

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA DE ROCAS INDUSTRIALES

Escala 1:200.000

LEON

HOJA Y	19
MEMORIA	4/3

00345

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA DE ROCAS INDUSTRIALES

E. 1:200.000

LEON

HOJA Y MEMORIA	19
	4/3

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA

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

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

Depósito Legal M. 28640 — 1974

Reproducción ADOSA — Martín Martínez, 11 — Madrid-2

INDICE

	Pág.
0. RESUMEN	1
1. INTRODUCCION	3
1.1 Antecedentes	3
1.2 Metodología	4
1.3 Situación y Geografía de la Zona	4
2. GEOLOGIA	11
2.1 Bosquejo Geológico	11
2.2 Rocas Sedimentarias	11
2.2.1 Terciario	15
2.2.2 Cuaternario	21
2.3 Rocas Metamórficas	21
2.3.1 Esquistos y Pizarras	21
2.3.2 Cuarcitas	22
2.3.3 Calizas	22
3. YACIMIENTOS Y EXPLOTACIONES DE ROCAS INDUSTRIALES .	23
3.1 Panorama General del Sector Rocas Industriales	24
3.2 Arcillas	24
3.2.1 Características	24
3.2.2 Estructura del Sector	29
3.2.3 Evolución Histórica del Sector	29
3.2.4 Yacimientos de Arcilla	31
3.2.5 Análisis: Calidades	46
3.3 Gravas y Arenas	59
3.3.1 Métodos de Explotación: Tecnología	59
3.3.2 Repercusiones Ecológicas	62
3.3.3 Posibilidades Económicas	63
3.3.4 Estructura de las Concesiones de Graveras de Río	63
3.3.5 Ríos	64
3.4 Otros Indicios	77
4. PRODUCCIONES Y MERCADOS DE LAS ROCAS INDUSTRIALES .	81
4.1 Arcillas	81
4.1.1 Producciones	82
4.1.2 Mercados	91
4.2 Aridos	94
4.2.1 Producciones	94
4.2.2 Mercados	101
BIBLIOGRAFIA	107

0.— RESUMEN

La Hoja 4—3 del Mapa Nacional de Rocas Industriales, a escala 1:200.000 se encuentra situada principalmente en las provincias de León y Palencia, si bien afecta también a pequeñas áreas de Zamora y Valladolid.

Los materiales aflorantes en esta Hoja son Neógenos en un 84 por ciento, siguiéndole en importancia el Cuaternario con un 15 por ciento del total. El resto (1 por ciento) pertenece al Paleozoico, cuyo escaso interés dentro de la Hoja puede apreciarse directamente por su simple contemplación. Todo ello justifica la escasa actividad minera que en ella se encuentra.

Las explotaciones son en general de pequeño tamaño, existiendo algunas excepciones en las proximidades de las capitales de provincia.

En el Cuadro 1, que se expone a continuación, se resume la situación de yacimientos y explotaciones en la Hoja 19 del Mapa Geológico escala 1:200.000.

CUADRO Núm. 1

Yacimiento Tipo de Roca	Activo	Abandonado	Sin explotar
Arcilla	39	30	6
Arena y Grava	12	8	28
Caliza	—	1	2
Yeso	—	—	3
Pizarra	—	—	3
Cuarcita	—	3	—
TOTAL	51	42	42

1.— INTRODUCCION

1.1.— ANTECEDENTES

La realización del Mapa de Rocas Industriales a escala 1:200.000 pertenece a la fase de Investigación de Rocas Industriales, incluida en el Plan Nacional de Investigación Minera (PNIM), constituyendo el primer estado del Programa Nacional de Investigación Geotécnica (PINGEON).

Su principal objetivo es la confección del Inventario General de Rocas Industriales de las hojas del Mapa Militar de España a escala 1:200.000. Pretende asimismo recopilar toda la información existente sobre yacimientos y explotaciones que servirá de base para la confección del Archivo Nacional de Rocas Industriales, quedando abierto a todos los datos que puedan obtenerse en investigaciones posteriores.

Los resultados obtenidos se expresan a través de un Mapa de Rocas donde se describen las características más destacadas de las rocas industriales que aparecen en su área.

El objeto de este Proyecto, que forma parte de Inventario General de Rocas Industriales, es la confección de dicho Inventario en el ámbito de la Hoja 4—3 del Mapa Militar escala 1:200.000 (LEON), que se corresponde con la Hoja 19 del Mapa Geológico de España escala 1:200.000. Abarca las hojas 161, 162, 163, 164, 194, 195, 196, 197, 232, 233, 234, 235, 270, 271, 272 y 273 del Mapa Nacional escala 1:50.000 del Instituto Geográfico y Catastral.

En el propio mapa se aprecia el ámbito administrativo en el que incide esta Hoja 19 (León, Palencia, Valladolid y Zamora).

1.2.— METODOLOGIA

El abordaje del trabajo se consiguió a base de una amplia documentación. Con los datos obtenidos, se organizaban itinerarios de interés y se procedió a la toma de contacto con el campo, recopilando datos estrictamente mineros durante los meses de Julio, Agosto y Septiembre.

En este período, se confeccionaron las fichas que constituyen el Anexo I, completándose en la mayor parte de los casos con fotografías que se incluyen en el Anexo II.

Dentro de la misma etapa de campo, se procedió a la toma de muestras, seguida de una selección de las que se consideraron representativas de las tomas estudiadas. En total se realizaron 25 ensayos.

Las fases anteriores hubieron de completarse con un estudio de la economía de la Zona, ya que el informe está orientado fundamentalmente hacia los aspectos técnico-económicos por la escasa variedad de materiales existentes en la Hoja 19.

En fase de Gabinete, se elaboraron mapas de Depósitos de áridos y arcillas, señalando zonas de explotación inmediata.

En último lugar se procedió a una explotación de los datos recogidos en las fichas, que se intercalan en la Memoria formando cuadros numéricos e histogramas. Se procedió a la redacción del informe para su mecanografiado y encuadernación.

1.3.— SITUACION Y GEOGRAFIA DE LA ZONA

La Hoja 19 afecta administrativamente a las provincias de Zamora, Valladolid, León y Palencia. Incluye como núcleos de población importantes la capital de León con 102.000 habitantes, la capital de Palencia con 56.200 habitantes, Benavente (provincia de Zamora) con 10.865 habitantes y otras poblaciones de menor importancia. Un esquema de poblaciones y vías de comunicación más importantes figura en el Mapa núm. 1.

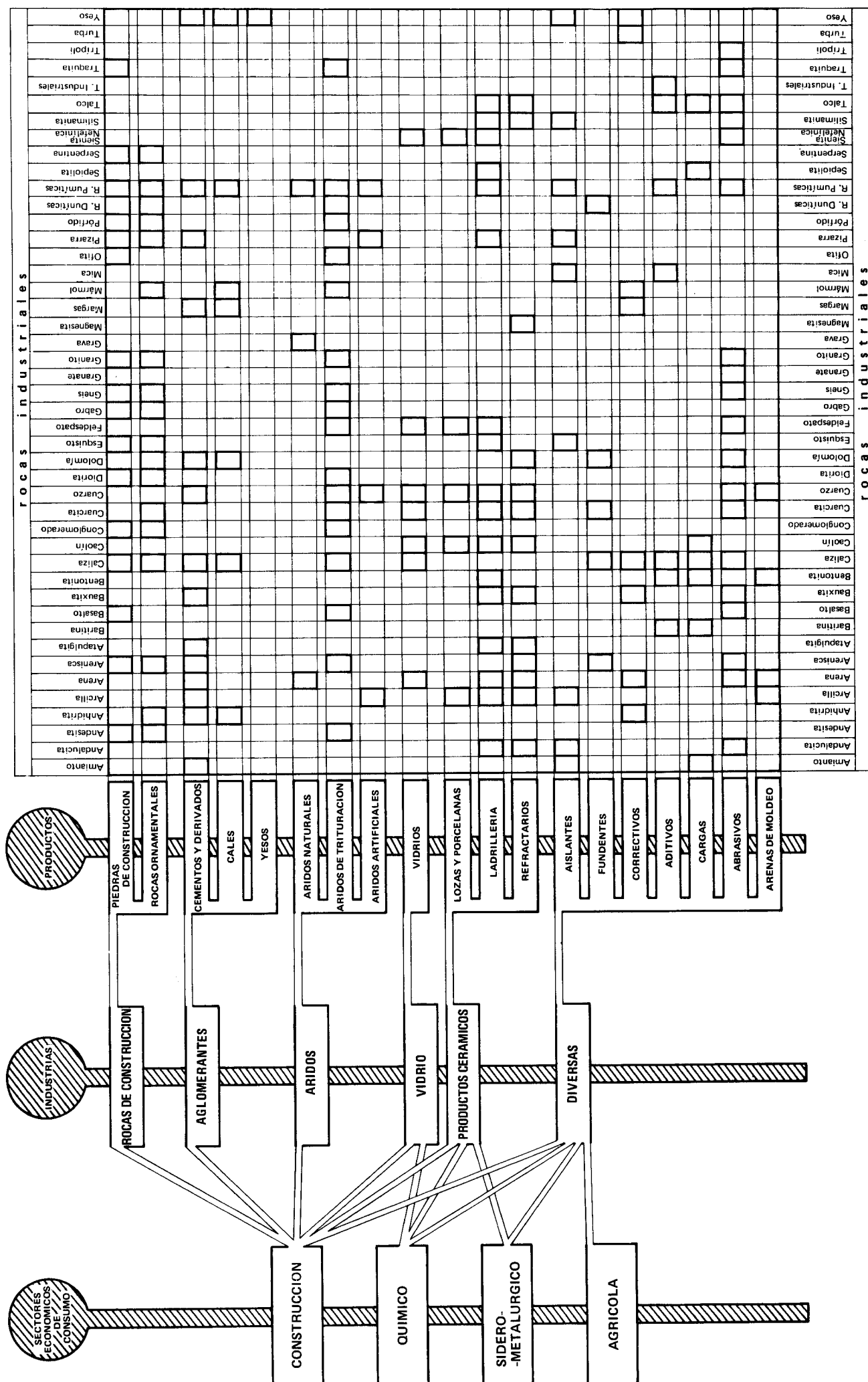
Las actividades de la población son primordialmente agrícolas y ganaderas. La Tierra de Campos (eminentemente cerealista) y el Valle del Esla (hortofrutícola) están sometidos a sendos planes de desarrollo.

Las principales industrias del área son las de Construcción, Vidrio, Cerámica y las Derivadas de Productos del Campo. Justo al exterior del límite Noroeste de la Hoja se encuentran la Fábrica de Cementos y la Térmica de La Robla; en el exterior del límite Sureste, y en su borde, la fábrica de cementos Hontoria.

Las vías de comunicación más importantes son el tramo de la Nacional VI de Benavente a La Bañeza y el ramal Benavente—León, así como la Nacional 630 Gijón—Sevilla. Los dos primeros se encuentran en fase de renovación por Obras Públicas para integrarse en REDIA.

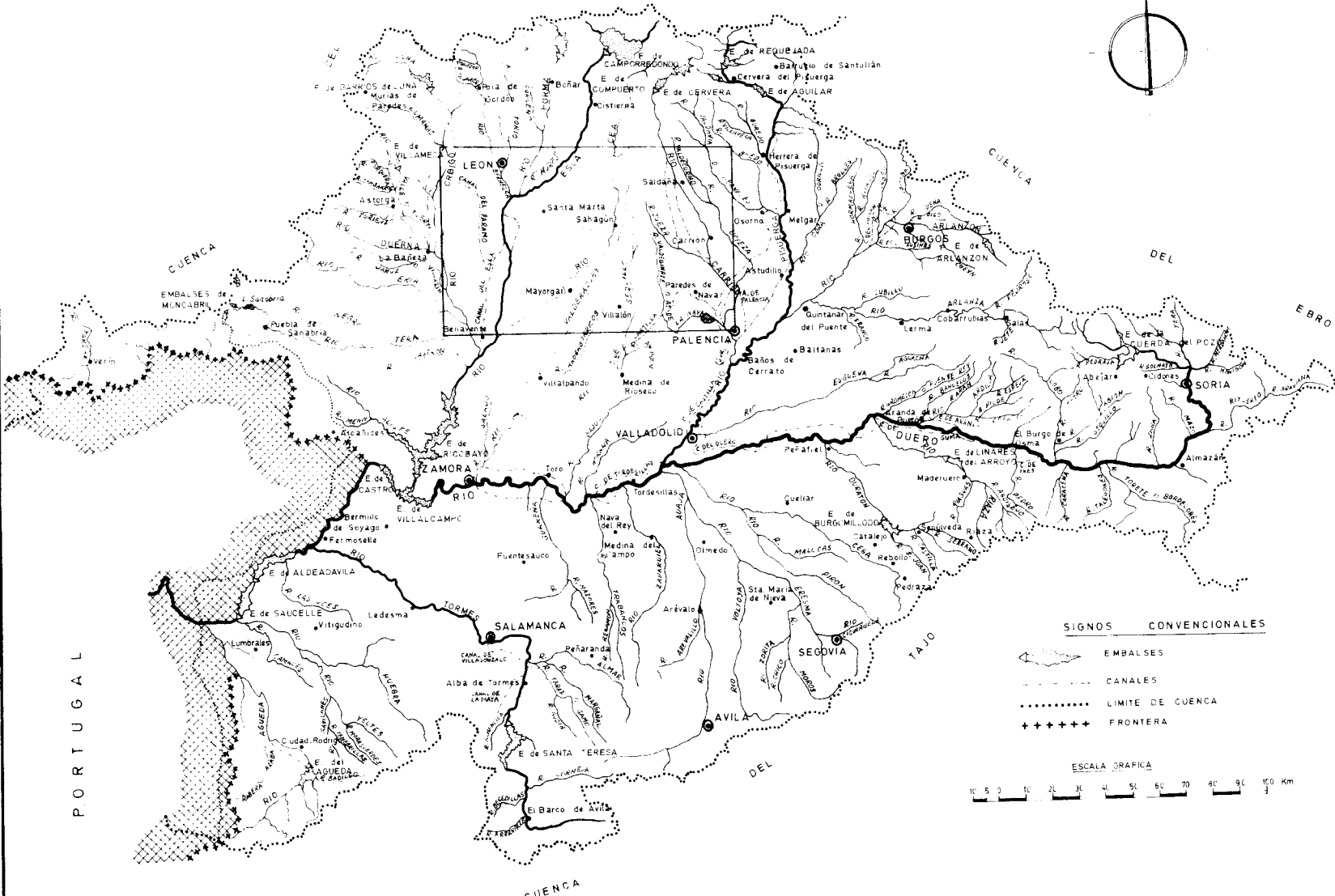
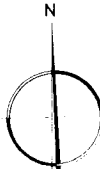
Físicamente la Hoja 19 pertenece a la Cuenca Norte del Duero, cuya red hidrográfica se representa en el Mapa núm. 2. Los ríos son de curso lento y poca pendiente en general. Los más importantes, que de Norte a Sur recorren casi paralelamente entre sí la

SINOPSIS DE LA UTILIZACION DE ROCAS INDUSTRIALES



CUENCA DEL DUERO

NOT RE



REPORTUGAL

SIGNOS CONVENCIONALES

EMBALSES

CANALES

LIMITE DE CUENCA

FRONTIERA

ESCALA GRAFICA

10 5 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

Hoja, son : Carrión, Valderaduey, Cea, Esla y Orbigo (afluentes del Duero por su margen derecha). Los valles son abiertos y poco accidentados. Importantes depósitos de grava están asociados a esta red fluvial.

Son dignos de mención los embalses situados en las cabeceras de los ríos Porma, Esla, Orbigo y Carrión situados a poca distancia al Norte de la Hoja, si bien fuera de ella, con el fin de regular las aguas de los mismos.

Orográficamente la región pertenece a la Meseta Alta Castellana, con altitudes comprendidas entre los 700 y 1.000 metros, caracterizándose por un paisaje típico de penillanura con cerros poco prominentes de cúspides tabulares, producidos por el rejuvenecimiento del relieve en la erosión fluvial cuaternaria. Toda la zona está caracterizada por una suave pendiente hacia el Oeste.

El clima del área de estudio —bastante homogéneo— es típicamente continental de influencia atlántica, es decir, con temperaturas extremadas (-13 a $42^{\circ}\text{C} = 55^{\circ}\text{C}$ para Valladolid). Desde el punto de vista estudiado, resulta interesante el conjunto de días hábiles para el desarrollo de las operaciones de extracción de arcilla —limitadas por la lluvia y el hielo— y, para todos los casos, de los días en que los accesos —frecuentemente con firme de tierra— resultan transitables.

El Cuadro núm. 2 recoge la media de días secos —sin lluvia o con lluvias aisladas poco importantes— relativos a 200 estaciones repartidas en la cuenca del Duero durante el quinquenio 43—47. El Cuadro núm. 3 complementa esta información.

El Cuadro de temperaturas mínimas —que inciden directamente en las heladas— aparece con el número 4.

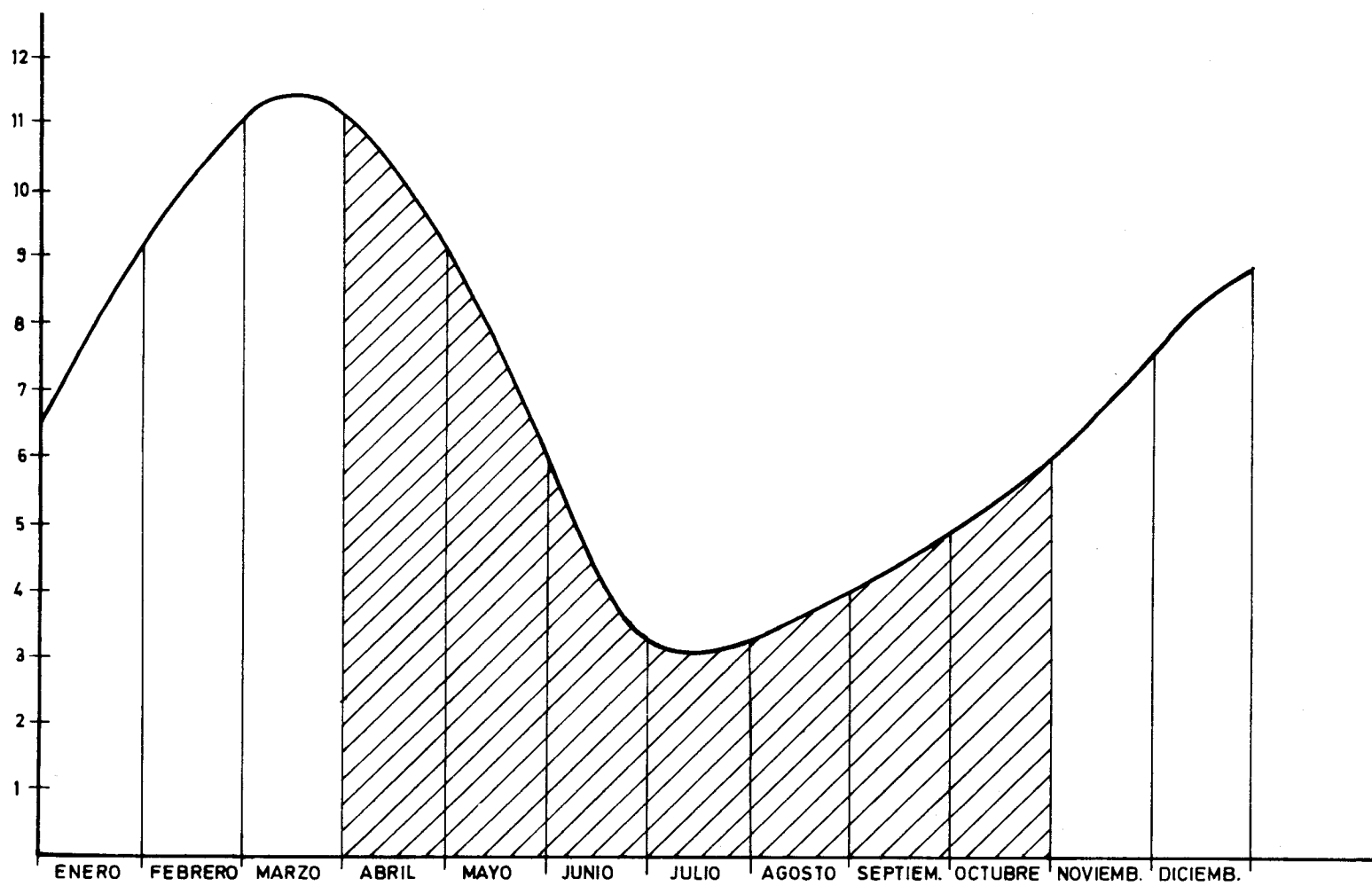
CUADRO Núm. 2

Meses Años	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiem.	Octubre	Noviem.
1943									
1944									
1945									
1946									
1947									

DIAS SECOS

CUADRO N° 3

DIAS DE LLUVIA



 TEMPORADA DE TRABAJO

CUADRO Núm. 4

TEMPERATURAS MINIMAS °C

Meses Años	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1956	- 9	- 8	- 3	- 1	1	4	6	7	3	- 1	- 3	- 7
1957	- 9	- 10	- 5	-2	1	2	7	5	4	- 2	- 5	- 7
1958	- 6	- 4	- 6	- 3	1	5	6	5	6	1	- 5	- 7
1959	- 6	- 5	- 2	- 1	- 1	2	8	7	6	0	- 4	- 5
1960	- 8	- 8	- 1	- 3	3	4	5	6	4	0	- 1	- 2

2.— GEOLOGIA

2.1.— BOSQUEJO GEOLOGICO

La Hoja 19 del Mapa Geológico escala 1:200.000, se caracteriza por una monótona serie de sedimentos terciarios y cuaternarios, estratificados horizontalmente sobre materiales paleozoicos que aparecen discordantes en el ángulo suroccidental de la misma. Las rocas metamórficas ordovícicas y silúricas constituyen el borde del zócalo de una cuenca endorreica de ambiente continental sobre la que se depositaron los sedimentos modernos.

En la penillanura de la Submeseta superior, formada principalmente por terrazas miocénicas, pliocénicas y cuaternarias, se distinguen materiales sedimentarios detríticos, arcillosos y calcáreos de morfología tabular semihorizontal. En las riberas de los ríos y en sus proximidades, se acumulan sedimentos procedentes de la erosión actual de los terrenos terciarios, principalmente cantos rodados y arenas.

Solamente se encuentran rocas metamórficas en el ángulo suroccidental de la Hoja: pizarras, esquistos, cuarcitas y calizas marmóreas. Ver Cortes Geológicos números 1, 2 y 3, acompañados del esquema de situación de las líneas de corte (Cuadro núm. 5) y su simbología (Cuadro núm. 6).

2.2.— ROCAS SEDIMENTARIAS

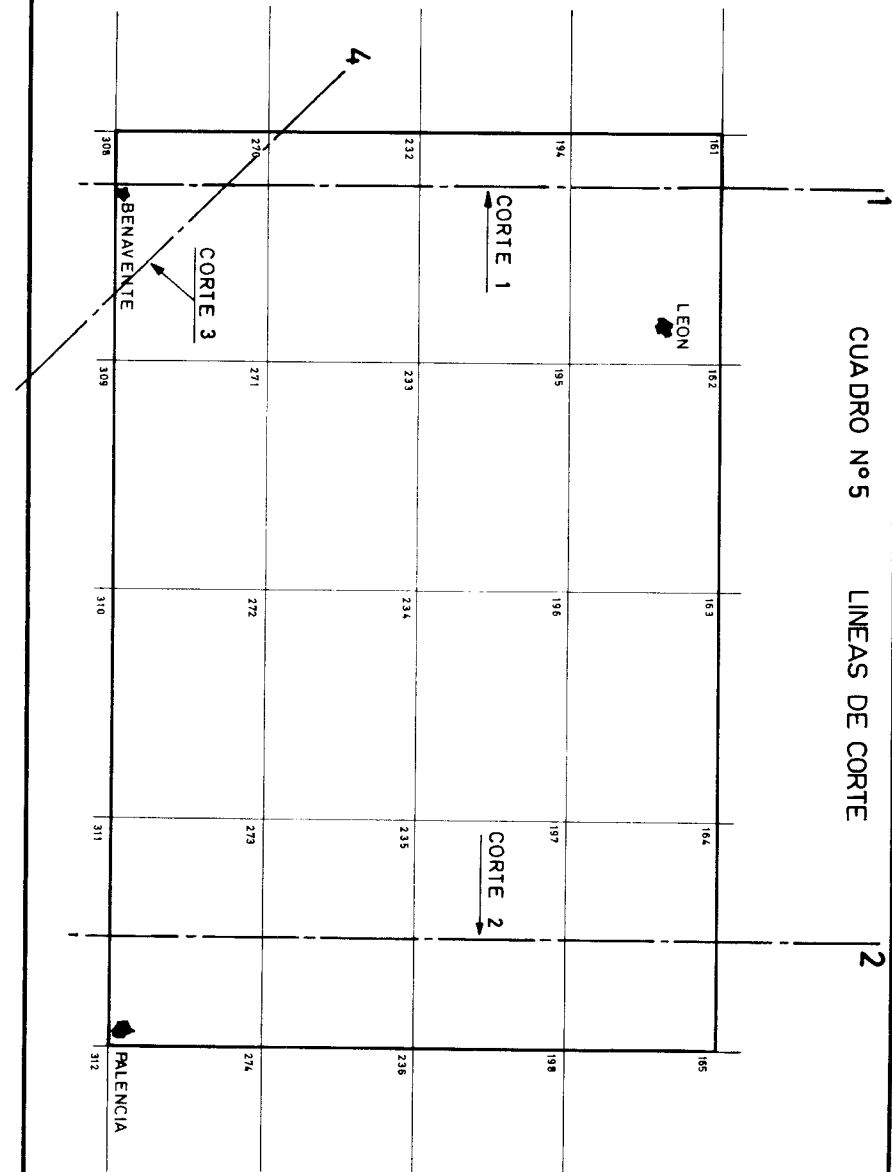
A mediados de la Era Terciaria el plegamiento alpino resquebraja y conmueve el

CUADRO Nº 6

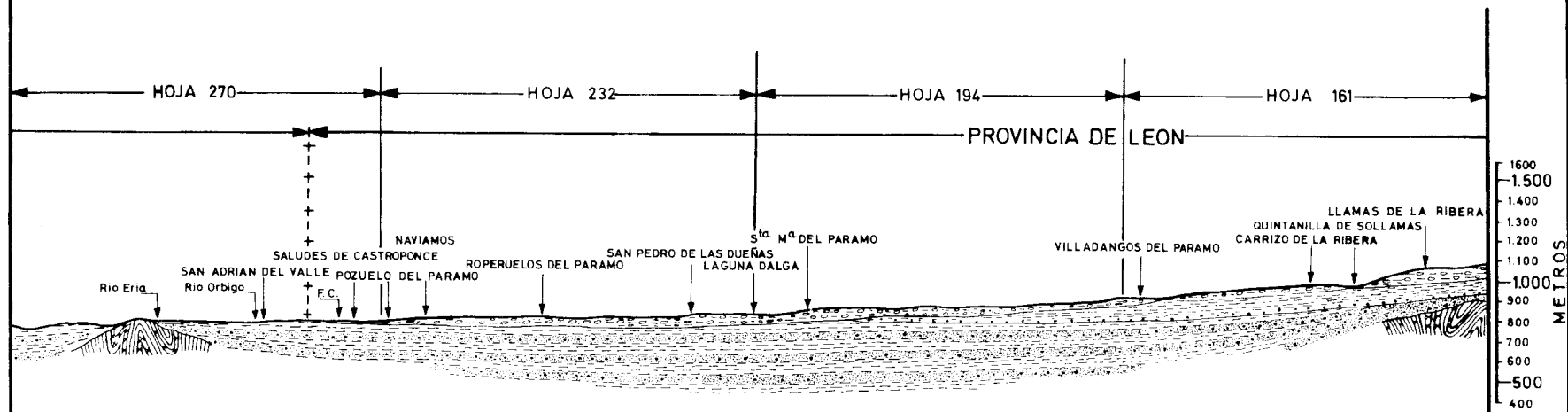
LITOLOGIA

MARISMA Y ZONA PANTANOSA		TERRAZAS	
DUNAS		DOLOMIAS	
YACIMIENTO FOSILIFERO		PIEDEMONTE CONOS DE DEYECCION BRECHA	
ARENAS		ARCILLAS Y ARENAS	
GRAVAS		ARCILLAS Y GRAVAS	
GRAVAS Y ARENAS		MOLASAS	
CONGLOMERADOS		ARCILLA	
ARENISCAS		MARGAS	
CALIZAS		PIZARRAS	
CALIZAS MARGOSAS		PIZARRAS CON CUARCITAS	
CALIZAS ARENOSAS		METAMORFICO	
CALIZAS TOBACEAS		ROCA IGNEA	
		ACIDA	
		BASICA	
		PROYECCIONES VOLCANICAS	
		YESOS	

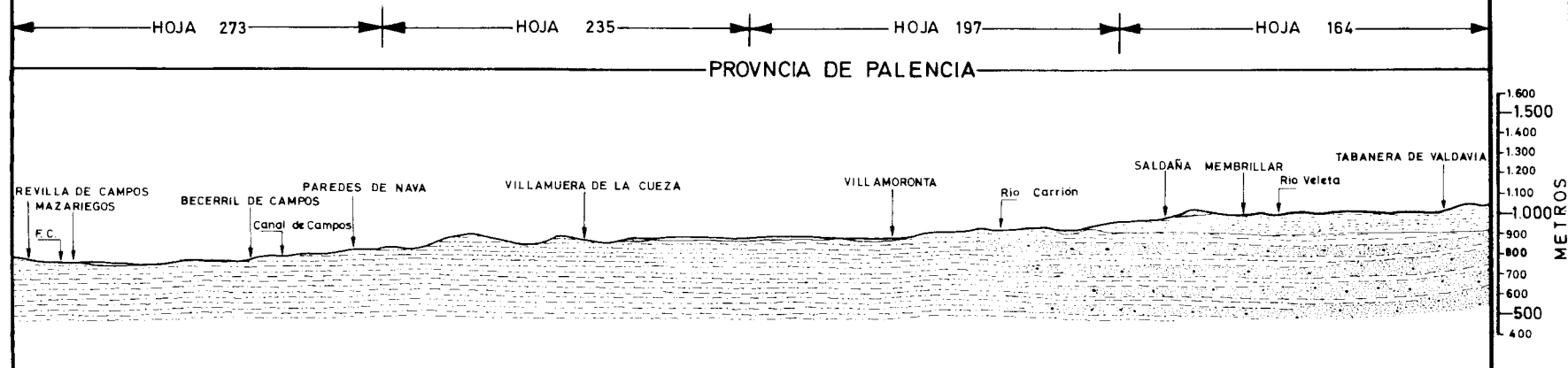
CUADRO Nº 5 LINEAS DE CORTE



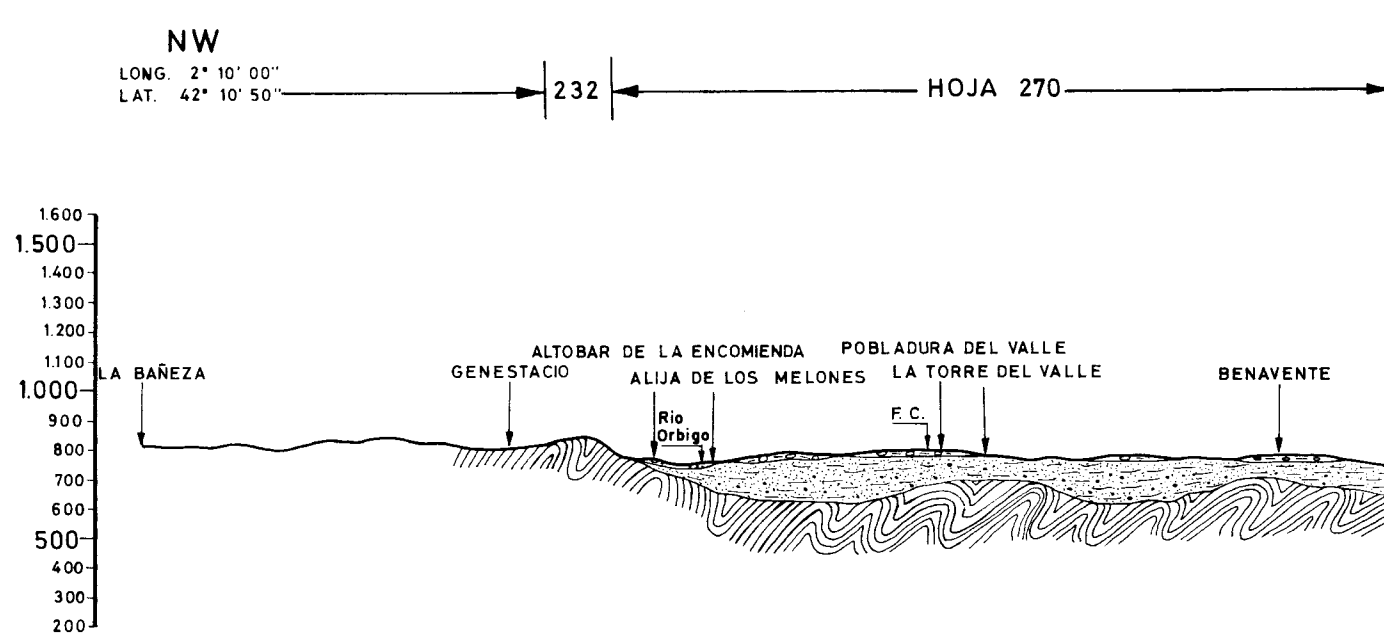
CORTE Nº 1



CORTE Nº 2



CORTE N° 3



zócalo paleozoico de la Meseta Ibérica, creando una serie de dovelas inestables. Los movimientos verticales posteriores elevan o hunden los bloques recién formados, causando el rejuvenecimiento de algunas cordilleras arrasadas (Cordillera Cantábrica), generando otras nuevas (Macizo Central) y creando zonas deprimidas en las que se instalan mares interiores, como en el caso de las dos submesetas españolas.

