiense. Desde éste al Aptiense superior se datan amplias zonas calizas de potentes espesores. (Complejo Urgoniano).

Del Paleoceno sólo quedan depósitos en las Sierras de Urbasa y Andía, formados por calcarenitas, calizas y margas. Durante el Eoceno siguen las mismas facies, pasando las calizas a nivel de arenas y conglomerados al oeste de Urbasa.

Con fuerte discordancia se apoyan en el borde meridional del área conglomerados del Oligoceno-Mioceno sobre los terrenos cretácicos en las Sierras de Cantabria, Codés, Dos Hermanas y en Estella. Posteriormente tiene lugar un relleno con margas, intercalaciones calizas y arcillas rojas.

En esta zona se encuadran las unidades geológicas de Aralar-

Ulzama, Sierra de Urbasa y Andía y Sierra de Lóquiz.

C - ZONA DE TRANSICION

Comprendida entre la zona Pirenáica y la Cantábrica, tiene como límite occidental el accidente Estella-Elizondo, pero sin embargo por el Este pasa gradualmente a la zona Pirenáica, quedando su linde muy difuso, aunque estaría en una línea imaginaria que uniría Orvaiceta y Lumbier. Las estructuras de gran continuidad de la zona pirenáica sufren curvaturas en dirección SW-NE o NW-SE por lo que se desarrollan cierres periclinares, cubetas, etc.

Todo ello queda reflejado en la estratigrafía, donde el Triásico sólo está presente, aflorando en los diapiros de Loza y Lizaso, con materiales margosos y yesíferos (Keuper). La serie se interrumpe hasta el Cretácico Superior en donde se distinguen dos tipos de afloramientos. Los que se localizan por el norte en forma de Facies Flysch y los que aparecen por el Sur y Oeste en forma de calizas arenosas y margas en la Sierra de Alaiz. Durante el Eoceno, el Norte sufre una subsidencia paulatina, mientras que en la parte Sur y Oeste se deposita la serie caliza. El rápido hundimiento de la cuenca por el Norte, frente a la teórica estabilidad de la plataforma origina desequilibrios hacia la zona más profunda, dando lugar al confinamiento de la cuenca marina.

En el Eoceno Superior, se depositan unas margas, y la serie

de anhidrita, sales sódicas y potásicas que dan lugar a las antiguas explotaciones de Potasas de Navarra y a las actuales de Potasas de Subiza. Finalmente, en este período sobre las evaporitas apoyan las margas rojas lacustres.

La serie Oligocénica se inicia con unas areniscas litorales a la que sigue una potente serie de depósitos de carácter lacustre con yesos y margas en la parte occidental (Sierra del Perdón), o fluviales, en la parte Este de la Sierra de Alaiz.

Al final del Oligoceno y principios del Mioceno se depositan conglomerados poligénicos discordantes con los terrenos mencionados, los cuales quedan recubiertos con aportes fluviales del Norte.

El Cuaternario tiene su representación en la Cuenca de Pamplona-Lumbier, donde se caracterizan una serie de glaciares y terrazas.

Como unidades geológicas diferenciables están: La Cuenca de Pamplona y la Sierra de Alaiz.

D - MACIZO DEL EBRO

Cubierta por el Terciario continental, está cabalgada por las unidades anteriores y por la Ibérica, al SO.

Durante el Oligoceno-Mioceno, la rápida erosión de las zonas

levantadas durante la Orogenia Alpina, ha enviado materiales hacia esta cuenca; sedimentándose potentes series de conglomerados y areniscas, que paulatinamente se van degradando con respecto a los bordes de la misma, en la secuencia: conglomerados y arenisca, areniscas y arcillas, arcillas y calizas, arcillas y yesos.

Ello ha dado origen a numerosas explotaciones mineras, de distinta importancia.

Los depósitos cuaternarios, en especial las terrazas fluviales alcanzan una transcendental importancia para la mitad Sur de Navarra, donde tienen su desarrollo las mejores zonas cultivadas. Estas terrazas están constituidas por gravas, arenas, limos y arcillas sin consolidar, aunque en el caso de terrazas colgadas estas gravas se encuentran cementadas. En el caso de estar apoyadas sobre yesos, éstas suelen deformarse por extrusión de los materiales yesíferos. Los glaciares de erosión, de extensa representación, tienen como materiales fundamentales: los limos arcillosos, las arcillas y los cantos angulosos.

E - MACIZO PALEOZOICO

Los macizos de Aya-Cinco Villas, Quinto Real-Alduides y Oroz Betelu, forman tres unidades del Paleozóico y mientras que en los dos primeros ocupa una importante extensión, en el último solamente aflora merced a los ríos Urrobí e Iratí.

Los materiales más antiguos son los del Ordovícico y Silúrico que se encuentran en la parte oriental del macizo de Quinto Real. El conjunto lo forman cuarcitas y esquistos y en la parte correspondiente al Silúrico esquistos gris-azulados o negros con intercalaciones calcáreas.

En la secuencia estratigráfica los depósitos del Devónico se distribuyen en la parte oriental de Cinco-Villas. En Quinto Real alternan niveles clásticos de colores abigarrados con calizas y dolomías, dentro de un conjunto litológico muy variado.

El carbonífero se manifiesta muy uniforme en Cinco-Villas y en Quinto Real. En éste se inicia con calizas azuladas y rojizas a las que siguen esquistos abigarrados. Sobre éstos un potente nivel de dolomías (~ 300 m) que lateralmente pasan a las magnesitas de Eugui, convierten a éstas en un yacimiento de extraordinaria importancia, actualmente en explotación. Ya, por encima de estos materiales se encuentran sedimentos de facies Culm con pizarras y grauwackas.

En el macizo de Cinco Villas-Aya, hay un nivel de calizas de unos 500 m que aflora en Yanci, Lesaca y Aranaz.

Por encima, una potente serie de carácter turbidítico, tipo flysch, con pizarras y grauwackas alternantes con intercalaciones de conglomerados y calizas. Todo ello, afectado de un metamorfismo débil, salvo en el área próxima al granito de Peñas de Ara, en que ha sufrido

un metamorfismo de contacto. Por encima, discordantes pizarras carbonosas, los niveles de carbón, explotados en otro tiempo, y sin ningún vestigio residual en la actualidad.

En la zona de Lesaca-Aranaz rompen la monotonía unas calizas marmóreas y un sistema de fallas con orientación OSO-ENE. En otro complejo sistema de fallas jalonado por diques de diabasa aparecen filones de cuarzo con siderita, pirita, fluorita, blenda y galena que han sido objeto de explotaciones esporádicas en tiempos pasados.

El Permotrías aparece discordante sobre el Paleozóico Prehercínico, y se presenta con una potente formación detrítica concentrada al E. del Valle del Baztán, con materiales del tipo: conglomerados poligénicos, brechas carbonatadas, niveles arenosos, areniscas, limolitas y bancos de calizas.

5. YACIMIENTOS MINEROS

Los dos yacimientos mineros más importantes son los de potasas y los de magnesitas, ambos con reservas contrastadas en el momento actual.

En la cuenca potásica es posible distinguir tres zonas que o bien, ya han sido explotadas o tienen posibilidades de explotación: la de Javier, geológicamente complicada; la de Monreal-Sengáriz, a la que han debido de fluir gran parte de las sales, y la de La Sierra del Perdón que es la única en actividad.

Los yacimientos de magnesita arman en el Namuriense, del Carbonífero inferior en series de potencias variables de dolomías, calizas negras y pizarras oscuras. El contenido en magnesio de los distintos lentejones es muy variable, existiendo según señala (J. del Valle-1986) fuertes controversias sobre el origen del yacimiento entre los que lo suponen producido por metasomatismo en niveles preferentes de dolomía y los que le asignan un origen sedimentario.

En las áreas paleozoicas se encuentran numerosos yacimientos filonianos, puntuales, pero hoy día inactivos. Las manifestaciones más notables están sobre el macizo de Aya, en la cuenca del Urumea y en Vera. Son filones con cuarzo, siderita, fluorita, pirita, galena, y

blenda. En Leiza y Elizondo hay filones de barita. También hay que señalar la zona de Orbaiceta, con filones de cuarzo, pirita, y siderita.

Los yesos, cuyas explotaciones antes se encontraban dispersas por toda Navarra, hoy día se concentran en Mañera, Estella, Fitero, Caparros y Ablitas. La producción anual puede estar situada en unas 100.000 toneladas.

En resumen, Navarra es una provincia muy variada desde el punto de vista mineralógico, pero los yacimientos que se han constatado, a excepción de los citados en primer término, son extremadamente pequeños, no resultando viable económicamente su explotación, en los momentos actuales.

5.1. Yacimientos de potasas

A unos 7 Km al Sur de Pamplona, extendiéndose entre Noaín, en la carretera de Pamplona a Zaragoza, hasta Undiano, al Oeste de la carretera de Pamplona a Estella, se encuadra la cuenca potásica de la Sierra del Perdón. El borde septentrional del yacimiento de eje Este-Oeste, está bien delimitado, no ocurriendo lo mismo con el meridional.

El yacimiento en cuestión a grandes rasgos, en su tramo evaporítico, está compuesto de muro a techo, de una capa de sal común de una potencia media de 12 m que yace sobre anhidrita con lechos margosos, una formación de silvinita de 2 m de espesor medio, con un ciclotema repetitivo de 18 vetas rojas de silvinita muy rica, con otras tantas de sal común y margas muy finas, a la que sigue una capa de aproximadamente 1 m de potencia media de sal común con dos intercalaciones de silvinita, y una formación de ocho capas de carnalita de alta ley con potencias entre 2,50 y 0,50 m separadas por capas de sal común y margas de espesores que van de 0,20 a 1,20 m siendo su potencia total de unos 15 m; a estos niveles le siguen 50 m de sal de techo, formada por una alternancia de sal común y margas plásticas.

Según datos de Vázquez, F. las reservas totales ascienden a 180×10^6 t. de silvinita con el 23% de K_2O y 210×10^6 t. de carnalita con el 21% de K_2O .

Estructuralmente está constituido por un amplio sinclinal en el que se definen tres zonas de explotación. Esta delimitación está condicionada por unos complejos sistemas de fallas conjugadas de dirección NE-SO y NO-SE.

El bloque septentrional ha sido ya casi agotado y se halla separado del bloque central unos 300 m. Esta zona ha venido siendo explotada últimamente, pese a tener unos accesos complicados, realizados por el plano de Undiano y por el de Esparza que atraviesan zonas falladas.

Por último se encuentra el bloque de Subiza que ha sido puesto en explotación recientemente. La producción bruta sobrepasa los 2.000.000 de toneladas, según Del Valle, J. (1986).

El Yacimiento del Perdón se conoce desde 1929. Para su explotación iniciada en 1960 se constituyó la Empresa Potasas de Navarra, S.A. la cual en el momento actual no opera.

La explotación continúa en el tercer bloque de los indicados anteriormente con una empresa de nueva creación: Potasas de Subiza S.A.

El método actual de explotación es el de tajo largo en avance con hundimiento integral. Las longitudes de tajo son variables entre 180 y 260 m. La gran profundidad alcanzada por las explotaciones (más

de 1.200 m), obliga a especificaciones y restricciones muy concretas de la maquinaria y sostenimiento del tajo.

Conviene matizar que el grado de recuperación de la sustancia mineral alcanza en la silvinita prácticamente el 100%, mientras que en la carnalita solo se llega al entorno del 50%.

El proceso que se sigue en fábrica, en síntesis, incluye una trituración en seco con molienda en húmedo, flotación y secado. El excedente de sal y los materiales insolubles se depositan en escombreras exteriores de grandes volúmenes en las proximidades de los puntos de explotación. Las superficies de estas estructuras presenta un aspecto peculiar, con multitud de regueros y cárcavas, en un material que con el tiempo drena el agua saturada que le acompaña.

Tras una molienda a tamaño menor de 7 mm, el mineral va a la planta de tratamiento que opera por flotación, en tres o cuatro etapas, obteniéndose un concentrado, a partir de la silvinita, con más del 60% de K_2O , a continuación el todo uno pasa a unos hornos neumáticos, en los que el material se seca.

En la carnalita, una vez reparado el CIK del Cl_2Mg y los lodos, se disuelve a temperatura elevada el residuo de silvinita y se cristalizan al vacío las salmueras ricas; obteniéndose así el concentrado de CIK. Ya, en fases posteriores y después de separar los residuos sólidos, éstos se centrifugan y secan, obteniéndose unos concentrados potási-

cos, evacuándose las lejfas magnesianas.

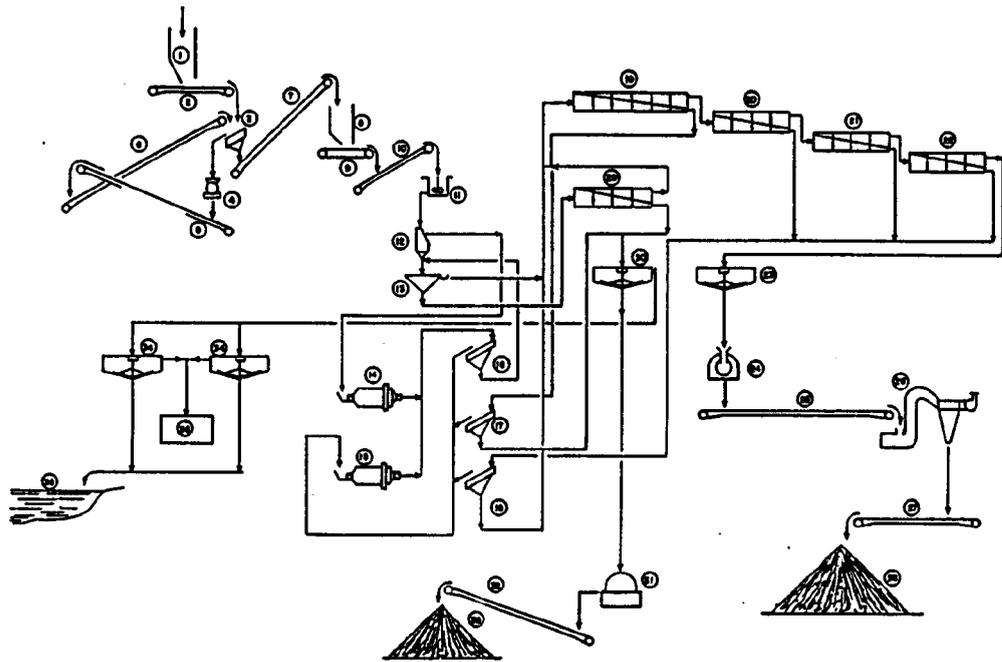
Las aguas resíduales saladas, en principio embalsadas, cuando se encuentran saturadas, son bombeadas a sondeos profundos; si su concentración en sales es baja, son introducidas de nuevo en el proceso industrial.

En la fig. nº 5.1-1 se recoge un diagrama general de flujo de una planta de tratamiento-lavado de silvinita.

Desde otra perspectiva, cabe indicar que el mercado mundial de la potasa está atravesando una profunda crisis que se inició a mediados del año 1981 y según señala Moya, J. (1983), "el efecto de esta crisis en el mercado español queda bien patente al considerar que las entregas de potasas del año 1982, suponen solamente el 89% de las que se efectuarán en el año 1979".

En el momento actual se ha conseguido adecuar la oferta de potasa a la demanda existente y se ha detenido el crecimiento de los stocks, a costa de reducir los ritmos de producción no solo a nivel nacional, sino internacional.

La producción española de potasa, si bien ha seguido una línea de crecimiento desde sus orígenes, en los últimos años se ha visto frenada por los acontecimientos de todos conocidos.



- | | |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Almacén de silvinita | 19. Celdas de desvaste de gruesos |
| 2. Cinta | 20. Celdas de primer lavado |
| 3. Criba vibrante | 21. Celdas de segundo lavado |
| 4. Molino | 22. Celdas de tercer lavado |
| 5. Cinta | 23. Espesador |
| 6. Cinta | 24. Centrifuga |
| 7. Cinta | 25. Cinta |
| 8. Silo de silvinita triturada | 26. Secadero neumático |
| 9. Alimentador de banda | 27. Cinta |
| 10. Cinta | 28. Almacén de producto terminado |
| 11. Agitador | 29. Celdas de desbaste de finos |
| 12. Reja curva | 30. Espesador |
| 13. Hidroclasificador | 31. Filtro de vacío |
| 14. Molino de barras | 32. Cinta de estériles |
| 15. Molino de bolas | 33. Vertedero de estériles |
| 16. Criba vibrante | 34. Espesadores |
| 17. Criba vibrante | 35. Depósitos de lejía |
| 18. Criba vibrante | 36. Presa de residuos |

FIG. 5.1-1.- DIAGRAMA DE FLUJO GENERAL DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE SILVINITA.

Navarra aporta al total nacional un 34 por 100 de sales potásicas y un 30 por 100 de cloruro potásico, todo ello de materiales que proceden de los yacimientos de la Sierra del Perdón.

En cuanto a calidades, si atendemos a la granulometría se obtienen productos "standard" y granular y, eventualmente una calidad industrial en el entorno del 62% en K_2O .

Como subproducto, se fabrica exclusivamente "sal", tanto para consumo humano como para usos industriales.

El destino de la mayor parte de la producción de potasa son los fertilizantes para la agricultura, no encontrándose en la actualidad ningún sustituto que juegue su papel.

5.2. Yacimientos de magnesitas

De los yacimientos constatados de magnesitas en las provincias de Lugo, Asturias, Navarra, Madrid, Guadalajara y Teruel el más importante corresponde al que se localiza en Eugui (Navarra), siendo propiedad de Magnesitas de Navarra, S.A. La formación carbonatada, de edad Namuriense, en la que arma la magnesita, aflora a lo largo de varios kilómetros, con una potencia irregular.

Otro yacimiento que también se localiza en Navarra es el del Puerto de Velate, en las dolomías del Muschelkalk del Triásico.

El yacimiento de Eugui, con cuatro puntos extractivos, se ubica al NE. de Pamplona, extendiéndose desde Eugui a Almandoz, ocupa parte del valle alto del río Arga y parte del valle de Baztan.

Sus accesos por carretera son a través de la vía que une Pamplona con Roncesvalles, para en Zubiri desviarse hacia Eugui, bien por el valle de Baztan o bien a través de la pista forestal que une Irurita con Eugui.

