



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

GENERALITAT VALENCIANA
CONSELLERIA D'INDUSTRIA, COMERÇ I TURISME
Direcció General d'Indústria i Energia

ESTUDIO DE RESTAURACION DE
AREAS MINERAS
PINOSO (ALICANTE)
MEMORIA Y ANEXO I



MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

01071

**ESTUDIO DE RESTAURACION
DE AREAS MINERAS.
PINOSO (ALICANTE)
Memoria y Anexo I**

EQUIPO DE TRABAJO

DIRECTOR

Por parte de la Generalitat Valenciana, Conselleria de Industria
Comercio y Turismo

D. ALBERTO ESCALADA GIL
Jefe del Servicio de Minas

DIRECTOR

Por parte del Instituto Tecnológico y Geominero de España (I.T.G.E.)

D. LUCAS VADILLO FERNANDEZ
Ingeniero de Minas
Area de Geología Ambiental

Por parte de Consulting de Ingenieros y Economistas, S.A. (C.I.E.C.S.A.)

D. FERNANDO ALFONSO DE MOLINA
Ingeniero de Minas

D. CARLOS GAZAPO BADIOLA
Ingeniero de Minas

D^a MONTSERRAT PEDRA GUIVERNAU
Lcda. en Ciencias Geológicas.

D. FERNANDO ACEBES MARTIN
Lcdo. en Ciencias Biológicas'

El equipo quiere expresar su agradecimiento, por su inestimable
colaboración al Excelentísimo Ayuntamiento de Pinoso, así como a las
empresas explotadoras de Coto Pinoso.

**ESTUDIO DE RESTAURACION DE AREAS MINERAS.
PINOSO. (ALICANTE)**

Diciembre. 1989

El presente estudio ha sido realizado por CONSULTING DE INGENIEROS Y ECONOMISTAS S.A. (C.I.E.C.S.A.) en régimen de contratación con el INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA.

INDICE

	PAGINAS
1.- <u>INTRODUCCION</u>	1
1.1.- <u>ANTECEDENTES</u>	2
2.- <u>EVOLUCION DE LA PRODUCCION MINERA Y TENDENCIAS DEL MERCADO</u>	4
2.1.- <u>GENERALIDADES</u>	4
2.2.- <u>IMPORTANCIA ECONOMICA, EVOLUCION DE LA PRODUCCION</u>	5
3.- <u>CARACTERISTICAS DE LA ACTIVIDAD MINERA</u>	8
3.1.- <u>CARACTERISTICAS GENERALES, UBICACION DE LAS INSTALACIONES</u>	8
3.2.- <u>CARACTERIZACION GEOLOGICA DEL YACIMIENTO</u>	11
3.3.- <u>ANALISIS GEOMETRICO DE LAS ACTUALES TENDENCIAS DE EXPLOTACION</u> ..	20
4.- <u>MODELO EVOLUTIVO INTEGRADO DE COTO PINOSO</u>	31
4.1.- <u>MODELO DE EVOLUCION DE CANTERAS TIPO</u>	31
4.2.- <u>MODELO EVOLUTIVO DEL YACIMIENTO</u>	34
4.3.- <u>RECONOCIMIENTO DE POSIBLES ZONAS PARA LA IMPLANTACION DE</u> <u>ESCOMBRERAS CON GESTION DE VERTIDO</u>	35
5.- <u>RESTITUCION DEL MEDIO NATURAL</u>	43
5.1.- <u>DETERMINACION DE IMPACTOS</u>	43
5.2.- <u>ANALISIS DE ALTERNATIVAS DE RESTITUCION</u>	44
6.- <u>COSTES DE RESTITUCION</u>	48
6.1.- <u>ACONDICIONAMIENTO DE LA SUPERFICIE DEL TERRENO</u>	49
6.2.- <u>REVEGETACION</u>	50
6.3.- <u>COSTES UNITARIOS EN LA RESTITUCION</u>	51
6.4.- <u>PRESUPUESTO DE RESTAURACION PARA UNA PARCELA TEORICA DE 1 HA</u> ..	54
7.- <u>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</u>	56
8.- <u>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</u>	60
<u>ANEXO I. TIPOS DE FORMACIONES VEGETALES Y EDAFOLOGICAS</u>	63
I.1. <u>TIPOS DE FORMACIONES VEGETALES</u>	63

ANEXO II. MAPAS

ANEXO III. FICHAS DE CANTERA

1.- INTRODUCCION

La preocupación por la problemática de la degradación del medio ambiente ha alcanzado en los últimos tiempos la alta consideración que el tema exige. En este sentido se está imponiendo para la minería que por su propia actividad provoca una alteración del medio en el cual se emplaza, una tendencia a planificar sus instalaciones de acuerdo con las características intrínsecas del propio medio. La ubicación de las distintas explotaciones viene impuesta por parámetros de la propia Naturaleza.

Ahora bien si no es fácil variar la localización de las explotaciones, siempre es posible establecer durante el período de actividad un programa de restitución que contribuya a paliar el impacto ambiental creado, y en algunas ocasiones, incluso a mejorar el medio, para que de acuerdo con un plan previamente establecido, tenga una utilidad social.

La promulgación del Real Decreto 2.994/82 del 15 de Octubre de 1982 sobre "Restauración del Espacio Natural afectado por Actividades Mineras" supuso un gran avance y un cambio cualitativo en la forma de afrontar el problema, ya que a partir del mismo se obliga a los explotadores a la realización de un proyecto de restauración, cuando sean requeridos para ello. La publicación del R.D. 1.131/88, del 30 de Septiembre de 1988 sobre "Evaluación del Impacto Ambiental" establece la obligación de someter a evaluación de impacto las explotaciones mineras a cielo abierto; dicha información no sólo ha de ser proporcionada por el titular, sino que ha de ser complementada por las autoridades y el público susceptible de ser afectados por el proyecto.

Iniciada la labor por la Administración se comprobó que, aún cuando existía una buena disposición por parte de los explotadores, a las canteras de pequeña magnitud que aprovechan rocas industriales se les creó grandes dificultades, no sólo a la hora de efectuar los planes de restauración sino también posteriormente para su ejecución práctica.

El Instituto Tecnológico GeoMinero de España, consciente de la problemática que todo ello supone, viene desarrollando trabajos infraestructurales de apoyo, enfocados a la determinación de los parámetros geoambientales que son afectados por las explotaciones mineras; con ello establece

criterios de restauración a fin de recuperar el espacio natural y minimizar el impacto ocasionado por dichas actividades.

El presente trabajo se inscribe dentro del "Convenio Específico para Desarrollo del Programa de Asistencia Técnica entre el Instituto Tecnológico GeoMinero de España y la Conselleria de Industria, Comercio y Turismo de la Generalitat Valenciana", en 1.988. Se planteó con objeto de lograr la corrección del impacto ambiental producido por las explotaciones a cielo abierto de mármol ornamental ubicadas en la Sierra de Monte Coto, en el municipio alicantino de Pinoso, y en último término, disponer de un Plan General de Restauración para la Recuperación del Medio Físico Alterado y minimizar estos impactos producidos por las labores mineras en el entorno de dicha área.

Dicho proyecto debía incorporar las variables ambientales y territoriales al resto de los factores que intervienen en las decisiones relativas a las actividades mineras. Ello se ha realizado en dos fases; en la primera denominada "Plan de Restauración del Espacio Natural afectado por las explotaciones mineras de Pinoso (Alicante)", se ha evaluado el impacto ambiental originado por las explotaciones mineras, determinando medidas de restauración tendentes a minimizar los impactos en el entorno de la Sierra. En la segunda fase que constituye el presente estudio, se intenta conseguir, no sólo el conocimiento de la situación de la minería explotada en este yacimiento con relación al medio ambiente, sino que se han analizado los problemas, se indican soluciones para los mismos y fundamentalmente se han elaborado unos criterios que faciliten la adecuación de los Planes de Restauración a la necesidad de conservación máxima del medio y posterior recuperación de los terrenos afectados.

1.1.- ANTECEDENTES

La región dentro de la cual se sitúa el área objeto de esta investigación, ha sido estudiada desde el punto de vista geológico por numerosos autores extranjeros y españoles. Sus estudios se han recopilado y sintetizado en el Mapa Geológico Nacional de España a escala 1:50.000 (serie MAGNA) publicado por el Instituto Tecnológico GeoMinero de España en 1986.

También se han realizado numerosos estudios hidrogeológicos de la región, gran parte de ellos de carácter puntual y privado y en su mayoría inéditos. Están publicados otros trabajos hidrogeológicos de carácter regional, que afecta a los materiales que nos ocupa.

Desde el punto de vista minero y a parte de los estudios privados realizados por las compañías explotadoras de los suelos triásicos, el ITGE realizó una "Investigación de Rocas Ornamentales en el Sureste" en 1.975, la cual incluye la caracterización de Coto Pinoso como productora de mármol comercial "Crema Marfil".

En 1.984 la Dirección General de Minas realizó la "Investigación de Mármoles en Pinoso-Cavarrasa (Alicante), con objeto de definir y delimitar los afloramientos de calizas con posibilidad de uso ornamental comercializados bajo el nombre de "Crema Marfil" y "Rojo Alicante".

A continuación se realizó un vuelo topográfico a escala 1:25.000 a partir del cual se obtuvo por restitución fotogramétrica una base topográfica a escala 1:5.000 que sirviera para futuros estudios, la cual se ha utilizado para este trabajo.

En 1.986, la Dirección General de Minas, efectuó la "Investigación de Mármoles en Coto Pinoso y Cavarrasa (Alicante)" para obtener un mejor conocimiento de los niveles productivos de caliza ornamental de ambos yacimientos, estimar sus calidades y reservas geológicas y conocer su situación tanto administrativa como tecnológico-minera de las explotaciones y escombreras.

Cabe destacar, finalmente, el trabajo desarrollado en la Comunidad Valenciana y publicado en 1989, que se inscribe dentro del "Programa Nacional de Estudios Geoambientales aplicados a la Minería" puesto en marcha por el Instituto Tecnológico GeoMinero de España. En este estudio se puso de manifiesto la problemática ambiental, entre otros, de las explotaciones de caliza marmórea de Coto Pinoso y se establecieron líneas de actuación a seguir para aminorar el impacto ambiental producido. Consecuencia de ello, es el presente estudio que nos ocupa por tratarse de una de las áreas más afectadas de la provincia de Alicante, debido al elevado número de explotaciones que presenta el yacimiento.

2.- EVOLUCION DE LA PRODUCCION MINERA Y TENDENCIAS DEL MERCADO

2.1.- GENERALIDADES

España es un país con abundantes explotaciones de mármoles, calizas marmóreas y rocas afines. Sin embargo la situación general del subsector industrial minero no está todo lo desarrollado que sería posible. Los principales problemas existentes en el subsector en España, en términos generales son el excesivo minifundismo de los yacimientos más importantes con un gran número de empresas poco dotadas tecnológicamente y financieramente, las cuales conviven con una minería de empresas multinacionales modernas y técnicamente puestas al día; las diferencias y falta de homogeneidad en el acabado de los productos y la falta de estructuras comerciales.

A pesar de esta situación general un tanto adversa, España viene ocupando el tercer puesto mundial en extracción de mármoles, detrás de Italia y Portugal en el período 1983 a 1987 y ocupó el segundo puesto, detrás de Italia en 1981 y 1982.

En cuanto la producción de variedades de mármol en España, éstas son múltiples, distinguiéndose principalmente por su valor que es una de las características más importantes para su valoración comercial. Así y según su tonalidad cromática, existen las variedades de mármoles blancos - poco corrientes- y los de color, entre los que destacan los cremas, rosas rojizos, grises y negros, siendo los primeros los más abundantes. Su cotización en el mercado, tanto nacional como internacional, varía de acuerdo con las especificaciones de tamaño, disponibilidad del producto, el acabado y sobre todo de su tonalidad cromática.

El destino de la producción total es absorbido en su mayor parte por la industria de la construcción, cuyas aplicaciones de carácter ornamental son: revestimientos, pavimentos, solería, peldaños, rodapié, monumentos funerarios, conmemorativos y artísticos, fundamentalmente. Las aplicaciones constructivas con responsabilidades resistivas, por cuantía, han caído casi en desuso. Otras aplicaciones a las que también se destina el mármol, aunque en menor cantidad que para uso

ornamental, son: áridos para construcción y materia prima para la industria química, cargas y cemento, entre otros múltiples usos más.

2.2.- IMPORTANCIA ECONOMICA. EVOLUCION DE LA PRODUCCION

En los últimos nueve años, la provincia de Alicante ha visto aumentar paulatinamente su sector minero de tal forma que traducido en pesetas, ha pasado de producir 2.168 millones en 1980 a 4.646 millones en 1987. Ello representa un porcentaje superior al 50% del valor total de la producción minera de la Comunidad Valenciana y un porcentaje del 1,2% (año 1987 del total Nacional) (Cuadro-2.1).

En la figura-2.1 se refleja la evolución de la importancia de la producción minera de la provincia de Alicante, en el período comprendido entre los años 1980-1987 (Estadística Minera de España. Años 1980 a 1987, último año publicado).

En las figuras 2.2, 2.3 y 2.4 se muestra la evolución en millones de pesetas de la actividad minera de la provincia en relación con los de la Comunidad Valenciana y Nacional, en el mismo período de tiempo. En pesetas constantes de 1980 se aprecia que Alicante en 1987 ha incrementado su valor cerca de un 3% respecto a 1980. No obstante las producciones de la Comunidad Valenciana y Nacional han experimentado en 1987 un descenso de -4% y -36% respectivamente en relación a 1980. La tendencia nacional descendente parece ser causada según fuentes oficiales, a diversos conflictos derivados de la repercusión de la crisis que afecta al sector minero mundial y en consecuencia a España, durante los anteriores años del citado período de tiempo.

El único sector de la minería española que ha experimentado un incremento constante en el mismo período de tiempo ya indicado, es el de productos de canteras (Cuadro-2.2). En las figuras 2.5, 2.6 y 2.7 se muestra la evolución de la producción en millones de pesetas del sector de productos de canteras en los años 1980-1987 según datos estadísticos oficiales. La provincia de Alicante ha pasado de producir 923 millones de pesetas en 1980 a 2.821 millones de pesetas en 1987, lo que representa porcentajes respecto al valor total de la Comunidad -en pesetas constantes de 1980- del 40,2% en 1980 y del 5% en 1987; así, resulta ser la provincia de la Comunidad Valenciana con una mayor producción

en productos de canteras, figura-2.8. Respecto al total Nacional, Alicante ha aumentando su porcentaje, en pesetas constantes de 1980, de 3,8 % en 1980 a 4,3% en 1987.

En las figuras 2.9, 2.10 se representa para el año 1987 la distribución en porcentajes de las sustancias extraídas en la provincia de Alicante, la figura 2.9 proporciona porcentajes en millones de pesetas y la 2.10 porcentajes en miles de toneladas.

El cuadro-2.3 incluye las producciones de cada una de las sustancias extraídas en Alicante a lo largo de los años 1980 a 1987. En él destacan la producción de sal, calizas y mármol que mantienen este orden de importancia de producción a lo largo de los años.

La producción de mármoles en el período 1980-87 se sitúa entre los principales productos de cantera a nivel nacional. Mantiene el cuarto lugar detrás de las calizas, pizarras y granitos. Esto se debe a que su mayor parte al igual que las pizarras y los granitos se destina a uso ornamental cuadros 2.4 y 2.5, cuyo subsector toma un importante valor comercial, tanto en el mercado interior como exterior.

El fuerte ritmo de crecimiento que ha mantenido en estos últimos años queda mostrado en el cuadro-2.6, según datos oficiales, España ha pasado de producir 753 millones de Toneladas en el año 1980 a 948 millones de toneladas en el año 1987, lo que supone un aumento del 25,9%. En valor supuso un incremento del 47%, en pesetas constantes de 1980.

Comparando los crecimientos experimentados en valor al nivel provincial de la Comunidad y Nacional (Figuras-2.11, 2.12 y 2.13) con los crecimientos respectivos en peso (Figura-2.14), se evidencia una revalorización del mármol con el tiempo de la provincia de Alicante.

Cabe destacar la importancia de la procedencia de Alicante en cuanto producción de mármol y calizas marmóreas se refiere; durante el período considerado su producción representa el 25% del valor total nacional, siendo la segunda provincia productora de mármoles, detrás de Almería con un 40,6% y seguida de Murcia con un 12%. Respecto la Comunidad Valenciana, ocupa el primer puesto con el 90,8% del valor total y el 92% de tonelaje total de la Comunidad (Figura-2.15).

En cuanto la tendencia evolutiva se refiere, cabe destacar el elevado crecimiento que ha experimentado la producción de mármol durante el mencionado período 1980-87, en especial en la provincia alicantina; dicha provincia ha pasado de producir 192.000 a 195.000 toneladas en cinco años con un valor, de 232 a 962 millones de pesetas, lo que representa un incremento del 99% en pesetas constantes de 1980 (Figura-2.11).

La producción de mármoles y calizas marmóreas se concentra en la actualidad en las variedades comerciales "Crema Marfil", extraído en el paraje El Coto (Pinoso), objeto de este estudio, y el "Rojo Alicante" extraído en el paraje Cavarrasa (Monóvar), situados a pocos kilómetros entre sí, cuya elaboración y comercialización se realiza fundamentalmente en Novelda (Alicante), siendo ésta junto con Macael (Almería), los centros productores de mármol ornamental más importantes de España.

En el cuadro 2.7 se presenta la producción de mármol "Crema Marfil" del yacimiento Coto Pinoso; en peso para el año 1987 representa el 97% de la producción total de Alicante, el 89,3% del total de la Comunidad y el 20% del total Nacional.

Las posibilidades de comercialización de esta variedad son muy amplias, tanto en el mercado nacional como internacional; se exporta fundamentalmente a Europa, EE.UU y Japón. Compite con el resto de rocas ornamentales, sobre todo con los granitos; su relativo bajo precio y tonalidad crema hacen que esta variedad de mármol sea muy apreciada en el sector de la construcción, especialmente para revestimientos interiores, desplazando a otras variedades ornamentales del mercado.

Las perspectivas futuras son por tanto óptimas si se mantiene el ritmo de evolución del sector de la construcción.

Figura 2.1.-Distribución económica por provincias de la producción minera en la Comunidad Autónoma de Valencia.

(VALOR MILLONES DE PTS)

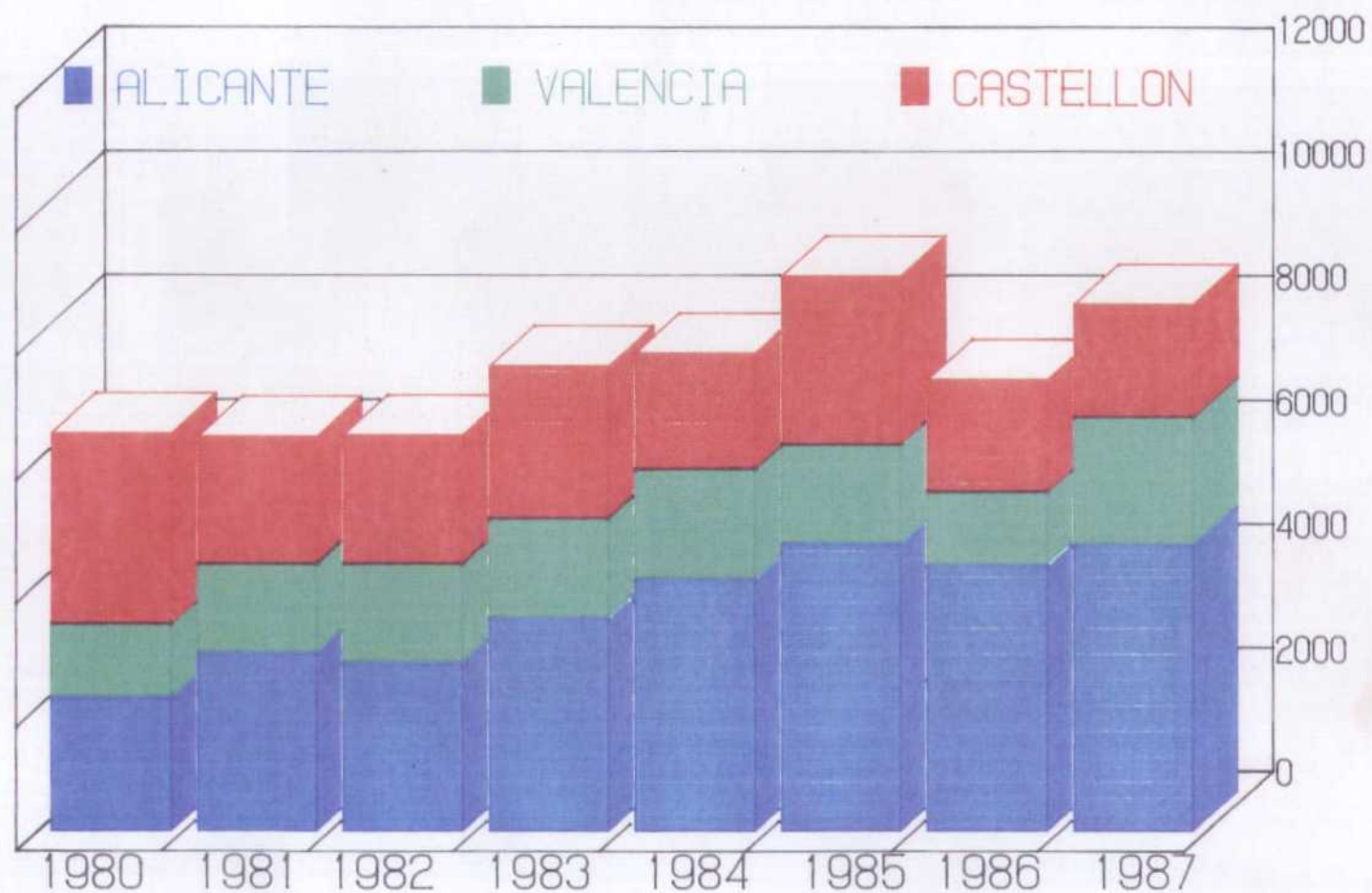


Figura 2.2.-Evolución económica de la producción minera de Alicante.

ALICANTE

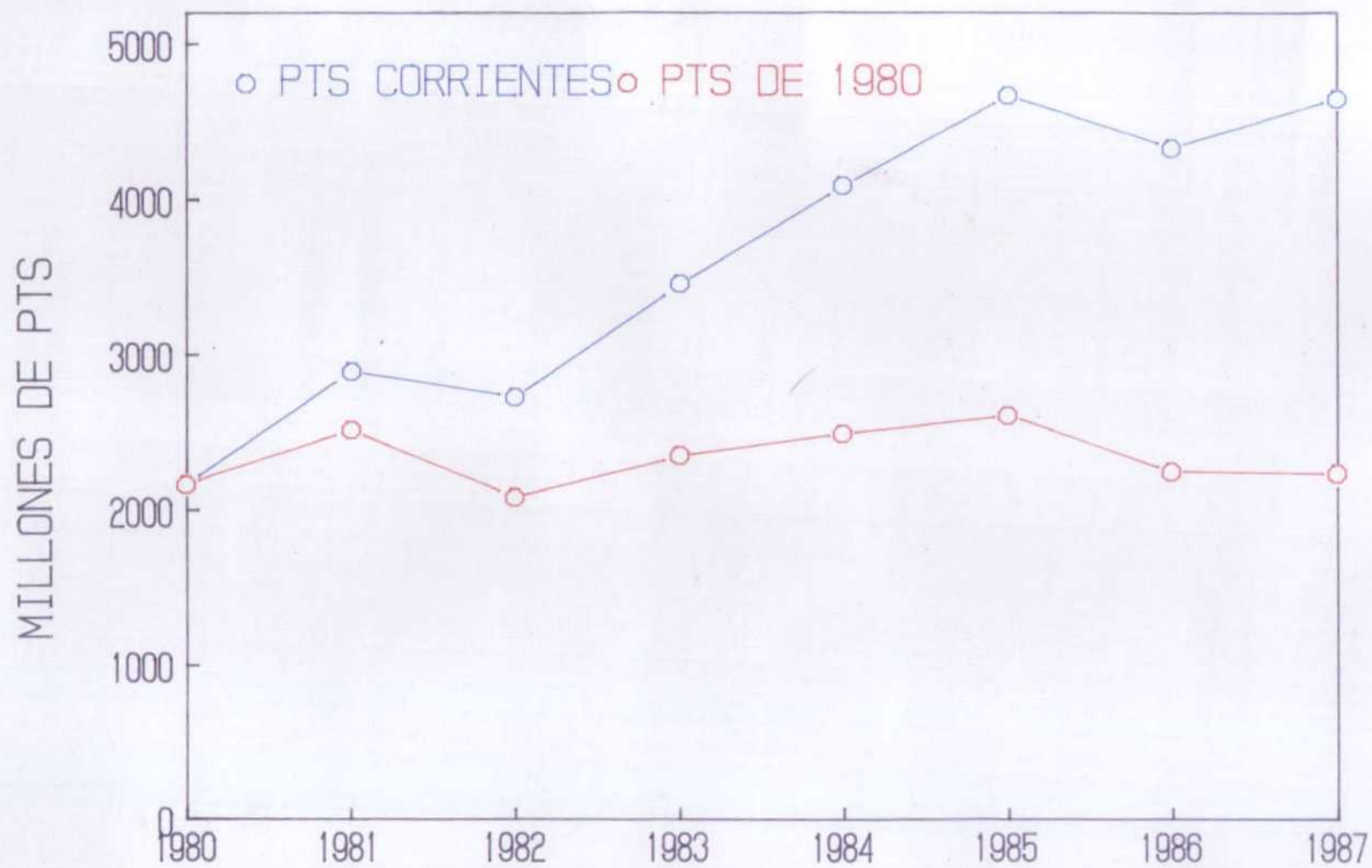


FIGURA -1-

Figura 2.3.-Evolución económica de la producción minera de la Comunidad Autónoma de Valencia.

COMUNIDAD VALENCIANA

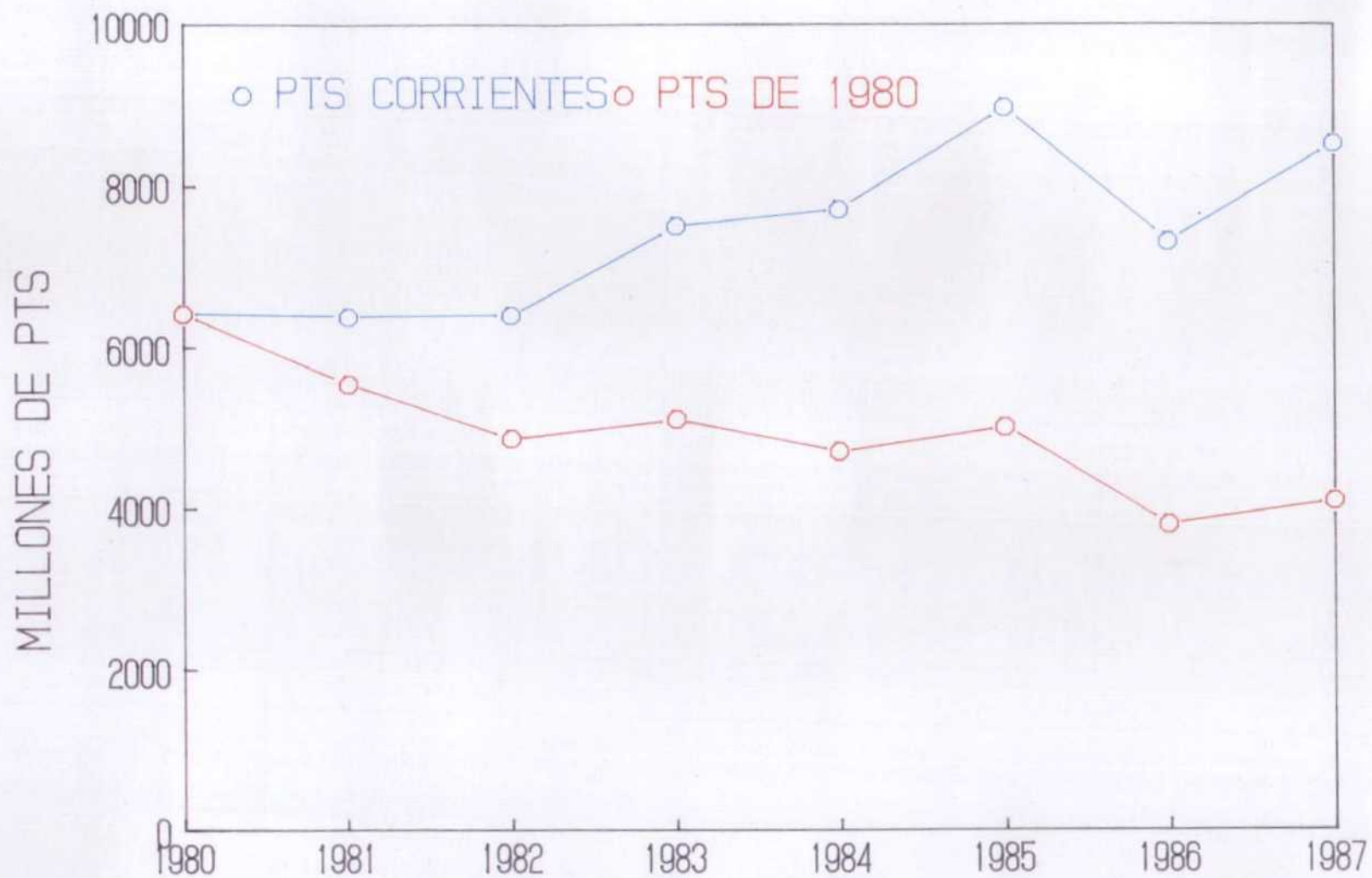


Figura 2.4.-Evolución económica de la producción minera Nacional.

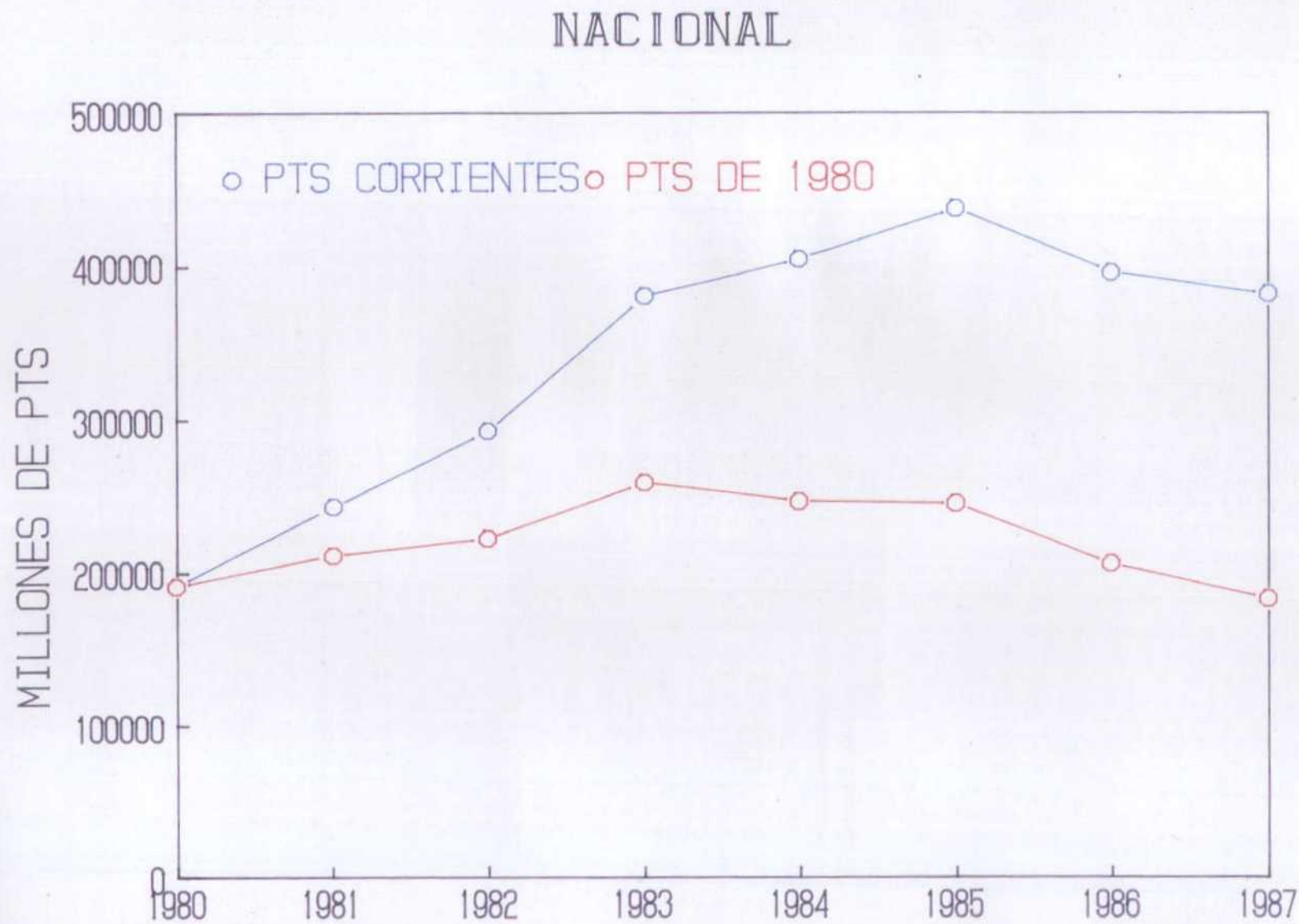


FIGURA -1-

Figura 2.5.-Evolución económica de la explotación de productos de cantera en la
en la provincia de Alicante.

ALICANTE

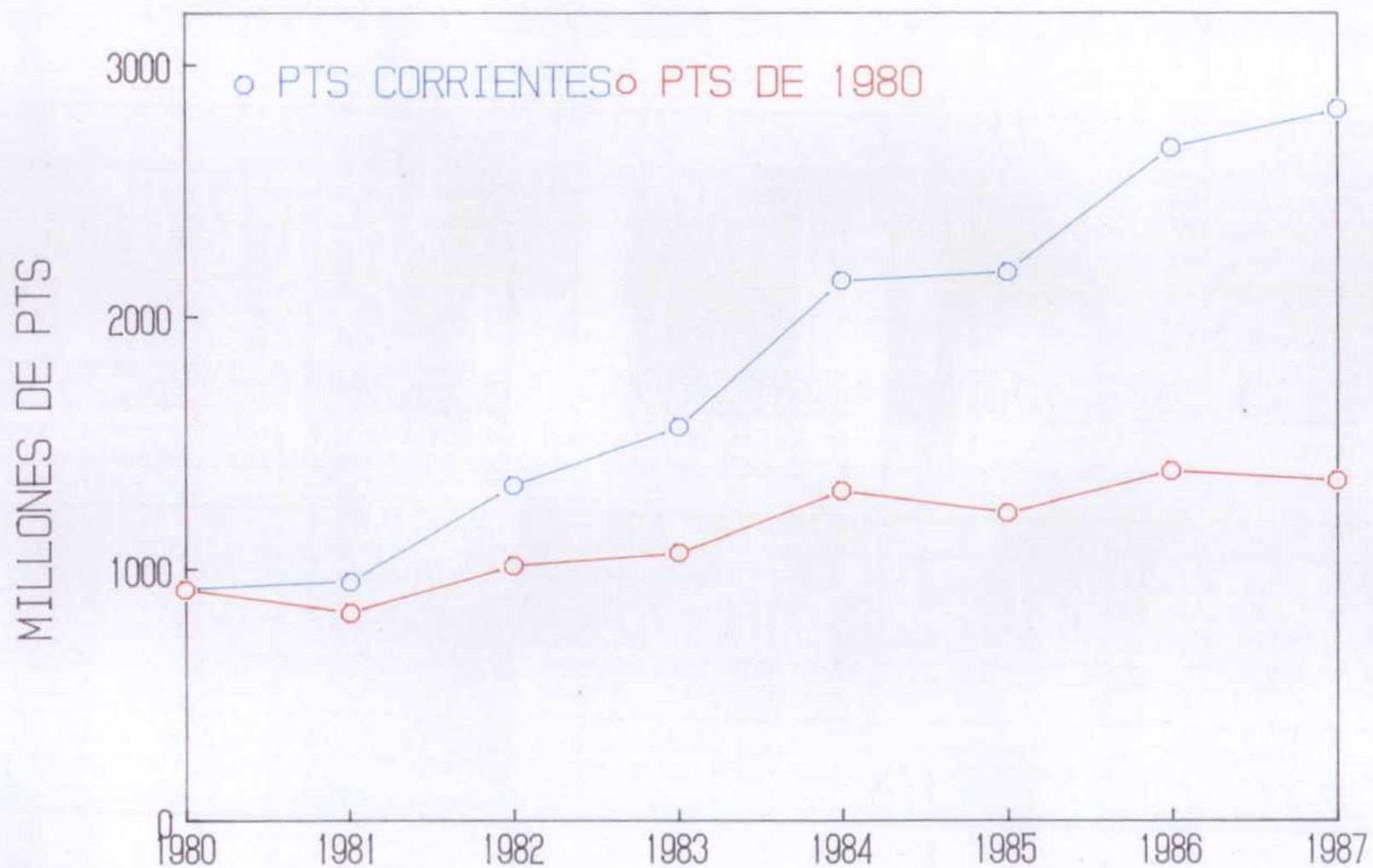


Figura 2.6.-Evolución económica de la explotación de productos de cantera en la Comunidad Valenciana.

