

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

APLICACION METODOLOGIA CIELO ABIERTO
TORRE DEL BIERZO

DICIEMBRE 1980



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

10694

4

APLICACION AL AREA CARBONIFERA DE TORRE DEL BIERZO DE LA
METODOLOGIA ESTABLECIDA POR EL IGME PARA EL ESTUDIO DE
VIABILIDAD DE EXPLOTACION A CIELO ABIERTO

El presente trabajo ha sido realizado durante 1980 por GEOTEHIC, S.A.,
en régimen de contratación con el Instituto Geológico y Minero de España.

I N D I C E

	Pág.
1. INTRODUCCION	1
2. ANALISIS DE LA INFORMACION DE PARTIDA	5
2.1. CARACTERIZACION GEOLOGICA DEL AMBITO DEL ESTUDIO.	5
2.1.1. INTRODUCCION	5
2.1.2. ESTRATIGRAFIA GENERAL DEL AREA	5
2.1.2.1. CARACTERISTICAS DE LA CUENCA DE SEDIMENTACION	5
2.1.2.2. SERIE ESTRATIGRAFICA	6
2.1.2.2.1. TRAMO BASAL	7
2.1.2.2.2. TRAMO DE ANCHAS	7
2.1.2.2.3. TRAMO DE ESTRECHAS	7
2.1.2.2.4. TRAMO CHUCHU-NAVALEO	8
2.1.2.2.5. TRAMO DE TORRE	8
2.1.2.2.6. TRAMO SARITA	9
2.1.2.2.7. TRAMO LA NUEVA	9
2.1.2.2.8. TRAMO CONSTANCIA	9
2.1.2.2.9. TRAMO SUPERIOR	10
2.1.3. TECTONICA	
2.1.3.1. ESTRUCTURA GENERAL DEL AREA	10
2.1.3.2. DISCORDANCIAS	10
2.1.3.3. PLIEGUES	11
2.1.3.4. FALLAS	11
2.1.3.4.1. FALLAS DE BORDE Y LIMITE DEL AREA	11
2.1.3.4.2. FALLAS INTERNAS DEL AREA	11
2.1.3.5. GENESIS DE LAS ESTRUCTURAS	12
2.2. TRAMOS CARBONOSOS	12
2.2.1. GENERALIDADES	12
2.2.2. PAQUETES MINEROS	13
2.2.2.1. PAQUETE DE ANCHAS	13
2.2.2.2. PAQUETE DE ESTRECHAS	15
2.2.2.3. PAQUETE CHUCHU	17
2.2.2.4. PAQUETE NAVALEO	19
2.2.2.5. PAQUETE TORRE	21
2.2.2.6. PAQUETE DELIAS O SARITA	24
2.2.2.7. PAQUETE CHECHERO	24
2.2.2.8. PAQUETE CONSTANCIA	25
2.2.3. CALIDADES DE CARBON	26

	Pág.
2.3. INFRAESTRUCTURA SOCIAL Y MINERA	28
2.3.1. RED DE COMUNICACIONES Y NUCLEOS DE POBLACION	28
2.3.2. ACTIVIDAD MINERA	30
2.3.3. CAPACIDAD TRANSFORMADORA DE LOS CENTROS DE CONSUMO	35
2.3.3.1. CARACTERISTICAS TECNICAS DE LA CENTRAL TER- MICA COMPOSTILLA II	36
2.3.3.2. PREVISION DE CONSUMO PARA LOS PROXIMOS AÑOS	36
3. SELECCION DE LAS ZONAS DE INTERES PARA SU POSIBLE EXPLORACION A CIELO ABIERTO	40
3.1. PAQUETE TORRE	40
3.2. PAQUETE CHUCHU-ESTRECHAS	46
3.3. PAQUETE ANCHAS	50
4. DETERMINACION DE LAS RESERVAS POTENCIALES DE CARBON EXPLOTABLE A CIELO ABIERTO	55
4.1. MODELOS UTILIZABLES PARA CARACTERIZACION DE LAS AREAS SELECCIONADAS	55
4.2. DEFINICION DE LOS MODELOS TECNICO ECONOMICOS APLI- CABLES A LAS DISTINTAS AREAS SELECCIONADAS. DETER- MINACION DE RATIOS LIMITES Y RATIOS MEDIOS DE EXPLO- TACION	65
4.2.1. DETERMINACION DEL PRECIO DE VENTA DEL CARBON	66
4.2.2. DETERMINACION DE LOS COSTES INDICES DE EXPLO- TACION MORFOLOGIA DE LOS MATERIALES	69
4.2.3. COSTES INDICE DE TRANSPORTE HASTA CENTRAL TERMICA	72
4.2.4. DETERMINACION DE LOS RATIOS LIMITE DE EXPLO- TACION PARA LAS DISTINTAS AREAS SELECCIONA- DAS	75
5. DETERMINACION DEL POTENCIAL DE RESERVAS EXPLO- TABLES A CIELO ABIERTO. DEFINICION DEL PROCESO DE CALCULO	78
6. METODOS DE EXPLOTACION APLICABLES A LAS DISTIN- TAS ZONAS SELECCIONADAS	93
6.1. VERTEDEROS RECONSTITUCION DEL TERRENO	100
6.2. TALUDES	102

	Pág.
7. ESTIMACION DEL PROGRAMA DE INVESTIGACION DE DETALLE PARA LA CONFIRMACION DE RESERVAS	108
7.1. NECESIDAD DE DATOS	108
7.2. PROGRAMA GENERAL DE INVESTIGACION	108
7.3. EXPLORACION DETALLADA PARA CADA ZONA	109
7.3.1. TRAMO TORRE	109
7.3.2. TRAMO CHUCHU-ESTRECHAS	111
7.3.3. TRAMO ANCHAS	113
7.4. ESTIMACION DE INVERSIONES EN EXPLORACION	114
8. INFRAESTRUCTURA. ESTIMACION DE INVERSIONES	116
8.1. ACCESOS	116
8.2. PLAZA DE STOCK DE CARBON	117
8.3. PREPARACION ZONA DE EXPLOTACION	117
8.4. OTRAS INVERSIONES DE TIPO INFRAESTRUCTURAL	118
9. RESUMEN INVERSIONES ESTIMADAS PARA INVESTIGACION E INFRAESTRUCTURA DE LAS ZONAS SELECCIONADAS	120
10. ANALISIS DE SENSIBILIDAD DE LAS RESERVAS EVALUADAS RESPECTO A LOS DISTINTOS PARAMETROS TECNICO –ECONOMICOS UTILIZADOS EN LOS MODELOS	122
11. ECONOMICIDAD DE LAS RESERVAS EVALUADAS	127
12. RENTABILIDAD DE LAS INVERSIONES. CALCULO DE LA TASA INTERNA DE RENTABILIDAD (T.I.R.) ANALISIS DE SENSIBILIDAD SOBRE EL T.I.R.	129
12.1. ANALISIS DE SENSIBILIDAD SOBRE EL TIR	134
13. RESUMEN Y CONCLUSIONES	137

INDICE DE CUADROS

	Pág.
– COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS EN EL PAQUETE DE ANCHAS	14
– COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS EN EL PAQUETE DE ESTRECHAS	16
– COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS EN EL PAQUETE DE CHUCHU	18
– COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS EN EL PAQUETE DE NAVALEO	20
– COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS EN EL PAQUETE DE TORRE	22
– COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS EN EL PAQUETE CHECHERO	25
– COLUMNA ESTRATIGRAFICA EN EL PAQUETE CONSTANCIA	26
– CALIDADES INTRINSECAS DE LAS DIVERSAS CAPAS DE CARBON	27
– CALIDADES DEL CARBON ENTREGADO EN TERMICA EN 1979	27
– CUADRO RESUMEN DE LA ACTIVIDAD MINERA DEL AREA CARBONI- FERA DE TORRE DEL BIERZO	34
– CONSUMO, STOCK Y CALIDAD DE CARBON ENTREGADO EN LA CENTRAL TERMICA DE COMPOSTILLA	37
– SINTESIS DE LOS PARAMETROS FUNDAMENTALES DE LAS AREAS SELEC- CIONADAS	54
– CUADRO RESUMEN CON LAS CARACTERISTICAS DE LOS CARBONES DE LAS DISTINTAS ZONAS SELECCIONADAS Y PRECIO DE VENTA EN PAR- QUE DE CENTRAL TERMICA	68
– CUADRO CON EXPRESION DE LAS CARACTERISTICAS DE LOS MATERIA- LES A EXCAVAR	70
– CUADRO DE COSTES MEDIOS DE EXPLOTACION	72
– COSTES DE TRANSPORTE DE CARBON A TERMICA	74
– CUADRO ECONOMICO Y DETERMINACION DE RATIOS LIMITES PARA LAS DISTINTAS ZONAS SELECCIONADAS	77
– POTENCIAL DE RESERVAS AREA DE TORRE-DEL BIERZO	83
– ESTIMACION DE INVERSIONES EN EXPLORACION PARA LAS DISTINTAS ZONAS SELECCIONADAS	115
– ESTIMACION DE INVERSIONES EN PREPARACION E INFRAESTRUCTURA PARA LAS DISTINTAS ZONAS	119
– CUADRO RESUMEN DE INVERSIONES EN INVESTIGACION E INFRAES- TRUCTURA	121
– ANALISIS DE SENSIBILIDAD SOBRE RESERVAS	123
– INDICE DE ECONOMICIDAD DE LAS RESERVAS EVALUADAS	128
– CUADRO ECONOMICO DE LA POSIBLE EXPLOTACION A CIELO ABIERTO DE LAS RESERVAS EVALUADAS EN EL AREA CARBONIFERA DE TORRE DEL BIERZO	131
– CASH-FLOW	132
– CALCULO DE LA TASA INTERNA DE RENTABILIDAD (T.I.R.)	133
– ANALISIS DE SENSIBILIDAD SOBRE LA T.I.R.	135

1.— INTRODUCCION

El objetivo del presente proyecto ha sido la aplicación al área carbonífera denominada TORRE DEL BIERZO, ubicada al norte de la provincia de LEON, de la Metodología establecida por el IGME para la determinación del potencial de reservas económicamente explotables a cielo abierto.

Dicha área, ha sido seleccionada en función de diversos condicionantes técnico-económicos, derivados en líneas generales, del notable grado de conocimiento geológico-minero de la zona así como de la situación socio-económica del sector berciano.

En este sentido, la información aportada por la Investigación geológico-minera realizada sobre dicha zona (1978), que contiene un conocimiento geológico con expresión de cartografía a escala 1:10.000 y síntesis a 1:20.000, que comporta a su vez un conocimiento estructural, geométrico del área estudiada y estratigráfico de la serie presente en ella, así como de las características generales de sus carbones; se enmarca por otro lado, dentro de la actuación planificada a escala nacional prevista por el actual Plan Energético Nacional (1978—1987) para el conocimiento de las distintas cuencas carboníferas.

Este soporte de información, con el grado de coherencia que conlleva el estudio conjuntado de un área, ha sido fundamental para la aplicación de la citada Metodología, ya que ésta pretende ser una vía investigatoria de tipo infraestructural destinada a señalar las directrices dentro de las cuales podrán moverse en el futuro las acciones prospectivas de evaluación de las reservas explotables a cielo abierto de las distintas cuencas españolas.