A las cuencas endorreicas, originadas por los movimientos epirogénicos, van a parar los abundantes sedimentos fluviales que aporta la erosión de los relieves recién emergidos. El tamaño de los materiales depositados depende del nivel de base de los ríos y de las oscilaciones del zócalo, encontrándose capas de conglomerados alternando con arenas y arcillas según las variaciones del basamento. Cuando la sedimentación era tranquila, en el interior de la cuenca se depositaron calizas y yesos al evaporarse las aguas en época de sequía.

La Hoja 19 corresponde al borde Noroeste de la Submeseta Superior, que en el Terciario constituyó una cuenca interior bordeada por las cordilleras Cantábrica, al Norte; Central, al Sur; Ibérica, al Este y el macizo Galaico—Portugués, al Oeste. Está rellena por sedimentos Neógenos, Vindobonienses y Pontienses casi exclusivamente, salvo los pequeños apuntamientos de rocas metamórficas y los materiales cuaternarios de las cuencas de los ríos actuales.

2.2.1.— Terciario

No existen sedimentos mesozoicos en la Hoja 19; todos los materiales que conocemos pertenecen al terciario continental. La secuencia litológica, de inferior a superior, es la reflejada en el Cuadro núm. 7.

Dentro de estos niveles litológicos se encuentran escasos materiales sedimentarios de aprovechamiento industrial; los principales son:

- Arcillas para usos cerámicos.
- Conglomerados para áridos de construcción.
- Calizas para producción de cal.

2.2.1.1.— Conglomerados masivos

Aparece un pequeño afloramiento en la esquina Nororiental de la Hoja estando su mayor desarrollo fuera de ella. Estatigráficamente pertenecen al Vindoboniense Inferior, facies de Vega de Riacos—Alar del Rey (Mapa Geológico escala 1:200.000).

Son conglomerados cuarzosos de gran potencia (hasta 40 m de espesor), cantos subredondeados o redondeados, poco consolidados, de matriz arcillosa, poco aptos para su aplicación en la industria debido a la heterometría de sus granos y la naturaleza del cemento.

2.2.1.2.— Arcillas y areniscas

Dentro del Vindoboniense Superior, en las facies de Villafila—Valencia de Don

CUADRO Núm. 7

SECUENCIA LITOLOGIA DEL TERCIARIO

Conglomerados masivos	Vindoboniense Inferior y Superior	Mioceno
Arcillas y Areniscas		
Conglomerados, Areniscas y Arcillas		
Margas, Arcillas y Areniscas		
Arcillas arcóscicas, Arenas y Arcillas		
Margas yesíferas y Calizas	Pontiense	
Rañas	Plioceno	

Juan y Villalpando—Sahagún, se encuentran algunos bancos semihorizontales, parcialmente cubiertos de raña de arcillas arenosas ocre, con intercalaciones de areniscas poco consistentes. En algunos lugares como Grisuela, Villamañán, Benavente, etc, se aprovechan estas arcillas para la fabricación de ladrillos.

La secuencia estratigráfica superficial más frecuente en la zona es la que representa el Corte núm. 4.

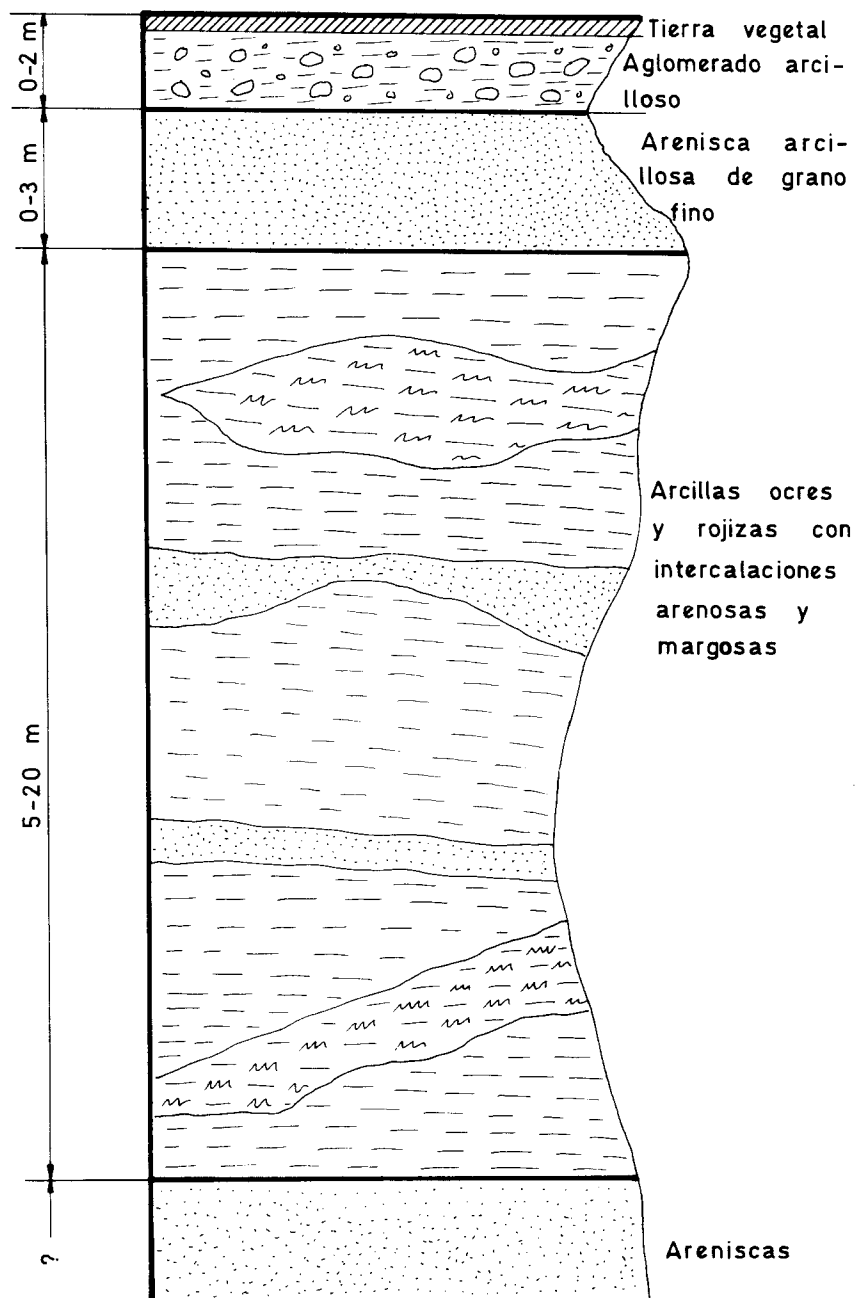
Los niveles arcillosos productivos son poco extensos y con frecuentes cambios de facies pasando a arcillas impuras por su alto contenido calcáreo.

2.2.1.3.— CONGLOMERADOS, ARENISCAS, ARCILLAS

Este nivel litológico comprende, de manera discontinua, la franja Norte de la Hoja, estando en muchos puntos cubiertos parcialmente por rañas. Forma lentejones semihorizontales de conglomerados cuarzosos poligénicos y heterométricos, con cantos redondeados de cuarcita en matriz arcillosa, alternando con areniscas groseras y bancos de arenas finas. Intercalados entre estos sedimentos detríticos existen niveles arcillosos que pasan lateralmente a margas. En los cortes de los barrancos y en los sondeos efectuados se observan varias secuencias similares que se repiten en profundidad, aunque las características de la arcilla sean distintas.

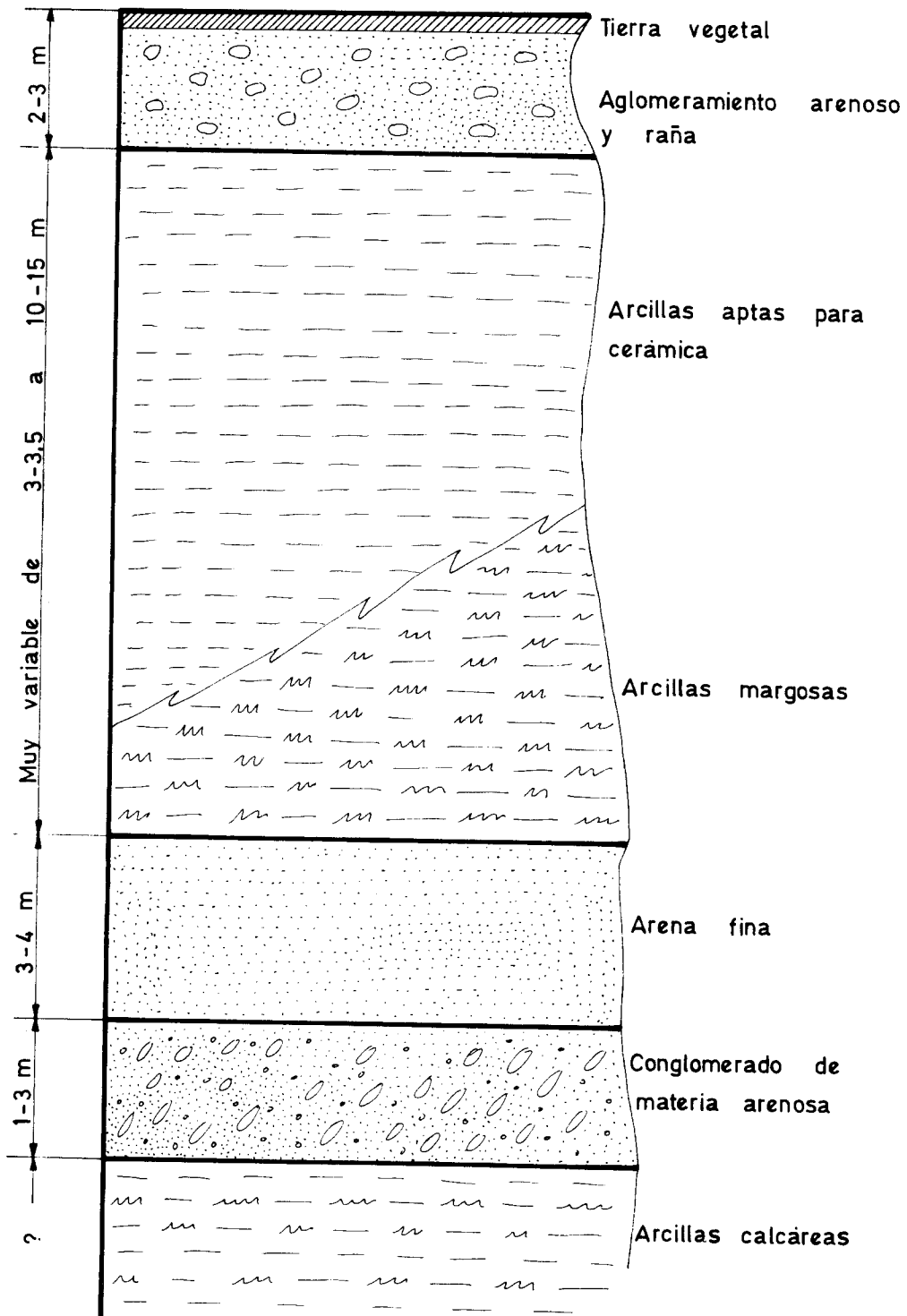
Las arcillas que componen este nivel son aptas para la industria cerámica; sin embargo, los frecuentes cambios de facies, unidos a la necesidad de explotaciones superficiales y a la pequeña potencia de la capa arcillosa, exigen numerosos puntos de explotación debido a las escasas reservas de los yacimientos superficiales y a la especial situación económica del sector.

SECUENCIA ESTRATIGRAFICA



CORTE N° 4

SECUENCIA ESTRATIGRAFICA



CORTE N° 5

Teniendo en cuenta las variaciones horizontales, la secuencia estratigráfica más frecuente es la que representa al Corte núm. 5.

Los yacimientos de arcilla industrial se sitúan en los alrededores de León, Villalquimbres, San Andrés del Rabanedo, Chozas de Abajo y Cimanés del Tejar.

2.2.1.4.— MARGAS, ARENISCAS Y ARCILLAS

Representa el nivel litológico característico de Tierra de Campos y Villalpando—Sahagún, cubriendo menos superficie en la de Villafáfila—Valencia de Don Juan.

Constituye la cobertura superficial de una extensa planicie cultivada de cereales en la que apenas existen afloramientos. De colores rojizos y ocre. Forman un conjunto heterogéneo con espesores muy variables, generalmente pequeños, sin aprovechamiento industrial. (Fotografía núm. 1).

2.2.1.5.— ARCILLAS ARCOSICAS, ARENAS Y ARCILLAS

Pertenecientes al tránsito Vindoboniense Inferior al Superior, constituyen, en conjunto, una serie de niveles arcilloso—arenosos con preponderancia del feldespato potásico y arenas de grano grosero.

Se encuentran irregularmente repartidas en las facies de Villafáfila—Valencia de Don Juan y Villalpando—Sahagún, en esta última solamente en algunos retazos aislados. El alto nivel de impureza de las arcillas las hace inadecuadas para usos cerámicos.

2.2.1.6.— MARGAS YESÍFERAS Y CALIZAS

En el extremo suroccidental de la Hoja (cercañas de Palencia), aparecen los terrenos superiores del Mioceno, constituidos por margas yesíferas y arcillas coronadas por plataformas tabulares de calizas atribuidas al Pontense. Son las evaporitas propias del interior de las cuencas endorreicas, depositadas en épocas de sequía por evaporación de las aguas superficiales del mar interior.

Las margas yesíferas constituyen un nivel litológico de 90 a 150 metros de espesor, formado por intercalaciones de margas blancas, margas yesíferas, calizas margosas y arcillas, con predominio del yeso en algunos puntos. Los bancos de arcilla interestratificados son de espesor muy variable, hasta 20 m, explotándose para productos cerámicos en los alrededores de Palencia.

La caliza Pontense, llamada también Caliza de los Páramos, se sitúa principalmente en la cabeza de los cerros a alturas superiores a 900 m, dando, por efectos de la erosión, una superficie plana horizontal típica. De espesor muy variable, oscila entre 1 y 30 m, es de color gris blanquecino, a veces algo margosa, compacta y pisolítica. En general, está interestratificada con margas yesíferas, es cavernosa y se encuentran en ella geodas de calcita y abundantes caparazones de moluscos.

Se encuentra únicamente en un pequeño afloramiento en el extremo suroccidental de la Hoja, aunque su desarrollo lo alcanza fuera del área de estudio donde se explota como roca industrial para la obtención de cal y cemento.



Foto 1.— Tierra de Campos (Palencia)

2.2.1.7.— RAÑAS

Se denominan rañas a los depósitos laminares masivos, provocados por mantos de agua en el Villafranquiense (Hernández Pacheco, 1957). Se trata de un gran manto heterogéneo formado por cantos subredondeados de cuarcita, arcillas sabulosas rojizas y arenas, que cubren casi el 40 por ciento de la Hoja.

Dentro de su irregularidad se observan tres franjas de Norte a Sur, limitadas por los cauces de los ríos que al socavar el manto superficial ponen al descubierto los sedimentos inferiores. La zona occidental va desde las proximidades de León a Benavente con espesores muy variables entre algunos decímetros y 80 m, cubriendo la región del Páramo Leonés.

El manchón central, muy irregular por la erosión fluvial, tiene como vértices Mansilla de las Mulas, Cubillas de Rueda, Sahagún de Campos y Valderas. La erosión cuaternaria produce una morfología dendriforme, dejando al descubierto los materiales inferiores. De características litológicas semejantes a la anterior, es menos potente, con variaciones de espesor muy pronunciadas de unos puntos a otros.

La tercera zona de rañas se encuentra en la parte oriental y es una franja irregular que va desde las proximidades de Guardo hasta Palencia, variando de espesor de Sur a Norte desde 1—5 m en Palencia a más de 40 m en Guardo donde alcanza su máximo desarrollo.

En general, estos depósitos pliocénicos se encuentran formando terrazas semejantes a las cuaternarias, de las que se distinguen por su especial morfología, en superficies planas algo inclinadas, y por los materiales que las constituyen.

2.2.2.— CUATERNARIO

El Cuaternario se encuentra representado en la Hoja en las terrazas fluviales y en las cuencas actuales de los ríos. Procede de la denudación de las rañas y materiales terciarios parcialmente lavados y depositados por gravedad.

Representan un conjunto heterogéneo de cantos poligénicos de cuarcita, junto con gravas de diverso tamaño y arenas. Destacan por su heterometría, situación y redondez de los granos, constituyendo, en ocasiones, grava y arena aprovechables para usos industriales, previa clasificación granulométrica.

2.3.— ROCAS METAMORFICAS

Solamente se pueden considerar como rocas metamórficas los materiales paleozoicos del extremo suroccidental de la Hoja. Son sedimentos ordovícicos y silúricos con un metamorfismo regional que, en algunos puntos, alcanza las facies de las pizarras mosqueadas pero, en general, más bajo.

2.3.1.— ESQUISTOS Y PIZARRAS

Son las rocas más abundantes de los sedimentos paleozoicos. Se diferencian bien

dos facies según su esquistosidad y abundancia de mica.

Los micaesquistos de Morales del Rey son rocas muy foliadas, de color gris claro, fuertemente replegadas, con intercalaciones de cuarcita que constituyen el borde de la cuenca, surgiendo discordantemente de los materiales terciarios en apuntes irregulares hasta adquirir su máximo desarrollo fuera de la Hoja. Al Norte de estos esquistos, aparecen las pizarras de Alija del Infantado, tabulares compactas, con menor grado de metamorfismo e intercalaciones de bancos de caliza marmórea. Son de color gris azulado, arcillosas, con esquistosidad menos marcada.

2.3.2.— CUARCITAS

Entre las pizarras y esquistos se intercalan capas de cuarcita de poco espesor, 1–2 m como máximo, de color gris amarillento. En las proximidades de Benavente, surgen entre los sedimentos neógenos unos bancos de cuarcita de más de 4 m de espesor que se aprovechan para áridos, mientras que en el resto de la hoja no se explotan debido a su menor importancia.

2.3.3.— CALIZAS

Se encuentran entre las pizarras de Alija del Infantado unas hiladas de caliza interestratificadas entre pizarras, con potencias aproximadas de 3 m, dirección E 40°–S y 50° E de buzamiento. Algo metamórficas, alcanzan su mayor desarrollo fuera de la Hoja; dentro de ésta, han sido aprovechadas para la obtención de cal. Su potencia e impurezas impiden su beneficio como mármoles.

3.— YACIMIENTOS Y EXPLOTACIONES DE ROCAS INDUSTRIALES

Definiremos para cada una de las sustancias (Arcillas y Aridos) unas zonas como unidades con entidad propia.

En cada una de estas Zonas se han agrupado como conjunto homogéneo un número mayor o menor de yacimientos que presentan una serie de características comunes tales como:

- Proximidad geográfica.
- Unidad de centros consumidores.
- Unidad de nivel explotado.
- Método de explotación.

No se consideran aquellos yacimientos en los que nunca hubo explotación de tipo alguno.

- Para cada una de estas áreas analizaremos:
 - a) Ubicación y límites.
 - b) Accesos.
 - c) Reservas: Evaluación
 - d) Análisis: Calidades.
 - e) Métodos de explotación y tecnología.
 - f) Resumen y posibilidades económicas.

3.1.— PANORAMA GENERAL DEL SECTOR ROCAS INDUSTRIALES

Dentro de la Hoja 19 no existe otra minería que la de Rocas Industriales recogida en este trabajo. En rigor se trata de una Hoja litológicamente muy monótona y pobre de modo que, aún dentro de las Rocas Industriales, el repertorio de explotaciones activas se limita a las arcillas (39 explotaciones) y a las arenas y gravas (12 explotaciones).

Las explotaciones de arcillas, ligadas todas ellas a plantas de cerámica roja, son de muy escasa dimensión en general (del orden de 5.000 Tm/año. Ver Cuadro núm. 8). No está en marcha ninguna aplicación de estas arcillas que se salga del marco de la Cerámica de Construcción.

El total de la producción de arcillas en la Hoja durante el año 1972 asciende a 353.205 Tm, con un valor estimado del orden 21,2 millones de pesetas.

Las reservas de arcillas para cerámica roja son del orden de 420,4 millones de m³.

En cuanto a las graveras, sólo 12 de ellas están anejas a una planta de áridos, cuyo destino es en general la preparación de hormigones. Ver Cuadro núm. 9.

Existen también casos de utilización para bases y pavimentos de firme de carreteras.

El total de la producción es del orden de 154.000 m³, y su valor estimado es de 3,8 millones de pesetas.

En definitiva, las producciones de ambas rocas industriales se integran en el Sector Construcción.

En los Cuadros núms. 10, 11 y 12, se refleja una panorámica de conjunto de los Sectores Arcillas y Áridos.

Existen dentro de la Hoja yacimientos de calizas que han sido explotadas como rocas ornamentales y para la producción de cal, pero actualmente se encuentran cerradas sus explotaciones.

Las pizarras, también existentes, difícilmente presentarán interés industrial.

3.2.— ARCILLAS

Desde el punto de vista industrial las arcillas se pueden definir como rocas sedimentarias de naturaleza plástica, aspecto terroso y grano fino (0,004 mm), fácilmente triturables y pulverizables, constituidas por un grupo de minerales cristalinos resultantes de la descomposición de otras rocas preexistentes. Esto les confiere una composición química a base de silicatos hidratados de alúmina y/o magnesia.

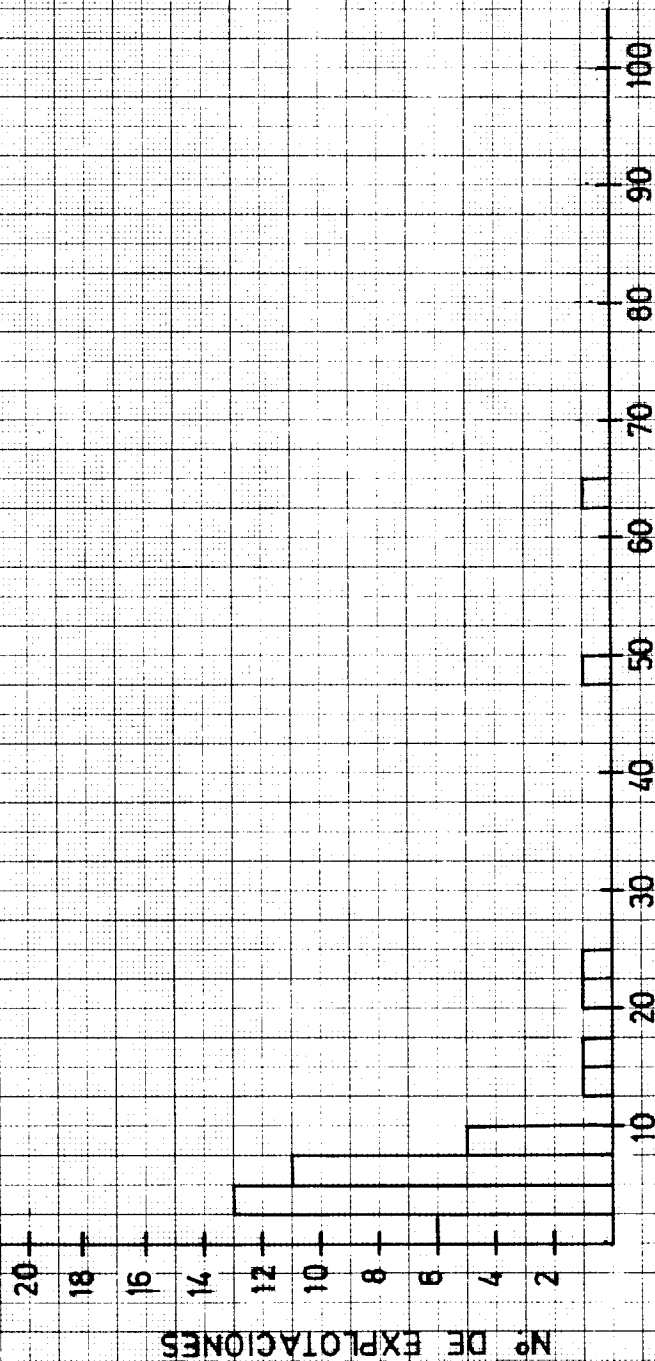
Los grupos constitutivos más importantes son:

Caolinita, montmorillonita, illita, entre los plásticos; y otros no plásticos como cuarzo, feldespato, mica, compuestos de hierro, etc.

3.2.1.— CARACTERÍSTICAS

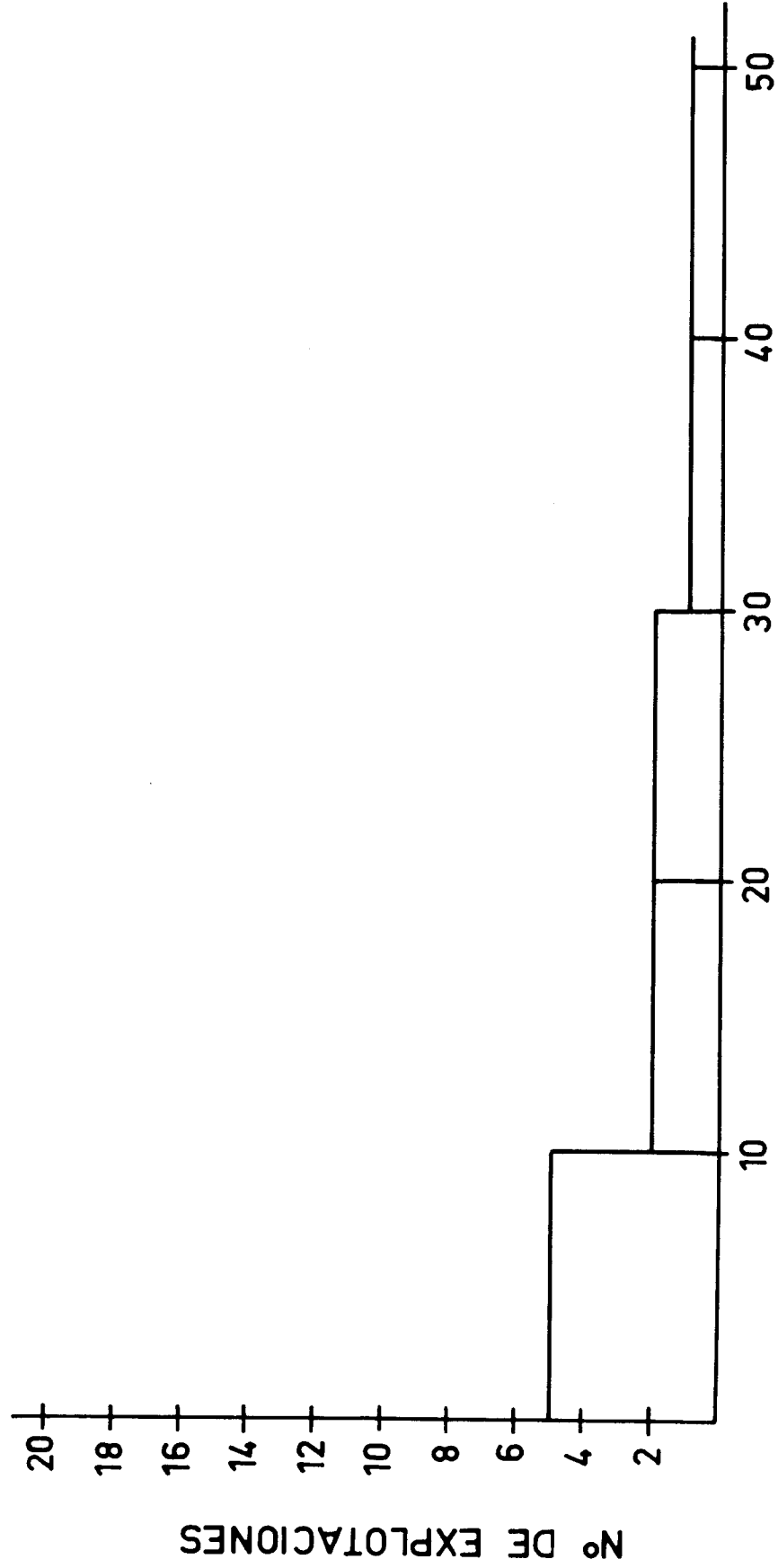
Como se ha dicho, las arcillas de la zona se utilizan exclusivamente para Cerámica.

CUADRO Nº 8 EXPLOTACIONES DE ARCILLA : DIMENSIONES PRODUCIDAS



DIMENSION $\times 10^3$ t/año

CUADRO N° 9	EXPLOTACIONES DE ARIDOS : DIMENSIONES PRODUCIDAS
-------------	--



DIMENSION	$\times 10^3 \text{ m}^3/\text{año}$
-----------	--------------------------------------

CUADRO Núm. 10

ARIDOS: YACIMIENTOS Y EXPLOTACIONES

Zonas	Yacimientos	Explotaciones	
		Activas	Abandonadas
Río Porma	3	1	0
Río Esla	12	4	6
Río Torio	0	2	0
Río Bernesga	6	2	1
Río Orbigo	6	1	0
TOTAL	27	10	7

CUADRO Núm. 11

ARCILLA: YACIMIENTOS, EXPLOTACIONES Y PLANTAS

Zonas	Yacimientos		Explotaciones Núm.		Plantas Cerámicas (Nº)
	Nº	Reservas x 10 ⁶ m ³	En Activo	Abandonadas	
Cimanes	2	30,8	1	7	1
Villaquilambre	6	16,4	8	2	8
Villacé	4	84,6	3	0	3
S. Andrés de Rabanedo	11	10,8	5	9	5
Saludes	9	6,2	4	4	4
Páramos	4	61,4	8	0	8
TOTAL	36	210,2	29	22	29

CUADRO Núm. 12

PLANTAS DE TRATAMIENTO DE ARIDOS

Río	Nombre	Municipio	Potencia Instalada-kW	Personal	Explotación	Producción (m ³)
Torio	Iasa	Villaquilambre	335	10	Activa	40.000
	Abelardo	Villaquilambre	59	10	Activa	23.000
Porma	Villaverde	Mansilla Mayor	78	7	Activa	21.000
Bernesga	M. Iglesias	Vega del Infanzón			Abandon.	
	Félix Prieto	Villaturiel	20	3	Activa	3.000
	Peryflor	Villaturiel			Activa	6.000
Esla	Aridos Ardon S.A.	Ardon	78	3	Activa	52.000
	Citrea	Ardon	135	3	Activa	12.000
	Botas	Villaornate		1	Activa	3.000
	Valencia López	Villafer			Abandon.	
Cea	Hermanos Juanes	Mayorga de Campos	5,5	2	Activa	20.000
Orbigo	Cosensa	Cebrones del Rid		7	Activa	6.500
Las correspondientes a MZOV no se reflejan por no destinar sus productos a la venta. Se desconocen los datos numéricos de las casillas dejadas en blanco.						

El terreno de estos barreros está compuesto, principalmente por arcilla pura, que opera como aglutinante del conjunto de sustancias minerales que constituyen el barro a moldear. El barro, o sea la mezcla de arcilla y agua, acusa normalmente la presencia, en pequeñas cantidades, de óxido de hierro, magnesio y carbonato cálcico; siendo este último elemento el que mayores oscilaciones tiene dentro del barro y a la vez el enemigo principal de la industria cerámica.