COMUNIDAD VALENCIANA

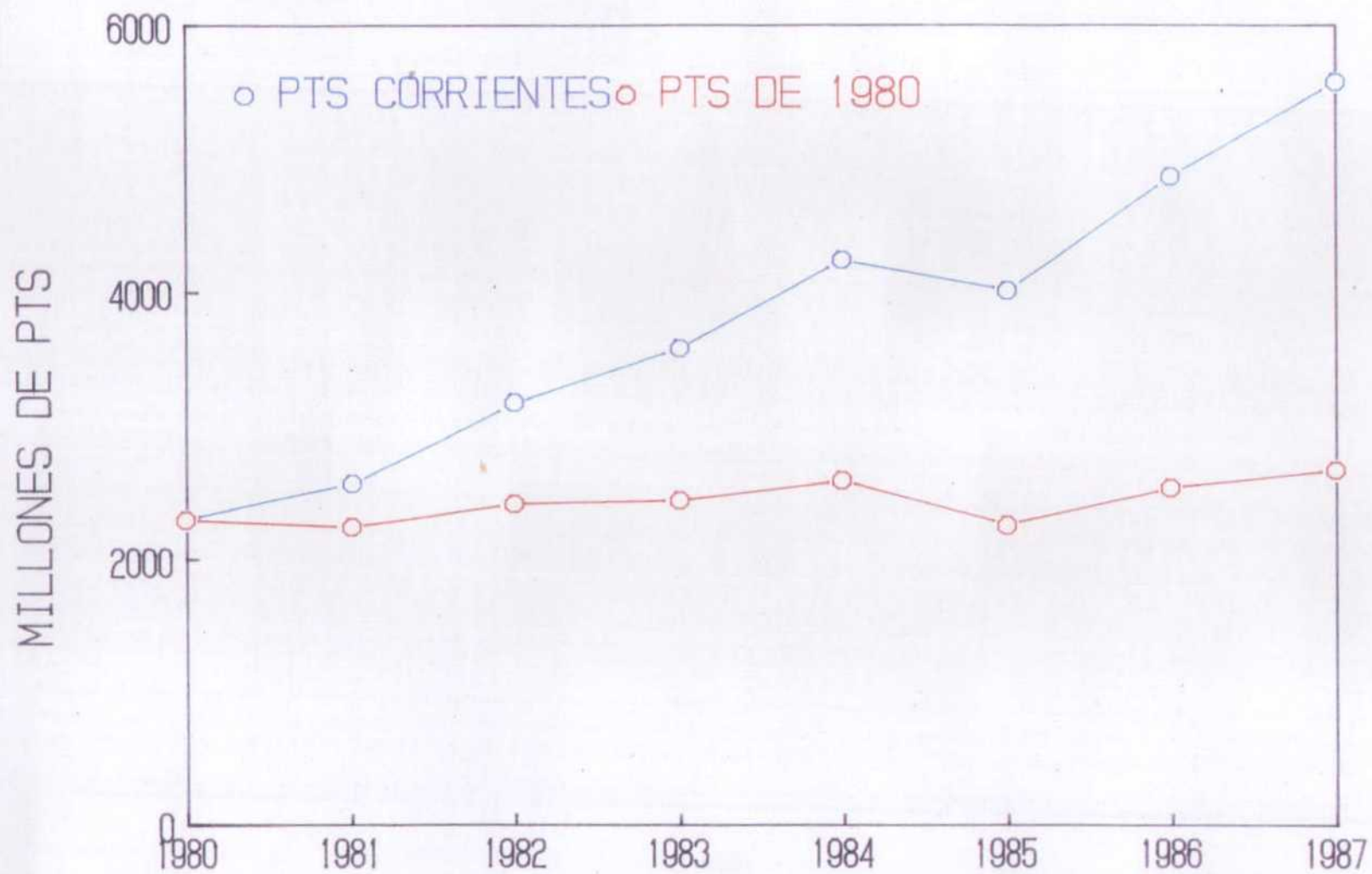


Figura 2.7.-Evolución económica nacional de la explotación de productos de cantera.

NACIONAL

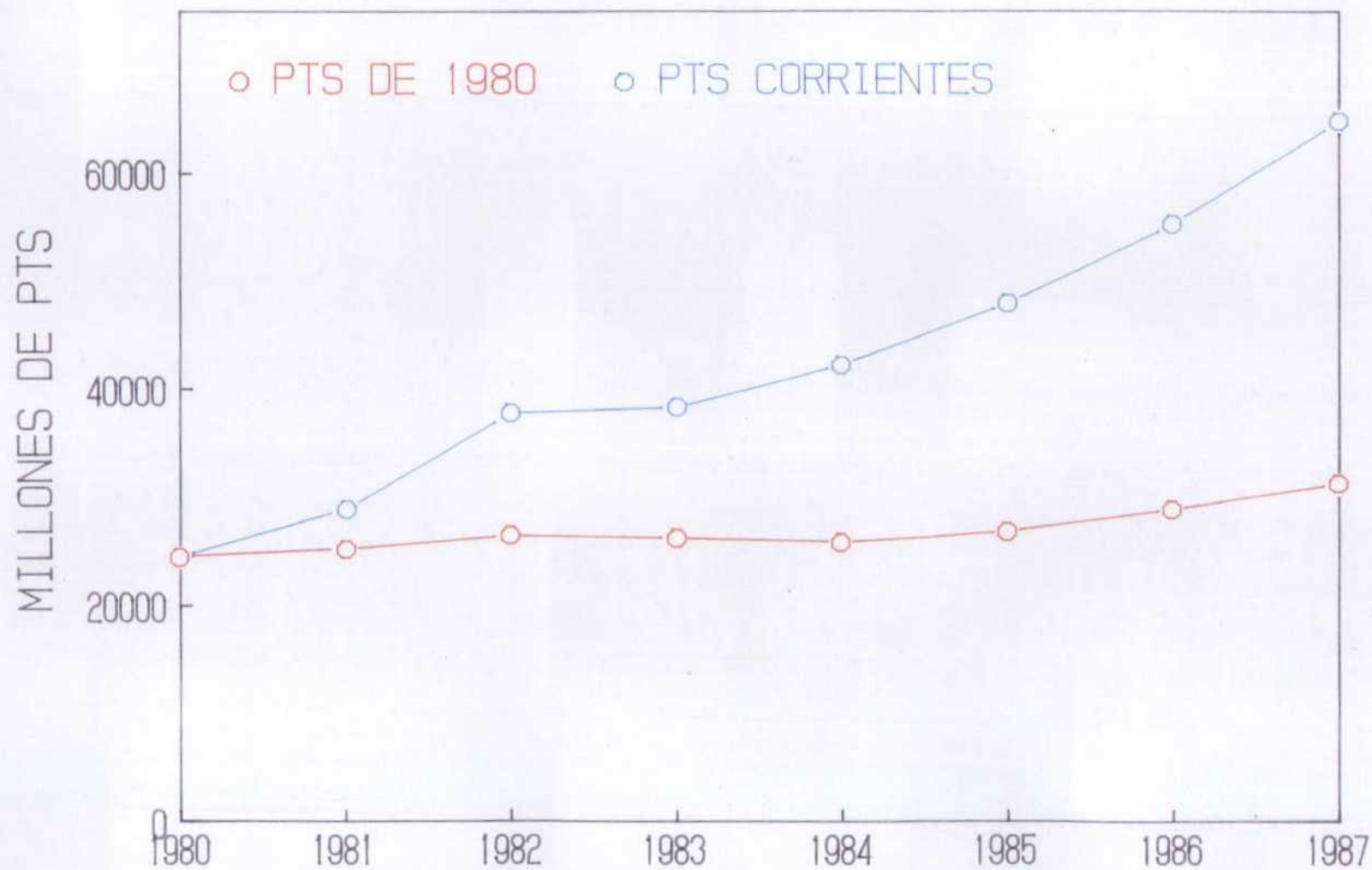


Figura 2.8.- Distribución por provincias del valor de la explotación de productos de canteras en la Comunidad Autónoma de Valencia.

(VALOR MILLONES DE PTS)

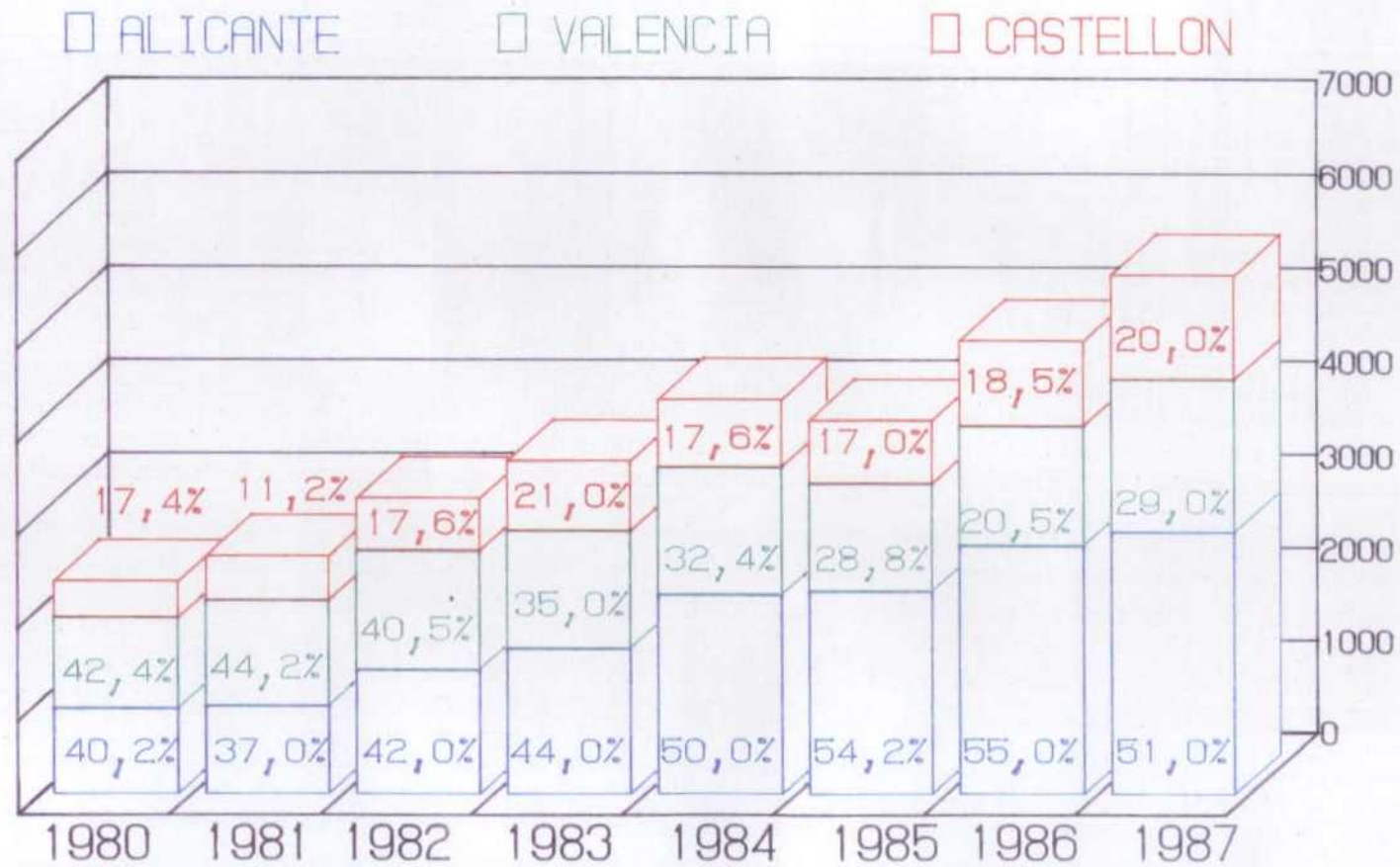


Figura 2.9.- Sustancias mineras extraídas en la provincia de Alicante
(Año 1987).

VALOR DE LA PRODUCCION: 4.606 MILLONES DE PTS

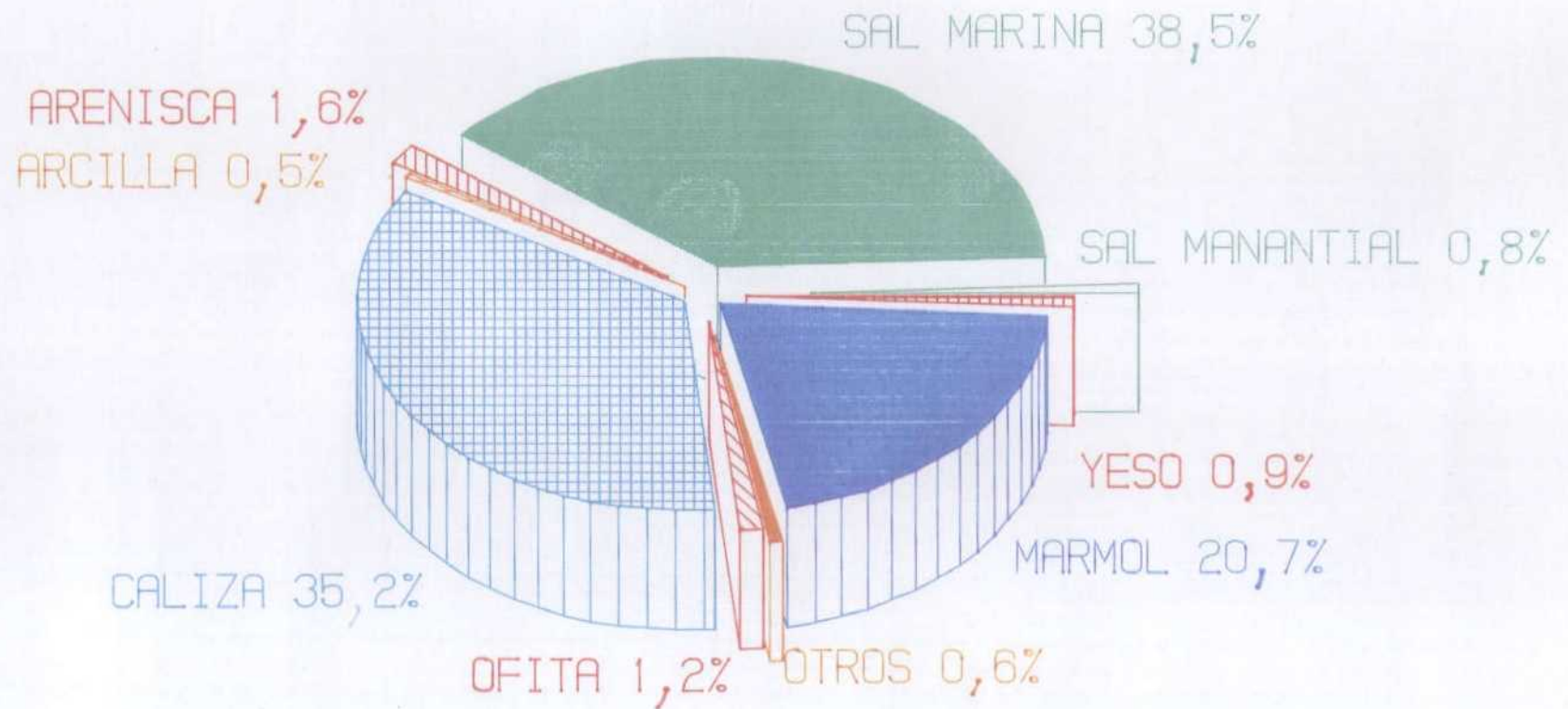


Figura 2.10.- Sustancias mineras extraídas en la provincia de Alicante
(Año 1987).

VALOR DE LA PRODUCCION: 7.792 MILES DE Tm.

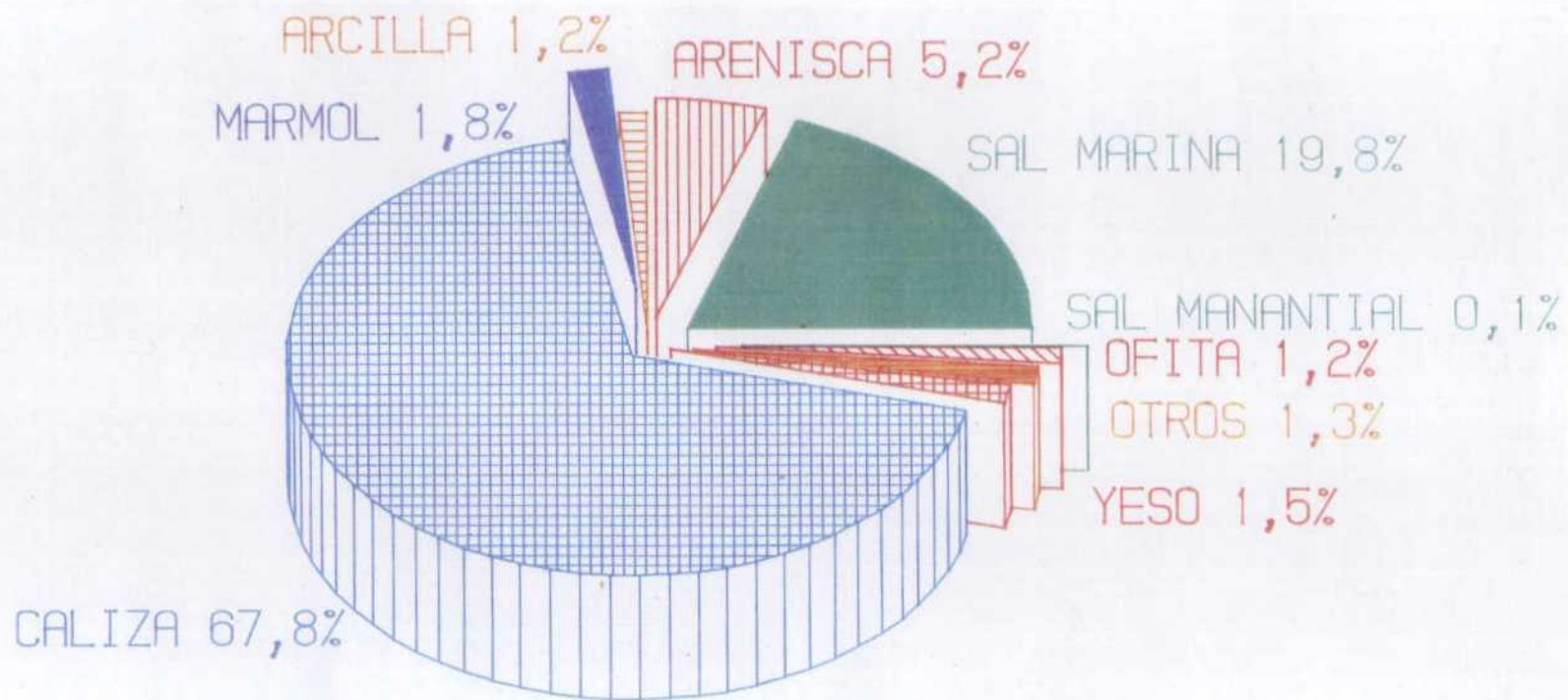


Figura 2.11.- Evolución económica de la producción de mármol en la provincia de Alicante.

ALICANTE

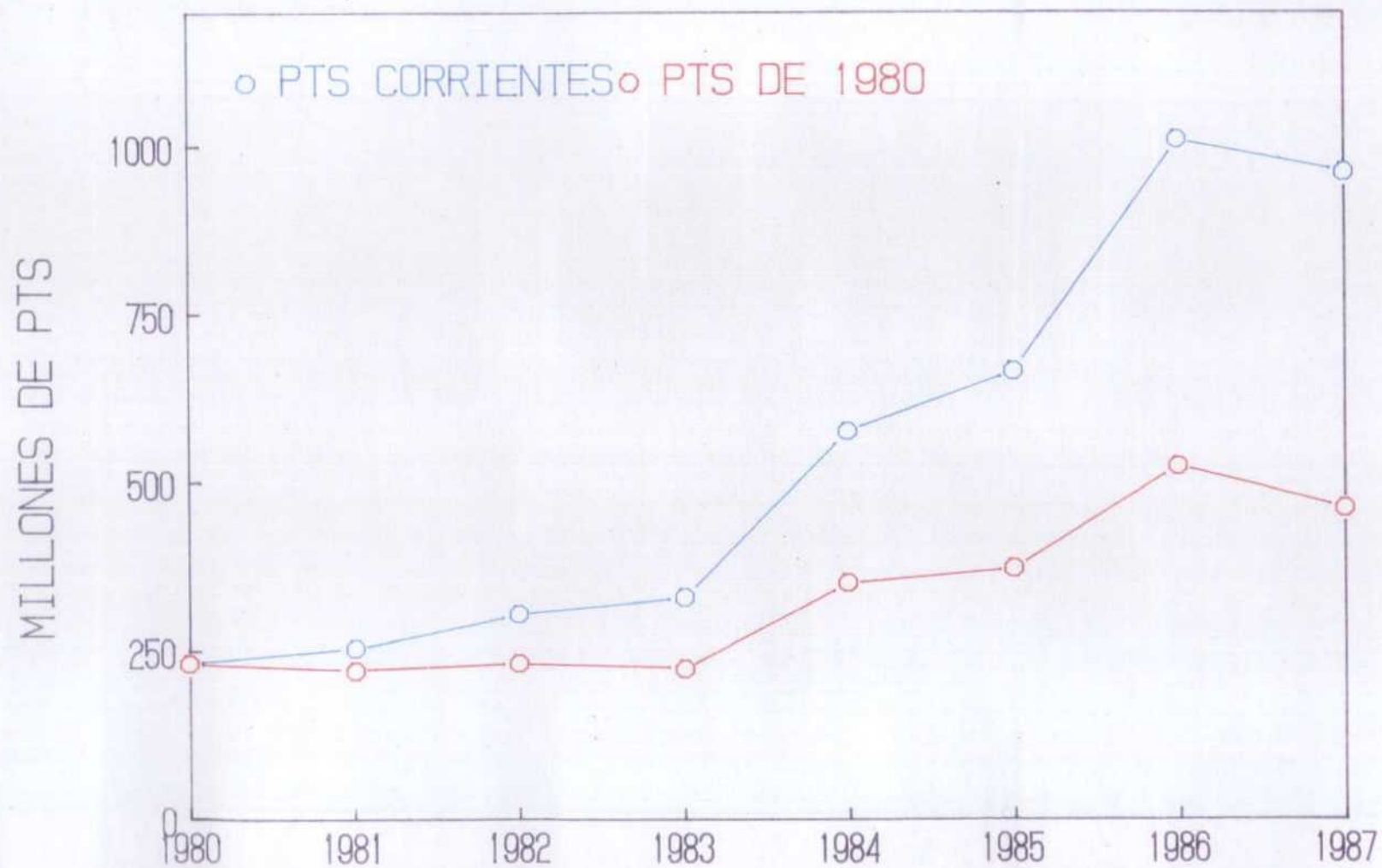


Figura 2.12.- Evolución económica de la producción de mármol en la Comunidad valenciana.

COMUNIDAD VALENCIANA

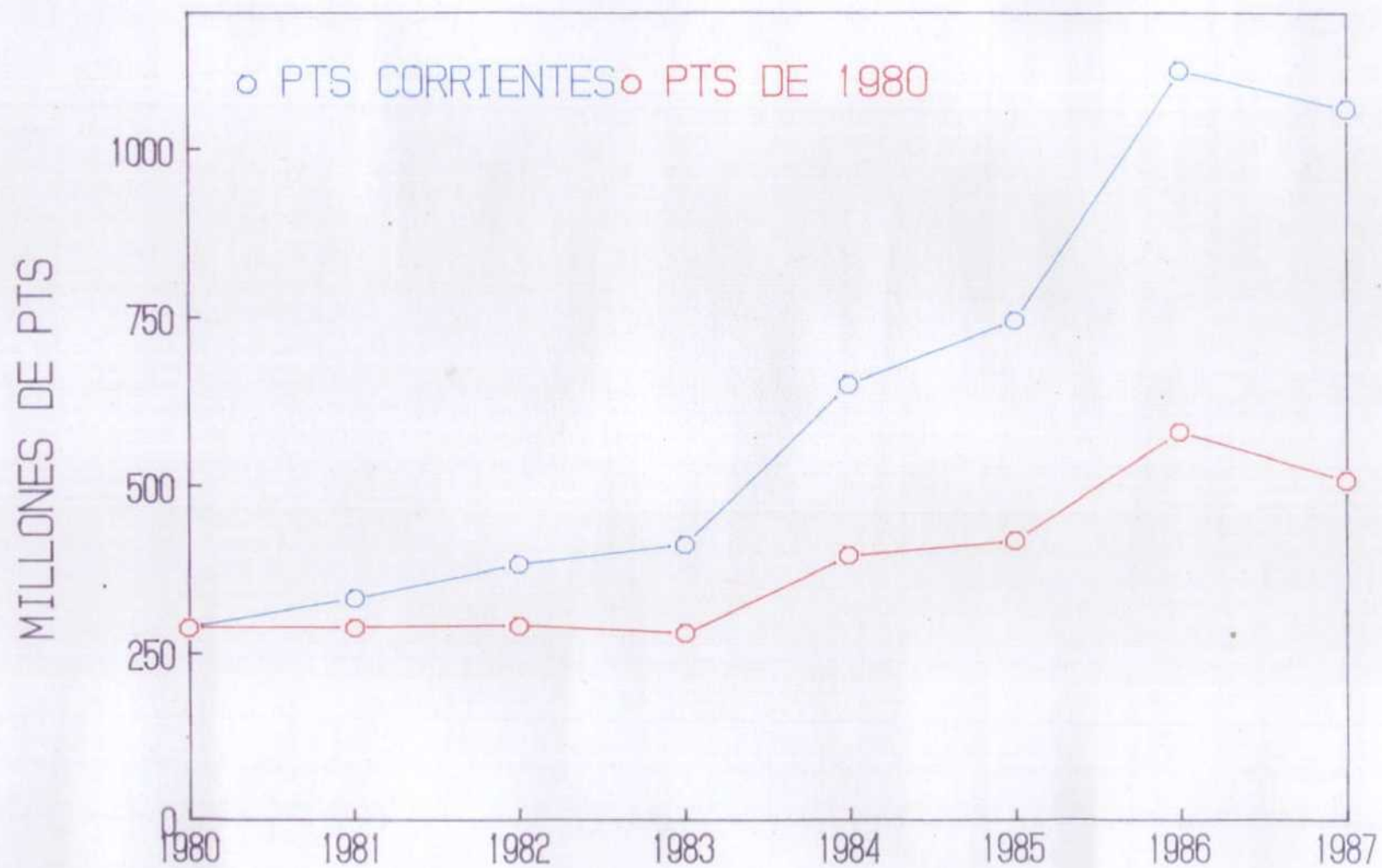


Figura 2.13.- Evolución económica de la producción Nacional de mármol.

NACIONAL

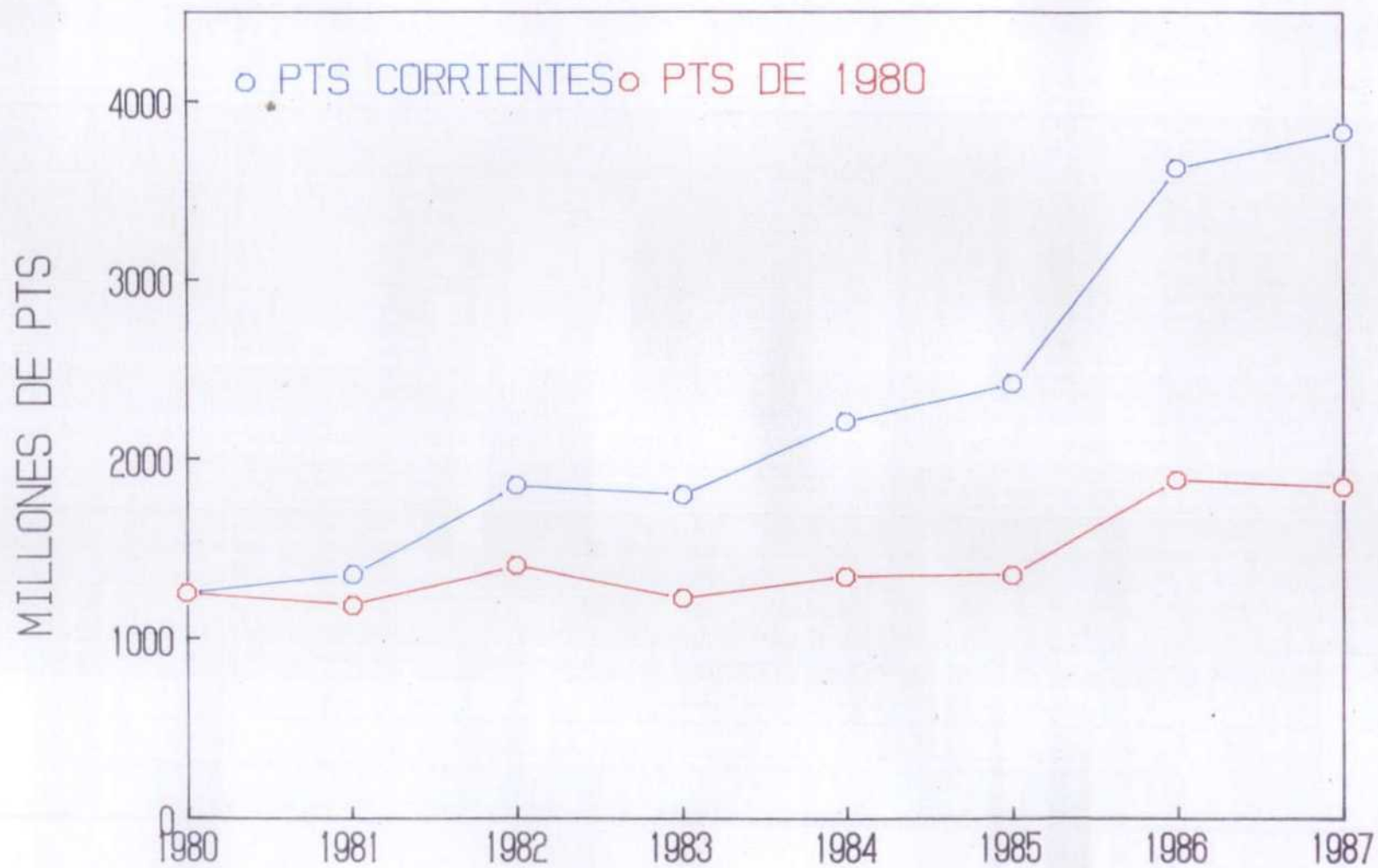


Figura 2.14.- Relación entre las producciones de mármol, en peso,
a nivel provincial, de la Comunidad y Nacional.

(VALOR EN MILES DE Tm)

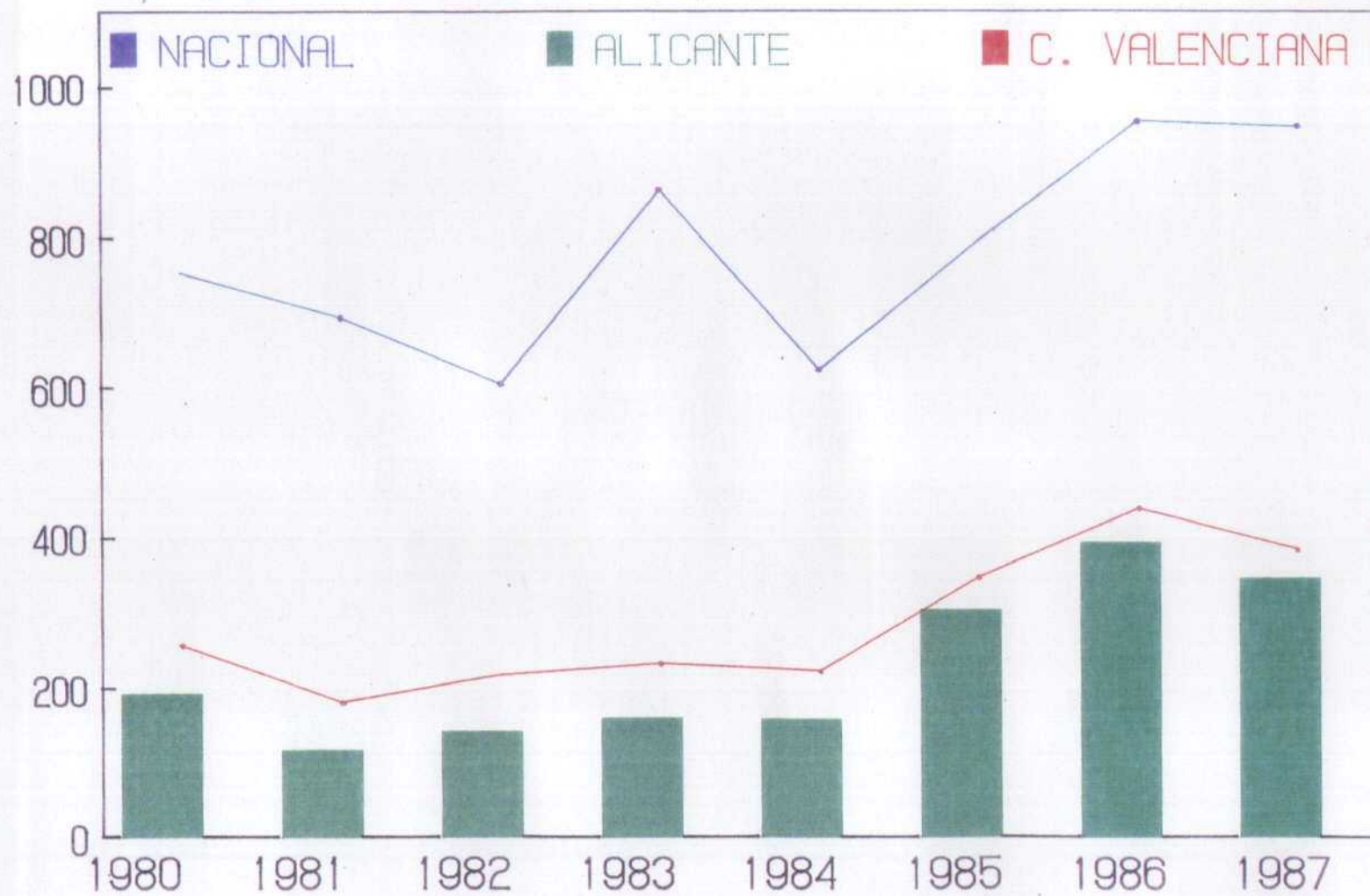
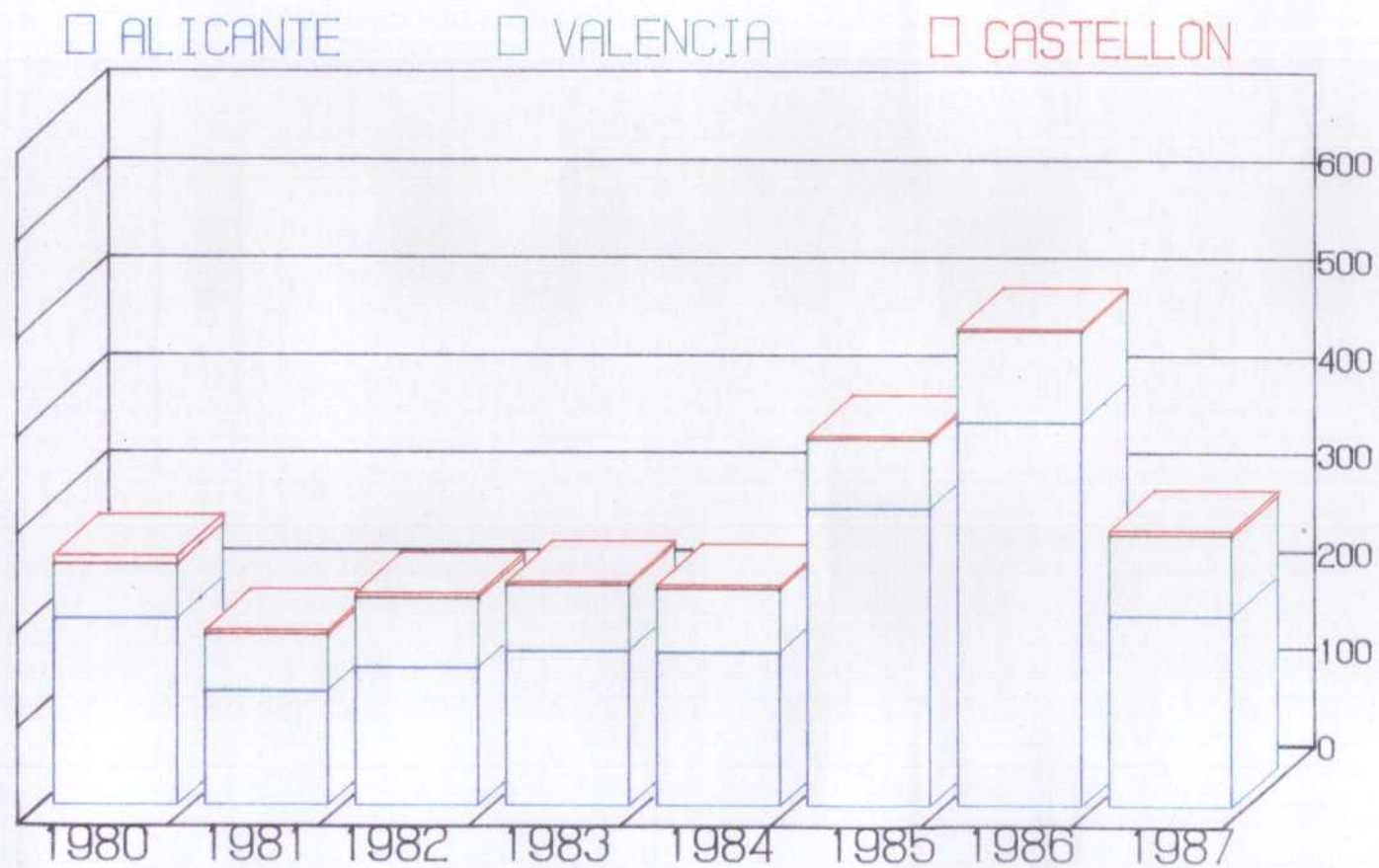


Figura 2.15.- Distribución en tonelaje por provincias de la producción de mármol en la Comunidad Autónoma de Valencia.