A grandes rasgos, la estructura general del yacimiento está ligada a dos grandes anticlinales y a un sinclinal, con ejes de dirección más o menos N-S y fuerte vergencia al Oeste, estos plegamientos aparecen con una red de fallas de dirección predominante E-O.

La magnesita aparece estratificada con intercalaciones de potencia variable de dolomías, calizas negras y pizarras. La serie Flysch del Namuriense, con espesores comprendidos entre 800 y 1.200 m descansa sobre la serie carbonatada. Lateralmente hacia el NW y SE, la magnesita desaparece, allí donde la dolomía la acuña, según señala Vázquez Guzmán (1980). (Fig. nº 5.2-1).

No existe unanimidad de criterio entre los investigadores sobre la génesis del yacimiento, unos lo suponen producido por metasomatismo en niveles preferentes de dolomía y otros le asignan un origen sedimentario, hipótesis formulada por Gómez de Llorena en 1950 y sostenida en diversos trabajos posteriores.

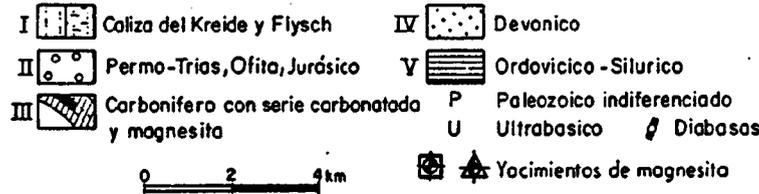
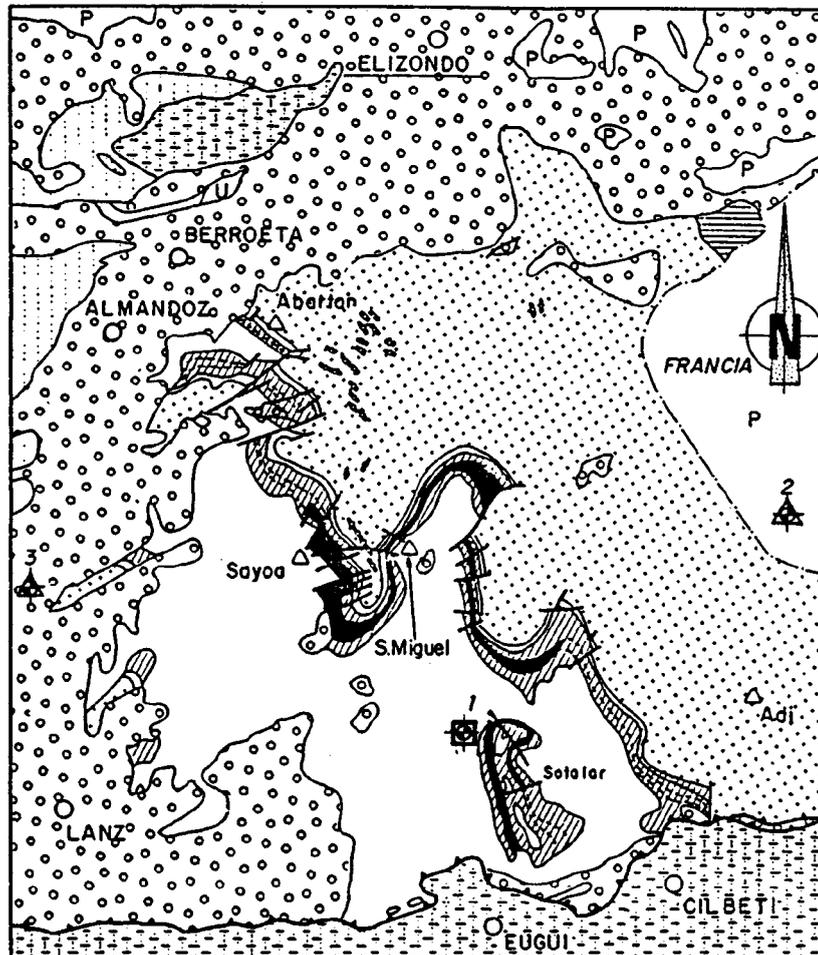


FIG. 5.2-1.-

Esquema geológico de la parte sudoeste del Macizo de Quinto-Real (Navarra). Yacimientos de magnesita: 1. Asturreta (Namuriense B); 2. Urepel (Emsiense); 3. Velate (Triásico). Según MOHR y PILGER, en Petraschek et al.⁹¹

Las reservas seguras se estiman en $20,25 \times 10^6$ t y en 10^8 t las posibles, según Vázquez Guzmán F. (1980), situándose la producción anual en unas 550.000 t.

La explotación que se realiza a cielo abierto en tres canteras; con arranque por bancos descendentes, sitúa en sus proximidades las escombreras con los materiales residuales. Estas son de gran volumen, de excesiva altura y, con taludes críticos, por encima de los de reposo del material, por lo que se crean zonas potencialmente inestables; todo ello en un intento de aprovechar el máximo espacio posible. En algunos casos, los pies de escombreras inciden en cursos fluviales o en vías de comunicación.

La magnesita es de tipo macrocristalino, con interestratificaciones dolomíticas y calizas negras.

El todo uno, con una ley media aproximada del:

MgO :	39%
SiO ₂ :	4%
Al ₂ O ₃ :	0,5%
Fe ₂ O ₃ :	6%

es triturado a menos de 12 mm antes de ser transportado a la planta de tratamientos, instalada en la localidad de Zubiri.

La fracción superior a 12 mm, tiene un alto porcentaje de dolomía.

En la planta de tratamiento de Zubiri, el mineral es clasificado en tres fracciones comprendidas entre: 0-1 mm, 1-4 mm y 4-12 mm; las dos últimas fracciones son tratadas por líquidos densos para separar la magnesita de la dolomía y de la sílice.

Obtenido así el componente magnésico, a continuación, se le somete a una separación magnética de baja intensidad, para seguidamente sinterizarlo a 1.800°C, según dos calidades:

- "Normag" con contenido en MgO : de 84-87%, de CaO: 7-8%. de SiO₂: 3-3,5%, y de Fe₂O₃: 2,9-3,1%
- "Extra" con contenido en MgO: de 90%, de CaO: 4-4,4%, de SiO₂ : 1,8-2,1% y de Fe₂O₃: 2,9-3,1%

La calidad "Normag" se utiliza en revestimientos de soleras y la "extra" en recubrimientos, también de soleras y en ladrillo de moldeado especial.

La tercera fracción clasificada entre 0-1 mm, demasiado fina para ser sometida a medios densos , es tratada por flotación y sinterizada a 1.900°C. El producto que así se obtiene, contiene:

MgO :	91-93%
CaO :	2,4-2,6%

SiO₂ : 0,8-1,2%

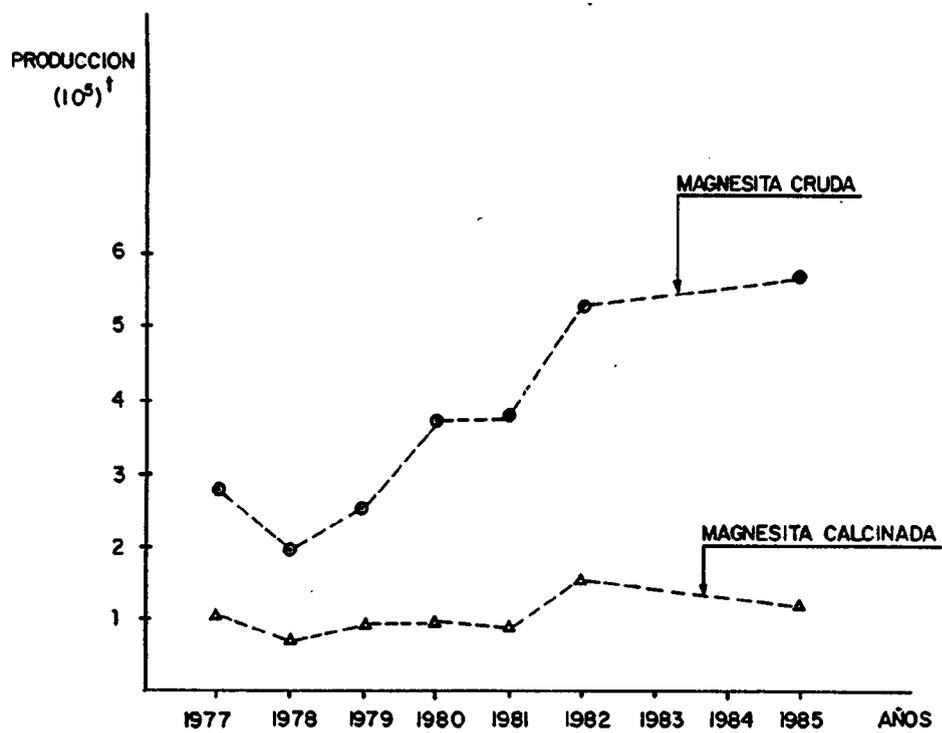
Fe₂O₃ : 3,2-5,1%

Este compuesto conocido en el mercado con el nombre de "Di mag" es utilizado para hacer briquetas o ladrillos.

Si nos apoyamos en datos estadísticos, aportados, por la publicación: "Estadística Minera", la producción navarra de magnesita cruda fue de unos 570.000 t en 1985. con contenido en MgO de 200.000 t. La magnesita calcinada en ese mismo año fue de 120.000 t con contenido en MgO de 99.000 t. (la Fig. nº 5.2-2 recoge la producción de magnesita en Navarra en los últimos años). Aproximadamente en Navarra se extrae el 78,38 por 100 de la producción nacional, la cual se distribuye en los siguientes sectores:

- A la exportación un 64,6%
- En la siderurgia un 24,6%
- En fabricar refractorios un 7,2%
- En fertilizantes un 2,3%
- En usos variables un 1,3%

El destino de la magnesita calcinada es el de la industria de refractarios.



Fuente: Estadística Minera del Ministerio de Industria y Energía

**FIG. 5.2-2 - EVOLUCION DE LA PRODUCCION DE
MAGNESITA EN NAVARRA**

5.3. Rocas industriales

De acuerdo con lo expuesto por J.del Valle et al. "Atlas climatológico e histórico de Navarra" las rocas industriales que actualmente se extraen son las calizas y gravas silíceas para áridos, las margas para la fabricación de cemento, las ofitas como áridos para el hormigón asfáltico, los yesos y las arcillas para la cerámica, el mármol, las losas rojas de arenisca y el alabastro con salida en el mercado como roca hornamental.

Las canteras de calizas se encuentran concentradas en la sierra de Alaiz, en las proximidades de Pamplona, en Vera de Bidasoa y Yanci desde donde se abastece la zona oriental de Guipúzcoa y en Alsasua, Olazagutia y Ciordia donde se suministran productos a áreas cercanas de Alava y Guipúzcoa. Las restantes canteras se encuentran en Estella, Murieta, Liedena, Anoz, Baztán,...

Los áridos silíceos se obtienen de los cuaternarios de la Ribera, con explotaciones atomizadas, creadas según las necesidades de su empleo principal como son las obras públicas en carreteras.

Las margas para la producción de cemento se extraen en Olazagutia, dependiendo su volúmen de explotación, de las necesidades de la industria del cemento.

Como explotación de rocas ornamentales, destacan los mármoles, cuyas canteras en Almandoz, Urdax y Aldaz son las más impor-

tantes.

Los yesos, con explotaciones en la antigüedad dispersas por toda Navarra, en la actualidad han quedado concentradas en Mañeru, Estella, Fitero, Caparroso y Ablitas.

Las explotaciones de arcillas, antes muy numerosas, paulatinamente han ido concentrando su producción y también desapareciendo, en el momento actual sólo se encuentran en actividad las arcillerías de "Nueva Soroberrieta" en Echarri Aranaz, y en Utzubar.

Por último, queda citar el alabastro de Ablitas, y las pequeñas explotaciones de areniscas en la Ribera.

6. ESTRUCTURAS RESIDUALES MINERAS

6.1. Características generales

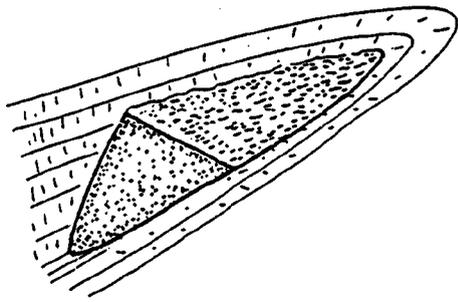
Las escombreras inventariadas corresponden a los tipos usuales representados en la fig. 6.1-1, aunque en muchas ocasiones los emplazamientos no resultan tan claros, y sus combinaciones de los anteriormente señalados. Así, pueden existir estructuras que se dispongan en una ladera y en una vaguada, sin 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, dándose igualmente casos de tipología mixta.

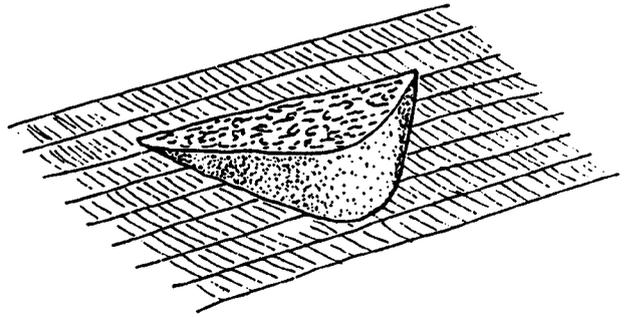
La mayoría de las estructuras recogidas son provenientes de labores mineras, no obstante se han recopilado algunos casos especiales de escombreras y presas que por su situación, implantación, volumen, etc. se han juzgado de interés.

Seguidamente, se ha efectuado un análisis estadístico basado en estimaciones visuales para cada uno de los siguientes parámetros específicos:

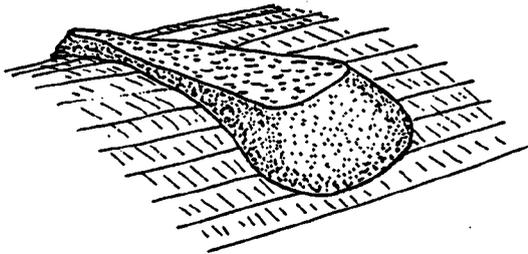
- Tipos de minería



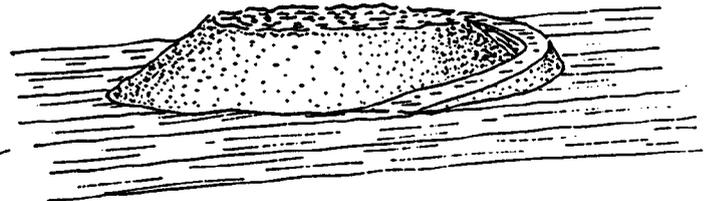
a) DE VAGUADA



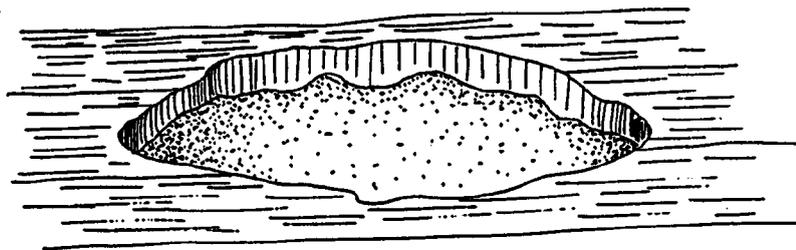
b) DE LADERA



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.

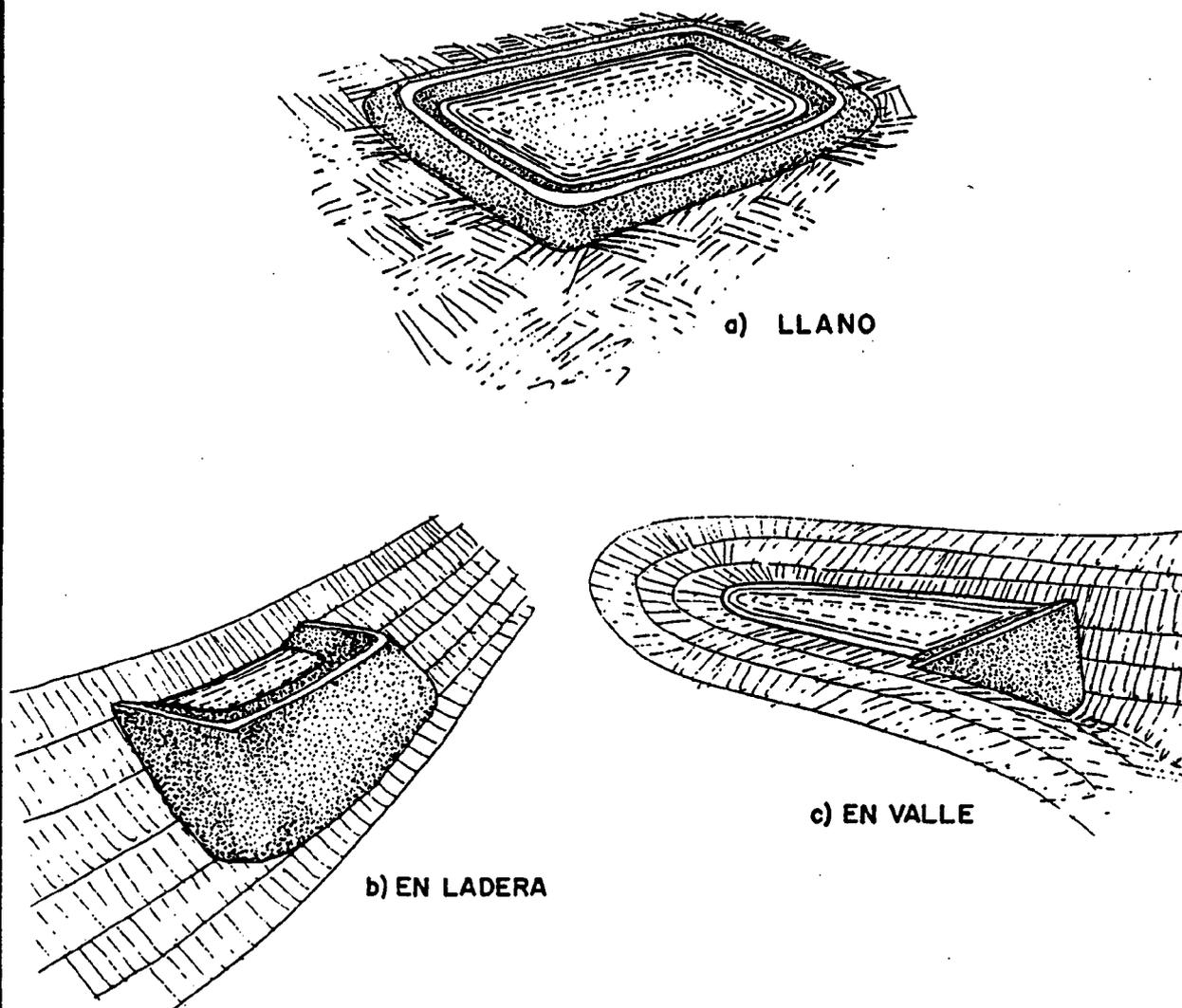


FIG.6.1-2.- TIPOS COMUNES DE IMPLANTACION DE BALSAS MINERAS

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

- Tipo de estructura
- Situación de la estructura
- Tipo 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. Tipos de minería