Las concentraciones calíferas en la arcilla, que no suponen roca firme, sino un enriquecimiento del tramo arcilloso con penetraciones de tipo más bien travertínico, reciben en la zona el nombre de caleño (o caliche). Cuando estos gránulos son superiores a 3—4 mm, una vez la obra cocida, se produce la hidratación de los gránulos de carbonato

de cal con el consiguiente aumento de volumen. El perjuicio en las piezas fabricadas es tan sensible que puede llegar a destruirlas totalmente.

La solución técnica para un barro de este tipo, consiste en realizar un molido previo para conseguir un grano muy fino, de forma que aunque se produzca la hidratación en estas partículas, no lo haga con energía suficiente como para disgregar la estructura cerámica.

Respecto a la plasticidad, presenta un valor grande para la arcilla fuerte o grasa, disminuyendo en la arcilla arenosa o magra. La arcilla fuerte sufre en la concción una alta compresión que hace menos rentable el proceso. Por otro lado la arcilla arenosa presenta grandes dificultades de moldeo. Por ello, el tratamiento es distinto para cada tipo, estando la mejor solución en una mezcla proporcionada de ambas calidades si las hubiera.

Es frecuente el tratamiento que los ceramistas denominan como "pudrir" la arcilla. Consiste en almacenar la arcilla recientemente excavada y dejarla reposar durante varias semanas a la intemperie. Beneficia particularmente a la plasticidad, disgregando la arcilla en pequeñas partículas que faciliten la absorción de agua. Esta reacción no puede simularse por disgregación mecánica de la arcilla cruda.

Para terminar con esta descripción general de la arcilla cerámica de la zona, debe citarse el caso, a veces frecuente, de encontrar piedras en el barrero, procedentes de un nivel de grava mal definido. Si el tamaño de los guijarros es grande puede separarse manualmente, pero en el caso de que sea pequeño es recomendable utilizar un molino especial de cilindros ranurados que separa automáticamente las piedras.

3.2.2.— ESTRUCTURA DEL SECTOR

Se distinguen para las arcillas 6 Zonas de interés que se denominan:

Cimanes del Tejar
Villaquilambre—León
Villacé
San Andrés del Rabanedo—Chozas
Saludes de Castroponce—Benavente
Los Páramos—Palencia.

Existen otras explotaciones en puntos dispersos de la Hoja 19 cuyo estudio detallado no se considera.

En cada zona se delimitan una serie de yacimientos, para cuya definición se han utilizado criterios tecno—geológicos, señalados en el apartado 3.1. Geológicamente, en muchos casos se trata del mismo nivel de arcilla pero desde el punto de vista minero tienen personalidad propia.

3.2.3.— EVOLUCION HISTORICA DEL SECTOR

Un análisis previo a las posibilidades de concentración y renovación tecnológica del Sector se realizará en el apartado 4.1.

Puede resultar útil a la hora de juzgar el retrasado nivel artesano en que se encuentran algunas de las industrias, recordar brevísimamente dos antecedentes históricos

que han sido condicionados por los recursos locales de arcilla: la alfarería árabe y el adobe.

La explotación de arcilla en la Hoja objeto de estudio data de la época de la invasión árabe, siendo ellos quienes dieron gran impulso a la alfarería y fabricación de teja con materiales localizables en la zona. Perduran huellas de la existencia de hornos de este tipo, e incluso algunas explotaciones manuales de hoy están fundadas o son restauración de antiguos hornos árabes, en las proximidades de León. Para la cocción de la teja, utilizaban los hornos llamados "hormigueros", por tener el hogar y parte del conjunto sumergido bajo tierra.

La tradición cerámica de la población leonesa se manifiesta por el número de canteras explotadas y abandonadas, así como por los nombres de muchas localidades: Cimanés del Tejar, Navatejera, etc.

Dentro de esta pincelada histórica debemos mencionar también el adobe. Es mezcla en proporciones convenientes de arcilla, paja y agua, secada al sol y utilizada para la elaboración de ladrillos y muros.

Para la obtención de ladrillos, en un molde especial o "adobera" se introduce la pasta para comprimir y nivelar. El producto permanecerá después 6—7 días secando al sol, aireándose simultáneamente. (Ver fotografía núm. 2).



Foto 2.— Fabricación de adobe

En el caso de construcción de muros la técnica es distinta ya que se trata de un proceso de trabajo "in situ" por medio de un encofrado rudimentario. La pasta es comprimida por varios hombres provistos de mazos y situados en su interior. Queda reforzada la consistencia final mediante una matriz de grava, evitada la erosión con una capa de barro y paja fina o grosera según se construya en León o Palencia. Las cualidades de aislamiento térmico de este material de construcción son excelentes debido a su

estructura celular. Su utilización venía impuesta por razones económicas, ya que resultaba más rentable disponer de los recursos naturales que adquirir materiales de más calidad, pero más caros. Hoy está cayendo en desuso este tipo de construcción.

El futuro del sector se encuentra en las directrices de concentración, reestructuración y renovación tecnológica que se estudian en el ya citado apartado 4.1. En el caso de la Hoja 19, se encuentran en el área recursos sobrados de arcilla para atender todos los condicionantes espaciales de mercado y de calidad necesarios para atender la demanda de una extensa área geográfica que incluye León, Palencia, Valladolid y Zamora.

3.2.4.— YACIMIENTOS DE ARCILLA

3.2.4.1.— CIMANES DEL TEJAR

a) Ubicación y Límites

Área que está situada al Noroeste de la Hoja 19, y se extiende desde el Norte de Villanueva de Carrizo, hasta el arroyo del Valle de Azadón, con una longitud aproximada de 6 Km. Tiene una forma muy alargada, orientada de Norte a Sur, pues su anchura media se reduce a 250 m; las cotas se disponen entre 900 y 960 m. Su superficie es de $22 \times 10^6 \text{ m}^2$.

La zona óptima del yacimiento corresponde al tramo intermedio, entre Cimanos del Tejar y Azadón, coincidiendo en ella el máximo número de parámetros exigibles a este tipo de minería.

b) Accesos

Como se aprecia en el Mapa de León, reducido del Mapa Militar escala 1:50.000, el yacimiento corre a lo largo de la carretera de Villanueva de Carrizo a Espinosa de La Ribera, con riego asfáltico, de 5 m de ancho.

En la mitad superior del yacimiento, es abordable desde la carretera. En otros casos hay que atravesar caminos que pueden llegar a tener 1 Km de longitud y cuyo firme de tierra hace imposible el tránsito en época de lluvias.

c) Reservas: Evaluación

De acuerdo con las observaciones realizadas en las visitas a las diez explotaciones, se aprecia la existencia de una capa irregular de un metro de espesor, con detritus de diversas granulometrías, y no aprovechable. Le sigue a continuación, y en una profundidad de 5 m en el caso más desfavorable, una arcilla acompañada de detritus calizos de diversos tamaños, siendo frecuente el de 2–3 cm. Rebasada esta capa aparece la arcilla que tiene auténtico interés para la tecnología empleada en las fábricas (carentes de molinos). La sección transversal del yacimiento es asimilable a un triángulo rectángulo, cuyas dimensiones corresponden a 250 m de cateto horizontal y 60 m de cateto vertical.

Sin embargo sólo se utiliza en el cálculo de reservas una potencia media de 14 m útiles, por resultar desconocida a mayor profundidad. Las reservas totales resultantes son así de $30,8 \times 10^6 \text{ m}^3$.

d) Análisis: Calidades

A partir de una muestra que se consideró representativa de la zona, tomada en el paraje Valdevarfoyes de Villanueva del Carrizo, se realizaron los análisis de granulometría por sedimentación y un análisis químico completo. El conjunto se expone en el apartado 3.2.5.

e) Métodos de explotación: Tecnología

Tradicionalmente se explotó de forma manual el yacimiento para tejas, con dos hombres en plantilla. El arranque se realizaba un día en cada 12. En época lluviosa no se operaba.

Algunas de las tejas mencionadas fueron mecanizando la fabricación, pero la puesta a punto del canal del Orbigo dio lugar a la expropiación de sus terrenos.

En el tramo Sur del yacimiento, existen dos explotaciones abandonadas hace 2—3 años por problemas personales de los propietarios. Para el beneficio de la arcilla utilizaban traíllas remolcadas por tractor, extemo al que nos referimos con más detalle en el apartado 3.2.4.6.

Actualmente la cantera denominada La Guindalica, situada en Azadón, mantiene un ritmo de producción normal dentro del ambiente en que se mueve esta minería de León.

Esta explotación ataca el frente en tres bancos de 4 m de altura de frente, mediante una pala excavadora—cargadora sobre neumáticos (ver esquema núm. 1).

f) Resumen y posibilidades económicas

Son explotaciones de dimensión reducida, trabajando muy por debajo de las posibilidades que ofrecen las reservas, pero que resultan suficientes en el contexto económico local.

Al margen de esta utilización local sólo cabría una revalorización del yacimiento en virtud de aplicaciones específicas de alto valor económico que serían objeto de estudio especial, ya que la ladrillería normal tiene fuerte competencia por distar de los centros de consumo más importantes del área (La Bañeza y León).

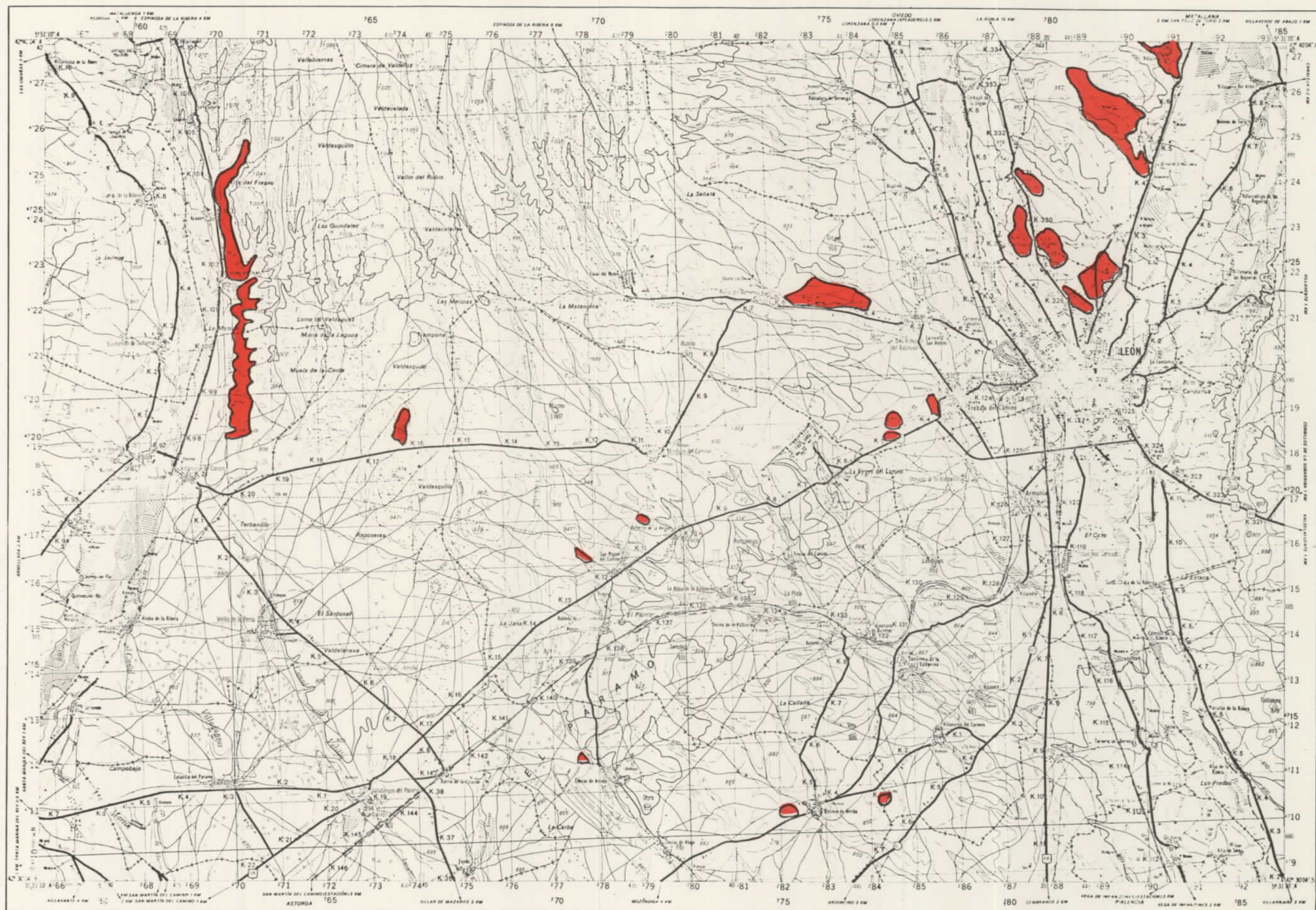
3.2.4.2.— VILLAQUILAMBRE—LEON

a) Ubicación y Límites

Situado entre las carreteras N—630 (en fase de ensanche a 12 metros) y la comarcal León—Matallana, se encuentra el conjunto de yacimientos que abastece de productos cerámicos a la capital leonesa desde la antigüedad.

En la parte Norte de León, y contiguos al término municipal de Villaquilambre existe un total de 6 yacimientos con una superficie conjunta de $2,74 \times 10^6 \text{ m}^2$, que afectan a las localidades de León, Navatejera, Villaquilambre y Villasinta.

El mayor de estos yacimientos ocupa una superficie de $1,5 \times 10^6 \text{ m}^2$ y el menor se estima en $0,08 \times 10^6 \text{ m}^2$.



b) Accesos

A pesar de estar ubicadas las explotaciones en las proximidades de las carreteras antes mencionadas, existe un acceso dificultoso, en algunos casos por ser obligado el uso de caminos carreteros. En las más próximas al centro de la zona, este recorrido nunca es superior a los 150 m. Sin embargo, las auténticas dificultades se producen con motivo de la época lluviosa, por carecer de firme casi todos los caminos.

c) Reservas: Evaluación

Las reservas totales suman $16,44 \times 10^6 \text{ m}^3$, siendo la del mayor yacimiento de $9 \times 10^6 \text{ m}^3$. El yacimiento más próximo a Navatejera tiene mermadas sus reservas por haber sido explotado en 6 puntos distintos, pese a tener una superficie de $0,46 \times 10^6 \text{ m}^2$.

Algunos yacimientos importantes, como los del Monte San Isidro, tienen totalmente ocupada su superficie por una plantación de encinas perteneciente a la Excelentísima Diputación de León.

d) Análisis: Calidades

En la muestra correspondiente a la zona de Villaquilambre—León, se realizaron los análisis más completos.

- Granulometría por sedimentación.
- Análisis químico completo.
- Aptitud de la arcilla para fabricar ladrillo.
- Contracción y porosidad en el secado.
- Determinación de la plasticidad por el método de Rieckke.
- Margen de cocción.

Se expone en conjunto en el apartado 3.2.5.

e) Métodos de explotación: Tecnología

Las explotaciones activas, en número de 7, atacan al frente con talud forzado. Las labores de arranque y carga generalmente corresponden a la misma maquinaria. Es usual en la zona la pala Nordest con potencia de 35 Cv de la que obtienen buenos resultados.

El yacimiento de Villasinta, situado justo en el límite Norte de la Hoja 19, se prolonga hacia la Hoja 10 (Mieres), encontrándose en él una explotación manual activa, que abastece a un horno hormiguero de fabricación de teja, resultado de la restauración de un antiguo horno árabe.

f) Resumen y posibilidades económicas

A la vista de la situación geográfica que se aprecia en el Mapa de León, y de una distribución de explotaciones y densa dentro del yacimiento, pueden extraerse con facilidad unas conclusiones muy interesantes.

Se trata de empresas pequeñas, casi familiares, con trabajos por temporada y una tecnificación que podríamos catalogar como media dentro de la Hoja 19. Su plantilla es del orden de 1 obrero por cantera (20 en la Cerámica anexa), y produce de 4 a 5.000 Tm/año. Comparte su actividad empresarial en la Cerámica, con otro tipo de actividades.

(Cabe también el extremo opuesto, en el que el dueño asume el nivel total de encargado, administrativo y obrero).

Del marco anterior se sale totalmente "Cerámica de Rubiera S.L." La explotación, que pertenece al grupo Rubiera, S.L., está regida por 2 Directores Técnicos auxiliados por un Gabinete de Proyectos. Su producción es de 17.000 Tm/año. La plantilla es de 55 hombres y la potencia instalada, de 90 kw.

El futuro de las explotaciones de esta zona estriba en una reestructuración y concentración de las situadas en Villaquilambre, en número de 6, de modo que permita un nivel empresarial y tecnológico adecuado. Ver apartado 4.1.1.

3.2.4.3.- VILLACE

a) Ubicación y Límites

La Zona denominada Villacé, por ser éste el núcleo urbano más importante en el área, se dispone en forma longitudinal en la margen derecha de la carretera local de Villamañán y Villibañe. Pertenece el conjunto a la hoja 194 escala 1:50.000 del Mapa Nacional.

La longitud total del yacimiento es de 6 km, con anchuras que oscilan entre 300 y 900 m. Presenta una discontinuidad a la altura de San Esteban de Villalcabiel, tramo que no incluimos en las reservas pese a pertenecer lógicamente al mismo nivel arcilloso, como se observa en el mapa.

Su superficie total es de $2,82 \times 10^6 \text{ m}^2$, correspondiendo al yacimiento mayor, $1,40 \times 10^6 \text{ m}^2$.

Alejado del conjunto, en Grisuela del Páramo, existe otro yacimiento que se cita por estar incluido en la misma hoja 194, aunque no forma parte de la unidad que aquí se estudia. Ver mapa de Santa María del Páramo.

b) Accesos

Los accesos desde Villamañán, atravesados por la que será en un plazo máximo de dos años carretera de acceso a León y Asturias, con pista de 7 m de ancho y dos arcones de 2,5 m, se realizan mediante una carretera de macadam de 4 m de ancho que pasa por Villacé, Villalcabiel y Villibañe. En el intermedio entre la carretera y el yacimiento está el arroyo del Valle de Fontecha, afluente del Esla por su margen derecha. Existen varios caminos que comunican dicha carretera con el yacimiento.

c) Reservas: Evaluación

En el capítulo de reservas, se estima un total de $84,6 \times 10^6 \text{ m}^3$. La cara vista del yacimiento ofrece una fuerte pendiente, que facilita la explotación en cantera, por el método de bancos sin un gasto elevado de preparación.

De las dos explotaciones de que tenemos referencia, la situada en Villibañe, tiene 17 m de potencia, mientras que la cantera existente en Villacé (ver anexo fichas) explota 15 m. Existe un pozo de abastecimiento de agua para la Cerámica, situada a pie de cantera, en la que se observó la existencia de 90 m de arcilla de distintas calidades hasta alcanzar el nivel acuífero.



De todos los datos recibidos, extraemos la conclusión de que existen reservas superiores a las que datamos como seguras, aunque no es objeto del presente informe un cálculo más profundo de las reservas ya que se saldría fuera del ámbito del estudio.

d) Análisis: Calidades

A partir de la muestra extraída en la explotación activa sita en Villibañe, se realizaron los análisis de granulometría por sedimentación y de componentes químicos. En conjunto aparece en el apartado 3.2.5.

e) Método de explotación: Tecnología

La explotación de las dos canteras activas se realiza por el método de bancos con talud forzado debido a la gran potencia existente y a la relativa uniformidad en calidad de arcilla. Ver Esquema núm. 1. Solamente se recurre a la mezcla en los casos en que resulta muy arenosa, previo apilamiento de los materiales. Dado que las disponibilidades cuantitativas de materia prima son mucho mayores que las de tratamiento o mercado para el producto acabado, es factible arrancar un banco arenoso previamente y pasar a otro más graso después, procediendo por último a la mezcla de las dos calidades.

En ningún caso las explotaciones llamadas de bancos son ortodoxas desde un punto de vista minero, careciendo de delimitaciones como las observadas en el Esquema núm. 1.

El yacimiento de Grisuela del Páramo es la única explotación en corta que aparece en la Hoja 19.

f) Resumen y posibilidades económicas

El futuro económico de estas reservas estriba en la explotación de los mercados de León, Benavente y La Bañeza, todos ellos situados a 30 km y su consecución depende fundamentalmente de la puesta a punto de técnicas apropiadas que aumenten el rendimiento de la fabricación.

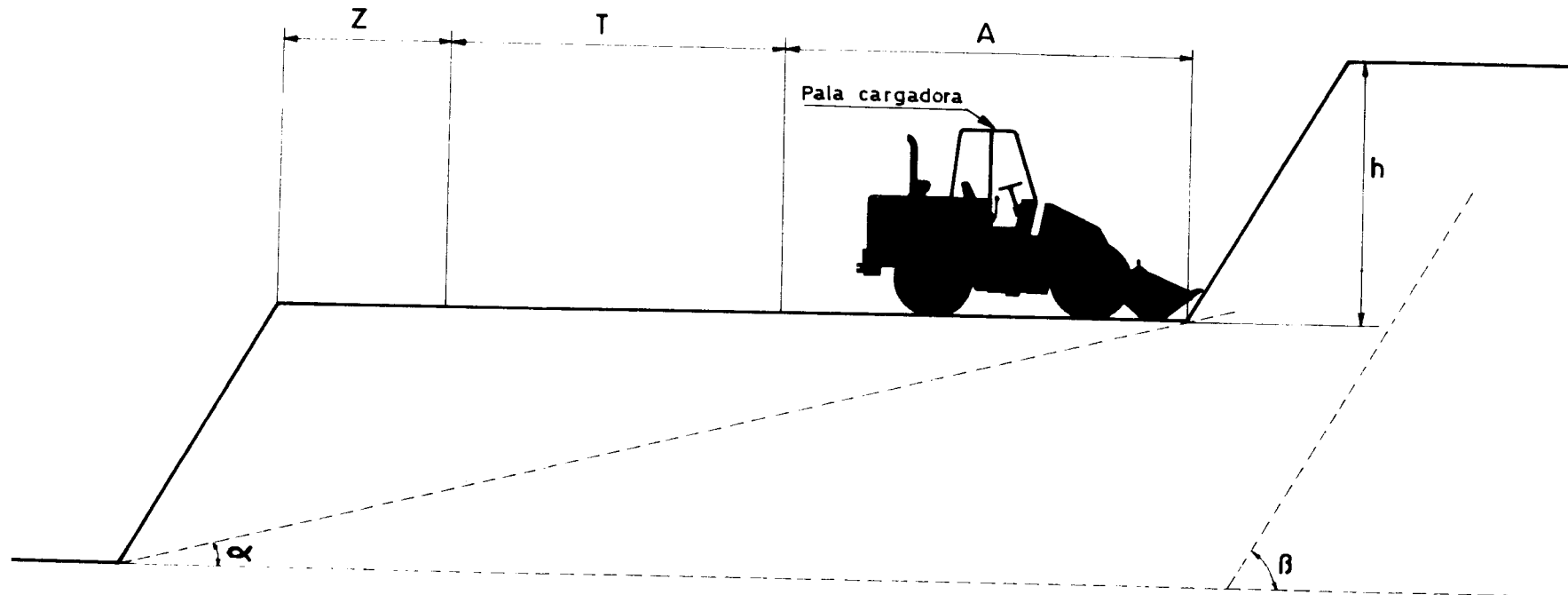
La actitud de los pequeños empresarios locales hacia una reestructuración que permita unidades de producción rentables no es, según nuestros sondeos de opinión, desfavorable.

Se sugiere, pues, como en casos anteriores, una reforma tecnológica amplia, intentando aprovechar las inversiones existentes. Una forma de conseguirlo es lograr que las actuales palas trabajen simultáneamente en los distintos bancos, lo cual en ningún caso puede disminuir el rendimiento. Se cita como método de explotación el correspondiente a bancos, ya que la potencia del yacimiento y la resistencia de los materiales así lo requieren. La relativa homogeneidad de la arcilla no implica una explotación total del frente, siendo necesario realizar análisis en distintas cotas para tomar una decisión al respecto.

Puede considerarse de gran porvenir este yacimiento, en particular debido a la inquietud que reina entre las autoridades competentes de León, sobre el Desarrollo e Industrialización de la Provincia.

Efectivamente, aunque a primera vista pueda parecer que su situación geográfica no favorece excesivamente un desarrollo económico satisfactorio (se recordará que es zona de Páramo), existen posibilidades de un efecto inmigratorio, y por tanto un relanzamiento de la Construcción.

ESQUEMA N°1



- Z Zona de seguridad
- T Zona de camino de volquetes
- A Radio de giro de la excavadora
- h Altura del banco
- α Angulo del talud de trabajo (Une los pies de los bancos en la fase de trabajo)
- β Angulo del talud final de la explotación (Une los pies de los bancos en la fase final)
- a Anchura del banco $a = Z + T + A$

De esta forma el yacimiento tendría como misión secundaria abastecer lagunas importantes dejadas por otros más próximos a centros actuales de consumo. En este sentido tiene a su favor la equidistancia de 30 km a León, Benavente y La Bañeza. También podría satisfacer las necesidades de pequeños núcleos turísticos regionales como Valencia de Don Juan.

3.2.4.4.— SAN ANDRÉS DEL RABANEDO—CHOZAS

a) Ubicación y Límites

Situados en el Oeste y Suroeste de León capital, aparecen un conjunto de 12 yacimientos con irregular dispersión dentro de la zona. El mayor de ellos tiene $0,82 \times 10^6$ m² de superficie siendo el más importante del grupo, y el menor $0,14 \times 10^6$ m². El total suma $1,72 \times 10^6$ m².

La distancia considerable (hasta 13 km) de algunos de estos yacimientos a los puntos donde se encuentran ubicadas las fábricas que utilizan esta materia prima para producir cerámica de construcción, supone una gran servidumbre económica por el encarecimiento del transporte.

Se cita la doble generación de las explotaciones del yacimiento:

Una tomando como base las situadas entre San Andrés del Rabanedo y el Ferral del Bernesga, así como las de Trobajo del Camino, que fueron alejándose en búsqueda de arcilla por agotamiento o imposibilidad de explotar los terrenos circundantes; al seguir esta búsqueda hallaron los que dentro del yacimiento zonal quedan más apartados de León. Es de notar que en la mayoría de los casos no actuaron basándose en calicatas, sino en otras explotaciones previas que habían sido abandonadas mucho tiempo atrás.

La otra generación de yacimientos está constituida por antiguos tejares trabajados a mano e independientes de los grandes centros de consumo, establecidos en lugares cuya calidad y acceso resultaba óptimo para el objetivo local previsto.

b) Accesos

Están próximos a las carreteras N-120, León—Astorga, y a la local que une León con La Bañeza. Ambas tienen firme especial con 7 m de ancho la primera, y 5 la segunda. En casos aislados es necesario recorrer varios km de pista sin firme para tener acceso a las anteriores.

Tal como están concebidas hoy las explotaciones, y la búsqueda de materia prima llevada a cabo por los fabricantes de ladrillos, los accesos son deficientes en general, como producto de una reacción coyuntural y sin concepciones empresariales de carácter amplio.

c) Reservas: Evaluación

El total de reservas evaluadas es de $10,86 \times 10^6$ m³, siendo el mayor de $4,92 \times 10^6$ m³. La media se estima en $0,99 \times 10^6$ m³.

Hacemos constar que las reservas particulares (correspondientes a terrenos comprados o alquilados por el ceramista) se fueron agotando en los últimos años debido al incremento de consumo.

d) Análisis: Calidades.

Se realizó el análisis granulométrico y químico de la muestra extraída en Chozas de Abajo correspondiendo a la explotación abandonada de Cuesta—Luzar. Los resultados se ofrecieron en el apartado 3.2.5.

e) Métodos de explotación: Tecnología

Las explotaciones, tienen sistema de arranque, cargue y transporte combinados a partir de las mismas máquinas palas cargadoras entre 30 y 125 Cv, con cucharas de capacidades entre 0,5 y 1,2 m³, trabajando directamente en el frente y cargando sobre camión en casos de canteras próximas a fábrica, la misma pala hace un desplazamiento de 50 m de media para depositar su carga en la tolva de almacenamiento de la Cerámica (Ver fotografías 3 y 4).



Foto 3.— Explotación por el método de bancos

En el momento en que se alejaron las canteras de la Cerámica, se recurrió a la contrata de camiones que realizan un transporte en lanzadera viéndose en la necesidad de hacer recorridos todo terreno. Es el caso concreto de la explotación que tenía en activo Cuesta Luzar en las inmediaciones del cementerio de Chozas de Arriba (Chozas de Abajo).

f) Resumen y posibilidades económicas

Hoy solamente se puede pensar en una explotación racional de arcillas para volúmenes superiores a 25.000 Tm/año, con especialización en cierto tipo de ladrillos que son susceptibles de transporte en un radio superior a los 100 km. Nos referimos al ladrillo de cara vista en diversos colores; a productos intermedios como la bovedilla para forjados, etc.

Esto aumentaría el valor añadido de la arcilla con posibilidad de crear industrias satélites que ultimarían el proceso de fabricación.



Foto 4.— Explotación tercer banco

Dentro de este yacimiento se encuentra la Cerámica de mayor capacidad, del orden de 25.000 Tm/año, de la provincia de León dentro de la Hoja 19. Situada cerca de Trobajo del Camino, se vio en la necesidad de recurrir a diversos barreros (ver Anexo fichas). Problema similar se les está planteando a otras Cerámicas activas en la zona.

El número de explotaciones activas es de cinco, con una producción total de 30.200 Tm, contrastando con nueve abandonadas. Según la estimación hecha, la Cerámica Cuesta—Luzar, produce el 56 por ciento del total de esta zona.

Las explotaciones abandonadas pasan a ser explotadas de nuevo por las activas, a las que se puede atribuir dos tendencias económicas:

La primera, llevada a cabo por Cuesta—Luzar principalmente, consiste en ampliar la capacidad y rendimiento de la Fábrica.

La segunda tendencia pretende incrementar el valor añadido del material, procurando pasar a productos más acabados (como forjados) y por tanto más caros. Este propósito lleva paralelamente Cerámica Covadonga y Forjados Moncova, que pertenecen al mismo propietario.

3.2.4.5.— SALUDES DE CASTROPONCE—BENAVENTE

a) Ubicación y Límites

En esta zona se agrupa un rosario disperso de yacimientos que se alinean a lo largo de la carretera N—VI, desde Benavente hasta Saludes de Castroponce. Son en total 9

yacimientos, de los cuales los más importantes son: Saludes de Castroponce al Norte con $0,21 \times 10^6 \text{ m}^2$ y el de Perandones, al Sur.

b) Accesos

Unidos estos yacimientos por la N-VI y con recorridos de 4 km como máximo por carreteras locales de macadam (4 m), el acceso es bueno, soportando bien las inclemencias del tiempo, ya que por caminos deficientes, solamente existe un recorrido de menos de 100 m.

c) Reservas: Evaluación

El total de reservas estimadas es de $6,2 \times 10^6 \text{ m}^3$ correspondiendo al yacimiento de Saludes de Castroponce, $2,52 \times 10^6 \text{ m}^3$; la media de reservas por yacimiento es de $0,82 \times 10^6 \text{ m}^3$. Ver Mapa de Benavente.