Con este fin, se ha estructurado el contenido del proyecto tratando de conseguir los siguientes objetivos parciales:

- Realizar el reajuste y perfeccionamiento de la Metodología establecida por el IGME (1979) para el estudio de viabilidad de explotación a cielo abierto de yacimientos de carbón.
- Definir y establecer los modelos técnico-económicos definitivos para la zona del estudio "Área de Torre—Bembibre".
- Evaluación de reservas por zonas, mediante la aplicación de un programa de ordenador adecuado para su actualización a futuro.
- Analizar la sensibilidad de las reservas evaluadas, con relación a los principales parámetros técnico-económicos utilizados en los modelos establecidos para cada zona de estudio, mediante aplicación del programa de ordenador correspondiente.

— Trazar unas líneas generales sobre la planificación de las producciones de carbón a cielo abierto, en el área estudiada.

— Estimar la Tasa Interna de Rentabilidad (T.I.R.) de las inversiones necesarias para puesta en explotación de los distintos yacimientos evaluados.

— Analizar la sensibilidad sobre dicha rentabilidad de los parámetros técnico-económicos utilizados en el cálculo.

— Enunciar finalmente un conjunto de conclusiones básicas definitivas, sobre el área estudiada, que expresen el potencial real de reservas y recursos de carbón en la misma, dentro de un determinado entorno de los condicionamientos que definen ambos conceptos.

2.— ANALISIS DE LA INFORMACION DE PARTIDA

2.1.— CARACTERIZACION GEOLOGICA DEL AMBITO DEL ESTUDIO

2.1.1.— INTRODUCCION

La existencia, como se ha comentado anteriormente, de un estudio geológico de detalle, realizado por el IGME en 1978 denominado "Investigación geológico-minera de carbón en el área TORRE--BEMBIBRE (El Bierzo) LEON", en el que se abordan ampliamente los aspectos geológicos de la zona de estudio, nos obligan a remitir al lector a dicho informe para mayor precisión. Sin embargo, nos vamos a permitir hacer un breve resumen de las características estratigráficas y tectónicas de la cuenca, a la luz de los resultados obtenidos en el estudio citado y de nuestras propias observaciones de campo, resaltando los aspectos que más interesan en este proyecto.

2.1.1.— ESTRATIGRAFIA GENERAL DEL AREA

2.1.1.1.— CARACTERISTICAS DE LA CUENCA DE SEDIMENTACION

Durante la Orogenia Hercínica, posiblemente en la Fase Astúrica, se origina un relieve importante con depresiones activas en las que se instalan las cuencas estefanienses, como la que ahora es motivo de estudio.

El fuerte relieve formado determina que la sedimentación dé comienzo con el depósito de materiales detríticos gruesos, conglomerados y ocasionalmente brechas, que se extenderían hasta una cierta distancia del borde y que rellenarían las depresiones existentes en el paleorelieve.

Con el tiempo este relieve se suavizará, disminuyendo el tamaño de grano y apareciendo areniscas, pizarras y capas de carbón en series rítmicas, que constituyen la tónica general sedimentaria de la cuenca.

Los depósitos son de facies continental, habiéndose determinado la existencia de un nivel lacustre importante en la parte baja de la serie, constituido por limolitas y areniscas de grano fino con intercalaciones de arcillas y fauna de agua dulce.

El estudio estratigráfico muestra una serie con predominio de los materiales detríticos gruesos sobre los finos, lo que indica la existencia de un medio dotado de alta energía.

Dichos materiales son de origen fluvial, tal y como demuestra su geome-

tría, textura y estructuras sedimentarias (paleocanales, estratificaciones y laminaciones cruzadas...), y alternan con otros depósitos constituidos por sedimentos finos (arcillas y limos) de naturaleza pantanosa.

Las condiciones palustres indican períodos de estabilidad en la cuenca, durante los cuales tiene lugar un desarrollo importante de la vegetación y la acumulación de materia orgánica, a partir de la cual se formarán las capas de carbón.

Estos períodos de estabilidad se ven truncados por un descenso relativo de la cuenca respecto a sus bordes, que provoca un aumento progresivo de la energía del medio hasta alcanzar de nuevo las condiciones de cauces fluviales anastomosados; posteriormente empieza a rellenarse de nuevo la cuenca hasta alcanzar el régimen palustre. Este fenómeno, repetido periódicamente es el causante del carácter rítmico de la serie.

Un ritmo completo estaría formado por los siguientes términos, de muro a techo:

- Conglomerado o micropudinga.
- Arenisca.
- Pizarra limolítica.
- Pizarra fina con raíces.
- Carbón.
- Pizarra.
- Arenisca.

La lenta subsidencia de la cuenca dio lugar a la acumulación de un importante espesor de sedimentos, que debió superar los 2.300 m en algunos puntos, pero que puede haber sido muy variable, en virtud de la importancia que debió tener el paleorrelieve pre-estefaniense.

2.1.2.2.– SERIE ESTRATIGRAFICA

Debido a la inexistencia de niveles guía identificables, salvo la formación lacustre que se localiza a techo de la capa 13 del Paquete de Anchas, y a la uniformidad y monotonía de la serie, que no permite la diferenciación de unidades geológicas definidas; el IGME (1978) dividió el área en una serie de tramos sucesivos, dentro del conjunto estratigráfico, habiendo tomado como criterio de delimitación la presencia de capas de carbón continuas en el área estudiada. Se trata pues de un criterio de división artificial, impuesto por las características geológicas del área.

Los tramos definidos, de muro a techo, son:

2.1.2.2.1.- TRAMO BASAL

La potencia oscila entre 80–200 m. Forma una franja estrecha que recorre todo el borde Sur de la cuenca.

Litológicamente está constituido por depósitos torrenciales de abanico aluvial con predominio de materiales conglomeráticos. Hacia la parte alta, los materiales se van afinando y aparecen frecuentes areniscas junto con intercalaciones de pizarras y pasos de carbón discontinuos.

2.1.2.2.2.- TRAMO DE ANCHAS

Potencia media 170 m. Aflora en una franja de unos 200 m de anchura orientada Este–Oeste, en las proximidades del borde Sur de la cuenca.

El límite inferior coincide con el primer paso de carbón sobre el que ha habido intentos de explotación (capa 18?); el superior coincide con la base del primer nivel lacustre con fauna, que se encuentra unos 10 m por encima de la capa 13.

El 40–60 por ciento de los materiales son areniscas y micropudingas fluviales entre las que se intercalan facies finas pantanosas y pasos de carbón.

Comprende el paquete minero del mismo nombre, que contiene de 4 a 7 pasos de carbón que han sido explotados o sobre los que se han realizado intentos de explotación.

2.1.2.2.3.- TRAMO DE ESTRECHAS

Potencia comprendida entre 280–320 m. Forma una estrecha franja de 250–800 m de ancha, orientada Este–Oeste, entre las localidades de San Andrés de Puentes y el Sur de Montealegre.

El límite inferior coincide con el Tramo de Anchas y el superior se ha fijado en la base de la capa Chuchú.

A diferencia de lo que ocurre en el resto de la serie, en la parte basal aparecen unos niveles con fauna lacustre, que se distribuyen dentro de un espesor de estratos de unos 125 m en el extremo oriental y que en la parte más occidental no sobrepasan los 40 m.

Litológicamente está constituido por una alternancia de areniscas y pizarras con algunos pasos de carbón.

En este tramo se incluye el paquete minero del mismo nombre, que se caracteriza por su gran variación lateral.

2.1.2.2.4.— TRAMO CHUCHU—NAVALEO

Potencia media 400 m. Forma una banda de 2–2,5 Km de ancha que ocupa toda la parte central de la cuenca.

El límite inferior coincide con el Tramo de Estrechas, mientras que el superior se sitúa en el muro de la capa 5ª del Paquete Torre.

No existen características estratigráficas diferenciables a destacar. Sin embargo, se puede apreciar una disminución del tamaño medio de grano, lo que indica una disminución en la energía del medio, ligada probablemente a la degradación del relieve.

Existen importantes variaciones laterales de facies que se acentúan a medida que se sube en la serie.

Dentro de este tramo quedan englobados los paquetes mineros Chuchú y Navaleo.

2.1.2.2.5.— TRAMO DE TORRE

Potencia media 300 m. Forma una franja irregular de 300–1.400 m de anchura, orientada Este–Oeste, que se extiende desde el Sur de Albares de la Ribera (al Oeste) hasta ser cubierto por el Terciario de Brañuelas (al Este).

El límite inferior coincide con el Tramo Chuchú–Navaleo y el superior está 10–15 m por debajo de la capa California, coincidiendo con la base de la capa Fragua en los puntos en que ésta se ha identificado.

Presenta un carácter fuertemente detrítico en la parte baja, que poco a poco se va perdiendo hasta que en la parte alta la sedimentación pizarrosa domina claramente sobre las areniscas.

Al igual que en los casos anteriores, existen importantes variaciones laterales que afectan de forma notable a la explotabilidad de los carbones.

En él se encuentra el paquete minero del mismo nombre, que se localiza en la parte basal del Tramo.

2.1.2.2.6.- TRAMO SARITA

Potencia media 225 m. Se extiende desde Albares de la Ribera hacia el Este, para doblar en el extremo oriental hacia el Norte hasta estrellarse con la falla que delimita el área estudiada; la anchura del afloramiento es de 400–1.500 m, según las zonas.

El límite inferior coincide con el Tramo de Torre y el superior se localiza en la base de la capa Nueva.

Desde el punto de vista estratigráfico destaca el fuerte carácter detrítico de su mitad inferior y las importantes variaciones laterales que tiene.

En él está incluido el paquete minero Sarita o Delias, en el que se han llegado a explotar tres pasos de carbón.

2.1.2.2.7.- TRAMO DE LA NUEVA

Potencia media 350 m. Se extiende desde La Ribera hasta un kilómetro al Este del Cerezal, en un afloramiento de 500–1.000 m de anchura.

El límite inferior coincide con el Tramo Sarita y el superior en el muro de la capa Constancia.

Las características estratigráficas responden a las generales de la cuenca.

Dentro de él se encuentra incluido el paquete minero Chechero.

2.1.2.2.8.- TRAMO CONSTANCIA

Potencia media 140 m. Se localiza en el extremo Noroeste del área, en un afloramiento de 200–500 m de anchura, de forma que hacia el Oeste se pierde bajo el Terciario del río Boeza y hacia el Este se dobla en dirección al Norte hasta chocar con la falla de Tremor de Abajo.

El límite inferior coincide con el Tramo de La Nueva, mientras que el superior está a techo de la capa 37 (= ? capa Rosa).

No presenta peculiaridades particulares desde el punto de vista estratigráfico.

Engloba el paquete minero Constancia, en el que se han explotado hasta cuatro pasos de carbón.

2.1.2.2.9.- TRAMO SUPERIOR

Potencia superior a 200 m. Se extiende desde Folgoso de la Ribera hacia el Este, llegando a Tremor de Abajo, permaneciendo en su mayor parte recubierto por el Terciario del río Boeza.

Mantiene las características estratigráficas generales de la cuenca.

No se conoce ningún paquete minero de interés para su explotación.

2.1.3.- TECTONICA

2.1.3.1.- ESTRUCTURA GENERAL DEL AREA

El área presenta en conjunto una estructura suave y sencilla con escaso desarrollo de pliegues; los tramos se orientan en dirección Este—Oeste y pasan a dirección Noreste—Suroeste en el extremo oriental.

Aparece como una serie inclinada al Norte con fuertes pendientes cerca del límite meridional (Tramos de Anchas y Estrechas), con buzamientos de 60—70° y llegando incluso a la inversión. Hacia el Norte se pasa a una estrecha franja con pliegues bastante bien desarrollados (Parte basal del Tramo Chuchú—Navaleo) y a continuación se pasa a una zona de pendientes suaves con pliegues laxos de importancia reducida que, en muchos puntos dan lugar a una estructura en escalera.