MINERIA:	<u>Escombreras (%)</u>	<u>Balsas (%)</u>	<u>Total (%)</u>
- Potasas	8,2	2,4	10,6
- Magnesitas	4,8	6,4	11,2
- Calizas	22,4		22,4
- Margas	0,8		0,8
- Gravas-arenas-zahorras	16	0,8	16,8
- Mármol	3,2	1,6	4,8
- Arcillas	4,8		4,8

MINERIA:	<u>Escombreras (%)</u>	<u>Balsas (%)</u>	<u>Total (%)</u>
- Ofitas	7,2		7,2
- Yeso-alabastro	5,6		5,6
- Plomo-cobre		4	4
- Barita	0,8		0,8
- Procesos industriales	2,4	0,8	3,2
OTROS CASOS:			
- Vertederos de residuos urbanos	7,8		7,8

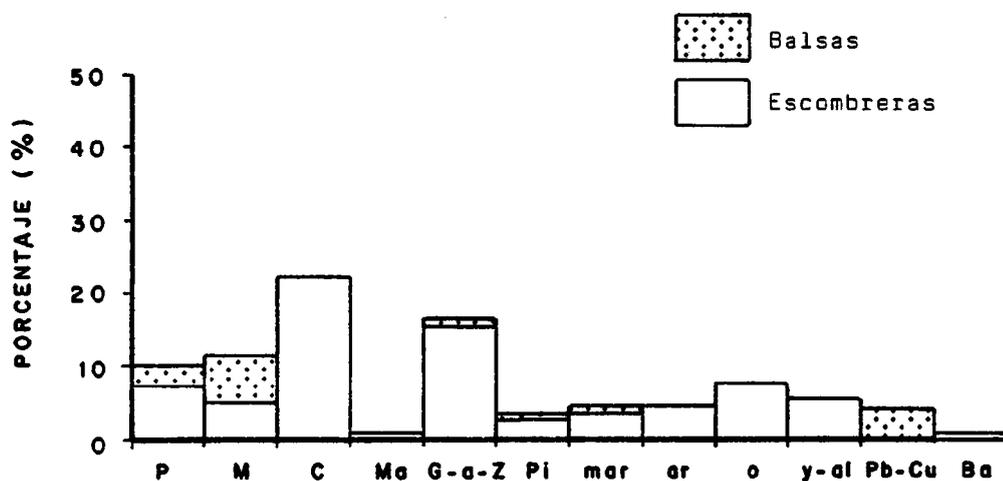
Son las explotaciones de canteras y graveras las que originan un mayor número de vertederos residuales en Navarra constituyendo casi el 60% del total.

Las balsas de mayor entidad se encuentran ligadas o han estado relacionadas con las explotaciones y procesos de obtención de la potasa, de la magnesita, del plomo y del cobre.

En la fig. 6.2-1 se recoge la distribución porcentual por tipos de minería.

LEYENDA

P = Potasas	mar = mármol
M = Magnesitas	ar = arcilla
C = Calizas	o = ofita
Ma = Margas	y-al = yeso-alabastro
G-a-z = Gravas-Arenas-Zahorras	Pb-Cu = Plomo-Cobre
P.i = Procesos industriales	Ba = Barita

**FIG. 6.2-1.- TIPO DE SUSTANCIAS**

La litología de los estériles está en consonancia con los materiales explotados y con la roca de caja de la mineralización de que se trate.

6.2.2. Tipos de estructuras

<u>TIPO</u>	<u>PORCENTAJE (%)</u>
Escombreras	86,4
Balsas	13,6
Mixtas	0

En la fig. 6.2-2 se ha recogido el gráfico resumen.

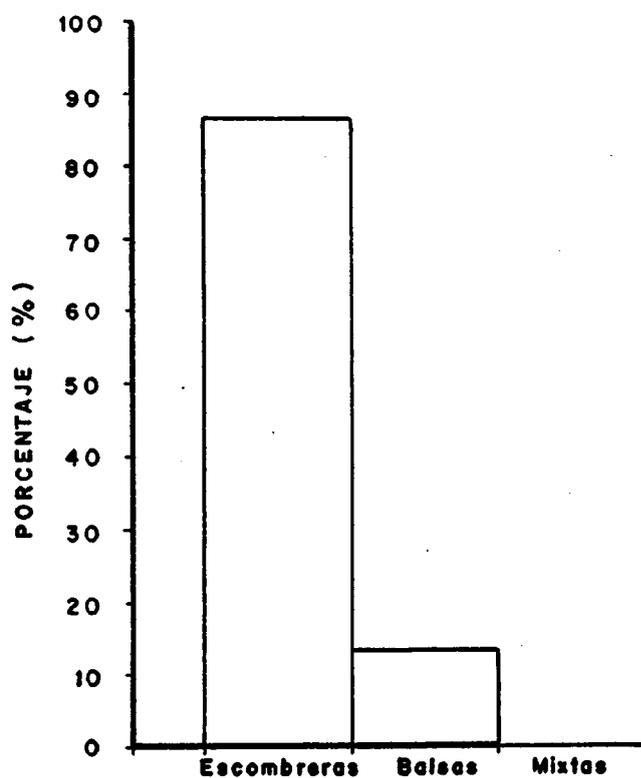


FIG. 6.2 - 2.- TIPO DE ESTRUCTURA

6.2.3. Estado de las estructuras

<u>ESTADO</u>	<u>PORCENTAJE (%)</u>
Activas	64,9
Paradas	5,9
Abandonadas	29,2

Las estructuras en actividad corresponden en su mayor parte a las explotaciones de potasas, magnesitas y rocas industriales.

La fig. 6.2-3 corresponde al gráfico de frecuencias del estado de las estructuras.

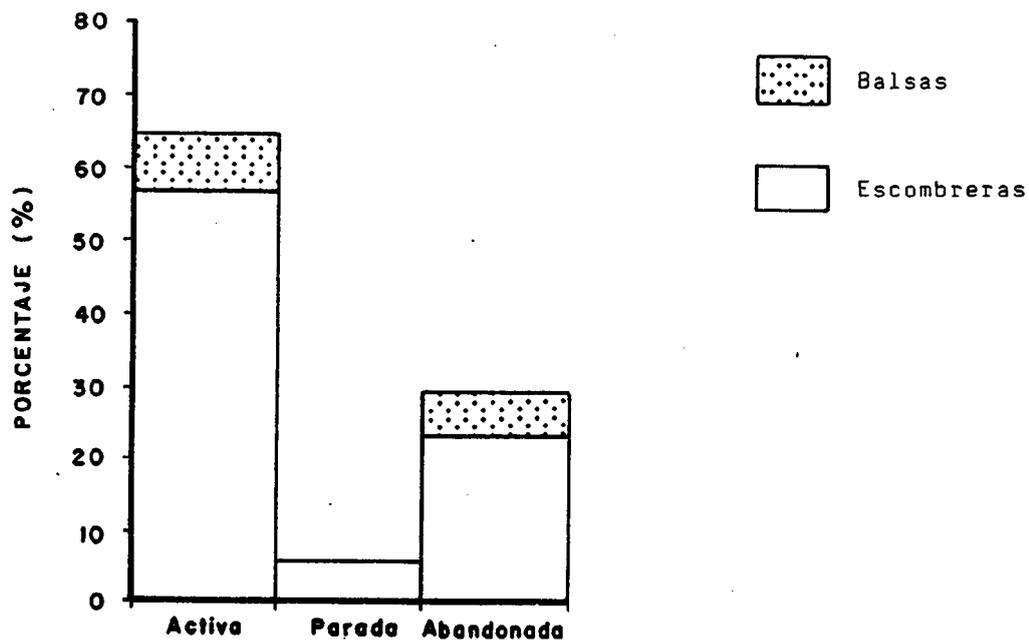


FIG. 6.2-3.- ESTADO DE LA ESTRUCTURA

6.2.4. Tipos de terreno ocupado

<u>TIPO DE TERRENO</u>	<u>PORCENTAJE (%)</u>
Monte Bajo	5
Terreno Baldío	73,4
Terreno Agrícola	16,6
Terreno Forestal	5

El tipo de terreno ocupado que predomina es el denominado como baldío.

La fig. 6.2-4 refleja el gráfico de frecuencias.

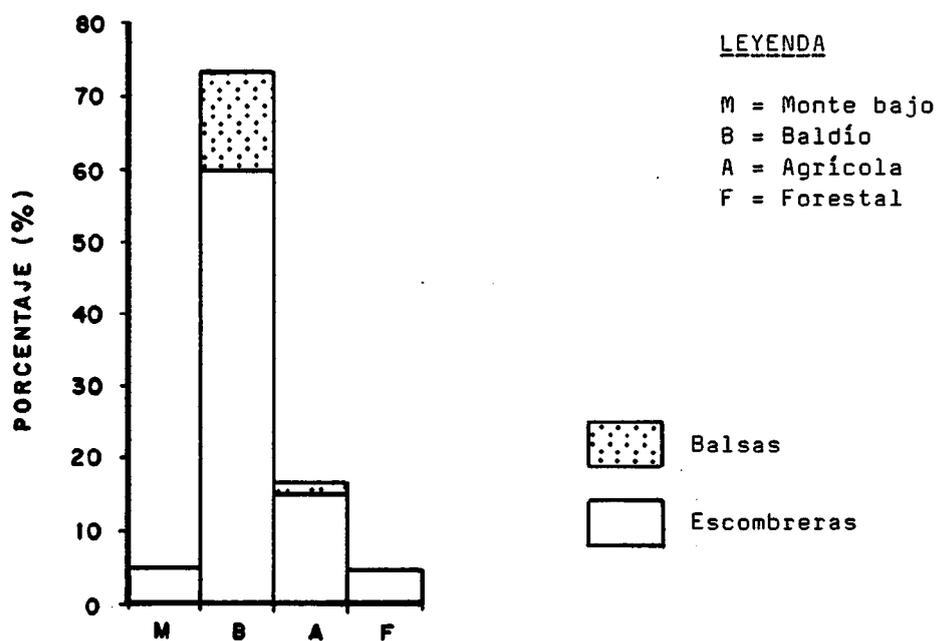


FIG. 6.2-4.- TIPO DE TERRENO

6.2.5. Tipología de las estructuras

<u>TIPOS</u>	<u>PORCENTAJE (%)</u>
Llano	10,1
Ladera	19,5
Vaguada	6,8
Llano-Ladera	47,5
Llano-vaguada	1,6
Ladera-vaguada	14,5

La tipología mixta de ladera con amplio apoyo en terreno exento o llano, es la variedad predominante. Esta disposición contribuye en el comportamiento favorable de la estabilidad.

La fig. 6.2-5 resume la distribución porcentual.

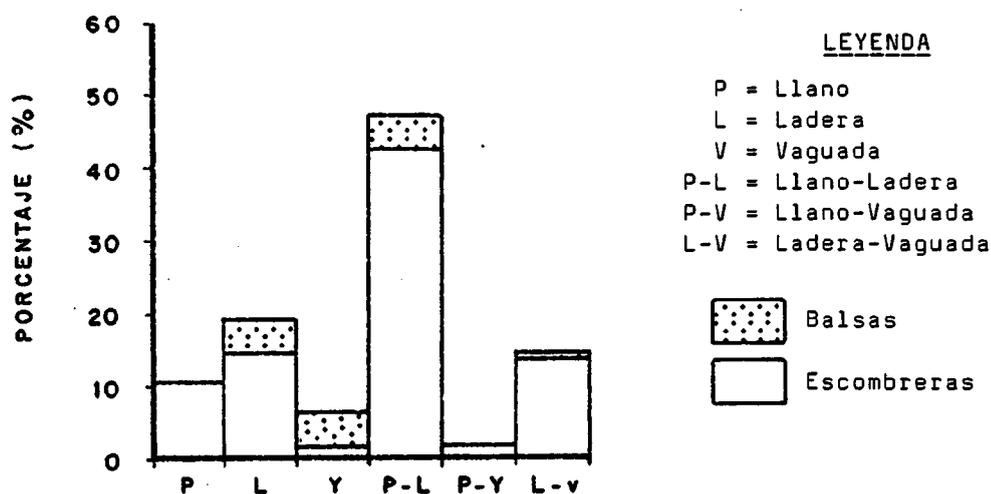


FIG. 6.2-5.- MORFOLOGIA DEL EMPLAZAMIENTO

6.2.6. Sistemas de vertido

El histograma de la fig. 6.2-6 recoge los sistemas de vertido utilizados, tanto en balsas como en escombreras.

<u>SISTEMA DE VERTIDO</u>	<u>PORCENTAJE (%)</u>
Volquete	55
Vagoneta	1
Pala	28
Tubería	9
Cinta	6
Canal	1

El medio de transporte de los residuos, más utilizado en las escombreras, es el de volquete, usado tanto en las grandes explotaciones como en las canteras. En las balsas, el vertido más común de los residuos es realizado mediante tubería, canal o tubería más canal.

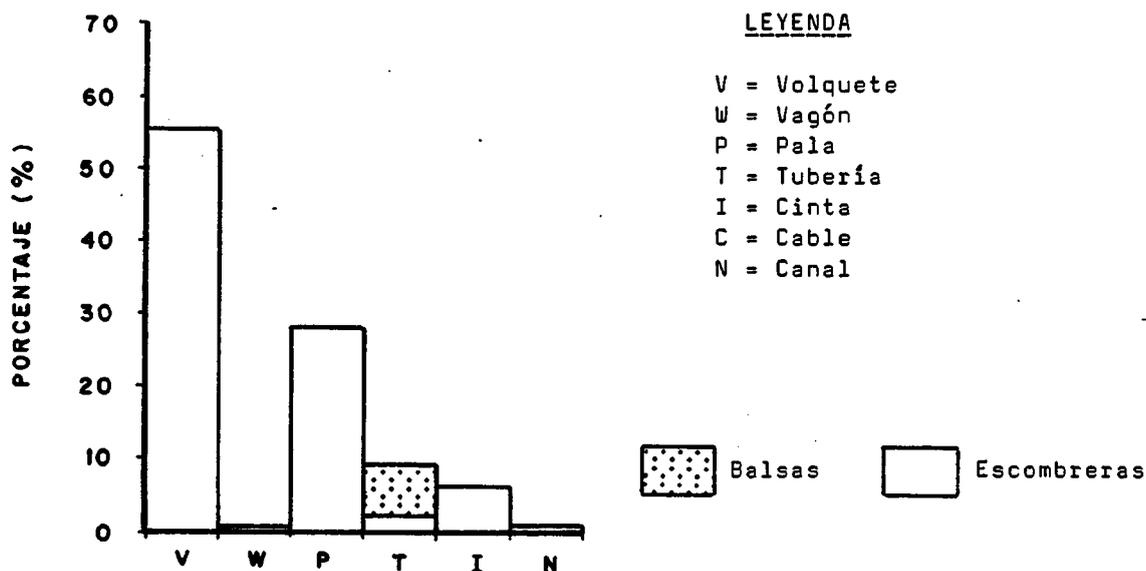


FIG. 6.2-6.- SISTEMA DE VERTIDOS

6.2.7. Altura de las estructuras

<u>ALTURA (m)</u>	<u>PORCENTAJE (%)</u>
H < 10 m	69,7
10-20 m	22,3
20-30 m	5
30-40 m	-
40-50 m	1
> 50 m	2

La distribución de alturas se ha recogido en la fig. - 6.2-7. Como puede observarse, la gran mayoría no tiene alturas importantes, encontrándose solamente 8 estructuras que superen los 30 m.

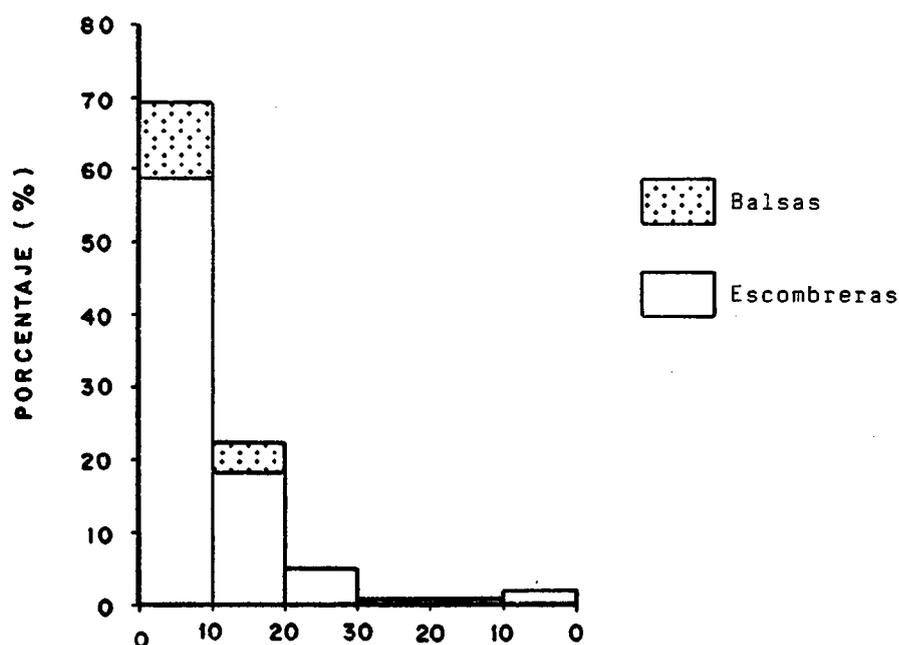


FIG. 6.2-7.- ALTURA (m.)