En cuanto al yacimiento de Perandones tiene problemas de reservas por cuanto dentro de sus límites inmediatos se ha comenzado a construir una urbanización. No citaremos pues, cifra alguna.

d) Análisis: Calidades

Se analizó la muestra extraída en Benavente en el yacimiento de Perandones. Ver apartado 3.2.5.

e) Método de explotación: Tecnología

Se utiliza un frente de talud forzado trabajando con pala cargadora para el arranque. Una de las explotaciones de Saludes de Castroponce, cuenta con una pala acoplada al tractor, disponiendo de subsolador y pala cargadora. Explota por bancos, pero extrayendo material de la plataforma, en lugar del frente de explotación.

f) Resumen y posibilidades económicas

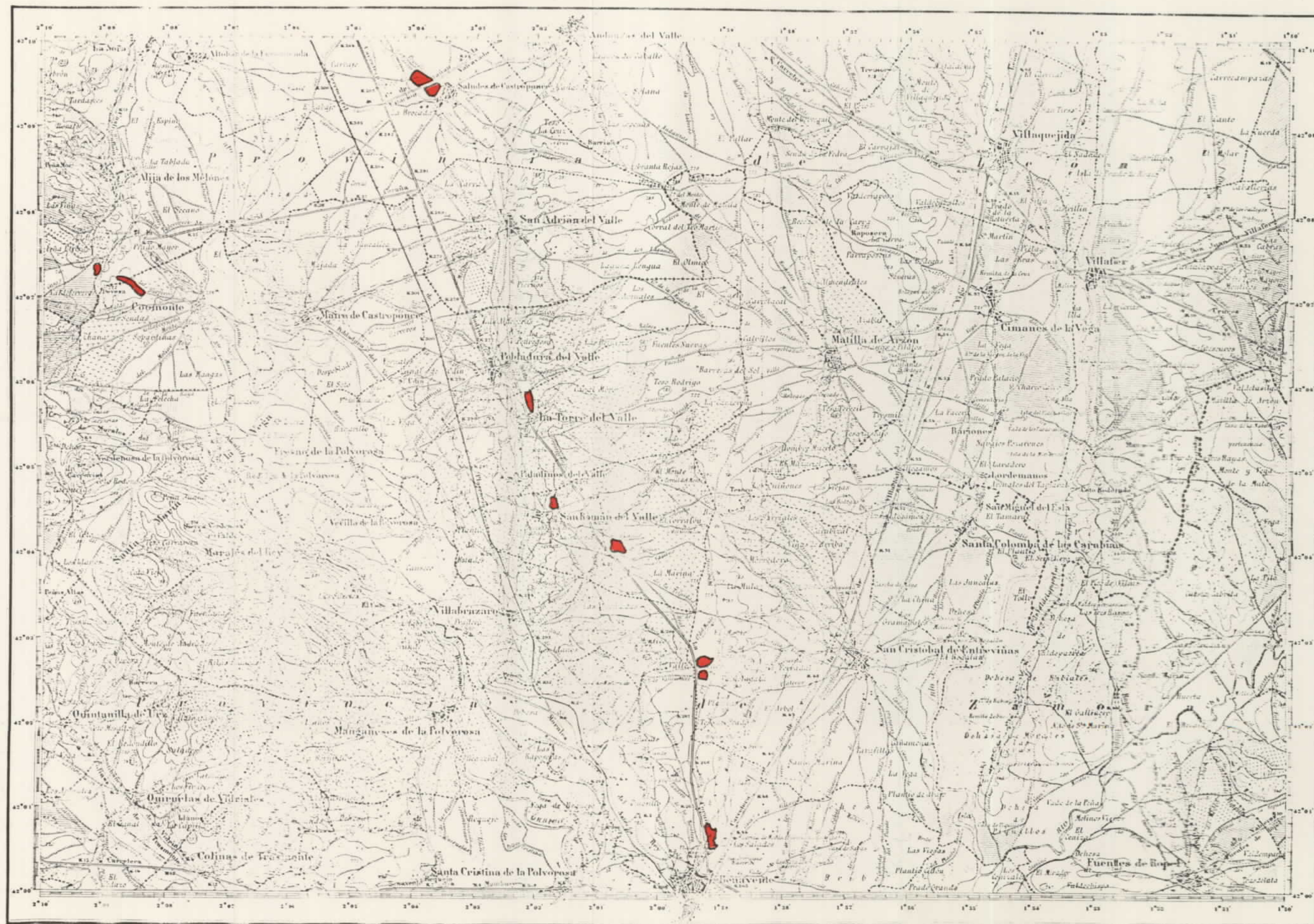
Siendo Benavente un gran centro de consumo, y equidistando de éste y de La Bañeza el yacimiento de Saludes de Castroponce, es de suponer que sobrevivan las pequeñas explotaciones atendiendo al mercado local. No es de esperar un avance momentáneo del Sector arcillero de la zona.

Debe destacarse sin embargo el hecho de que una de las cerámicas abastecedoras de Benavente ve restringidas notablemente sus reservas por la implantación de edificaciones del Ministerio de la Vivienda en su área de trabajo. El asunto se está abordando por la Cerámica, ya que obligaría a un cierre prematuro de la factoría.

3.2.4.6.— LOS PARAMOS—PALENCIA

a) Ubicación y límites

Al norte y oeste de Palencia, y próximos a ella, existen los cerros a los que se hará referencia en el párrafo 3.4. que habla las calizas. Bajo un techo de caliza se encuentra un nivel de marga yesífera y en un nivel inferior a la cota 820 m, aparece la arcilla cuya



explotación ofrece los mejores resultados dentro de la Hoja. Corresponden al Páramo Llano, Cerro del Otero y Páramo de Autilla.

El yacimiento situado al norte de Palencia que consideramos en las reservas tiene 2,5 km de ancho y 5,8 km de largo, con una superficie total de $4,27 \times 10^6 \text{ m}^2$.

Hacemos mención dentro de la hoja 273 del Instituto Geográfico y Catastral, aunque fuera del yacimiento citado, de las reservas existentes en Paredes de Nava, Fuentes de Nava y El Serrón de Grijota, contando con explotaciones activas en cada una de ellas. Su importancia es mucho menor que la del norte de Palencia dada su distancia a este núcleo de población.

b) Accesos

La red de carreteras comarcales C-612, C-613, C-615 junto a las nacionales N-610 y N-611 ofrecen magníficos accesos primarios hacia las más importantes fábricas situadas en el Otero. Muchas son prácticamente abordables desde la N-611 y otros casos existe una pequeña desviación que generalmente es inferior a los 500 m. Se exceptúan las situadas en Paredes de Nava y Fuentes de Nava, a las que presentamos menor atención. La existente en el Serrón, por estar situada en un cambio de rasante, tiene un acceso peligroso. Las carreteras, con capa asfáltica, se conservan en buen estado.

Haremos constar que debido a la ubicación especial de las cerámicas y canteras y a las técnicas empleadas, padecen los rigores del tiempo con menor intensidad que otras zonas peor dotadas.

c) Reservas: Evaluación

El volumen de reservas estimado en las arcillas del Páramo Llano y Cerro del Otero ofrece un valor de $59,8 \times 10^6 \text{ m}^3$. El total de la hoja 273 del Instituto Geográfico y Catastral es de $61,42 \times 10^6 \text{ m}^3$. Ver Mapa de Palencia.

d) Análisis: Calidades

La muestra fue extraída en el paraje de Viñalta correspondiente a la explotación denominada Santa Teresa. Se realizaron los análisis de granulometría y análisis químico, además de un ensayo de aptitud de la arcilla para fabricar ladrillo. Ver 3.2.5.

e) Método de explotación: Tecnología

En el área correspondiente a la provincia de Palencia abunda la traílla remolcada por tractor.

La explotación ofrece generalmente un talud inferior al 30°/o (ver fotografía núm. 5) y el recorrido del tractor se hace en dos pasadas, una ascendente hasta la cota más alta y otra en recorrido inverso descendente hasta el piso de la cantera. El proceso inicial se verifica sin traílla, haciendo uso de desgarradores o subsoladores para aflojar el material, siendo necesario en algún caso el riego previo de la superficie de trabajo. A continuación se remolca la traílla y en la primera pasada actúa en vacío, cargando la traílla durante el descenso. Al final la misma traílla vuelca su carga en una tolva de almacenamiento situada en forma de foso sobre el piso de la cantera, como se observa en el Esquema núm. 2.

Las traíllas realizan pues la totalidad de las labores de arranque, carga y transporte,

consiguiendo además la uniformidad del material abastecido a la cerámica.

Existe otro método que resulta un caso único en todo el estudio que consiste en una excavadora de cangilones de 25 Cv como se aprecia en el Esquema núm. 3. Consta de:

- a) Un brazo portador de la serie de cangilones.
- b) Un chasis fijo receptor de los materiales, en donde están situados los mandos.
- c) Un sistema de descarga por cinta transportadora.

Se traslada sobre vía y el trabajo de los cangilones se realiza en planos paralelos. Ver fotografías núms. 6 y 7.

La carga se hace mediante pala cargadora sobre neumáticos que también, puede realizar el transporte a tolva por estar la distancia recorrida dentro del límite económico



Foto 5.— Frente de explotación atacado con tractor que remolca trailla

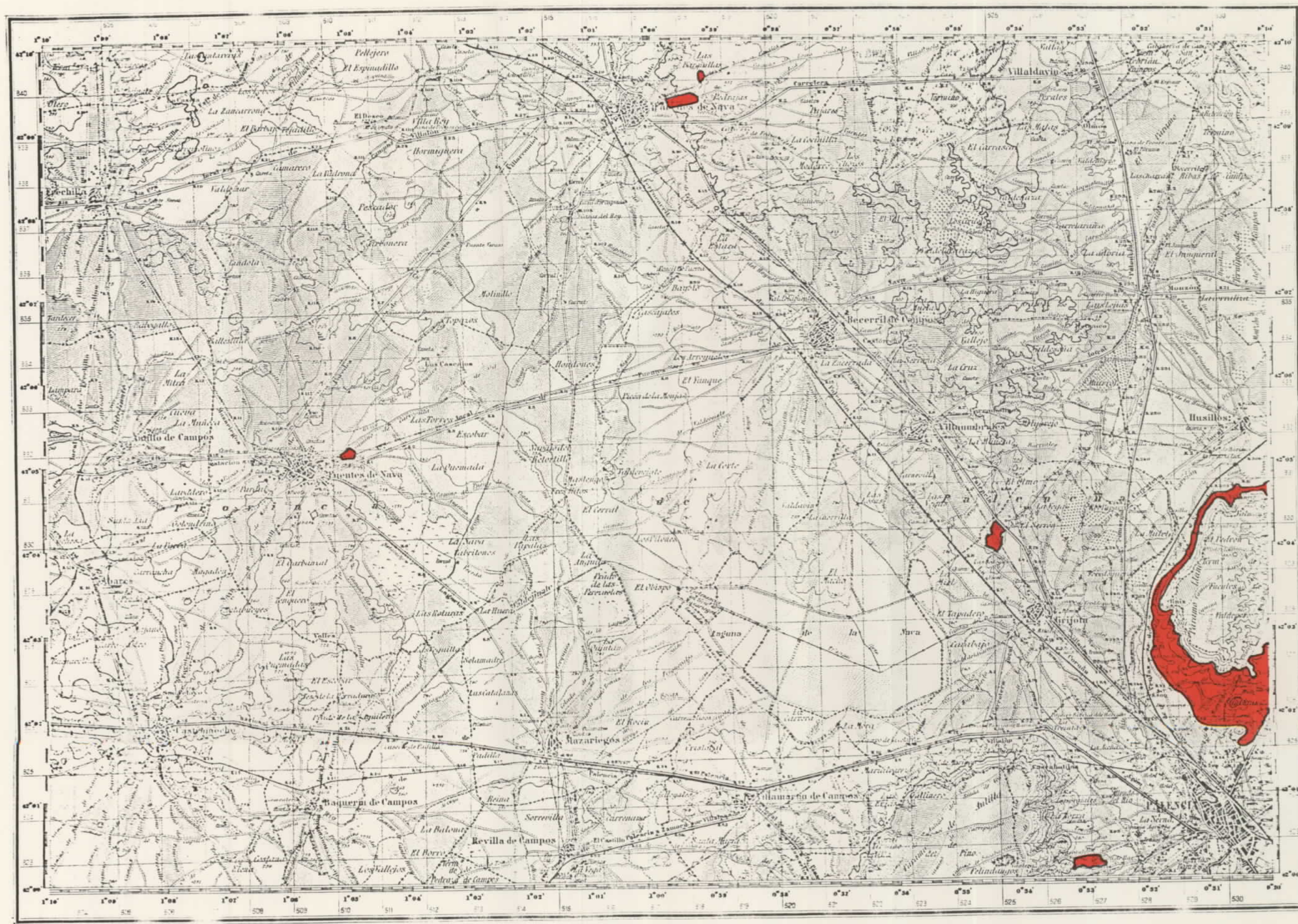
de la pala sobre neumáticos.

f) Resumen y posibilidades económicas

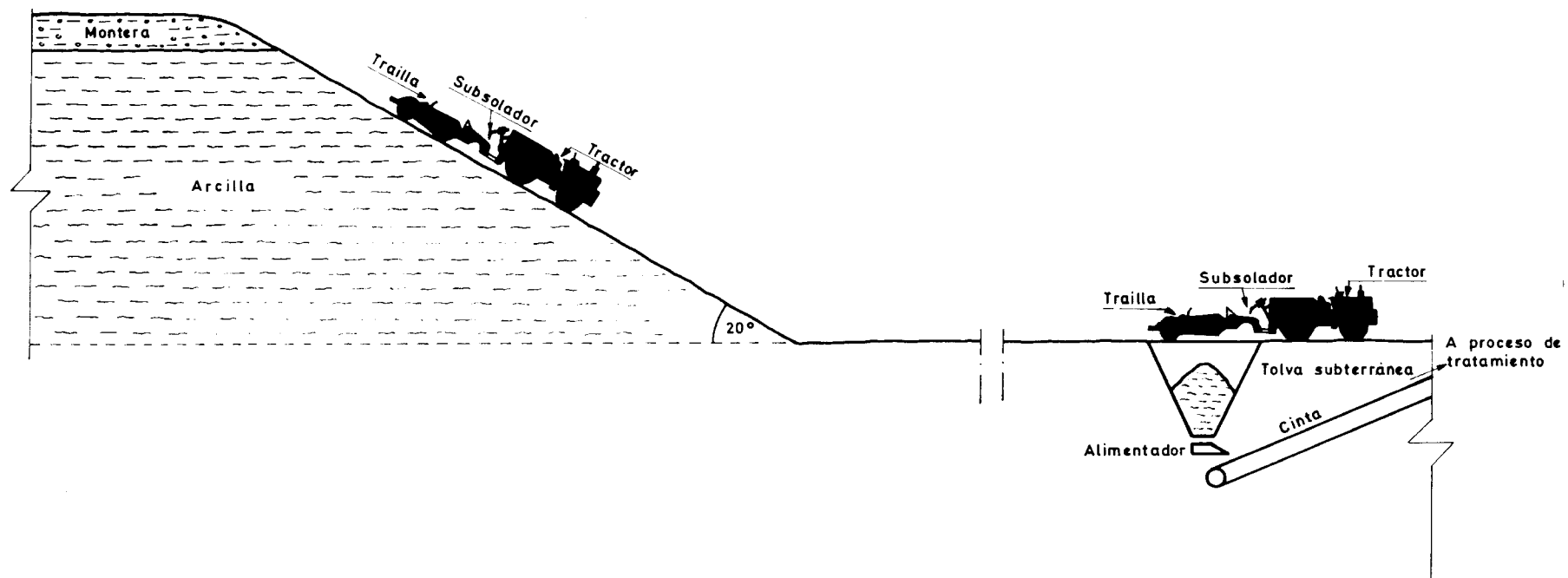
Teniendo en cuenta la multitud de factores citados en los párrafos anteriores (reservas, accesos, tecnología) además de datos de producción muy significativos, resulta claramente la zona mejor aprovechada de la Hoja 19. Sería de desear un aprovechamiento de las materias primas de otras zonas similares al existente en ésta de Los Páramos—Palencia.

Pese a que en Palencia no tiene gran expansión el Sector de Construcción, en el yacimiento del Otero se encuentran las dos Cerámicas más importantes de la Hoja 19, produciendo entre ambas 113.000 Tm de ladrillos diversos, lo cual supera el total de producción del resto de la Hoja 19.

Debido a una mecanización muy amplia de la mayor de ellas, y a una especiali-



ESQUEMA N° 2



ESQUEMA N° 3

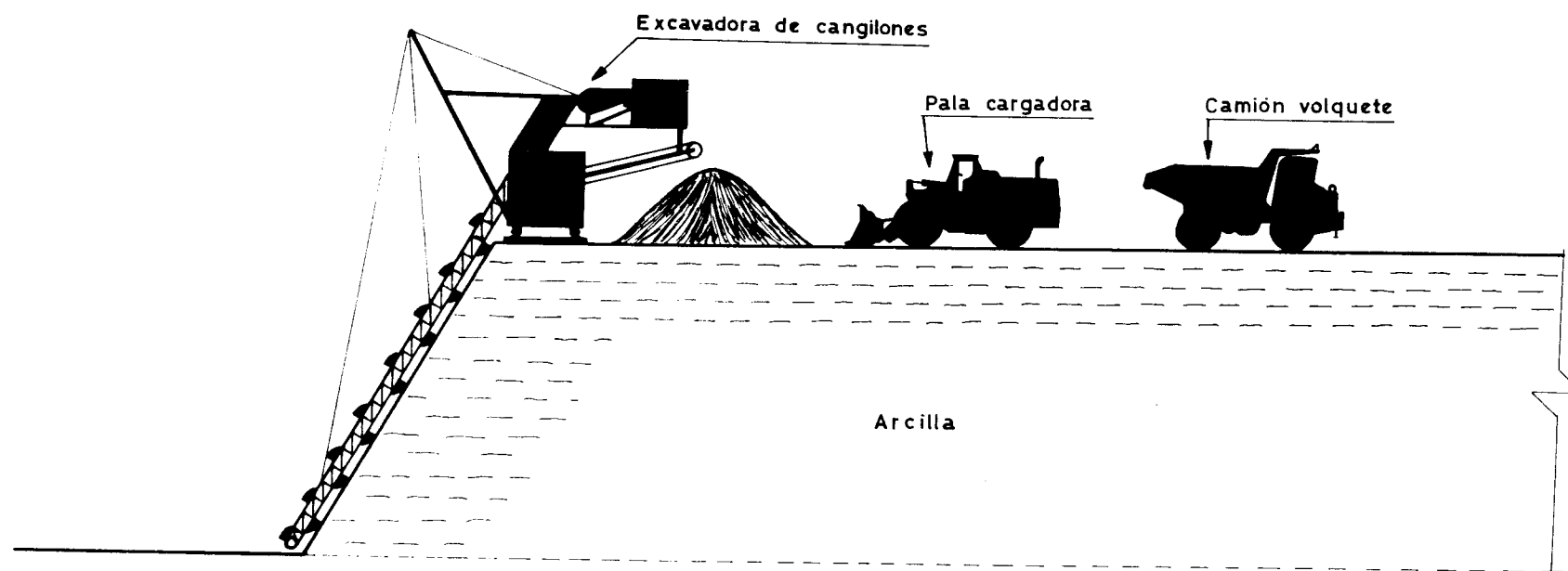




Foto 6.— Explotación por draga con cangilones



Foto 7.— Sistema de ripado en la explotación de cangilones

zación que no es fácil de conseguir en otras Cerámicas más modestas, abarcan un área muy amplia de distribución del producto, alcanzando ámbito regional y abasteciendo centros de consumo tan importantes como Valladolid, León y Palencia.

La relativa proximidad de 47 km a Valladolid (212.000 habitantes) supone el acceso al mercado más importante para las cerámicas de Palencia Capital. Se ofrecen datos fotográficos de la Cerámica Palentina, S.L., observándose su grado de mecanización. Corresponden a las fotografías 8, 9, 10 y 11.

3.2.5.- ANALISIS: CALIDADES

A continuación se expone un informe sobre los ensayos realizados a las muestras extraídas en las zonas de:

- Cimanos del Tejar
- San Andrés del Rabanedo—Chozas
- Vilacé
- Saludes de Castroponce—Benavente
- Los Páramos—Palencia
- Villaquilambre—León

Se determinaron los siguientes ensayos:

- I Molienda
- II Análisis químico
- III Granulometría por sedimentación
- IV Plasticidad
- V Prensado
- VI Secado
- VII Cocción
- VIII Contracción lineal
- IX Contracción de volumen
- X Densidad aparente
- XI Capacidad de absorción de agua
- XII Dilatación en tanto por ciento de productos cocidos
- XIII Diagrama de Bourry
- XIV Análisis térmico Diferencial.

I.- MOLIENDA

Las muestras han sido desecadas en estufa a 110° C y después molidas en molino de bolas durante 24 horas. Después de esta molienda se ha tamizado por el tamiz DIN. 14 de 0,5 mm. Los rechazos han sido molidos posteriormente e incorporados a la totalidad de la muestra a través de dicho tamiz.

II.- ANALISIS QUIMICO

Las determinaciones llevadas a cabo conducen a los resultados que quedan

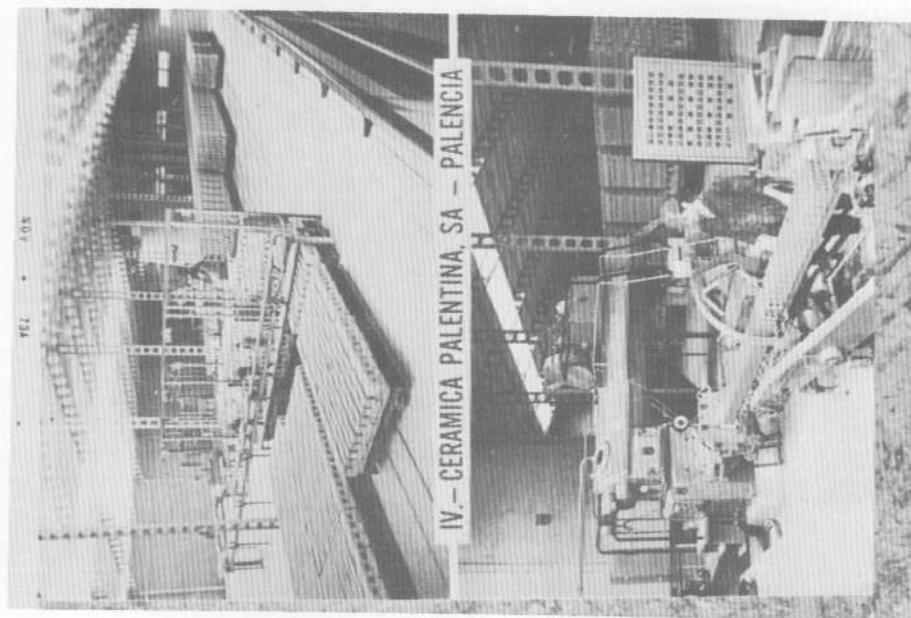


Foto 9. - Carga de producto seco para cocción en el Horno Túnel y Galletera

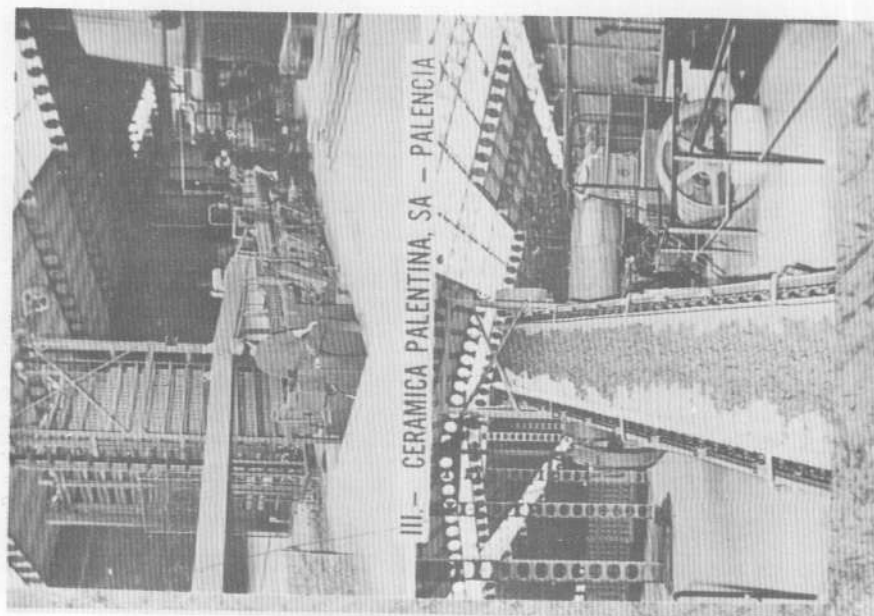


Foto 8. - Línea de corte y Cinta de alimentación a la galletera

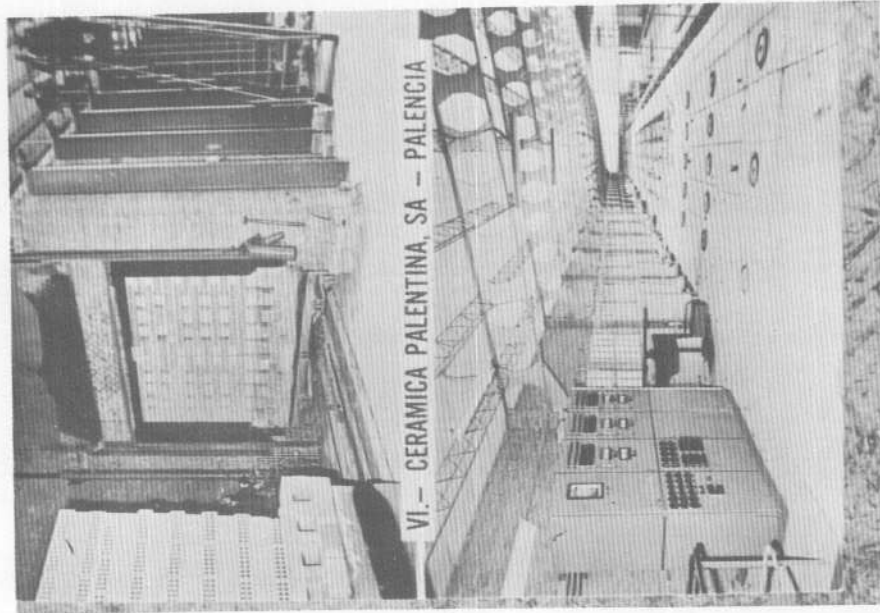


Foto 11.- Dos vistas del Horno Túnel

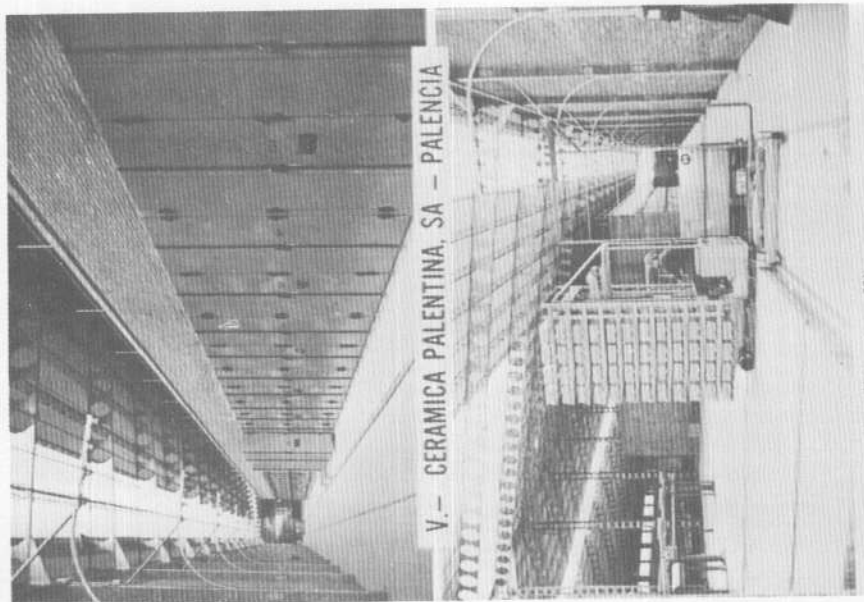


Foto 10.- Vista de Secaderos y Deshornado de los mismos

representados en la tabla 1, habiéndose determinado los óxidos alcalinos por fotometría de llama; óxidos de calcio, magnesio y aluminio por complexometría; óxidos de hierro y de titanio por fotocolorimetría con ácido sulfosalicílico y agua oxigenada respectivamente. Finalmente la sílice por gravimetría, previa insolubilización clorhídrica y posterior purificación fluorhídrica.

III.— GRANULOMETRIA POR SEDIMENTACION

Este ensayo se ha realizado siguiendo el método Andreasen, obteniéndose los resultados, que se expresan en la tabla 2.

IV.— PLASTICIDAD

En la tabla 3 se recogen los valores de los límites de adherencia y de arrollamiento de las dos muestras estudiadas. El índice de plasticidad de Riecke se define como la diferencia entre ambos límites.

V.— PRENSADO

Las muestras, con 8 por ciento de humedad, han sido conservadas en bolsas de plástico cerradas durante 24 horas para homogeneizar la humedad.

Con las arcillas así preparadas se han prensado piezas de 4,5 x 2 x 1 cm aproximadamente, para ser utilizadas en las cocciones que posteriormente se indican.

VI.— SECADO

Las probetas han sido secadas primeramente al aire durante 24 horas, y finalmente en estufa a 110° C. hasta peso constante.

VII.— COCCION

Se han verificado cuatro cocciones a 950, 1.000, 1.050 y 1.100° C en horno eléctrico con una velocidad de subida de temperatura programada de 50° C/h hasta la temperatura máxima, manteniéndose esta temperatura durante 2 horas y enfriando dentro del horno hasta temperatura ambiente.

VIII.— CONTRACCION LINEAL

En la tabla 4 se recogen los valores de las contracciones lineales de las piezas de 4,5 x 2 x 1 cm desde el estado inicial de probetas prensadas húmedas hasta el estado final de probetas cocidas, pasando por la etapa intermedia de secado.

50 TABLA Núm. 1

ANÁLISIS QUÍMICO

Zonas	Muestras	Pérdida por Calcinación a 1.100° C	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	NaO	K ₂ O	TOTAL
Cimanes del Tejar		5,73	63,15	7,43	0,73	16,98	0,74	1,52	0,32	3,11	99,71
San Andrés del Rabanedo-Chozas		3,08	82,28	3,53	0,22	9,33	0,20	0,19	0,25	0,97	100,05
Villacé		4,98	64,94	7,07	0,79	16,38	0,40	1,39	0,40	2,65	99,00
Saludes de Castroponce-Benavente		8,26	58,49	6,32	0,53	17,12	3,05	2,32	0,62	2,62	99,33
Los Páramos—Palencia		9,37	53,54	6,72	0,71	19,00	4,80	2,00	0,50	3,05	99,69
Villaquilambre—León		4,64	67,42	6,46	0,61	15,91	0,79	0,73	0,48	2,75	99,79

TABLA Núm. 2

GRANULOMETRIA POR SEDIMENTACION EN %

Tamaño de Partículas = X_M Zonas	$x > 30$	$25 < x < 30$	$20 < x < 25$	$10 < x < 20$	$5 < x < 10$	$2,5 < x < 5$	$1,575 < x < 2,5$	$1 < x < 1,575$	$0,5 < x < 1$	$x < 0,5$
Cimanes del Tejar	10,1	1,4	5,2	27,9	29,9	15,2	4,8	1,5	0,7	3,3
San Andrés del Rabanedo- Chozas	67,5	0,2	1,4	8,5	7,4	3,8	2,2	2,0	2,1	4,9
Villacé	16,5	1,3	5,0	20,3	22,0	14,1	4,7	4,7	0,8	10,6
Saludes de Castroponce- Benavente	21,9	2,1	2,5	25,3	25,8	11,7	2,7	2,7	0,3	5,0
Los Páramos—Palencia	9,0	0,2	3,5	15,4	24,4	17,0	5,8	6,1	0,7	17,9
Villaquilambre—León	23,8	2,4	6,3	13,2	17,1	12,0	6,2	6,0	0,5	12,5

TABLA Núm. 3

PLASTICIDAD RIECKE

Zonas	Límite de Adherencia Humedad %	Límite de Arrollamiento Humedad %	Índice de Riecke en %
Los Páramos—Palencia	40,36	25,94	14,42
Villaquilambre—León	32,81	21,92	10,89

TABLA Núm. 4

CONTRACCION LINEAL EN %

Zonas		Los Páramos—Palencia	Villaquilambre—León
De húmedo a seco 110° C		0,215	0,00
De seco 110° a cocido	950° C	2,15	2,07
	1.000° C	3,66	3,22
	1.050° C	6,31	4,51
	1.100° C	Reblandece	5,16
De húmedo a cocido	950° C	2,36	2,07
	1.000° C	3,87	3,22
	1.050° C	4,51	4,51
	1.100° C	Reblandece	5,16

IX.— CONTRACCION DE VOLUMEN

En la tabla 5 se recogen los valores de las contracciones de volumen, tanto en estado húmedo como en seco así como cocido a las temperaturas indicadas.

TABLA Núm. 5 **CONTRACCION DE VOLUMEN EN ‰**

Zonas		Los Páramos—Palencia	Villaquilambre—León
De húmedo a seco 110° C		1,48	— 0,16
De seco 110° C a cocido	950° C	9,43	5,37
	1.000° C	10,38	6,17
	1.050° C	14,51	12,50
	1.100° C	Reblandece	16,72
De húmedo a cocido	950° C	10,78	5,13
	1.000° C	11,71	6,07
	1.050° C	15,78	13,38
	1.100° C	Reblandece	16,58

X.— DENSIDAD APARANTE

En la tabla 6 se exponen los resultados de las medidas de densidad aparente realizadas en las probetas cocidas a 950, 1.000, 1050 y 1.100° C. Ensayo efectuado según NORMAS DIN 1.065 y 1.056.