Esta sencilla estructura se encuentra rota por una serie de fallas, de importancia geológica reducida, que se agrupan en dos sistemas; longitudinal y transversal a la estructura respectivamente. Ambos sistemas de fracturas afectan sobre todo al área situada al Sur del río Tremor.

2.1.3.2.- DISCORDANCIAS

No se conoce bien la geometría del fondo de la cuenca carbonífera, pero a partir de los sondeos realizados por el IGME (1978) a través de la Empresa

Nacional ADARO y de los datos provenientes de las empresas explotadoras, se deduce que, al menos al Oeste del meridiano que pasa por la localidad de La Ribera, existe una depresión localizada entre el borde Sur y el río Tremor que eleva su fondo hacia el Oeste.

En el extremo Norte a la altura del paralelo que pasa por Folgoso de la Ribera aparece un nuevo umbral que se encuentra afectado por fallas.

De esta forma, parece como si la sedimentación hubiese tenido lugar en dos surcos paralelos que se hundían progresivamente hacia el Este.

2.1.3.3.- PLIEGUES

El área se caracteriza por el escaso desarrollo de los pliegues, los cuales se localizan exclusivamente al Sur del río Tremor.

Se trata de pliegues concéntricos en los que de ordinario se encuentra más desarrollado el flanco Norte, de forma que, en ocasiones, son simples flexiones que comunican a la cuenca una estructura escalonada hacia el Norte.

2.1.3.4.- FALLAS

2.1.3.4.1.- FALLAS DE BORDE Y LIMITE DEL AREA

Se han localizado las fallas de Arlanza–Toreno y de Tremor, que limitan por el Norte el área de estudio, y la falla de La Silva que la limita por el Este.

Las primeras parecen ser inversas de gran ángulo, mientras que la de La Silva se sabe que es una falla inversa con buzamiento del plano de falla de 70–80° al Este.

2.1.3.4.2.- FALLAS INTERNAS DEL AREA

Casi todas se localizan al Sur del río Tremor–Arroyo de La Silva, formando dos sistemas, uno longitudinal y otro transversal a las estructuras.

Las primeras son inversas en su mayor parte, mientras que las transversales son fallas de desgarre con una componente vertical variable de carácter inverso generalmente.

Los desplazamientos no tienen importancia desde el punto de vista geoló-

gico, aunque desde la perspectiva minera plantean muchas veces graves problemas de explotación.

2.1.3.5.— GENESIS DE LAS ESTRUCTURAS

La subsidencia de la zona durante la sedimentación debió tener lugar, en gran parte, mediante fallas directas en el zócalo, que continuaron jugando con posterioridad. Este fenómeno puede ser el responsable de la disposición estructural de la cuenca, que desarrolló una serie de flexiones en escalón que alcanzaron diferente grado de desarrollo y que parecen ser el resultado de la adaptación de la cobertera estefaniense a la estructura del zócalo. Estos pliegues en escalón pudieron romperse por fallas directas al ir acentuándose el movimiento en el zócalo.

Con posterioridad a estos fenómenos y posiblemente en una nueva etapa de deformación acompañada de compresión, se produjo la removilización de fracturas preexistentes que jugaron entonces en sentido opuesto, dando lugar a que una gran parte de las fallas originariamente directas se presenten ahora como fallas inversas de gran ángulo.

Este fenómeno explica el hecho contraproducente de que existan simultáneamente una gran suavidad de las estructuras plegadas, indicativa de una casi inexistencia de compresión, con una gran abundancia de fallas inversas, que en principio parece indicar todo lo contrario.

2.2.— TRAMOS CARBONOSOS

2.2.1.— GENERALIDADES

En el área de estudio existe un número elevado de pasos de carbón, cuyas potencias oscilan entre unos pocos milímetros y el metro. Aunque, en general, las capas explotables no pasan de los 70 cm.

Se trata de carbón tipo "antracita" que, normalmente, presentan suelos de vegetación bien desarrollados a muro, de naturaleza arcillítica o limolítica, que indican el carácter autóctono de los mismos.

Dada la naturaleza de la cuenca, hay que tener presente que las condiciones de régimen pantanoso normalmente no se extenderían a todo el área de sedimentación, sino que se alcanzarían y mantendrían localmente, salvo en momentos excepcionales; lo que explica la discontinuidad lateral de la mayoría de los pasos de carbón.

Por otra parte, la continuidad de capas viene igualmente condicionada por el carácter erosivo de los depósitos fluviales gruesos, que en muchas ocasiones provocarían el desmantelamiento local de capas previamente depositadas.

2.2.2.— PAQUETES MINEROS

El término “paquete” engloba el conjunto de materiales que se encuentran entre la primera y la última capa explotables.

Dentro de la cuenca existe una tradición minera muy antigua que ha diferenciado varios paquetes mineros. Las dos divisiones más generalizadas, de muro a techo, son:

Paquete de Anchas	Paquete de Anchas
	Paquete de Estrechas
Paquete Intermedio	Paquete de Chuchú
	Paquete de Navaleo
Paquete de Estrechas	Paquete de Torre
	Paquete de Deliasó Sarita
... ..	Paquete Chechero
... ..	Paquete Constancia

Para las descripciones que vamos a hacer a continuación, nos vamos a basar en la segunda diferenciación, por parecernos más adecuada para agrupar los diversos pasos de carbón que aparecen en la zona.

2.2.2.1.— PAQUETE DE ANCHAS

Está incluido dentro de la mitad superior del Tramo del mismo nombre y contiene de 4 a 7 pasos de carbón que han sido explotados o han sufrido intentos de explotación.

Las capas se mantienen con una dirección aproximada Este—Oeste y los buzamientos oscilan entre los 65—75° N.

La potencia media de las capas con tradición minera en la zona es (de techo a muro):

Tabla II-a: Columnas estratigráficas en el Paquete de Anchas.

<u>SANTIBAÑEZ DE MONTES</u>	<u>ARROYO DE VALDUVIECO</u>	<u>SUR DE STA. CRUZ DE MONTES</u>	<u>ARROYO DE LAS ARRIBAS</u>
Capa Manuela -- 0,50-0,65 m. ----- 26 m.	Capa 13 -- 0,40-0,50 m. ----- 13 m.	Capa 13 -- 0,50-0,70 m. ----- 26 m.	Capa Manuela -- 0,45--0,50 m. 20 m.
Capa Elena -- 0,80 m. ----- 0,50-0,60 m.	Capa 14 -- 0,40-0,70 m. ----- 2 m.	Capa 14 -- 0,60-0,70 m. ----- 0,50 m.	Capa Modesta -- 0,80-0,90 m.
Carbón sucio -- 0,30 m. --- ? ----- 11 m.	Carbón -- 0,25-0,30 m. --- ? ----- 5 m.	Carbón -- 0,20 m. 10-11 m.	
Capa Carmen -- 0,65-0,80 m. ----- 13-14 m.	Capa 15 -- 0,40-0,80 m. ----- 12-13 m.	Capa 15 -- 0,70-0,85 m. 15-16 m.	
Capa Margarita -- 0,20-0,35 m. --- ? ----- 43 m.	Carbón -- 0,30 m. --- ? ----- 17-18 m.	Carbón -- 0,18 m. > 20 m.	
Capa Esperanza -- 0,65-0,90 m. -----	Capa 16 -- 0,55-0,70 m. -----	Capa 16 -- 0,65 m.	

– Capa 13 (= Manuela)	40–70 cm.
– Capa 14 (= Elena = Modesta)	40–90 cm.
– Capa 15 (= Carmen)	40–85 cm.
– Capa Margarita (= ?)	20–35 cm.
– Capa 16 (= Esperanza)	55–90 cm.

Es el paquete que presenta una mayor homogeneidad a lo largo de su corrida, en cuanto a la potencia, buzamiento y número de capas explotables.

Los datos de potencia de capas e intercapas, obtenidos de las minas de la zona y del IGME (1978), se reflejan en la Tabla II–a.

Actualmente sólo se explota al Sur de Santa Cruz de Montes, en el Arroyo de Salgueiro y en los alrededores de Santibáñez de Montes, por las empresas mineras de Campomanes Hnos. y Antracitas de Brañuelas. En épocas pasadas ha estado sometido a una intensa explotación, en casi toda la corrida, por minería de interior.

2.2.2.2.– PAQUETE DE ESTRECHAS

Se localiza dentro del Tramo del mismo nombre y viene caracterizado por su gran variación lateral en cuanto a número y potencia de capas.

Las capas presentan una corrida Este–Oeste, a lo largo de todo el borde meridional de la cuenca, salvo en el extremo oriental, al Noreste de Santibáñez de Montes, donde se incurvan para tomar una dirección N 45–60° E, hasta chocar contra la falla de La Silva, que limita la cuenca carbonífera por el Este.

Se trata de capas subverticales, con buzamientos de 60–80° N, salvo en la zona al Norte de Santibáñez de Montes, donde hay unas estructuras plegadas (anticlinal–sinclinal) a muro del “Paquete” y hace que el buzamiento sea inferior a los 50°. Igualmente, se encuentran afectadas por una estructura plegada al Sur de Santa Marina de Torre que altera su buzamiento, pero sólo en profundidad.

Debido a la gran variación lateral, resulta difícil correlacionar las diversas capas que se explotan o han sido explotadas en distintos puntos de la corrida. (El intento de correlación efectuado para este Paquete, aparece reflejado en la tabla II–b).

En la actualidad sólo se explota el Paquete al Este de la Silva y al Sur de Montealegre, por las empresas Antracitas de la Silva y Andrés Calvo S.A. respectivamente. La primera aprovecha las capas Carmina y Pilar, con potencias me-

Tabla II-b: Columnas estratigráficas en el Paquete de Estrechas.

<u>LA SILVA</u>	<u>SUR DE MONTEA- LEGRE.</u>	<u>NORTE DE SANTI- BAÑEZ DE MONTES</u>	<u>ARROYO DE SAL- GUEIRO</u>	<u>SUR STA. CRUZ DE MONTES</u>	<u>ARROYO DE LAS ARRIBAS</u>	<u>S. ANDRES DE LOS PUENTES</u>
Carbón - 0,20 m. 14 m.	Angela - 0,25-0,40 m. - ?	C. 5 ^a - 0,40-0,45 m.	Carbón - 0,20-0,25 m.	C.7 - 0,30 m.	Carbón - 0,25 m.	Estrecha - 0,20 m.
	9-10 m.	24-25 m.	8-9 m.	18 m.	18 m.	32 m.
Carmina - 0,40-0,80 m. 18-19 m.	Alicia - 0,60-0,80 m. - ?	C. 6 ^a - 0,35-0,40 m.	C.7 - 0,50 m.	Carbón - 0,25-0,30 m.	Pilar - 0,40-0,45 m. ?	Pilar - 0,25 m.
	24 m.	16-17 m.	13-14 m.	3-4 m.	19-20 m.	9-10 m.
Pilar - 0,50-0,60 m. ?	? Ancha - 1,00 m. - ?	Carbón sucio 0,50 m.	C.8 - 0,10-0,15 m. - ?	C.8 - 0,20-0,25 m. - ?	C.9 - 0,25 m.	Dos Venas - 0,30-0,45 m.
	Dura - 0,40-0,50 m. - ?	C. 7 ^a - 0,20-0,25 m.	C.9 - 0,10,0,15 m. - ?	C.9 - 0,10 m.	Carbón - 0,25 m.	Luisa 0,20-0,60 m.
	10 m.	8-9 m.	12,13 m.	8-9 m.	8-9 m.	11-12 m.
	Amalia - 0,45-0,55 m. - ?	C. 8 ^a - 0,40-0,45 m.	C.10 - 0,50 m. - ?	C.10 - 0,20 m.	Carbón - 0,20-0,25 m.	Margarita - 0,10-0,60 m.
	13-14 m.	?	9-10 m.		38-39 m.	13-14 m.
	Isabel - 0,55-0,75 m. - ?		C.11 - 0,20 m.		Carbón sucio - 0,25 m.	Soledad - 0,20 m.
					28 m.	
					Carbón 0,20 m.	
					63-64 m.	
					Carbón sucio 0,20-0,25	
					43-44 m.	
					Carbón 0,35 m.	