6.2.8. Volumen

<u>VOLUMEN (m³)</u>	<u>PORCENTAJE (%)</u>
$V < 10^3$	9
$10^3 \leq V < 10^4$	42,7
$10^4 \leq V < 10^5$	28,3
$10^5 \leq V < 10^6$	15,3
$10^6 \leq V < 10^7$	4,5

La mayor parte de las estructuras presentan volúmenes moderados, destacando no obstante la existencia de cinco estructuras con volúmenes superiores al 1.000.000 m³.

La fig. 6.2-8 resume la distribución porcentual.

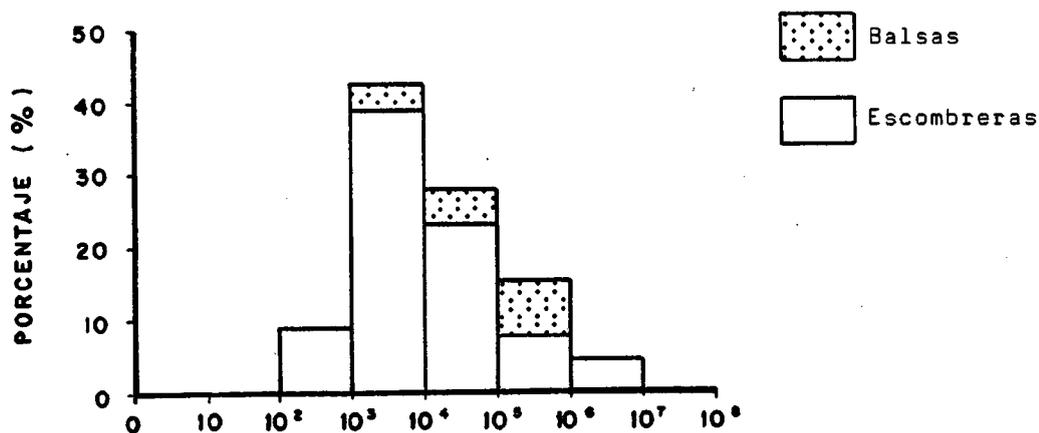


FIG. 6.2- 8.- VOLUMEN (m³)

6.2.9. Taludes de los estériles

La fig. 6.2-9 recoge el histograma correspondiente al muestreo de taludes realizado. En ella, es posible distinguir los valores de taludes en escombreras, de los correspondientes al dique de las balsas.

En escombreras, el rango más frecuente es el 34^º-36^º; mientras que en diques de balsas está por debajo de los 30^º.

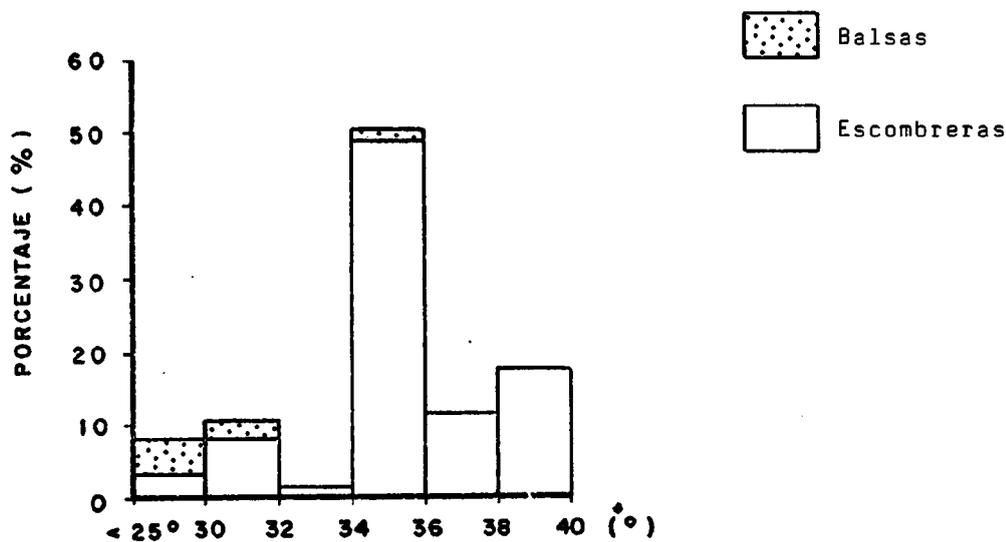


FIG. 6.2-9.- TALUD (°)

6.2.10. Tamaño de los residuos

La distribución porcentual se recoge en el gráfico de la fig. 6.2-10; lógicamente sólo se han tenido en cuenta el tamaño de los residuos vertidos en escombreras.

Como puede observarse, la granulometría de los estériles abarca todo el campo de tamaños, desde los finos, procedentes no sólo de los sistemas de trituración y tratamiento, sino de los mantos de recubrimiento o zonas de alteración de las explotaciones, hasta los bloques de escollera.

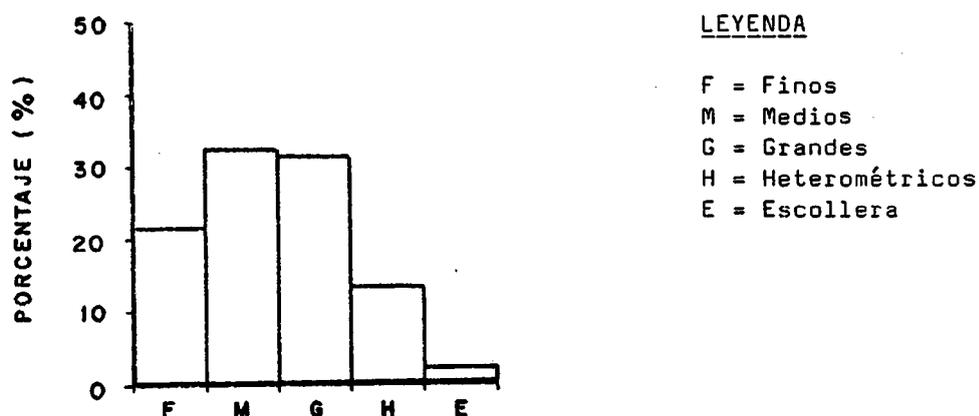


FIG. 6.2-10.- TAMAÑO DE LOS RESIDUOS

7. CONDICIONES DE ESTABILIDAD

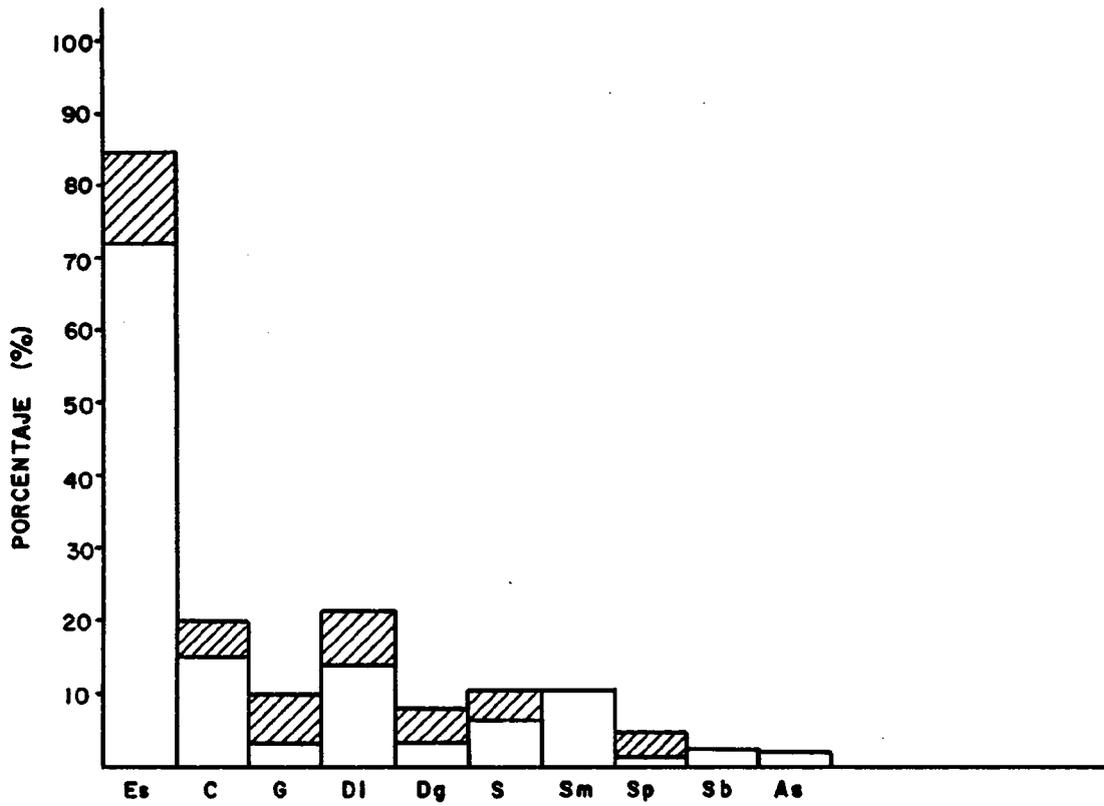
En base a los datos recogidos en las fichas de inventario, referentes a estimaciones cualitativas de visu, se ha efectuado un análisis de los problemas geomecánicos observados en las diferentes estructuras de la provincia.

Respecto a las escombreras que figuran en el listado y que carecen de ficha, los problemas de estabilidad en las condiciones actuales, no tienen especial relevancia.

Los problemas observados, expresados de manera porcentual con respecto al número total de estructuras, se encuentran recogidos en la fig. nº 7-1.

De forma resumida, se detallan seguidamente las distintas frecuencias con que aparecen los fenómenos detectados sobre el total de estructuras con ficha:

- Erosión superficial	84,5%
- Acarcavamiento	20%
- Grietas	10%
- Deslizamientos locales	21,6%



LEYENDA

- Es = Erosion superficial.
- C = Cárcavas.
- G = Grietas.
- DI = Deslizamientos locales.
- Dg = Deslizamientos generales.
- S = Surgencias.
- Sm = Socavación mecánica.
- Sp = Socavación de ple.
- Sb = Subsistencia.
- As = Asentamiento importantes

-  .- Balsas
-  .- Escombreras

FIG. 7-1.- PROBLEMAS OBSERVADOS.

- Deslizamientos generales	8%
- Socavación mecánica	10,4%
- Socavación pie	4,8%
- Asentamientos importantes	2%
- Subsistencia	2,4%
- Surgencias	10,4%

En general los taludes de las escombreras se corresponden con el talud natural que adoptan los residuos según la forma de vertido y las condiciones de apoyo en la base.

Los fenómenos de deslizamiento local, en su mayoría de tipo superficial, se manifiestan en zonas de escombreras, que presentan, o una excesiva acumulación de finos, o son debidos a condiciones particulares de los materiales depositados, y así, con la presencia de agua freática, pueden producirse flujos, reptaciones, erosiones, etc., con características muy variables respecto a la velocidad del fenómeno y a los volúmenes afectados.

La erosión superficial, se manifiesta en estructuras con alto porcentaje en finos, y se traduce en huellas que en ocasiones adquieren notable profundidad, dando lugar a cárcavas. Es el caso de las escombreras residuales de las explotaciones de potasas:

- Escombrera 25-08-2-1.- Pozo Undiano
- Escombrera 25-08-2-2.- Pozo Undiano
- Escombrera 25-08-2-4.- Pozo Guendulaín
- Escombrera 25-08-2-5.- Pozo Guendulaín
- Escombrera 25-08-2-6.- Pozo Guendulaín
- Escombrera 25-08-3-4.- P. inclinado de Esparza
- Escombrera 25-08-7-1.- Salinas
- Escombrera 25-08-7-3.- Arrubias
- Escombrera 25-08-7-4.- Subiza
- Escombrera 25-08-7-5.- Beriaín

Las inestabilidades originadas por la socavación mecánica están relacionadas con la forma de llevarla a cabo, y si ésta progresa, pueden provocarse deslizamientos de cierta importancia. Fundamentalmente se dan en estructuras residuales procedentes de explotaciones de áridos y de canteras.

La presencia de deslizamientos generalizados o situaciones de equilibrio estricto se han observado en una serie de balsas de las zonas mineras de Ollín y Zubiri:

- Balsa 25-06-1-1.- Minas de Ollín
- Balsa 25-06-1-2.- Minas de Ollín
- Balsa 25-06-1-3.- Minas de Ollín
- Balsa 25-06-1-4.- Minas de Ollín
- Balsa 25-06-1-5.- Minas de Ollín

- Balsa 26-07-5-2.- Pantano de Lodos-4

y en las escombreras de:

- Escombrera 23-07-8-8.- Eguibil

- Escombrera 26-07-1.7.- Resíduos de horno

- Escombrera 26-06-5-1.- Azcarate

- Escombrera 26-06-5-2.- Lavasar

- Escombrera 26-06-5-3.- Asturreta

En las balsas la acción de las aguas ha dado lugar a roturas de muro, con arrastre de materiales a los cauces próximos. En el caso de las escombreras la aparición de presiones intersticiales por ascenso del nivel freático al no existir sistema de drenaje o quedar inutilizado, ha originado el colapso parcial de una zona de la estructura.

En casos excepcionales se ha observado la aparición de grietas en la parte superior de los taludes, fenómeno que puede achacarse a la lenta consolidación de los materiales vertidos de nula cohesión y, en algunos casos, a su heterogeneidad.

En algunos diques de balsas, se han observado actuaciones encaminadas a corregir problemas de filtraciones, cuyo origen hay que buscarlo en la utilización de materiales de baja calidad, o de dudosa resistencia al corte.

Por último, es recomendable que tanto las estructuras activas como las abandonadas tengan un control continuo de su evolución en el tiempo, a efectos de detectar los problemas que puedan producirse, lo antes posible.

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 éstas 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

NO_x < 20 ppm

SO_2 < 0,002 %

C_2H_4 < 2 ppm

- Para las personas

CO < 0,01%

CO_2 < 5%

SH₂ < 0,01 %

SO₂ < 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 acarreamiento 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 estércoles y la naturaleza de éstos.

En Navarra, gran parte de sus estructuras se encuentran apartadas de cursos y arroyos, sin embargo, en el caso de las balsas si suelen presentarse problemas de fuerte contaminación, ya que las aguas de escorrentía y las de drenaje, aún en las estructuras abandonadas suelen cargarse con reactivos químicos y de los correspondientes minerales.

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 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 l)	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 ₂ O ₅)		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 N° 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)	3ª	3ª	3ª
Color	(G)	Inapreciable en disolución:		
		1/40	1/30	1/20
Aluminio (mg/l)	(H)	2	1	1
Arsénico (mg/l)	(H)	1,0	0,5	0,5
Bario (mg/l)	(H)	20	20	20
Boro (mg/l)	(H)	10	5	2
Cadmio (mg/l)	(H)	0,5	0,2	0,1
Cromo III (mg/l)	(H)	4	3	2
Cromo VI (mg/l)	(H)	0,5	0,2	0,2
Hierro (mg/l)	(H)	10	3	2
Manganeso (mg/l)	(H)	10	3	2
Níquel (mg/l)	(H)	10	3	2
Mercurio (mg/l)	(H)	0,1	0,05	0,05
Plomo (mg/l)	(H)	0,5	0,2	0,2
Selenio (mg/l)	(H)	0,1	0,03	0,03
Estaño (mg/l)	(H)	10	10	10
Cobre (mg/l)	(H)	10	0,5	0,2
Cinc (mg/l)	(H)	20	10	3
Tóxicos metálicos	(J)	3	3	3
Cianuros (mg/l)	-	1	0,5	0,5
Cloruros (mg/l)	-	2000	2000	2000
Sulfuros (mg/l)	-	2	1	1
Sulfitos (mg/l)	-	2	1	1
Sulfatos (mg/l)	-	2000	2000	2000
Fluoruros (mg/l)	-	12	8	6
Fósforo total (mg/l)	(K)	20	20	10
Idem	(K)	0,5	0,5	0,5
Amoníaco (mg/l)	(L)	50	50	15
Nitrógeno nítrico (mg/l)	(L)	20	12	10
Aceites y grasas (mg/l)	-	40	25	20
Fenoles (mg/l)	(M)	1	0,5	0,5
Aldehidos (mg/l)	-	2	1	1
Detergentes (mg/l)	(N)	6	3	2
Pesticidas (mg/l)	(P)	0,05	0,05	0,05

NOTAS AL CUADRO Nº 8.2-2

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

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

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

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

(C) Medidas en cono Imhoff en dos horas.

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

(E) Determinación al bicromato potásico.

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

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

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

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

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

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

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

En el caso de extracción de sales potásicas se producen salmueras con elevado contenido en cloruros, que no pueden verterse a los cursos naturales de agua, requiriéndose largos emisarios para su vertido al mar, o bien, hasta los puntos de inyección en el sustrato, una vez depuradas las aguas adecuadamente.

En Navarra, esto adquiere una singular importancia por la existencia de apreciables recursos hidrogeológicos y geotérmicos a proteger frente a los agentes contaminantes. Una evaluación de los primeros está recogida en la fig. nº 3.2-2 indicándose en la fig. nº 8.2-1 y cuadro 8.2-3 la situación y características de los segundos.

Para valorar la vulnerabilidad de estos recursos frente a la contaminación, el "Estudio de las Aguas Subterráneas en Navarra" considera los cuatro niveles de sensibilidad, que indican la leyenda recogida en el cuadro 8.2-4, en función de las distintas características geológicas del territorio navarro.

Este, se ha zonificado de acuerdo con dicha leyenda en la fig nº 8.2-2 expresiva de la vulnerabilidad del territorio frente a los vertidos contaminantes.