TABLA Núm. 6 **DENSIDAD APARENTE DE PROBETAS COCIDAS EN gr/cm³**

Zonas	Temperaturas			
	950° C	1.000° C	1.050° C	1.100° C
Los Páramos—Palencia	1,80	1,89	1,79	Reblandece
Villaquilambre—León	1,92	2,01	2,14	2,22

XI.— CAPACIDAD DE ABSORCION DE AGUA

En la tabla 7 se representan los resultados correspondientes a la capacidad de absorción de agua en las probetas cocidas a 950, 1.000, 1050 y 1.100° C. Dichos ensayos han sido realizados según NORMA DIN 52.103 método B, en agua hirviendo.

TABLA Núm. 7 ABSORCION DE AGUA EN % SOBRE MUESTRA COCIDA

Temperaturas				
Zonas	950° C	1.000° C	1.050° C	1.100° C
Los Páramos—Palencia	15,37	13,42	10,61	Reblandece
Villaquilambre—León	17,85	10,71	7,26	5,66

XII.— DILATACION EN % SOBRE PRODUCTO COCIDO

Los ensayos de dilatación se han llevado a cabo sobre probetas de 60 mm de longitud y de 10 mm de diámetro aproximadamente, las cuales fueron cocidas anteriormente a la temperatura de 950° C durante 2 horas. El ensayo se llevó a cabo en un apartado System Elektrovarme Institutet, con una velocidad de subida de temperatura de 5° C/min, obteniéndose los resultados que se exponen en la table 8.

XIII.— DIAGRAMA DE BOURRY

La Fig. 1 muestra el diagrama de Bourry realizado en la muestra 19—1—1 correspondiente a la zona Villaquilambre—León.

El ensayo se ha realizado isotérmicamente a la temperatura de 500° C.

La diferencia entre las ordenadas en el origen para las dos curvas corresponde al aire de amasadura. La diferencia de ordenadas entre ambas curvas que constantemente va aumentando a través del tiempo, es el tanto por ciento en volumen de poros que se origina en la pieza durante el secado. Es, en consecuencia, el espacio libre que se va quedando a medida que el agua se evapora, y que la contracción del material no compensa en su totalidad. Esta contracción es ostensible hasta las tres primeras horas de secado, manteniéndose casi constante a partir de este tiempo.

XIV.— ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL

La Fig. 2 muestra los diagramas de A.T.D. realizados en las muestras correspondientes a las zonas Villaquilambre—León (A) y Los Páramos—Palencia (B).

En ellos, dada la sencillez de ambas gráficas, no se identifica de una manera

ostensible los componentes arcillosos de dichas muestras, siendo al contrario muy significativo el pico endotérmico a 570° C, el cual puede considerarse como debido a un apreciable contenido en micas, cuestión esta que está de acuerdo con el valor de hierro que indican los correspondientes análisis químicos.

El otro pico endotérmico a 845° C que presenta la curva (B) es característico de la descomposición de carbonato cálcico componente este que en un grado determinado acompaña la muestra en cuestión, esta observación también tiene su correspondencia con el análisis químico de este mineral, atendiendo a su valor de CaO que en el mismo se indica.

TABLA Núm. 8

DILATACION LINEAL EN ‰

Temperatura en °C	Zonas	
	Los Páramos—Palencia	Villaquilambre—León
20 a 50	0,003	0,003
50 a 100	0,024	0,004
100 a 150	0,058	0,071
150 a 200	0,116	0,132
200 a 250	0,149	0,169
250 a 300	0,184	0,212
300 a 350	0,234	0,259
350 a 400	0,277	0,307
400 a 450	0,327	0,375
450 a 500	0,364	0,415
500 a 550	0,410	0,480
550 a 600	0,480	0,576
600 a 650	0,517	0,588
650 a 700	0,529	0,594
700 a 750	0,545	0,598
750 a 800	0,557	0,604
800 a 850	0,595	0,614
850 a 900	0,596	0,641
900 a 950	0,612	0,644

CURVA DE CONTRACCION

Tiempos (horas) acumulativos	Volumen aparente de la probeta	Volumen (°/o)
0	9,08	100
1	7,94	87,44
2	7,20	77,31
3	6,79	74,78
4	6,78	74,67
5	6,77	74,56
6	6,75	74,34
7	6,748	74,23
8	6,748	74,23
+ 24 horas a 105° C	6,71	73,90

CURVA DE CONTRACCION

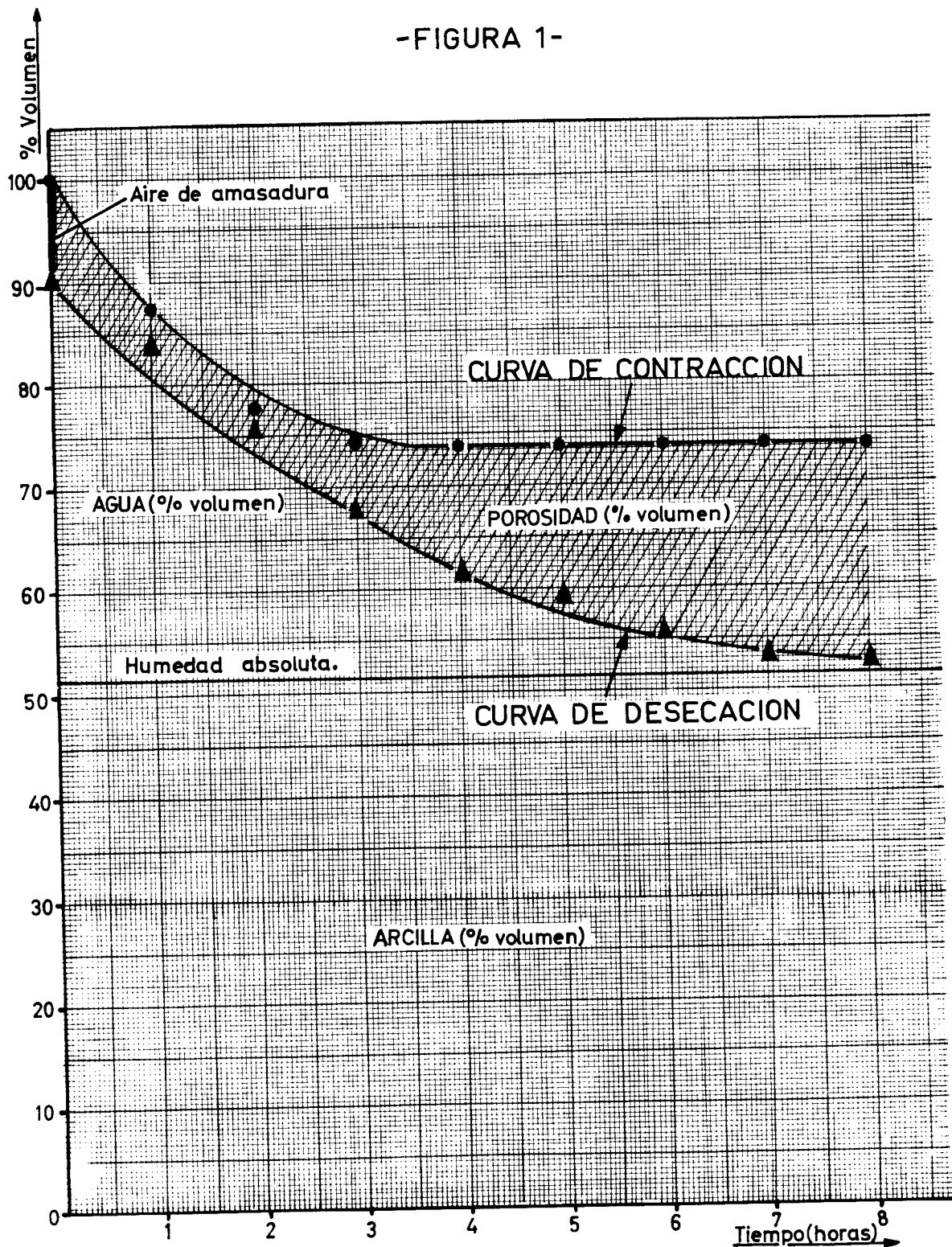
Tiempos (horas) acumulativos	Volumen real arcilla + Volumen de agua (cm)	Volumen (°/o)
0	$4,70 + 4,11 = 8,81$	97,03
1	$4,70 + 2,87 = 7,57$	83,37
2	$4,70 + 2,18 = 6,88$	75,77
3	$4,70 + 1,44 = 6,14$	67,62
4	$4,70 + 0,87 = 5,57$	61,34
5	$4,70 + 0,63 = 5,33$	58,70
6	$4,70 + 0,35 = 5,05$	55,62
7	$4,70 + 0,11 = 4,81$	52,97
8	$4,70 + 0,07 = 4,77$	52,61

DIAGRAMA DE BOURRY

Isoterma a 50°C

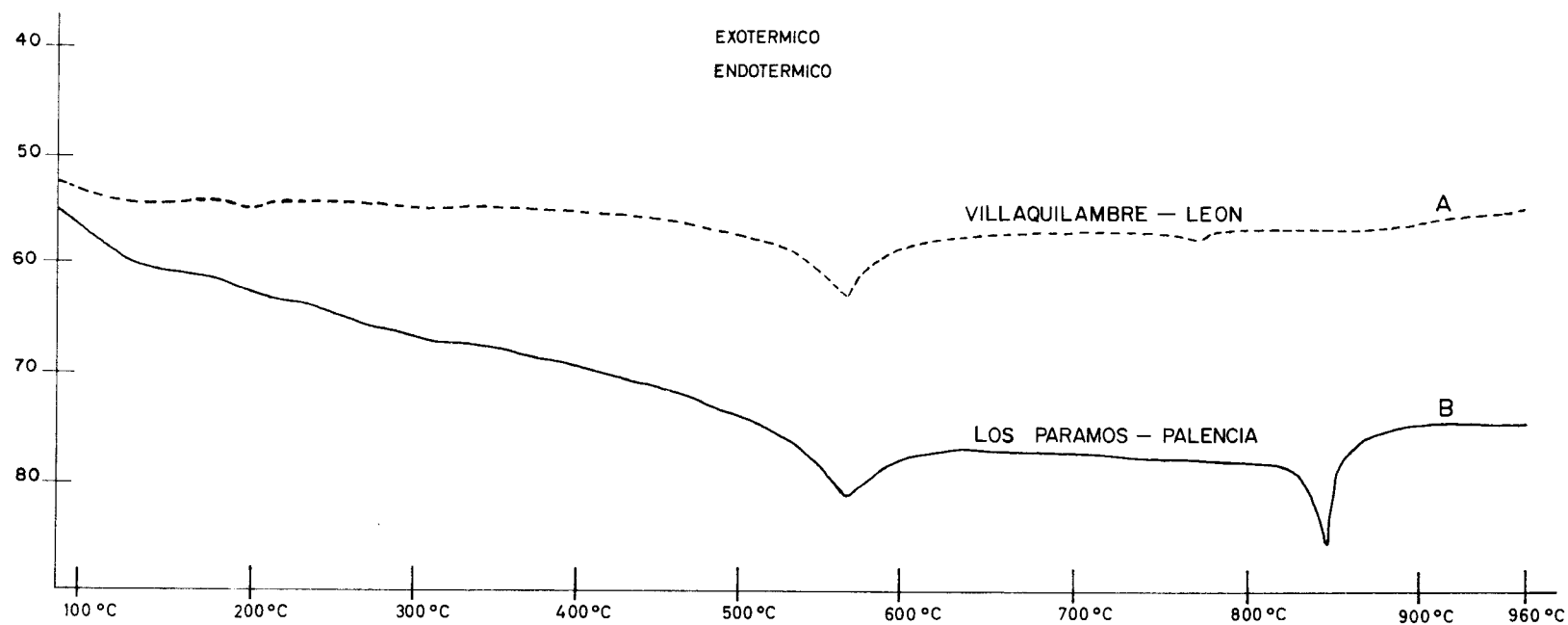
I-810

-FIGURA 1-



I-810

FIGURA 2



3.3.— GRAVAS Y ARENAS

Las arenas y gravas son rocas clásicas cuyos componentes detríticos están sueltos o ligeramente cementados. En el caso de hallarse cementados reciben el nombre de areniscas y conglomerados. Se consideran arenas los detritos comprendidos entre 1/15 mm y 2 mm, y grava, entre 2 y 64 mm.

En la formación de estas rocas, se pueden diferenciar las siguientes fases:

- Meteorización, pasando las rocas del estado masivo al clástico mediante procesos físicos, químicos y biológicos.
- Transporte, ocasionando un cambio en los materiales, tanto en composición como en textura. El transporte para finos sigue la ley de Stokes y para gruesos la ley del Impacto; puede producirse por tracción, suspensión y salto.
- Deposición selectiva, debido a la influencia del transporte.

Los ríos que atraviesan la Hoja 19, por sus características, se clasifican como ríos de valle; en él es donde se verifica la deposición que da lugar a las formaciones apreciadas en el Corte núm. 6.

3.3.1.— METODOS DE EXPLOTACION: TECNOLOGIA

Los métodos de extracción de áridos en los cauces de los ríos están basados principalmente en el uso de la pala retroexcavadora—cargadora, que llega a descender hasta 5 m por debajo del nivel de apoyo de la máquina, como se observa en el Esquema núm. 4. Se trata de máquinas de motor Diesel, que resultan los más indicados para estas aplicaciones.

El método de extracción viene fijado en la Autorización emitida por el Negociado de Aridos de La Comisaría de Aguas del Duero. La segunda condición prescrita dice textualmente:

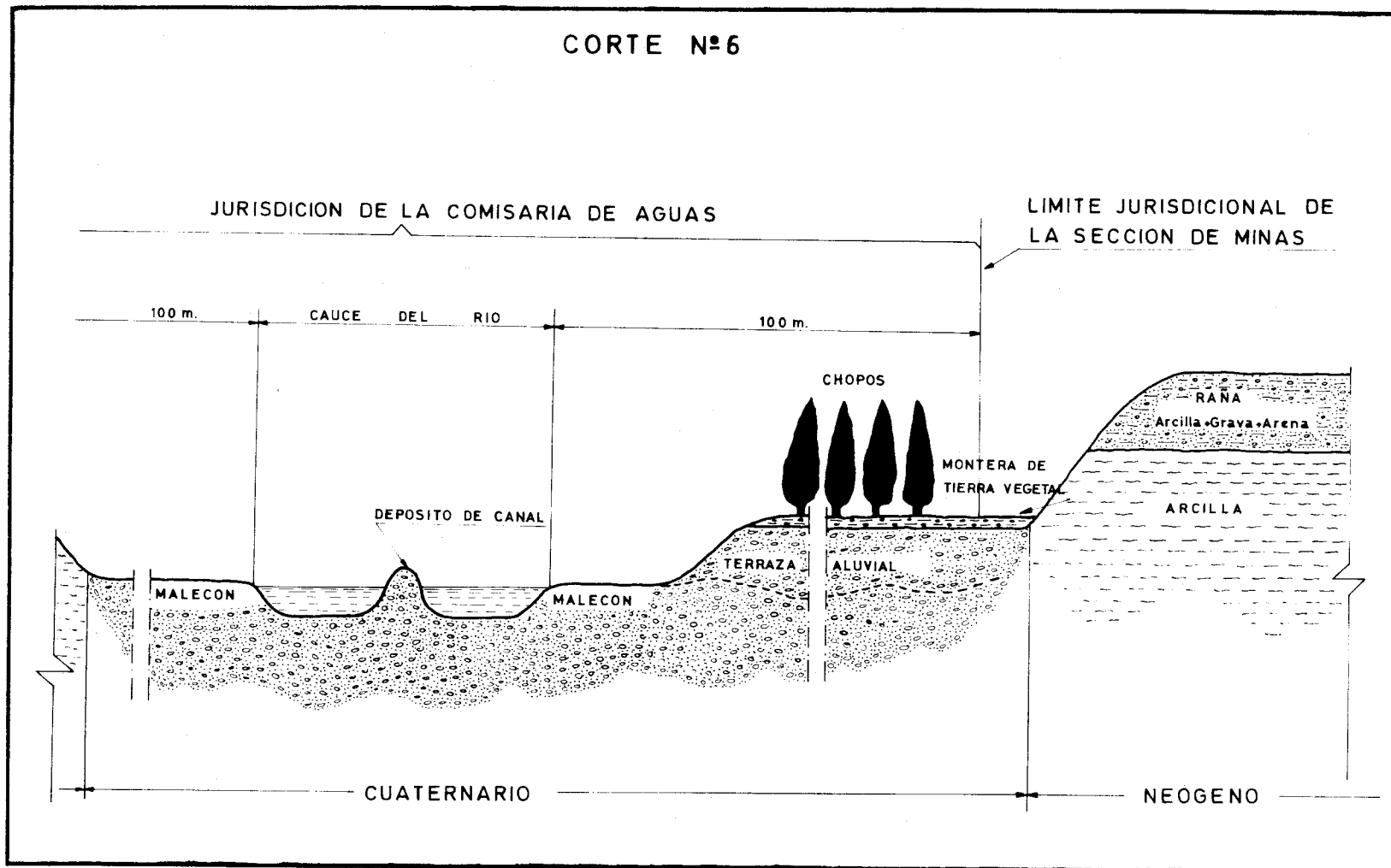
“Las extracciones que se autorizan quedan sujetas a las siguientes condiciones de trabajo :

- a) Únicamente afectarán a la zona central del cauce, debiendo dejarse sin remover las bandas laterales de 5 m inmediatas a las márgenes, propiedades particulares, plantaciones y obras de defensa longitudinales; igualmente se dejará sin remover toda la sección del cauce, en los tramos de 100 m inmediatos a los puentes u otras obras transversales al cauce; en los tramos curvos, se mantendrá sin excavar el tercio del ancho del cauce que forma la zona exterior a la curva.
- b) La profundidad máxima que se podrá excavar será de 1 m sin afectar al lecho consistente del cauce.
- c) Las excavaciones se llevarán a efecto, al menos a media sección y siempre por tajos paralelos a la dirección de la corriente, comenzando por aguas abajo.

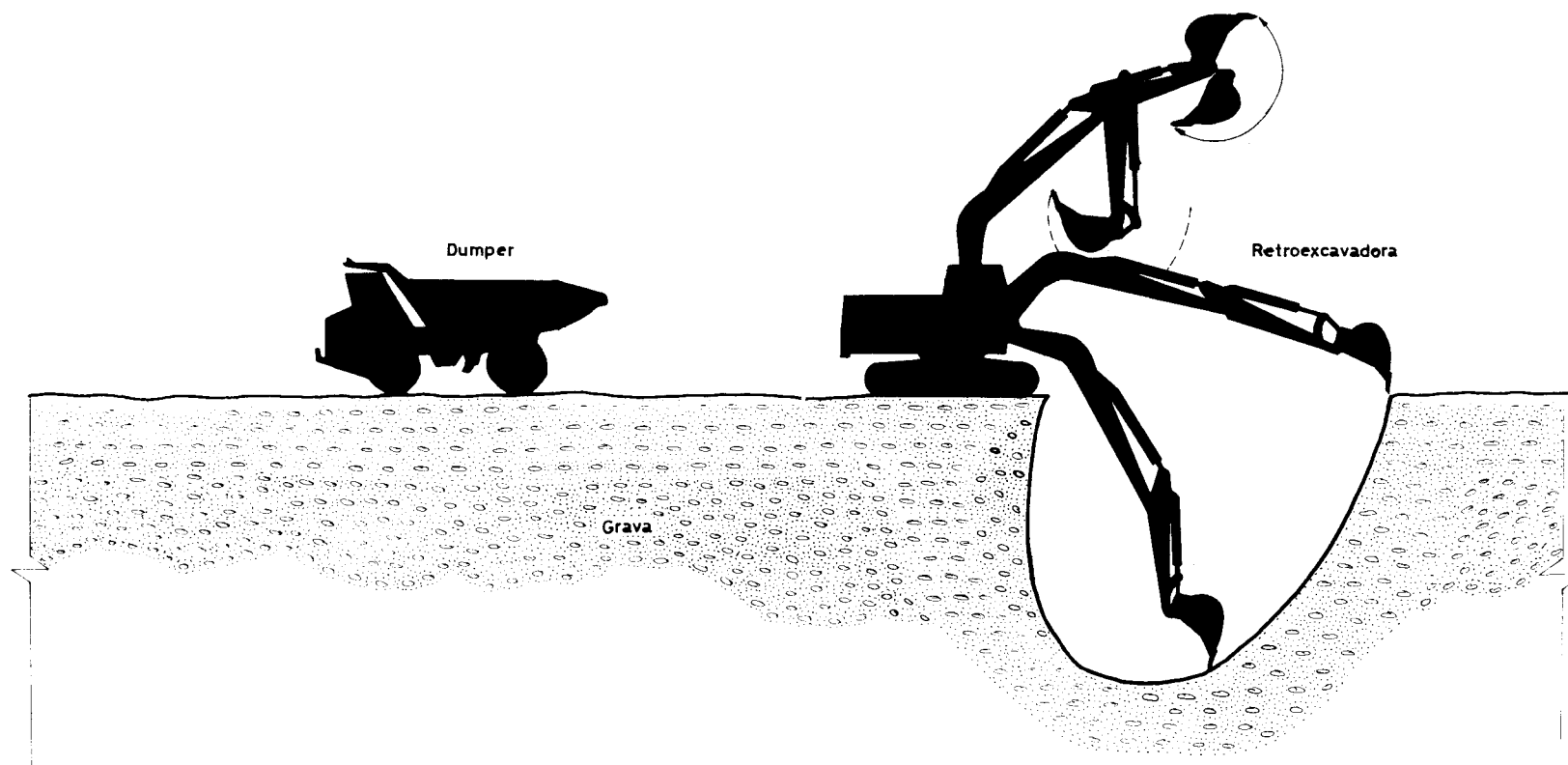
Se procurará mantener la rasante general del lecho del cauce, tendiendo a formar un perfil continuo sin escalonamiento u hoyos, al objeto de evitar todo salto o encharcamiento de aguas.

- d) Para la excavadora se prohíbe, en todo caso, el uso de explosivos, dragas de succión o similares que produzcan remoción de aguas y tierras, empleándose la maquinaria y

CORTE N°6



ESQUEMA Nº 4



medios que autorice la Comisaría.

- e) Se prohíbe el corte de arbolado o vegetación que, aun situados sobre las riberas, favorezcan la consistencia de las márgenes, procurando evitar en toda la sección del cauce la alteración de su flora.
- f) Los productos excavados, no aprovechables, sólo podrán ser extendidos de nuevo en el cauce si con ello se tiende al reperfilado del mismo, prohibiéndose la formación de montones o barreras, aun en las líneas marginales.
- g) Se prohíbe toda instalación de clasificación o lavado de áridos en el cauce, aunque aquéllas tengan carácter móvil. Tales operaciones deberán efectuarse fuera del mismo, proscribiéndose la constitución en él de todo acopio que no sea imprescindible para poder realizar la retirada de los áridos.
- h) Los vehículos destinados al transporte de los áridos irán provistos de una caja debidamente acondicionada, para que no sea posible el derrame de los mismos. Se pondrá especial cuidado en que sus ruedas no porten barro al entrar en la red de carreteras”.

Aunque en muchos casos no se cumplen exactamente estas normas existe un método racional de explotación desde el punto de vista de la conservación del río.

No existen, en cambio, normas procedentes de las Secciones de Minas del Ministerio de Industria.

3.3.2.— REPERCUSIONES ECOLOGICAS.

Analizamos aquí dos fenómenos distintos: la influencia de las presas de cabecera en el curso de los ríos y las consecuencias de una explotación inadecuada sobre los mismos.

1. El río es una estructura inestable: modifica su planta, erosiona las márgenes y cambia de perfil. Los depósitos estudiados en esta Hoja 19 son objeto directo de esta inestabilidad.

Los estudios relativos a estabilidad fluvial, muy interesantes, se salen del marco de este estudio, si bien inciden en su validez a largo plazo. Pueden encontrarse en la Bibliografía.

Fundamentalmente, y dado que el caudal sólido que transporta un río es función de su caudal líquido, la construcción de una presa, que establece imperativamente la sedimentación de casi todo el material sólido, produce erosión aguas abajo. Son de esperar pues, modificaciones sustanciales en la morfología del río.

La presencia de presas de reciente construcción en las cabeceras de los ríos Orbigo, Porma, Carrión (la del Esla aún no entró en funcionamiento), producirá alteraciones básicas en el régimen de erosión—sedimentación de la red fluvial de la Hoja 19.

En esta Hoja 19, los actuales depósitos de grava sufrirán, pues, una erosión y transporte para ser depositados quizá en los tramos, aguas abajo de los ríos, que están fuera del dominio de la Hoja.

2. En cuanto a consecuencias de la explotación, una gran parte de las explotaciones actuales en yacimientos fluviales, pueden suponer la pérdida del acuífero existente, tanto por contaminación como por rotura material del mismo, si se está trabajando

en una terraza o en la misma llanura aluvial y se llega a niveles tan profundos que sobrepasan el nivel freático del acuífero allí existente, se produce una discontinuidad en las capas que contienen el acuífero, con lo que la conducción de agua a través del mismo se hace bastante difícil.

Otro problema es que estas aguas queden estancadas en la excavación hecha, en forma de pequeñas lagunas (se observan con frecuencia en la Hoja 19), al no tener una corriente que mueva y oxigene dichas aguas; serán un foco de contaminación y se llenarán de gérmenes nocivos (además suele ser zona de vertederos).

Por tal razón, no debe sobrepasarse nunca el nivel freático, manteniéndose siempre a una altura lo suficientemente grande para que no esté afectado por fenómenos de evaporación y contaminación con la superficie. Esto está previsto en el punto b) de la Autorización de Aguas citada en el párrafo 3.3.1.

3.3.3.— POSIBILIDADES ECONOMICAS

Para las arenas y gravas de los ríos, e incluso para todo el cuaternario las posibilidades económicas quedan limitadas fundamentalmente a la Industria de Construcción y a las Obras Públicas (infraestructura viaria, regadíos) que se lleven a cabo en el futuro dentro de la zona.

Las obras de infraestructura suelen ser de tipo coyuntural, en tanto que el sector Construcción presenta una demanda más estable. Este último se mantuvo en tono alcista en la década pasada, llegando a ser estacionario en el momento actual, aunque manteniendo su alto nivel. La tendencia a largo plazo viene ligada al desarrollo regional de León, lo cual produciría una expansión de núcleos urbanos.

De cualquier forma, las posibilidades económicas a corto plazo y en el aspecto estudiado se resumen en una viabilidad grande para las plantas próximas a la capital leonesa, y en menor cuantía para las próximas a Palencia Capital.

Seguirán existiendo plantas móviles que abastezcan las necesidades momentáneas del desarrollo actual de los pueblos de mayor categoría: Benavente, Valencia de Don Juan, Sahagún.

3.3.4.— ESTRUCTURA DE LAS CONCESIONES DE GRAVERAS DE RIO

La Dirección General de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas, y a través de su Comisaría de Aguas del Duero, sita en Valladolid, aplica las Instrucciones relativas a la extracción de áridos en Cauces Públicos y Zonas de Policía, dictada en Septiembre de 1.969 por la División de Explotación de la D.G. de Obras Públicas.

Son normas unificadoras de la normativa existente en las disposiciones vigentes: Orden Ministerial del 17 de Octubre de 1.939, Reglamento de Policía de Aguas y sus cauces, y Orden Ministerial del 31 de Octubre de 1.964.

Quedan sometidas a la policía encomendada al Ministerio de Obras Públicas todas las extracciones destinadas para venta, usos propios, o mediante proyecto redactado por la Administración. Las Zonas de policía comprenden las bandas laterales de 100 m para cauces naturales y de 25 m, cuando se trata de conducciones o canales.

Un resumen de las normas que rigen estas extracciones se expone a continuación: Es preventiva una instancia de ubicación y uso, incluso perfiles de tramo si procede. Cuando los áridos son destinados a la venta deben someterse las tarifas a información pública. En el caso de ríos trucheros debe solicitarse información del Servicio de Pesca. El informe de Montes es preceptivo en el caso de ribera estimada o monte público catalogado (orden de la Presidencia del 11 de Enero de 1964 — B.O.E. 16-1-64 y orden de la Presidencia del 13 de Marzo de 1967 — B.O.E. del 15-3-67), y solamente cuando el Comisario lo estime oportuno, debe solicitarse información al Servicio de Carreteras. Existen sanciones para evitar infracciones en la extracción, así como una vigilancia, mediante guardas, de los cauces y zonas de policía.

La característica fundamental de las explotaciones de áridos en el cauce o márgenes de los ríos que atraviesan la Hoja, así como en toda la Cuenca del Duero, es su gran variedad dimensional. Existe cierto número de autorizaciones para extracción inferiores a 1.000 m³, que no se tuvieron en consideración por estimarlas carentes de interés. Aún las explotaciones cuya concesión es del orden de 1.000 m³, e incluso más, son difíciles de ubicar dado que, por la limitación de tiempo disponible para la extracción impuesta por la Administración, se ven obligadas a trabajar con carácter nómada y provisional apoyándose en plantas móviles. Por tal razón, hubo de centrarse la labor informativa en plantas de carácter más estable.

La extracción de áridos de cauces públicos y zonas de policía del Ministerio de Obras Públicas, a través de su Comisaría de Aguas del Duero, en cuya demarcación queda incluida la Hoja 19 de nuestro estudio, presenta las características siguientes:

1. Explotación de yacimientos por el sistema de "sacaderos", —existen autorizaciones para extracción de 6 m³, salvo construcciones importantes. Son de citar entre las extracciones de gran volumen, las de Agromán, para la construcción de la N-VI y las de MZOV, contratadas para la construcción de la red de acequias.
2. La existencia de embalses en las cabeceras de los ríos Orbigo y Porma, dio lugar al acotamiento de pesca en dichos ríos lo cual produce un informe desfavorable para la extracción de áridos, del Servicio de Pesca.

En el caso del río Esla, donde se encuentran las mayores reservas de gravas de la Hoja 19, la construcción de Embalses de Riaño (ver Mapa núm. 2) someterá esta industria a condiciones similares a los anteriores, si bien con repercusiones de mayor alcance dado el elevado nivel de reservas de este río.

Con estas perspectivas, las extracciones en cauces y zonas de policía sufrirían una fuerte disminución, pasando a tener mayor interés las reservas de áridos existentes en las terrazas cuaternarias. La gran abundancia de material existente en dichas terrazas, así como una mayor flexibilidad en la explotación, por pasar a jurisdicción de la Sección de Minas todas las extracciones alejadas más de 100 m de los límites laterales del río, pueden considerarse como ventajosas. En cambio supone un inconveniente notable la necesidad de un proceso de tratamiento más oneroso que en el caso de gravas de río, por hacerse necesario un lavado y recuperación de arenas suplementario.

3.3.5.— RÍOS

En el estudio relativo a gravas y arenas, se analizan las zonas cuaternarias de interés

situadas a lo largo de los ríos Porma, Esla, Torío, Bernesga y Orbigo. El río Cea tiene una explotación activa y una zona de reservas que se señalan en la ficha correspondiente. El río Carrión, de gran importancia hidrográfica, tiene una espesa vegetación basada en plantaciones del Patrimonio Forestal en ambas márgenes, lo que impide el beneficio económico de las rocas subyacentes. En cuanto a las rañas, pese a tener gran abundancia, su explotación industrial queda supeditada al agotamiento de las reservas cuaternarias, debido a un alto costo de tratamiento.

Los terrenos cuaternarios fueron analizados mediante un recorrido de los tramos que presentaban interés.

Se valoran los accesos, afloramientos (gravas de ríos y malecones) y carencia de plantaciones. En todos los casos considerados en las fichas, se trata de material aflorante sin haber realizado ningún tipo de sondeo, y la profundidad descrita es la observada en desniveles naturales, pero puede ser mayor.

A continuación se ofrece el análisis de los ríos antes mencionados.

3.3.5.1.— RIO PORMA

a) Ubicación, Límites y Accesos

El tramo de este río que pertenece a la Hoja 19 corresponde a los 25 últimos km antes de su desembocadura en el Esla, en las proximidades de Villaverde de Sandoval (donde existe una explotación de gravas con planta anexa de preparación de áridos para hormigón). Debe señalarse su proximidad a León (unos 10 km).