					Tramo de Anchas.	

días de 0,60 m y 0,50 m respectivamente. La segunda explota las capas: Amalia (0,45), Isabel (0,70) y Alicia (0,60). En épocas pasadas también fueron explotadas algunas capas en otros puntos, por las empresas de Antracitas de Brañuelas, Virgilio Riesco y Minex.

2.2.2.3. – PAQUETE CHUCHU

Se localiza en la mitad inferior del Tramo Chuchú–Navaleo y contiene un máximo de 5 pasos de carbón que han sufrido intentos de explotación.

La dirección de las capas se mantiene Este–Oeste en toda su corrida, salvo el extremo oriental donde tienden a disponerse Noreste–Suroeste.

En este caso no se puede hablar de un buzamiento medio de las capas, puesto que el Paquete se localiza dentro de una estrecha franja de pliegues concéntricos con mayor desarrollo del flanco Norte (ver el capítulo 2.1.3. de Tectónica), que afectan a la geometría de las capas en gran parte de su corrida. De esta forma, en el flanco Norte de los mismos, el buzamiento oscila entre los 30°–60° N, mientras que en el flanco Sur va desde subhorizontal a 40° S.

La relación de capas explotables, con su oscilación de potencia, es la siguiente (de muro a techo):

– Capa Chuchú (= María = x = Epsilon = 6ª)	0,50-1,00 m.
– Capa 5ª (= Gloria)	0,45-0,65 m.
– Capa 4ª (= Gamma)	0,40-0,70 m.
– Capa 3ª (= Beta)	0,30-0,60 m.
– Capa 2ª (= Alfa)	0,40-0,70 m.

Es el Paquete más explotado, tanto en la actualidad como en épocas pasadas, de forma que ha sido aprovechado prácticamente a lo largo de toda la corrida por las empresas: Antracitas de la Silva, Andrés Calvo, Antracitas de Brañuelas, Antracitas de Salgueiro, Campomanes Hnos., Virgilio Riesco, Minex, Carbones San Antonio y Antracitas San Antonio.

Las distintas columnas estratigráficas, elaboradas con los datos de campo y con la información obtenida de las empresas explotadoras, se reflejan en la tabla II–C.

Tabla II-c: Columnas estratigráficas en el Paquete Chuchú.

La Silva	Sur de Montealegre	Norte de Santibáñez de Montes	Arroyo de Salgueiro	Sur de Sta. Cruz de Montes	Arroyo de las Arribas	S. Andrés de los Puentes	Carbones S. Antonio
C. 4 ^a - 0,70 m. ——— 21 m.	Concha - 0,80 m. ——— 16-17 m.	C. X - 0,40 m. ——— 13 m.	C. 2 - 0,55 m. ——— 17 m.	C. 2 - 0,5-0,6 m. ——— 35-36 m.	C. 2 - 0,50 m. ——— 14,15 m.	C. 2 - 0,40-0,55 m. ——— 8-9 m.	C. Alfa - 0,50 m. 21-22 m.
C. 3 ^a - 0,60-0,70 m. 6 m.	Carbón sucio - 0,90 m. 8-9 m.	C. 1 ^a - 0,50 m. ——— 35-36 m.	? - C. 3 - 0,50-0,60 m. 30 m.	Carbón - 0,30 m. 9-10 m.	C. 3 - 0,40-0,50 m. ——— 22 m.	C. 3 - 0,25-0,40 m. ——— 14-15 m.	Beta - 0,50-0,60 m. 11-12 m.
Carbón sucio - 0,35-0,40 2 m.	Carbón sucio - 0,73 m. 12-13 m.	Carbón sucio 0,40 m. — ? - 35 m.	C. 4 - 0,45-0,50 m. 14-15 m.	C. 3 - 0,50-0,70 m. 34 m.	C. 4 - 0,40 m. 19-20 m.	C. 4 (=sucia) 0,40-0,60 — 20-21 m.	Ganma - 0,70-0,80 m. 19-20 m.
Carbón sucio - 0,50 m. 14 m.	Carbón - 0,23 m. 9,10 m.	C. 2 - 0,30 m. 42-43 m.	Carbón - 0,35 m. 1,5 m.	C. 4 - 0,70 m. 31 m.	Gloria - 0,20-0,40 m. 34 m.	Gloria - 0,45-0,60 m. — 34-35 m.	Delta - 0,40 m. 20 m.
C. 2 - 0,40-0,50 m. 71 m.	Carbón - 0,30 m. 11-12 m.	C. 3 - 0,75 m.	C. 5 - 0,65 m. ——— 29-30 m.	C. 5 - 0,45-0,50 m. 55-56 m.	Chuchú - 0,50-0,60 m.	Chuchú - 0,45-0,70 m. —	Epsilon - 0,70-1,00 m.
C. X - 0,70-1,00 m.	Carbón - 0,20 m. Maria - 0,90 m.		C. 6 - 0,55-0,65 m.	C. 6 - 0,65-0,80 m.			

2.2.2.4.- PAQUETE NAVALEO

Se localiza en la mitad superior del Tramo Chuchú—Navaleo.

Debido a la escasa explotación de que ha sido objeto, al recubrimiento superficial y a la gran variedad lateral, es el Paquete menos conocido del área, de forma que no se sabe con precisión la corrida, buzamiento y potencia de las capas.

Actualmente se explota, por Antracitas de la Granja, al Norte de La Silva, donde se cortan las siguientes capas, de techo a muro:

— Bernardina	0,35 m.
— Bernarda	0,30 m.
— Josefa	0,25 m.
— Sta. Bárbara	0,35 m.

Las columnas estratigráficas elaboradas se reflejan en la tabla II—d.

Tabla II-d: Columnas estratigráficas en el Paquete Navaleo

<u>Pozo Pincias</u>	<u>Pozo nº 1 Victorina</u>	<u>Pozo Marcelina</u>	<u>Pozo inclinado Vitoria</u>	<u>Sur de Sta. Cruz de Montes</u>	<u>Mina Vitoria</u>	<u>La Silva</u>
C. 0 – 0,30 m. 21 m.	Carbón – 0,40 m. 6-7 m.	Carbón – 0,20 m. 8 m.	Carbón – 0,20 m. 16 m.	C. 1 – 0,13 m. 17 m.	C. 3 – 0,47 m. 13-14 m.	Bernardina – 0,35 m. 21-22 m.
C. 1 – 0,60 m. 40 m.	Marcelina – 0,40 m. 12 m.	Carbón 0,20 m. 24 m.	Carbón 0,20 m. 30 m.	Carbón sucio – 0,30 m. 3-4 m.	Carbón sucio – 0,30 m. 5-6 m.	Bernarda – 0,30 m. 22 m.
C. 2 – 0,55 m.	Carbón – 0,30 m.	Carbón – 0,15 m. 53 m.	Carbón – 0,25 m. 6 m.	C.2 – 0,10 m. 40 m.	C.2 – 0,30 m. 34 m.	Carbón sucio – 0,60 m. 15-16 m.
		Marcelina – 0,40 m.	Carbón – 0,20 m. 18 m.	C. 3 – 0,08 m.	Carbón Sucio–0,35 m. 25 m.	Josefa – 0,25 m. 2-3 m.
			Dos Venas – 0,40 m. 1-2 m.		C.1 – 0,30 m.	Carbón sucio – 0,30 m. 15-16 m.
			Carbón – 0,25 m. 26 m.			Carbón – 0,20 m. 31 m.
			C. 1 – 0,60 m.			Sta. Bárbara – 0,35 m.

2.2.2.5.- PAQUETE TORRE

Se localiza en el tercio inferior del Tramo de Torre, y contiene tres pasos de carbón que han sido explotados en diferentes puntos.

Las capas afloran en una franja Este-Oeste, al Norte del río Tremor-Arroyo de La Silva, con buzamientos que van desde los 15° N a los 50° N, en el extremo oriental de la cuenca; la inclinación media es de 25-30° N.

Además del afloramiento principal, quedan otros dos restos del Paquete al Oeste de Sta. Cruz de Montes y Sta. Marina de Torre respectivamente, que aparecen rodeando sendas elevaciones montañosas (son áreas de posible interés para la realización de una minería de contorno a cielo abierto). Aparecen afectadas por un sinclinal y un anticlinal muy laxos, con el flanco Sur subhorizontal y los flancos Norte buzando de 20-30° N.

La potencia de las capas con tradición minera en la zona es muy variable de unos puntos a otros, por lo que resulta difícil dar un espesor medio para cada paso de carbón. De techo a muro se tiene:

- Capa Mora, con una potencia media que oscila entre 40 y 70 cm, aunque ocasionalmente presenta espesores inferiores a los 20 cm. Es la capa más estable del Paquete a lo largo de todo el afloramiento.
- Capa 4ª: presenta espesores muy variables, de forma que ocasionalmente llega casi a desaparecer y muy raramente supera los 50 cm. Su potencia media habitual oscila entre los 20-40 cm.
- Capa 5ª: posee las mismas características que la anterior.

Además de estas tres capas, en algunos puntos se han encontrado carboneros intermedios con potencias superiores a los 40 cm, susceptibles de ser explotados en pequeñas corridas.

Existen labores mineras de explotación subterránea en las tres capas, pero actualmente sólo se explota la capa Mora en dos puntos: al Oeste de La Silva y al Sur de Sta. Marina de Torre, por Carbones Montealegre y Vitoria Hnos. respectivamente.

Igualmente hay un intento de explotación a cielo abierto, ya abandonada, al Este de Torre del Bierzo, que aprovechó la capa Mora.

Las columnas estratigráficas realizados, tanto con los datos de afloramientos como con los obtenidos de las empresas mineras, vienen reflejados en la Tabla II-e.

Tabla II-e: Columnas estratigráficas del Paquete Torre

La Silva	Carretera Nacional VI (Al Norte de Torre del Bierzo)	Suroeste de Sta. Cruz de Montes	Sureste de Sta. Marina de Torres	Oeste de Sta. Marina de Torres	Pozo Pincias Km. 364,5 Cra. Ncal. VI antigua	Túnel Renfe 24 (km. 365 Cra. Ncal. VI antigua)
Mora - 0,25 m.	Mora - 0,70 m.	Mora Car. sucio - 0,45	Mora - 0,50-0,70 C. sc.	Mora - 0,50 m	?	?
16 m.	9 m.	45 m.	18 m.	10 m.		
Carbón - 0,08 m.	Carbón - 0,40 m.	Carbón sucio - 0,30 m.	Juanita - 0,30-0,40 m.	C. 4 - 0,40 m.	C. 4 - 0,28 m.	Carbón sucio - 0,40 m.
17 m.	10 m.		Maria - 0,30-0,40 m.	C. 5 - 0,40 m.	C. 5 - 0,18 m.	? Carbón sucio - 0,12 m.
20 m.	12 m.					
Carbón sucio - 0,20	C. 4 - 0,20-0,25 m.					
	17 m.					
	C. 5 - 0,35-0,40 m.					

Tabla II-f: Columnas estratigráficas del Paquete Delias o Sarita.