(VALOR MILES DE Tm)



ALICANTE	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	(1)
Nº EXPLOTACIONES	4.264	4.189	4.057	3.901		3.621	3.515		
VALOR (MPTS.)	191.025.554	243.429.027	293.342.233	381.370.596	404.928.658	437.677.669	396.148.068	381.788.337	
VALOR (MPTS. DE 1980)	191.025.554	211.783.240	222.940.090	259.332.000	247.006.470	245.099.490	205.996.990	183.258.390	- 4,0
COMUNIDAD VALENCIANA	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	(1)
Nº EXPLOTACIONES	140	302	129	134	125			113	
VALOR (MPTS.)	2.168.939	2.893.556	2.735.639	3.464.082	4.094.477	4.665.237	4.324.990	4.646.240	
VALOR (MPTS. DE 1980)	2.168.939	2.517.394	2.079.101	2.355.576	2.497.631	2.612.533	2.248.995	2.230.195	+ 2,8
NACIONAL	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	(1)
Nº EXPLOTACIONES		364	349	338	323	317			
VALOR (MPTS.)	6.430.881	6.380.635	6.403.091	7.514.701	7.726.553	8.976.083	7.309.248	8.520.037	
VALOR (MPTS. DE 1980)	6.430.881	5.551.152	4.866.349	5.109.997	4.713.197	5.026.606	3.800.809	4.089.618	- 36,4

(1) Variación (%) de 1987 respecto 1980

CUADRO-2.1 : Resumen estadístico del valor de la producción minera en la provincia de Alicante, Comunidad Valenciana y Nacional en el periodo 1980-1987.

Fuente: Estadística Minera de España. (Años 1980 a 1987).

1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	(1)
132	129	121	126	117	121	117	107	
923.513	952.799	1.332.739	1.564.295	2.144.965	2.182.016	2.674.274	2.821.623	+ 205
923.513	828.935	1.012.882	1.063.721	1.308.429	1.221.929	1.390.622	1.354.379	+ 47
1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	(1)
340	319	302	296	281	276	268	247	
2.296.006	2.568.650	3.182.944	3.586.953	4.245.962	4.022.587	4.875.838	5.578.497	
2.296.006	2.234.725	2.419.037	2.439.128	2.590.037	2.252.649	2.535.434	2.677.678	+ 1,2
1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	(1)
3.902	3.784	3.735	3.573	3.355	3.293	3.256	2.963	
24.437.968	28.913.568	34.765.316	38.403.591	42.225.603	47.979.213	55.376.244	64.889.908	+ 127
24.437.968	25.154.804	26.421.640	26.114.441	25.757.439	26.868.359	28.795.646	31.147.155	+ 27

(1) Variación (%) de 1987 respecto 1980

CUADRO-2.2: Evolución económica de la extracción de productos de cantera en el periodo 1980-1987.

Fuente: Estadística Minera de España. (Años 1.980 a 1.987).

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
Sal Manantial	EXPL. 3 MPTS 7.886 TM. 8.652	3 11.810 8.430	3 12.165 8.110	3 13.495 8.310	3 18.386 8.460	3 17.698 8.630	3 19.261 8.755	3 35.720 8.930
Sal Marina	EXPL. 5 MPTS 1.234.959 TM. 776.753	5 1.928.949 1.035.592	5 748.021 1.390.755	5 1.866.292 842.199	5 1.931.126 805.216	5 1.634.106 682.598	5 1.631.455 590.342	3 1.788.897 538.869
Arcilla	EXPL. 9 MPTS 18.352 TM. 147.200	11 20.431 120.600	11 21.188 117.340	18 53.523 248.870	15 47.330 247.950	12 33.962 160.150	9 20.867 105.506	9 22.190 109.900
Arenisca	EXPL. 2 MPTS 41.289 TM. 130.290	9 52.478 143.770	8 64.218 249.316	7 74.453 248.190	5 75.630 266.114	6 81.120 276.700	7 93.565 542.900	5 73.206 473.600
Caliza	EXPL. 48 MPTS 553.362 TM. 4.702.476	46 560.311 4.598.167	47 697.626 5.113.175	47 1.055.149 5.017.796	47 1.374.974 6.805.585	46 1.312.313 5.852.856	46 1.445.365 5.938.146	46 1.637.650 6.131.950
Mármol	EXPL. 47 MPTS 232.152 TM. 192.062	41 252.197 117.974	41 305.197 142.187	40 328.640 159.601	35 575.843 158.393	37 664.570 305.948	36 1.010.970 394.937	30 962.547 165.458
Ofita	EXPL. - MPTS - TM. -	-	-	-	3 35.280 117.600	3 33.955 104.980	3 35.050 78.400	3 54.600 112.000
Pórfido	EXPL. 1 MPTS 3.500 TM. 14.000	1 4.250 17.000	1 4.900 19.600	1 5.000 20.000	-	1 3.822 10.420	1 5.600 14.000	- 8.930
Yeso	EXPL. 12 MPTS 26.688 TM. 173.610	15 26.442 164.910	10 19.609 121.530	8 17.178 78.200	10 23.004 88.842	11 30.020 117.350	9 37.426 138.900	8 43.631 136.100
Otros productos de cantera	EXPL. 6 MPTS 48.170 TM. 831.000	4 36.690 513.500	3 -	5 30.352 292.450	2 12.900 50.000	5 22.254 103.954	6 25.431 1126.280	6 27.799 115.020

CUADRO 2.3.: Evolución de la producción minera por sustancias en la provincia de Alicante.

Fuente: Estadística Minera de España (Años 1980 a 1987).

DESTINO DE LA PRODUCCION DE MARMOL

SUSTANCIAS		1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
Aridos de trituración	EXPL.	1		2				1	
	MPTS.	325	-	5.040	-	-	-	475	-
	TM.	995		18.900				980	
Piedra para mampostería	EXPL.	5	5	12	7	10	8	6	3
	MPTS.	5.612	8.246	48.519	11.897	34.322	32.579	29.235	11.140
	TM.	36.502	48.555	99.069	37.073	60.734	73.210	61.015	18.195
Piedra para escollera	EXPL.	1					1		
	MPTS.	1.500	-	-	-	-	7.410	-	-
	TM.	2.500		18.900			98.040		
Roca para piedra artificial	EXPL.	29	32	22	30	23	22	18	17
	MPTS.	102.661	117.970	88.916	172.125	111.688	150.720	185.623	178.088
	TM.	388.028	339.681	227.259	526.704	225.117	273.056	440.689	373.301
Piedra para sillaría	EXPL.	20	16	7	6	4	5	4	1
	MPTS.	45.784	28.395	5.705	11.230	5.382	9.045	7.732	500
	TM.	16.522	13.234	6.080	4.078	592	4.763	4.652	600
Rocas ornamentales	EXPL.	221	145	114	120	138	137	134	71
	MPTS.	936.530	730.367	789.021	771.648	1.210.775	1.145.819	1.769.591	1.230.990
	TM.	250.118	144.187	108.677	89.617	162.622	122.091	159.716	112.169
Rocas vendidas en bruto	EXPL.	24	61	99	95	88	87	84	142
	MPTS.	155.808	463.945	897.014	837.307	844.499	1.082.483	1.635.397	2.409.730
	TM.	58.597	126.677	202.878	207.081	174.235	227.245	288.186	444.057

Cuadro 2.4: Destino de la producción Nacional de mármol

* Mármol y calizas marmóreas para fines ornamentales (ver cuadro 2.5.

Fuente: Estadística Minera de España (años 1980 a 1987).

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
EN VALOR	90,3	93,8	89,8	93,6	92	94	95	
EN PESO	43,1	41	47,8	34,8	54,1	44	47	58,7

Cuadro 2.5.: Porcentajes en valor y en peso del mármol y calizas marmóreas destinados para fines ornamentales respecto el total producido.

ALICANTE	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
Nº EXPLOT.	47	41	41	40	35	37	36	30
VALOR (MPTS)	232.152	252.197	305.197	328.640	575.843	664.570	1.010.970	962.547
TM	192.062	117.974	142.187	159.601	158.393	305.948	394.937	195.458
COMUNIDAD VALENCIANA	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
Nº EXPLOT.	60	53	53	52	46	49	47	39
VALOR (MPTS)	289.389	331.737	382.294	412.201	652.333	747.991	1.117.692	1.059.542
TM	256.833	180.494	218.124	233.470	222.10	349.67	440.39	212.274
NACIONAL	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
Nº EXPL.	301	276	241	251	255	260	242	232
VALOR (MPTS)	1.248.220	1.354.576	1.853.072	1.804.207	2.206.666	2.428.056	3.627.953	3.830.448
TM	735.262	693.854	664.763	864.553	623.300	798.405	955.238	948.322

Cuadro 2.6: Resumen estadístico de la producción de mármol en la provincia de Alicante, Comunidad Valenciana y Nacional en el período 1980-87.

Fuente: Estadística Minera de España (Años 1980 a 1987).

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
m ³	37.155	36.060	40.962	42.794	44.087	50.583	59.326	69.695	89.849
Tm	101.062	98.083	111.417	116.400	119.917	137.586	161.367	189.570	244.389

Densidad: 2,72 Tm/m³

Cuadro 2.7: Producciones de mármol ornamental variedad "Crema Marfil" en el yacimiento Coto Pinoso (Alicante).
Período 1980-88.

Fuente: Elaboración propia con datos facilitados por el Excmo. Ayuntamiento de Pinoso (Alicante).

3.- CARACTERÍSTICAS DE LA ACTIVIDAD MINERA

3.1.- CARACTERÍSTICAS GENERALES. UBICACION DE LAS INSTALACIONES

Situación geográfica

La zona objeto de estudio se sitúa en la sierra del Coto, en la que se encuentran ubicadas las explotaciones de caliza marmórea comercializadas con el nombre de "Crema Marfil". Dicha Sierra se enclava en la parte más occidental de Alicante muy próxima al límite con la de Murcia, dentro de la comarca del Vinalopó, perteneciendo casi en su totalidad al Municipio de Pinoso (Figura-3.1).

Se localiza en la hoja nº 470 del mapa topográfico nacional escala 1:50.000, abarcando la Sierra, una superficie aproximada de unos 10 Km², situándose entre las coordenadas U.T.M.:

672,500 - 677,500

4246,500 - 4251,00

El acceso al yacimiento -Coto Pinoso- se realiza desde la localidad de Pinoso, siguiendo la carretera CC-3223 hasta El Rodriguillo y continuando desde éste por la desviación hacia La Algueña. A unos 1.200 m de dicho cruce existe una pista asfaltada que conduce hasta las canteras.

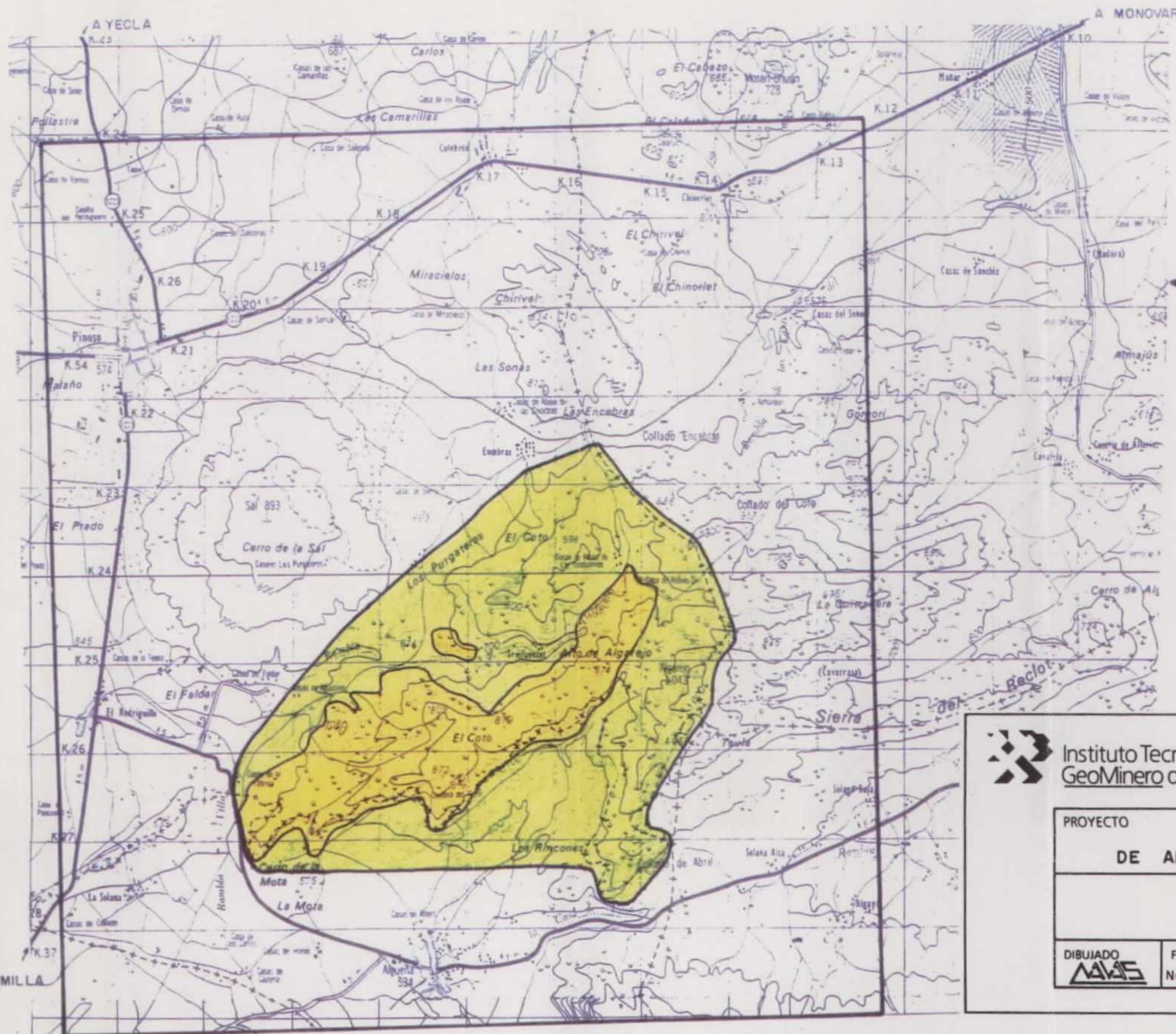
La altura máxima de la Sierra se sitúa en el alto de Algarejo en el extremo Este, con 1.043 m. Las explotaciones se encuentran entre los 600 y 870 metros siendo la cota media del entorno alrededor de los 500-600 metros de altitud.

Enquadre Geológico. Materiales explotados

La región en la que está enclavada el área de estudio se sitúa en la parte oriental de las zonas externas de las Cordilleras Béticas. Bajo un punto de vista tecto-sedimentario aparecen representados en dicha región materiales de relleno Neógeno-cuaternarios.



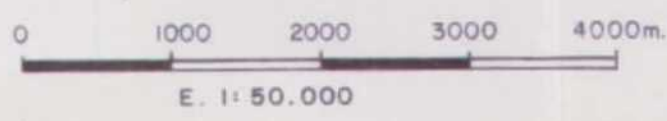
Vista general del yacimiento Coto Pinoso desde la carretera
comarcal El Rodriguillo - La Algueña (ADARO, 1986)



- +-- LIMITE DE TERMINO MUNICIPAL
- ZONA DE ESTUDIO
- YACIMIENTO COTO PINOSO

Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

PROYECTO	ESTUDIO DE RESTAURACION DE AREAS MINERAS. PINOSO (ALICANTE)	CLAVE
SITUACION GEOGRAFICA		Figura: 3.1
DIBUJADO 	FECHA Noviembre 1989	COMPROBADO AUTOR M. PEDRA
ESCALA 1:50.000		CONSULTOR C.I.E.C.S.A.



En la figura-3.2 se recoge el esquema geológico general y la situación de los cortes geológicos que muestran la estructura de la Sierra y la disposición de los materiales objeto de explotación (Figura-3.3).

En el Prebético interno se distinguen diversas facies en los materiales que lo componen. Se localizan en este dominio las calizas eocenas de la Formación Coto que actualmente son explotadas bajo la denominación comercial "Crema Marfil". Afloran dentro de la provincia de Alicante, en los términos de Pinoso Monóvar, La Romana y La Algueña, siendo los únicos materiales del Prebético que reúnen las características apropiadas para uso ornamental (ADARO, 1986). El afloramiento del término municipal de Pinoso, constituye el yacimiento Coto Pinoso, en el que se centra el objeto de este estudio.

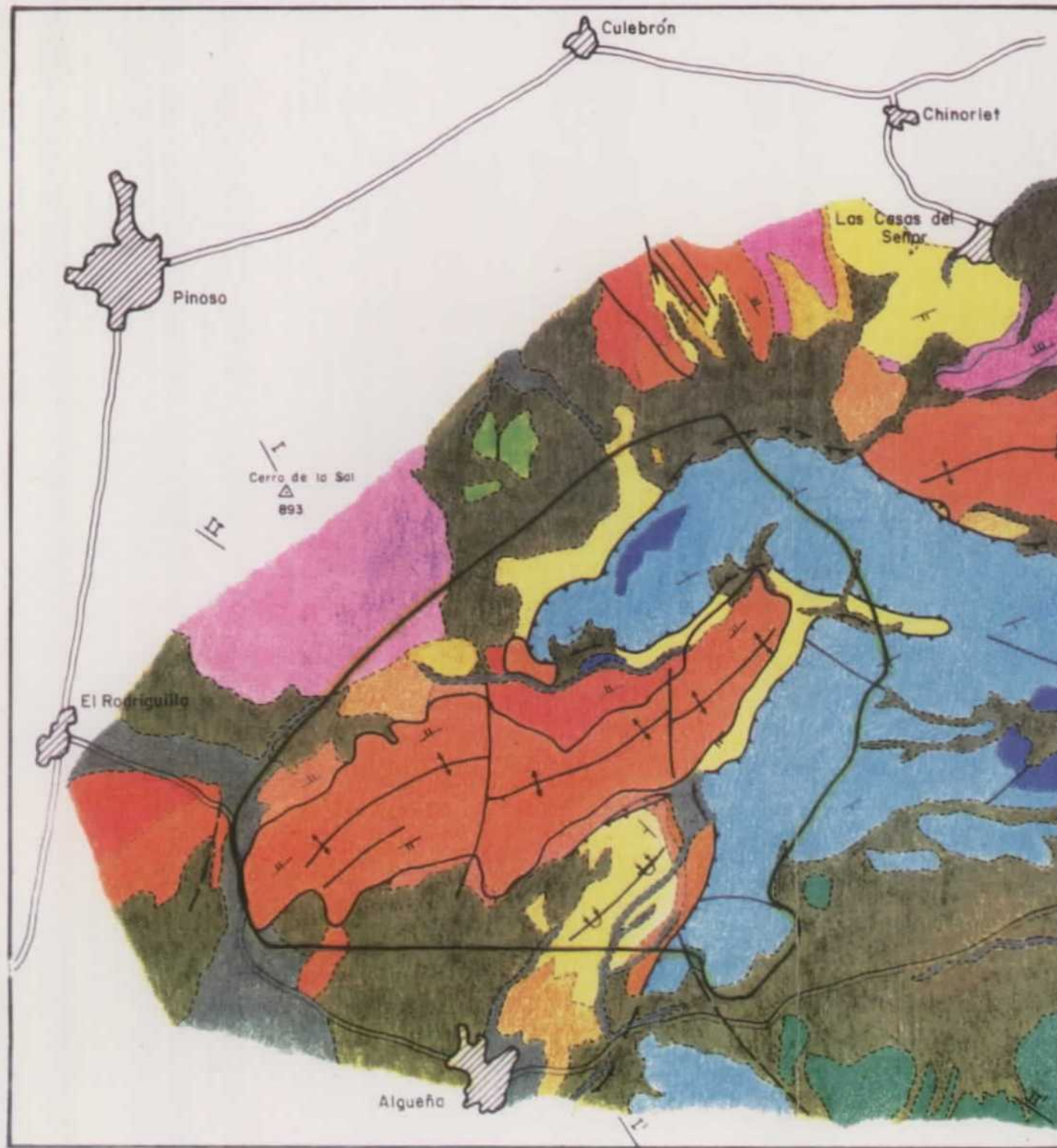
Litológicamente el mármol "Crema Marfil" es una caliza recristalizada de grano fino y color blanco-crema con algunas vetillas de calcita irregularmente repartidas. El componente esencial es la calcita y como accesorios, minerales opacos.

El Subbético externo, formado por materiales de edad mesozoica y naturaleza predominantemente calcárea, constituye una unidad alóctona que en la zona de Monte Coto cabalga sobre el Prebético interno.

Finalmente, los sedimentos miocenos, pliocenos y cuaternarios forman el relleno de gran parte de los valles y zonas bajas de la región.

Bajo el punto de vista tectónico la Sierra del Coto y su prolongación oriental, macizo de Gorgori, conforman un gran anticlinal de dirección NE-SO, en parte oculto en los alrededores de Tres Fuentes por el cabalgamiento del manto subbético. Este pliegue, en la Sierra del Coto, está desarrollado sobre margas verdes y calizas numulíticas eocenas, mientras que los flancos están formados por calizas y margas oligocénicas.

Morfológicamente la zona del Coto constituye la prolongación oriental de la Sierra del Reclot, que presenta una dirección NE-SO a lo largo de 10 Km de longitud y unos 4 Km de amplitud máxima,



- CUATERNARIO**
- Arenas y arcillas con cantos.
 - Conglomerados, arenas, arcillas encostradas.
- PLIOCENO**
- Conglomerados, areniscas y arcillas rojas: 30 m.
- MIOCENO**
- Margas blancas, tramos masivos separados por calizas o areniscas y niveles silicificados: 300 m.
 - Biocalcarenitos y margas blancas: 140-200m; intercalaciones margosas; o techo, areniscas.
 - Calizas con algas; bancos gruesos; 80-200m.
- PREBETICO INTERNO**
- OLIGOCENO**
- Calizas y margas fosilíferas; bancos; base margas; 90m.
 - Conglomerado, areniscas, arcillas.
- EOCENO**
- Calizas y margas: < 50m.
 - Calizas con nummulites: < 200m.
- PALEOCENO**
- Arcillas verdes; niveles areniscosos y yesíferos: 200m
- CRETACICO**
- Calizas blancas
- PREBETICO S.L.**
- TRIASICO**
- Arcillas y margas rojas con yesos; diapíricas
- SUBBETICO EXTERNO**
- CRETACICO**
- Margas y margo-calizas, blancas, ammonites: < 100m.
- JURASICO**
- Calizas con filamentos, tablas de 50cm. nodulosas, rosadas; < 50m.
 - Calizas dolomíticas, masivos, grises; < 200m.
- AREA DE ESTUDIO
 - SITUACION DEL YACIMIENTO COTO PINOSO

Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

PROYECTO					CLAVE
ESTUDIO DE RESTAURACION DE AREAS MINERAS. PINOSO (ALICANTE)					
ESQUEMA GEOLOGICO DE LA REGION ESTUDIADA (IGME 1984)					Figura: 3. 2
DIBUJADO 	FECHA Noviembre 1989	COMPROBADO	AUTOR M. PEDRA	ESCALA 1:50.000	CONSULTOR C.I.E.C. S. A.

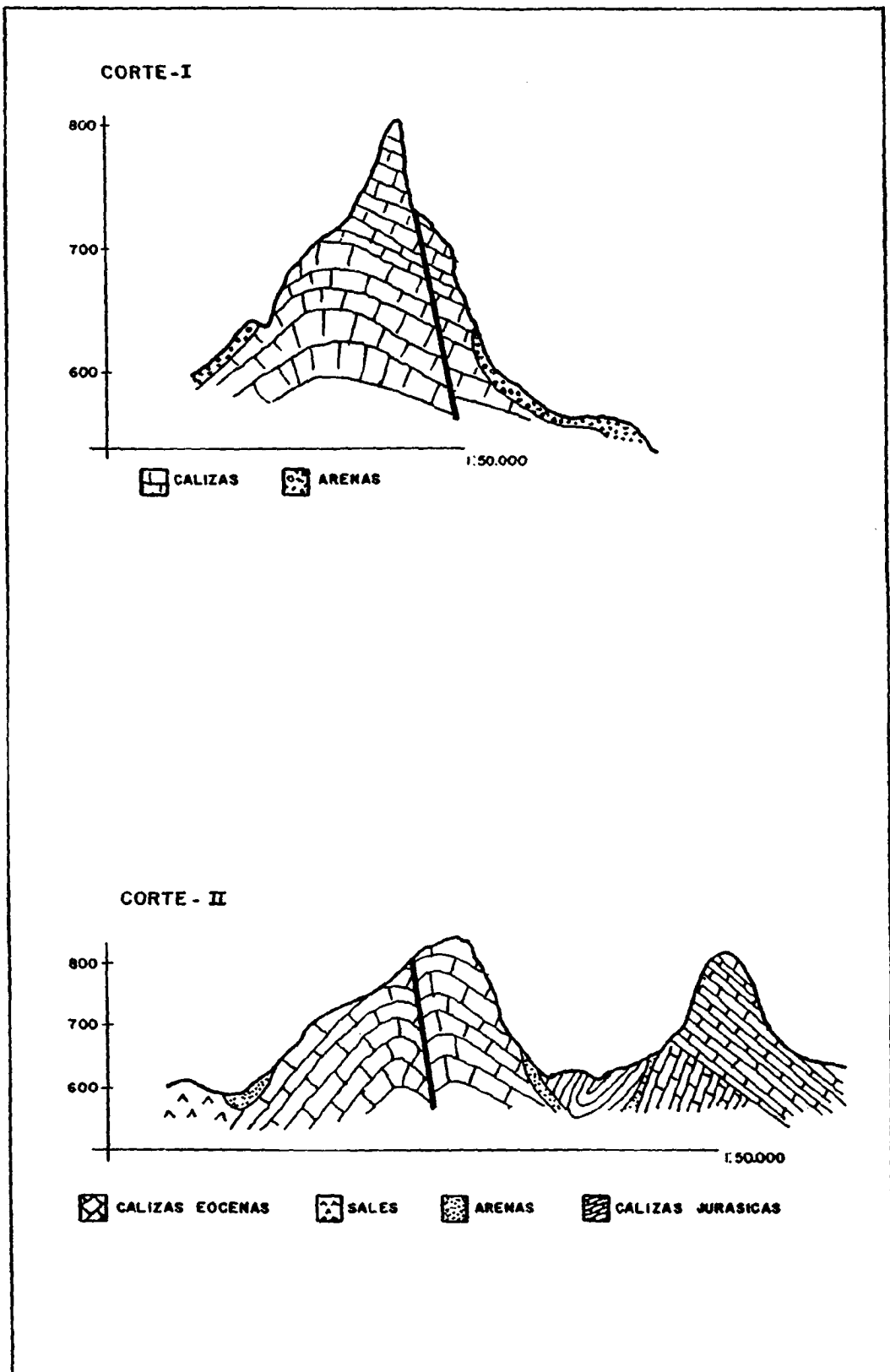


Figura 3.3.- Cortes geológicos mostrando la estructura de la Sierra.

alcanzando la altitud máxima en el pico de Algarejo (1.043 m). El conjunto de la Sierra destaca sobre una morfología suave de llanura con 500-600 m de altitud. Dentro de esta morfología también destaca, al NO de la Sierra del Coto, el diapiro salino de planta circular y unos 3,5 Km de diámetro conocido como el Cerro de la Sal, cuya cota máxima alcanza los 893 m.

Las pendientes en general son fuertes; en la zona central y ladera Norte son del orden de 20-25%, mientras que en la ladera Sur llegan hasta el 50%.

La red de drenaje corresponde al de una zona árida, de tipo torrencial que han dado lugar a los depósitos situados al pie de la Sierra y que actualmente son cultivados.

No existe ningún curso permanente de agua en la zona. Como cauces mayores, cabe destacar la Rambla Villa que drena toda la región y su afluente la Rambla de las Tres Fuentes que drena el núcleo de la Sierra.

Situación actual de las instalaciones

La cartografía minera presentada en el mapa-1, muestra la situación de las canteras y escombreras inventariadas en el yacimiento de Coto Pinoso. Asimismo se han plasmado los derechos mineros vigentes que corresponden a las parcelas otorgadas por el Ayuntamiento de Pinoso a cada explotador, de acuerdo al listado que se relaciona en el cuadro-3.1. También se han presentado tres Concesiones Directas de Explotación otorgadas por la Dirección General de Minas, denominadas:

- La Pinoso, nº 2.370
- Monte Coto I, nº 2.390
- Sorpresa, nº 2.360

Existe una cuarta Concesión denominada Monte Coto nº 2.369 que no se refleja en el mapa, puesto que no se dispone de información de los límites para su localización (ADARO, 1986).

PARCELA	NOMBRE DE LA CANTERA (D.G. MINAS)	Nº INVENTARIO	TITULAR	Nº EXPED. (D.G.M.)
(U)	Monte Coto U	((13.1))	(José Noguera Sabater S.A.)	
	"	((14))	"	
(V)	Monte Coto	((33))	Ramón Navarro Escandell	
	"	39.1	"	
	"	((39.2))	"	
		((60.3))	"	
		((60.2))	"	
		((60.3))	"	
		((60.4))	"	
		((60.5))	"	
X	Solana de la Fosca I	7.2	Marcotsa	C-20
Y	Monte Coto	29.2	Francisco Segura, S.A.	
Z	Monte Coto	8.1	Indpemar S.A.	
(AB)*	-	((31))	(Luis Sánchez Díez, S.A.)	
		((32))	-	
AC	Solana de Fosca I	7.1	Marcotsa	C-20
AD	Solana de la Algueña	46.1	José Mª Mañez Verdú, S.L.	C-24
AE	Solana de la Algueña	46.2	José Mª Mañez Verdú, S.L.	C-24
AF	Alto de las Viñas	8.2	Luis Falcó Sanchiz	
AG		27	Mármoles Pinoso	
AH	María	12	Pascual Rocamora Riquelme	
AI	Tres Fuentes	(18)	Abadmar, S.A.	
AI	Tres Fuentes	(19)	Abadmar, S.A.	C-24
AI	Tres Fuentes	(20)	Abadmar, S.A.	
(AJ)	-	((38))	(Indpemar, S.A.)	
(AL)	-	(8.3)	Ayuntamiento Pinoso	
(AM)	El Coto	34	Marnex, S.L.	

PARCELA	NOMBRE DE LA CANTERA (D.G. MINAS)	Nº INVENTARIO	TITULAR	Nº EXPED. (D.G.M.)
B	Replana del Fortunero	(5)	Bermármol, S.A.	C-10 ?
C	Solana del Coto	49	Florencio Picó Mira	C-12
	" " "	(50)	" " "	
D	La Replana	48	euromar, S.A.	C-26
E	La Replana I	9	José Noguera Sabater, S.A.	C-25
F	Los Rincones I	((28))	Mármoles La Romana, S.L.	
	"	29.1	"	
G	Solana de la Replana	47	José Ruiz Marco, S.L.	
(I)	-	((22.1))	(José García Picó)	
	-	((22.2))	" " "	
J	Replana del Fortunero	4	Bermármol, S.A.	C-10 ?
K	Solana de la Replana	41	E. Sellar Castelló	C-9
	"	41.1	"	
	"	(41.2)	"	
LL	Tres Fuentes	11	Francisco Segura S.A.	C-8
M	Tres Fuentes	10	Francisco Segura S.A.	
(N)	-	((40))	(Amador Poveda Martínez)	
N	Solana de la Fosca I	43	Marcotsa	C-20
	"	(44.1)	"	
	"	45	"	
P	Solana Rincones	29.3	José Ruiz Marco, S.L.	
S	Replana del Fortunero	5	Bermármol S.A.	
T-1	Monte Coto	(51)	José Mª Mañez Verdú S.L.	C-11
T-2	Monte Coto	6	José Mª Mañez Verdú	C-11
AO	-	(23)	Mármoles Dámaso, S.L.	
	-	24	"	
	-	25	"	
	-	((26))	"	
AR	-	((35))	cotomar, S.A.	
	-	(37)	"	
	-	54	"	
AS	-	30	Pedro Belmonte García	
(AT)	-	((36))	(Ramón Pérez Flores)	
(AU)	-	((16))	(Luis Sánchez Díez, S.A.)	
AV	Monte Coto	2	Canteras Alicantinas	

PARCELA	NOMBRE DE LA CANTERA (D.G. MINAS)	Nº INVENTARIO	TITULAR	Nº EXPED. (D.G.M.)
AX	Monte Coto	3	Antonio Fayos Rizo, S.L.	
AY	Tres Fuentes	((1))	Luis Sánchez Díez, S.A.	
MP	-	15	Francisco Giménez Navarro	
		((13.2))	(Amador Poveda Martínez)	
		53	Marcotsa, S.A.	
		(55)	(Ayuntamiento Pinoso)	
		((17))		
		((42))		
		((56))		
		((57))		
		((38))		
		((59))		
<hr/>				
TOTAL	PARCELAS EN EXPLOTACION= 35	C. ACTIVAS= 32	TITULARES= 24	
	PARCELAS LIBRES DE EXPLOTACION= 7	C. PARADAS= 13	(AÑO 1989)	
		C. ABANDONADAS= 28		

- (1) () Parcela libre de explotación
(2) () Cantera parada; (()) cantera abandonada
(3) () Ultimo explotador antes del abandono de la cantera.
* Pertenece al término Municipal de La Algueña

CUADRO-3.1 Síntesis del inventario de canteras de Coto Pinoso.

Cabe mencionar que para la elaboración de esta cartografía minera se ha tomado como base la ya existente y realizada por la empresa ADARO en el proyecto "Investigación de Mármoles en Coto Pinoso y Cavarrasa (Alicante)" (Año 1986), para la Dirección General de Minas. Esta cartografía se ha ampliado según datos extraídos del inventario de canteras que se incluye en la primera Fase de este proyecto -"Plan de Restauración del espacio natural afectado por las explotaciones mineras de Pinoso (Alicante)" (CIECSA, 1989), actualizado a partir de la información facilitada por el Ayuntamiento de Pinoso, en cuanto a los derechos mineros se refiere.