Existe una carretera de firme asfaltado que recorre toda la margen derecha del río, a escasa distancia de él (del orden de 2–3 km). El acceso directo al río debe hacerse por caminos de firme deficiente e incluso por pistas preparadas ex profeso.

Desde su entrada en la Hoja, hasta las proximidades de Villarente, este río está directamente afectado por la prohibición a que se hizo referencia en el apartado 3.3.4. de no poder extraer gravas del cauce ni en un margen vigilado de unos 100 m a cada lado del mismo debido a encontrarse acotado de pesca y obtener un informe desfavorable del Servicio de Pesca (Ver Mapa adjunto).

b) Reservas: Evaluación

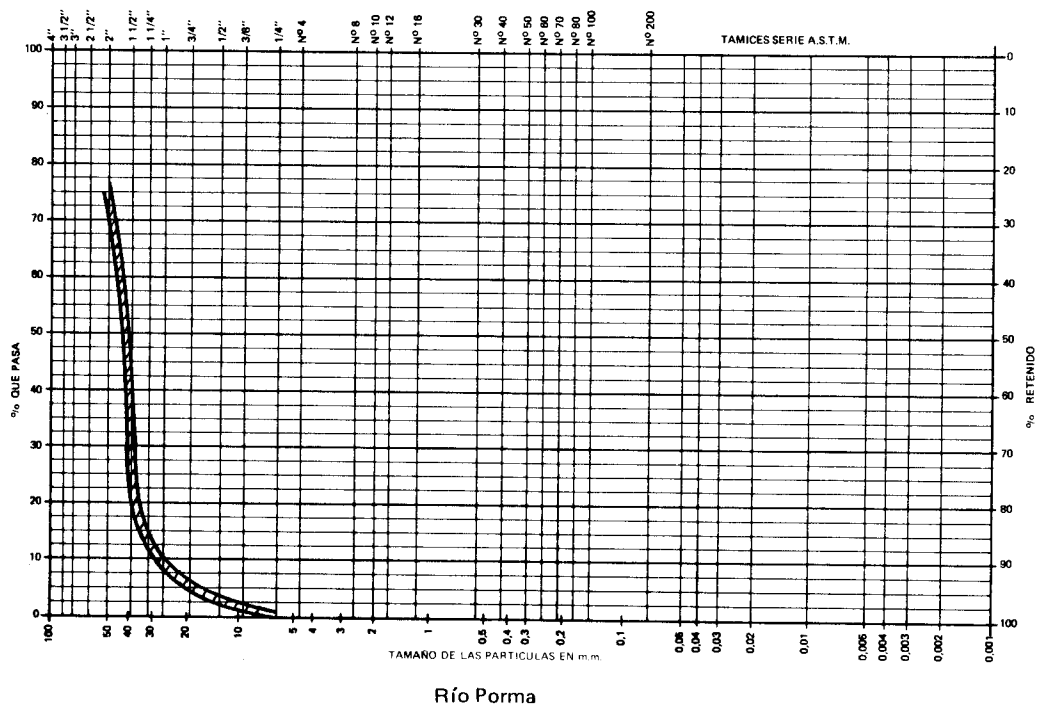
Recordamos que en la franja de unos 200 m que tiene por eje el río, las reservas no son explotables. Por tal razón no se han evaluado. La planta de Villaverde de Sandoval se vio obligada a nutrirse de gravas procedentes del Esla o de terrenos particulares ajenos a la jurisdicción de la Comisaría de Aguas del Duero. Ver apartado 3.3.4.

Existen tres yacimientos de fácil explotación en las proximidades de Villabúrbula (el mayor de los tres), San Vicente del Condado y Villanueva del Condado.

3.3.5.2.— RIO ESLA

El río Esla atraviesa la Hoja 19 de norte a sur en una longitud aproximada de 85 km. Es el más caudaloso de todos los ríos que atraviesan la Hoja y de todos los afluentes

del Duero por su margen derecha. La anchura de las terrazas aluviales cuaternarias es muy variable, con mínimos de 480 m, máximos de 4.500 y media ponderada de 1.945 m.



Deben distinguirse tres tramos en sentido descendente:

TRAMO I

a) Ubicación, límites y accesos

Desde la entrada del río en la Hoja hasta su confluencia con el Bernesga en Villaroña (unos 35 km), abundan las plantaciones del Patrimonio Forestal en ambos márgenes, concentrándose principalmente en la izquierda. Influye dicha plantación en los accesos, que quedan imposibilitados prácticamente en todo el recorrido a excepción de las proximidades de Villafalé, donde existe una explotación. El total de yacimientos registrados en la zona es de 6, habiendo solamente una explotación activa.

b) Reservas: Evaluación

Las reservas brutas pueden evaluarse en 112 millones de m^3 , quedando reducidos a 56 millones de m^3 teniendo en cuenta la existencia de un factor correctivo estimado en 0,5 cuya justificación se citó en el estudio del Río Porma. Para el total de reservas se descontaron áreas correspondientes a 11 pueblos que están situados en terrenos cuaternarios y las correspondientes a plantaciones del Patrimonio Forestal.

La superficie aflorante, y susceptible de explotación inmediata es del orden de 645.000 m^2 .

DEPOSITOS DE GRAVAS Y ARENAS

SIMBOLOGIA	
	Poblaciones
	Canal de riego
	Límite del Cuaternario
	Gravas aflorantes
	Vegetación
	Límite de la hoja 19 (LEON E 1/200,000)

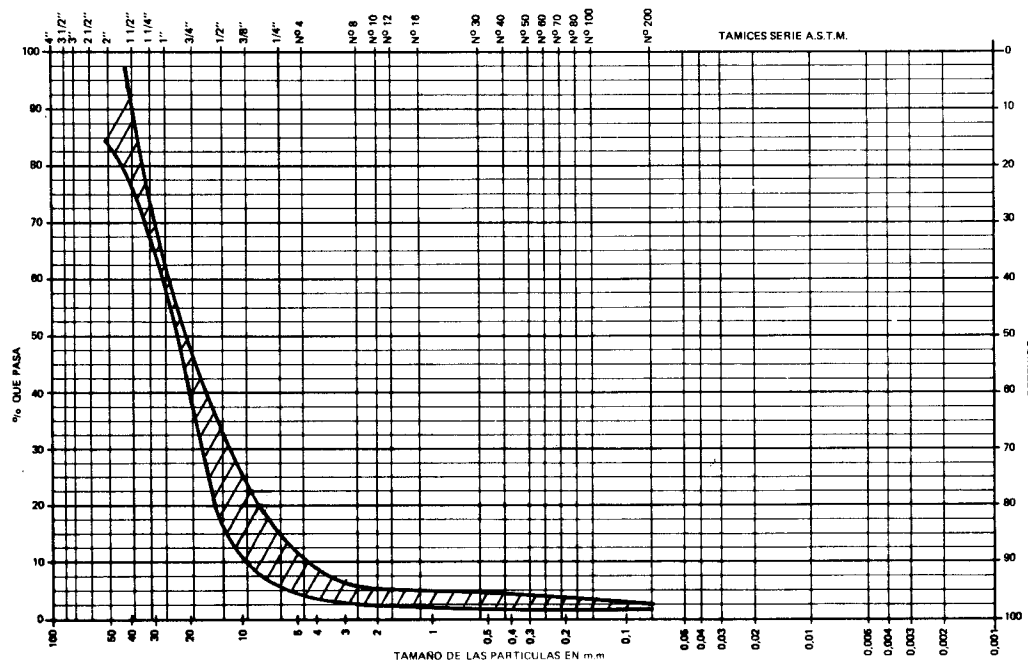
Km 1 0.5 0 1 2 3 Km



c) Análisis

Se extrajeron muestras en dos puntos distintos del malecón del Río Esla en su primer tramo. Se observó la presencia de sulfatos, y el porcentaje de materia orgánica fue de 0,410.

La curva granulométrica, se ofrece a continuación.



Río Esla - Tramo I

TRAMO II

a) Ubicación, límites y accesos

Desde la confluencia citada, hasta la localidad de Castrofuerte (unos 31 km), aparecen unas características del Cuaternario muy singulares confiriéndole una estructura distinta de la anterior.

En este tramo la vega del río discurre encajonada entre escarpaduras del orden de 12 m, que es el desnivel entre la terraza aluvial y la plataforma pliocena. Para evitar el deterioro de las márgenes, éstas están defendidas con gaviones, y el acceso a los malecones de gravas para su explotación no cuenta con la aquiescencia de los propietarios de los terrenos.

Existen en este tramo solamente dos yacimientos aflorantes con posibilidades de pronta explotación, y el número de explotaciones activas corresponden a otras dos en distintos yacimientos. Las extracciones actuales, situadas en las proximidades de Ardón son las más importantes del río Esla, teniendo como particularidad unos accesos difíciles



Foto 12.— Planta de Tratamiento de Aridos

que obligan a recorrer el río con la pala excavadora durante la operación de carga. En la fotografía núm. 12 se aprecia la Planta de tratamiento de todo-uno instalada por Citrea en esta zona.

b) Reservas: Evaluaciones

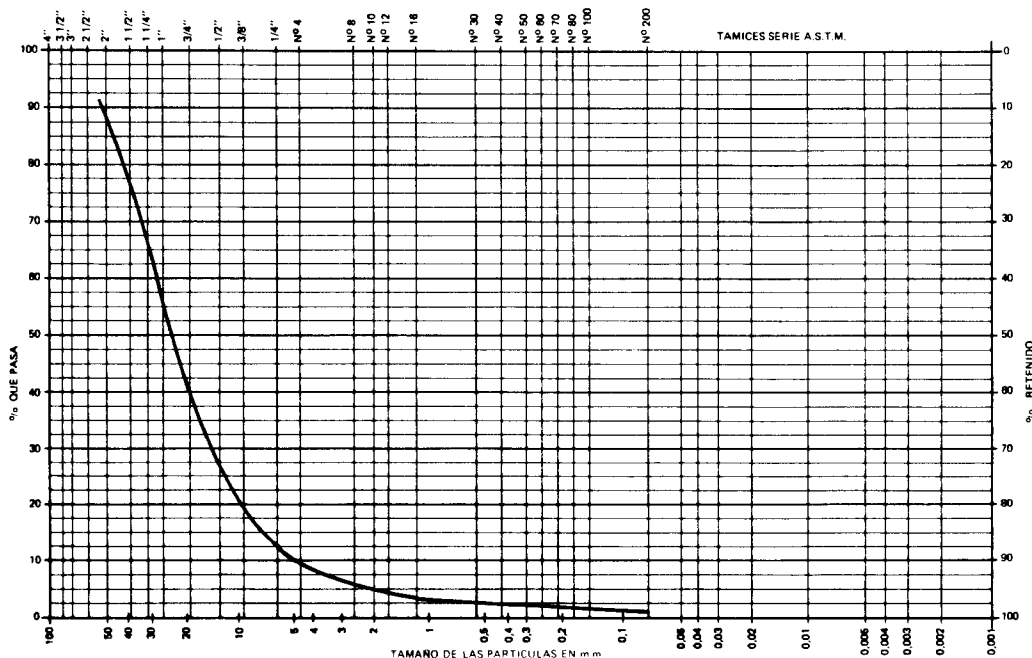
Estimadas globalmente en 74 millones de m³, aunque se hacen constar los inconvenientes que representa su explotación, salvo en puntos muy concretos citados en las fichas correspondientes. Las gravas aflorantes ocupan una superficie aproximada de 1,5 millones de m². La grava aflorante es explotable en 1 m de profundidad debido a su situación (ver apartado 3.3.4.).

c) Análisis

Se extrajeron muestras en dos puntos distintos del malecón del Río Esla en su segundo tramo. Los resultados de los análisis fueron los siguientes:

Peso específico aparente	Peso específico real	Absorción O/o	O/o Estabilidad al SO ₄ Mg
2,582	2,648	0,967	1,666
Desgaste Los Angeles "A"	O/o Adhesividad al betún	O/o Materia orgánica	
37,50	99,4	0,115	
O/o Equivalencia arena	Presencia de sulfatos		
74	SI		

La curva granulométrica se ofrece a continuación



Río Esla - Tramo II

TRAMO III

a) Ubicación, límites y accesos

Corresponde a los últimos 20 km del río antes de abandonar la Hoja 19. Como es normal existen plantaciones del Patrimonio Forestal aunque en este caso no dificultan en absoluto los accesos hasta el río. Son más abundantes en la margen derecha.

Existen 4 yacimientos observados como de explotación inmediata, mientras que el número de extracciones activas se reduce solamente a una. Los puntos de extracción abandonados alcanzan la cifra de 6, y son de pequeña cuantía.

b) Reservas: Evaluación

El total de reservas se estima en 40 millones de m³, incluidas las correcciones de todo tipo. La grava aflorante ofrece una superficie de 2,5 millones de m². Es susceptible de explotación inmediata. (Ver Mapa del Río Esla).

c) Análisis

Se extrajeron muestras en cinco puntos distintos del malecón correspondiente al tercer tramo del Río Esla. Los resultados de los análisis fueron los siguientes:

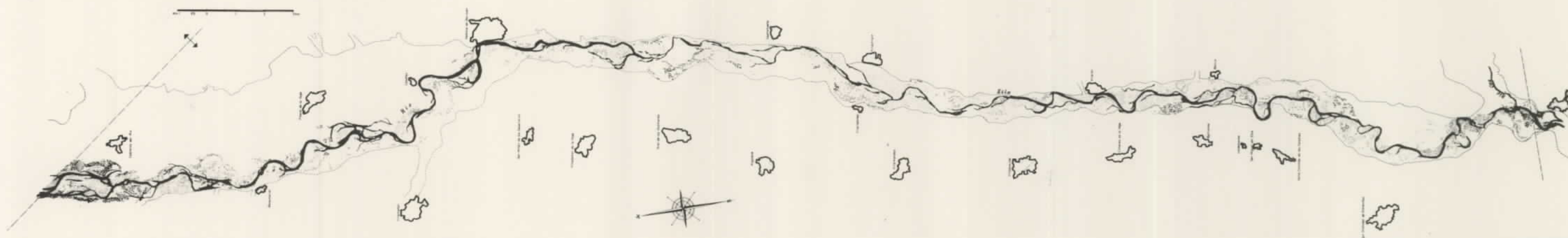
<u>Peso específico aparente</u>	<u>Peso específico real</u>	<u>Absorción %</u>	<u>% Estabilidad al SO₄ Mg</u>					
2,593–2,573	2,658 – 2,650	0,944–1,114	1,756–2,810					
	<u>Desgaste Los Angeles "A"</u>	<u>% Adhesividad al betún</u>	<u>% Materia orgánica</u>					
	37,60–38,88	99,2–99,0	0,615–0,055					
	<u>% Equivalencia de arena</u>	<u>Presencia de sulfatos</u>						
	87–78	SI						
<u>SiO₂</u>	<u>Al₂O₃</u>	<u>Fe₂O₃</u>	<u>TiO₂</u>	<u>CaO</u>	<u>MgO</u>	<u>K₂O</u>	<u>Na₂O</u>	<u>SO₃</u>
91,07	3,87	2,85	Indicios	No	No	0,84	0,56	No
				<u>% Pérdidas por calcinación</u>				
				0.81				

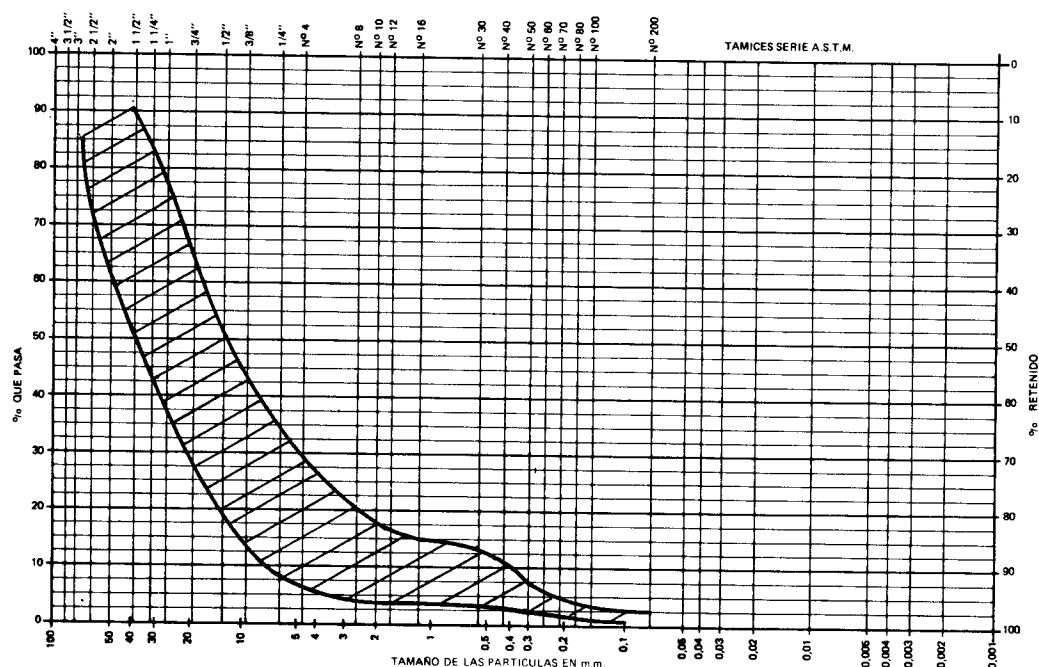
La curva granulométrica se ofrece a continuación.



DEPOSITOS DE GRAVAS Y ARENAS

SIMBOLOGIA	
	Poblaciones
	Canal de estiaje
	Límite del Cuaternario
	Gravas aluviales
	Vegetación
	Límite de la hoja 18 (LEON E. 1/200,000)





Río Esla – Tramo III

3.3.5.3.— RIO TORIO

a) Ubicación, límites y accesos

Afluente a la izquierda del río Bernesga comienza su recorrido al nordeste de la capital leonesa.

Todo el recorrido del río va parejo al de una carretera de 5 m de anchura y firme alquitranado, enlazándose con el río por medio de caminos.

A pesar de su corta longitud hasta su confluencia con el río Bernesga (10 km) puede considerarse como un yacimiento de grava en todo su recorrido y con una anchura de grava aflorante que alcanza los 500 m. Al carecer de vegetación y tener poco desnivel el terreno que lo rodea, los accesos son buenos y permiten una facilidad de explotación. De estas ventajas se benefician dos plantas de tratamiento situadas en Villaobispo de las Regueras a sólo 2 km del casco urbano de León.

b) Reservas: Evaluación

La amplitud transversal del cuaternario es de 3 km como promedio, aunque se observó una profundidad inferior a la de otros ríos. Dentro de este cuaternario se encuentran 6 km² de casco urbano correspondiente a la capital leonesa.

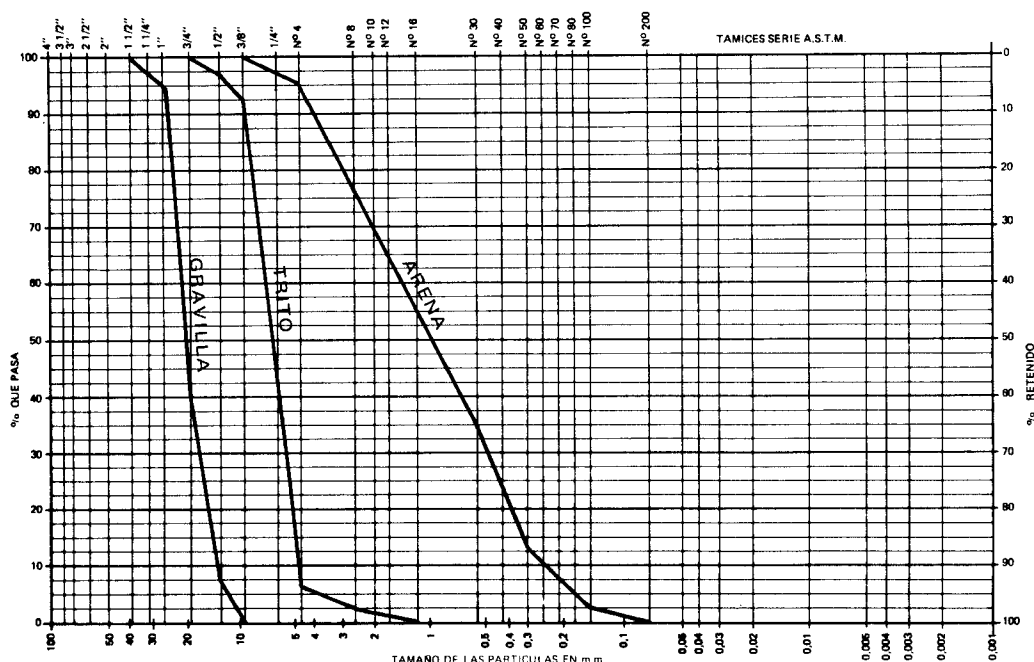
Las reservas totales de su cuaternario son de 54×10^6 m³, aunque por la presencia de 6 pueblos y el área urbana correspondiente a León, son explotables unos 20 millones de m³ (ver Mapa adjunto).

c) Análisis

Los ensayos realizados en el río Torio, ofrecieron los siguientes resultados:

Peso específico aparente	Peso específico real	Desgaste Los Angeles "A"	Absorción o/o
2,698	2,709	24	0,62

Las fracciones comerciales elaboradas en la Planta de tratamiento existente en Villaobispo de las Regueras a nombre de Abelardo Martínez, se ofrecen en el gráfico que aparece a continuación.



Río Torio

3.3.5.4.— RIO BERNESGA

a) Ubicación, límites y accesos

Afluente del Esla por su margen derecha, tiene un recorrido total dentro de la Hoja de unos 20 km, siendo su característica distintiva el paso por la capital de León, llevando paralelamente dos trazados de carreteras: al norte de León, la comarcal 623, de 5 m de anchura y al Sur, la local que une León con Vega de Infanzones. Ver mapa.

Distinguiremos dos tramos uno constituido por sus primeros 7 km aguas arriba de León Capital prácticamente inexplorable debido a la abundante vegetación en ambas márgenes que hacen el acceso sumamente difícil.

El tramo del río, aguas abajo de León, tiene un recorrido de 13 km, siendo 500 m el

ancho correspondiente al afloramiento de las gravas. Hasta su confluencia con el Esla tiene fácil acceso por us margen izquierda, mientras en la derecha vuelven a presentarse grandes dificultades debido a la abundancia de vegetación. Se diferencian tres puntos importantes para la extracción de gravas de río: Santa Olaja de la Ribera, Castrillo de la Ribera y Marialba de la Ribera (ver Fotografías núms. 13 y 14). Pese a reunir ventajas



Foto 13.— Yacimientos de Marialba de La Ribera



Foto 14.— Detalle de la grava.

para la explotación, sus reservas parecen estar intactas. Es en Vega de Infanzones y Alija de la Ribera donde tienen lugar las extracciones. (Ver fotografía núm. 15).



Foto 15.— Extracción de áridos en Alija de La Ribera

Las concesiones de esta zona están anejas a tres plantas de tratamiento.

b) Reservas: Evaluación

El paso por la capital Leonesa, y la existencia de 12 pueblos ubicados en las terrazas del río disminuyen su capacidad gravera siendo ésta del orden de $50 \times 10^6 \text{ m}^3$, con las reducciones correspondientes.

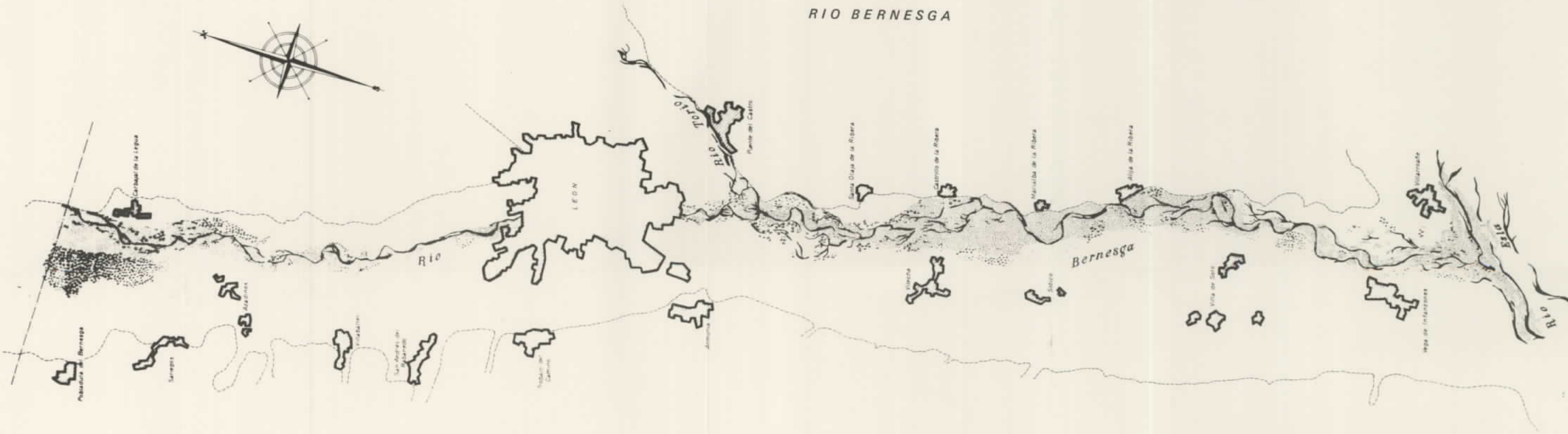
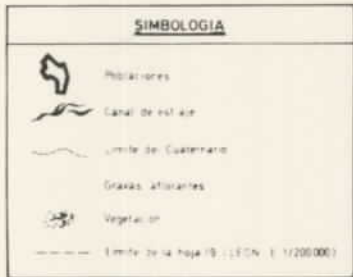
En cuanto a la grava aflorante, su explotación se limita a $13.000 \times 500 \times 180,5 = 3,75 \times 10^6 \text{ m}^3$.

c) Análisis

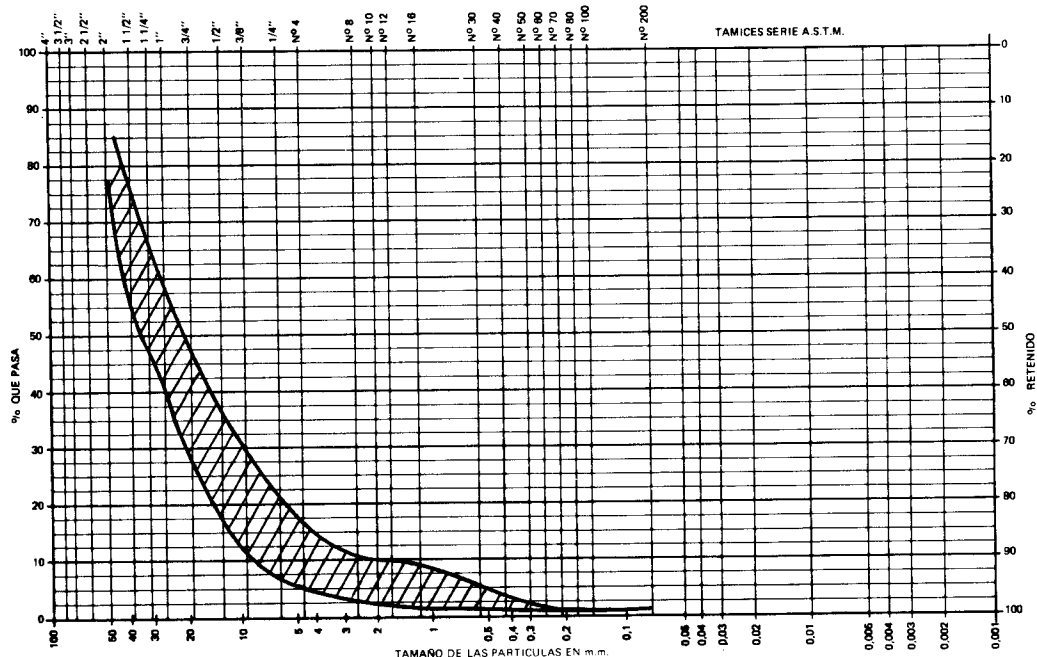
Se extrajeron muestras en cinco puntos distintos del malecón del Río Bernesga. Los resultados de los análisis fueron los siguientes:

Peso específico aparente	Peso específico real	Absorción o/o	o/o Estabilidad al SO_4Mg	
2,563	2,629	0,986	4,510	
Desgaste Los Angeles "A"	o/o Adhesividad al betún	o/o Materia orgánica	o/o Equivalencia en arena	Presencia de sulfatos
41,22	99,8	0,440—0,090	86	SI

DEPOSITOS DE GRAVAS Y ARENAS



La curva granulométrica, se ofrece a continuación.



Río Bernesga

3.3.5.5.— RIO ORBIGO

a) Ubicación, límites y accesos

En el occidente de la Hoja, y de norte a sur, aparece por dos veces el Río Orbigo con un recorrido total dentro de la Hoja de 65 km.

Se diferencian pues dos tramos del río que estudiaremos por separado, como se observa en el mapa adjunto.

El primero de ellos, en la mitad norte, tiene un recorrido de 17 km, con un cuaternario que supera los 3 km de anchura. La abundante vegetación de su margen imposibilita prácticamente el acceso hasta el mismo río.

Se observan detritus de gran tamaño, y un desnivel del malecón respecto del cauce que puede tener hasta 2,5 m de altura. Está acotado de Pesca, por lo que queda sujeto a las normas citadas en el párrafo 3.3.4. La grava aflorante ($7 \times 10^5 \text{ m}^2$) está entre Azadón y Secarejo, siendo la mayor concentración en esta primera parte del río.

Desde su entrada en la Hoja hasta Villanueva de Carrizo, corre paralela una carretera de macadam con 4 m de ancho. A partir de esta localidad existen caminos vecinales que discurren paralelos al río.

Continúa su curso fuera de la hoja pasando por la localidad de La Bañeza (a 5 km) y vuelve al interior en San Martín de Torres para recorrer 48 km presentando un cuaternario de 2,7 km de ancho como promedio, y abandonarla definitivamente en las proximidades de Benavente.

Existe una explotación en Cebrones del Río, cuyos productos son utilizados para la construcción de un viaducto, sustitutivo del existente y perteneciente a la nacional radial N—VI, que próxima al río, los acompaña hasta Benavente.

b) Reservas: Evaluación

La zona de grava más importante de este tramo, aún sin explotar corresponde a la comprendida entre Alija del Infantado y Navianos de la Vega con $1,9 \times 10^6 \text{ m}^3$, que afloran en $0,75 \times 10^6 \text{ m}^2$ de superficie.

Es en Navianos de la Vega donde aparece diferenciada la arena, cosa no frecuente en la Hoja 19, adentrándose en el valle cuaternario.

Las reservas totales se estiman en $116 \times 10^6 \text{ m}^3$ en el primer tramo y $321 \times 10^6 \text{ m}^3$ en el segundo.

Un coeficiente de aprovechamiento del orden de 0,5 lleva a unas reservas realistas del orden de $218 \times 10^6 \text{ m}^3$.

c) Análisis

Se extrajeron muestras en tres puntos distintos del malecón del Río Orbigo. Los resultados de los análisis fueron los siguientes:

<u>Peso específico aparente</u>	<u>Peso específico real</u>	<u>Absorción o/o</u>	<u>o/o Estabilidad al SO₄Mg</u>					
2,590	2,647	0,831	3,638					
<u>Desgaste Los Angeles "A"</u>	<u>o/o Adhesividad al betún</u>	<u>o/o Materia orgánica</u>						
48,80	99,6	0,435–0,250						
<u>o/o Equivalencia en arena</u>		<u>Presencia de sulfatos</u>						
67–64		SI						
<u>SiO₂</u>	<u>Al₂O₃</u>	<u>Fe₂O₃</u>	<u>TiO₂</u>	<u>CaO</u>	<u>MgO</u>	<u>K₂O</u>	<u>Na₂O</u>	<u>SO₃</u>
93,66	2,82	2,02	Indicios	No	No	0,22	0,10	No
<u>o/o Pérdidas por calcinación</u>								
1,18								

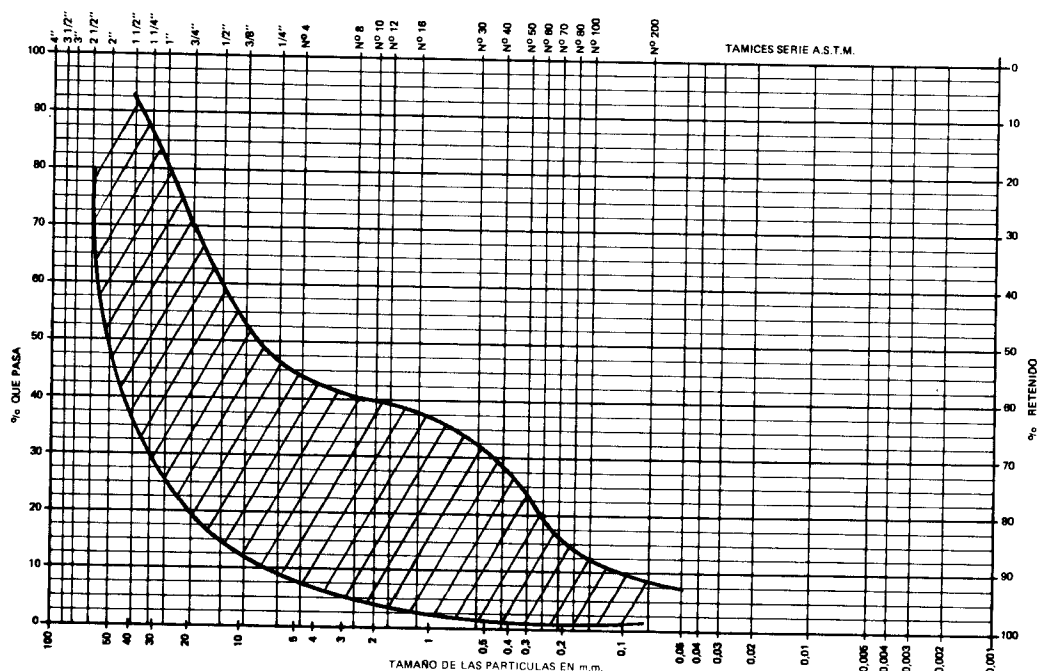
La curva granulométrica se ofrece a continuación.