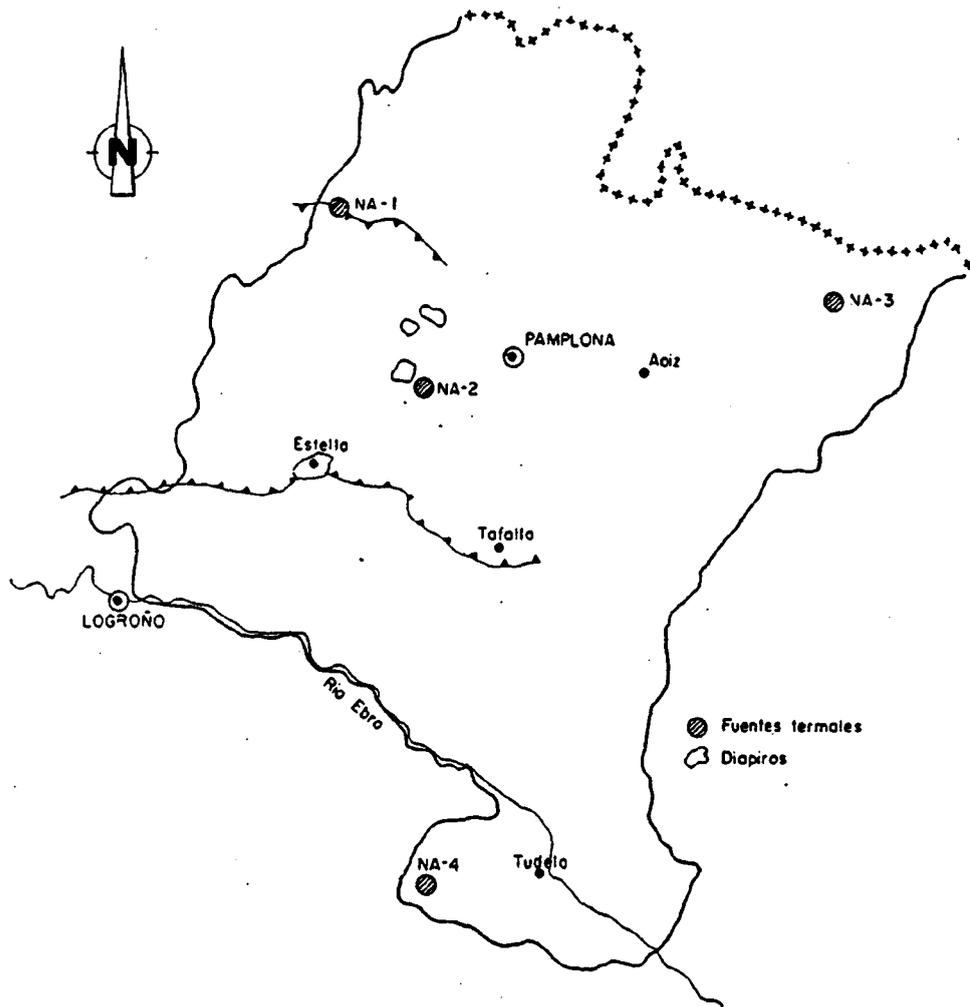


FIG. 8.2-1- FUENTES TERMALES EN NAVARRA.

FUENTE : Síntesis de las Investigaciones Geológico- mineras realizadas por el I.G.M.E. en Navarra.

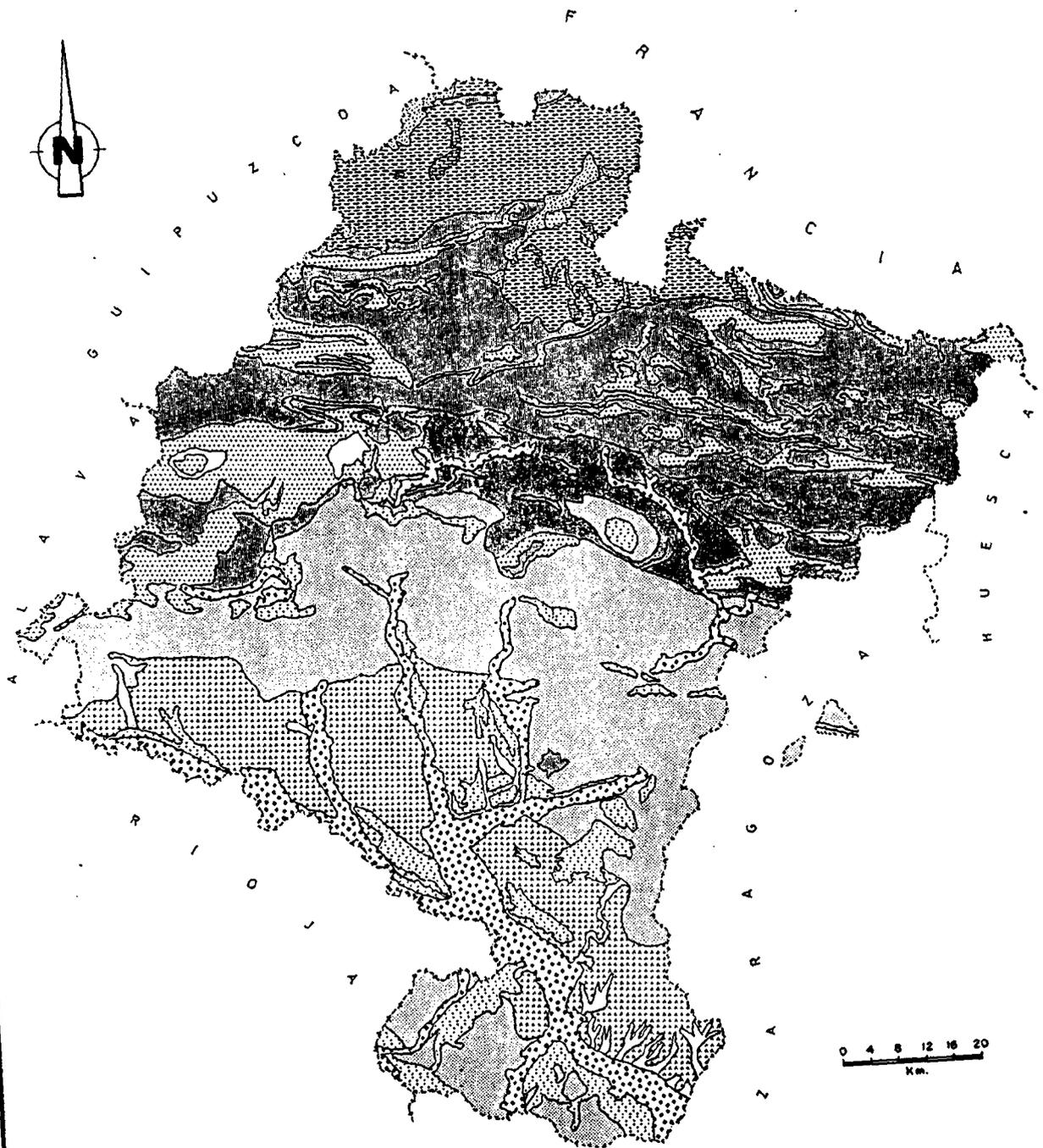


FIG. 8.2-2- VULNERABILIDAD DE LOS ACUIFEROS A LA CONTAMINACION.

FUENTE : Las Aguas Subterráneas en Navarra.

PROVINCIA	ZONA	TIPO: M Manantial Mc Manantial P Pozo S Sondeo	CAUDAL l/s	TEMPERATURA DE EMERGENCIA °C	PH	CLASIFICACION DEL AGUA	P. P. M.					TEMPERATURA TEORICA EN EL ALMACEN, EN FUNCION DE:		
							TSD	Cl ⁻	F ⁻	B ³⁺	SiO ₂	SiO ₂	Na, K, Ca (β= 1/3)	Na, K, Ca (β= 4/3)
NAVARRA	Pirineos	M NA.-3		10	8,1	CO ₃ HN _a	306,25	0,71	0,68	0,185	11	52	112	
NAVARRA	Vasco Cantabr.	M NA.-1	1,05	24										
NAVARRA	Vasco Cantabr.	M NA.-1	0,9	24										
NAVARRA	Vasco Cantabr.	M NA.-2		26	7,88	CINa	1,109,25	457,95	0,1	0,05	11	52	105	132
NAVARRA	IBERICA	M NA.-4		52	7,54	CINa	488,0	15,26	0,60	0,23	25			

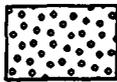
FUENTE: Síntesis de las investigaciones geológico mineras realizadas por el IGME en Navarra.

CUADRO 8.2-3 RESUMEN DE AGUAS TERMALES EN NAVARRA

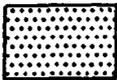
CUADRO 8.2-4
NIVELES DE VULNERABILIDAD DE LOS ACUIFEROS FRENTE
A LA CONTAMINACION

LEYENDA

1. ACUIFEROS MUY VULNERABLES. EXTREMAR LAS MEDIDAS PREVENTIVAS.



Formaciones aluviales. Acuíferos libres.

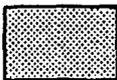


Calizas muy fisuradas.



Calizas fisuradas.

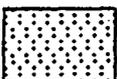
2. FORMACIONES DE PERMEABILIDAD VARIABLE. DIVERSOS RIESGOS DE CONTAMINACION.



Alternancia de materiales permeables e impermeables.



Formaciones no homogéneas.



Formaciones detriticas poco permeables.

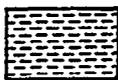
3. ZONAS EN LAS QUE, POR NO EXISTIR PRACTICAMENTE AFLORAMIENTOS DE FORMACIONES PERMEABLES, LA CONTAMINACION AFECTARA CASI EXCLUSIVAMENTE A LAS AGUAS SUPERFICIALES.



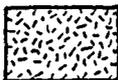
Formaciones sedimentarias impermeables de origen marino.



Formaciones sedimentarias basicamente impermeables de origen continental.

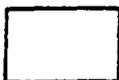


Terrenos antiguos, plegados y metamorfizados.



Terrenos graniticos y ofitas.

4. TERRENOS IMPERMEABLES



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

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

β : es un factor de resistencia del cimiento de implantación (suelo o roca).

θ : es un factor topográfico o de pendiente

η : es un factor relativo al entorno humano y material afectado

δ : es un factor de alteración de la red de drenaje existente

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

1º) $I = Ca + P$, donde:

Ca : factor de contaminación de acuíferos

P : factor de alteración del paisaje

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

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

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

2º) El factor α 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 (β) 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 a	1,5 a	3,0 a	
	< 0,5 m	1,5 m	3,0 m	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 θ se ha evaluado en razón de la inclinación del yacente, según la siguiente tabla:

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

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

<u>ENTORNO AFECTADO</u>	<u>VALOR DE η</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 δ</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 Navarra.

La aplicación de esta metodología de evaluación se ha efectuado sobre 124 estructuras, tomándose en consideración el factor ecológico o ambiental (I). En el caso de no ponderar este parámetro en el índice de calidad "Qe" de un emplazamiento, los factores que intervienen son desde la perspectiva de estabilidad.

Las cualificaciones del emplazamiento obtenidas en el caso de no tomar en consideración el factor ecológico I, han sido las que se recogen en el siguiente cuadro:

CUALIFICACION DEL EMPLAZAMIENTO	NUMERO DE ESTRUCTURAS	PORCENTAJES
Optimo	3	2,4
Adecuadas	45	36,2
Tolerables	58	46,7
Mediocres	15	12
Malo	3	2,4
Inaceptables	-	-

Cuadro 8.3-2.- Índice de Calidad "Qe" sin el factor ecológico I

Al introducir el citado factor, las cualificaciones del emplazamiento pasan a ser las recogidas en el cuadro adjunto:

CUALIFICACION DEL EMPLAZAMIENTO	NUMERO DE ESTRUCTURAS	PORCENTAJE
Optimo	2	1,6
Adecuadas	14	11,2
Tolerables	38	30,6
Mediocres	57	45,9
Malo	8	6,4
Inaceptables	5	4

Cuadro 8.3-3.- Cualificación del emplazamiento de las estructuras

Las peores condiciones se dan en las estructuras cuyos parámetros más desfavorables son:

- El factor ecológico : l
- El entorno afectado : n
- La alteración de la red de drenaje superficial: δ

Conviene recordar el carácter orientador de la evaluación realizada, por lo que en el caso de acumulación de signos desfavorables, como pudieran ser: signos de inestabilidad, malas condiciones del sustrato, grandes alturas de escombros, vertidos indiscriminados, etc., resulta recomendable acometer estudios técnicos más detallados para cuantificar los parámetros geológico y geotécnicos involucrados, así como, el diseño remodelador del parámetro(s) afectado(s).

CUADRO 8.3-1

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTEN CIA CIMIENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q_E SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
25.05.20.001	0,4	0,2	0,6	0,7	0,8	0,70	1,6	0,3	0,3 MALO	0,23 MEDIOCRE
25.05.20.004.	0,4	0,4	0,8	0,7	0,8	0,70	1	0,3	0,26 MEDIOCRE	0,32 TOLERABLE
25.05.30.001	0,5	0,3	0,8	0,7	0,90	0,70	1	0,3	0,30 MEDIOCRE	0,38 TOLERABLE
25.05.60.001	0,5	0,5	1	1	0,95	0,95	1	0	1 OPTIMO PARA CUAL- QUIER TIPO DE ESTRUC- TURA.	1 OPTIMO PARA CUAL- QUIER TIPO DE ES- TRUCTURA.
25.05.60.004	0,5	0,4	0,9	1	1	1	1	0,2	0,90 OPTIMO PARA CUAL- QUIER TIPO DE ESTRUC- TURA.	1 OPTIMO PARA CUAL- QUIER TIPO DE ES- TRUCTURA.

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTENCIA CIMIENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q_E SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
25.06.10001	0,05	0,1	0,15	0,3	0,85	0,95	1,7	0,4	0,02 INACEPTABLE	0,19 MEDIOCRE
25.06.10002	0,05	0,1	0,15	0,3	0,85	0,95	1,7	0,8	0,02 INACEPTABLE	0,17 MEDIOCRE
25.06.10003	0,05	0,1	0,15	0,3	0,85	0,95	1,7	0,8	0,02 INACEPTABLE	0,17 MEDIOCRE
25.06.10004	0,05	0,1	0,15	0,3	0,90	0,70	1,7	0,3	0,01 INACEPTABLE	0,11 MALO
25.06.10005	0,1	0,3	0,4	0,5	0,80	0,70	1,7	0,3	0,06 INACEPTABLE	0,15 MALO
25.06.30.001	0,4	0,3	0,7	1	0,80	0,95	1,1	0,3	0,47 TOLERABLE	0,68 ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO.
25.06.30.003	0,4	0,4	0,8	1	1	1	1,2	0,3	0,8 ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO.	
25.06.40.001	0,5	0,4	0,9	1	0,70	0,90	1,2	0,2	0,47 ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO.	
25.06.40.003	0,4	0,5	0,9	0,7	0,80	0,90	1	0,3	0,41 TOLERABLE.	0,45 TOLERABLE
25.06.50002	0,4	0,3	0,7	0,5	0,90	0,70	1,6	0,3	0,14 MALO	0,20 MEDIOCRE
25.06.50.003	0,4	0,3	0,7	0,7	0,80	0,70	1,3	0,6	0,16 MEDIOCRE	0,23 MEDIOCRE
25.06.60.001	0,1	0,3	0,4	0,5	0,90	0,70	1	0,3	0,10 MALO	0,27 MEDIOCRE

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTENCIA CEMENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q_E SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
250820001	0,4	0,1	0,5	1	0,80	0,6	1,1	0,6	0,14 MALO	0,28 MEDIOCRE
250820002	0,4	0,2	0,6	1	0,80	0,9	1,1	0,6	0,34 TOLERABLE	0,57 ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO.
250820004	0,4	0,1	0,5	1	0,80	0,9	1,6	0,3	0,26 MEDIOCRE	0,53 ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO.
250820005	0,5	0,3	0,8	1	0,95	0,7	1,1	0,2	0,47 TOLERABLE	0,58 ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO.
250820006	0,5	0,4	0,9	1	0,95	0,7	1,1	0,2	0,52 ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO.	
250820007	0,5	0,2	0,7	1	0,80	0,95	1,1	0,3	0,47 TOLERABLE	0,68 ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO.
250830001	0,4	0,1	0,5	1	0,8	1	1,3	0,3	0,34 TOLERABLE	0,69 ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO.
250830002	0,4	0,3	0,7	1	0,90	0,95	1,2	0,3	0,55 ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO.	0,79 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	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q_E SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
250830003	0,4	0,4	0,8	1	0,90	0,95	1	0	0,68 ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO.	0,855 ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO.
250830001	0,3	0,2	0,5	1	0,80	0,95	1,1	0,3	0,34 TOLERABLE	0,68 ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO.
250830005	0,4	0,2	0,6	0,7	0,90	1	1	0,2	0,37 TOLERABLE	0,61 ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO.
250840001	0,5	0,5	1	1	0,95	0,7	1	0,3	0,58 ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO.	0,58 ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO.
250870001	0,2	0,05	0,25	0,7	0,90	0,95	2	0,3	0,12 MALO	0,48 TOLERABLE
250870002	0,4	0,1	0,5	0,7	0,90	0,95	1,2	0,3	0,27 MEDIOCRE	0,54 ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO.
250870003	0,3	0,1	0,4	0,7	0,90	0,95	1,3	0,5	0,21 MEDIOCRE	0,52 ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO.
250870004	0,3	0,3	0,6	0,7	0,70	0,8	1,2	0,6	0,14 MALO	0,24 MEDIOCRE
250870005	0,4	0,2	0,6	0,5	0,80	0,95	1,1	0,3	0,80 MEDIOCRE	0,34 TOLERABLE.

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTENCIA CIMIENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q_E SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
250870025	0,4	0,5	0,1	1	0,90	0,70	1,1	0,3	0,26 MEDIOCRE	0,52 ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO.
250870026	0,4	0,1	0,5	1	0,90	0,70	1,1	0,3	0,26 MEDIOCRE	0,52 ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO.
250870027	0,5	0,3	0,8	1	0,95	0,70	1,1	0	0,51 ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO.	0,63 ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO.