La notación seguida para la denominación y localización de cada cantera ha sido de un número, según la relación del inventario; el nombre de la parcela a la cual se ubica; el nombre de cantera según consta en la Dirección General de Minas.

Cabe mencionar que algunas de ellas no se conoce su nombre según la última nomenclatura citada, e incluso, otras -la mayoría calicatas o pequeñas canteras antiguas abandonadas- sólo presentan el número de inventario.

También se presenta el caso de explotaciones, activas o no, que no se ha representado gráficamente los límites de parcela por no figurar en ningún expediente.

En el Anexo -III- se incluyen las fichas del ya citado inventario de canteras pero según la nomenclatura de identificación empleada. A la vez, se ha considerado oportuna su ampliación con datos que se han obtenido de entrevistas con los explotadores, el Ayuntamiento de Pinoso y la labor de campo efectuada para la realización de este estudio.

3.2.- CARACTERIZACION GEOLOGICA DEL YACIMIENTO

El área estudiada, constituida por los materiales que se indican en el encuadre geológico (Apartado 3.1), han sido representados en el levantamiento cartográfico a escala 1:5.000, las cuales se adjuntan en este trabajo en el ANEXO-II: (Mapas nº 2,3,4 y 5). La base cartográfica y los cortes que la acompañan han sido tomados de "Investigación de mármoles en Coto Pinoso y Cavarrasa (Alicante)"

(ADARO, 1986). Esta presenta la delimitación detallada de los afloramientos con posible interés ornamental, así como las estructuras que les afectan tales como plegamientos, cabalgamientos y fracturación, cuyos aspectos más importantes se comentan en los subapartados siguientes, puestos que constituyen en parte, base de este estudio.

Estructura

Las estructuras tectónicas presentan, tanto en el dominio Prebético como Subbético, direcciones NE-SO coincidentes con la general de las Cordilleras Béticas de la región.

Cabe señalar que grandes zonas del dominio Prebético han sido afectadas por esfuerzos producidos por el desplazamiento de del manto subbético, lo que se ha traducido en una intensa fracturación por compresión y/o cizalla de los materiales prebéticos.

En la región de estudio el Prebético interno está representado por los afloramientos paleógenos de Coto Pinoso y Monte Gorgori que forman un gran anticlinal, con el eje en dirección NE-SO (Figura-3.2). Dicho anticlinal parte de las inmediaciones de Cavafría, al NO de La Romana y se extiende a lo largo de 12 Km de longitud y una anchura media de 1 Km, por la Solana de La Algueña, hasta la provincia de Murcia. Dicho anticlinal queda oculto por el cabalgamiento de las calizas y dolomías del manto jurásico subbético entre Tresfuentes y el Collado del Coto.

El Sector Occidental del Coto Pinoso se compone de dos serretas, prácticamente paralelas, por cuyo valle intermedio discurre el eje del anticlinal que estructura el yacimiento.

Aunque el anticlinal tiende a un geometría bastante simétrica, el juego de bloques producido por las fallas NNE-SSO y NNO-SSE, distorsionan el pliegue, provocando la aparición de buzamientos anómalos y aberrantes, sobre todo en el flanco Norte.

El flanco Sur del anticlinal aparentemente ha sufrido menos esfuerzos y deformaciones y se presenta más continuo y homogéneo; por esta razón se pueden observar varios intentos de explotación

o calicatas, algunas colocadas desafortunadamente en zonas de intensa fracturación. En conjunto se puede considerar la vertiente meridional de este Sector Occidental como zona virgen de explotación.

En el Sector Oriental de Coto Pinoso, los flancos visibles del anticlinal no presentan la misma litología, mientras el flanco Sur está formado por las calizas eocenas actualmente explotadas, éstas han desaparecido en el flanco Norte, dejando al descubierto las margas y arcillas verdes infrayacentes. Este desmantelamiento de las calizas eocenas parece haberse producido por la acción combinada de dos sistemas de fracturas principales con el frente de cabalgamiento subbético -inmediaciones de Tresfuentes.

Siguiendo en el flanco Norte del anticlinal de Coto Pinoso, pero desplazándonos en dirección SO, se puede apreciar la fuerte red de fracturación producida por la conjunción de las causas citadas en el párrafo anterior con la acción halocinética del diapiro salino triásico del vecino Cerro de la Sal.

Hay que señalar finalmente la existencia de un sinclinal formado por sedimentos oligocenos y miocenos al NE de La Algueña. Se trata de un sinclinal tumbado cuyo eje tiene dirección NE-SO y presenta una fuerte vergencia al NO, apoyándose sobre los materiales eocenos de la Sierra del Coto, en cuyo contacto se pueden identificar varios asomos de arcillas rojas triásicas.

Fracturación

Respecto a las direcciones de fracturación hay que agruparlas en tres familias principales. Una, NE-SO, paralela a los ejes de los pliegues, otras dos que cortan las estructuras NNE-SSO, siendo esta última y la primera familia las causantes de los mayores trastornos y desplazamientos de la estructura primitiva. Una última familia pero con menor importancia, es la que agrupa las fracturas ENE-OSO a E-O.

Cabe mencionar que la intensa actividad diapírica de los materiales salinos triásicos desde los tiempos jurásicos hasta la actualidad, es la responsable de algunas de las direcciones de fracturas no normales en la tectónica regional.

La conjunción de estos sistemas de fracturas provoca una red de fracturación y diaclasamiento intensa en algunos sectores, si bien sus efectos son visibles en todo el yacimiento, siendo la característica más notable que condiciona la explotabilidad del mismo.

La intensa fracturación y densa red de diaclasas favorecen una rápida alteración, descomposición y erosión de la roca, lo que imposibilita la explotación de bloques comerciales. Este es el caso de la vertiente de Tresfuentes, donde además existen fallas tensionales, rellenas de arcillas triásicas subyacentes, lo que caracteriza esta zona como poco apta para producir bloques rocosos de tamaño comercial.

El diaclasamiento y microfracturación, cuando son muy intensos, son los responsables del aspecto caótico y cataclástico de la roca, junto a un posible debilitamiento en sus características físico-mecánicas, restándole valor ornamental. Estos van asociados a zonas de cruce de fracturas importantes y en general, a la zona de influencia del cabalgamiento del manto subbético en el sector NE del yacimiento.

Las numerosas fracturas NE-SO, NNE-SSO y NNO-SSE perjudican notablemente el yacimiento, principalmente por su corto espaciado y frecuentes intersecciones. La roca aparece completamente rota y milonitizada lo que convierte en inútiles para su explotación de bloques, amplias zonas del Sector Oriental.

En el Sector Occidental la fracturación en superficie es intensa, alcanzando sus máximos valores en las cotas más bajas de la ladera Norte donde existe una verdadera milonitización y relictos de brechas de falla perfectamente cementadas. En las cotas superiores del cerro, los efectos de alteración y erosión son más patentes; aparecen diaclasas rellenas de arcilla y microfracturas soldadas con una fina pátina de oxidación parda.

En la ladera Norte del Sector Central, las fracturas que cruzan el afloramiento principalmente ENE-OSO son en su mayor parte abiertas (de tensión), como consecuencia de su cercanía a la zona de charnela del anticlinal, y rellenas de materiales arcillo-terrosos. Además se presentan en pequeño



La fracturación condiciona la explotabilidad del yacimiento.



Las fracturas y diaclasamiento excesivo son causas principales del abandono de explotaciones.



Caliza marmórea de color crema con frecuentes zonaciones morenas claras.



La karstificación impide el aprovechamiento de la roca en los primeros metros superficiales, disminuyendo con la profundidad.

intervalo de separación y producen un efecto milonitizador en la roca, delimitando bloques o grandes bolos aislados, envueltos de una masa de roca fracturada y alterada de aspecto terroso. Estos bloques constituyen la única posibilidad de explotación pero de una manera selectiva.

En cotas más bajas de la misma ladera, la red de fracturación se intensifica, imposibilitando la extracción de bloques de tamaños, comerciales; las canteras ubicadas en este área actualmente se encuentran abandonadas.

La mayor parte de explotaciones activas se concentran en la ladera Sur de este Sector Central, donde el yacimiento presenta la mayor homogeneidad y continuidad de toda la Sierra y las óptimas características para la explotación.

LITOESTRATIGRAFIA

Sobre las arcillas y margas verdes y blancas pertenecientes al Paleoceno-Eoceno inferior se asienta un gran paquete de calizas bioclásticas recristalizadas de colores cremas que constituyen la Formación Coto del Eoceno prebélico. Se presentan estratificadas en bancos de espesor muy variable que oscila desde 0,3 a 0,4 metros, hasta ofrecer un aspecto masivo en el que difícilmente se pueden distinguir los planos de estratificación en numerosas frentes de explotación.

La Sierra del Coto constituye el afloramiento principal de estas calizas y explotadas bajo la denominación de Crema Marfil y el más importante en cuanto a calidad, vistosidad de la roca así como a volumen de reservas geológicas (ADARO, 1.986).

El recubrimiento del yacimiento es en general prácticamente inexistente, salvo en algunos sectores, indicados anteriormente en el mapa, donde existen materiales procedentes de la alteración y erosión natural de la roca y escombros de explotaciones.

Existen sectores bastante amplios del yacimiento que se hallan recubiertos por escombreras, los cuales por la continuidad de los niveles reconocidos bajo los escombros pueden constituir zonas explotables.

Desde el punto de vista de los canteros y explotadores, constituye recubrimiento superficial el tramo calizo en sus primeros 2-3 m, que suele presentarse fuertemente fracturado, alterado y con frecuentes huellas de disolución y karstificación con los correspondientes rellenos de arcillas de descalcificación, lo que hace inservible como roca ornamental. Su eliminación (desmante) es necesaria para poder trabajar en los tramos subyacentes.

Se han diferenciado niveles litológicamente distintos cuyas variaciones están basadas fundamentalmente en la textura y coloración que presenta la roca, aspectos que influyen notablemente en la vistosidad y calidad ornamental. Cabe mencionar que la densidad de diaclasamiento y fracturación modifica sensiblemente la coloración e incluso la facies textural, como se comentará. Estos niveles litológicos vienen representados en la cartografía geológica minera a escala 1:2.000, realizada por ADARO en 1986 y por su interés, se incluyen en este estudio (ANEXO-II, mapas).

Las facies litológicas, sin presuponer ningún orden estratigráfico, que se han distinguido son las siguientes, de mayor o menor interés de explotabilidad:

- 1) **Caliza Marmórea de color crema con frecuentes fisuras rellenas de arcillas doradas.** Se trata de una caliza recristalizada de grano fino color crema algo moreno con numerosas fisuras la mayoría soldadas "pelos" que le resta valor ornamental. Algunas de estas diaclasas están rellenas de una pátina arcillosa de color amarillento dorado y otras de calcita blanca cristalina (menos frecuentes).

Estas facies permite la explotación de roca ornamental aunque con las limitaciones de diaclasamiento y rellenos de fisuras cementadas.

- 2) **Caliza color Gris.** Caliza recristalizada en menor grado que el "Crema Marfil" y tamaño de grano medio. Su coloración que varía de gris a marrón, hace problemática su comercialización.
- 3) **Caliza arenosa poco cristalina de color blanco crema.** Se trata de una caliza compuesta por una pasta no cristalina blanquecina de aspecto margo-arenoso. Su compacidad es menor que

el Crema Marfil y más sensible al impacto, produciendo material pulverulento blanquecino. Dentro de este paquete se intercalan calizas algo recristalizadas de color moreno claro y moreno más oscuro.

El tramo se presenta estratificado en capas de hasta 1-1,5 m, y con fracturación intensa sobre todo en superficie.

Esta facies no es apta para su comercialización como Crema Marfil.

- 4) **Caliza Marmórea de color moreno muy fracturada y alterada.** Este tramo es semejante al anterior con la diferencia de presentar una tonalidad más oscura y con efectos de alteración y erosión más acusados.

La caliza aunque marmórea es menos cristalina que el Crema Marfil. Presenta un aspecto poco homogéneo debido a la presencia de acumulaciones de fósiles (Nummulites principalmente) que oscurecen la roca y nódulos blanquecinos, con formas de tendencia circular.

Estos nódulos, de caliza arenosa no cristalina y poca cohesión, son conocidos por los explotadores como "caliz" cuya presencia y concentración en la roca no permite aprovecharla para uso ornamental. También son frecuentes las diaclasas rellenas de arcilla y calcita y microfracturas soldadas ("pelos") con pátina de oxidación parda. En conjunto, este tramo presenta poco interés para extracción de roca ornamental.

- 5) **Caliza Marmórea de color crema con frecuentes zonaciones morenas claras.** Este tramo ocupa la mayor parte de la superficie de Coto Pinoso. Son calizas bioclásticas bastante recristalizadas de color crema que contienen zonas o manchas de tonos sensiblemente más oscuros de formas irregulares y dimensiones muy variables. Estas se explotan y comercializan en la actualidad, pues la calidad/vistosidad de la caliza es buena en todo el tramo para su uso ornamental, así como su dureza, resistencia y capacidad de pulimento.

Las zonaciones mencionadas, cuando aparecen con tonalidades demasiado morenas, provocan el rechazo de la roca o el bloque para su comercialización, aún manteniendo la roca las restantes características como óptimas para su uso ornamental. En algunas explotaciones su aparición ha sido motivo de paralización o abandono de un frente e incluso, de la cantera.

- 6) **Caliza marmórea de color moreno.** Caliza recristalizada de grano fino con restos fosilíferos en acumulaciones locales y algunas microfracturas rellenas de calcita transparente. Se presenta en tonalidades que varían de crema moreno claro a marrón. Sus características como roca ornamental son buenas - salvo áreas afectadas por fracturación y diaclasamiento intenso- si bien actualmente sólo tienen interés comercial la caliza de tonalidades más claras.

- 7) **Caliza marmórea de color crema.** Se trata de la caliza definida como "Crema Marfil" cuyas características principales ya se han comentado en la "Caliza marmórea de color crema con frecuentes zonaciones morenas claras". Este tramo se presenta como un nivel muy homogéneo en cuanto a composición, textura, color -no presenta zonaciones morenas- potencia y de gran continuidad lateral, que recorre el flanco Sur del anticlinal.

Este nivel está en contacto directo con las margas blancas y verdes eoceno-oligocenas que le recubren parcialmente y de forma irregular, de modo que en algunos lugares son visibles hasta 50-55 metros de calizas eocenas, mientras en otras no llega a 10 metros. La potencia vista media de este nivel es de 25-30 metros.

Litológicamente el mármol "Crema Marfil" es una caliza recristalizada de tramo fino y color blanco-crema con alguna vetillas de calcita irregularmente repartidas. El componente mineral esencial es la calcita y como accesorios, minerales opacos.

KARSTIFICACION

El conjunto estratificación, fracturación, diaclasamiento, favorece la rápida karstificación de amplias zonas. Sin embargo, este fenómeno disminuye rápidamente con la profundidad alcanzando en general, sólo los 2-4 metros primeros superficiales, aunque en zonas de intensa fracturación puede ser todavía importante a mayor profundidad.

En el Sector Oriental de Coto Pinoso, se ha comprobado su permanencia, aunque ya debilitado a los 12-15 m de profundidad. Esta parece ser la causa principal aparente del abandono de varias canteras y calicatas emplazadas en este Sector.

Explotabilidad del yacimiento Coto Pinoso

El estudio de las características geológicas del yacimiento induce a señalar que el Sector Central y en especial la vertiente meridional de la Sierra presenta las características más favorables para la explotación de bloques rocosos con fines ornamentales. Esto explica que la mayor concentración de canteras activas precisamente se sitúe en esta zona mientras que numerosas explotaciones de pequeña magnitud o calicatas hayan sido abandonadas fuera de este área.

Los Sectores Oriental y Occidental de Coto Pinoso así como la mayor parte de la vertiente Norte de la Sierra presentan características negativas ya comentados en el apartado anterior-para la explotación de mármol ornamental; entre ellas destacan el diaclasamiento excesivo de la roca, red de fracturación muy densa, coloraciones y tonalidades de poco interés comercial en la actualidad, textura sacaroidea o margosa, desarrollo vertical de la karstificación y excesiva alteración y tableamiento de la roca.

En el Sector Central de Coto Pinoso, la red de fracturación descrita deja intervalos de 12-18 m, lo suficientemente amplios como para permitir y facilitar la explotación de bloques. También hay algunas explotaciones abandonadas, generalmente agrupadas, coincidiendo con las zonas de intensa fracturación o intersección de fallas.

En este Sector la tonalidad de la roca es relativamente homogénea variando entre el crema-claro y el crema-moreno, con pocas zonaciones o "manchas" de formas irregulares y dimensiones decamétricas de tonos más oscuros. La textura cristalina únicamente queda interrumpida por la presencia de restos fósiles que no perjudican su utilización como roca ornamental; la presencia de "caliz" sólo en la parte más occidental del Sector y aunque de forma poco importante, obliga al desecho o recorte de algunos bloques; y en las franjas de fracturación intensa donde la roca aparece más arenosa (disgregable) y sobre todo más oscura.

La estratificación, asimismo, favorece la explotación; aunque en superficie la caliza se presenta en bancos estratificados, con la profundidad rápidamente se vuelve masiva.

Desde el punto de vista geológico, el afloramiento de calizas bioclásticas recristalizadas de edad eocena es inmenso. Las diversas causas sedimentarias y tectónicas comentadas hacen en cambio, que el yacimiento de calizas marmóreas comercializadas como "Crema Marfil" en Coto Pinoso, sea mucho menor. En una primera evaluación, se estima un volumen de reservas geológicas entorno a $20 \times 10^6 \text{ m}^3$, lo que en condiciones de explotación similares a las actuales, podría representar algo más de $7 \times 10^6 \text{ m}^3$ útiles (ADARO, 1986).

Las escombreras de las explotaciones actuales se encuentran en la mayor parte de los casos, cubriendo material útil que será necesario extraer en un futuro próximo, para lo cual será imprescindible la movilización de los escombros actuales, como ya ha sido el caso de las canteras 4/J/Replana del Fortunero y 6/T-2/Monte Coto para abrir nuevos bancos de explotación. Es por esto por lo que parece lógico elegir las zonas de intensa fracturación, donde no es posible la extracción de bloques, como áreas preferentes para la implantación de futuras escombreras de utilización conjunta de las canteras de Coto Pinoso.

3.3. ANALISIS GEOMETRICO DE LAS ACTUALES TENDENCIAS DE EXPLOTACION

Se incluyen algunos datos de interés acerca de las características de desarrollo de las canteras y sistemas de explotación empleados para la extracción de mármol ornamental en Coto Pinoso.

Las características de explotación de las canteras y su desarrollo están directamente relacionadas con las geológicas del yacimiento, influyendo de manera determinante en las óptimas direcciones y ratios de explotación de las canteras, generalmente desconocidas por los explotadores.

Desarrollo de las canteras

Apertura: La explotación siempre es a cielo abierto y en forma de cantera. Se emplaza en un afloramiento que en principio da muestras de ofrecer mármol de buena calidad.

Desmante inicial : Normalmente consiste en uno o dos bancos de material meteorizado que alcanza los 2-3 metros primeros hasta 10 metros como máximo de profundidad -en el Sector Oriental del yacimiento, incluso más-.

Direcciones y ritmos de explotación : La evolución de las canteras se desarrolla hacia la parte inferior de la ladera con talud prácticamente vertical.

El alcance de los bancos se realiza hasta los límites de la parcela, -en algunos casos de la ladera Sur sobrepasan estos límites hacia parcelas vecinas-, aunque puede finalizar por causas geológicas desfavorables, ya comentadas en el apartado anterior.

Es un hecho generalizado el desconocimiento de las condiciones de explotabilidad del yacimiento por parte de los explotadores y sin una planificación previa del desarrollo. En la concesión otorgada por el Ayuntamiento de Pinoso, se inicia la explotación donde la roca ofrece un aspecto aparentemente favorable, sin realizar ni siquiera sondeos de reconocimiento y sin planes previos del desarrollo de la cantera. Consecuencia de ello, son las numerosas inversiones inútiles realizadas en zonas del yacimiento -o según direcciones de frentes de explotación- no adecuadas cuya calidad de la caliza presenta características desfavorables para la extracción de bloques de mármol y su posterior comercialización, las cuales conllevan al abandono de aquellos frentes e incluso de la cantera.



El emplazamiento de escombros sobre material útil obliga a su posterior movilización para la apertura de nuevos bancos de explotación.



Conformación de un frente de explotación con talud prácticamente vertical con bancos de 4 y 6 m de altura.



Frente abandonado por excesiva fracturación y karstificación.



Frente abandonado por el avance de la explotación en zona de fracturas importantes.

A nivel global esta dinámica de inversión-explotación con desconocimiento previo del yacimiento repercute en la generación de numerosos huecos en actual estado de abandono y de un elevado volumen de escombros innecesarios, con los consecuentes problemas de impacto ambiental que su concentración producen y sobre todo, los derivados de su interferencia con las explotaciones en la evolución de las actividades en el yacimiento.

Medios de arranque

- * Explosivos : En la actualidad prácticamente sólo se usa cordón detonante en el desmonte inicial de apertura, para el arranque de los primeros metros de roca alterada inservible. En los últimos años, la utilización de explosivos en otras operaciones de laboreo se sustituye progresivamente a favor de una mayor mecanización; su uso en el arranque de bloques aumenta el deterioro de la roca ya de por sí afectada por intensa fracturación, disminuyendo de forma notable el rendimiento de la cantera.
- * Hilo helicoidal o hilo diamantado: Para realizar cortes de gran profundidad.
- * Rozadora de cadenas y martillos neumáticos: Para realizar cortes de poca profundidad.

En muchas ocasiones se aprovechan fracturas naturales rellenas de material suelto para el arranque de los bloques, cuando discurren sobre un plano semi-vertical y perpendicular al frente de explotación.

Los métodos de arranque en general son adecuados y actuales, salvo en las pequeñas explotaciones que al no tener clara la continuidad de la roca sana por desconocer el yacimiento, se retraen a invertir.

Sin embargo, la tendencia general es hacia la mecanización de tecnología avanzada, lo que frena la extracción de roca de mala calidad y la implantación de explotaciones de pequeña entidad.

El porcentaje de superficie cortada con las distintas técnicas durante el año 1.985, (ADARO, 1986) fueron :

cordón detonante	36%
hilo helicoidal	14%
hilo diamantado	42%
rozadoras	8%

El movimiento de los bloques para su transporte, así como la eliminación de estériles de las canteras, se efectúa con palas mecánicas de gran capacidad, generalmente de ruedas aunque existe alguna de cadenas. El número total de las que operan en el yacimiento se sitúa entorno a las cuarenta.

El nivel de mecanización es bastante alto, siendo del 50% los cortes efectuados con hilo y rozadora. En los cuatro últimos años todavía existe mayor mecanización, siendo de los más altos comparado con otros yacimientos del país.

(Cabe señalar que existen unos planos de debilidad conocidos en la zona como "ley", pudiendo aparecer, en una misma cantera, horizontalmente en unos bancos y según planos verticales en otros. En cualquier caso, el arranque se produce por estos planos, condicionando así las dimensiones de los bloques de arranque. De esta forma, si se presentan verticalmente, el espaciamiento entre ellos será, si es posible, el espesor de la rebanada de arranque).

Indices característicos de las canteras

Longitud de los frentes: 30-100 m, en general menor de 70m.

Altura de banco: En roca sana, bancos de 3 m que dan bloques comerciales con operaciones sencillas. En roca fracturada o con diaclasamiento desarrollado, bancos altos de 6 m que al abatir los grandes bloques rompen por las discontinuidades abiertas, recuadrándolos por los sitios más convenientes.

Talud de la cantera: Prácticamente vertical, entorno a los 90°, sin presentar problemas de estabilidad debido a la elevada resistencia de la roca y a la escasa altura de los taludes finales (Máximo de 50 m).

Dimensiones mínimas de la plaza : 50 m² para abatir bloques de 3 m, emplazamiento de la cortadora y camino para el transporte de bloques.

Tamaño de bloques: Máximo y normal, 6-7 m³ (2,90 m x 1,60m x 1,60 m), para obtención de bloques comerciales (1,45 m x 1,60m x 1,60 m) y tablas.

Mínimo : 0,5-1 m³ (0,5 m x 1 m x 1 m) para fabricación de losa y plaqueta.

La mayor explotación que existe, ha ubicado dos cortabloques en la concesión, elaborando plaqueta en la propia concesión y aprovecha bloques de dimensiones 0,75 m x 0,75 m x 0,5 m, las mínimas que acepta el cortabloque, aumentando de forma significativa el rendimiento de sus explotaciones. En un futuro próximo, otros explotadores también ubicarán cortabloques en su concesión.

Producciones

En el cuadro-3.2 se presenta el volumen anual de "Crema Marfil" extraído de las parcelas en explotación a lo largo del período 1980-88, datos facilitados por el Ayuntamiento de Pinoso.

Del total de parcelas de Coto Pinoso, 41 parcelas pertenecen al Ayuntamiento de Pinoso y tan solo una -la AB- al Término Municipal de La Algueña. De las citadas 41 parcelas, 5 se hallan inactivas, 7 están libres de explotación y 32 dan producción. La parcela AL y la cantera 55 están pendientes de concesión para ser explotadas por el propio Ayuntamiento y el resto son explotadas por 23 empresas que pagan un cánón aproximado de 1.700 pts/m³ de mármol extraído. El cuadro-3.1 (subapartado de "situación actual de las instalaciones") muestra la relación de los productores y canteras existentes en Coto Pinoso, así como el estado de actividad de las mismas.

PARCELA/AÑO	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
C	2.043	1.999	2.996	2.124	2.150	3.392	2.978	2.264	3.198
D	1.376	1.315	1.222	1.570	1.941	2.229	2.218	2.964	4.248
E	1.649	1.335	2.172	1.804		1.586	1.428	2.660	3.160
F	843	742	735	795	296	1.454	1.307	1.950	1.976
G	1.627	1.248	1.470	1.212	1.551	1.836	998	1.295	1.145
I	389	78	—	—	—	—	—	—	—
J+B+S	2.899	3.364	3.983	5.052	5.384	53.965	8.362	9.693	11.494
K	3.197	2.713	2.641	2.734	2.285	2.467	3.407	5.348	5.018
LL	1.283	1.165	2.067	1.325	1.099	1.194	1.596	1.002	875
M	1.124	1.340	1.088	958	740	1.009	1.296	1.834	1.684
N	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ñ	1.020	1.190	1.848	2.816	1.337	1.632	1.787	4.009	5.265
P	162	722	767	929	163	—	380	—	579
T-1	991	782	—	—	—	—	—	—	—
T-2	4.317	3.820	7.862	10.901	14.263	15.209	14.844	14.968	19.535
U	—	—	124	91	41	—	—	—	—
V	937	1.863	2.518	2.213	2.063	2.403	2.424	2.612	3.086
X	974	1.293	433	834	1.455	607	2.601	2.332	4.962
Y	231	228	309	319	415	779	525	563	755
Z	1.471	1.020	1.332	916	814	134	589	1.571	1.346
A-B	—	—	—	—	—	—	—	—	—
A-C	895	834	916	690	1.331	2.590	1.193	2.548	5.074
A-D	306	458	401	383	465	1.783	2.441	816	2.640
A-E	5.338	4.091	3.673	2.337	1.961	1.864	2.194	3.940	4.426
A-F	963	721	727	676	988	805	2.076	1.971	2.162
A-G	215	1.025	—	—	—	—	—	—	—
A-H	686	328	148	110	716	609	846	1.072	1.049
A-I	1.542	1.379	1.530	1.059	428	226	1.713	1.975	2.463
A-J	—	—	—	—	—	—	—	—	—
A-L	—	—	—	—	—	—	—	—	309
A-M	234	77	—	756	—	—	—	—	69
A-O	443	930	—	—	—	—	—	—	44
A-R	—	—	—	—	—	—	—	—	196
A-S	—	—	—	—	—	—	—	—	83
A-T	—	—	—	—	—	—	—	—	—
A-U	—	—	—	188	—	—	—	—	—
A-V	—	—	—	—	354	642	72	—	462
A-X	—	—	—	—	261	326	819	1.808	1.946
A-Y	—	—	—	—	—	—	—	?	?
M-P	?	?	?	?	?	?	?	?	?

Cuadro-3.2: Resumen de las extracciones anuales de mármol en Monte Coto (m³/año). Período 1980-88
Fuente: Ayuntamiento de Pinoso (Alicante).

Destacan tres empresas que en conjunto y para el año 1988 produjeron el 55,3% de mármol extraído en todo el yacimiento :

* Jose María Mañez Verdú, S.L. que explota para Levantina & Marnes S.A., la parcelas T-1 (actualmente inactiva), T-2, AD y AE. La producción total de mármol fue de 26.601 m³ en el año 1988, lo que representa para el mismo año el 29,6% del total extraído en Coto Pinoso.

* MARCOTSA (Mármoles Coto S.A.) que explota las parcelas Ñ, X y AC, produciendo 11.601m³ en dicho año, lo que representa el 12,9 % del total extraído en el yacimiento.

* BERMARMOL, S.A que explota las parcelas J, B y S (estas dos últimas prácticamente inactivas), con 11.494 m³ en el mismo año, lo que representa el 12,8% del total extraído.

Otras empresas importantes aunque con producciones menores entorno a 5.000 m³/año son la de E.Seller Castelló y EUROMAR S.A. que explotan respectivamente las parcelas K y D.

Las restantes empresas de Coto Pinoso, representando el 79% sobre el total, son de mediana y pequeña entidad, con producciones inferiores a 4.000 m³/año, lo que permite afirmar que en Coto Pinoso prevalece la pequeña explotación y en consecuencia, los problemas derivados de la misma.

En el cuadro-3.3 se muestran las producciones anuales de "Crema Marfil" procedentes de Coto Pinoso en los 9 últimos años y representadas en la figura-3.4. Se aprecia un fuerte crecimiento, muy acusado en los tres últimos años, ocasionado por el aumento de la demanda y tendencia a la mecanización.

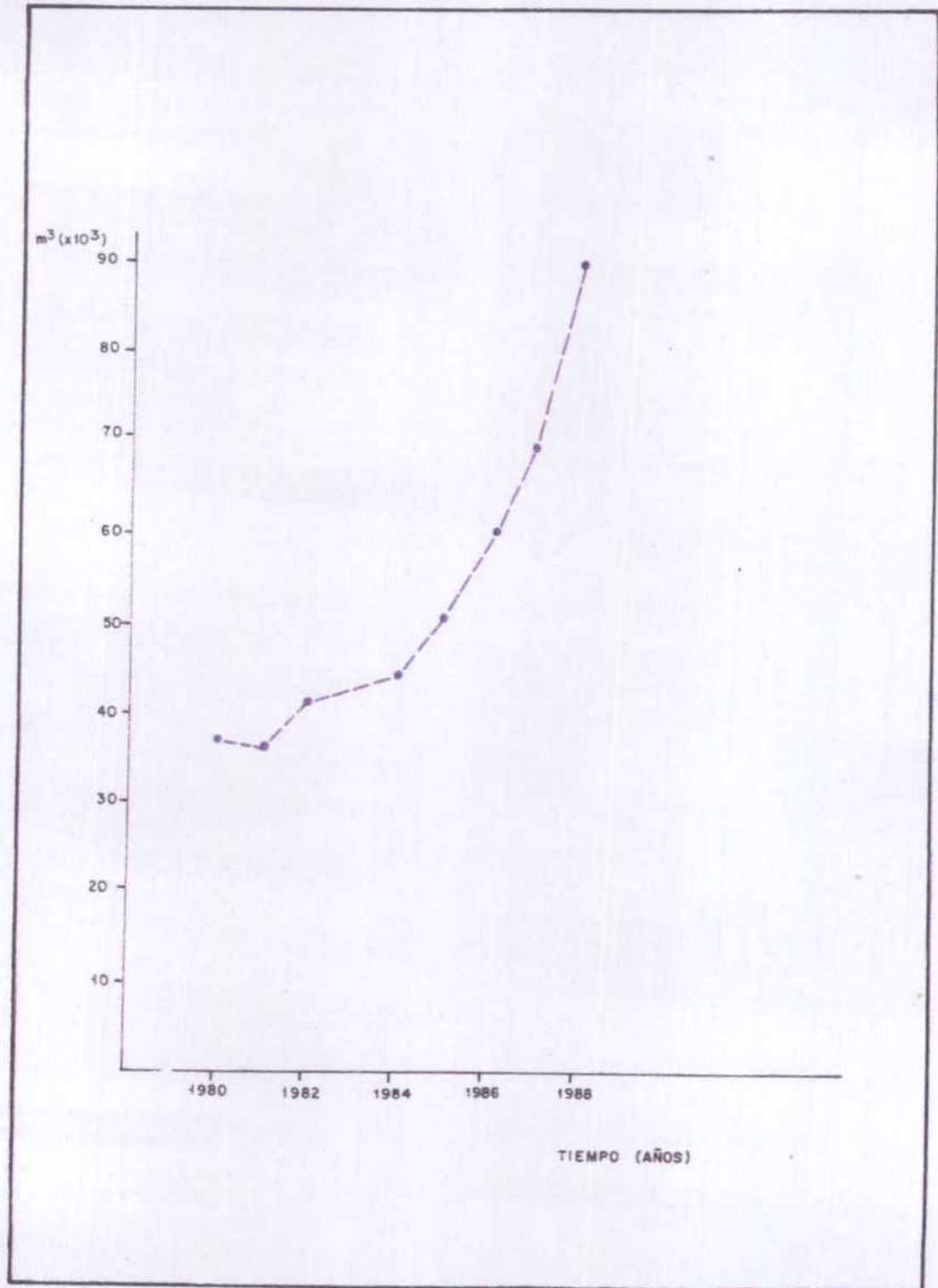
Rendimientos

Resulta muy variable dependiendo de múltiples factores referidos por una parte, a las características geológicas del lugar en que se emplaza la cantera y por otra parte a la propia evolución de la explotación. En términos generales, el porcentaje de mármol aprovechado respecto a la roca

AÑO	MARMOL	V.HUECO	V. ESTERIL	V. ESCOM
1980	37.155	92.751	55.596	79.425
1981	36.060	90.012	53.952	77.074
1982	40.962	102.244	61.282	87.546
1983	42.794	106.810	64.016	91.451
1984	44.087	110.025	65.938	94.197
1985	50.583	126.237	75.654	108.077
1986	59.326	148.056	88.730	126.757
1987	69.6905	173.933	104.238	148.911
1988	89.849	224.230	134.381	191.973
TOTAL	470.511	1.174.298	703.787	1.005.410

Cuadro-3.3: Producción anual de mármol, volumen de hueco estéril y escombrera en el yacimiento de Monte Coto (m³/año) Período 1980-88.

FIGURA 3.4.- Producciones de mármol en Coto Pinoso ($m^3/año$)
Período 1980-88



extraída, es mínima -inferior al 10%- en el período de preparación y apertura de una cantera o un banco, así como en las operaciones de saneamiento de este último, necesarias para proseguir su explotación. En condiciones de explotabilidad favorables, el rendimiento puede ascender al hasta 90% de mármol aprovechado.

A partir de las características geológicas del emplazamiento de cada cantera, el grado de mecanización actual de cada explotación y la información facilitada por las empresas, se ha obtenido el rendimiento medio actual de cada cantera (ANEXO-III, fichas de canteras) y los rendimientos representativos de cada parcela para el período de explotación de 1980-88 (cuadro-3.4).

La sustitución de explosivos a favor de una mayor mecanización tiene una considerable repercusión en los rendimientos; en 1985 el aprovechamiento del yacimiento oscilaba alrededor de un 20-30% del material extraído, siendo superior en las explotaciones más importantes que no utilizaban explosivos. Actualmente, se calcula un aprovechamiento medio del 30-40% del material extraído, siendo varias las explotaciones que superan este porcentaje.

Volumen de hueco

En el cuadro-3.3 se presenta el volumen de hueco creado en el yacimiento en el período comprendido entre 1980-88. Se ha cuantificado a partir de las producciones de mármol y rendimientos de las explotaciones durante el período de tiempo mencionado. El volumen de hueco anual es creciente con el tiempo a causa de la elevada producción de mármol que viene dándose, sobre todo en estos últimos años.

En el cuadro-3.4 se presenta el volumen de hueco en cada parcela durante los ulteriores 9 años, calculado a partir de la extracción de mármol realizada y el rendimiento medio en este período. Señalar aquí que la creación de huecos no constituye mayor problema que el ambiental, al modificar la morfología y el paisaje del conjunto de la sierra de Monte Coto, con especial incidencia en su ladera Sur en donde se ubica la mayoría de las explotaciones, algunas de ellas visibles desde la carretera comarcal de El Rodriguillo a La Algueña.