DEPOSITOS DE GRAVAS Y ARENAS

SIMBOLOGIA	
	Poblaciones
	Canal de estiaje
	Limite del Cuaternario
	Gravas aflorantes
	Vegetación
	Limite de la hoja 19 (LEON E. 1/200,000)

0 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000





Río Orbigo

3.4.— OTROS INDICIOS

En este párrafo se hará una breve reseña del resto de Rocas Industriales que aparecen en el ámbito de la Hoja con muy escasa importancia.

Se incluyen en este resumen: caliza, yeso, pizarra y cuarcita.

Según se observa en el Cuadro núm. 1 que acompaña al resumen, sólo 12 estaciones fueron fichadas para estas rocas, mientras las arcillas y gravas totalizan 122. Los terrenos favorables a estos materiales ocupan menos del 1 por ciento del total de la Hoja.

Las Calizas, en Alija del Infantado presentan interés fuera de la Hoja 19. La existencia de una explotación manual abandonada hizo pensar en principio en el aprovechamiento marmóreo de la misma, observándose después a simple vista la baja calidad que ofrece.

En las proximidades de Alija se encontraron restos de antiguos hornos de cal, la carencia de reservas explotables, unido al difícil acceso hasta los puntos de interés obliga definitivamente a descartar su interés industrial.

La presencia de la llamada Caliza de los páramos observada en el corte núm. 7, sólo sirve para recordar que en las hojas números 20, 19 y 30 a escala 1:200.000 de este a sur de Palencia Capital, existen grandes reservas que se utilizan fundamentalmente para la fabricación de Cemento (Cementos Hontoria).

Dentro de la Hoja 19 y próximos a la capital palentina existen dos cerros (Páramo Llano y Páramo de Autilla) cuya cima es una plataforma intermitente de caliza denudada parcialmente por la erosión. Existen pequeñas extracciones abandonadas, utilizadas para vallados. Según manifestaron personas entrevistadas, también se extrajeron pequeñas cantidades de marga yesífera también llamada en la zona "tierra greda". Estas explo-

taciones tuvieron lugar hace más de 30 años.

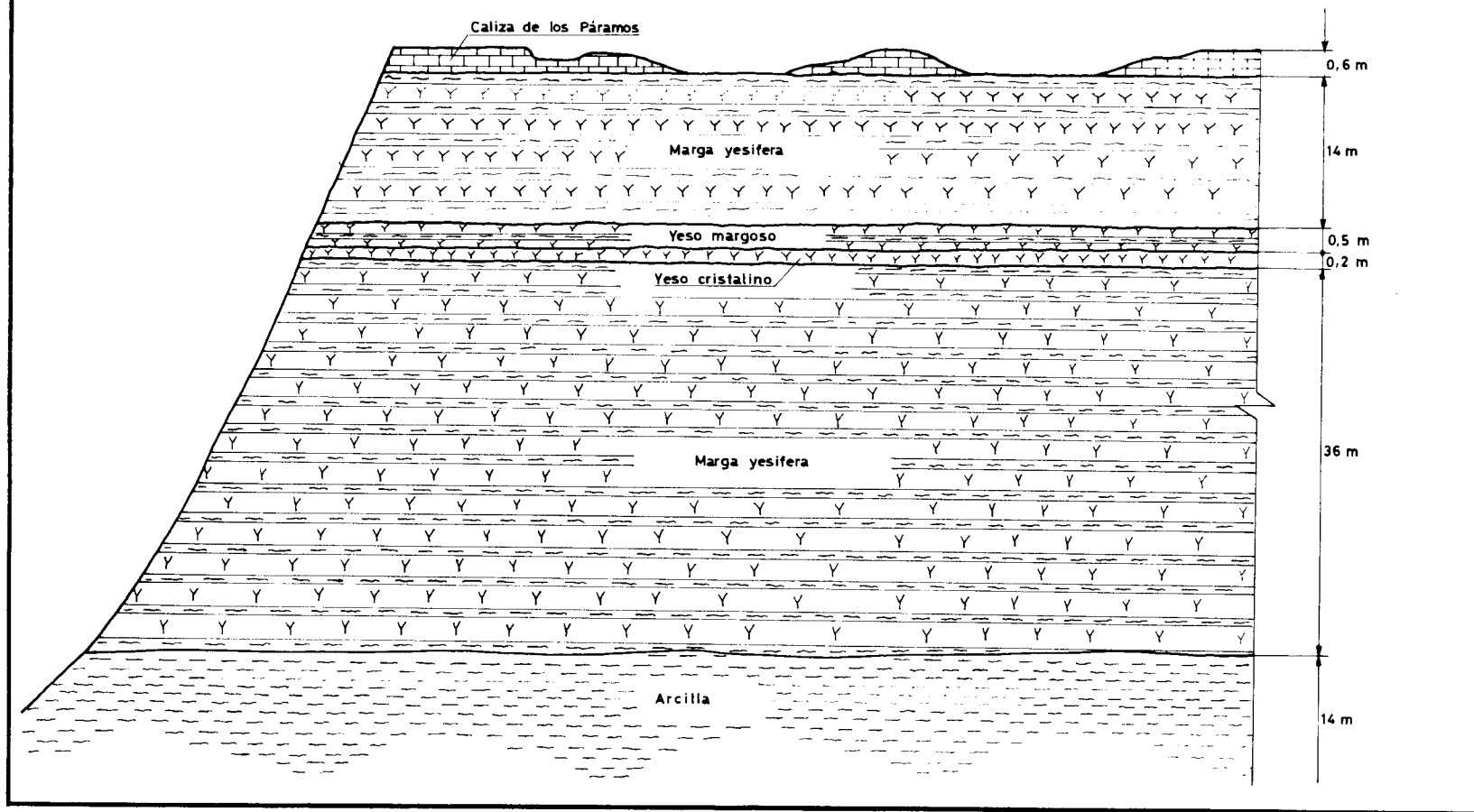
En general la Caliza Pontinse de la Hoja, carece, pues, de interés industrial debido en particular a la dispersión de las reservas, su baja calidad y fundamentalmente a la presencia próxima —si bien exterior a la Hoja 19— de mejores reservas de la misma Caliza Pontinse.

Los Yesos, que aparecen en las cotas intermedias de los cerros citados, resultan carentes de todo interés en cuanto a su explotación se refiere (Corte núm. 7). Esta afirmación es válida tanto para el tramo de 50 cm de yeso margoso, como para la delgada intercalación de yeso cristalino que se encuentra debajo.

Volviendo a las proximidades de Alija del Infantado (noroeste de Benavente, a unos 25 Km), aparecen atisbos del Paleozoico, que se extenderá a todo el noroeste de la Hoja 19. En este límite Paleozoico—Cuenca Endorreica, aparecen alternativamente Pizarras tabulares relativamente compactas, y otras más metamorfizadas, careciendo ambas de aparente interés industrial.

Las Cuarcitas de Benavente y San Juan de Torres fueron explotadas para la obtención de áridos, pero la rentabilidad de su explotación es dudosa frente al árido de río. No obstante, la existencia de ciertas impurezas en el árido del río, obliga a sustituirlos por el de cantera en algunos casos.

CORTE Nº 7



4.— PRODUCCIONES Y MERCADOS DE LAS ROCAS INDUSTRIALES

4.1.— ARCILLAS

Es normal que las labores mineras de arcilla se realicen en proceso intermitente, aunque figuren en las fichas como activas. Son trabajos de temporada, correspondiendo la actividad a los meses de Abril a Octubre. Esta temporada puede alargarse hasta el ciclo Febrero a Octubre, dependiendo fundamentalmente de la existencia de instalaciones de secado artificial en las Plantas alimentadas por la explotación.

La media de obreros en cantera es de uno, y el carácter de este puesto es generalmente complementario con el trabajo dentro de la Planta (promedio de plantilla: unos 20 hombres), ya que el número de días dedicados al trabajo en el barrero, comparado con el de fabricación viene a ser de una tercera parte. La categoría social y profesional del tejero es baja, siendo en la casi totalidad de los casos obrero no cualificado. La estacionalidad se refuerza por el carácter agrícola de la población, sujeta al ritmo de las cosechas.

Los equipos utilizados en cantera resultan frecuentemente desproporcionados con respecto a las necesidades de la Planta Cerámica, al disponer de máquinas sobredimensionadas, con un bajo coeficiente de utilización, a pesar de compartir la labor minera con otras en construcción y/o agricultura, dada la versatilidad de tales equipos. Ello supone fuertes cargas financieras.

En cambio es frecuente que las cerámicas carezcan de Secaderos de carbón o fuel,

de molinos que permitan mayor rendimiento en procesos ulteriores, de una administración eficiente y de una Dirección Técnica que aumente el rendimiento industrial. A continuación se ofrece el flow-sheet de una cerámica tecnificada, del estilo a Cerámica Palentina, S.L., de la que se hace referencia en 3.2.4.6. Corresponde al esquema núm. 5.

Los métodos de explotación, de los que está ausente cualquier concepción técnica, guiados por rutinas inveteradas y poco racionales, de espaldas a los Cuerpos Técnicos de la Administración, complementan el pobre cuadro de este tipo de minería tan rudimentaria.

4.1.1.— PRODUCCIONES

4.1.1.1.— ANALISIS DE LA ESTRUCTURA DE LOS COSTOS

A continuación se realiza un análisis somero de la estructura del costo de una explotación como las que realmente funcionan en la actualidad en la zona. Como quiera que lo que se pretende es conocer dicha estructura en sus grandes rasgos, no deben tomarse las magnitudes manejadas más que como indicativas, dado que las cifras reales no nos han sido facilitadas y en muchos casos son ignoradas hasta por los propios interesados.

Por otra parte la arcilla, como producto intermedio que es en el proceso de fabricación del ladrillo no tiene precio de venta, y por consiguiente la valoración de su producción requiere una hipótesis de costo como la que a continuación se hace.

Las cifras de la Estadística Minera de la Dirección General de Minas suponen un valor del orden de 43 ptas/Tm para Palencia en 1971 y 75 ptas/Tm para Valladolid en el mismo año, cifras que encajan bastante bien con la de 52,8 ptas aquí calculada para León en 1973.

Para la preparación de este costo—tipo se define un modelo de explotación situada en el área típicamente arcillera, denominada La Colorada, en las inmediaciones y al norte de León Capital.

La dimensión de la Planta se ha fijado en 6.000 Tm/año de ladrillo hueco doble, que corresponde a una explotación de 7.500 Tm/año de arcilla. Esta última cifra está deducida de la aplicación de un coeficiente de evaporación de agua de constitución (14 por ciento) más un 6 por ciento de humedad, es decir:

$$\frac{6.000}{0,8} = 7.500 \text{ Tm}$$

Esta dimensión corresponde a las habituales en esta área.

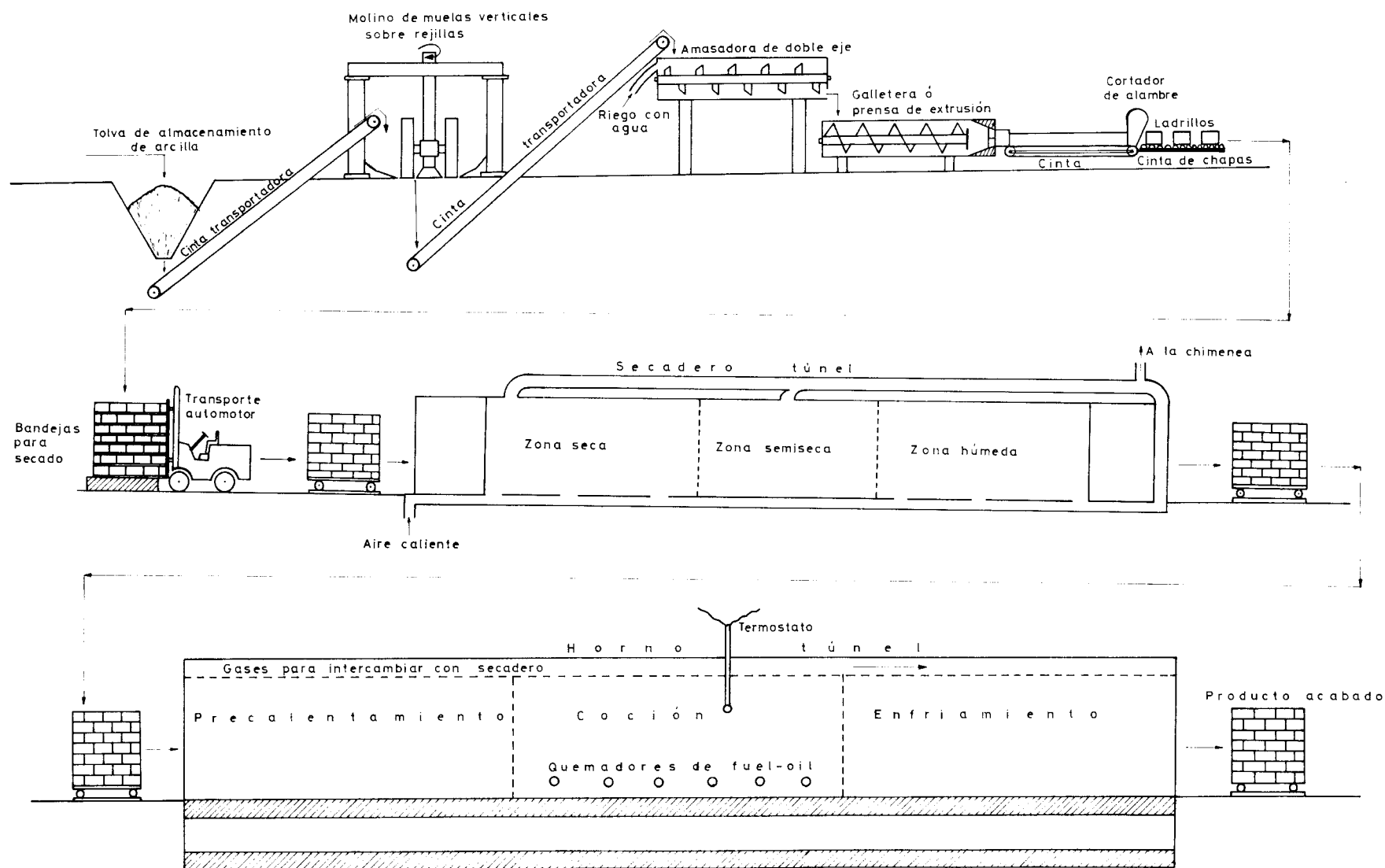
El yacimiento presenta un flanco con un desnivel del 25 por ciento que ofrece el frente más apropiado para su abordaje. Ver esquema núm. 6.

Los depósitos son relativamente heterogéneos por lo cual un método de explotación por trailla —que favorece una mezcla de esta variedad de materiales— resulta favorable para la consecución de un producto regular. No obstante la serie de procesos necesarios para la extracción, a saber:

- Regado (en determinados casos)

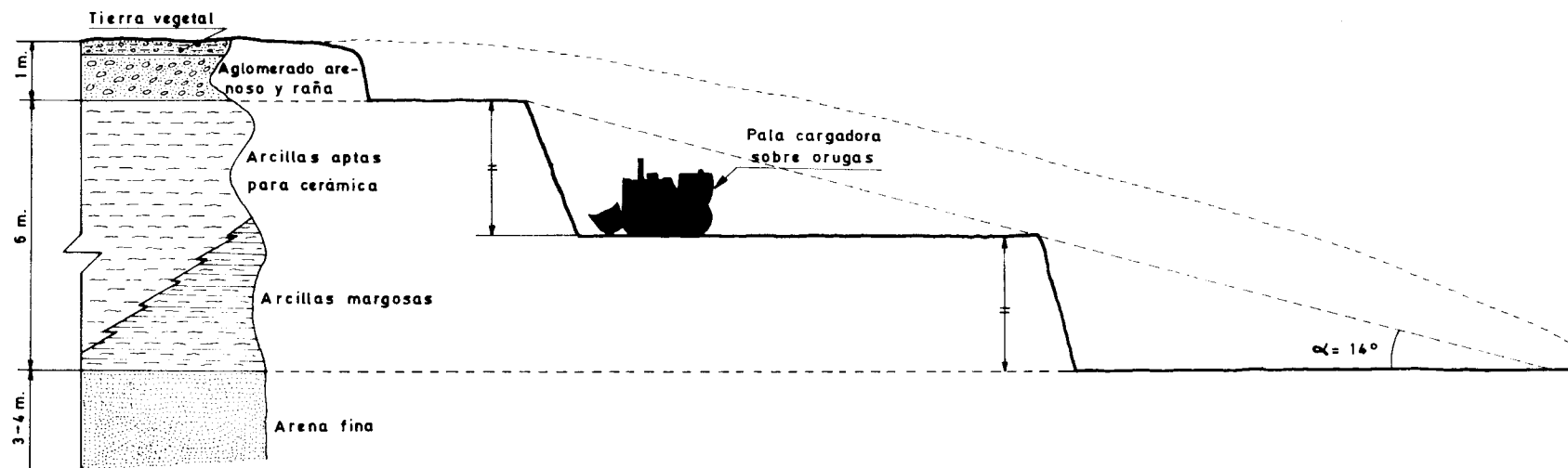
ESQUEMA Nº 5

PROCESO DE FABRICACIÓN DE LADRILLOS POR VIA HUMEDA



ESQUEMA N°6

MODELO DE EXPLOTACION PARA ANALISIS DE COSTO TIPO



- Ripado (pasada con subsolador)
- Extracción (pasada con traílla, simple efecto, ascenso en vacío, bajada en carga).

supone un costo superior al del método por bancos.

Se trata, pues de una disyuntiva calidad—costo. Las cifras de resistencia a la rotura de los ladrillos fabricados pueden oscilar entre valores tan dispares como 40 y 350 Kg/cm². Las especificaciones de Construcción y Obras Públicas, y en general, el nivel de Calidad de dichos Sectores, dependientes del desarrollo económico, fijan estas especificaciones. Por ejemplo, los Pliegos de Prescripciones del Ministerio de O.P. prescribe para ladrillo hueco doble una resistencia de 200 Kg/cm².

Sin embargo en muchas regiones la operación manual puede competir con los productos de plantas modernizadas porque los precios de mercado corresponden a los requerimientos mínimos de consumidores con bajo poder adquisitivo.

Volviendo a la explotación, es el sistema de bancos el elegido por los explotadores de la zona, dado su menor costo.

Para 7.500 Tm/año es preciso contar con una reserva mínima del orden de 20 x 1.500 Tm. Para una profundidad explotable de 6 m promedio, resulta una superficie útil de 25.000 m², a la que hay que añadir otros 1.000 m² para accesos, macizos de protección, escombrera, etc. Terreno total necesario 26.000 m², a 15 ptas/m².

La altura de 6 m se descompone en 2 bancos de 3 m, más un banco adicional de 2 m para retirar la montera. Esta operación tiene carácter de preparación a repercutir sobre la explotación global.

a) Preparaciones:

1.	Accesos. Preparar pistas (200 m lineales)	48.000 pts.
2.	Montera. Retirar 26.000 m ² de montera de 1 m de espesor	780.000 pts.
		<hr/> 828.000 pts.

Se utilizaría un Bulldozer de tipo D6C CATERPILLAR, de 140 Cv auxiliado por una máquina cargadora de ruedas 950 CATERPILLAR de 130 Cv cargando sobre DUMPER Barreiros CENTAURO 200 Cv. Costo 20/30 pts/m³.

Estas tareas figuran en concepto de prestación de servicios, ya que normalmente será realizada por equipo contratado. Se ha puesto un costo de 30 pts/m³.

b) Arranque—Carga:

Algunos datos técnicos y de costo se recogen en los Cuadros números 13, 14, 15 y 16.

Se supone una Pala de cadenas CATERPILLAR 955 de 111 Cv, cuya capacidad de producción oscila entre 150 m³/hora y 350 m³/hora en carga de material en banco. Elegimos 200 m³/hora (hay máquinas que alcanzan hasta 700 m³/hora).

Cálculo de la producción:

Capacidad nominal del cucharón	1,20 m ³
Factor de acarreo	0,85 m ³
Ciclos por hora	100,00 m ³

$$P = 1,2 \times 0,85 \times 100 = 88 \text{ m}^3/\text{hora}.$$

Esta pala se considera con un valor de 2.000.000 Ptas.

Para una densidad de material $d = 1,5$ supone una capacidad de $88 \times 1,5 = 132$ Tm/hora.

Número de horas de trabajo al año:

$$\frac{7.500}{132} = 56 \text{ horas}$$

Contando con la carga sobre un solo Dumper (cosa habitual) no rebasa las 90 horas/año de funcionamiento.

Dado que el clima permite trabajar 6 meses, es decir $6 \times 25 \times 6 = 900$ horas, se podrían arrancar $900 \times 132 = 118.000$ Tm/año con una sola de estas máquinas. De hecho existen canteras fuera de la Hoja 19 (Cementos Hontoria) que extraen 2.000 Tm/día útil.

Estas cifras elementales ponen al descubierto el incoherente planteamiento de este tipo de explotaciones.

c) Transporte

El camión se suele alquilar, a un costo de 200 Ptas/viaje Cantera—Planta. El costo total por este concepto es:

$$200 \times \frac{150.000}{8 \text{ m}^3} = 3.750.000 \text{ Ptas.}$$

(Operario incluido).

Otra incoherencia procede de la baja saturación de una pala servida por un solo camión.

Efectivamente, para transportar $88 \text{ m}^3/\text{hora}$ a una distancia de unos 500 m, con camiones que no cargan más de 8 m^3 y circulan a unos 4 km/hora (pistas deficientes) suponen una utilización de:

$$\frac{4 \times 8}{88} \times \frac{32 \text{ m}^3 \text{ km/h}}{88 \text{ m}^3/\text{h}} = 0,36. \text{ Es decir, del 36 por ciento de la capacidad de la pala.}$$

4.1.1.2.— INCIDENCIA EN EL COSTE DEL LADRILLO

El precio de Kg de arcilla puesta en planta resulta 0,0528 Ptas.

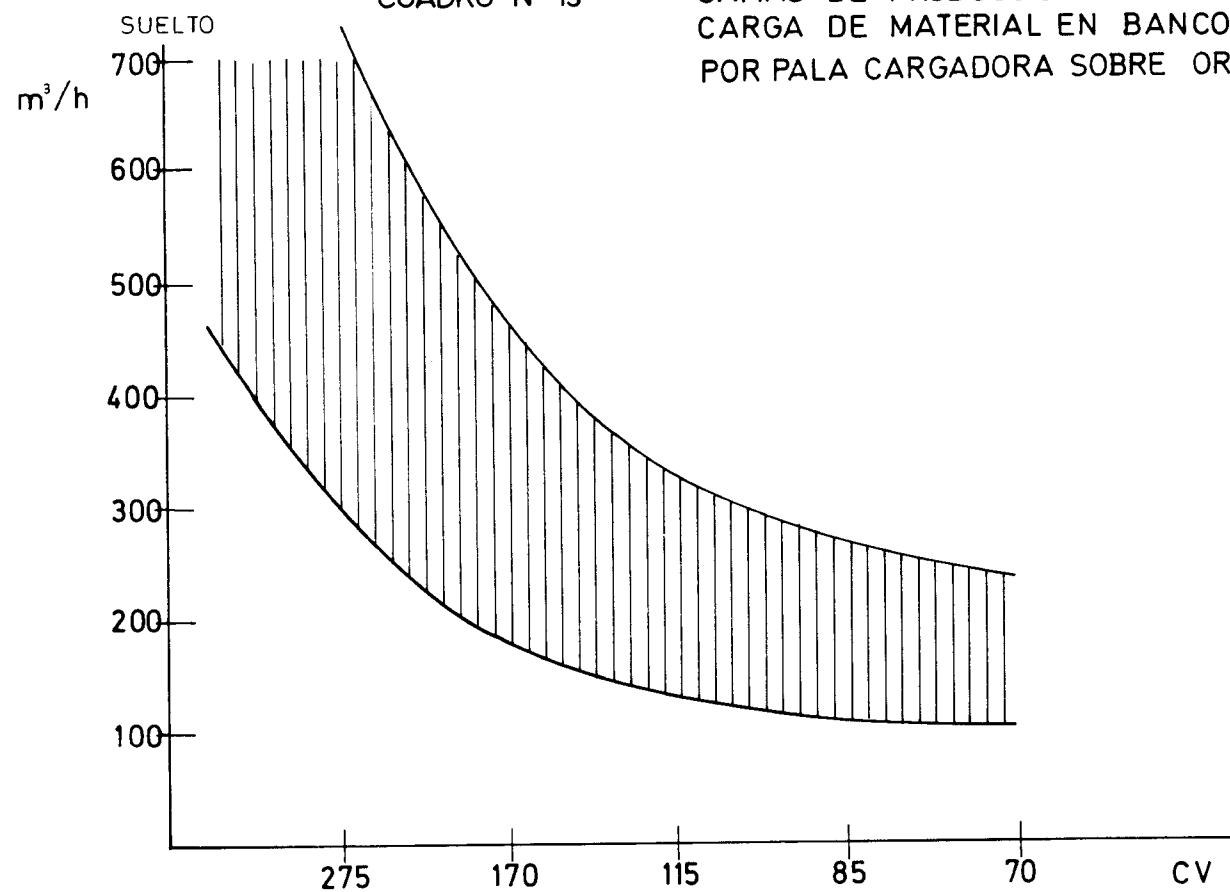
Un ladrillo hueco doble (2 Kg) necesita $2/0,8 = 2,5$ kg de arcilla cuyo valor $2,5 \times 0,0528 = 0,13$ ptas/ladrillo.

La repercusión del costo de la arcilla. Suponiendo un beneficio del 17 por ciento y precio de venta 1,5 ptas/u.

$$\frac{0,13}{1,5 \times 0,83} \times 100 = 10,4 \text{ por ciento}$$

CUADRO N° 13

GAMAS DE PRODUCCION:
CARGA DE MATERIAL EN BANCO
POR PALA CARGADORA SOBRE ORUGA



CUADRO Núm. 14

CALCULO TEORICO DE LA PRODUCCION DE UNA PALA DE CADENAS

$$P = C \times A \times Ch$$

C = Capacidad nominal del cucharón. A = Factor acarreo. Ch = Ciclos por hora.

FACTOR DE ACARREO				
Material	Factor de acarreo			
Aridos homogéneos	85	—	90	%
Aridos húmedos, mezclados	95	—	100	%
Material arcilloso húmedo	100	—	110	%
Tierras, cantos rodados, raíces	80	—	100	%
Materiales cementados	85	—	95	%

Porcentaje aproximado de la capacidad nominal del cucharón que se carga por cada ciclo. A esta cifra se llama generalmente **factor acarreo**.

CICLOS POR HORA				
	Excavación fácil	Excavación normal	Excavación difícil	Materiales de extrema dificultad
Carga	0,05	0,10	0,20	0,20 +
Maniobra transporte	0,12	0,12	0,12	0,12
Descarga	0,02	0,05	0,05	0,05
Maniobra Regreso	0,11	0,11	0,11	0,11
Total	0,30	0,38	0,48	0,48—0,6

Cálculo de duración del ciclo de pala en minutos

SUMENSE EL TIEMPO DE TRANSPORTE Y REGRESO SEGUN EL GRAFICO "A" (V más abajo) SI SE TRATA DE UN TRABAJO DE CARGA Y ACARREO.

Réstese el tiempo de descarga si no hay que efectuarla en camión o tolva, o si no hay que hacerlo en un sitio exacto.

TIEMPO DE TRANSPORTE Y REGRESO

GRAFICO "A"

8 15 23 30 38 46 53 60 METROS:

0 25 50 75 100 125 150 175 200 PIES

DISTANCIA DE RECORRIDO

1. Sin pendientes
2. Las velocidades de Uds. cargadas y en vacío son iguales.
3. El tiempo de maniobra incluye la aceleración.
4. La posición del cucharón se mantiene constante durante el viaje.
5. El tiempo del viaje empleado en maniobra no se incluye en este gráfico

CUADRO Núm. 15

COSTE HORARIO DE MAQUINARIA

CLASE	Características			VALOR	Gastos Fijos			Gastos Variables		Personal conductor	COSTE TOTAL HORARIO
	Peso	Potencia	Capacidad		Amortización	Mantenimiento, Transportes, Grandes reparaciones, Entrenimiento Limpieza	Intereses — Seguros Impuestos — Almacenes	Combustible	Lubricantes		
	t.	CV	M ³		Ptas.	Ptas.	Ptas.	Ptas.	Ptas.	Ptas.	Pesetas
Pala excavadora		80	1	3.000.000,00	187,50	187,50	84,40	57,20	8,70	61,02	586,32
Pala cargadora sobre neumáticos	7	80	1,1	1.000.000,00	83,33	83,33	29,16	57,20	10,20	61,02	324,24
Motoniveladora	9,6	85		900.000,00	56,25	56,25	25,31	60,75	11,40	61,02	270,98
Camión		80	4-5Tm	370.000,00	30,83	30,83	10,72	88,00	16,00	61,02	247,40

Conceptos	Desglose	En miles de pesetas					Porcentaje
		Compra o Alquiler	Preparación	Arranque	Transporte	Total	
Mano de obra	$200 \text{ pts/año} \times 20 \text{ años} \times \frac{96 \text{ h/año}}{300 \text{ d/año} \times 8 \text{ h/día}}$	—	—	160	—	160	2,02
Aprovisio- namiento	Compra de Terreno	390	—	—	—	390	4,92
	Pala Cargadora	—	—	2.000	—	2.000	25,25
	Mantenimiento y consumo, Amortización	—	—	800	—	800	10,10
Gastos Generales	Servicios	Accesos y Montera	820	—	—	820	10,35
		Alquiler de Camión	—	—	3.750	3.750	47,34
Coste Total	—	—	—	—	—	7.920	100

Coste Unitario $7,92 \times 10^4$: $15 \times 10^4 = 52,8 \text{ pts/Tm}$

4.1.1.3.— CONCLUSIONES

Independientemente del valor solo groseramente aproximado de los cálculos que proceden, los órdenes de magnitud relativa de las distintas partidas, permiten extraer algunas conclusiones válidas muy importantes:

1. La incidencia económica de las materias primas en el costo del ladrillo es muy baja. Pocos productos produce hoy la industria con un mayor valor añadido.
2. Dentro del costo de la arcilla, casi un 47 por ciento viene representado por el transporte, a pesar de la hipótesis de distancia Barrero—Planta de 500 m. Ver Cuadro núm. 17.
3. La incidencia del costo del terreno resulta ínfima. En el mapa núm. 3 aparecen groseramente distribuidos los distintos cultivos que completan la Hoja 19. En situación de expropiación, los precios aproximados son los siguientes en ptas/m²:

<u>Secado</u>	<u>Regadío</u>	<u>Viñedo</u>	<u>Erial</u>
2—6	10—20	3—8	2—6

4. De acuerdo con los cálculos anteriores el valor total de la producción de arcilla en la Hoja 19 se elevaría a una cifra del orden de 21 millones de pesetas.
5. Una racionalización de la explotación estaría basada en los siguientes puntos:
Unidad de explotación del orden de 50.000 Tm/año.