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTEN CIA CIMIENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q_E SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
230740001	0,3	0,3	0,6	0,7	0,80	0,95	1,3	0,3	0,27 MEDIOCRE	0,45 TOLERABLE
230780001	0,2	0,2	0,4	1	0,60	1	1,3	0,2	0,18 MEDIOCRE	0,46 TOLERABLE
230780004	0,4	0,2	0,6	0,7	0,70	0,70	1,3	0,3	0,13 MALO	0,22 MEDIOCRE
230780008	0,3	0,2	0,5	0,7	0,60	0,95	1	0,2	0,17 MEDIOCRE	0,35 TOLERABLE

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTEN CIA CIMIENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q_E SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
250910002	0,4	0,2	0,6	0,7	0,70	0,6	1,-	0,2	0,24 MEDIOCRE	0,14 MALO
250970002	0,4	0,4	0,8	0,7	0,80	0,90	1	0,2	0,37 TOLERABLE	0,47 TOLERABLE
250970004	0,5	0,3	0,8	0,7	0,80	0,70	1	0,2	0,27 TOLERABLE	0,34 TOLERABLE

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTEN CIA CIMIENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q_E SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
251110001	0,5	0,3	0,8	0,7	0,70	0,90	1,1	0,2	0,30 MEDIOCRE	0,38 TOLERABLE
251110002	0,4	0,3	0,7	0,5	0,80	0,95	1,1	0,2	0,24 MEDIOCRE	0,34 TOLERABLE
251170003	0,3	0,2	0,5	0,7	0,80	0,90	1,1	0,2	0,22 MEDIOCRE	0,45 TOLERABLE
251170004	0,4	0,2	0,6	0,7	0,70	0,90	1,1	0,2	0,23 MEDIOCRE	0,38 TOLERABLE
251170005	0,3	0,3	0,6	0,7	0,85	0,90	1,1	0,3	0,28 MEDIOCRE	0,48 TOLERABLE
251170007	0,4	0,3	0,7	0,7	0,80	0,90	1,0	0,4	0,30 MEDIOCRE	0,44 TOLERABLE
251170010	0,4	0,3	0,7	0,7	0,80	0,95	1,1	0,3	0,33 TOLERABLE	0,47 TOLERABLE

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTENCIA CIMIENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q_E SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
25125000	0,4	0,4	0,8	0,7	0,70	0,90	1,1	0,3	0,29 MEDIOCRE	0,36 TOLERABLE
251250000	0,3	0,3	0,6	0,7	0,80	0,95	1	0,2	0,29 MEDIOCRE	0,48 TOLERABLE
251260007	0,4	0,4	0,8	0,7	0,80	0,90	1,2	0,3	0,34 TOLERABLE	0,42 TOLERABLE
251260008	0,4	0,4	0,8	1	0,80	0,70	1,1	0,3	0,35 TOLERABLE	0,44 TOLERABLE
251270001	0,4	0,3	0,7	1	0,6	0,6	1,0	0,3	0,18 MEDIOCRE	0,26 MEDIOCRE
251270004	0,5	0,3	0,8	0,7	0,7	0,8	1,1	0,2	0,26 MEDIOCRE	0,32 TOLERABLE
251270005	0,4	0,4	0,8	1	0,7	0,95	1,1	0,2	0,47 TOLERABLE	0,58 ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO.
251270006	0,4	0,3	0,7	0,7	0,7	0,7	1,1	0,2	0,19 MEDIOCRE	0,27 MEDIOCRE
251280001	0,3	0,3	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	0,3	0,26 MEDIOCRE	0,44 TOLERABLE
251280002	0,4	0,3	0,7	1	0,8	0,7	1,2	0,3	0,29 MEDIOCRE	0,41 TOLERABLE

"CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTEN CIA CIMIENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q_E SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
251330001	0,4	0,4	0,8	0,7	0,80	0,95	1	0,2	0,40 TOLERABLE	0,50 TOLERABLE
251340001	0,4	0,3	0,7	0,7	0,80	0,90	1,1	0,2	0,31 TOLERABLE	0,45 TOLERABLE
251340002	0,4	0,2	0,6	0,7	0,70	0,90	1,1	0,3	0,21 MEDIOCRE	0,36 TOLERABLE
251340003	0,4	0,4	0,8	0,7	0,80	0,90	1,1	0,3	0,35 TOLERABLE	0,44 TOLERABLE
251340009	0,4	0,2	0,6	0,7	0,70	0,95	1,1	0,3	0,23 MEDIOCRE	0,39 TOLERABLE
251340010	0,3	0,2	0,5	0,5	0,80	0,95	1,-	0,2	0,17 MEDIOCRE	0,35 TOLERABLE
251340011	0,4	0,3	0,7	0,7	0,70	0,90	1,1	0,3	0,25 MEDIOCRE	0,36 TOLERABLE

"CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTEN CIA CIMIENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q_E SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
260510001	0,5	0,4	0,9	0,7	0,80	0,70	1,1	0,3	0,27 MEDIOCRE	0,31 TOLERABLE
260510002	0,5	0,4	0,9	0,7	0,70	0,70	1	0,2	0,26 MEDIOCRE	0,29 MEDIOCRE

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTENCIA CEMENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q_E SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
260650001	0,4	0,3	0,7	1	0,95	0,40	1,1	0,2	0,19 MEDIOCRE	0,28 MEDIOCRE
260650002	0,4	0,1	0,5	1	0,95	0,90	1,1	0,2	0,40 TOLERABLE	0,81 ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO.
26065000	0,4	0,1	0,5	1	0,90	0,90	1,1	0,5	0,35 TOLERABLE	0,71 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	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q_E SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
260710002	0,4	0,2	0,6	0,7	0,80	0,70	1,6	0,3	0,13 MALO	0,23 MEDIOCRE
260710003	0,4	0,2	0,6	0,7	0,90	0,90	1,1	0,3	0,31 TOLERABLE	0,52 ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO.
260710004	0,4	0,2	0,6	0,7	0,90	0,95	1,1	0,3	0,33 TOLERABLE	0,56 ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO.
260710005	0,4	0,2	0,6	0,7	0,90	0,70	1	0,3	0,23 MEDIOCRE	0,38 TOLERABLE
260710006	0,4	0,3	0,7	0,7	0,80	0,95	1	0,3	0,34 TOLERABLE	0,48 TOLERABLE
260710007	0,4	0,3	0,7	0,7	0,90	0,90	1,3	0,5	0,33 TOLERABLE	0,47 TOLERABLE
260710008	0,4	0,2	0,6	0,7	0,90	0,90	1,2	0,3	0,30 MEDIOCRE	0,51 ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO.
260710009	0,4	0,3	0,7	0,7	0,90	0,90	1,1	0,3	0,36 TOLERABLE	0,52 ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO.
260750001	0,5	0,3	0,8	0,7	0,90	0,90	1,2	0,5	0,39 TOLERABLE	0,48 TOLERABLE
260750002	0,5	0,3	0,8	0,7	0,80	0,90	1,3	0,5	0,31 TOLERABLE	0,38 TOLERABLE
260750003	0,4	0,4	0,8	0,7	0,80	0,95	1,3	0,3	0,36 TOLERABLE	0,45 TOLERABLE

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTENCIA CEMENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q_E SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
260930001	0,4	0,3	0,7	0,7	0,90	0,95	1,3	0,4	0,37 TOLERABLE	0,53 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	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q_E SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
231030001	0,4	0,2	0,6	0,7	0,80	0,95	1,3	0,3	0,27 MEDIOCRE	0,45 TOLERABLE
231030015	0,4	0,1	0,5	0,7	0,80	0,95	1,3	0,3	0,22 MEDIOCRE	0,45 TOLERABLE

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTENCIA CIMIENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q_E SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
261310003	0,4	0,4	0,8	1	0,80	0,95	1,1	0,3	0,54 ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO.	0,68 ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO.
261310004	0,5	0,4	0,9	1	0,80	0,95	1,1	0,3	0,61 ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO.	0,68 ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO.
261310005	0,5	0,3	0,8	1	0,90	0,95	1,0	0,2	0,66 ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO.	0,82 ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO.

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTENCIA CIMIENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	ORENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q_E SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
250750001	0,4	0,3	0,7	1	0,90	0,95	1,1	0,3	0,56 ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO	0,80 ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO.
250750002	0,4	0,3	0,7	1	0,90	0,95	1,1	0,3	0,56 ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO.	0,80 ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO.
250750003	0,4	0,3	0,7	1	0,90	0,95	1,1	0,3	0,56 ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO.	0,80 ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO.
250760001	0,4	0,3	0,7	1	0,90	0,95	1,1	0,3	0,56 ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO.	0,80 ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO.

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTEN CIA CIMIENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q_E SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
240640001	0,4	0,3	0,7	0,7	0,90	0,70	1	0,2	0,28 MEDIOCRE	0,40 TOLERABLE
240680001	0,4	0,3	0,7	0,7	0,80	0,90	1	0,2	0,33 TOLERABLE	0,47 TOLERABLE

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTENCIA CEMENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q_E SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
240710001	0,4	0,2	0,6	1	0,90	0,95	1	0,2	0,49 TOLERABLE	0,82 ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO.
240750004	0,4	0,2	0,6	0,7	0,85	1	1	0,2	0,34 TOLERABLE	0,57 ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO.
240760001	0,4	0,3	0,7	0,7	0,80	1	1,1	0,3	0,35 TOLERABLE	0,51 ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO.
240760002	0,4	0,3	0,7	0,7	0,80	0,95	1,1	0,3	0,33 TOLERABLE	0,47 TOLERABLE
240780001	0,5	0,2	0,7	0,7	0,90	0,95	1,1	0,3	0,39 TOLERABLE	0,56 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	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q_E SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
240840001	0,4	0,1	0,5	0,7	0,80	0,90	1,1	0,3	0,22 MEDIOCRE	0,44 TOLERABLE
240840002	0,4	0,1	0,5	0,7	0,80	0,95	1	0,2	0,25 MEDIOCRE	0,50 TOLERABLE
240740003	0,4	0,1	0,5	0,7	0,80	0,90	1,1	0,3	0,22 MEDIOCRE	0,44 TOLERABLE
240850001	0,4	0,1	0,5	.1	0,80	0,90	1,1	0,3	0,31 TOLERABLE	0,63 ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO.
240860007	0,4	0,2	0,6	0,7	0,90	0,70	1,1	0,3	0,21 MEDIOCRE	0,36 TOLERABLE

"CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTEN CIA CIMENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	ORENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q_E SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
240920004	0,4	0,3	0,7	0,7	0,80	0,90	1,1	0,3	0,30 MEDIOCRE	0,44 TOLERABLE
240930001	0,4	0,3	0,7	0,7	0,80	0,95	1,1	0,3	0,33 TOLERABLE	0,47 TOLERABLE
240930002	0,4	0,3	0,7	0,7	0,80	0,95	1,6	0,3	0,29 MEDIOCRE	0,41 TOLERABLE
240930004	0,4	0,1	0,5	0,7	0,80	0,95	1,3	0,2	0,23 MEDIOCRE	0,46 TOLERABLE
240930008	0,4	0,1	0,5	0,7	0,80	0,95	1,3	0,2	0,23 MEDIOCRE	0,46 TOLERABLE

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTEN CIA CIMIENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	ORENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q_E SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
241060005	0,4	0,3	0,7	0,7	0,80	0,70	1,2	0,3	0,20 MEDIOCRE	0,29 MEDIOCRE

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTEN CIA CIMIENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q_E SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
241140003	0,4	0,2	0,6	0,7	0,80	0,95	1,6	0,3	0,24 MEDIOCRE	0,41 TOLERABLE
241140007	0,4	0,2	0,6	0,7	0,80	0,90	1,6	0,3	0,22 MEDIOCRE	0,37 TOLERABLE
241140010	0,4	0,3	0,7	0,7	0,80	0,90	1,6	0,3	0,26 MEDIOCRE	0,37 TOLERABLE

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 Navarra, y desde la perspectiva de reutilización de los materiales residuales, parece en un principio sólo viable, el considerar las escombreras ligadas a las explotaciones de canteras y sus respectivas plantas de tratamiento, machaqueo y clasificación.

Los materiales vertidos proceden de los desmontes y preparación de frentes de cantera, de los rechazos de la clasificación por tamaños y de materiales mixtos, con bajo contenido en la mena a comercializar. Por ello, el valor minero de las escombreras puras es muy reducido.

Las explotaciones de calizas, yesos y áridos, suelen dar fracciones con granulometrías mezcladas, y gran contenido en finos.

Los stock de gravas clasificadas tienen naturalmente un valor potencial y su comercialización es un problema coyuntural de mercado, que puede atacarse incluso replanteándose la planta de tratamiento, a efectos de reducir el volumen de estas fracciones.

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 o como material de relleno para distintos acondicionamientos en la propia cantera.

- 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 pueden utilizarse en prácticas de restauración.
- El conjunto de los materiales de la escombrera pueden servir de relleno de corta, en los planes de restauración de las propias canteras como así se tiene previsto en algunas de ellas.

Puede citarse también, aunque el volumen de residuos no es importante, el caso de las balsas de las fábricas de terrazos, constituidas casi en su totalidad por carbonato cálcico. Su composición permitiría su uso en fabricación de cal, cemento y corrección de suelos ácidos.

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 en el 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, por medio de la revegetación de taludes y superficies, y aprovechándolas agrícola o forestalmente.

- . 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

En este apartado se destacan aquellas estructuras y el tipo de minería del cual proceden que por uno u otro motivo constituyen casos de particular interés en el ámbito provincial.

Las explotaciones mineras de ciertas zonas, originan depósitos de residuos, con una serie de características especiales que condicionan su comportamiento y su relación con el entorno; ello hace que los tipos de minería de la potasa, la magnesita y las rocas industriales adquieran singular relevancia en esta provincia.

10.1. Las estructuras residuales de la explotación de potasas

Las explotaciones mineras de silvinita y carnalita y el proceso posterior de tratamiento y concentración originan unos residuos sólidos y líquidos que son almacenados en escombreras y balsas. (Foto nº 10.1-1).

Las escombreras tanto abandonadas como las actualmente activas están formadas por acumulaciones de estériles de las labores de preparación en mina, residuos salinos poco solubles, así mismo, por materiales con diverso grado de contenido en silvinita y carnalita y materiales margosos. En unos casos, la composición de las escombreras es más homogénea que en otros dependiendo de la proximidad de la

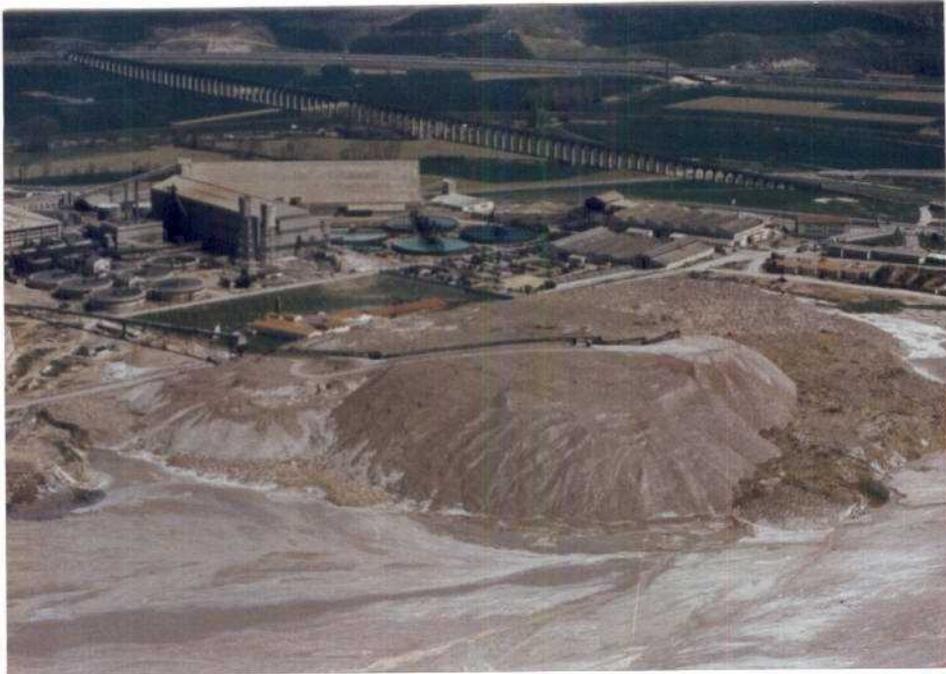


FOTO Nº 10.1-1 .- PLANTA DE POTASAS DE NAVARRA.

EN PRIMER TERMINO LAS ESTRUCTURAS RESIDUALES.

estructura bien a las plantas de tratamiento, bien a la entrada de los planos de operación.

Las estructuras vinculadas a este tipo de minería que se han registrado mediante ficha han sido:

- Estructura 25-08-2-1.- Pozo Undiano
- Estructura 25-08-2-2.- Pozo Undiano
- Estructura 25-08-2-4.- Pozo Guendulaín
- Estructura 25-08-2-5.- Pozo Guendulaín
- Estructura 25-08-2-6.- Pozo Guendulaín
- Estructura 25-08-3-4.- P. inclinado de Ēsparza
- Estructura 25-08-4-1.- Vaso de Zolina (Foto nº 10.1-2)
- Estructura 25-08-7-1.- Salinas (Foto nº 10.1-3)
- Estructura 25-08-7-2.- Vaso de Salinas
- Estructura 25-08-7-3.- Arrubias
- Estructura 25-08-7-4.- Subiza
- Estructura 25-08-7-5.- Beriaín

Tanto las escombreras, como las balsas se encuentran ocupando terrenos calificados de visu como baldíos, o monte bajo, próximos, en algunos casos a terrenos agrícolas.

El emplazamiento predominante es el de ladera con apoyo en terreno horizontal o subhorizontal y sin ningún tipo de preparación del recubrimiento.



FOTO N° 10.1-2- ESCOMBRERA Y VASO DE SALINAS



FOTO N° 10.1-3.- VASO DE ZOLINA

Los fenómenos de inestabilidad más frecuentemente observados en escombreras corresponden a deslizamientos locales de tipo superficial, típicos de escombros con escasa cohesión.

También, se han detectado algunos casos de deslizamientos más profundos, probablemente debidos a ascensos del nivel freático, o a fenómenos de fluencia que han afectado a masas importantes de escombros.

Los fenómenos de inestabilidad general en escombros, en muchos casos, suelen desencadenarse, por el establecimiento de un nivel freático alto en el cuerpo de la escombrera, o bien por cubrir una surgencia natural continua o intermitente, o por embalsarse agua en zonas de la propia estructura.

En casi todos los casos, la erosión superficial en estas escombreras es muy alta manifestándose en sus taludes huellas de diversa profundidad. En aquellas zonas donde se ha desarrollado una fuerte escorrentía, es posible la observación de un pronunciado acarcavamiento.

En lo concerniente a la estabilidad del dique, de las balsas - inventariadas, se han observado en algunos casos, filtraciones aflorantes en el paramento exterior. Tal circunstancia podía achacarse a la utilización de materiales no seleccionados para la formación del mismo, lo que ha podido entrañar un proceso de erosión interna o sifonamiento, al no cumplirse las condiciones ideales de un filtro y ser fácil el escape

de finos arrastrados por las filtraciones.