PARCELA	PRODUCC (m3) (1980-88)	R%	V.HUECO (m3) (1980-88)	V. ESTER (m3) (1980-88)
C	23.144	37	62.551	39.407
D	19.083	43	44.379	25.296
E	19.508	40	48.770	29.262
F	10.098	29	34.821	24.723
G	12.382	38	32.584	20.202
((I))	467	18	2.594	2.127
J+B	56.000	47	119.149	63.149
K	29.810	38	78.447	48.637
LL	11.606	35	33.160	21.554
M	11.073	38	29.1136	18.066
Ñ	20.904	38	55.010	34.106
P	3.702	30	12.340	8.638
S	196	29	677	480
(T-1)	1.773	37	4.972	3.019
T-2	105.719	48,6	217.254	111.535
((U))	256	18	1.422	1.166
V	20.119	30	67.063	46.944
X	15.491	43	36.026	20.535
Y	4.124	21	19.638	15.514
Z	9.193	39	23.572	14.379
AC	16.071	38	42.292	26.221
AD	9.693	47	20.622	10.929
AE	29.824	44,6	66.800	36.976
AF	11.091	36,6	30.279	19.188
AG	1.286	26	4.946	3.660
AH	5.564	33	16.867	11.303
AI	12.315	37	33.284	20.969
AL	309	35	883	574
AM	1.136	29	3.917	2.781
AO,AQ	1.417	19	7.458	6.041
AR	196	25	784	588
AS	83	22	377	294
((AU))	188	16	1.175	987
AV	1.530	20	7.650	6.120
AX	5.160	38	13.579	8.419
TOTAL	470.511	40,07	1.174.298	703.787

Cuadro-3.4: Producción de mármol y rendimientos de cada parcela para el periodo de explotación 1980-88

() parcela actualmente parada
(()) parcela actualmente abandonada

Se ha inventariado un total de 73 huecos existentes en el yacimiento de los cuales 32 pertenecen a canteras activas o paradas y 28 a canteras o calicatas abandonadas (Cuadro-3.1). En conjunto, estas canteras y calicatas abandonadas vienen a representar un volumen de hueco del orden de 85.000 m³, situadas en las parcelas F, I, N, Ñ, U, V, AB, AJ, AO, AR, AS, AT, AU, AY y otras de escasa consideración de situación dispersa.

Al volumen de hueco abandonado se añade el hueco en explotación actual que a lo largo de los últimos nueve años se puede evaluar en 1.169.000 m³ (Cuadro-3.3 y cuadro-3.4) -sin considerar el hueco originado durante este período por canteras actualmente abandonadas- y en donde la actividad desarrollada no permite planificar aún su restitución.

Será pues, en los huecos abandonados donde cabe pensar en acciones previamente planificadas de restitución del paisaje, aunque con reservas, puesto que algunos de ellos se emplazan en yacimiento con explotabilidad rentable.

(El elevado ritmo de producción de mármol durante este período provoca que los mayores volúmenes de hueco se hayan originado en los últimos años, aunque no de una manera proporcional, ya que la tendencia a la mecanización de las explotaciones y menor uso de explosivos produce mayor aprovechamiento de la roca explotada y en último término, aminora la producción de hueco en el yacimiento).

Escombreras

Al no existir prácticamente desmonte, están formadas en un 90% por mármol procedente de rocas karstificadas, muy diaclasadas y margosas; por el desecho obtenido en las explotaciones, ocasionado por roturas producidas por explosivo; por el recuadre de bloques comerciales que dan recortes con formas triangulares de hasta 1 m³ y formas lajosas los tamaños menores; por aquellos bloques defectuosos o faltos de valor de formas cúbicas y tamaños de 4-5 m³. Entre ellos y en baja proporción se mezclan las arcillas de descalcificación y materiales arcillosos que rellenan las grietas y fracturas importantes y los lodos producidos en los cortes durante el arranque de los bloques.

El volumen anual de estéril producido en Coto Pinoso se incluye en el cuadro-3.3, calculado a partir de las producciones de mármol y de los rendimientos de las explotaciones en el período comprendido entre 1980-88. En el mismo cuadro se incluye el volumen anual de escombrera formado por el estéril, teniendo en cuenta que el grado de esponjamiento es elevado -del 30%- debido a la alta granulometría del escombros. Se ha constatado que durante estos nueve años en Coto Pinoso se han producido 703.787 m³ de estéril que dan lugar a un volumen total de 1.005.410 m³ de escombrera. Estas cifras son muy superiores a las contabilizadas en el Inventario Nacional de Balsas y Escombreras realizado por el I.T.G.E. en 1987, si bien no es de extrañar puesto que tan sólo se inventariaron algunas de las escombreras más importantes (en total 18), con un volumen de 450.000 m³, sin considerar numerosas estructuras individuales que en conjunto constituyen un volumen importante.

El vertido de escombros en Coto Pinoso es norma general realizarlo ladera abajo, siempre que se pueda disponer de ella. Este escombros sirve a los explotadores para abrir las pistas de acceso a bancos inferiores. Sin embargo en las zonas más favorables de explotación los frentes están muy próximos entre sí, lo que obliga a la removilización de material de escombrera tanto para seguir el avance lateral o frontal en dichos frentes como para la apertura de nuevos bancos.

Según la mayoría de los empresarios de mediana y pequeña entidad esto les sale más económico que el transporte a una posible zona de escombrera, sin considerar la posibilidad de que por falta de conocimiento del yacimiento tengan que abandonar la explotación, habiendo realizado en este caso una inversión inútil.

Jose María Mañez Verdú, S.L. (Levantina de Mármoles) y Bermármol, S.A., las empresas de mayor entidad del área, tienen ya tal cantidad de escombros que recientemente adquirieron un dumper pequeño para retirar parte del escombros de sus parcelas y abrir nuevos bancos de explotación. Consideran que les resultaría más operativo y rentable llevar el material de desecho a una escombrera fuera de sus parcelas de explotación.

Existen otras canteras (en las parcelas AF, Z, E, K) que por no disponer de ladera están vertiendo el escombros en su propia concesión y otras sobre canteras inactivas (S, T-1). Cabe señalar

que hasta los últimos años no se ha empezado a crear una normativa legal que regule la implantación de estructuras residuales mineras. En estas condiciones es comprensible que los criterios de vertido de escombros hayan sido puramente económicos, sin haber previsto un plazo de tiempo suficientemente largo de la vida de la explotación y en consecuencia, tener que remover la escombrera para seguir la explotación.

Las consecuencias de esta escasa planificación son varias:

Además de interferir y encarecer el proceso de explotación en diversas canteras, parte de los escombros se emplazan sobre áreas de mármol explotable.

Las escombreras que se forman en las laderas, sobre todo en la Sur de Coto Pinoso, tienen taludes de fuertes pendientes, al presentar las laderas de la Sierra desniveles y pendientes naturales muy acusados (entorno a los 40°), dando lugar a estructuras aparentemente inestables. Este efecto todavía es aumentado por la removilización de escombros que por socavación mecánica crea los taludes mayores observados, con frecuencia por encima de los 40° .

Afortunadamente, como se ha comprobado en estudios geotécnicos recientes, las aceptables condiciones de implantación (sustrato inclinado pero sin recubrimiento), y la alta granulometría de los residuos (predominan los tamaños superiores a los 20-30 cm) permiten que los taludes de caída libre (alrededor de los 35°) sean estables, e incluso mayores cuando se presentan acumulaciones de tamaños tipo escollera (mayores de $0,5 \text{ m}^3$). Sólo son potencialmente peligrosos los taludes producidos por socavación mecánica que superan estas magnitudes y estos casos se observan en escombreras pequeñas, intermedias, de forma que los posibles deslizamientos afectarían a áreas y volúmenes de pequeña importancia, pudiendo afectar a pistas o áreas marginales de plazas. Otra consecuencia es el impacto ambiental producido sobre su entorno en cuanto a deterioro del paisaje se refiere.

Una alternativa que se presenta para minimizar estas consecuencias derivadas del actual emplazamiento de los escombros, es la ubicación del estéril creado en zonas cercanas a las explotaciones que, con una planificación adecuada, eviten dichas consecuencias y a la vez hagan más

ventajoso el transporte hasta las mismas que el gasto derivado de retirar escombros al abrir nuevos bancos de explotación.

Finalmente comentar el posible valor minero de los residuos almacenados; de las escombreras se podría utilizar un 75% para triturado (terrazo) losas y plaqueta (ADARO, 1986) y posiblemente para otros usos distintos del meramente ornamental. Ello no se realiza por considerar que el transporte a fábrica, los desperdicios en ella y el posible cánon del Ayuntamiento, no lo hacen rentable.



Las pistas de acceso a bancos inferiores generalmente están abiertas sobre los escombros (ladera Sur).



Los estériles cercanos a las explotaciones interfieren con las mismas, encareciendo el proceso de extracción.



Escombrera cubriendo una cantera abandonada (ladera Sur). Los bloques y bolos constituyen el tamaño de grano dominante.



Escombrera de una cantera con rendimientos de explotación muy bajos. Se observa una mayor proporción en materiales arcillosos en comparación con la foto superior.



Escombrera tipo exenta ubicada en la cima de Monte Coto (vertiente Norte).



Cantera abandonada cubierta por escombreras de explotaciones actuales.

4.- MODELO EVOLUTIVO INTEGRADO DE COTO PINOSO

Tal y como se desprende del capítulo anterior se puede afirmar que el yacimiento de Coto Pinoso tiende por una parte a mejorar sus condiciones de explotación; el abandono de explosivos frente a una progresiva mecanización de tecnología avanzada, aunque lenta pero real, revierte en rendimientos cada vez mayores de las explotaciones y en consecuencia tienden a disminuir los volúmenes de hueco y escombreras generados en el yacimiento. Por otra parte, la escasa planificación de la mayoría de explotaciones y el excesivo minifundismo que aún prevalece en la actualidad constituyen un freno importante al ritmo de producción y en consecuencia, al rendimiento del yacimiento; todo ello además, ocasiona percusiones negativas al medio físico, de manera que se requerirán inversiones adicionales para subsanar o aminorar sus consecuencias.

Con la finalidad de realizar unas previsiones sobre la posible evolución de las explotaciones y del yacimiento en un futuro próximo, se ha elaborado un modelo evolutivo basado en los ritmos de explotación de los últimos 9 años. Este modelo proporciona unas tendencias que permiten aproximar la situación de las canteras y de la totalidad del yacimiento para un período visto de 5, 10 y 25 años y extraer algunas consecuencias que faciliten en el futuro una mayor racionalización y aprovechamiento de las explotaciones.

4.1. MODELO DE EVOLUCION DE CANTERAS TIPO

El análisis de la situación minera de Coto Pinoso muestra que en la actualidad coexisten dos tipos de explotaciones con características diferentes. Para su modelización, se han seleccionado dos canteras representativas de ambos tipos de explotaciones:

- **La 6/T-2/Monte Coto:** Esta cantera más importante de Coto Pinoso en cuanto magnitud, mecanización, producciones y rendimientos se refiere. Las dimensiones de parcela, muy amplias, permiten un desarrollo de plazas y frentes de explotación extensos para el emplazamiento de maquinaria diversa. Se ubica en zona con condiciones geológicas muy favorables (baja densidad de fracturación, sin apenas

manchas de coloraciones no deseables, entre otras). En consecuencia, presenta una elevada rentabilidad para la extracción de bloques comerciales; el aprovechamiento de bloques tamaño escollera para elaboración de losa y plaqueta en la propia concesión reduce el índice de esponjamiento del estéril acumulado en escombrera.

- **La 46.1/AD/ Solana de la Algueña:** Representativa de las explotaciones actuales de magnitud media y pequeña. Las dimensiones reducidas de parcela no permiten un desarrollo de plazas y frentes de explotación extensos, siendo mucho menor el espacio disponible para el emplazamiento de maquinaria. Se ubica en zona de fracturación importante y presencia de grandes manchas oscuras en algún frente. En consecuencia presentará limitaciones de explotación en el futuro, por las reducidas dimensiones; proporciona rendimientos bajos para la extracción de bloques comerciales mientras que pueden ser elevados para extracción de losa y plaqueta. La presencia de arcillas y roca muy diaclasa da además del aprovechamiento de bloques tamaño escollera reducen sensiblemente el índice de esponjamiento del estéril al formar escombrera.

Ambas canteras son explotadas por la misma empresa (José M^a Mañez Verdú, S.L.) que para la extracción de mármol utiliza tecnología muy avanzada, que con el tiempo es aplicada por otras empresas importantes. Por este motivo, su evolución en el tiempo pueden representar la situación futura de las restantes explotaciones ya que existe tendencia creciente a la mecanización.

Los cuadros 4.1 y 4.2 muestran los volúmenes anuales removidos, durante la explotación en el período 1980-88, por las canteras 6/T-2/ Monte Coto y 46.1/Ad/ Solana de la Algueña, respectivamente. En las figuras-4.1 y 4.2 se observa la relación entre la producción anual de mármol y los volúmenes de huecos y estéril generados en las extracciones a lo largo de este período de tiempo. Además de la marcada diferencia en volúmenes, en ambas se aprecia tendencias productivas crecientes pero con ritmos de explotación distintos.

La 6/T-2/Monte Coto presenta pequeños descensos de producción debido a la apertura de

AÑO	PRODUCC	R% (m3)	V. HUECO	V. ESTERIL (m3)	ESP (m3)	V. ESCOM % (m3)
1980	4.317	40	10.792	6.475	30	9.250
1981	3.820	40	9.550	5.730	30	8.186
1982	7.862	45	17.471	9.609	30	13.727
1983	10.901	45	24.224	13.323	30	19.033
1984	14.263	45	31.698	17.435	30	24.907
1985	15.209	45	33.798	18.589	30	26.556
1986	14.844	55	26.989	12.145	29	17.105
1987	14.968	55	27.214	12.246	29	17.248
1988	19.535	55	35.518	15.983	29	22.511
TOTAL	105.719	48,6	217.254	111.535	29,7	158.523
1993	29.045	55	52.809	23.764	29	33.470
TOTAL	126.205	55	229.464	103.259	29	145.435
1998	38.555	55	70.100	31.545	29	44.425
TOTAL	229.960	55	545.382	245.422	29	345.664
2013	67.085	55	121.973	54.888	29	77.307
TOTAL	1,11x10⁶	55	2,01x10⁶	905.339	29	1,27x10⁶

Cuadro-4.1: Modelo evolutivo de la cantera 6/T-2/Monte Coto para un periodo de explotación visto a 5, 10 y 25 años. (variación de la producción anual constante, 1.902 m³/año, promedio del periodo 1980-88. Rendimiento constante, 55% ; índice de esponjamiento constante, 29%).

AÑO	PRODUC	R%	V. HUECO	V. ESTERIL	ESP	V. ESCOM
1980	306	43	712	406	29	572
1981	458	43	1.065	607	29	855
1982	401	43	932	531	29	748
1983	383	43	891	508	29	715
1984	465	43	1.081	616	29	868
1985	1.783	43	4.146	2.363	29	3.328
1986	2.441	50	4.882	2.441	29	3.438
1987	816	50	1.632	816	29	1.149
1988	2.640	50	5.280	2.640	29	3.718
TOTAL	9.693	47	20.622	10.929	29	15.392
1993	4.100	50	8.200	4.100	29	5.775
TOTAL	17.580	50	35.160	17.580	29	24.760
1998	5.560	50	11.120	5.560	29	7.831
TOTAL	42.460	50	84.920	42.460	29	59.803
2013	9.940	50	19.880	9.940	29	14.000
TOTAL	160.900	50	321.800	160.900	29	226.620

Cuadro-4.2: Modelo evolutivo de la cantera 46.1/AD/ Solana de la Algueña para un periodo de explotación visto a 50, 10 t 25 años. (variación de la producción anual constante, 292 m³/año, promedio del periodo 1980-88. Rendimiento constante, 55% ; índice de esponjamiento constante, 29%).

nuevas bancadas, con disminución del rendimiento anual. La 46.1/AD/ Solana de La Algueña muestra un ritmo muy irregular ligada a años muy productivos y años de bajo rendimiento en que la roca presenta mala calidad para la extracción de Crema Marfil. Es un hecho que en condiciones desfavorables para la extracción de mármol se paralice la explotación o se efectúen inversiones importantes para sanear los frentes o abrir un banco nuevo.

Las figuras 4.3 y 4.4 presentan los modelos de evolución para un período de explotación de 5, 10 y 25 años vista de las canteras 6/T-2/Monte Coto y 46.1/AD/Solana de La Algueña respectivamente. En las mismas se observan dos curvas de tendencias del ritmo de producción anual que se pueden considerar como límites máximo y mínimo probables en base a la variación de producción que han mantenido durante el período 1980-88.

La curva de máxima tendencia se ha deducido para el supuesto que las producciones de 6/T-2/Monte Coto y 46.1/AD/Solana de la Algueña mantengan respectivamente, una variación constante de 4.567 m³/año y 1824 m³/año, igual a la experimentada en los dos últimos años.

La curva de mínima tendencia viene deducida para el supuesto que en el futuro se mantenga una variación de producción anual constante de 1.902 m³/año y 292 m³/año respectivamente en las canteras 6/T-2/Monte Coto y 46.1/AD/Solan de la Algueña, igual a la experimentada durante 1980-88, promedio de las ocho correspondientes.

Aunque no es fácil precisar de forma cuantitativa las tendencias que seguirán las explotaciones en un futuro, cabe esperar que las previsiones más probables en los 3-5 años próximos se ajusten a la curva de variación máxima; para años más lejanos se prevee que los ritmos de producción se aproximen a la curva de variación mínima.

Los volúmenes de hueco, estéril y escombrera previstos para los años 1.993, 1.998 y 2.013 han sido calculados a partir de las producciones simuladas con variación anual mínima 1902 m³/año para la cantera 6/T-2/Monte Coto y 292 m³/año para la 46.1/AD/Solana de la Algueña, aplicando los rendimientos -de 55% y 50% respectivamente e índices de esponjamiento del 29% en ambos casos.

Figura 4.1.- Relación entre las producciones de Crema Marfil anuales y volúmenes de hueco y estéril generados por la cantera 6/T-2/ MONTE COTO. Período de explotación 1.980-88.

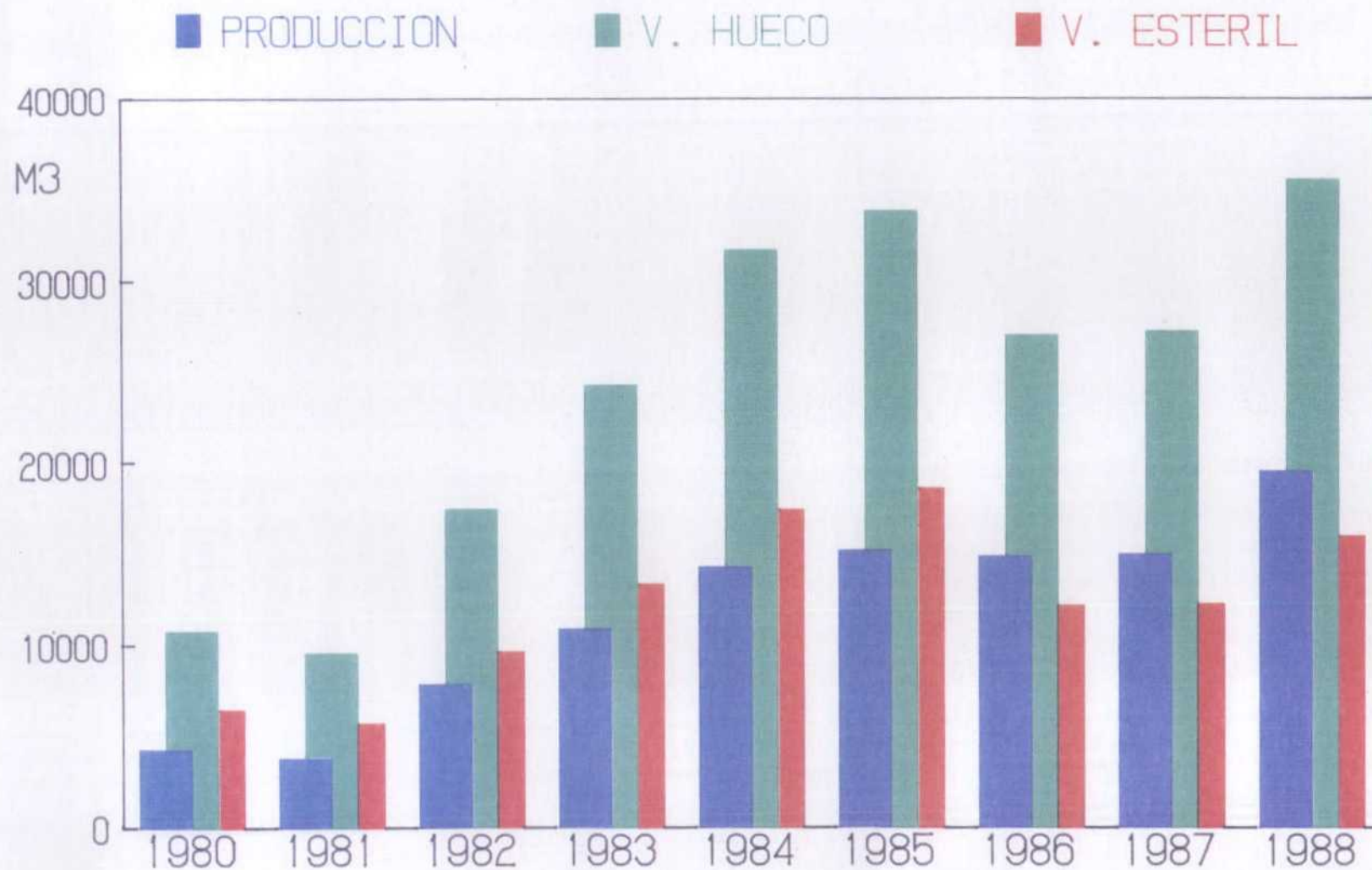
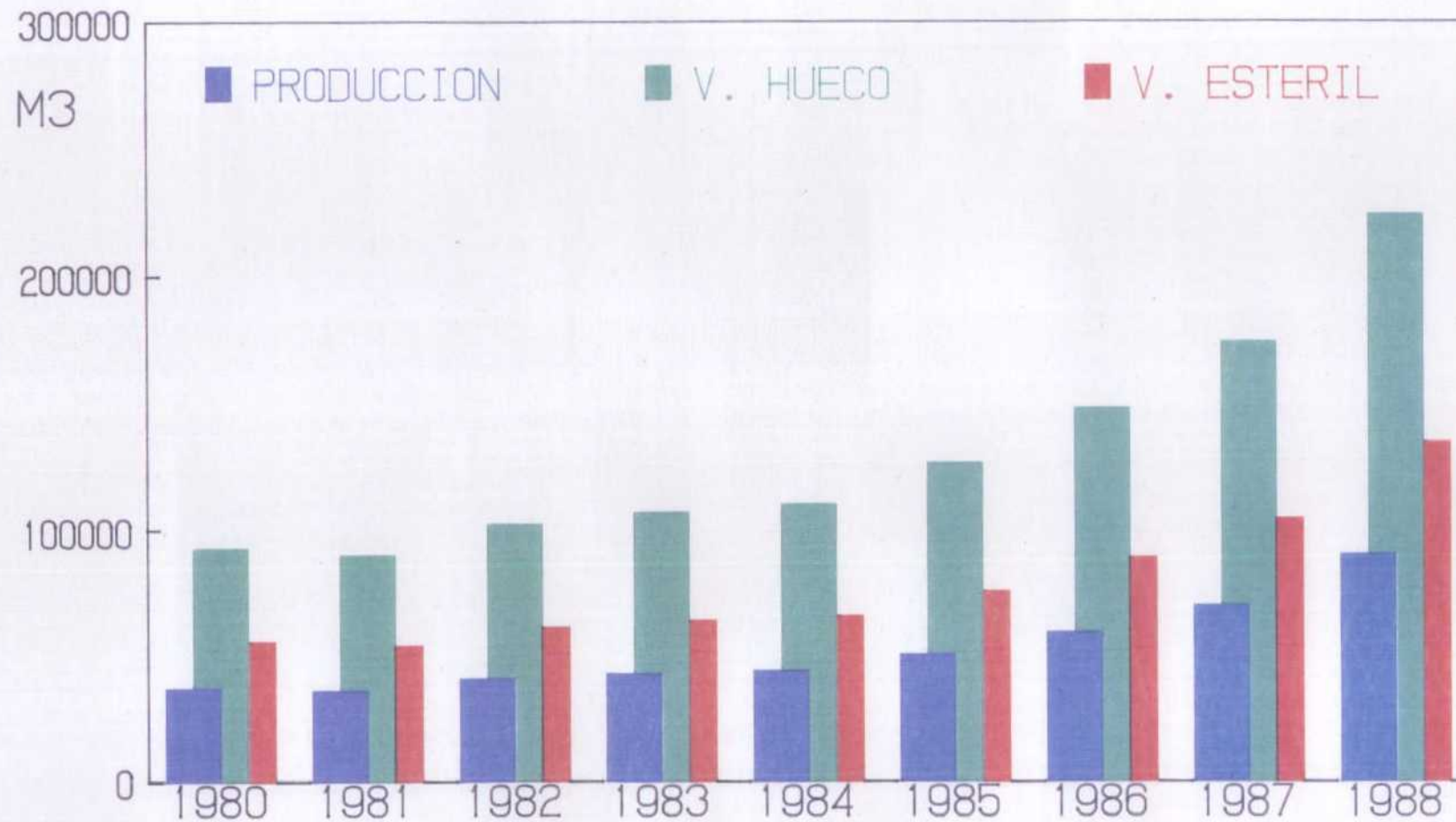


Figura 4.2.- Relación entre las producciones de Crema Marfil anuales y volúmenes de hueco y estéril generados por la cantera 46.1/AD/ SOLANA DE LA ALGUENA. Período de explotación 1.980-88.



nuevas bancadas, con disminución del rendimiento anual. La 46.1/AD/ Solana de La Algueña muestra un ritmo muy irregular ligada a años muy productivos y años de bajo rendimiento en que la roca presenta mala calidad para la extracción de Crema Marfil. Es un hecho que en condiciones desfavorables para la extracción de mármol se paralice la explotación o se efectúen inversiones importantes para sanear los frentes o abrir un banco nuevo.

Las figuras 4.3 y 4.4 presentan los modelos de evolución para un período de explotación de 5, 10 y 25 años vista de las canteras 6/T-2/Monte Coto y 46.1/AD/Solana de La Algueña respectivamente. En las mismas se observan dos curvas de tendencias del ritmo de producción anual que se pueden considerar como límites máximo y mínimo probables en base a la variación de producción que han mantenido durante el período 1980-88.

La curva de máxima tendencia se ha deducido para el supuesto que las producciones de 6/T-2/Monte Coto y 46.1/AD/Solana de la Algueña mantengan respectivamente, una variación constante de 4.567 m³/año y 1824 m³/año, igual a la experimentada en los dos últimos años.

La curva de mínima tendencia viene deducida para el supuesto que en el futuro se mantenga una variación de producción anual constante de 1.902 m³/año y 292 m³/año respectivamente en las canteras 6/T-2/Monte Coto y 46.1/AD/Solan de la Algueña, igual a la experimentada durante 1980-88, promedio de las ocho correspondientes.

Aunque no es fácil precisar de forma cuantitativa las tendencias que seguirán las explotaciones en un futuro, cabe esperar que las previsiones más probables en los 3-5 años próximos se ajusten a la curva de variación máxima; para años más lejanos se prevee que los ritmos de producción se aproximen a la curva de variación mínima.

Los volúmenes de hueco, estéril y escombrera previstos para los años 1.993, 1.998 y 2.013 han sido calculados a partir de las producciones simuladas con variación anual mínima 1902 m³/año para la cantera 6/T-2/Monte Coto y 292 m³/año para la 46.1/AD/Solana de la Algueña, aplicando los rendimientos -de 55% y 50% respectivamente e índices de esponjamiento del 29% en ambos casos.

FIGURA 4.3. - Modelo evolutivo de las producción anual de mármol de la cantera 6./T-2/Monte Coto

-- Tendencias evolutivas límite

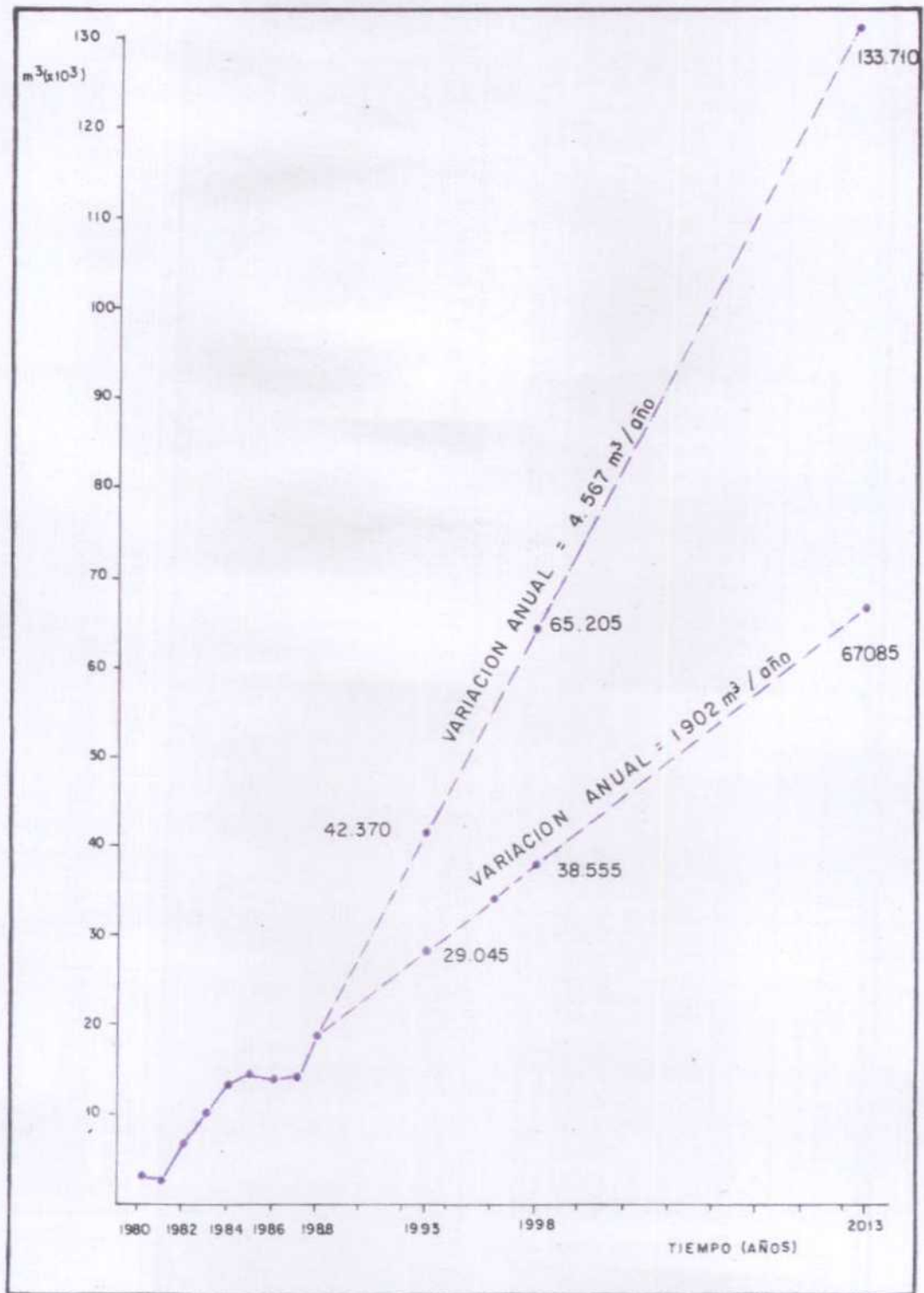
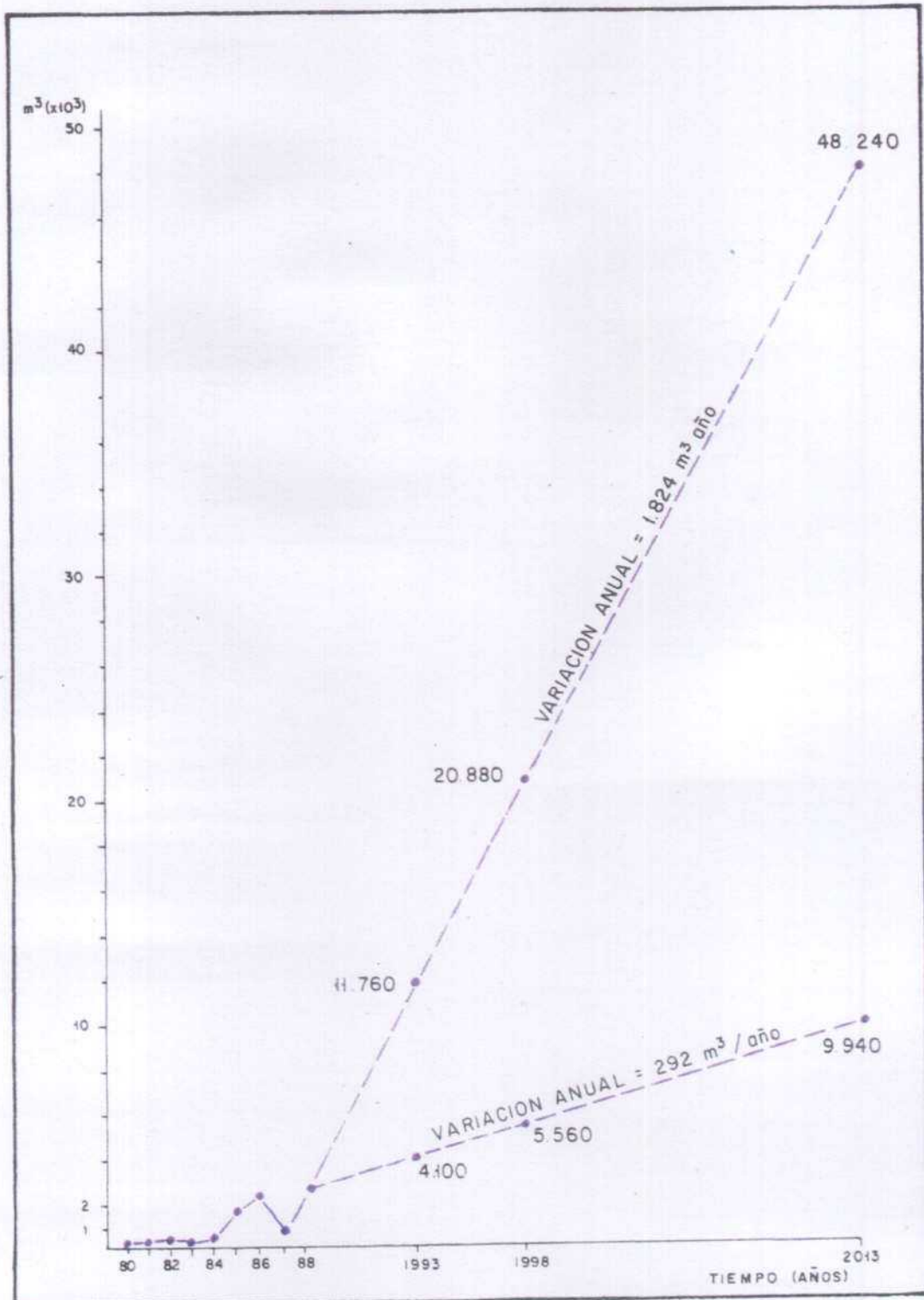


FIGURA 4.4. - Modelo evolutivo de la producción anual de mármol de la cantera 46.t/AD/Solana de la Algeña

--- Tendencias evolutivas límite.



Los cuadros 4.1 y 4.2 también incluyen los volúmenes totales previstos de producirse durante

4.2. MODELO EVOLUTIVO DEL YACIMIENTO

La aplicación del modelo descrito a la totalidad del yacimiento de Coto Pinoso da como resultado las producciones de mármol y volúmenes de huecos, estéril y escombrera que se incluyen en el cuadro 4.3.

El diagrama de barras de la figura 4.5 muestra la relación entre los volúmenes de roca anuales removidos durante el período de explotación 1980-88. Se pueden observar la tendencia creciente del ritmo de explotación del yacimiento muy acusada en los últimos años, cuyas causas del mismo ya se han comentado en apartados anteriores.