Para comparar la mejora de costo con respecto al caso anterior haremos una nueva hipótesis de:

210 días/año x 6 horas/día = 1.260 horas de trabajo al año.

1.260 horas x 375 Tm/hora = 47.250 Tm/año.

Los costos quedan entonces así, por año:

— Mano de obra:	200.000 ptas.
— Compra de terreno:	20.000 ptas.
— Pala cargadora (5 años):	400.000 ptas.
— Mantenimiento y gasoil:	42.000 ptas.
— Accesos y montera:	41.000 ptas.
— Transporte en camiones:	1.250.000 ptas.

$$200 \times \frac{50.000}{8} \quad 1.953.000 \text{ ptas.}$$

$$\text{Costo unitario: } \frac{1.953.000}{47.250} = 41,3 \text{ ptas.}$$

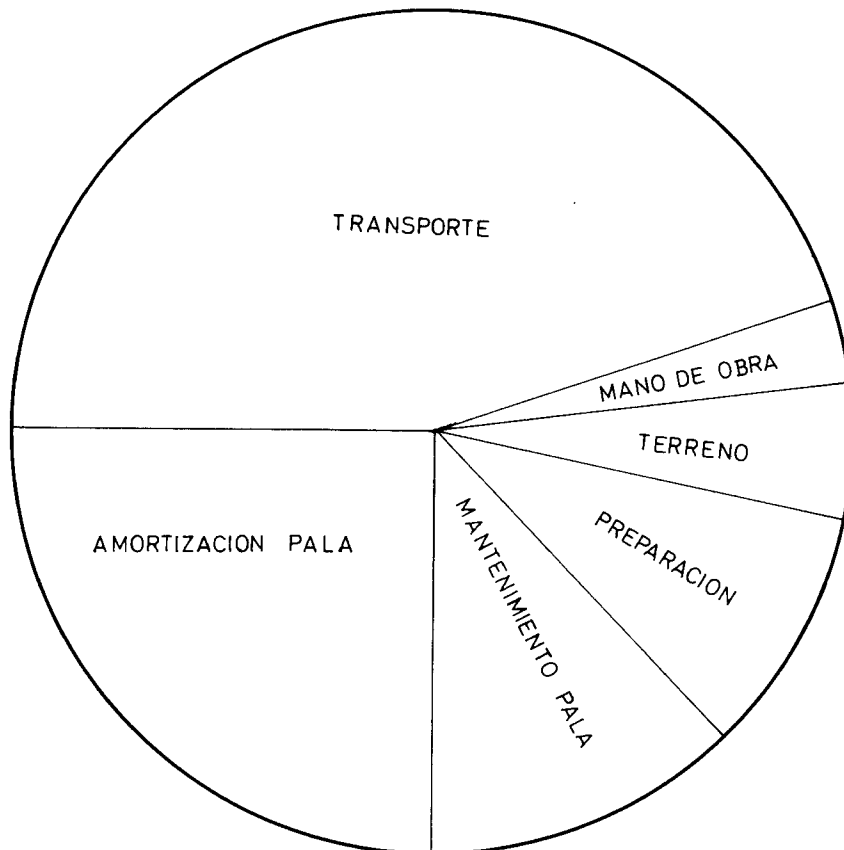
Reducción de costo 11,5 ptas/Tm que supone un 22 por ciento.

4.1.2.— MERCADOS

El sector ladrillero—matriz de los barreros objeto de nuestro estudio—tiene una

CUADRO Nº 17

ANALISIS DE LOS COSTOS DE EXPLOTACION



producción nacional de 25.000 millones anuales de pesetas repartidas en 3.200 empresas, de las cuales el 22 por ciento supone un 70 por ciento de la fabricación total.

La producción nacional de arcillas en el año 1972 alcanzó la cifra de 24 millones de toneladas (ver Cuadro núm. 18), y por tanto la Hoja 19, con sus 353.305 Tm supone el 1,46 por ciento del total. La estructura del Sector de las Arcillas figura en el Cuadro núm. 19.

El Cuadro núm. 20 ofrece las cifras de nuestro comercio exterior de Arcilla, que muestran el carácter deficitario de nuestro mercado, si bien es de suponer que el tipo de arcillas que se importen no pertenecen al grupo de arcillas para ladrillerías (barros).

La potencialidad de esta roca industrial está basada en las inversiones en infraestructura y la erección de los edificios que requieren un habitat apropiado. Este tipo de inversión caracteriza a un país en desarrollo como España.

Por otra parte, la diversificación de productos obtenidos a partir de la arcilla, aún dentro del sector Construcción, es básica: ladrillos, tejas, bovedillas, viguetas, forjados, etc. suponen un valor añadido más alto que repercutirá favorablemente en la economía del sector y, en definitiva, en la revalorización de los depósitos de barro.

Por último, en esta misma línea revalorizadora deben analizarse otras posibilidades de utilización tecnológica de las arcillas. A este efecto se recoge a continuación un repertorio posible en principio de OUTPUTS o salidas para las rocas aquí estudiadas (Arcillas, Gravas y Arenas), agrupadas por sectores: Construcción, Químico, Metalúrgico, Eléctrico, Minero y Agropecuario, correspondiendo a los cuadros núm. 21, 22 y 23.

4.2.— ARIDOS

4.2.1.— PRODUCCIONES

4.2.1.1.— ESTRUCTURA DE LOS COSTOS

Al igual que para las arcillas, las gravas no tienen precio de venta real. Para esbozar un cálculo del precio de costo en la zona, suponemos una explotación tipo de 23.000 m³ total (la media de la zona es del orden de 16.000 m³), se propone un tiempo de extracción de 1 mes.

Los gastos del primer establecimiento serían:

— Planos y Documentos (Preceptivo)	23.000 ptas.
— Canon 2 Ptas/m ³	46.000 ptas.
	<hr/>
	69.000 ptas.

No suele ser necesario habilitar accesos especiales por tratarse de terrenos de dominio público, así como el terreno utilizado (Comisaría de Aguas).

El costo se considera a pie de explotación. Se supone un depósito de 1 m de espesor en un tramo del río Esla de 12 m; lo que requiere 200 m de malecón. La maquinaria sería una pala retroexcavadora sobre cadenas de 111 Cv con cucharón de 1,2 m³, y un rendimiento supuesto de 132 m³/hora.

CUADRO Núm. 18

PRODUCCIONES x 10³ m³

Años	1971	1972
Sustancias		
Arcillas	16.000	15.900
Aridos	99.200	99.400

CUADRO Núm. 19

ESTRUCTURA DEL SECTOR

	Número de explotaciones		Personal		Plantilla por explotación	
	1971	1972	1971	1972	1971	1972
Arcillas	593	602	1.613	1.607	3	3
Arenas y Gravas	245	389	1.080	1.465	4	4

CUADRO Núm. 20 COMERCIO EXTERIOR DE ARCILLA EN MILLONES DE PTS.

	Importación		Exportación	
	1971	1972	1971	1972
C.E.E.	347	413	115	113
Total	408	475	152	144

CUADRO Nº 22		SECTOR AGROPECUARIO					
SALIDAS (OUTPUTS)		ROCAS		Arcilla	Arena		
INDUSTRIAS	PRODUCTOS						
Diversas	Fertilizantes						
SECTOR ELECTRICO							
SALIDAS (CUTPUTS)		ROCAS		Arcilla de grés	Arcilla plástica	Arena	
INDUSTRIAS	PRODUCTOS						
Productos Cerámicos	Porcelana eléctrica						
	Aisladores de grés						
Diversas	Llenado y lecho en zanjas tendido eléctrico subterráneo.						
SECTOR QUIMICO							
SALIDA (OUTPUTS)		ROCAS					
		Arcilla	Arena	Arenisca	Caliza	Cuarcita	Grava
INDUSTRIAS	PRO- DUCTOS						
Aglomerantes	Cementos y derivados						
Vidrios	Vidrio						
Refino y preparación de materias orgánicas.	Catalizadores						
Industria Química	Filtros						

CUADRO Nº 23		SECTOR SIDERO METALURGICO									
ROCAS		Arcilla plástica	Arcilla refractaria	Arena	Arenisca	Caliza	Cuarcita	Grava	Pizarra	Yeso	
INDUSTRIAS	PRODUCTOS										
Productos Cerámicos	Refractarios										
	Aislantes										
Diversas	Aleaciones										
	Fundentes										
	Arenas de moldeo										
	Arenas de colada										
	Abrasivos										

SECTOR MINERO		
ROCAS		Arena
INDUSTRIAS	PRODUCTOS	
Preparación minerales	Arenas de flotación	
Sondeos	Fracturación hidráulica	

Esta máquina se alquila a razón de 1.200 ptas/hora.

El tipo de trabajo asciende así a:

$$\frac{23.000 \text{ m}^3}{132} = 173 \text{ horas y el costo } 208.000 \text{ ptas.}$$

El transporte desde el depósito a la margen del río —unos 100 m supone:

$$\frac{23.000 \text{ m}^3}{8 \text{ m}^3/\text{viaje}} \times 200 \text{ ptas/viaje} = 575.000 \text{ ptas.}$$

Resumen:

— Canon y trámites	69.000
— Arranque y carga	203.000
— Transporte	575.000
	<hr/>
	852.000 ptas.
— Costo del m ³ del todo-uno	$\frac{852.00 \text{ ptas.}}{23.000 \text{ m}^3} = 37 \text{ pts/m}^3$

El transporte ulterior por carretera es del orden de 6 ptas/km a distancias permitibles para la grava. Es realizado en camiones de 8–10 m³.

Los precios de venta del todo—uno fijados oficialmente por la Comisaría de Aguas oscilan entre 15 y 50 ptas/m³. Pese a ello en la práctica no se hace uso de este precio ya que todas las extracciones que destinen los productos a la venta están anejos a Plantas de tratamiento, obteniendo frecuentemente las tres fracciones más comerciales en su uso para el hormigón.

4.2.1.2.— PREPARACION DE ARIDOS PARA HORMIGON

Se trata de preparar una mezcla de áridos adecuada para fabricación de hormigón a partir del todo—uno existente en la proximidad del río Torio.

La curva granulométrica que agrupa las tres fracciones comerciales —gravilla, trito y arena— figura en el apartado 3.3.5.3.

En el cuadro núm. 24 figura la relación entre las propiedades de las Gravas naturales y las principales especificaciones requeridas.

La curva de Fuller es la curva granulométrica ideal de composición de áridos para hormigón. Su ecuación es: $100 \cdot d/D$, en la que

= 0/o que pasa por el tamiz

d = luz de malta

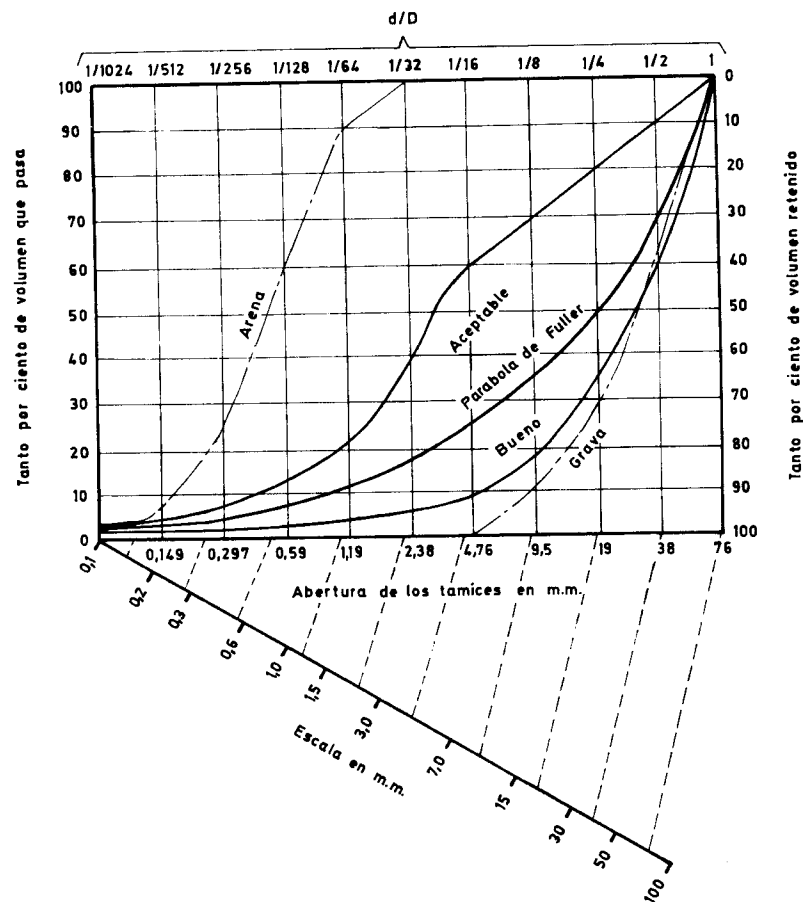
D = tamaño máximo del árido.

Se incluye un ábaco con las márgenes de tolerancias industrialmente admitidas en el uso de esta curva.

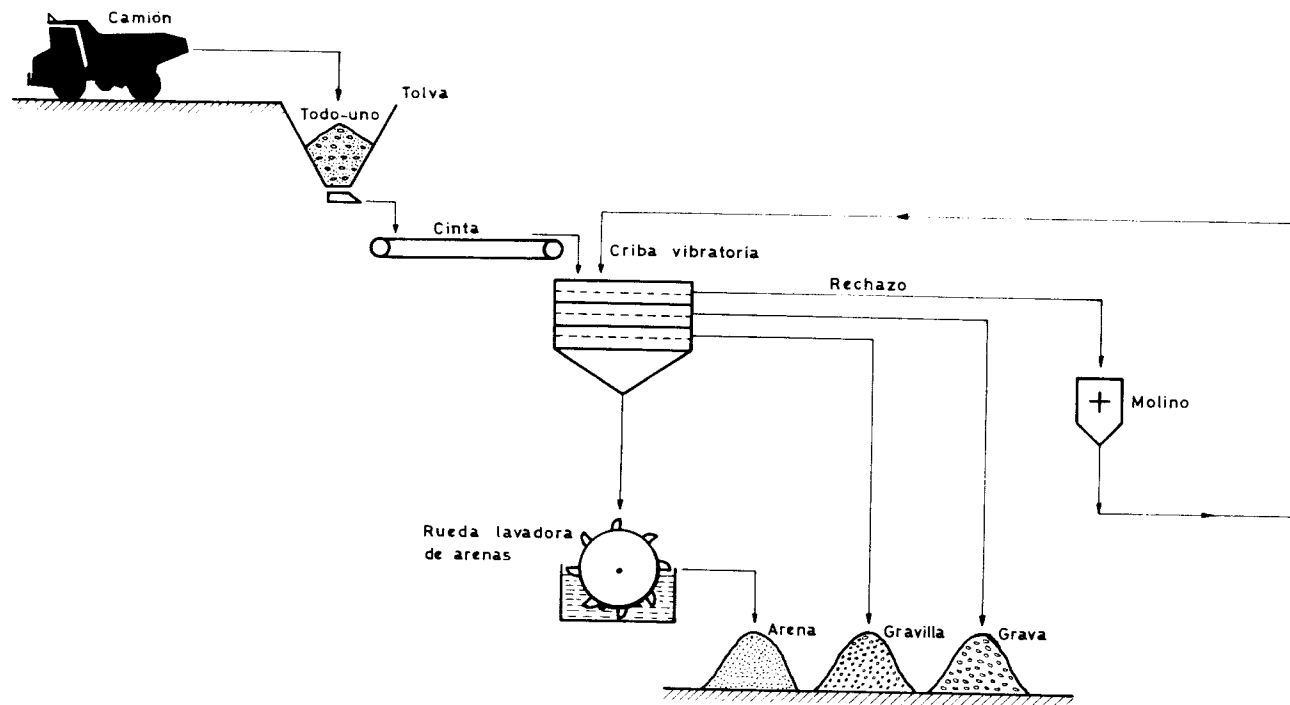
CUADRO Nº 24 - RELACION ENTRE LAS PROPIEDADES DE LAS GRAVAS NATURALES Y LAS PRINCIPALES ESPECIFICACIONES REQUERIDAS

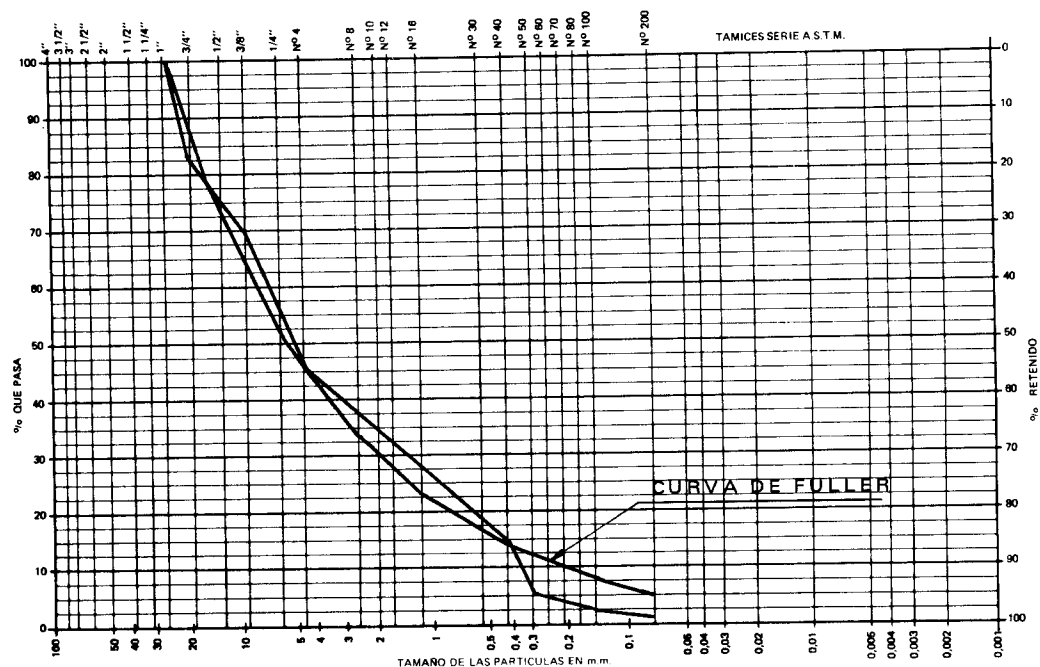
		EQUIVALENCIA DE ARENA				LOS ANGELES			% DE CALIZA EN LAS ARENAS										NOTAS	
		20	40	60	80	40	30	20	80	70	60	50	40	30	20	10				
REQUERIDAS	GRANULADOS Y ARBOL PARA HORMIGON DE O.P. Y CARRETERAS	CATEGORIA I																	HORMIGON DE CARRETERAS	
		Calzada de hormigon																		
	CATEGORIA II y III	Hormigon armado																	Las especificaciones habituales piden contenidos en CO_2Ca inferiores al 30%, pero conviene observar que los elementos caldresos pueden ser duros, y los silicicos, friables	
		Hormigon precomprimido																		
	ESPECIFICACIONES PARA BASES DE CARRETERAS-AUTOPISTAS-AUTOVIAS-REDES NACIONALES DE MUCHA CIRCULACION	ESTABILIZADA MECANICAMENTE																	<div> <div>Trituración 0-20</div> <div>Trituración 0-20 (gravas, cemento, cenizas volcánicas)</div> <div>Trituración 0-20 (envuelto en alquitrán duro)</div> <div>Cribado-Semitriturado 0-50</div> </div> <div>ELABORACION</div>	
		ESTABILIZADA CON AGLOMERANTES HIDRAULICOS																		
		ESTABILIZADA CON AGLOMERANTES HIDROCARBURADOS																		
		SUB-BASE																		
CARACTERISTICAS DE LAS GRAVAS NATURALES	FORMACIONES																		<div> <div>HORMIGONES</div> <div>La equivalencia en arena podrá ser aminorada según los casos, por simple lavado.</div> <div>Idem.</div> <div>Lavado obligatorio</div> <div>Idem.</div> <div>Idem.</div> </div> <div>% CO_2Ca importante en las arenas</div> <div> <div>CALZADAS</div> <div>Materiales convenientes</div> <div>Materiales convenientes</div> <div>Presencia de niveles arenosos</div> <div>Materiales utilizados en las redes nacionales</div> <div>Cualidades muy irregulares: Falta de extensión y de homogeneidad de niveles de grava.</div> </div>	
	ALUVIONES RECIENTES																			
	ALUVIONES ANTIGUOS																			
	ALUVIONES DE CONOS FLUVIO GLACIARES																			
	NIVELES DE AGUA DE LA MORRENA																			
	ALUVIONES PREGLACIARES																			

ABACO DE LA CURVA DE FULLER



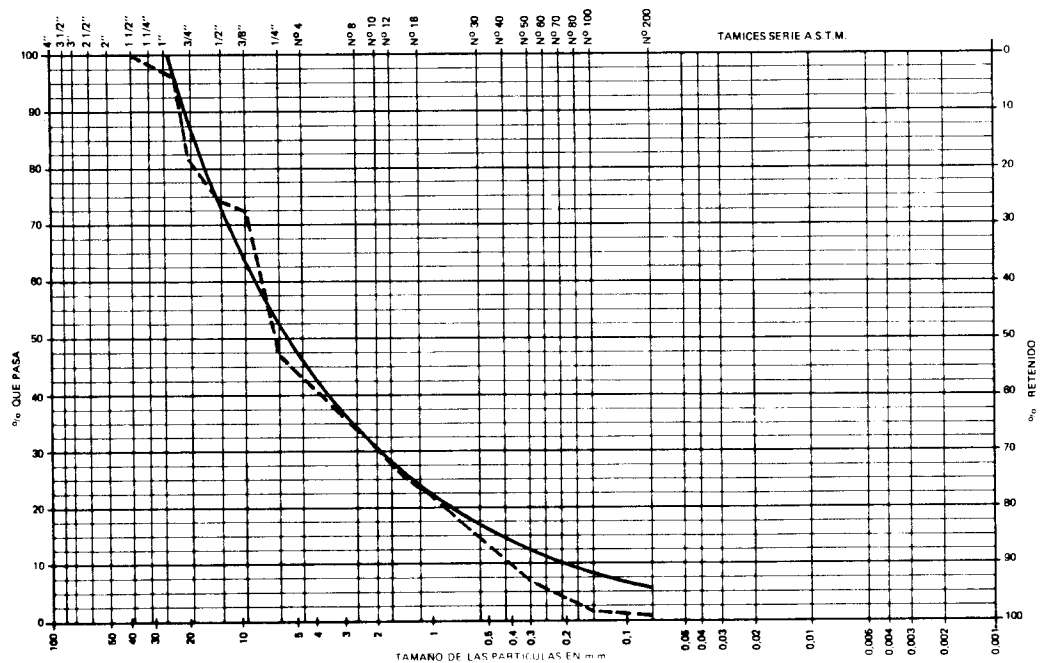
ESQUEMA DE TRATAMIENTO PARA ARIDOS DE RIO
(FLOW-SHEET)





— CURVA DE FULLER
 — CURVA MEZCLA COMBINADA

{ GRAVILLA 30 %
 TRITO 30 %
 ARENA 40 %



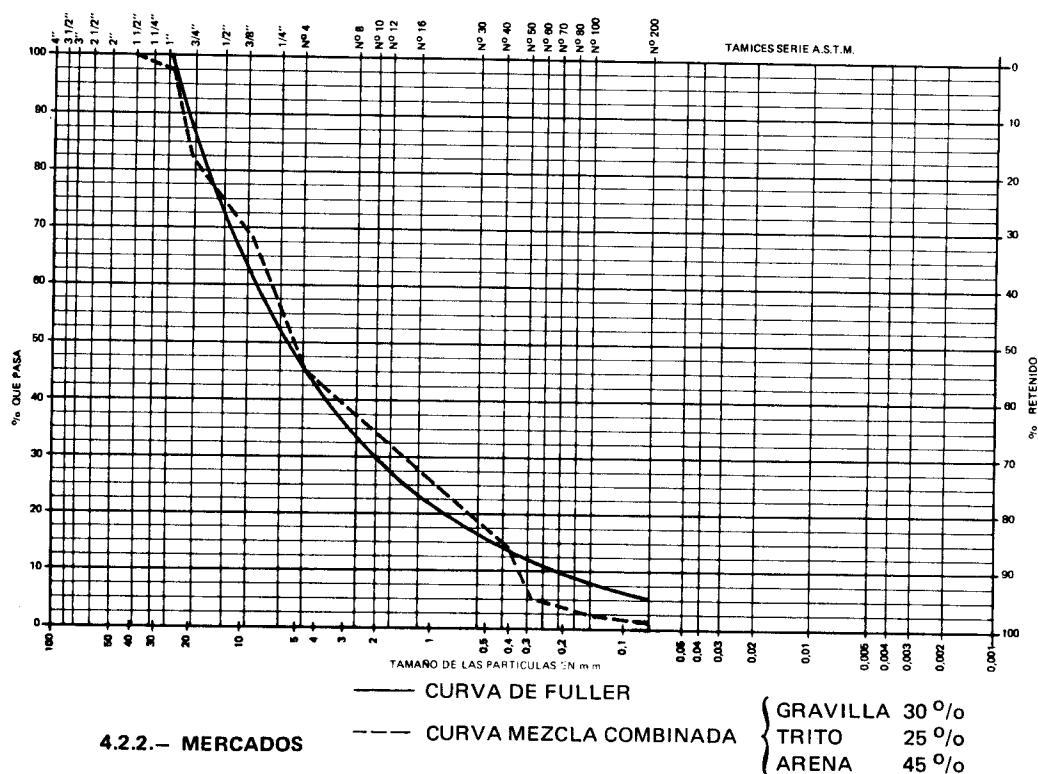
— CURVA DE FULLER
 --- CURVA MEZCLA COMBINADA

{ GRAVILLA 30 %
 TRITO 30 %
 ARENA 40 %

Las curvas de dos mezclas con dosificaciones

	Primera dosificación	Segunda dosificación
Gravilla	30 ^o /o	30 ^o /o
Trito	25 ^o /o	30 ^o /o
Arena	45 ^o /o	40 ^o /o

Están recogidos en los gráficos siguientes. También se incluye un esquema de una Planta de tratamiento para la obtención de las distintas fracciones comerciales.



Las salidas de las rocas industriales de la Hoja 19 vienen expresadas en los cuadros 21, 22 y 23. El Sector Construcción absorbe el 10 por ciento de los áridos explotados. Es obligado, pues, referirse a la demanda de dicho Sector para, a través de él, encontrar las posibilidades económicas de las arenas y gravas de la zona. Sin embargo, no puede desligarse la actividad en la zona de estudio de la correspondiente nacional.

A partir de 1964 se inició una política de reglamentación oficial destinada a reducir la excesiva actividad del Sector. Como consecuencia, disminuye la construcción de viviendas con protección oficial.

El aumento de viviendas libres, obras públicas y obras civiles, consiguió mantener el incremento general. En el caso estudiado se mantuvo estacionaria la actividad del Sector. Las perspectivas del futuro estriban fundamentalmente en los puntos siguientes:

- Industrialización de la zona.
- Consiguiente riqueza viaria.
- Finalización del Plan Tierra de Campos.

aparte de los planes ministeriales que en su momento puedan surgir. La incertidumbre existente sólo se resolverá con la ejecución de las acciones señaladas.

BIBLIOGRAFIA

- *Dto. de publicaciones del I.G.M.E. Mapa de Síntesis de Sistemas Acuíferos de España peninsular, Baleares y Canarias. Madrid 1971.*
- *SOLE SABARIS, L. MUNTANER Y SIMON, 1952. – Geografía de España y Portugal.*
- *Información del Centro Meteorológico de la Cuenca del Duero. Valladolid.*
- *HERNANDEZ PACHECO, E. – Síntesis fisiográfica y geológica de España. Museo C.N. Serv. Geol. núm. 38. Madrid 1932.*
- *KRYNINE, D.P.; JUDD, W.R. y OMEGA, 1961. – Principios de Geología y Geotecnia para Ingenieros.*
- *Informe para el I.N.C. sobre la Cuenca del Duero. Aeroservice 1966.*
- *Dto. de Publicaciones del I.G.M.E. – Memorias y Hojas Geológicas a escala 1:50.000, núms. 162, 163, 232, 235. Madrid.*
- *Dto. de publicaciones del I.G.M.E. – Mapa Geológico de España. E. 1:200.000 (Hoja núm. 19 – León). Madrid.*
- *HUGH EXTON McKINSTRY y OMEGA, 1970. – Geología de Minas.*
- *A. VIDAL y OMEGA. – Explotación de Minas. Tomo I.*
- *Ministerio de Industria. Dirección General de Minas, 1971. – P.N.E.M. Conversión de explotaciones a cielo abierto. Capítulo II. Volumen 26.*

- *Ministerio de Industria. Dirección General de Minas, 1971. – P.N.E.M. Minería de Rocas Industriales. Capítulo II. Volumen 24.*
- *S. CILLERE y STEPHANE HENIN. – Mineralogie des argiles. Masson et Cie. Editeurs, 1963.*
- *J. E. GUILLOT. – Clay in Engineering Geology. Edit. Elsevier Publishing Company, 1968.*
- *T. FEBREL MOLINERO. – Investigación Geológica y Evaluación de Depósitos Minerales. E.T.S.I.M. Madrid, 1971.*
- *GRIM, R. E. – Applied Clay Mineralogy. McGraw-Hill Book Company, I.N.C., 1962.*
- *T. FEBREL MOLINERO. – Determinación de Parámetros para el cálculo de reservas de un criadero. E.T.S.I.M. Madrid 1971.*
- *LIRIA, J. – El problema ingenieril de defensa de márgenes de ríos. Instituto de Hidrología. Madrid 1971.*
- *PRIEST, M. y SHINDALA, A. – Channel degradation down stream from large dams. Valter Ressources Researsch. 1968.*
- *Ministerio de Obras Públicas. – Norma de áridos para hormigón, pág. 18 a 23. Decreto de la Presidencia de Gobierno núm. 2.987 de 20 Sept. 1968.*
- *Editores técnicos asociados, S.A., 1967. – Los Aridos en la Construcción.*
- *CALLE, F; S. JIMENEZ, A. y FERNANDEZ, J.M. – Balance y Mercado de las Rocas Industriales. Tomo III-B. Jornadas Minero-Metalúrgicas de Cartagena. 1971.*
- *Caja de Ahorros de León, 1972. – Estructura Económica de León.*
- *Banco de Bilbao, 1971. – Panorama Económico Castellano-Leonés.*
- *Secretaría Gral. Técnica. Ministerio de Industria. – Estadística Minera de España. Años 1970 y 1971.*
- *Servicio de Publicaciones-Ministerio de Industria. – La Industria Española en 1972.*
- *Consejo Económico Sindical Provincial. – Estructura y perspectiva de desarrollo de la provincia de Valladolid. Valladolid, 1970.*
- *I.N. de Estadística. Presidencia de Gobierno. – Reseña estadística de las provincias de León, Palencia y Valladolid. Madrid 1963, 1964.*
- *D.G. de Agricultura. Ministerio de Agricultura. – Mapa agronómico nacional de Palencia, Valladolid y Zamora.*
- *SINGER, F. y SINGER, SS. – Cerámica Industrial. Vol. I, II y III. Urmo, 1971.*
- *Report of the Interregional Seminar on Clay Building materials Industries. – The development of clay building materials industries in developing countries. Copenhagen, 1968.*
- *VILLAIN, J. – Les matériaux de la vallée du Rhône entre la Suisse et le confluent de l'Ain. Bulletin de liason des laboratoires des ponts et chaussées, núm. 67. Paris 1973.*

- *Información del Grupo Nacional Autónomo de Tejas, Ladrillos y Piezas Especiales: HISPALYT.*
- *ROBUSTE, E. – Técnica de Industria Ladrillera. Vol. I. Tomo 44. Edit. CEAC 1969.*
- *ROBUSTE, E. – Técnica de la Industria Ladrillera. Vol. II. Tomo 45. Edit. CEAC 1969.*
- *SORIA, F. – Estudio de Materiales. Conglomerantes Hidráulicos IV. Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento, Madrid 1962.*
- *Comisaría del Plan de Desarrollo Económico y Social 1972–1975. – III Plan de Desarrollo Económico y Social. Construcción y sus materiales.*
- *TARGHETTA ARRIOLA, L. y ROA, S. – Transporte y Almacenamiento de Materias primas en la Industria Básica. Tomo I. Blume 1970.*
- *Banco de Bilbao 1973. – Un cuarto de siglo de la Economía Española.*