En estos casos, actualmente son aplicados diversos tratamientos para la corrección del problema.

Por otro lado, la incidencia con el entorno viene marcada por la proximidad a núcleos urbanos o vías de comunicación, destacando no sólo por sus características volumétricas, donde en dos casos son superados los 2×10^6 t de residuos, sino también por las alteraciones ambientales del aire y las aguas.

El casi nulo crecimiento de la vegetación en los taludes de las escombreras procedentes de este tipo de minería, es sin duda destacable, en cuanto supone un factor atenuador de la erosión y de su propia integración en el entorno.

Una alteración importante a tener en cuenta, es la que puede producirse por la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas; debido al lugar de implantación de las estructuras residuales procedentes de la minería de la potasa.

La práctica totalidad de los casos, la potencial contaminación se origina por movimientos migratorios de las salmueras hacia los acuíferos adyacentes, consecuencia de un proceso de lixiviación de las escombreras, cuyos fluidos desembocan en los cursos superficiales de agua, si bien pueden igualmente infiltrarse y contaminar los acuífe-

ros, dependiendo ello, fundamentalmente, de la naturaleza litológica y de la permeabilidad de los terrenos suprayacentes a los acuíferos.

Lógicamente, la calidad y contenido salino de estas salmueras, están relacionadas con la composición de las escombreras y el fluido que va a circular por el interior de las masas residuales de la potasa, que no se va a comportar de la misma forma que en materiales competentes, y siendo el mecanismo de solubilidad una cuestión muy discutida por los diversos autores.

Como posibles soluciones a este posible problema de contaminación, están las actuaciones encaminadas a reducir al máximo los contactos del agua con los materiales residuales, lo cual está condicionado por el lugar de ubicación de la estructura, que debe tener unas características adecuadas de impermeabilidad.

Por supuesto, los lugares propensos a subsidencias provocadas por el propio hueco de explotación han de quedar proscritos.

Las aguas procedentes de escorrentías, habrán de desviarse de tal forma que no accedan al lugar de la estructura, y a ser posible, se ubicará la estructura en un emplazamiento de mínima escorrentía superficial.

Otras soluciones, que ya se utilizan en la potasa, para eliminar sus efluentes salinos, consisten en la inyección profunda de

las salmueras mediante sondeos.

Las escombreras conviene que estén al abrigo del viento, para evitar que los finos residuales vayan a parar a otros puntos del entorno, si ello no es posible, la creación de pantallas artificiales suelen mitigar en parte el problema.

Al igual que otras escombreras que reúnan otro tipo de estériles, un correcto diseño de los taludes, con recubrimiento posterior de arcilla o materiales similares (P.V.C., plásticos, etc.) y tierra vegetal, originaría un suelo con tapiz vegetal capaz de fijar los finos, reduciendo los efectos de la erosión y consiguiente transporte de sólidos a los cauces próximos.

Finalmente, es muy importante, que en las distintas etapas de planificación de las labores a realizar, se contemple la posibilidad de minimizar, corregir y controlar las alteraciones ambientales ocasionadas por los elementos residuales, fluidos y estériles proyectando una adecuada restitución de las estructuras.

10.2. Las estructuras residuales de la explotación de las magnesitas

Las explotaciones que se realizan a cielo abierto en canteras con bancos descendentes, sitúa en sus proximidades a las escombreras, con los materiales residuales.

La magnesita aparece estratificada con intercalaciones de potencia variable de dolomías, calizas y pizarras y, son por consiguiente estos materiales los que se almacenan en las escombreras.

Las balsas y las escombreras vinculadas a este tipo de minería que se han registrado son:

- Estructura 26-06-5-1.- Azcárate (Foto nº 10.2-1)
- Estructura 26-06-5-2.- Lavasar
- Estructura 26-06-5-3.- Asturreta (Foto nº 10.2-3)
- Estructura 26-07-5-1.- Pantano de Lodos-7
- Estructura 26-07-5-2.- Pantano de Lodos-4
- Estructura 26-07-5-3.- Pantano de Lodos-3
- Estructura 26-07-1-7.- Escombrera de residuos de horno
- Estructura 26-07-1-6.- Pantano de Lodos viejo
- Estructura 26-07-1-4.- Pantano de Lodos-3
- Estructura 26-07-1-5.- Pantano de Lodos-3
- Estructura 26-07-1-3.- Pantano de Lodos-1
- Estructura 26-07-1-2.- Pantano de Lodos-2

Tanto las escombreras como las balsas, se encuentran ocupando terrenos calificados en nuestra metodología, como baldíos y/o de monte bajo.

Las escombreras de las zonas denominadas de Azcárate, Lavasar, Asturreta, etc., son de gran volúmen y altura, con predominio



FOTO Nº 10.2-1.- ESCOMBRERA DE AZCARATE. MAGNESITAS DE NAVARRA, S.A.



FOTO Nº 10.2-2.- TALUD EXTERIOR PERTENECIENTE AL DIQUE DE UNA Balsa DE MAGNESITAS DE NAVARRA, S.A.



FOTO N° 10.2.-3.- ESCOMBRERA DE AZTURRETA

de materiales vertidos de granulometría gruesa.

El emplazamiento dominante para los casos de escombreras es el de ladera con apoyo parcial en terreno subhorizontal, y para las balsas el de vaguada con apoyos en laderas.

Los fenómenos de inestabilidad observados en estas escombreras corresponden a deslizamientos locales de tipo manto; posiblemente originados por la creación de taludes más escarpados de los admisibles, habida cuenta de la fuerte pendiente de las laderas que les sirven de apoyo.

En el caso de la escombreras de Asturreta (Foto nº 10.2-3) la escombrera avanza, invadiendo un pequeño lago natural, lo que puede ser origen de potenciales inestabilidades, como consecuencia de la inundación de su pie.

La escombrera (26-07-1-7) constituida por residuos procedentes de los hornos, ha sufrido un deslizamiento generalizado, siendo visibles intensas grietas al borde del talud.

Los casos de inestabilidad que se han observado en balsas, están localizados en el dique, y se relacionan con procesos de erosión interna del mismo, aunque en algún caso la selección de materiales para su formación, no se ha efectuado.

Al igual que en el caso de las estructuras de la potasa, la incidencia con el entorno viene marcada por la proximidad a núcleos urbanos y vías de comunicación, lo cual, da un radio de visibilidad muy amplio desde el mismo.

Hay que resaltar la posible contaminación de las aguas superficiales, en épocas de fuertes lluvias, por arrastre de partículas o por lixiviación de los residuos depositados.

Sin embargo, la alteración más acusada, es la de tipo paisajístico, con resalte de los parámetros visuales básicos, dentro una cuenca visual diáfana, en la mayoría de los casos. (Foto nº 10.2-4).

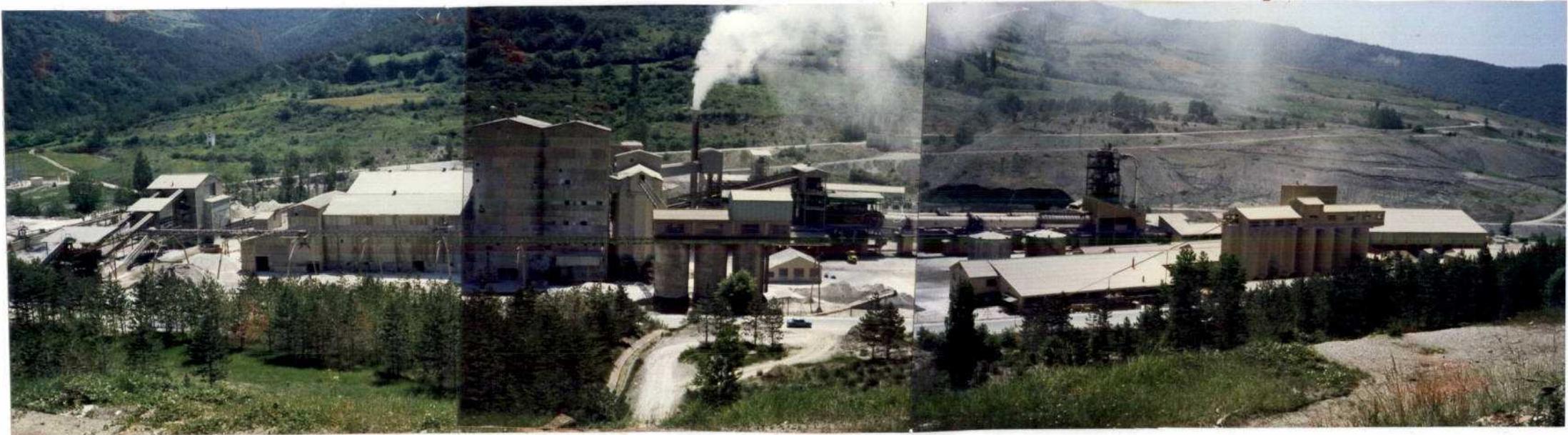


FOTO Nº 10.2-4 PLANTA DE TRATAMIENTO DE MAGNESITAS EN ZUBIRI (NAVARRA).

10.3.- Las estructuras residuales de explotaciones de rocas industriales

Este tipo de minería donde se engloban las canteras que extraen calizas, yesos, ofitas, mármol, graveras, etc, da lugar, en un alto porcentaje, a estructuras con un volumen reducido de residuos, y alturas de escombros inferiores a los 20 m, en la mayoría de los casos observados. (Fotos nº-10.3-1 y nº 10.3-2).

El emplazamiento dominante es el de ladera.

Los fenómenos de inestabilidad más comunes en estas escombreras corresponden a deslizamientos locales tipo manto, como consecuencia de vertidos que adoptan un talud superior al natural del material.

La escorrentía superficial y las aguas de pluviometría dan lugar a una erosión superficial de intensidad variable, pero visible.

Desde la perspectiva ambiental, la alteración dominante quizás sea la visual, pero indudablemente el impacto producido por la propia explotación, junto con los almacenamientos de los productos de venta, y la planta de tratamiento, trituración y machaqueo cuando existe, es muy superior a la citada anteriormente.

Otras alteraciones a tener en cuenta son: la presencia de



FOTO N° 10.3-1 CANTERA DE EXPLOTACION DE CALIZA.
OBSERVESE SUS ESCOMBRERAS.



FOTO N° 10.3-2 CANTERA DE EXPLOTACION Y PLANTA DE
TRITURACION Y CLASIFICACION.

polvo, los ruidos y las vibraciones producidas por las voladuras y los equipos de perforación, así como, las perturbaciones de las instalaciones de trituración y clasificación del material .

En el caso de estructuras activas, su crecimiento es continuo, y la utilización discontinua de sus materiales, impide en algunos casos la creación y progresión de una cubierta vegetal definitiva.

Por consiguiente, los trabajos de integración con su entorno, pueden centrarse, en la confección de barreras vegetales con especies del lugar, que oculten en la medida de lo posible las escombreras.

Otra posibilidad es la de reutilizar los residuos en el propio hueco de explotación, y colocar un suelo fértil que constituya el asiento de una vegetación autóctona.

10.4.- Las estructuras residuales de otras minerías

La antigua minería del Pb - Cu - F₂ Ca, de la zona de Coto Ollín, en la cabecera del río Urumea, ha dejado abandonados una serie de depósitos mineros en condiciones inadecuadas. (Foto nº 10.4-1).

Son notorios los procesos de degradación de la estabilidad, con deslizamientos de materiales en épocas de fuertes precipitaciones, lo que ha dado lugar a una contaminación química y física de las aguas superficiales.



FOTO N° 10.4-1 Balsa deslizada de las Minas de Ollin

Los depósitos tienen un sistema de drenaje interno, tipo tubería conectadas a chimeneas, por el que drenan las aguas sobrenadantes.

Se aprecian, al menos tres muros de contención en el pie, que a su vez evitan en cierta medida, la socavación por el río.

Ninguna de las estructuras, catalogadas en este inventario como balsas, cuenta con cunetas de intercepción de escorrentía.

11. PROPUESTAS DE ACTUACION

Una vez realizado el Inventario de Balsas y Escombreras Mineras de la provincia de Navarra, las conclusiones obtenidas, ponen de manifiesto la necesidad de proponer una serie de medidas y actuaciones, tanto en el ámbito particular como en el general, las cuales sería aconsejable acometer, a efectos de corregir y controlar en lo posible aspectos negativos o situaciones de estabilidad desfavorables.

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

11.1 Problemas de estabilidad en escombreras mineras

- Corrección de los defectos de ejecución, deformaciones anormales, o 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 necesidades de evacuación y drenaje deben dimensionarse para

evacuar el máximo volumen embalsable en un plazo máximo de 24 h.

- Cuantificar la erosión, tanto pluvial como fluvial o eólica, con creación de las pantallas adecuadas en los casos de notable intensidad.
- Las fuentes o surgencias deben captarse y derivarse del entorno de la escombrera.
- Evitar la inundación del pie de las escombreras.
- Conformar taludes en las estructuras, estables y compatibles con los materiales vertidos y el lugar de emplazamiento.
- Evitar la erosión interna en las estructuras por causas imputables a filtraciones.
- 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.
- Evitar la socavación descontrolada del pie de la escombrera por medios mecánicos, etc.

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 aquellos 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, ec.
 - 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 balsas y escombreras

- Delimitación de la zona de influencia de la estructura mediante muros, barreras, terraplenes de contención, o similares.
- 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 acorde 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 estériles procedentes de explotaciones salinas pueden verse sometidas a la lixiviación por aguas de lluvia,

y de escorrentía superficial, y al igual que para otro tipo de escombreras con otros materiales, el potencial problema contaminante se simplifica mucho, si de partida se verifica un estudio adecuado de las alternativas de implantación, buscando el lugar más idóneo, sobre materiales impermeables y donde se efectúe una protección sencilla frente a la escorrentía superficial.

En los casos ya existentes, la concentración de las sales en los efluentes disminuirá, si además de perfilar sus taludes, se recubren con un manto de arcilla o similar y tierra vegetal sus superficies vistas, generando un tapiz vegetal, que fije el suelo, y reduzca los efectos de la pronunciada erosión.

- Las escombreras con alto contenido en finos salinos conviene que estén al abrigo del viento, para evitar contaminar el entorno. Se recomienda la utilización de pantallas.
- Hay que tratar de disminuir la concentración de las salmueras de los efluentes y controlar su aislamiento de las aguas de escorrentía y precipitación, regulando su drenaje, de tal forma que el nuevo régimen hidrogeológico que afecte a los acuíferos no modifique los parámetros básicos de éstos.
- Soluciones que hoy día se adoptan, para eliminar efluentes salinos, son:

- La inyección profunda mediante sondeos.
 - La evacuación directa hasta el mar, mediante un emisario.
 - Tratamiento químico de los efluentes que permitan la cristalización de componentes.
- 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.

11.4.- Caso de las estructuras procedentes de explotaciones de áridos naturales, áridos de trituración, y otros procesos industriales.

En estas estructuras, el riesgo de daños debido a su colapso es muy pequeño, y la principal incidencia es de tipo ambiental, fundamentalmente visual, en consonancia con el volumen depositado.

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.

Para las estructuras y explotaciones activas que, además poseen planta de clasificación, se recomienda:

- 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 agua 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 cuanto a las balsas de lodos de las fábricas de terrazo cuya implantación tenga carácter definitivo, es decir, sus materiales no van a ser objeto de transporte periódico a vertederos urbanos, se recomienda proteger los taludes contra la erosión mediante un sellado con arcilla, un recubrimiento con suelo de la zona y la creación de una cubierta vegetal.

12. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Se ha realizado el Inventario de Balsas y Escombreras mineras de la provincia de Navarra con la metodología desarrollada y revisada por el IGME, que se recoge en el epígrafe nº 1.2. de la Memoria.

Los resultados del trabajo de inventario de las estructuras mineras de esta provincia se concretan en:

1.- 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.- ANEJO-DOCUMENTO donde figura un listado con la situación y breve descripción de materiales, de aquellas estructuras residuales que, por su escaso volumen o pequeña incidencia en el entorno, no han merecido un análisis más detallado.

3.- DOCUMENTO de planos, constituido por:

1 Mapa provincial a escala 1:200.000 que recoge las estructuras con fichas.

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

4.- DOCUMENTO:MEMORIA .- Donde se reflejan los resultados alcanzados en este estudio.

El trabajo realizado puede resumirse en los siguientes puntos:

- En la actualidad, la minería activa de Navarra, extrae fundamentalmente, las sustancias de:

- POTASAS
- MAGNESITAS
- CALIZAS
- YESOS
- MARMOL
- ARCILLAS
- SAL
- OFITAS
- GRAVAS
- MARGAS

por consiguiente, la actividad de las estructuras residuales, está en consonancia con estas labores.

- En los macizos paleozoicos se encuentran numerosos yacimientos filonianos, que han sido explotados en épocas pasadas, encontrándose hoy día inactivos. Así mismo, existen indicios y manifestaciones en la Navarra Media y en la zona de Orbaiceta. Ello ha dado lugar a unas estructuras residuales, en la actualidad abandonadas. Su distinción, de visu del terreno natural, resulta en algunos casos difícil.
- También se han considerado como productoras de residuos algunas industrias transformadoras, y las fábricas productoras de terrazo.
- Se han realizado 124 fichas de inventario y en la relación listada figuran un total de 429 estructuras, recogiendo tanto estados de actividad como parados o abandonados.
- El 86,4% de las estructuras con ficha son escombreras . Siendo el porcentaje de balsas relacionadas con la minería y con los procesos industriales del 13,6%.
- Las explotaciones de canteras, graveras, y áridos son las que originan un mayor número de vertederos residuales; constituyendo el 60% del total.
- El 64,9% de estructuras con ficha están en actividad , el 29,2% son estructuras abandonadas y el 5,9% son estructuras paradas .
- El tipo de terreno ocupado que predomina es el calificado como baldfío,

en un porcentaje del 73,4% de los casos.