<u>Norte de La Silva</u>	<u>Sur de la Granja de San Vicente</u>	<u>Rio Tremor (Anfracitas de Tremor)</u>	<u>Norte de Torre del Bierzo</u>
Sarita – 0,30-0,40 m. —	Sarita – 0,32 m. —	Sarita – 0,40-0,50 m. —	Sarita – 0,40 m.
48 m.	58 m.	31 m.	54 m.
California – 0,40 m. —	California – 0,27 m. —	California – 0,40-0,50 m. —	California – 0,24 m.
16 m.	13 m.		6-7 m.
Fragua – 0,50 m. —	Fragua – 0,13 m. —	?	Fragua – 0,23 m.

2.2.2.6.— PAQUETE DELIAS O SARITA

Está contenido en el Tramo Sarita, en su tercio inferior, y posee hasta tres pasos de carbón que han sufrido intentos de explotación.

La orientación de las capas es sensiblemente Este—Oeste y el buzamiento va de 15—30° N.

Existen variaciones laterales importantes que afectan especialmente al paso de carbón más bajo (capa Fragua). Las capas explotables, con sus potencias medias, de techo a muro, son:

— Capa Sarita	0,30-0,50 m.
— Capa California	0,25-0,50 m.
— Capa Fragua	0,10-0,50 m.

Antiguamente fueron explotadas al Este del río Tremor y actualmente sólo se explotan las capas California y Sarita, al Oeste del río, por la empresa Antracitas de Tremor.

Ha habido un intento de explotación a cielo abierto en la zona situada al Sur de la Granja de San Vicente, pero se abandonó a los pocos metros de la superficie.

Las columnas estratigráficas levantadas a partir de los datos de campo y de planos de labores mineros, vienen reflejados en la tabla II—f.

2.2.2.7.— PAQUETE CHECHERO

Se localiza dentro del Tramo de La Nueva y contiene al menos tres capas que se han explotado, en el pasado, a ambas márgenes del río Tremor. Actualmente no se explota ninguno de los pasos de carbón de este Paquete.

En este mismo Tramo y a más de 100 m a muro del Paquete minero, se localiza la capa Nueva, que se ha empezado a explotar en el extremo oriental del afloramiento con una potencia media de 50 cm.

Las capas tienen una orientación Este—Oeste y buzan 30—50° N.

Solamente se tienen datos de las capas en un corte estratigráfico, realizado en el camino de las minas del Villar, al Norte de la Granja de San Vicente (Tabla II—g).

Tabla II-g: Columna estratigráfica del Paquete Chechero.

Capa 6ª – 0,28 m.
10 m.
Adolfo – 0,56 m.
> 100 m.

2.2.2.8.– PAQUETE CONSTANCIA

Está contenido en el Tramo del mismo nombre, y se han llegado a explotar hasta cuatro pasos de carbón.

Las capas siguen una dirección aproximada Este–Oeste hasta llegar al extremo oriental, donde se doblan para ponerse en disposición NORte–Sur. El buzamiento oscila alrededor de los 45° N (ó 45° W).

Los pasos de carbón que componene este Paquete, de muro a techo, son:

Capa Constancia	< 0,50 m.
Capa Vidal	0,30-0,50 m.
Capa Sucia (= Guillermo)	0,10-0,50 m.

A techo de estas capas, aparece otra (capa 37 ó Rosa), que se ha localizado en una pequeña explotación al Noreste del Cerezal, con una potencia aproximada de 20 cm.

Actualmente se explotan, por minería de interior, en gran parte de su corrida.

Existen también varios intentos de explotación a cielo abierto, ya abandonados, en la capa Vidal y ocasionalmente en las capas Sucia y Constancia, al Este del Cerezal.

Tabla II-h: Columnas estratigráficas del Paquete Constancia.

<u>Este del Cerezal</u>	<u>Cerezal</u>	<u>Oeste del Cerezal (Minas del Villar)</u>
Sucia – 0,10-0,60 m. 6-10 m.	Guillermo – 0,40 m. 8-9 m.	Sucia – 0,25 m. 9-10 m.
Vidal – 0,40-0,50 m. > 60 m.	Vidal – 0,40 m. 58-59 m.	Vidal – 0,30 m. 53-54 m.
Constancia – 0,40-0,50	Constancia – 0,30-0,35	Carbón – 0,20 m. 11 m. Constancia – 0,40 m.

2.2.3.— CALIDADES DE CARBON

Los datos de partida utilizados para obtener la calidad media del carbón se han obtenido:

a) A partir de los ensayos de laboratorio realizados por el I.G.M.E. (1978), para determinar las características intrínsecas de las diversas capas.

b) A partir de los análisis de control realizados por la Central Térmica de Compostilla II para los carbones que entraron en su parque en 1979.

Los datos obtenidos por este procedimiento no se corresponden con la calidad intrínseca, puesto que, por un lado, en la explotación de las diversas capas, el carbón extraído ha sido objeto de un cierto grado de dilución y por otra parte, las diversas calidades se han obtenido a partir de "los finos" enviados para su consumo en Térmica, y no se ha tenido en cuenta el que la mayoría de las empresas separan una proporción, que oscila entre el 20 y el 50 por ciento, y que vende como "granos" para calefacciones y otros usos industriales, y este carbón posee un contenido mucho más bajo en cenizas y volátiles.

Los resultados obtenidos en Térmica muestran, por consiguiente, una calidad inferior a la real.

El tratamiento adecuado de los datos obtenidos por ambos sistemas, nos va a definir la calidad media real que se obtendría al explotar las capas y, por consiguiente, el precio de venta del carbón (este aspecto será tratado con detalle más adelante).

Tabla II-i: Calidades intrínsecas de las diversas capas de carbón.							
PAQUETE MINERO	NUMERO DE MUESTRAS ANAL.	Cenizas. %	Volátiles %	Humedad %	Carbono fijo %	Poder calorífico kcal/kg.	Azufre emisor %
Constancia	3	20,03	15,39	13,64	64,59	5.744	0,48
Chechero	1	30,48	7,18	8,50	62,34	5.369	0,64
Delias o Sarita	-	-	-	-	-	-	-
Torre	-	-	-	-	-	-	-
Navaleo	6	14,88	5,12	9,19	79,98	6.598	0,62
Chuchú	22	14,51	5,57	8,40	79,66	6.627	0,59
Estrechas	18	15,29	5,45	10,12	79,24	6.576	0,62
Anchas	11	17,09	5,43	8,16	77,47	6.413	0,54

Nota: Datos tomados del IGME (1978).

Tabla II-j: Calidades del carbón entregado en térmica en 1979.							
PAQUETE MINERO	NUMERO MINAS	Cenizas. %	Volátiles %	Humedad %	Poder calorífico kcal/kg.		
Constancia	5	31,31	5,01	8,96	5.367		
Chechero	-	-	-	-	-		
Delias	1	29,79	4,08	11,07	5.466		
Torre	1	31,75	6,80	13,20	5.411		
Navaleo	2	26,12	5,40	10,14	6.021		
Chuchú	6	29,57	3,67	10,56	5.383		
Estrechas	2	29,79	3,60	9,68	5.446		
Anchas	3	27,94	4,79	11,90	5.662		

A la vista de las dos tablas de calidades, se pone de manifiesto que no existen diferencias significativas entre los diversos Paquetes mineros. La única anomalía importante aparece en la tabla II-i, en la que se observa cómo hay un aumento notable del porcentaje en cenizas y volátiles en los paquetes Constancia y Chechero, pero eso es debido a que las muestras fueron recogidas en la superficie y corresponden por tanto a carbones parcialmente alterados; por consiguiente, no son comparables dichos resultados con los obtenidos para el resto de los tramos carbonosos.

Analizando ambos cuadros, se observa que hay un aumento considerable en el porcentaje de cenizas de las capas explotadas, respecto del contenido intrínseco de las mismas; lo que sin duda se debe bien a una fuerte dilución en el proceso de explotación, o a que en el carbón entregado a térmica, se han deducido las fracciones más limpias (granos).

Igualmente, se observa un descenso brusco del poder calorífico de los carbones que se puede valorar en unas 1.000 Kcal/Kg de pérdida.

En cuanto a los volátiles y la humedad, se puede decir que se mantienen sensiblemente iguales, aunque en conjunto hay un pequeño descenso de los primeros y un ligero aumento de la segunda.

2.3.- INFRAESTRUCTURA SOCIAL Y MINERA

2.3.1.- RED DE COMUNICACIONES Y NUCLEOS DE POBLACION

En el área carbonífera de Torre-Bembibre existe una infraestructura viaria de cierta importancia. La principal vía de comunicación la constituye la carretera nacional VI (Madrid-La Coruña), que atraviesa la cuenca en dirección Este-Oeste entre los Kilómetros 350-365 y que constituye el punto de confluencia al cual van a parar todos los accesos secundarios (carreteras locales y caminos particulares y vecinales) que nacen en los centros de producción de carbón.

El transporte hasta el principal centro de consumo de dicho carbón, que lo constituye la Central Térmica de Compostilla II y que se localiza a 40-50 Km de los diferentes centros productores, se realiza a partir de las vías secundarias y a través la carretera nacional, hasta la localidad de Ponferrada, donde han de desviarse hacia la comarca 634 (Ponferrada-Villablino), que es donde está ubicada la Térmica (ver figura II-a).

Los principales núcleos urbanos del área son: Ponferrada, Bembibre y Torre del Bierzo, que ofrecen actualmente una buena infraestructura de ser-

vicios adicionales a las empresas explotadoras, como son los locales para oficinas, talleres de reparación de maquinaria, alojamiento de los empleados, etc., ... y que facilitan la mayor parte del personal a las minas.

Otros núcleos de población menores que existen en los alrededores son: Folgoso de la Ribera, Albares, Tremor de Abajo, La Granja de San Vicente, Montealegre, Santibáñez de Montes, La Silva, Santa Cruz de Montes, Santa Marina de Torre, San Andrés de Puentes, Las Bodegas, San Facundo, ..., todos ellos con poblaciones inferiores a los mil habitantes y que el único apoyo infraestructural que ofrecen a la minería del área consiste en la prestación de personal para el desarrollo de los trabajos de explotación.

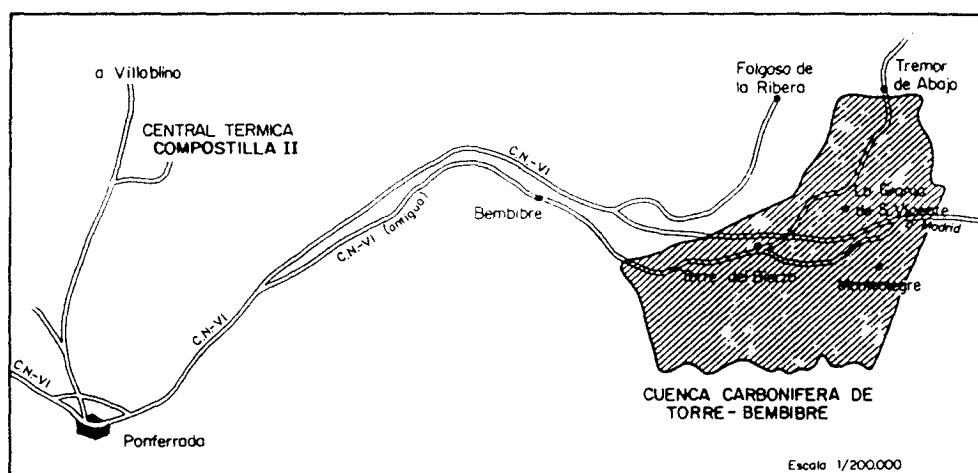


Fig. II-a: Principal red de comunicaciones de la cuenca carbonífera de Torre-Bembibre.