El modelo evolutivo de producción anual de mármol para previsiones a 5, 10 y 25 años vista y en el supuesto que se mantiene el ritmo de producción según los últimos 9 años, se muestra en la figura 4.6.

Las curvas que representan la máxima y mínima tendencia productivas futuras se han calculado considerando unas variaciones productivas de mármol de $20.154 \text{ m}^3/\text{año}$ -igual a la originada en los dos últimos años- y de $6.587 \text{ m}^3/\text{año}$ -deducida del promedio entre 1980 y 1988, un rendimiento constante del 40,07% y un índice de esponjamiento constante del 30%.

Parece un hecho evidente que estas tendencias engloban ritmos productivos muy elevados difícil de mantenerse durante mucho tiempo; la creciente tendencia experimentada en los últimos años del período 1980-88 indica un momento de expansión importante del mercado para el Crema Marfil que en pocos años es probable alcance su máximo. En consecuencia, cabe esperar un ritmo de producción para el futuro según la curva de variación mínima y probablemente con el tiempo sea incluso inferior a ésta por la progresiva saturación del mercado. De esta forma, la posible situación de Coto Pinoso dentro de los 5, 10 y 25 años próximos según el ritmo de explotación considerado, se muestra en la

AÑO	PRODUCCION (m ³)		V. HUECO (m ³)	V. ESTERIL (m ³)	ESP. (%)	V. ESCOMBR (m ³)
1980	37.155		92.751	55.596	30	79.423
1981	36.060		90.012	53.952	30	77.074
1982	40.962		102.244	61.282	30	87.546
1983	42.794		106.810	64.016	30	91.451
1984	44.087		110.025	65.938	30	94.197
1985	50.583		126.237	75.654	30	108.077
1986	59.326		148.056	88.730	30	126.757
1987	69.695		173.933	104.238	30	148.911
1988	89.849		224.230	134.381	30	191.973
TOTAL	470.511	40,07	1.174.298	703.787	30	1.005.410
1993	122.784	40,07	306.424	183.640	30	262.342
TOTAL						
89-93	548.050	40,07	1,37X10 ⁶	819.681	30	1,17X10 ⁶
1998	155.719	40,07	388.617	232.898	30	332.712
TOTAL	1,26X10 ⁶	40,07	3,14X10 ⁶	1,88X10 ⁶	30	2,68X10 ⁶
2013	254.524	40,07	635.198	380.674	30	543.820
TOTAL	4,39X10 ⁶	40,07	10,95X10 ⁶	6,56X10 ⁶	30	9,37X10 ⁶

Cuadro-4.3: Modelo evolutivo del yacimiento Monte Coto para un período de explotación visto de 5, 10 y 25 años. (Variación de la producción anual constante, 6.587 m³/año, promedio del período 1980-88. Rendimiento constante, 40,07% : índice de esponjamiento constante, 30%).

Figura 4.5.- Relación entre las producciones anuales de mármol y volúmenes de hueco y estéril generados en el yacimiento COTO PINOSO. Período de explotación 1.980-88.

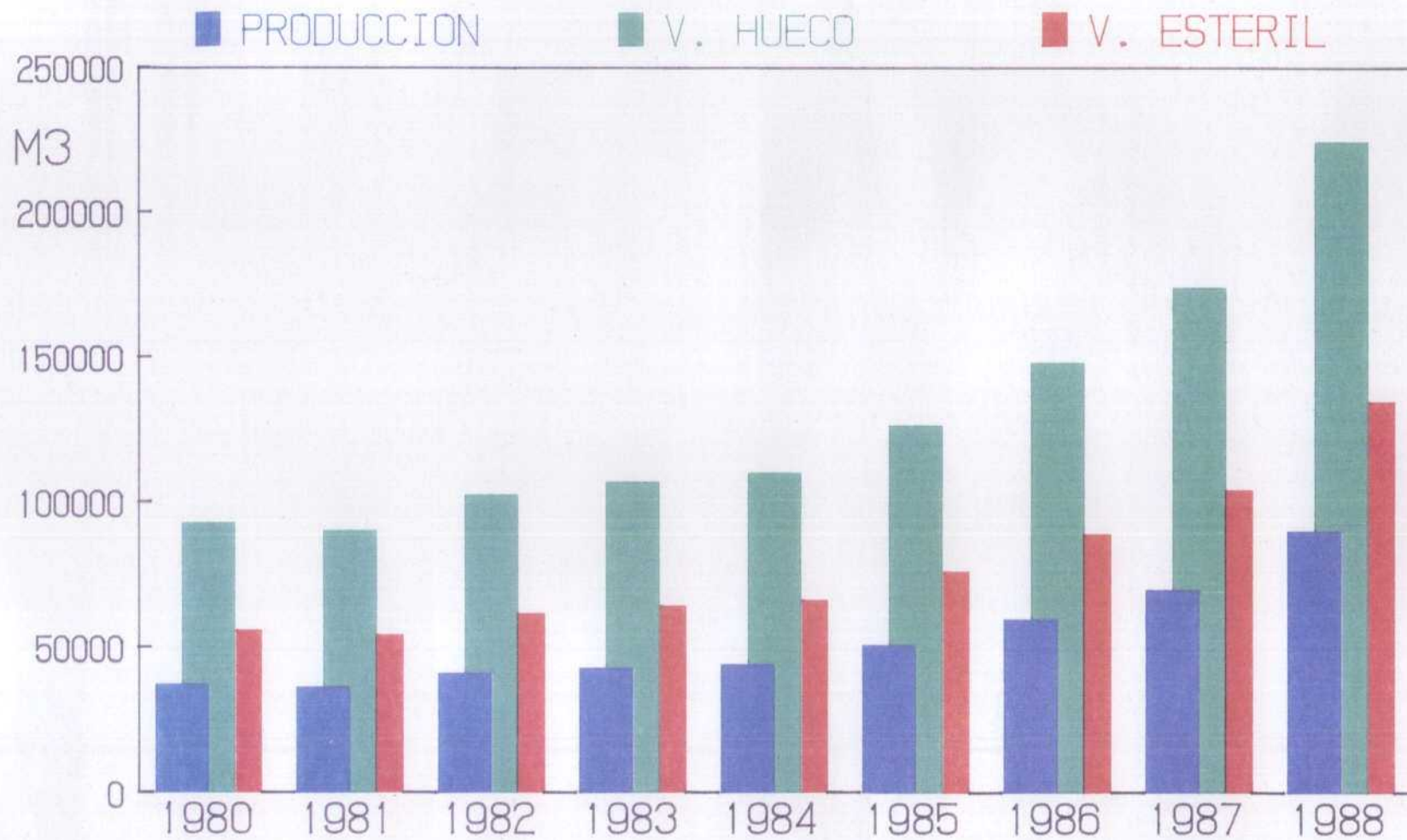


FIGURA 4.6. - Modelo evolutivo de la producción anual de mármol del yacimiento Coto Pinoso.

-- Tendencias evolutivas límite

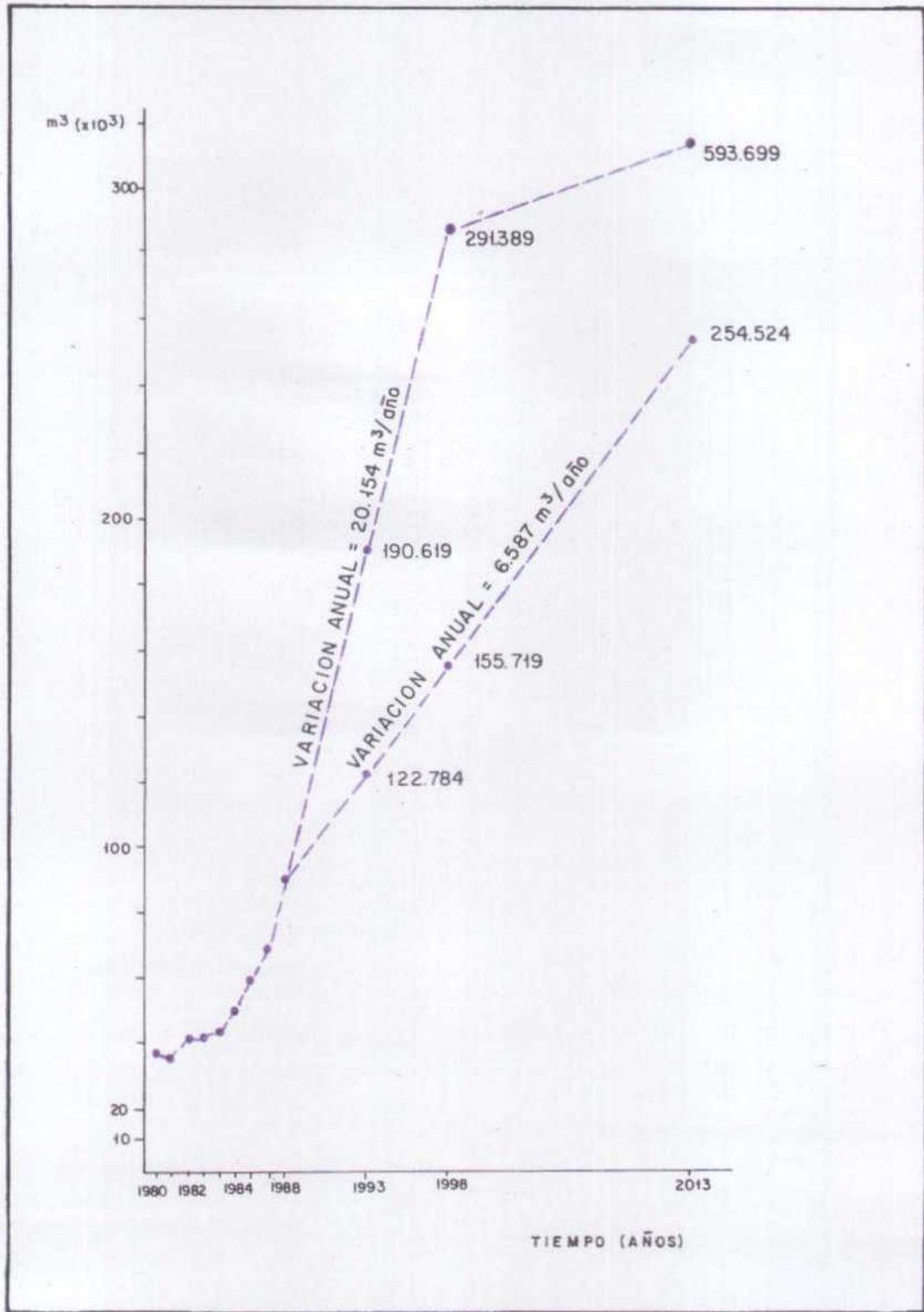


figura 4.7, cuyos valores representados se incluyen en el cuadro 4.3 y donde se infiere que existen reservas de Crema Marfil para 24 años de explotación continuada. Ello corrobora el probable descenso del ritmo de producción de mármol dentro de un futuro cercano.

También cabe destacar el elevado volumen de estéril originado según las tendencias actuales, que para el año 2.012 puede alcanzar cerca de 6 millones de metros cúbicos ocupando un volumen superior a 8 millones en escombrera. Estas cifras ya proporcionan una idea de la problemática ambiental y minera que puede suponer el emplazamiento de este volumen de escombros, por lo que deberán tomarse medidas que evitasen su acumulación.

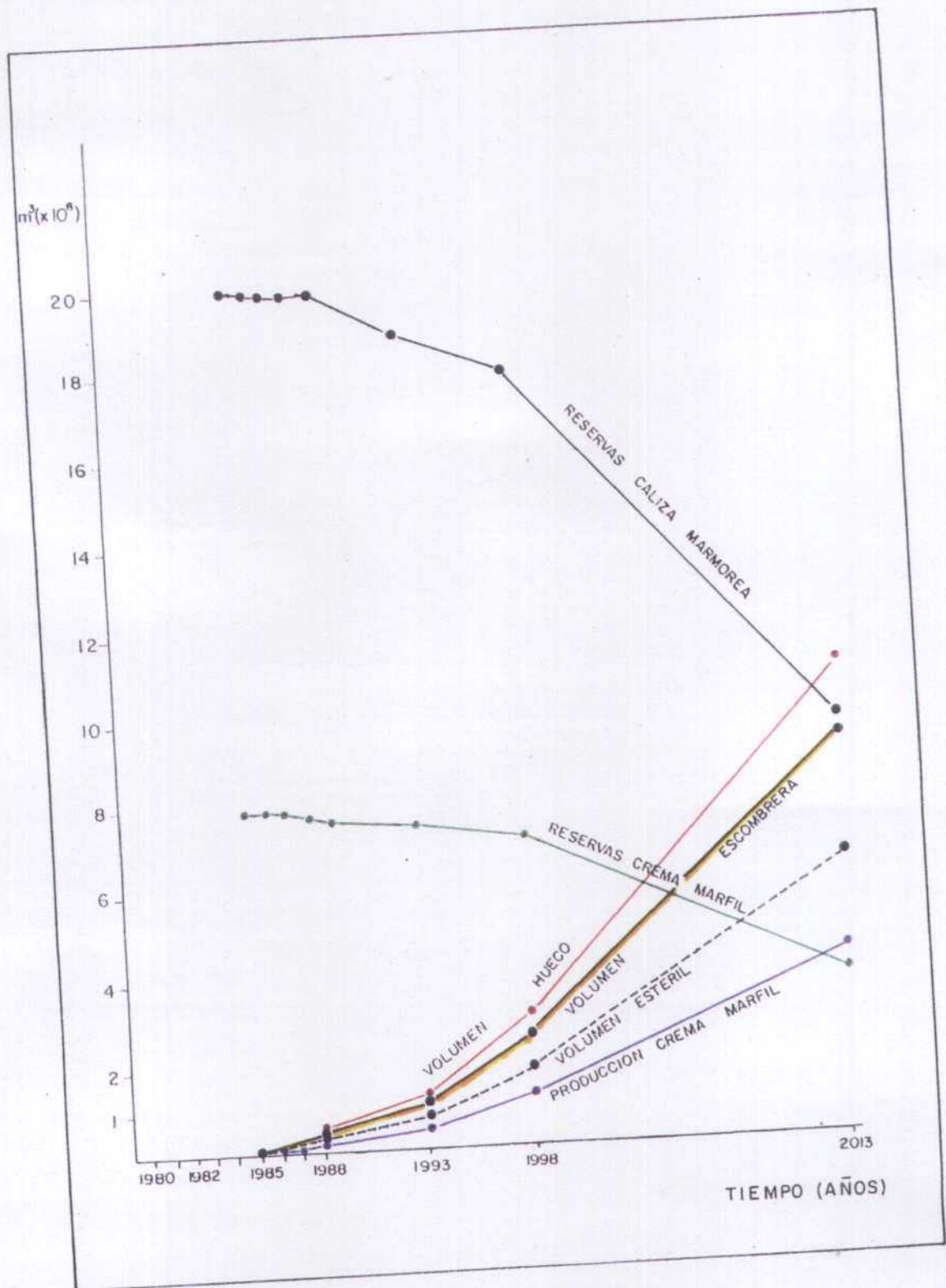
4.3. RECONOCIMIENTO DE POSIBLES ZONAS PARA LA IMPLANTACION DE ESCOMBRERAS CON GESTION DE VERTIDO.

En la sierra de Monte Coto se reconocen una serie de áreas de posible emplazamiento futuro de escombros procedentes de las canteras, con el fin de proporcionar una planificación racionalizada de la explotación del yacimiento y aminorar la problemática que conlleva el vertido de ésteril ladera abajo y en terreno de explotación.

Para la identificación de estas áreas se han tenido en cuenta los siguientes criterios :

- Se localicen a distancias próximas a las explotaciones con objeto de que los gastos de transporte sean mínimos.
- Ocupen áreas sin interés productivo.
- El impacto ambiental que pueda ocasionar la implantación de estas escombreras sea mínimo.
- Su capacidad permita un plazo de tiempo suficientemente largo de la vida de explotación de yacimiento.

FIGURA 4.7.- Modelo evolutivo del yacimiento Coto Pinoso para un período visto de 5, 10 y 25 años de explotación. Volúmenes acumulados, variación de la producción de Crema Marfil constante, 6587 m³/año, promedio del período 1980-88



Bajo estos conceptos se reconocen tres posibles zonas de ubicación de escombreras, situada una al Oeste del yacimiento a unos 130 m de las Casas de Agustino y ya identificada para dicho destino por ADARO en 1986. Las restantes, situadas al Este del yacimiento donde se inscribe el límite del Término Municipal de Pinoso.

Características del medio físico

En los mapas 4.1 y 4.2 se aprecia la delimitación de las superficies a ocupar por las escombreras, así como accidentes principales y altimetría, con curvas de nivel. Se sitúan dentro del Término Municipal de Pinoso, excepto una de las escombreras de la zona Este, cuya parte más alta se emplaza en el Término Municipal de La Algueña (Plano- 4.2).

Se ubican en cuencas hidrográficas de reducida entidad con suave pendiente, con cerradas o afloramientos rocosos que estrechan localmente su geometría. Su relleno mediante un control adecuado, proporcionan un elevado volumen de almacenamiento de estériles que producirán un impacto mínimo sobre el medio y su entorno.

El emplazamiento de las escombreras ocuparán las cabeceras de dichas cuencas, por lo que la derivación de las aguas de escorrentía no presentarán mayores inconvenientes.

Los cauces que discurren en estas cuencas permanecen secos la mayor parte del año, siendo poco importantes tanto por sus reducidas dimensiones como los caudales de agua que circulan en períodos lluviosos, situándose el nivel freático a profundidades tales que raramente intersectan con la superficie del terreno, aún en épocas lluviosas del año.

En general las zonas se encuentran cubiertas por suelo incipiente limo-arcilloso y coluviones granulares, de pocos centímetros de espesor; en su mayor parte aflora la roca del sustrato.

Este suelo de origen coluvial-aluvial sólo alcanza mayor desarrollo en las partes bajas de los valles y en discontinuidades de la roca rellenas de arcillas de descalcificación donde se instala una

vegetación abierta de monte alto, pinos y matorral de Romero y Cepeyo en su mayoría, sin aprovechamiento forestal importante.

El sustrato de las zonas Oeste (Plano-4.1) y Este (Plano-4.2) lo constituyen respectivamente, las calizas eocenas de la Formación Coto afectadas por una densa fracturación y karstificación importante que hacen despreciable su interés minero como roca para uso ornamental y calizas dolomíticas jurásicas del manto subbético también muy fracturadas por la proximidad al cabalgamiento. Estas características proporcionan una alta permeabilidad al terreno de apoyo de las escombreras, reduciendo a un mínimo las aguas de escorrentía superficial -ya de por sí de poco volumen por situarse en cabeceras de cuencas- y posibles problemas de inestabilidad y erosión. Debido a la composición calcárea de los escombros, no existen riesgos de contaminación de aguas subterráneas por infiltración de las aguas de escorrentía. El acceso a las escombreras se realizará por pistas ya existentes hacia las explotaciones, si bien habrán de abrirse algunas que permitan el vertido adecuado, el cual deberá realizarse desde la cabecera de la vaguada hacia las partes más bajas de la misma.

En las proximidades de las escombreras no existen núcleos habitados ni líneas eléctricas que puedan verse afectadas por estas estructuras residuales mineras. La escombrera de la zona Oeste (Plano-4.1) cubrirá dos canteras abandonadas (Canteras 42 y 58) de pequeña magnitud, sin interés de explotabilidad, lo que anula el impacto que actualmente producen en el medio evitándose acciones de restitución sobre ellas.

Capacidad de almacenamiento y diseño

En el apartado anterior referente a escombreras se expone la composición y textura de los estériles producidos en las explotaciones de Monte Coto. En síntesis, la elevada granulometría -de bloques y bolos angulosos- con menos del 10% de materiales finos -limos y arcillas- confieren una alta porosidad a las estructuras residuales formadas por su acumulación. Los caudales de agua que puedan incidir sobre el depósito de estériles, en principio no serán retenidas en su interior, las cuales podrían incidir sobre la estabilidad de la escombrera.

La escombrera diseñada para la zona Oeste (Plano-4.1), puede albergar un volumen de 3.185.000 m³ de estériles, con lo que cubre la producción de escombros de 11 años, según los volúmenes calculados con el modelo evolutivo del yacimiento (Cuadro-4.4, Figura-4.7). Según el mismo, el volumen de escombrera que se originará en 24 años, tiempo que se calcula la vida del yacimiento en base a las tendencias evolutivas de los anteriores 9 años, será de 8,8 millones de m³ de los que 5,6 millones de m³ podrán ubicarse en la escombrera de vertido controlado emplazada en la cuenca mayor de la zona Este (Plano-4.2).

En el supuesto que parte del estéril fuera aprovechado para la elaboración de losa y plaqueta u otros usos, tal como ya se ha indicado en el apartado 3.3 referente a "Escombreras", el volumen de escombros se reduciría de forma considerable, así como los gastos derivados del transporte y gestión de los estériles en el lugar de emplazamiento previsto para los mismos. De modo indicativo y suponiendo que se aprovechara el 70% del mármol actualmente desechado, cabe prever la generación de los volúmenes de escombros incluidos en el cuadro-4.5.

En 24 años tan sólo se necesitaría la escombrera de la zona Oeste para la ubicación de los escombros generados, ocupando el espacio comprendido desde la cabecera de la cuenca hasta las inmediaciones donde se sitúa el punto 7 de la figura-4.10. *(Cabe reiterar que el aprovechamiento de la mayor parte de bloques tamaño escollera actualmente considerado como escombros disminuiría el esponjamiento que experimenta el estéril al acumularse en escombrera).*

En cuanto a los aspectos constructivos cabe señalar que el método de formación de la escombrera tiene importancia sobre la homogeneidad y estabilidad de la misma, por lo que deberá realizarse en estratificación paralela al talud. En la figura-4.8 se muestra esquemas de la misma.

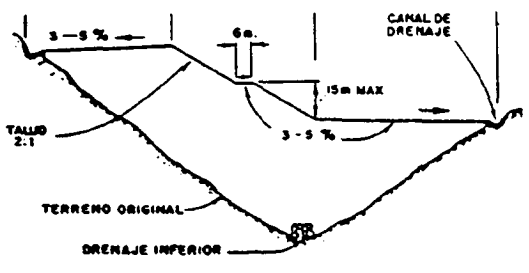
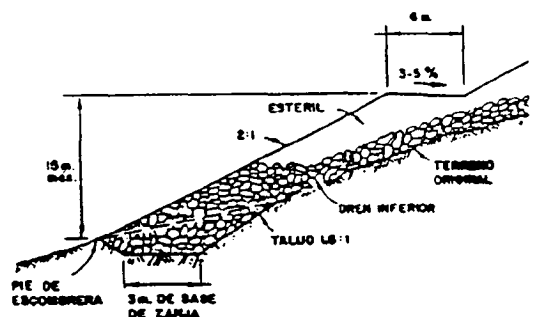
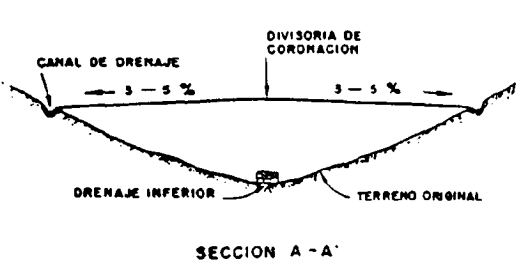
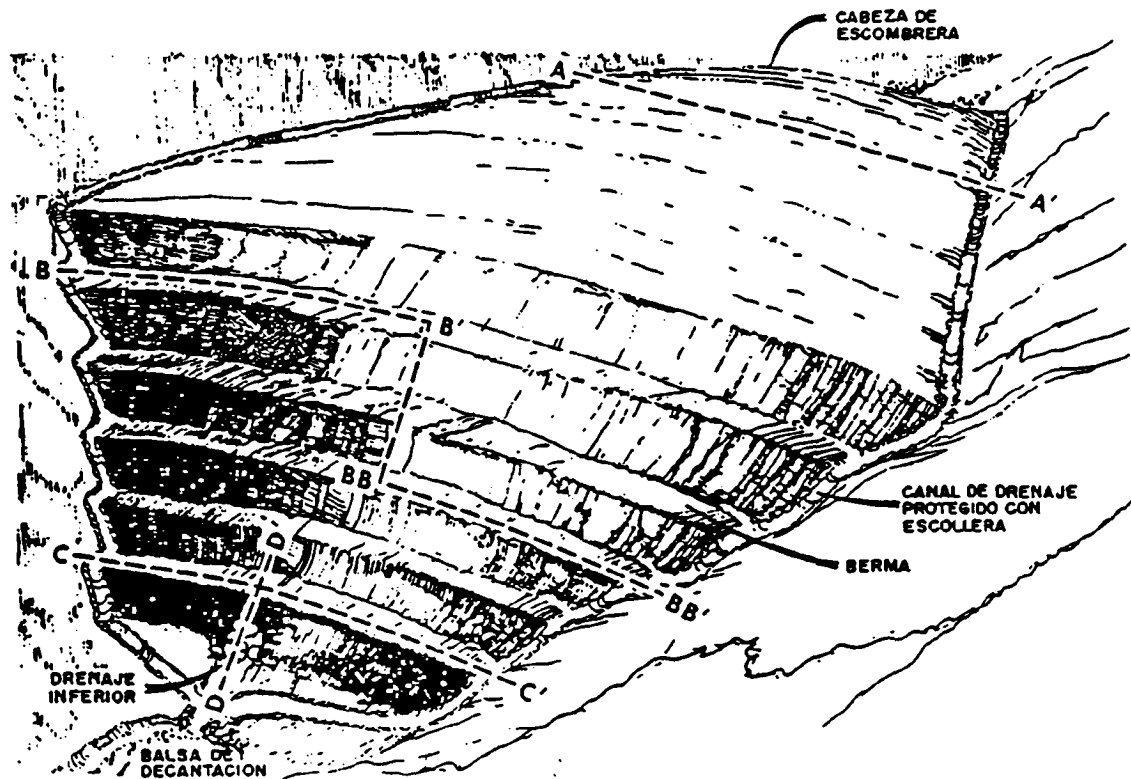
Análogamente debe considerarse con cuidado el sistema de vertido. En general los escombros deben depositarse a una distancia no inferior a 3 m del borde de la plataforma, empujándolos posteriormente mediante un bulldozer o pala. A veces puede ser necesario compactarlos para mejorar la estabilidad del talud (Fig-4.9). El recrecido de las plataformas debe realizarse de la forma más homogénea posible, por capas o tongadas horizontales no superiores a lo previsto en el sistema de

AÑOS	PRODUCC (m3)	V.HUECO (m3)	V. ESTER (m3)	V. ESCOM (m3)	RESERVAS CALIZA MARMOREA (m3)	RESERVAS CREMA MARFIL (m3)
1985	50.583	126.237	75.654	108.077	20x10 ⁶	8x10 ⁶
1986	109.909	274.292	164.383	234.833	19,87x10 ⁶	7,95x10 ⁶
1987	179.604	448.226	268.622	383.745	19,7x10 ⁶	7,9x10 ⁶
1988	269.453	672.456	403.003	575.718	19,5x10 ⁶	7,8x10 ⁶
1993	548.050	1,37x10 ⁶	819.681	1,17x10 ⁶	18,9x10 ⁶	7,6x10 ⁶
1998	1,26x10 ⁶	3,14x10 ⁶	1,88x10 ⁶	2,68x10 ⁶	17,97x10 ⁶	7,18x10 ⁶
2013	4,39x10 ⁶	10,95x10 ⁶	6,56x10 ⁶	9,37x10 ⁶	9,69x10 ⁶	3,87x10 ⁶

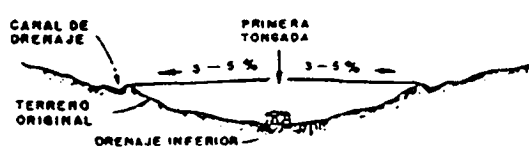
Cuadr-4.4: Modelo evolutivo del yacimiento Coto Pinoso para un período de explotación visto a 5, 10 y 25 años. Volúmenes acumulados. (Variación de la producción Crema Marfil constante, 6.587 m3/año, promedio del período 1980-88; rendimiento constante, 40,07%; índice de esponjamiento constante, 30%).

Año	V. ESTERIL (m ³)	Esp (%)	V. ESCOMBRERA (m ³)
1993	55.092	29	77.594
TOTAL (1989-93)	245.904	29	346.344
1998	69.869	29	98.408
TOTAL (1989-98)	564.000	29	794.366
2012	111.247	29	158.924
TOTAL (1989-2012)	1,85 X 10 ⁶	29	2,61 X 10 ⁶

Cuadro-4.5: Previsión de volúmenes de estéril y escombrera para los años 1993, 1998 y 2013, según evolución simulada para el yacimiento (apartado 4.1 y 4.2).



SECCION B-B'



SECCION C-C'

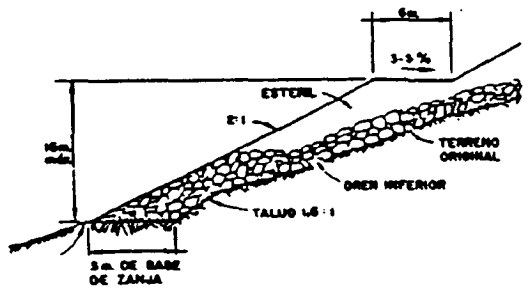
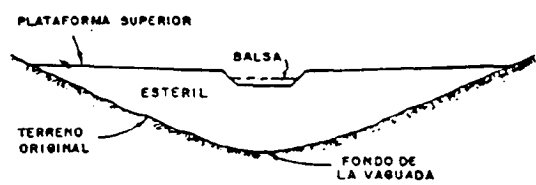
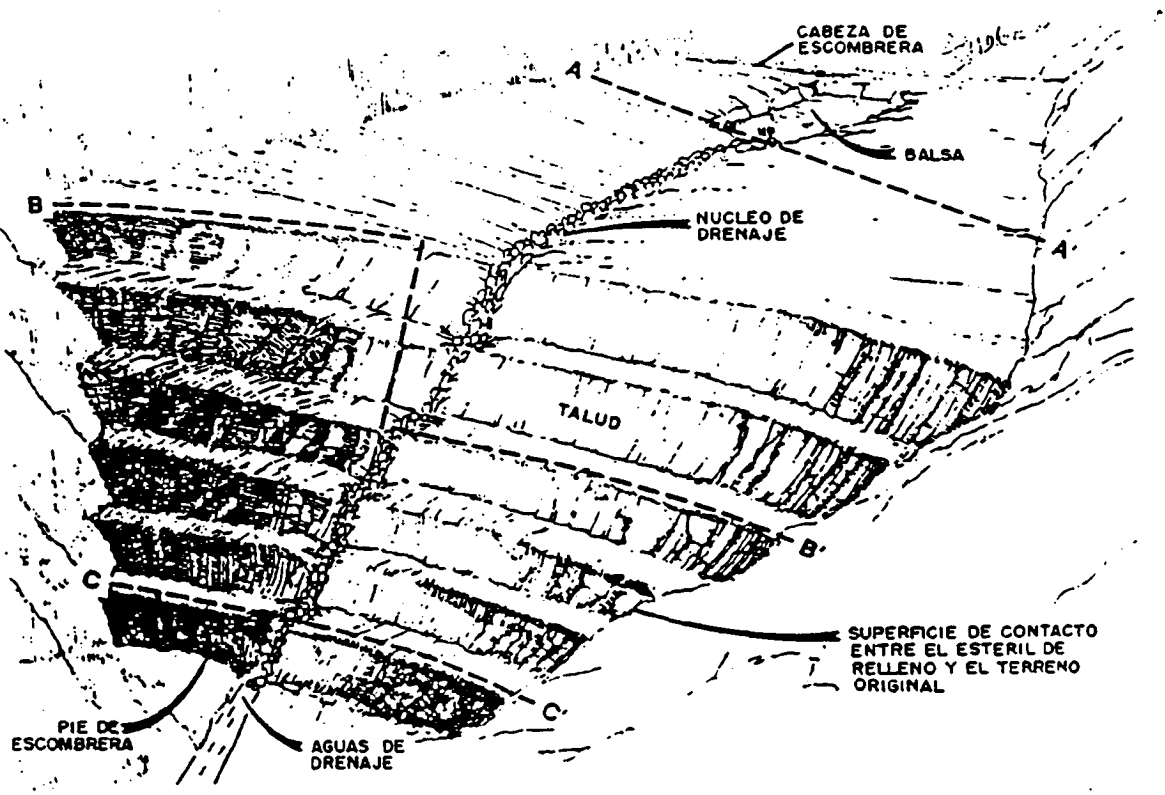
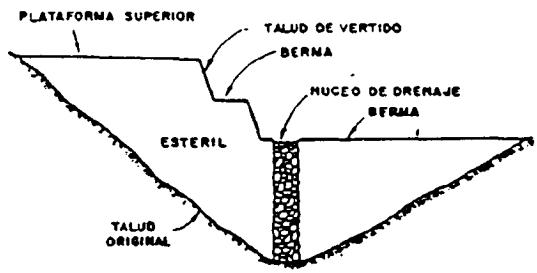


Figura 4.8.: Detalles constructivos de una escombrera de vaguada.

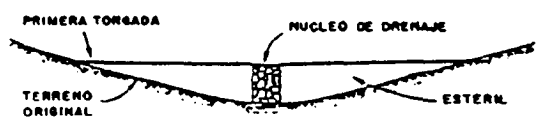
FUENTE: Manual de Restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales en minería.



SECCION A-A'



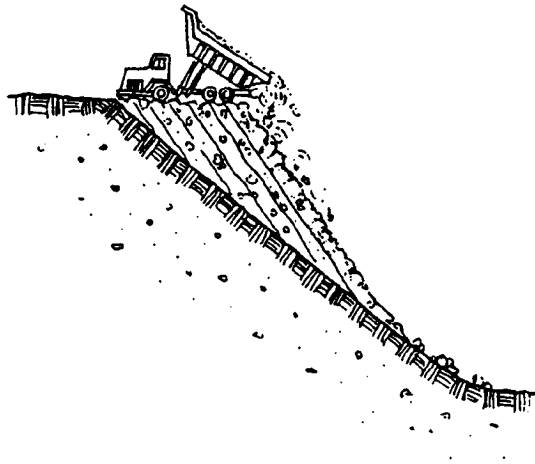
SECCION B-B'



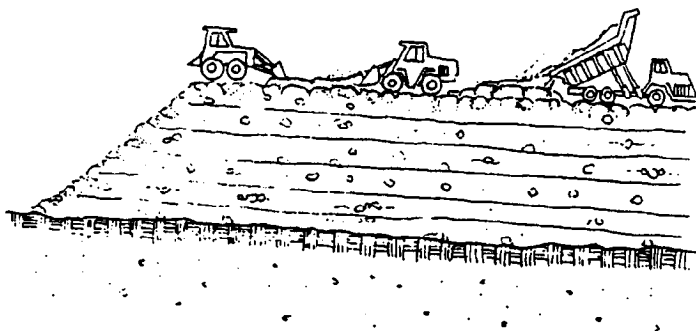
SECCION C-C'

Figura 4.8.: Detalles constructivos de una escombrera de vaguada con núcleo de drenaje.
 FUENTE: Manual de Restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales en minería.