- La morfología de implantación más utilizada es la de ladera con amplio apoyo en terreno llano (47,5%).
- El sistema de vertido que predomina en las escombreras es el de volquete (55%). En las balsas el sistema de transporte de residuos y efluentes más utilizado es el de tubería, (7%), existiendo disposiciones de tubería y canal.
- La mayor parte de las estructuras presentan volúmenes moderados. El 4,5% de las estructuras supera el 10^6 m^3 , el 15,3% del total de fichas contiene volúmenes entre 10^5 y 10^6 m^3 , el 28,3% entre 10^4 y 10^5 m^3 , y el 51,7% no supera los 10^4 m^3 .
- La altura de las escombreras, es también moderada, pues el 58,5% de ellas no supera los 10 m. Con alturas significativas entre 20 y 30 m se encuentra un 5% y que superen los 40 m un 3%.
- En el muestreo de taludes realizado en escombreras, la gama de valores predominante se encuentra entre los 34° - 36° . En el caso de diques de balsa está por debajo de los 30° .
- La granulometría de los estériles abarca todo el campo de tamaños, destacando, las fracciones media y gruesa. Esta propiedad se encuentra íntimamente ligada con la litología de los materiales explotados y -

encajantes, y por supuesto con el tipo de minería y su laboreo.

- Navarra presenta en su mitad septentrional (Montaña), donde se encuentran la mayor parte de las estructuras, un clima húmedo y muy lluvioso (1.200 a 2.000 mm/año) en la vertiente atlántica y mitad norte de los valles pirenaicos. La pluviosidad desciende paulatinamente hacia el sur con valores todavía altos en la cuenca de Pamplona (800-1.000 mm/año) y medios (600-800 mm/año) entre dicha cuenca y las sierras prepirenaicas que limitan por el sur la zona indicada (Montaña). Esto puede dar lugar a problemas de lixiviación y erosión superficial en las estructuras, especialmente en las áreas de mayor pluviosidad antes señaladas.

- En la Ribera la escasa pluviosidad (400 mm/año) presenta condiciones favorables para las estructuras frente a los problemas antes indicados .

- Los ríos de Navarra al oeste del Arga son de régimen pluvioceánico presentando un régimen de altos caudales y en la vertiente atlántica acusada torrencialidad debido a las condiciones topográficas.

Al este del Arga los ríos son de régimen más regular por la influencia nival con régimen caudaloso en invierno y primavera y estiaje poco acusado.

Como consecuencia de la alta caudalosisidad hay que prevenir fenómenos erosivos del pie de escombrera así como la posibilidad de desbor-

damiento y consiguiente colapso de balsas que no dispongan de suficiente resguardo y/o sistemas de desagüe adecuados, para la laminación de crecidas. Estos peligros se acentuarán con la torrencialidad del régimen fluvial.

- Los vientos más fuertes son los de componente N y NO si bien los valores medios de la velocidad alcanzada, inferiores a 20 Km/h, no parece puedan provocar graves problemas de levantamiento de polvo salvo en zonas puntuales.

En el norte de la provincia la alta humedad ambiental dificulta por otra parte la aparición de este fenómeno.

- Las condiciones sísmicas de Navarra, por su posible influencia sobre las estructuras, vienen caracterizadas por las isosistas VI, VII y VIII, de acuerdo con la zonificación establecida por la Norma Sismorresistente. P.D.S.-1 (1974). Ello indica que Navarra se encuentra situada en zonas sísmicas de intensidad baja y media, correspondiendo las partes sur y sureste de la provincia a las intensidades más altas.

- Basándose en estimaciones visuales, 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 extendidos se relacionan con fenómenos de erosión, acaravamiento, deslizamientos locales, deslizamientos generales, surgencias, presencia de grietas, socavación de pie, socavación mecáni-

ca, subsidencia, asentamientos y problemas derivados de deficiencias de drenaje, tanto en balsas como en escombreras.

- 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 la resistencia del terreno, la pendiente, las alteraciones de la red de drenaje y el impacto ecológico, así como el riesgo sobre personas, servicios o instalaciones. Atendiendo a la evaluación realizada mediante este índice predominan las implantaciones calificadas como adecuadas y tolerables.
- Las principales alteraciones ambientales a que dan lugar estas estructuras se resumen en los factores ambientales de:
 - Acción sobre las aguas superficiales y subterráneas.
 - Alteración del paisaje.
 - Alteración visual con el entorno.
 - Alteración de la vegetación.
 - Alteración del aire (ruidos, vibraciones, polvo).
- Se han considerado las posibilidades de reutilización de las estructuras, tanto por el valor minero de sus materiales como por el espacio ocupado.
- Por último, se plantean sistemas de actuación tanto en el ámbito particular de cada estructura como en el general, tendentes a corre-

gir y minorar la incidencia de las estructuras sobre su entorno, fundamentalmente, en los aspectos de estabilidad y medio ambiente.

13. BIBLIOGRAFIA

AYALA, F.J., DEL VALLE; J.- Análisis de la Rotura de un depósito de residuos de minería de plomo donado y de la contaminación producida en el río Urumea (Navarra-Guipuzcoa). VII Congreso Internacional de Minería y Metalurgia.- Barcelona 1984.

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

DEL VALLE, J. Atlas geográfico e histórico de Navarra.- Navarra 1986.

IGME.- Depósitos Minerales de España. Madrid 1983.

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

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

(Bibliografía Cont.)

IGME.- Manual para el Diseño y Construcción de escombreras y presas de residuos mineros: Ayala Carcedo F.J.- Rodríguez Ortiz J.M^a. Madrid 1986.

IGME.- Mapas de Rocas Industriales. Hojas N^o 12 (Bilbao), N^o 13 (Pamplona), N^o 21 (Logroño), N^o 22 (Tudela). Madrid.

IGME.- Mapa geológico nacional. Serie Magna. E: 1/50.000. Hojas esdidadas de la provincia.

IGME.- Mapa hidrogeológico nacional E: 1/1000.000.

IGME.- Mapas Metalogenéticos de España. E.1:200.000. Hojas N^o 12 (Bilbao), N^o 13 (Pamplona), N^o 21 (Logroño), N^o 22 (Tudela). Madrid.

IGME.- Materiales Salinos del Suelo español. Madrid 1964.

IGME.- Síntesis de las investigaciones geológico-mineras realizadas por el IGME en Navarra.

I.N.E.- Censos de Población.

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

I.N.E.- Reseña Estadística de Navarra. Año 1984. Navarra.

(Bibliografía Cont.)

JORNADAS SOBRE EL MEDIO FISICO EN NAVARRA.- 1987.

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA, Anuarios de Estadística
Minera.

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

MINISTERIO DE TRANSPORTES, TURISMO Y COMUNICACIONES.
Atlas Climático de España, Madrid, 1983.

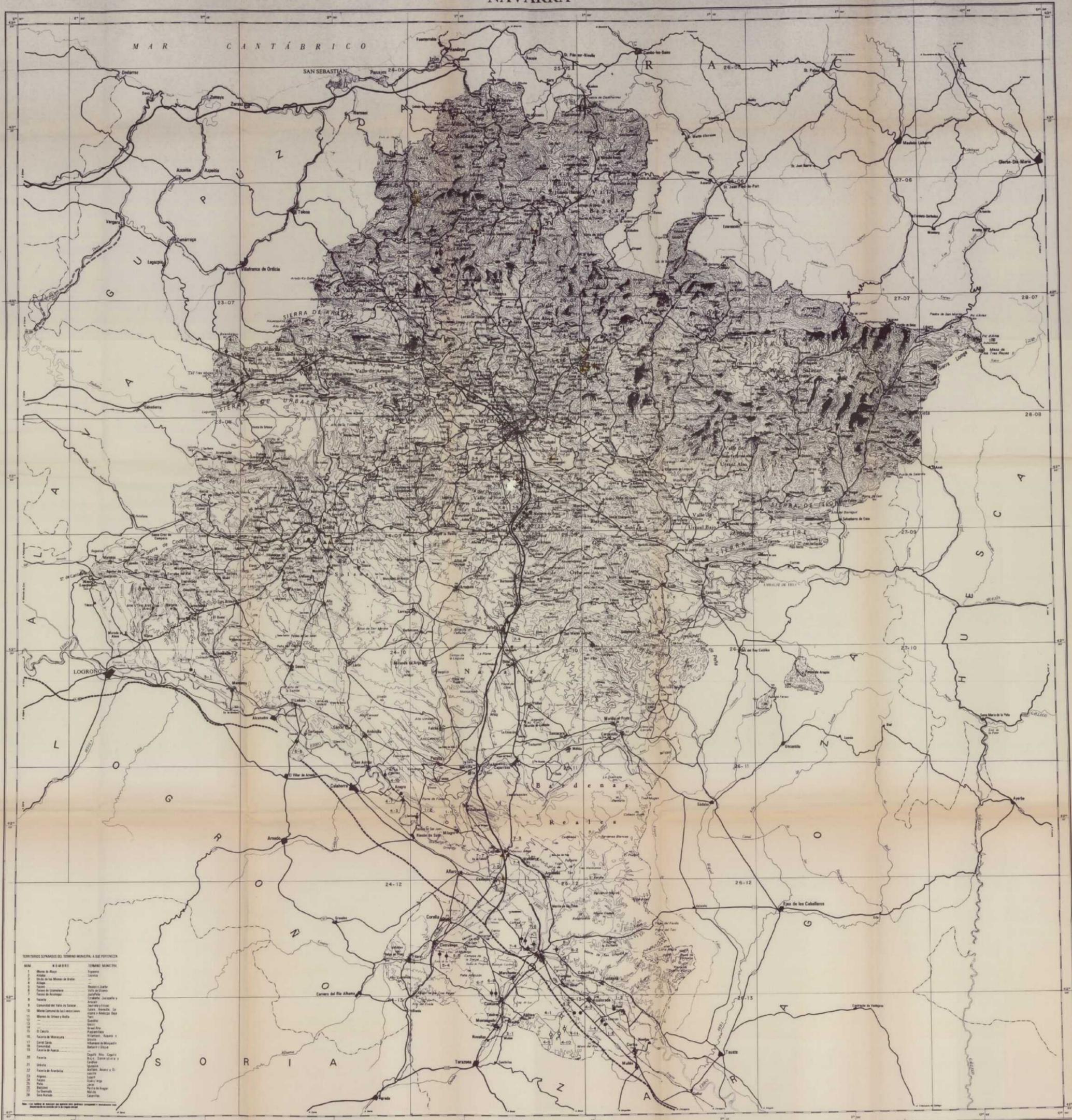
MINISTERIO DE TRANSPORTES, TURISMO Y COMUNICACIONES.-
Climatología de España y Portugal.- Font. Tullot. I.- Madrid, 1983.

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

SALVAT, S.A.- DE EDICIONES PAMPLONA.- CONOCER ESPAÑA.-
Estella (Navarra) 1986.

PLANOS

NAVARRA



NUMEROS SUPLENIDOS DEL TERRITORIO MUNICIPAL, A QUE PERTENECEN

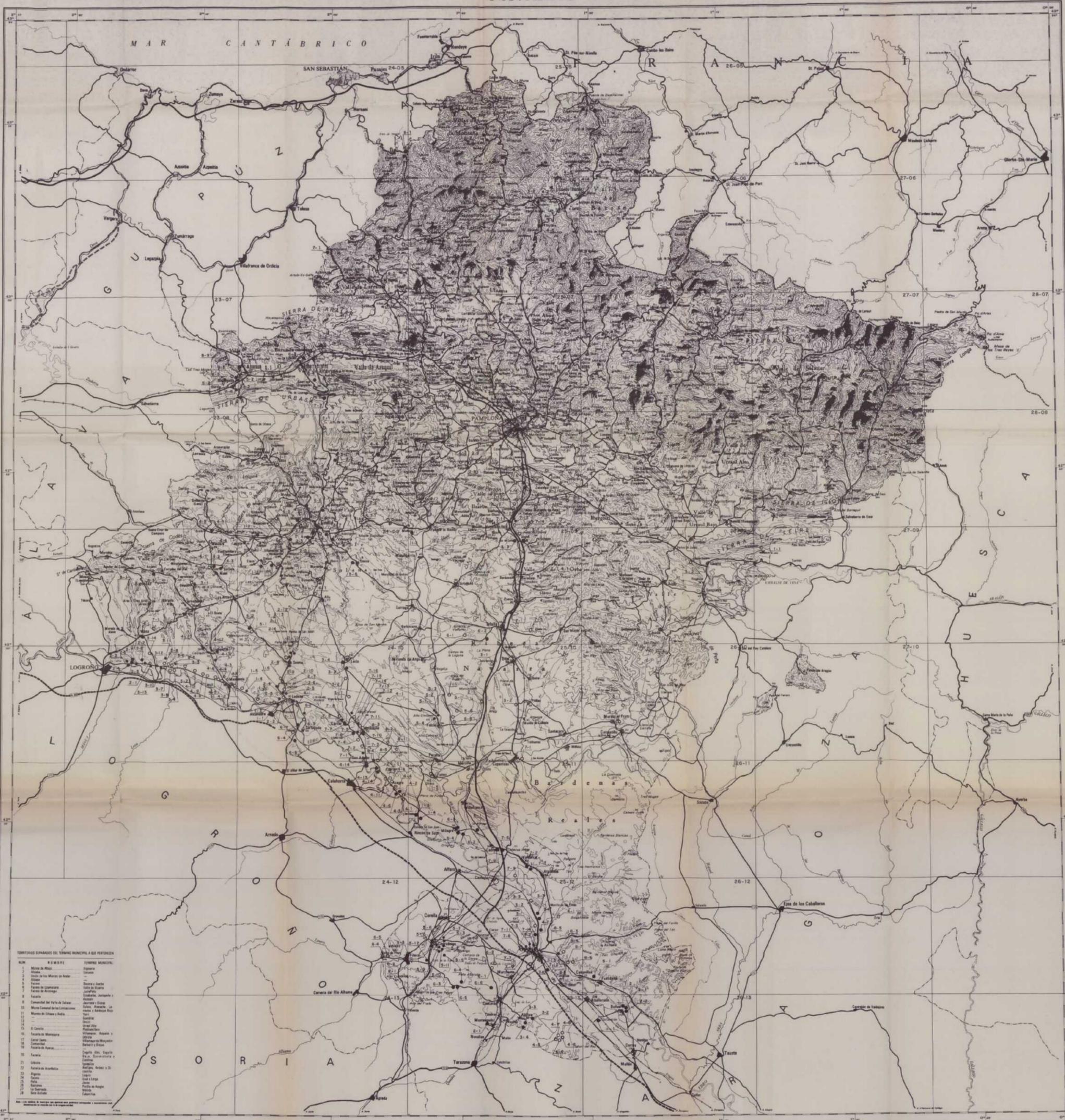
NUM.	NOMBRE	TERRITORIO MUNICIPAL
1	Alberdi	Alberdi
2	Alberdi	Alberdi
3	Alberdi	Alberdi
4	Alberdi	Alberdi
5	Alberdi	Alberdi
6	Alberdi	Alberdi
7	Alberdi	Alberdi
8	Alberdi	Alberdi
9	Alberdi	Alberdi
10	Alberdi	Alberdi
11	Alberdi	Alberdi
12	Alberdi	Alberdi
13	Alberdi	Alberdi
14	Alberdi	Alberdi
15	Alberdi	Alberdi
16	Alberdi	Alberdi
17	Alberdi	Alberdi
18	Alberdi	Alberdi
19	Alberdi	Alberdi
20	Alberdi	Alberdi
21	Alberdi	Alberdi
22	Alberdi	Alberdi
23	Alberdi	Alberdi
24	Alberdi	Alberdi
25	Alberdi	Alberdi
26	Alberdi	Alberdi
27	Alberdi	Alberdi
28	Alberdi	Alberdi
29	Alberdi	Alberdi
30	Alberdi	Alberdi

LEYENDA

ESTRUCTURAS	VOLUMEN (m ³)		
	≤ 5.000	5.000 - 50.000	≥ 50.000
ESCOMBRERAS	Activas: ●	Paradas y abandonadas: ○	Activas: ◆
BALSAS	Activas: ▲	Paradas y abandonadas: △	Activas: ◆
Conjunto de varias estructuras: ○			

ELABORADO	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA	
TECNICO	INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	
COMPROBADO	REVISION DEL INVENTARIO NACIONAL DE BALSAS Y ESCOMBRERAS MINERAS	CLAVE
AUTOR	COMUNIDAD DE NAVARRA	SITUACION DE ESTRUCTURAS CON FICHA INVENTARIO
ESCALA	1:200.000	PLANO Nº
CONDICION		1

NAVARRA



TERMINOS SUPLENIDOS DEL TERMINO MUNICIPAL A QUE PERTENECEN

NUM.	TERMINO MUNICIPAL	TERMINO SUPLENIDO
1	Mun. de Altsasu	Altsasu
2	Mun. de Alsasua	Alsasua
3	Mun. de Arce	Arce
4	Mun. de Ariz	Ariz
5	Mun. de Ayegui	Ayegui
6	Mun. de Barón	Barón
7	Mun. de Berdún	Berdún
8	Mun. de Berriz	Berriz
9	Mun. de Berriz	Berriz
10	Mun. de Berriz	Berriz
11	Mun. de Berriz	Berriz
12	Mun. de Berriz	Berriz
13	Mun. de Berriz	Berriz
14	Mun. de Berriz	Berriz
15	Mun. de Berriz	Berriz
16	Mun. de Berriz	Berriz
17	Mun. de Berriz	Berriz
18	Mun. de Berriz	Berriz
19	Mun. de Berriz	Berriz
20	Mun. de Berriz	Berriz
21	Mun. de Berriz	Berriz
22	Mun. de Berriz	Berriz
23	Mun. de Berriz	Berriz
24	Mun. de Berriz	Berriz
25	Mun. de Berriz	Berriz
26	Mun. de Berriz	Berriz
27	Mun. de Berriz	Berriz
28	Mun. de Berriz	Berriz
29	Mun. de Berriz	Berriz
30	Mun. de Berriz	Berriz

LEYENDA

	VOLUMEN (m ³)		
	≤5000	5000-50000	≥50000
ESTRUCTURAS	●	●	●
ESCOMBRERAS	○	○	○
Activas	●	●	●
Paradas y abandonadas	○	○	○

ELABORADO	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA	
FECHA	OCTUBRE DE 1977	
COMPROBADO	INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	
AUTOR	PROYECTO	CLASE
ESCALA	REVISIÓN DEL INVENTARIO NACIONAL DE BALSAS Y ESCOMBRERAS MINERAS	
CONSULTOR	COMUNIDAD DE NAVARRA	PLANO Nº
	SITUACIÓN DE ESTRUCTURAS EN LISTADO, SIN FICHA - INVENTARIO	2