En el área concreta de Torre del Bierzo la red viaria de segundo orden que emplean las empresas explotadoras para transportar su carbón hasta la Nacional VI, es la siguiente:

- La carretera local de San Andrés de Puentes, que es el conducto por donde Minex y Minas de Navaleo transportan el mineral hasta la antigua carretera nacional. Se trata de una pista de 6-7 m de anchura, asfaltada y con firme actualmente aceptable.

- La carretera local a Santa Marina de Torre, que posee características similares a la anterior y que actualmente no es utilizada por ninguna empresa para el transporte de mineral.

Este acceso se continúa hacia el Sur, hasta las antiguas explotaciones de Minex en el Arroyo de las Arribas, por una pista sin asfaltar, de 3–4 m de anchura y firme de condiciones regulares. Al Oeste de la misma y siguiendo el Arroyo, hay otra pista de las mismas características, pero prácticamente inaccesible en la actualidad. Arreglando el firme de ambos accesos, podrían ser utilizados como vías de entrada y salida, respectivamente, en las futuras explotaciones de cielo abierto y/o interior que se puedan desarrollar en este área al Sur de Santa Marina.

— Existe otra pista, de características parecidas a las anteriores y de firme en condiciones regulares, por lo que habría que arreglarlo en algunas zonas; que parte de Torre del Bierzo siguiendo paralela al Arroyo de la Blañoseda, lleva hasta las explotaciones de Virgilio Riesco, en el extremo meridional de la cuenca.

Este acceso junto con el que, saliendo de Torre del Bierzo, va paralelo al Arroyo de Pontón, hasta las explotaciones de Campomanes, y que tiene características similares al mismo, aunque con firme en mejores condiciones, pueden constituir las vías de entrada y salida para todas las explotaciones que se puedan constituir al Sur y Oeste de Santa Cruz de Montes.

El carbón extraído en todo el área iría a confluír en la antigua carretera nacional, que conectaría a su vez con la nueva en Ventas de Albares.

2.3.2.— ACTIVIDAD MINERA

El área de Torre del Bierzo es el que tiene una mayor actividad minera dentro de la cuenca Carbonífera de Torre–Bembibre.

En él se encuentran trabajando siete empresas explotadoras que extraen

algo más de 300.000 Tm de carbón anuales, fundamentalmente del Paquete minero Chuchú y algo de los Paquetes de Anchas y Navaleo.

Las reservas estimadas como muy probables del área ascienden a 16 millones de Tm y las probables a 44 millones más, por lo que, al ritmo actual de extracción, la minería de la zona tiene una vida mínima de 50 años.

Las empresas explotadoras que trabajan en el área son:

MINEX

Ubicada entre las localidades de Las Bodegas y San Andrés de Puentes, explota el Paquete Chuchú entre las cotas 610 y 746, en cuatro plantas y en una corrida que varía entre los 600 y 1.200 m.

Actualmente extrae algo más de 70.000 Tm/año y tiene unas reservas seguras de 3.350.000 de Tm, por lo que, al ritmo actual de explotación, la mina tiene una vida mínima de 40 años.

El rendimiento medio por jornada y minero es de 1.353 Kg de carbón.

CARBONES SAN ANTONIO

Explota el Paquete Chuchú, a la altura del kilómetro 3.645 de la antigua carretera nacional Madrid—La Coruña, entre las cotas 554 y 614 y en una corrida que oscila entre los 800 y 1.700 m.

En la actualidad extrae algo más de 70.000 Tm/año, pero hasta 1977 mantenía una producción de más de 90.000 Tm anuales.

Posee tan sólo 350.000 Tm de reservas seguras, lo que da una vida mínima a la explotación de 4,5 años, al ritmo actual de producción. Sin embargo se le calculan 255.000 Tm más de reservas probables, que alargarían en 3,5 años la duración de la mina.

El rendimiento por jornada y minero es de 1.664 Kg.

ANTRACITAS SAN ANTONIO

Aprovecha las mismas capas que la anterior, al Oeste de la misma.

Su producción ha ido aumentando progresivamente desde 1977, hasta alcanzar casi las 30.000 Tm anuales, y sus reservas seguras son de 300.000 Tm, lo que le infiere a la mina una vida mínima de 10 años al mismo ritmo actual.

Su rendimiento es el más bajo de todo el área y con notable diferencia, pues no llega a los 1.000 Kg por jornada y minero.

VIRGILIO RIESCO

Explota el Paquete Chuchú al Sur de Santa Marina de Torre, entre las cotas 577-678 y en una corrida máxima de 1.300 m.

Su producción ha ido disminuyendo gradualmente desde las 77.000 Tm de 1974 hasta las 40.000 Tm/año que produce en la actualidad.

Tiene unas reservas seguras de 3 millones de Tm, lo que da una vida mínima a la mina de 75 años.

El rendimiento medio por jornada y minero es de 1.525 Kg de carbón.

CAMPOMANES HNOS.

Explotan el Paquete de Anchas al Sur de Santa Cruz de Montes. Mantienen una sola planta con una altura de explotación de 40 m. y 700 m de corrida máxima.

Sus reservas seguras son de 500.000 Tm y su producción actual sobrepasa las 30.000 Tm/año, aunque pretenden llegar en 1980 a 50.000 Tm, lo que da una vida mínima a la explotación de 10 años.

El rendimiento por jornada y minero es de 1.347 Kg.

MINAS DEL NVALEO

Explotan el Paquete Chuchú al Norte de San Andrés de Puentes.

La mina fue abierta en 1977, año en que alcanzó una producción de 12.000 Tm, para pasar al año siguiente a su ritmo habitual de producción que oscila alrededor de las 30.000 Tm/año.

Se desconocen las posibles reservas de la concesión, por lo que no se puede hablar de vida mínima de la explotación.

Su rendimiento es anormalmente alto, alcanzando los 3.049 Kg por jornada y obrero, que es el doble de lo habitual en el resto de las minas.

VILORIA HNOS.

Explota el Paquete de Navaleo y el de Torre en las afueras de Torre del Bierzo. La explotación se efectúa en cinco plantas entre las cotas 647 y 725 y en una corrida de 500—700 m.

La producción de los últimos seis años no ha sido muy constante, de forma que alcanzó su máximo en 1977 con 77.000 Tm y el mínimo en 1978 con 40.000 Tm. En la actualidad produce 50.000 Tm año.

Posee unas reservas seguras de 4,5 millones de Tm, que le dan una vida mínima a la explotación de casi 100 años al ritmo actual de producción.

El rendimiento actual por jornada y minero es de 1.486 Kg de carbón vendible.

Tabla II-k: Cuadro resumen de la actividad minera del área carbonífera de Torre del Bierzo.

Empresa	Minex S.A.	Carbones San Antonio	Vitoria Hnos.	Virgilio Riesco	Antracitas San Antonio	Campomanes Hnos.	Minas del Navaleo	Carbones Balín	Asociación Minera		
Mina	Número 18	Victorinas	Ampliación a primera	Ampliación a cuarta	Anita, Crecentada y Pepita	Nalona, Ampl. a Pola de Laviana y Nalona	El Hallazgo	Sarita	Nelly y Pincias		
Paquete Minero explotado	Chuchú	Chuchú	Navaleo	Chuchú	Chuchú	Anchas	Chuchú				
Número de empleados	215	180	152	121	112	91	57	3	2	933	
Producción anual en Tm.	1974	51.774	91.200	46.924	77.548	19.780	23.702	0		310.928	
	1975	51.863	84.236	50.916	49.993	17.680	19.806	0		274.494	
	1976	57.152	91.701	58.857	56.151	23.555	31.186	0		318.602	
	1977	58.860	91.675	77.092	46568	17910	26984	12.284		331.373	
	1978	75.464	73.578	39.661	41.053	20.441	31644	31.405		313.246	
	1979	72.657	74.059	49.944	40.813	29.566	32.752	27.199		326.984	
Reserva - Tm. 10/	Seguros	3.350	351	4.500	2.956	300	500	?	950	1.000	13.907
	Probables	5.500	255	5.000	3.000	500	1.000	?	1.000	4.880	21.135
	Total	8.850	606	9.500	5.956	800	1.500	?	1.950	5.880	35.042
Presupuestos (Tm. 10/)	Posibles	1.000	1.070	11.000	?	1.240	2.000	?	2.350		18.660
	Gastos de preparación	18.030	39.164	13.742	14.192	4.384	14.953	3.579	2.651	4.600	115.295
	Gastos de explotación	186.327	229.897	229.235	185.718	81.689	137.604	144.134	0	0	1.194.604
	Total	204.357	269.061	242.977	199.910	86.073	152.557	147.713	2.651	4.600	1.309.899
Rendimiento - Tm. 10/ m. c. v. m. c.	Carbón Bruto	1.504	2.120	1.750	1.717	1.268	1.541	3.485		1.788	
	Carbón vendible	1.353	1.664	1.486	1.525	966	1.347	3.049		1.514	
Cantidad Carbonizada a temperatura	Humedad 0%	9,19	10,44	9,72	11,35	13,10	9,51	8,56		10,27	
	Cenizas 0%	33,09	31,38	28,55	31,10	20,33	31,02	30,80		29,47	
	Volátiles 0%	3,91	3,52	6,56	3,21	2,89	3,25	5,42		4,11	
	Poder Calorífico (kcal/kg)	5.162	5.300	5.679	5.313	6.269	5.321	5.430			5.496

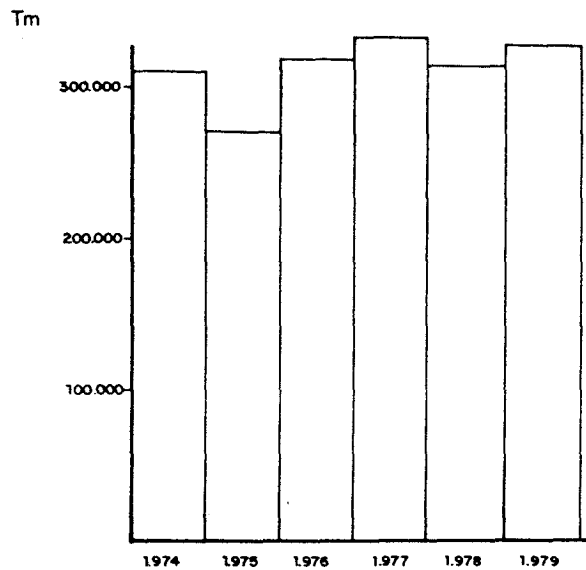


Fig. II-b: Producción anual de carbón del área de Torre del Bierzo.

2.3.3.- CAPACIDAD TRANSFORMADORA DE LOS CENTROS DE CONSUMO

De todo el carbón que se extrae del área, una cantidad que oscila entre 30 y el 50 por ciento, es separada como "granos" y se vende para su uso en calefacción y otros. El resto es transportado a la Central Térmica de Compostilla II para su uso como carbón térmico.

2.3.3.1.— CARACTERISTICAS TECNICAS DE LA CENTRAL TERMICA DE COMPOSTILLA II

Actualmente posee tres grupos en funcionamiento, que consumen de 2 a 2,3 millones de Tm de carbón anuales.

La potencia es de 600 Mw y tiene un funcionamiento medio de 6.500 horas/año, es decir, que su carga actual es de un 74 por ciento.

El consumo medio es de 0,51 Kg/Kw-h y el consumo específico, referido a PCS, es de 2.758 Kcal/Kw-h.