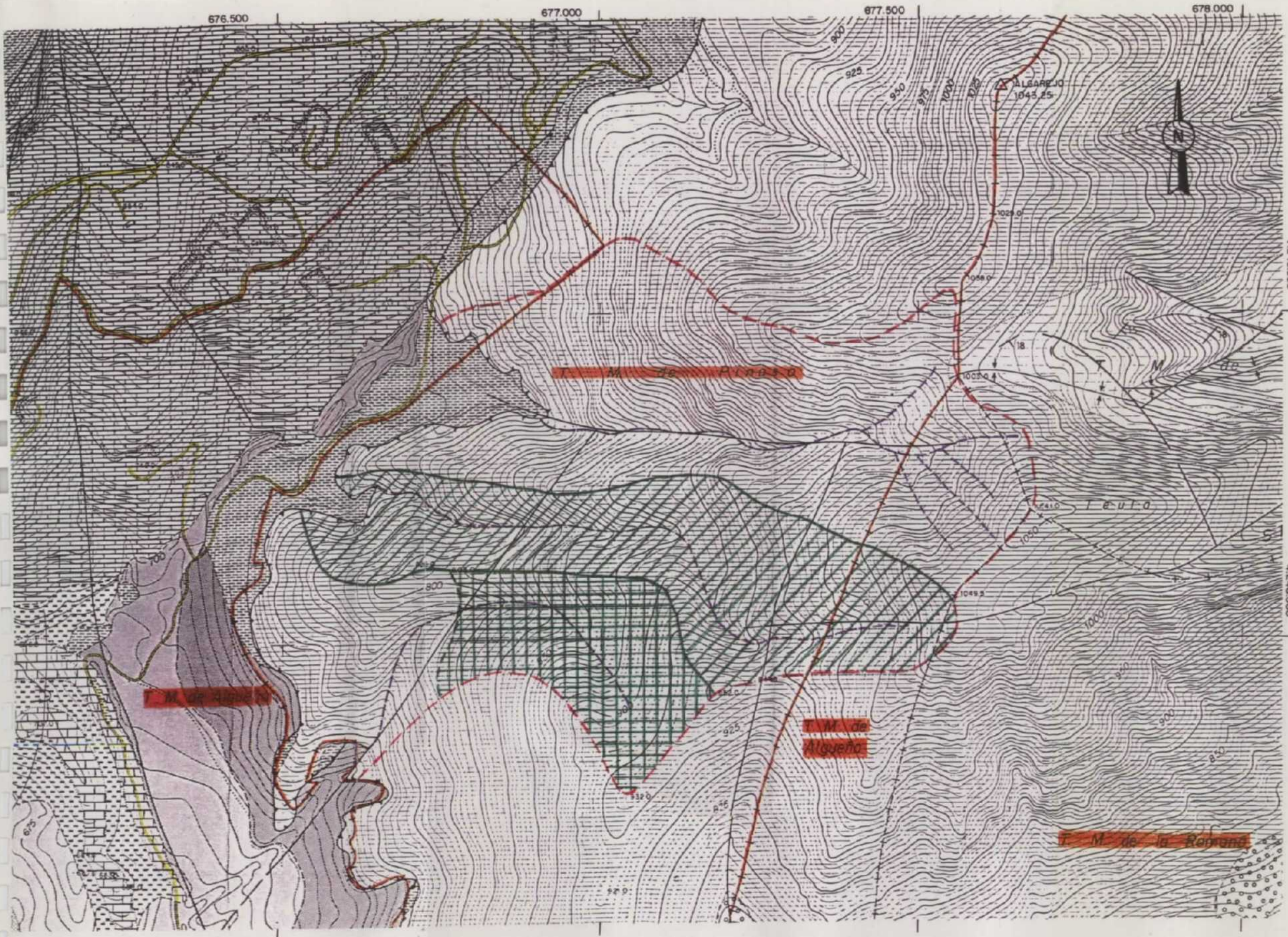
Figura 4.9.- Modalidades de vertido. (IGME 1.986).




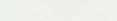



VERTIDO DIRECTO DESDE CAMION (Peligroso)






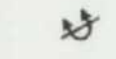


**VERTIDO DESDE CAMION, EXTENDIDO CON
BULLDOZER Y EVENTUAL CAPTACION
(Metodo ideal)**

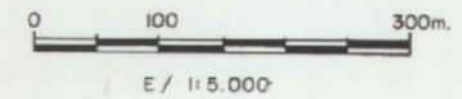


MAPA DE SITUACION DE LA "ZONA W" CON POSIBILIDADES DE IMPLANTACION DE ESCOMBRERAS

-  AREAS DE EMPLAZAMIENTO
-  TORRENTE INTERMITENTE DE ESCASO CAUDAL
-  LIMITE DEL TERMINO MUNICIPAL
-  PISTAS Y CAMINOS
-  LIMITE DE CUENCA HIDROGRAFICA

LEYENDA GEOLOGICA

-  CALIZAS DOLOMITICAS GRISES (JURASICO)
-  CABALGAMIENTO DEL MANTO SUBBETICO
-  FALLA
-  SINCLINAL VOLCADO
-  CONTACTO NORMAL
-  CONTACTO DISCORDANTE








 Instituto Tecnológico
GeoMinero de España





PROYECTO					ESTUDIO DE RESTAURACION DE AREAS MINERAS. PINOSO (ALICANTE)	CLAVE
MAPA DE SITUACION DE LA ZONA-W CON POSIBILIDAD DE IMPLANTACION DE ESCOMBRERAS					PLANO N- 4.1	
DIBUJADO	FECHA	COMPROBADO	AUTOR	ESCALA	CONSULTOR	
	Noviembre 1989		M. PEDRA	1:5.000	C.I.E.C.S.A.	

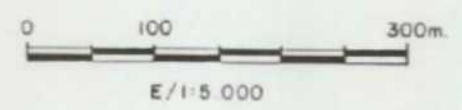



MAPA DE SITUACION DE LA "ZONA E" CON POSIBILIDADES DE IMPLANTACION DE ESCOMBRERAS

-  AREAS DE EMPLAZAMIENTO
-  TORRENTE INTERMITENTE DE ESCASO CAUDAL
-  PISTAS Y CAMINOS
-  LIMITE DE CUENCA HIDROGRAFICA
-  SITUACION DE LOS CORTES

LEYENDA GEOLOGICA

-  CALIZAS CREMA CON NUMMULITES FORMACION COTO (EOCENO)
-  ANTICLINAL
-  CONTACTO NORMAL
-  CONTACTO DISCORDANTE



 Instituto Tecnológico
GeoMinero de España


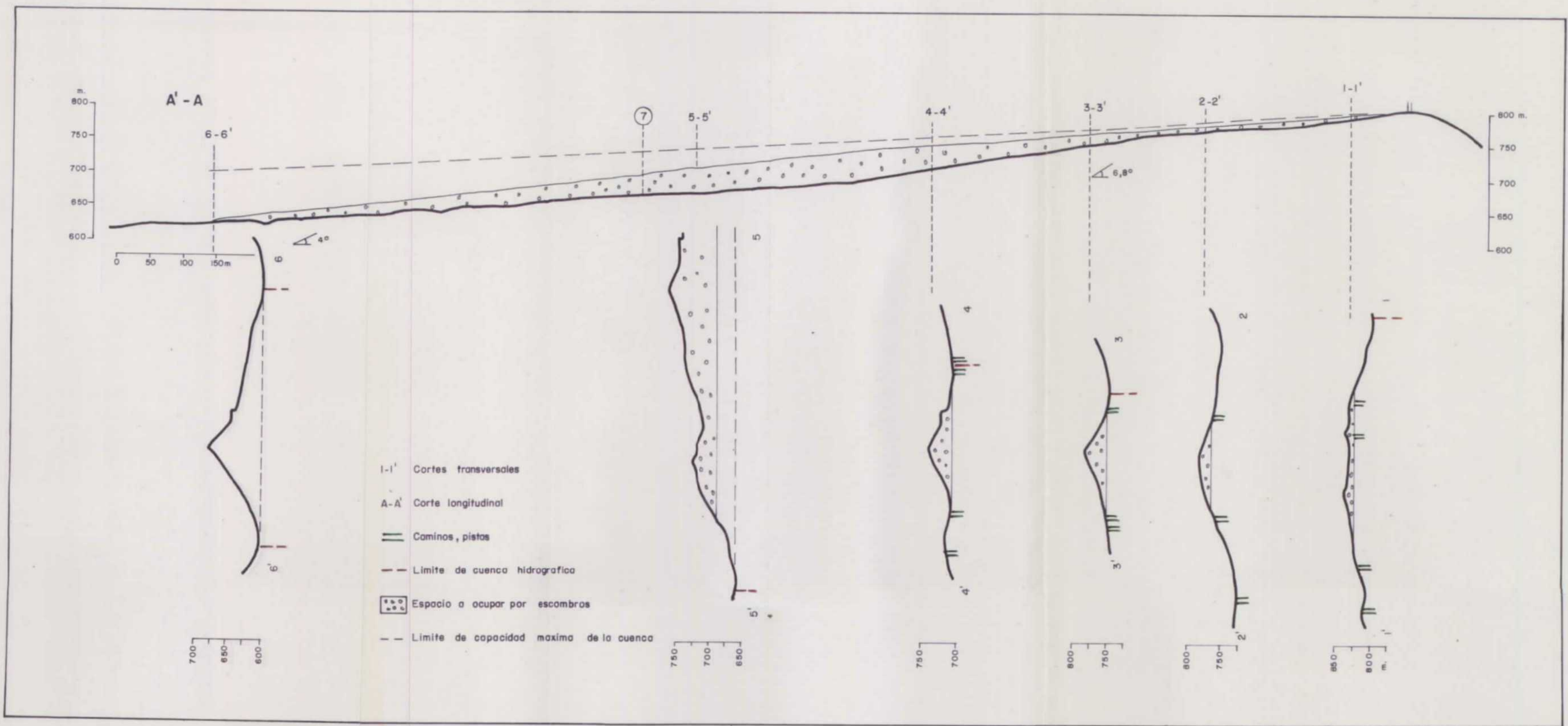
PROYECTO		ESTUDIO DE RESTAURACION DE AREAS MINERAS. PINOSO (ALICANTE)			CLAVE
		MAPA DE SITUACION DE LA ZONA - E CON POSIBILIDAD DE IMPLANTACION DE ESCOMBRERAS			PLANO N° 4.2
DIBUJADO 	FECHA Noviembre 1989	COMPROBADO	AUTOR M. PEDRA	ESCALA 1:5.000	CONSULTOR C.I.E.C.S.A.

FIGURA 4.10 - Cortes longitudinal y transversales de la escombrera de la zona W.



compactación. Cuando entre los escombros aparezcan esporádicamente elementos arcillosos se evitará formar bolsadas blandas de más de 3 m de espesor en una misma vertical, repartiéndolos de la forma más discontinua posible en el seno de la escombrera, pues en caso contrario pueden cortar el drenaje vertical y acumularse agua infiltrada pudiendo ocasionar problemas de inestabilidad. Cuando alternen con los escombros rocosos monteras terrosas o materiales meteorizados que pueden constituir capas o bolsadas impermeables en la masa de escombrera, se recomienda verterlos en zonas localizadas formando por delante de los mismos un dique de material granular, complementado con medidas suplementarias de drenaje para garantizar la estabilidad del conjunto (Fig-4.8).

Es recomendable suspender los vertidos en épocas de fuertes lluvias que podrían induir movimientos anormales de escombros sobre los taludes.

En el caso de reciclado de escombros debe procurarse no crear taludes demasiado elevados. Es aconsejable no superar en cada banco la altura alcanzable por las palas o excavadoras y éstos deben realizarse de arriba a abajo, dejando bermas cada 10 m aproximadamente.

Para favorecer el drenaje a través de la escombrera, se dispondrán los escombros de mayor tamaño en el fondo y centro de la escombrera formando un núcleo drenante longitudinal como se muestra en la figura-4.8. En la figura-4.10 se indica el diseño de la disposición general de la futura escombrera a emplazar en la zona Oeste (Plano-4.1), cuyas características son extrapolables en el caso de emplazar también, escombreras de control de vertido en la zona Este (Plano-4.2).

Las áreas de escombrera recuperadas y revegetados deberán estar proyectados para desaguar un caudal máximo que servirá como punto de partida para el dimensionamiento de las obras de drenaje.

Estas están calculados para un periodo de retorno de 25 años, teniendo en cuenta, que no existe peligro de daños humanos y materiales. Las series pluviométricas utilizadas para ser representativas deberán tener un mínimo de 20 años, si bien en caso de no existir estaciones de registro próximas, se puede acudir a Mapas de Precipitaciones Máximas previsibles en 24 horas.

Los métodos más comunes para pequeñas cuencas son el método Racional, Temez, etc. El

dimensionamiento de las obras de drenaje y de la sección mínima del canal se realiza mediante dos expresiones:

$$S_{\min} = \frac{Q}{V_{\max}}$$

La velocidad máxima admitida en m/s se obtiene mediante la fórmula de Manning :

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} i^{1/2}$$

V = Velocidad del agua (m/s)

i = Pendiente longitudinal del canal (m/m)

n = Número de Manning

R = Radio Hidráulico

La retención de los sólidos de arrastre se podrá evitar mediante balsas de decantación en una o varias mesetas de la escombrera, siempre que se diseñen con dren central, o bien mediante una balsa de decantación al pié de la escombrera o varias en serie. Esta balsa puede ser de dique o excavada. Uno de los métodos utilizados es hacer la velocidad de sedimentación $V_s \geq V_1$; donde V_1 es la velocidad que corresponde al desagüe para el periodo de retorno determinado.

En el caso de la cuenca receptiva de la escombrera "ZONA E" el caudal máximo de avenida para un periodo de retorno de 25 años sería, considerado el caso más desfavorable:

$Q_m = 6,65 \text{ m}^3/\text{s}$ para un tiempo de concentración T_c

$$T_c = 0,3 \left(\frac{L}{J^{1/4}} \right)^{0,76} = 0,54 \text{ horas}$$

El área de la balsa sería:

$$A = \frac{Q}{V_s} ; V_s = \frac{g}{18 M} (s-1) D^2$$

Donde:

g = Aceleración de la gravedad (981 cm/s^2)

M = Viscosidad cinemática del fluido (cm^2/s)

s = Peso específico de la partícula

D = Diámetro de la partícula supuesta esférica (cm)

De donde:

$$A = 28.122 \text{ m}^2$$

y

$$H = 0,45 \text{ m}$$

Dicha balsa tendría una extensión importante con una profundidad de 0,45 m. Suponiendo esta profundidad de 4 m. el área de la balsa sería de 3.230 m². Estos cálculos solo tienen el valor de primera aproximación al problema del drenaje de la escombrera.

Restitución ambiental

En el caso de estas escombreras con estériles gruesos y resistentes, de composición calcárea no se produce polvo ni lixiviados contaminantes por lo que los únicos impactos que caben esperar son el paisajístico visual, y de riesgos potenciales de estabilidad de la estructura.

Las zonas para la implantación de futuras escombreras con control de vertido, se han elegido de forma que tanto su orientación como su emplazamiento no sean visibles desde las poblaciones cercanas ni las carreteras del entorno, por lo que su impacto visual se puede considerar nulo.

Por lo que se refiere a impacto paisajístico y de riesgos potenciales de estabilidad de la estructura residual minera, están previstas las medidas a adoptar una vez finalizado el vertido de escombros de manera que una vez abandonada, no deben dar problemas de estabilidad y restituirse los valores paisajísticos asegurando la reutilización del terreno para otros usos (agrícola, forestal, etc...).

El tratamiento mínimo habitual consistirá en el recubrimiento vegetal con espesores no inferiores a 30 cm y resembrado de las especies que coexisten en el entorno. Con ello se asegura un crecimiento

adecuado y una propagación espontánea suficiente sobre los taludes. Este recubrimiento deberá iniciarse antes del abandono de la estructura, de forma que al año de realizarse, la superficie protegida sea como mínimo el 60% de la expuesta. Para la siembra de las especie vegetales se tendrán en cuenta las condiciones de acidez, escasez de nutrientes, climatología, etc..., aplicando si es necesario tratamientos de tierra vegetal, abonos y riegos periódicos que favorezcan el crecimiento de las plantas y arbustos.

Los aspectos de protección frente a la erosión y recubrimiento vegetal hacen necesaria una corrección del perfil de los taludes respecto a los que se forman por simple vertido, dejando preferentemente 2(H):1(V) a 4(H):1(V). En estos casos se procurará que los taludes presenten una cierta concavidad (taludes más suaves en la parte baja), no se superen unos 18° de inclinación o la que puede tolerar la vegetación prevista, con el límite a unos 26° para la maquinaria usual. Debería además realizarse el desarrollo de los taludes cada 12-15 m mediante bermas de unos 4 m de ancho mínimo y pendiente hacia el interior del 5% aproximadamente.

La estabilidad de la escombrera cabe esperar sea elevada vistas las características de emplazamiento de la misma, su elevada granulometría y si se siguen las recomendaciones señaladas para su construcción, formando los drenajes inferiores y central prescritos.

Finalmente comentar, que la propia naturaleza con el transcurso del tiempo irá moldeando dichas estructuras artificiales de manera que quedarán absorbidas en el medio físico, sin apenas apreciarse su origen artificial.

5.- RESTITUCION DEL MEDIO NATURAL

A través de los capítulos y apartados anteriores se ha pretendido dejar claro que la actividad minera genera una serie de distorsiones, alteraciones e impactos ambientales que requieren un tratamiento específico de restitución de acuerdo con las características, magnitud y ubicación de cada explotación.

A continuación se examinan los principales aspectos que enmarcan y definen las actuaciones a seguir en el proyecto de restauración que posteriormente se presenta.

5.1. DETERMINACION DE IMPACTOS

La caracterización del impacto ambiental producido por la actividad minera en Coto Pinoso, ya ha sido realizada en la primera fase del proyecto "Plan de restauración del espacio natural afectado por las explotaciones mineras de Pinoso (Alicante)"(CIECSA, 1989). Para ello se adaptó una ficha matriz de caracterización, en la que se identifican los elementos y procesos ambientales susceptibles de alteración y las acciones productoras de posibles impactos, incluyéndose las características más destacadas (temporal o permanente, reversible o irreversible,...) de aquéllas. Estas matrices forman parte de la información incluida en cada ficha de cantera inventariada en el Coto Pinoso (ANEXO-III)

Del análisis de esta matriz se ha deducido que el parámetro más afectado es la Morfología y el Paisaje, debido a los grandes cambios morfológicos en el conjunto de la Sierra que este tipo de actividad comporta como consecuencia del gran número de huecos existentes, así como por el depósito de los materiales de rechazo, hecho que tiene especial incidencia en la ladera Sur por su ubicación, altura, pendiente, escasa cobertura vegetal y por estar situada la población de La Algueña a escasa distancia de esta zona y la existencia de una carretera comarcal prácticamente paralela a esta ladera. El impacto visual es acusado debido al contraste de colores de la roca fresca sobre el paisaje, aunque sólo perceptible desde la mencionada población y algún tramo de la carretera comarcal El Rodriguillo-La Algueña.



Cambios morfológicos y en el paisaje causados por las actividades mineras en Monte Coto.



Impacto sobre la vegetación. Es eliminada en áreas con vertido de estéril sin previa recuperación y almacenamiento del suelo vegetal.

El resto de los parámetros afectados lo son en menor medida, aunque también de una cierta entidad, como puede ser la vegetación, al ser eliminada totalmente de las áreas ocupadas por canteras y escombreras, además de no ser recuperado en ningún caso el suelo vegetal.

La emisión de polvo y generación de ruidos, aunque en conjunto es importante por la intensa actividad que se desarrolla, sin embargo no sobrepasa prácticamente los límites de la Sierra, ya que el núcleo de población más cercano, La Algueña, se sitúa a 1,5 Km aproximadamente quedando fuera del efecto de estas distorsiones.

En cuanto las escombreras actuales ubicadas en la ladera no presentan riesgos potenciales de inestabilidad mayores por lo que sólo será necesario actuar sobre ellas en algunos puntos concretos de escasa importancia y sobre todo para corregir el impacto visual que producen.

Otro impacto importante a considerar de esta actividad minera y las derivadas de ellas, considerando como positivo, es el socio-económico; comporta una importante fuente de ingresos a la región además de proporcionar el medio de vida a gran parte de las poblaciones circundantes.

5.2. ANALISIS DE ALTERNATIVAS DE RESTITUCION

Actualmente, existen 73 huecos de canteras, de los cuales, 35 se hallan en actividad o paralizados pero con posibilidades futuras de explotación y sólo 28 se hallan en estado de abandono.

Estas últimas, la mayoría se ubican en zonas con posibilidades de extracción de mármol y tan sólo unas pocas, sin interés minero.

Las posibilidades actuales de Recuperación Ambiental son mínimas, debido a que muy pocos, entre las que se incluyen las no activas, han llegado a su nivel estéril o no productivo, lo cual imposibilita la acción coordinada de explotación-restauración. Las labores de restauración deberán realizarse sólo en las canteras sin posibilidades de explotación.



Calicata abandonada sin posibilidades de explotación.



La elevada alteración y fracturación de la roca y la presencia de materiales arcillosos facilitan las actuaciones de restauración de canteras sin posibilidades de explotación.

En el futuro habrá que emprender dos acciones principales:

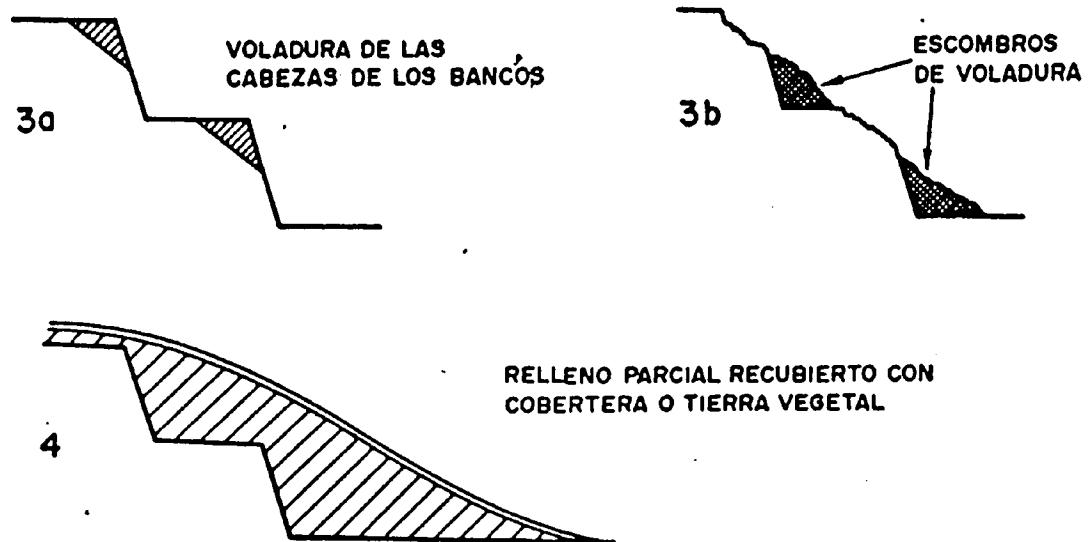
Huecos de canteras

Aquellas explotaciones que profundicen hasta su nivel no productivo, deberían realizar la restauración en fase con el avance del frente, principalmente en lo que se refiere al acondicionamiento de la plaza de cantera.

Las explotaciones con frentes de cantera en roca sana, deberían dejar inalterado estos bancos, dado el grado de estabilidad que alcanzan y que podrían tener un uso de tipo didáctico (Geológico-Minero) y siempre que estos bancos no alcancen alturas superiores a los 6 m. Las explotaciones con frentes de cantera en roca diaclasada y con fracturas deberían realizar una conformación de los bancos, mediante el descabezamiento de éstos en pequeñas voladuras, dándoles un perfil de tipo mixto (Concavo-Convexo) Fig. 5-1 (3b). Cuando estos frentes se limitan a uno o dos bancos, se puede realizar la labor anterior o bien su recubrimiento con arcilla y suelo vegetal. Fig. 5.1 (4).

Las acciones que se recomiendan a efectuar para incorporar el hueco originado por las explotaciones al paisaje son las siguientes :

- 1) Acondicionamiento de la plaza de cantera con distribución de residuos y compactación de los mismos.
- 2) Taluzado y afinado de los bordes de los frentes y bancos abandonados.
- 3) Esponjamiento de la capa superficial de estériles, previamente compactada, para posibilitar el enraizamiento de la vegetación.
- 4) Redistribución de arcillas y tierra vegetal previamente almacenados.



TALUDES BANQUEADOS

Figura 1: Posibilidades de tratamiento de taludes finales.

Fuente: Instituto Técnico GeoMinero de España (I.T.G.E).

- 5) Acondicionamiento del suelo para su empleo. (Descompactación, enmiendas, fertilizantes, etc.)
- 6) Revegetación adecuada con especies de la zona, o con otras que no distorsionen el paisaje.

Durante la actividad minera, con objeto de aminorar el impacto visual que produce, se recomienda la implantación de barreras visuales en los bordes de las carreteras, donde son visibles las explotaciones, como una medida inmediata y de bajo coste de protección del paisaje.

En las figuras 5.2 y 5.4 se muestra una simulación del aspecto morfológico que ofrecen las explotaciones actuales 6/T-2/Monte Coto y 46.1/AD/Solana de la Algueña, respectivamente. En las figuras 5.3 y 5.5 se presenta la simulación de las mismas en el supuesto que fueran restituidas posteriormente a su abandono.

Escombreras actuales

Debe evitarse en el futuro el vertido incontrolado en ellas, trasladando los escombros a escombrera general de vertido controlado.

Resultaría técnica y económicamente inviable la movilización de estas escombreras con el único objeto de restituir el paisaje, tanto por el volumen que presentan como por las fuertes pendientes de las laderas.

Los escombros retirados para la apertura de nuevos bancos sería recomendable llevarlos a la escombrera general, puesto que en caso de verterlos ladera abajo provocan el avance de la escombrera, que en el futuro llegarían a ocupar los terrenos cultivados del llano de su entorno.

En las escombreras abandonadas -una vez finalizada la actividad minera-, se recomiendan las siguientes actuaciones:

- **Escombreras tipo exentas:** Suavizar los ángulos de las mismas, con posterior preparación de su superficie con tierra vegetal y revegetación.
- **Escombreras en la ladera:** Preparación de su superficie con tierra vegetal y posterior revegetación.

(Para evitar su impacto visual, hasta el momento de su restitución, se implantarán pantallas visuales en las zonas adecuadas, ya citadas).

Futuras escombreras de vertido controlado

Las actuaciones a seguir ya se han comentado en el apartado correspondiente (Apartado 4.3; Restitución ambiental). Con todo, se recomienda que para su óptima gestión y posterior restitución fueran concedidas a empresas privadas, las cuales podrían imponer un cánon por tonelada de escombros recibida, con lo cual se aminoraría la generación desmesurada de estéril en las explotaciones evitando así los problemas derivados de los mismos.

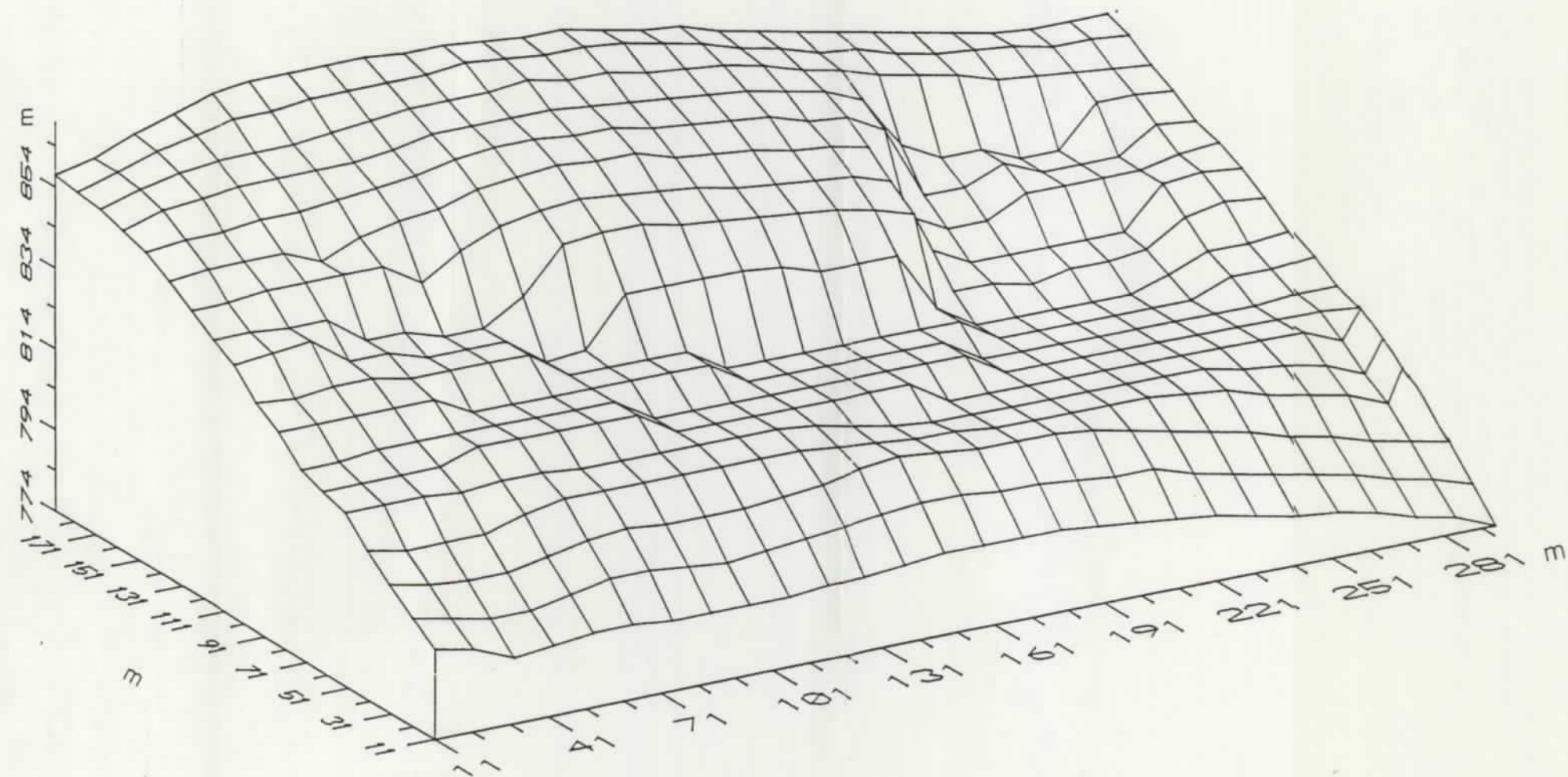


El progresivo vertido incontrolado ladera abajo provoca el avance de escombreras sobre campos de cultivos.

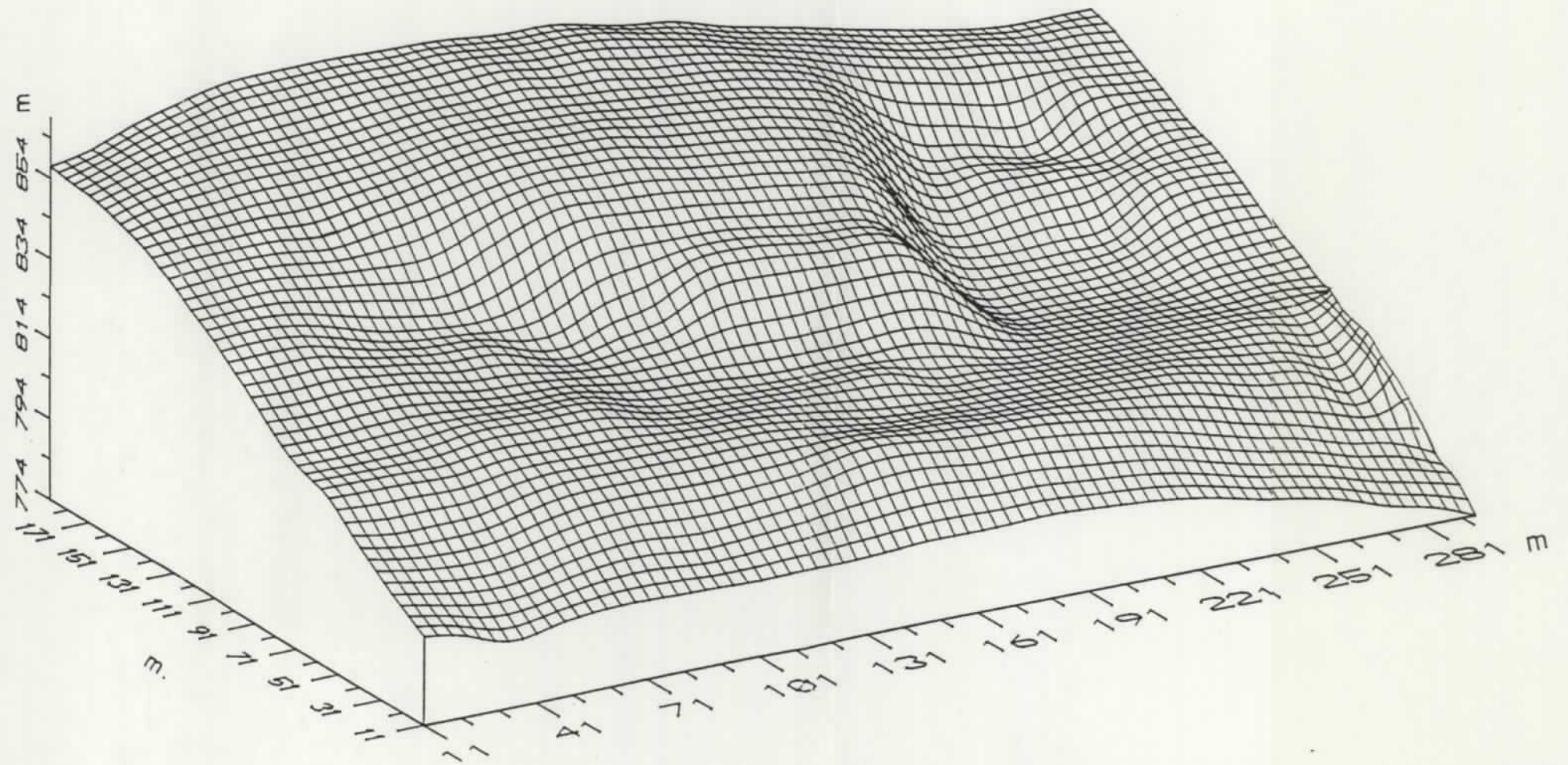


Medida preventiva: Formaciones de carbones perimetrales para evitar la rodadura de bolos hacia los campos de cultivo.