El máximo de cenizas que admiten actualmente es del 35 por ciento por embarque, aunque, en casos excepcionales, aceptan hasta el 37 por ciento.

Los volátiles deben estar comprendidos entre el 6 y 12 por ciento, referido a muestra seca ("secaire").

El consumo medio, en los últimos cinco años ha sido de 2,1 millones de Tm/año, mientras que las compras de carbón, en el mismo período de tiempo han ascendido a 13,5 millones (un promedio de 2,7 millones/año), por lo que el Parque de la Central ha pasado desde las 325.000 Tm de "stock" en diciembre de 1974 a los casi 4 millones de Tm en julio de 1980.

2.3.3.2.— PREVISION DE CONSUMO PARA LOS PROXIMOS AÑOS

Actualmente, debido al gran "stock" de carbón que posee la Central Térmica, no es previsible que haya ningún aumento en los cupos que poseen las diversas empresas explotadoras del área para la introducción de mineral en la misma.

Por otra parte, y por razones de índole social, como es el mayor empleo de mano de obra que lleva consigo la minería de interior, está prohibida la entrada de carbón procedente de cielo abierto.

Estas dos son las principales causas de que no se produzca un incremento importante en la producción de carbón de las diversas áreas carboníferas del Bierzo.

Sin embargo en un plazo de 3—5 años, se puede preveer un fuerte aumento de la producción, ligado a varias razones:

— A la puesta en funcionamiento del Grupo IV de Compostilla II, prevista para principios de 1982, y que tendrá un consumo medio de 1—1,2 millones de Tm/año.

Tabla II-J: Consumo, stock y calidad del carbón entregado en la Central Térmica de Compostilla

AÑO	CONSUMOS (Tm)	COMPRAS (Tm)	STOC (Tm)	HUMEDAD		CENIZAS		VOLATILES	
				Al comprar	Al consumir	Al comprar	Al consumir	Al comprar	Al consumir
1975	2.011.264	2.007.868	322.186	9,42	9,30	33,06	32,90	8,92	9,16
1976	2.191.445	2.720.532	851.273	10,18	9,98	32,97	32,93	8,92	9,92
1977	2.080.306	2.790.235	1.561.202	10,58	10,12	32,81	32,30	9,00	9,18
1978	1.961.864	3.126.522	2.725.860	10,32	10,36	31,93	31,82	8,84	8,51
1979	2.243.207	2.900.391	3.383.044	10,23	8,26	31,67	31,69	8,24	8,43

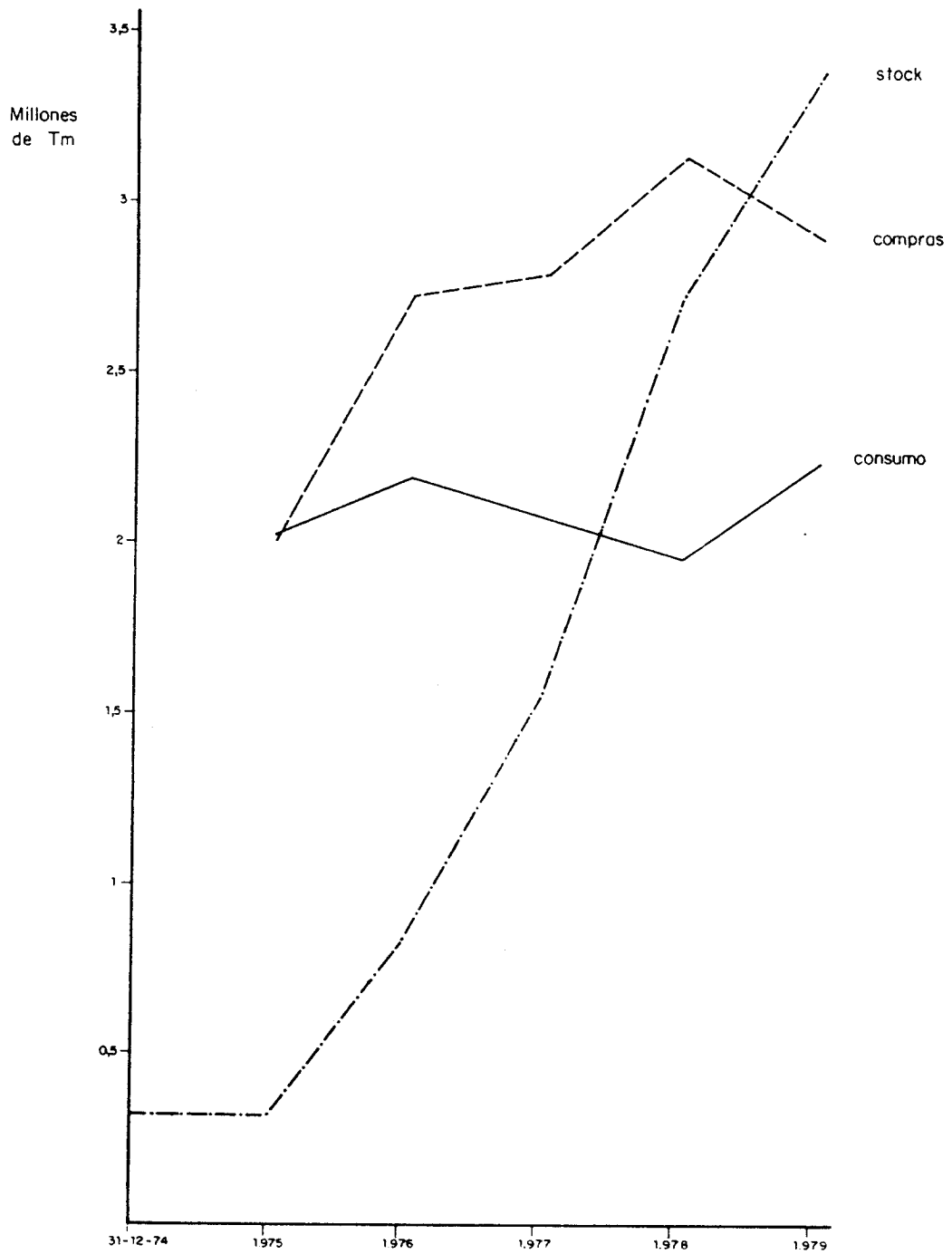


Fig. II-C: Compras y consumo anual de la Central Térmica Compostilla II y variación del stock.

Este grupo tendrá una potencia de 350 Mw y se preve una carga del 80 por ciento (7.000 h/año de funcionamiento).

Además, admitirá carbones con un 38 por ciento de cenizas máximas por embarque.

– A la puesta en funcionamiento de la Central Térmica de Anllares (FENOSA), que se prevee para 1983 y que, en principio, se pretende que se abastezca, al menos en un 70 por ciento, por el carbón procedente de "Hullas de Coto Cortés".

Estos dos hechos provocarán que Compostilla II, vaya disminuyendo su stock, a la vez que incrementará la recepción de carbón para suministrar el nuevo Grupo y para compensar las entradas que proceden actualmente de Coto Cortés; con lo que se espera que haya una potenciación importante de las empresas que actualmente trabajan en este área, así como de nuevas explotaciones que se puedan poner en funcionamiento, sobre todo de carbón procedente de cielo abierto.

3.— SELECCION DE LAS ZONAS DE INTERES PARA SU POSIBLE EXPLOTACION A CIELO ABIERTO

De acuerdo con los estudios geológicos de la zona, y partiendo fundamentalmente de los datos aportados por la "Investigación geológico-minera en el área de TORRE—BEMBIBRE"; recientemente realizados por el IGME, así como de los recogidos en campo durante los pasados meses de Agosto y Septiembre del presente año, se han seleccionado un total de 8 áreas favorables, que por su carácter de afloramientos, o proximidad a la superficie de horizontes carbonosos, permiten sospechar algún potencial de interés y que se reflejan en la cartografía general a escala 1:20.000 Plano núm. 1.

Las características básicas de las distintas áreas seleccionadas ordenadas según los tramos productivos son las siguientes:

3.1.— PAQUETE TORRE

La zona productiva del PAQUETE TORRE, se localiza al Norte del río Tremor en su parte occidental y al norte del Arroyo de La Silva para la zona oriental.

Las distintas áreas seleccionadas han sido denominadas correlativamente de W a Este con el mismo nombre del paquete.

A) TORRE—1

Se localiza en la parte más occidental del paquete TORRE, quedando limitado por el recubrimiento terciario que ha impedido seguir los afloramientos de las distintas capas de carbón. La presencia de vegetación espesa y a falta de datos medidos sobre afloramientos, ha sido necesario partir de los obtenidos a través del corte estratigráfico núm. 36 del estudio geológico realizado por el IGME y que viene siendo citado.

Afloramientos.— Estarán localizados al norte de la antigua carretera Nacional VI entre los puntos kilométricos 364 y 365,5, hasta que las capas se pierden bajo el recubrimiento terciario.

Se ha estimado en 800 m.

Buzamiento de las capas.— De acuerdo con el citado corte, las capas tendrían una pendiente aproximada de 20° con buzamiento Norte y dirección E—W.

— **Potencia de las capas.**— Será necesario confirmarlo y para ello se ha previsto un plan de investigación detallado, dado que no se ha podido obtener

ningún dato de superficie. La presencia general en el paquete TORRE de tres capas: "capa Mora", "capa 4^a" y "capa 5^a", nos ha permitido suponer su continuidad en esta zona seleccionada, habiendo considerado una potencia de 0,70, 0,40 y 0,40 m respectivamente.

Intercapas.— Se ha considerado una separación entre capas de 20 m entre la capa Mora y la capa 4^a y de 25 m entre ésta y la capa 5^a, constituidas fundamentalmente por pizarras y areniscas, con una proporción de 1 a 2. A techo y muro de las capas, es típico la presencia de una franja de pizarras en parte carbonosas.

Pendiente topográfica.— Los afloramientos siguen sensiblemente la dirección de las curvas de nivel en el entorno seleccionado, pero la pendiente del terreno en el sentido normal al rumbo de las capas presenta una fuerte pendiente variable entre 15 y 30^o y contraria al buzamiento de las mismas. A efectos del modelo se ha supuesto de 20^o.

Recubrimiento zona alterada.— El tipo de vegetación presente y la densidad de la misma sugiere un espesor de suelo de 1–2 metros, pudiéndose estimar por tanto del mismo orden el espesor de zona alterada a efectos de su arranque con medios mecánicos convencionales.

Accesos.— No existe acceso directo hasta la cota superior del área seleccionada; sin embargo, su proximidad a la antigua carretera Nacional permitirá el trazado o de una pista cuyo enlace con la misma podría situarse a la altura del P.K. 324, y que exigirá un desarrollo de unos 100–200 m que había que acondicionar totalmente.

— **Vertederos.**— La disposición de las capas de carbón cuyos afloramientos se sitúan en cotas crecientes desde la capa 5^a hasta la capa Mora, sugiere una planificación para la explotación prevista, que iniciándose por la capa 5^a, permitiera depositar en el hueco dejado por ésta, los estériles de la capa inmediatamente superior, (capa 4^a), y en el de ésta, los provenientes de la explotación de la capa Mora. De acuerdo con este proceso, sólo sería necesario verter al exterior los materiales estériles producto de la explotación de la capa inferior (capa 5^a) que deberían ser vertidos en la zona central de la corrida, a media ladera y a muro de la misma.

— **Actividad minera.**— No se aprecia ningún tipo de actividad minera en el entorno de la zona seleccionada, ni se tiene conocimiento de actividad alguna en el pasado inmediato.