CANTERA 6/T-2/Monte Coto



CANTERA 6/T-2/Monte Coto



CANTERA 46.1/AD/Solana de la Algueña

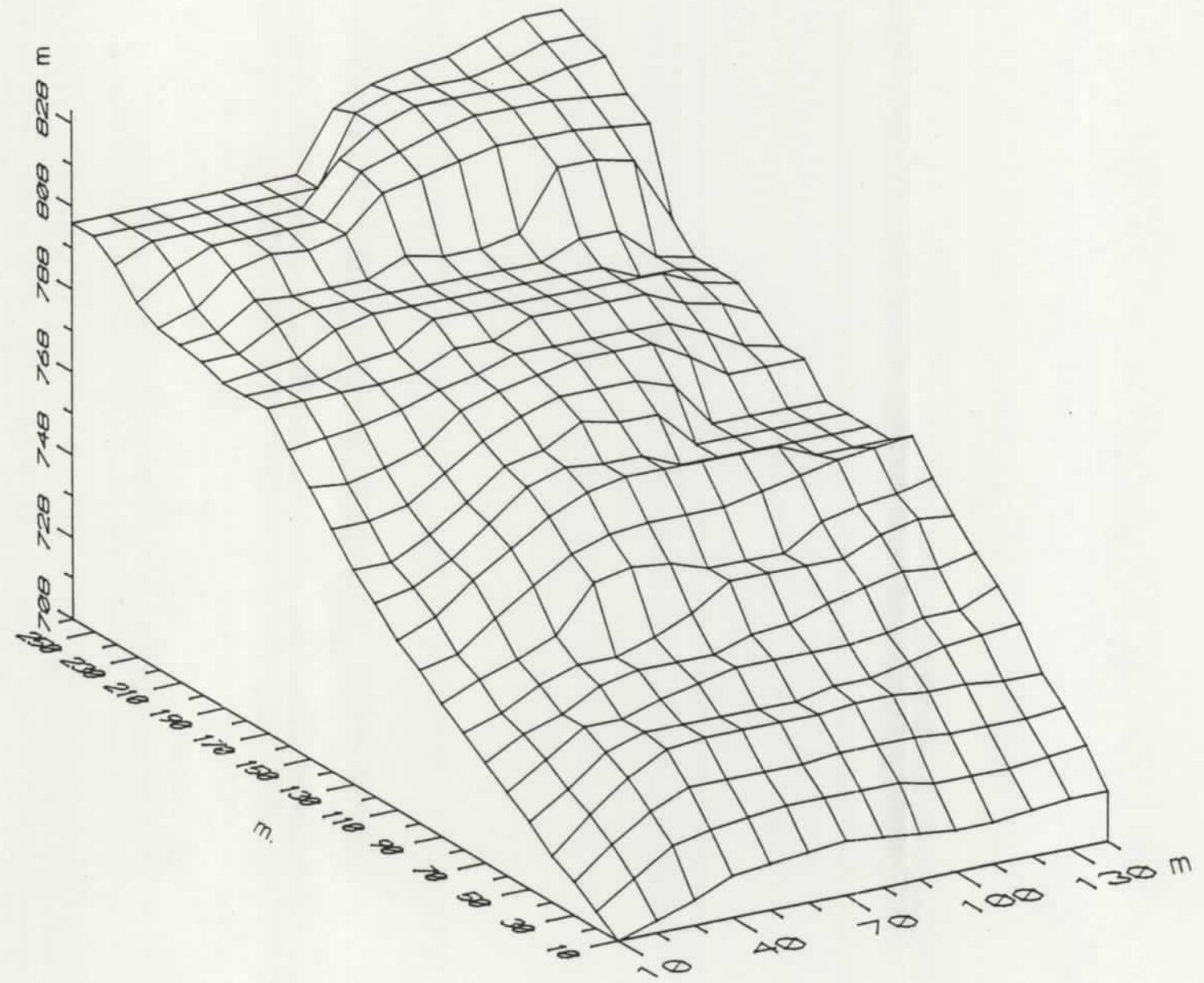


FIGURA 5.4

CANTERA 46.1 /AD/ Solana de la Algueña

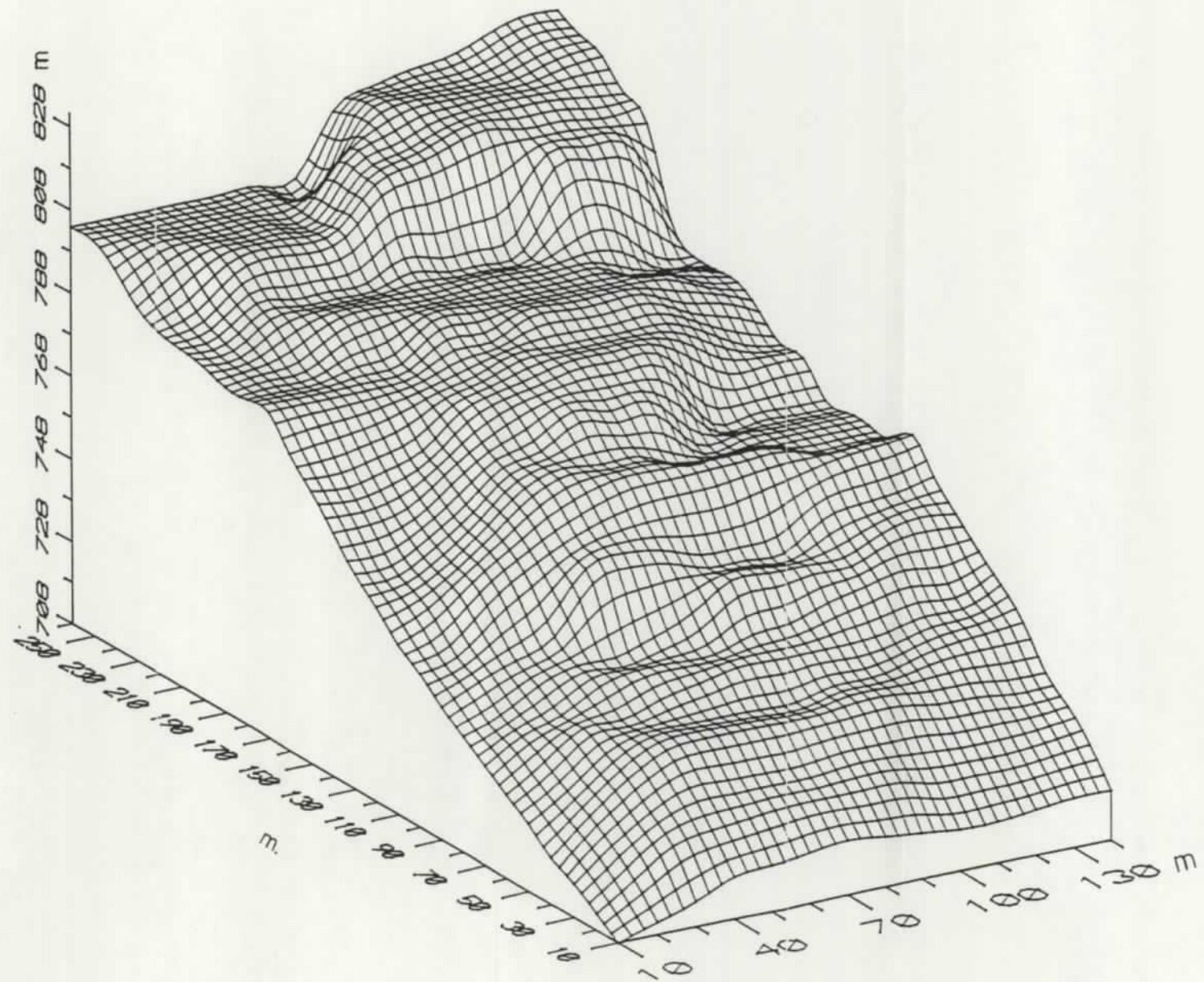


FIGURA 5.5

6.- COSTES DE RESTITUCION

Tradicionalmente los estudios económicos han sido decisivos a la hora de establecer el interés de un nuevo proyecto o de una nueva inversión dentro de un proceso productivo. Así el Análisis Beneficio/Coste ha constituido, durante muchos años, un elemento básico para justificar la implementación y el desarrollo de un proyecto o para decidir entre varias alternativas.

En base a estos criterios, los trabajos para el mantenimiento y la mejora del medio ambiente, en general, y los planes de restitución con posterioridad a la minería, en particular se han ido demorando en su aplicación e incluso se han considerado "perjudiciales" para las empresas, ya que los mismos eran únicamente contemplados desde el aspecto de sus desventajas, las cuales siempre eran conocidas pues se conocía el incremento en los costes que tales planes generaban.

Sin embargo, en la actualidad ya se considera como un efecto positivo de verdadero interés los beneficios sociales, indirectos e inducidos que el mantenimiento del medio ambiente genera.

Evidentemente, un proyecto de restitución que permita la utilización posterior del suelo deteriorado por la actividad minera proporciona una serie de utilidades que, en pura teoría pueden ser medidas en términos de "beneficios económicos y sociales", de difícil cuantificación y cuyo interés únicamente puede ser medido a niveles más amplios que los de la empresa minera.

En cualquier caso, definiendo como:

- Costes (C) Desventajas en términos económicos.
- Utilidades (U) Ventajas en términos de beneficios.

La cuestión que se plantearía para un proyecto de restitución a partir del análisis beneficioso/coste, sería: ¿Cuál es el valor del cociente de estos dos parámetros?.

- . Si $U/C > 1$, el proyecto debe llevarse a efecto.
- . Si $U/C < 1$, el proyecto debe pararse.

La realidad existente a nivel mundial ha puesto de manifiesto una gran dificultad para determinar estos valores con criterios objetivos. Así mientras que los costes siempre son bien conocidos, las utilidades o ventajas que el proyecto presenta son difíciles de cuantificar, y la realización de estudios sobre los beneficios económicos de la mejora del medio ambiente tiene siempre un carácter muy general y teórico, por lo que, con frecuencia, existen comentarios en contra de los mismos.

Como norma general, puede decirse que hay pocos estudios en los que tanto el coste como el beneficio hayan sido bien determinados, por lo que:

- * Debido a que los costes son siempre bien conocidos, las empresas tienden a pensar que $U/C < 1$, siendo los proyectos de restitución una carga para ellas.
- * Existen multitud de beneficios y ventajas que se derivan de la protección del medio ambiente, muchos de éstos de aprovechamiento directo por los explotadores. Por esta razón los gobiernos y la sociedad, tienden a estimar que, siempre $U/C > 1$, lo cual tampoco es cierto para la totalidad de los proyectos.

Así, con el fin de realizar el presupuesto según los distintos aspectos que cubren la restitución, a continuación se exponen los principales costes que los mismos generen.

6.1. ACONDICIONAMIENTO DE LA SUPERFICIE DEL TERRENO.

En este apartado se agrupan las labores que pretenden conseguir una mejora en la situación del terreno explotado. Las labores típicas a realizar se resumen en dos grupos:

- a) Explanado, acondicionamiento de la superficie explotada.
- b) Acopio, mantenimiento y redistribución del terreno vegetal.

Las unidades de obra a emplear serán:

- Refino, compactación y escarificación de la superficie explotada 25 ptas/m²
 - * Tractor (trailla y escarificadora) 340 m²/h
 - * Camión cisterna regador -
 - * Compactador vibratorio 200 m²/h

- Suministro de tierra vegetal 1.000 m³

- Extendido tierra vegetal
 - * Pala cargadora 25 m³/h

- Mantillo y Abono 0,005 m³/m²

- Peón 8 m³/h

6.2. REVEGETACION

Los trabajos básicos de protección del paisaje que suelen incluirse en este apartado se incluyen en dos categorías:

- a) Instalación de pantallas de protección.
- b) Revegetación de la superficie explotada.

De estos dos grupos, la existencia del primero depende de la ubicación de la explotación, así como de su mayor o menor visibilidad. En cualquier caso las unidades de obra que suelen emplearse son las siguientes:



Auto-regeneración de la vegetación en canteras abandonadas.



Colonización natural de escombreras no funcionales cuando el contenido de materiales arcillosos es elevado.



Pinos con sotobosque de Rosmarino-Ericion, creciendo en zonas karstificadas y diaclasadas con rellenos arcillosos.



Colonización espontánea de material bajo (vegetación degradada) en escombreras abandonadas.

- Excavaciones de pozo 0,30 x0,30 x0,30 m/unidad. Plantación con relleno de tierra vegetal, mantillo y riego.
- Plantones arbóreos. Coníferas de vivero (Pino Pinae y/o Pino Sylvestris).
- Siembra a voleo en la parcela considerada.
- Plantación de arbustos de vivero (Rosmarinus o similar).
- Peón ordinario.

Los costes de las operaciones incluídas en este apartado son muy variables y dependen, como ya se ha señalado, de la necesidad o no de establecer pantallas arbóreas.

6.3. COSTES UNITARIOS EN LA RESTITUCION

En este apartado se incluye, como complemento a las estimaciones realizadas una indicación de los valores unitarios más comunes para las distintas partidas que constituyen, o pueden considerarse, en el proyecto de restitución. Estos valores se han obtenido mediante consulta con diferentes empresas constructoras y son utilizados, con diversas salvedades, por varios organismos oficiales, para la estimación de sus presupuestos de contratación de obras.

CONCEPTOS UNITARIOS DEL COSTE

1. MANO DE OBRA

<u>Especialidad</u>	<u>Unidad</u>	<u>Prec. unit.ptas</u>
Encargado	Hora	1600
Capataz	Hora	1500
Oficial (especialista)	Hora	1650
Oficial 1ª	Hora	1300
Oficial 2ª	Hora	1200
Ayudante (especialista)	Hora	1300
Ayudante	Hora	1175
Peón especializado	Hora	1150
Peón	Hora	1100
Maquinista	Hora	1350

2. MAQUINARIA

<u>Tipo</u>	<u>Unidad</u>	<u>Prec.unit.ptas</u>
Pala cargadora 500/900 l	Hora	2500
Pala cargadora 1,5 m ³	Hora	3300
Dumper 5 m ³	Hora	1200
Compactadoras:		
Manual 300/400 Kg	Hora	1200
Vibratorio 500 Kg	Hora	2100
Vibratorio 6 Tn	Hora	2250
Motoniveladora (130 CV)	Hora	4800
Retro 60 CV 500 l cuchara	Hora	3500
Camión basculante 12/15 Tn	Hora	2950
Camión riego 5 m ³	Hora	2300
Bulldozer 140 CV	Hora	5000
Tractor (trailla y escarificador)	Hora	2200
Compresor neumático (4 martillos)	Hora	3700

3. ARBOLES Y PLANTAS

- Arbustos perennifolios, de acuerdo con su altura en cm.

<u>Especie</u>	<u>Dimensión</u>	<u>Prec.ptas./u</u>
Acebo	25/40	350
Acebo	40/60	500
Acebo	60/80	700
Bog	15/25	80
Bog	25/40	250
Romero	15/25	100
Romero	25/40	550

- Coníferas, variando de acuerdo con la altura en cm (se indica el mínimo y el máximo habituales).

<u>Especie</u>	<u>Dimensión</u>	<u>Prec.ptas./u</u>
Cipreses	100/150-300/400	2.650-5.650
Pino pinæ	40/60-300/400	250-18.000
Pino sylvestris	40/60-250/300	250-12.500

- Coníferas enanas, variando de acuerdo con la altura en cm.

<u>Especie</u>	<u>Dimensión</u>	<u>Prec.ptas./u</u>
Ciprés de Lawson	40/60-60/80	1.400-3.200
Enebros	40/60-60/80	1.500-3.500
Sabina	40/60-80/150	1.200-3.500

4. TIERRAS VEGETALES

<u>Tipo</u>	<u>Unidad</u>	<u>Prec.unit.ptas</u>
Tierra vegetal sin arcilla	m ³	900
Mantillo neutro	m ³	1.800

5. PLANTACIONES (sin incluir planta)

- Plantación de unidad Frondosa con longitud de circunferencia, incluyendo la excavación mas relleno de tierra, vegetal, mantillo y riego.

6/8 cm	(30 x 30 x 30)	330 ptas.
8/10 cm	(35 x 35 x 35)	450 ptas.
10/12 cm	(40 x 40 x 40)	610 ptas.
12/14 cm	(50 x 50 x 50)	615 ptas.
14/16 cm	(60 x 60 x 60) manu.	1.350 ptas.
16/18 cm	(80 x 80 x 80) manu.	2.600 ptas.
20/25 cm	(100 x 100 x 100) maq.	2.170 ptas.
20/25 cm	(120 x 120 x 120) manu.	7.500 ptas.

- Plantación conífera en maceta con excavación, relleno de tierra vegetal, mantillo y riego, sin planta, según alturas:

40/60 cm	(20 x 20 x 20) excavación	200 ptas.
60/80 cm	(30 x 30 x 30) manu.	310 ptas.
80/100 cm	(40 x 40 x 40) manu.	435 ptas.
100/150 cm	(50 x 50 x 50) manu.	790 ptas.

- Plantación conífera en cepellón incluyendo excavación, relleno de tierra vegetal, mantillo y riego, sin planta, según alturas:

100/150 cm	(60 x 60 x 60) maq.	660 ptas.
150/200 cm	(70 x 70 x 70) maq.	1.000 ptas.
200/250 cm	(80 x 80 x 80) maq.	1.220 ptas.
250/300 cm	(90 x 90 x 90) maq.	1.590 ptas.
300/400 cm	(100 x 100 x 100) maq.	2.270 ptas.
400/500 cm	(110 x 110 x 110) maq.	2.900 ptas.
500/600 cm	(120 x 120 x 120) maq.	3.870 ptas.

- Plantación de una unidad de arbusto incluyendo excavación, relleno de tierra vegetal, mantillo y riego, sin planta, según alturas:

15/25 cm	(20 x 20 x 20) manu.	135 ptas.
25/40 cm	(25 x 25 x 25) manu.	200 ptas.
40/60 cm	(30 x 30 x 30) manu.	280 ptas.
60/80 cm	(35 x 35 x 35) manu.	370 ptas.
80/100 cm	(40 x 40 x 40) manu.	510 ptas.
100/150 cm	(50 x 50 x 50) manu.	820 ptas.

- Plantación de una unidad de conífera enana, incluyendo excavación, relleno de tierra vegetal, mantillo y riego, sin planta, según alturas:

40/60 cm	(40 x 40 x 40) maq.	250 ptas.
60/80 cm	(50 x 50 x 50) maq.	385 ptas.
80/100 cm	(60 x 60 x 60) maq.	620 ptas.

- Metro líneal de setos y borderas, incluyendo excavación, relleno de tierra vegetal, mantillo y riego, sin planta, según alturas:

15/25 cm	(20 x 20) manu.	315 ptas.
25/40 cm	(25 x 25) manu.	460 ptas.
40/60 cm	(30 x 30) manu.	605 ptas.
60/80 cm	(35 x 35) manu.	800 ptas.
80/100 cm	(40 x 40) manu.	1.050 ptas.

6.4. PRESUPUESTO DE RESTAURACION PARA UNA PARCELA TEORICA DE 1 Ha.

Con el fin de ilustrar el trabajo expuesto en los apartados anteriores, se desarrolla una aplicación para en una parcela teorica de 10.000 m², situada en el ámbito de la zona de estudio.

El presupuesto calculado se ha realizado, teniendo en cuenta los siguientes consideraciones:

1) Acondicionamiento del Terreno.

En esta fase se ha supuesto que durante la explotación de la cantera, no se ha efectuado la recogida de la tierra vegetal, ni su acopio y mantenimiento. Esto es de gran importancia, pues como puede observarse en el cuadro (presupuesto), la incidencia del suministro de la tierra vegetal es muy importante, el 60,0% del importe total de esta fase.

Asimismo se ha considerado que al final de la explotación, existen 2 ó 3 bancos en material sano de 6 m. de altura y talud vertical, por lo que no se han tenido en cuenta, prácticamente ningún coste de remodelado, y de afino de taludes, dejando los bancos para uso didáctico.

2) Revegetación.

En esta fase cabe destacar que tanto los plantones elegidos (Pino Pinæ y/o Pino Sylvestris), coníferas típicas de la zona, se supone que se encuentran en vivero y cercanos a la explotación. Esta misma consideración se ha tenido en cuenta con los arbustos, razón por la cual no se especifica el tipo, ya que se tendría que acogerse a los existentes en vivero.

La plantación para las coníferas se ha calculado en base a una unidad por cada 16 m², y una cantidad aleatoria para los arbustos, ya que de lo que se trata es de potenciar la vegetación y restablecer el ecosistema original, razón por la que no se ha tenido en cuenta, si la zona en cuestión, se encuentra en umbría o solana y otras condiciones particulares, lo que supondría una mayor o menor densidad de repoblación.

Como puede deducirse del análisis de este Presupuesto (1.957.600 Ptas./Ha.), y tal como se ha dicho anteriormente, la incidencia de no efectuar la recogida, acopio y mantenimiento de la tierra vegetal durante la explotación, es muy importante.

En el caso de escasez de esta tierra vegetal, un sustitutivo, muy apropiado y existente en la zona de estudio, es la arcilla que se encuentra en las diaclasas y fracturas de la caliza que se está explotando. Esta arcilla tratada correctamente con abono suple las funciones de la tierra vegetal.

En términos económicos esto significaría que las 900.000 Ptas., contempladas en el presupuesto para el suministro de la tierra vegetal se reduciría a unas 175.000 Ptas./Ha., incluido el tratamiento con abono de la arcilla recogida.

Teniendo en cuenta esta consideración, el Presupuesto para la parcela considerada de 1 Ha., quedaría establecido en 1.250.000 Ptas./Ha. aproximadamente.

N.º de orden	DESIGNACION DE LA OBRA	CANTIDAD DE OBRA	PRECIO DE LA UNIDAD	VALORACION
		N.º de unidades	Pesetas	Pesetas
A) <u>ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO</u>				
1.	Refino, Compactación y Escarificación de la superficie explotada	1 Ha	25₡/m ²	250.000₡
2.	Suministro de tierra vegetal para un espesor de 10 cm.	1.000m ³	900₡	900.000₡
3.	Extendido de tierra vegetal mediante pala	40H.	3.300₡	132.000₡
4.	Mantillo y Abono	50m ³	1.800₡	90.000₡
5.	Fertilizantes	P.A.	45.000₡	45.000₡
6.	Personal, Peón	5 Días	8.800₡	44.000₡
	TOTAL			1.461.000₡
				=====
B) <u>REVEGETACION</u>				
7.	Excavación de pozo, relleno de tierra vegetal, mantillo riego y plantación	625u.	310₡	193.750₡
8.	Suministro de Pinos (Pinae y/o Sylvestri)	625u	250₡	156.250₡
9.	Siembra a voleo	1 Ha	0,9₡/m ²	90.000₡
10.	Suministro de Arbustos, Romero o similar	50u.	500₡	25.000₡
11.	Suministro de Arbustos Plantación	50u.	280₡	14.000₡
12.	Peón	16H.	1.100₡	17.600₡
	TOTAL			496.600₡
				=====
	TOTAL A + B			1.957.600₡/Ha
				=====

7.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La producción minera de la provincia de Alicante ha seguido a lo largo del intervalo de tiempo que comprende de 1980 a 1987, una tendencia creciente que contrasta con la evolución decreciente de la Comunidad Valenciana y la Nacional. Esto se explica por el auge que ha adquirido la demanda de rocas ornamentales frente al resto de la minería.

La producción en Alicante y para el período citado representa el 25% del total de mármol ornamental producido en España y tan sólo es superada por la provincia de Almería.

La producción de mármol en Coto Pinoso, donde se extrae la variedad Crema Marfil representa el 97% en peso de producción total de Alicante, el 59% de la Comunidad Valenciana y el 20% Nacional. Novelda se sitúa en cuanto elaboración y comercialización como la segunda zona en importancia detrás de Almería.

Las tendencias futuras del mercado nacional e internacional de la variedad "Crema Marfil" son óptimas por razones tales como su apreciada tonalidad y su bajo precio en el sector de la construcción.

Se presenta de forma actualizada y ampliada, la ordenación minera de Coto Pinoso (Mapa nº 1) donde se incluye la ubicación de las canteras y calicatas existentes en la actualidad así como las concesiones otorgadas por el Ayuntamiento de Pinoso y la Dirección General de Minas.

La característica geológica más notable que condiciona la explotabilidad del yacimiento es la red de facturación existente. No sólo permite, limita o imposibilita la extracción de bloques comerciales sino que modifica sensiblemente la coloración e incluso la facies textural de la roca.

El diaclasamiento y microfracturación, cuando son muy intensos, son los responsables del aspecto caótico y cataclástico de la roca, restándole valor ornamental. Estos van asociados a zonas de cruce de fracturas importantes y a la zona de influencia del cabalgamiento del manto subbético (sector NE del yacimiento).

La caracterización geológica del yacimiento mediante el estudio de su estructura, fracturación, litoestratigrafía y karstificación permite afirmar que el Sector Central de la Sierra y en especial su vertiente meridional, presenta las características más favorables para la explotación de bloques rocosos con fines ornamentales.

Cabe aquí señalar que las escombreras de las explotaciones actuales se encuentran en la mayor parte de los casos, cubriendo material útil que será necesario extraer en un futuro próximo, para lo cual será imprescindible la movilización de estos escombros para proseguir las actividades mineras.

Los rendimientos de las explotaciones están acondicionados por las características geológicas del lugar donde se emplaza la cantera y por el grado de mecanización de la explotación. Ello origina rendimientos variables en el espacio y tiempo. Con todo y en valores aproximativos, el aprovechamiento medio del material extraído alcanza en la actualidad un porcentaje medio del 30% al 40%.

Se han inventariado un total de 73 huecos existentes con el yacimiento de los cuales 32 pertenecen a canteras activas o paradas y 28 a canteras abandonadas. Estas últimas vienen a representar un volumen de hueco del orden de 85.000 m³. El volumen de hueco en explotación actual creado a lo largo de los últimos 9 años se ha evaluado en 1,17 x 10⁶ m³ y en donde la actividad desarrollada no permite planificar aún su restitución.

El mismo modelo de evolución aplicado al conjunto del yacimiento proporciona información referida a la previsión de producción de mármol y estéril y volúmenes de hueco y escombrera generados.

Al contrastar previsiones obtenidas en la aplicación del modelo y reservas calculadas, se deduce (no sin reserva), una duración de unos 24 años del yacimiento, en el supuesto que se mantenga el ritmo anual de producción de 6.587 m³/año igual a la media ponderada del período de explotación 1980-88. *(Señalar que el acelerado ritmo de explotación mantenido en los últimos años sufrirá un descenso probable al disminuir las reservas que trae como consecuencia aumento de precios y reducción de demandas).*

La producción de estéril a lo largo de los 9 últimos años se ha evaluado en 703.787 m³ que dan lugar a un volúmen disperso que supera el millón de metros cúbicos de escombrera.

La escasa planificación en el vertido de las escombreras conlleva consecuencias diversas como son el interferir y encarecer el proceso de explotación y recubrir áreas explotables, además de producir un impacto ambiental de deterioro del paisaje.

La aplicación de un modelo evolutivo a canteras tipo, basado en el ritmo de explotación de los últimos 9 años permite efectuar previsiones acerca del estado del yacimiento para un período visto de 5, 10 y 25 años.

Estas previsiones indican un progresivo protagonismo de las explotaciones extensas y de tecnología punta y una continuada recesión de las explotaciones de pequeña y mediana entidad. Sólo una política de agrupación de las empresas medianas o pequeñas les puede otorgar una competitividad frente a las grandes empresas.

El actual ritmo de explotación conlleva la necesidad de la búsqueda de emplazamiento de escombrera de una 9×10^6 m³ (volumen generado a lo largo de los 24 años que contempla el modelo evolutivo del yacimiento), lo cual puede satisfacerse con las tres áreas recomendadas por ADARO para la implantación de futuras escombreras con gestión de vertidos. Sin embargo, el mejor aprovechamiento de estéril (poco más o menos del orden del 70%), reduce su volumen a cifras que permiten interpretar una capacidad suficiente del área de vertido de la zona Oeste, transcurrido el período de vida del yacimiento, según el modelo evolutivo presentado.

La escasa gestión y organización que ofrecen las explotaciones, por lo que se refiere a la producción y vertido de estériles induce a recomendar la concesión de la gestión de escombros a empresas especializadas.

La concesión del vertido de estériles debe dirigirse tanto a la creación de extensas escombreras de situación estratégica como a su restitución cuya gestión debe contemplar la incorporación del

correspondiente cánon de vertido. Ello evitará el vertido disperso e incontrolado, además de la producción desmesurada de estéril ocasionado por el escaso aprovechamiento de material en las explotaciones.

Se recomienda la confección de un estudio de otras aplicaciones -además de la ornamental- de estas calizas marmóreas, todo ello en relación al aprovechamiento del escombro actual y futuro, lo cual puede ser un beneficio económico y social, rebajando sensiblemente el volumen de material de escombrera.

Los resultados obtenidos en este trabajo permiten proyectar la ordenación global de Coto Pinoso si bien cabe señalar la necesidad de su control y seguimiento al fin de evitar impactos ambientales, escasos rendimientos y problemas derivados.

El impacto ambiental que origina el yacimiento de Coto Pinoso se basa fundamentalmente en una alteración paisajística con destrucción de suelo y coberturas vegetales, e impacto visual.

La disminución de estos efectos puede resultar de relativa fácil consecución mediante métodos simples y de fácil aplicación, como es la implantación de pantallas arbóreas que eliminan o reducen al ángulo visual.

A pesar de todo no debe olvidarse que la actividad minera suscita una repercusión económica - creación de riqueza- que en cierto modo justifica este tipo de impacto ambiental.

Las labores de restauración de la zona deberán realizarse sólo en las canteras sin posibilidades de explotación y en el resto, una vez finalizada la actividad con objeto de evitar gastos e inversiones inútiles; todo ello según las indicaciones y costes especificados en los apartados correspondientes.

8.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ADARO (1.986): "Investigación de mármoles en Coto Pinoso y Cavarrasa (Alicante)". Dirección General de Minas Ministerio de Industria y Energía. Madrid.

AYALA, F.J.; RODRIGUEZ, J.M. (1.986): "Manual para el diseño y construcción de escombreras y presas de residuos mineros". Instituto Tecnológico GeoMinero de España. Madrid.

C.I.E.C.S.A (1.989): "Plan de restauración del espacio natural afectado por las explotaciones mineras de Pinoso (Alicante)". Instituto Tecnológico GeoMinero de España. Madrid.

ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE MINAS (1.979): "Métodos de explotación a cielo abierto". Doc. 70-10(1.979). Fundación Gómez-Pardo. Madrid.

ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE MINAS (1.984): "El impacto ambiental y la restauración de terrenos en minería a cielo abierto". I Curso sobre las alteraciones en el medioambiente y la restauración de terrenos en minería a cielo abierto. Tomos I y II. Fundación Gómez-Pardo. Madrid.

ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE MINAS (1.988): "I Seminario de restauración de canteras y minas". Fundación Gómez-Pardo. Madrid.

GARCIA, J.J.; MURUAIS, J.; CRESPO, E.; VAL, J. (1.985): "Determinación de parámetros geoambientales base para la restauración del espacio natural afectado por las explotaciones mineras en la cuenca del Bierzo". Instituto Tecnológico GeoMinero de España. Madrid.

I.G.M.E. (1.976): " Mapa de rocas industriales Elche". E. 1:200.000. Hoja nº 719. Instituto Tecnológico GeoMinero de España. Madrid.

I.G.M.E. (1.980): "Síntesis de las investigaciones geológicomineras realizadas por el IGME en Castellón, Valencia y Alicante". Dirección de Planificación y Gestión. Servicio de Informática, Documentación y Difusión. Instituto Tecnológico Geominero de España. Madrid.

I.G.M.E. (1.981 a 1.989): "Estadística Minera de España. Años: 1.980 a 1.988". Instituto Tecnológico GeoMinero de España y Dirección General de Minas. Madrid.

I.G.M.E. (1.983 a 1.989): "Panorama Minero. Años: 1.980 a 1.987" Instituto Tecnológico GeoMinero de España y Dirección General de Minas. Madrid.61

I.G.M.E. (1.984): "Mapa Geológico de España. Pinoso" E. 1:50.000. Hoja nº 870 y Memoria. Instituto Tecnológico GeoMinero de España. Madrid.

I.G.M.E. (1.985): "Caracterización de mármoles y calizas de tipo ornamental en España". Tomos I a V. Instituto Tecnológico GeoMinero de España. Ministerio de Industria y Energía. Madrid.

I.G.M.E. (1.986): "Manual para el diseño y construcción de escombreras y presas de residuos mineros". Instituto Tecnológico GeoMinero de España. Madrid.

I.G.M.E. (1.987): "Estudio sobre normativas y aplicaciones industriales de calizas y dolomías". Instituto Tecnológico GeoMinero de España. Madrid.

I.G.M.E. (1.987): "Guía para la restauración del medio natural afectado por la explotación de canteras". Instituto Tecnológico GeoMinero de España. Madrid.

I.G.M.E. (1.987): "Criterios GeoAmbientales para la restauración de canteras, graveras y explotaciones a cielo abierto en la Comunidad de Madrid". Instituto Tecnológico GeoMinero de España. Madrid.

I.G.M.E. (1.987): "Puntos recomendados a considerar para la elaboración de planes de restauración del medio natural afectado por explotaciones mineras a remitir al Instituto Geológico y Minero de España. Canteras y minería no energética". Instituto Tecnológico GeoMinero de España. Madrid.

I.G.M.E. (1.988): "Aprovechamiento Industrial de rocas calcáreas existentes en la cordillera cantábrica". Instituto Tecnológico GeoMinero de España. Madrid.

I.G.M.E. (1.987): "Inventario Nacional de balsas y escombreras. Alicante". División de Geología Aplicada a la Ingeniería. Instituto Tecnológico GeoMinero de España. Madrid.

I.T.G.E. (1.989): "Programa nacional de estudios geoambientales aplicados a la minería. Comunidad Autónoma de Valencia". Serie: Ingeniería GeoAmbiental. Dirección de Aguas Subterráneas y Geotecnia. Instituto Tecnológico GeoMinero de España. Madrid.

I.T.G.E. (1.989): "Manual de Restauración de terrenos y Evaluación de Impactos Ambientales en Minería. Serie: Ingeniería GeoAmbiental. Área de Ingeniería GeoAmbiental. Instituto Tecnológico GeoMinero de España. Madrid

ROC MAQUINA, S.A. (1.980 a 1.988): "Piedras Naturales, maquinaria y equipos". Bilbao.

ROC MAQUINA, S.A. (1.988): "Piedras Naturales. Armario 1.988" Bilbao.

RODRIGUEZ ESTRELLA, T. (1.977). "Síntesis geológica del Prebético de la provincia de Alicante (Tectónica)". Bol. Geológico y Minero, t. 88, vol. 4. Instituto Tecnológico GeoMinero de España. Madrid.

RODRIGUEZ ESTRELLA, T. (1.977): "Síntesis geológica del Prebético de la provincia de Alicante (Estratigrafía)". Bol. Geológico y Minero, t. 88, vol. 3. Instituto Tecnológico GeoMinero. Madrid.

RODRIGUEZ ESTRELLA, T.; GRANADOS, L.; et al. (1.980): "Estudio geológico en el sector de Carche-Salinas. Zona Prebética (Provs. Murcia y Alicante)". Bol. Geológico y Minero, t. 19, nº 4. Instituto Tecnológico GeoMinero de España. Madrid.

ANEXO I

TIPOS DE FORMACIONES VEGETALES Y EDAFOLOGIA

I.1. TIPOS DE FORMACIONES VEGETALES

Las formaciones vegetales más frecuentes así como las especies mayoritarias que las integran son las que a continuación se relacionan, teniendo en cuenta que la dominante es la constituida por Pinus halepensis, siendo el resto de formaciones claramente minoritarias.

- Tomillares.

Se ubican en las zonas bajas de suelo esquelético. Entre las especies representativas se encuentran:

- . Thymus vulgaris
- . Sideritis leucantha
- . Phlomis lychnitis
- . Fumaria scoparia
- . Teucrium capitatum

- **Restos de Maquia Mediterránea**

Las plantas más características que aparecen son:

- . Coscoja (Quercus coccifera)
- . Espina negra (Rhamnus lycioides)
- . Belcho o uvas de mar (Ephedra fragilis)
- . Hierba de los pordioseros (Clematis flammula)

- Bosquetes de Pino Carrasco

Es la formación dominante, habiéndose desarrollado muy bien en las áreas en donde el suelo es más profundo y fundamentalmente en la ladera Norte y partes altas de la Sierra, constituyendo masas importantes de *Pinus halepensis* con sotobosque de material de Rosmarino-Ericion.

- Matorral de Romero y Cepeyo

Destacan por su corpulencia y abundancia los ejemplares de Sabina (*Juniperus phoenicea*) y de Enebro (*Juniperus oxycedrus*). También aparecen:

- . Romero (*Rosmarinus officinalis*)
- . Albaida (*Anthyllis cytisoides*)
- . Digital (*Digitalis obscura*)
- . Estepa (*Cistus albidus*)
- . Siempreviva (*Helichrysum stoechas*)
- . Gordolobo (*Verbascum majale*)
- . Matapoll (*Daphne gnidium*)

- Fragmentos de comunidades rupícolas

Se sitúan en las zonas de peñascales y fundamentalmente en las que miran a las umbrías, y están compuestos por plantas de tipo saxícola entre las que se pueden citar:

- . Tenorio (*Tenorium buxifolium*)
- . Hierba de la Lucía (*Sarcocapnos crassifolia*)
- . Doradilla (*Asphernium ceterach*)
- . Clavel Silvestre (*Dianthus malacitans*).

I.2. EDAFOLOGIA

El tipo de suelo de la zona está condicionado fundamentalmente por la litología y por las fuertes pendientes existentes en prácticamente todo el área, que determinan una eliminación rápida del suelo por erosión cuando falta la cobertera vegetal que los fija.

Presenta en general una textura arcillosa, al estar compuesto por arcillas de descalcificación de las calizas que constituyen el sustrato de la zona, normalmente con abundancia de cantos angulosos de caliza.

En el cuadro-I.1, se recogen los resultados de un análisis efectuado sobre una muestra recogida en un trabajo anterior realizado en la zona, en el que se puede observar un contenido muy elevado en elementos nutrientes, con la excepción del fósforo que ofrece un valor muy bajo.

La materia orgánica también se encuentra en una proporción muy alta, y según muestra el índice C/N es de buena calidad.

Teniendo en cuenta también la textura franca, todo ello supone una capacidad de retención de agua del suelo elevada, aunque se trata de agua gravitacional, no disponible para las plantas.

El pH, según el valor determinado con el uso de una solución salina (KCE) en vez de agua, es neutro siguiendo la clasificación del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (U.S.D.A.).

La proporción de CaCO_3 que ha presentado la muestra, indica que se trata de un suelo muy calizo, no habiéndose detectado salinidad.

Como recomendaciones generales con vistas a una utilización agrícola de este tipo de suelo se sugiere el empleo de fertilizantes s nticos para aumentar el contenido en fósforo y el riego para suministrar agua disponible para las plantas.

Cuadro II.1 Análisis Edafológico

Textura..... Franca	Mat. orgánica..... 9,28 %
pH (H ₂ O)..... 7,8	C..... 5,40 %
pH (KCl)..... 7,15	N..... 0,45 %
C/N..... 12,0	CaCO ₃ 21,5 %
	Grava..... 41,0 %
Fracción asimilable (hasta 20 cm de profundidad):	
P ₂ O ₅	90 Kg/Ha
K ₂ O.....	1.590 Kg/Ha
Ca.....	28.800 Kg/Ha
Mg.....	550 Kg/Ha

CUADRO-I.1: Análisis Edafológico. (CIECSA, 1989).