B) TORRE-2

Ubicada en el mismo paquete TORRE, al Este de TORRE-1, su prolongación se ha interrumpido por la proximidad a la carretera (se ha establecido como criterio, limitar las zonas seleccionadas en proximidades de vías de comunicación de primer orden, carreteras, ferrocarriles, etc. a una distancia superior a los 50-100 m).

Los criterios para establecer las características fundamentales de esta zona han sido los mismos que los tenidos en cuenta en el modelo anterior de TORRE-1, por ello, sólo resumiremos sus parámetros fundamentales:

— **Afloramientos.**— Se sitúan al norte de la antigua Carretera Nacional VI entre los P.K. 361 y 363. Se estima una longitud de corrida explotable de 1.300 m.

— **Buzamiento de las capas.**— Con una dirección aproximada de las capas N-80 a N-120, las capas manifiestan una pendiente de 15 a 25° con buzamiento Norte. A efectos del modelo se ha estimado este parámetro en 20°.

— **Potencia de las capas.**— Al igual que en TORRE-1, se admite la presencia de tres capas, cuya disposición de Norte a Sur sería: capa Mora, capa 4ª y capa 5ª, con potencias de 0,70, 0,40 y 0,40 m respectivamente.

Intercapas.— Igual disposición y características de los materiales que el modelo anterior.

Pendiente topográfica.— En la dirección normal al rumbo de las capas, se mantiene la pendiente de 15 a 30° según zonas, contraria al buzamiento de las mismas, estimada para el modelo TORRE-1. En la dirección de los afloramientos, éstos se mantienen sensiblemente siguiendo una curva de nivel.

Recubrimiento zona alterada.— Se estima en el orden de los 2 metros en base a los mismos criterios del modelo anterior.

Accesos.— Exigen la realización de una pista de unos 200 m de longitud para enlazar con la carretera próxima a la altura del P. K. 361, que exigiría la ejecución completa de trazado, excavación y reafirmado.

Vertederos.— Debido a la semejante disposición de las capas con respecto al modelo de TORRE-1, el criterio básico establecido allí, sirve para este modelo, pudiendo utilizar como zona de vertido para el volumen de estéril de la capa 5ª la zona más oriental del área seleccionada.

Actividad minera.— No se conoce la existencia actual de explotaciones montadas a lo largo de la corrida ocupada por el modelo.

C) TORRE—3

Se trata de una de las estructuras más favorables de toda el área geológica estudiada, dado que está constituida por una colina alargada de dirección N—S, donde las capas, que forman un anticlinal—sinclinal muy suaves, afloran en todas sus vertientes. Esto permitiría una minería de contorno a cielo abierto, hasta su límite económico, pudiendo ser complementada en una explotación por interior, o mediante un sistema "Angering".

Está ubicada en la parte más meridional del denominado TRAMO—TORRE.

Los datos estructurales, así como de potencia de capas, están tomados a partir del corte estratigráfico núm. 21 del estudio geológico básico así como de la información obtenida en una explotación recientemente abierta de Alfredo Viloria y de nuestra propia observación en campo.

Afloramientos.— La corrida total de los afloramientos que se pueden seguir con ligeras interferencias y que rodean la colina es de unos 4.200 m aproximadamente, habiéndose localizado la presencia de dos fallas de dirección WNW—ESE y ENE—WSW que desplazan las capas de 200 a 260 m.

— **Buzamiento de las capas.**— Como se ha dicho, la estructura forma un anticlinal—sinclinal de dirección E—W, de forma que los buzamientos medios en cada flanco de pliegue serían de N a S.: 18—20° N (flanco Norte del anticlinal), 10—20° S (flanco Sur anticlinal o flanco N del sinclinal) y 25—35° N (flanco Sur del Sinclinal).

— **Potencia de las capas.**— El corte estratigráfico mencionado, no establece para la capa Mora, única que contempla, una potencia que pudiera considerarse explotable. Este corte, que se sitúa en el borde sur—oriental de la zona seleccionada, no puede ser representativo.

Sin embargo, de los datos obtenidos en la nueva explotación ubicada sobre afloramientos en la vertiente W de la colina próxima a la zona de falla, se deduce una potencia media explotable de la capa Mora de 0,60—0,70 m, con carbón de peor calidad que las otras dos capas: capa Juanita (o 4ª), situada a 15—18 m por debajo de la capa Mora, y capa María (o 5ª) a 8—9 m debajo de la capa Juanita (o 4ª), para las cuales se han medido potencias iguales de 0,35—0,45 m.

A efectos de modelo se han estimado potencias de 0,70 m para la capa Mora y de 0,40 m para la 4ª y 5ª.

— **Intercapas.**— Están constituidas fundamentalmente por areniscas de grano fino, con ligeras intercalaciones de pizarras, que aparecen especialmente a techo y muro de las propias capas. Su espesor varía de 15 a 19 m para la intercapa comprendida entre la capa Mora y la capa 4ª y de 8 a 9 m entre ésta y la capa 5ª.

— **Pendiente topográfica.**— En la vertiente norte, la pendiente natural del terreno varía de 15 a 18°, en la vertiente sur puede estimarse de 15° y de 15 a 30° para los flancos E y W.

Esta diversidad de pendientes, así como la disposición estructural de las capas ha seguido a efectos de estudio la diferenciación de cuatro modelos denominados correlativamente TORRE-3 A, TORRE-3 B — TORRE-3 C y TORRE-3 D, de los que se hará mención a efectos de cubicación.

— **Recubrimiento y zona alterada.**— Toda la zona seleccionada, está recubierta de vegetación de muy escaso desarrollo y de pequeña densidad. Se estima un espesor medio de suelo y material rocoso alterado de 2 m aproximadamente.

— **Accesos.**— Existen actualmente dos pistas de accesos que permiten la comunicación de las actuales explotaciones de Minas de Campomanes y de Vitoria con Torre del Bierzo y que discurren lateralmente al Este y Oeste de la zona seleccionada que podrá ser utilizada para servicio de las futuras explotaciones; estando previsto su acondicionamiento y mejora.

— **Vertederos.**— Dado el carácter de minería de contorno que sugiere la disposición estructural de las capas, se podría practicar una minería de transferencia a partir de un primer hueco o panel de explotación, que exigiría vertedero exterior. La pendiente suave de las distintas vertientes de la colina ofrecen la posibilidad ideal para ubicación del vertedero, sin gran deterioro del paisaje.

— **Actividad minera.**— Existen vestigios de antiguas explotaciones subterráneas en la zona noroeste, de las que aún queda la presencia de pequeñas escombreras.

En la actualidad sólo se encuentra en actividad una explotación abierta por la empresa Vitoria Hnos., que inició su actividad en abril del presente año y que está localizada sobre la capa Mora en el flanco occidental de la colina.

D) TORRE-4

Está localizada al Oeste de Santa Marina de Torre. Se trata de una zona donde la escasez de afloramientos no permite definir con precisión los parámetros del modelo.

— **Afloramientos.**— Se estima una corrida de 500 m en la vertiente W de la colina entre las dos fallas de dirección E—W que cortan la estructura y de unos 300 m al N de la falla superior.

— **Buzamiento de las capas.**— Las capas muestran una dirección de $N-70^{\circ}$ a $N-90^{\circ}$ y un buzamiento de acuerdo con los datos tomados en campo de 0 a 10° N.

— **Potencia de las capas.**— Se ha localizado la presencia de tres capas de carbón que deben corresponder con las denominadas capa Mora, capa 4^a y capa 5^a, aunque no se ha podido precisar con medidas directas en campo su potencia, debido a la ausencia de labores en superficie y a que las galerías existentes son impracticables. A efectos del modelo que nos ocupa se han estimado potencias medias de 0,70 m para la capa Mora y de 0,40 m para las capas 4^a y 5^a que se corresponden con valores índice de estas capas dentro del paquete TORRE.

— **Intercapas.**— La disposición de las bocas de mina antiguas permite estimar una potencia media de 15 y 18 m de techo a muro, que se correspondería con la intercapa entre la Capa Mora y la capa 4^a y entre ésta y la capa 5^a respectivamente, constituidas fundamentalmente por areniscas de grano medio a fino y con ligeras intercalaciones pizarrosas que mantienen su presencia a techo y muro de las capas.

— **Pendiente topográfica.**— La presencia de la falla permite diferenciar dos zonas de futura explotación a las que corresponden unas pendientes del terreno natural medidas en la dirección normal al buzamiento de 18 a 30° para la zona al norte de la falla y del orden de 10° para la zona sur. A efectos del modelo se ha estimado en 15° .

— **Recubrimiento y zona alterada.**— Se puede estimar del mismo orden que para el modelo anterior, esto es de 2 m de espesor.

— **Accesos.**— La proximidad de Santa Marina de Torre al área seleccionada que se comunica con la antigua carretera Nacional VI a través de carretera asfaltada, permitirá una comunicación fácil que sólo será necesario complementar con una pequeña pista local para enlace con la futura zona de explotación.

Vertederos.— La posibilidad de realizar una minería de contorno permite pensar en un sistema de transferencia de estériles a partir de un hueco inicial de forma semejante a como se ha previsto para el modelo anterior, favoreciendo de esta forma la restitución de la topografía primitiva.

Actividad minera.— Se ha localizado la presencia de cuatro galerías, hoy abandonadas, montadas sobre las capas 4ª y 5ª en la zona de afloramientos al norte de la falla E–W y una galería en dirección sobre la capa Mora al sur de la falla. De todas ellas se desconocen dimensiones e importancia de sus actividades pasadas aunque se supone de pequeña influencia debido a las dimensiones apreciables de sus escombreras.

3.2.— PAQUETE CHUCHU—ESTRECHAS

A) CHUCHU/ESTRECHAS—1

Se localiza en la zona más occidental de los afloramientos cartografiados del paquete CHUCHU previo a su recubrimiento por materiales terciarios.

La zona seleccionada está dentro del área de explotación de Virgilio Riesco, y comprende capas del paquete minero CHUCHU y de los niveles altos del Tramo de TORRE.

Está afectada por una estructura sinclinal/anticlinal que permite pensar en un especial interés para explotación por técnicas de cielo abierto.

— **Afloramientos.**— Se pueden seguir entre los arroyos de La Blañoseda y de las Arribas. Al E se interrumpen por la presencia de una falla de dirección N45E y por el oeste se pierden bajo el recubrimiento terciario. Se han estimado en una longitud aproximada de 1.300 m.

— **Buzamiento de las capas.**— Varían entre los 70° en las capas situadas en la zona meridional del paquete hasta los 10° (flanco sur del sinclinal), 15° en el flanco norte del sinclinal y 50–70° en el flanco Norte del anticlinal.

— **Potencia de las capas.**— Debido a la actividad minera en el área que abarca la zona seleccionada, se tiene una gran información del comportamiento de las capas que aparecen en la serie.

Así, pues, de techo a muro para las distintas capas tienen las siguientes potencias medias:

Capa núm. 1	potencia media: 0,32 m
Intercapa	potencia 26 m arenisco/pizarras(1/1)
Capa núm. 2	potencia media entre 0,50 y 0,70 m.
Intercapa	potencia 12–14 m arenisca/pizarra (4/1)
Capa núm. 3	potencia media: 0,38–0,50 m
Intercapa	potencia 22 m arenisca/pizarra (8/1)
Capa núm. 4	potencia media: 0,40 m
Intercapa	potencia 19 m (arenisca/pizarra (7/1)
Capa Gloria	potencia media: 0,17 m
Intercapa	potencia 35 m arenisca/pizarra (1/1)
Capa CHUCHU	potencia media: 0,50 a 0,90 m
Intercapa	potencia 10 m de pizarras
Carbonero	potencia media: 0,25 m
Intercapa	potencia 18 m arenisca/pizarra (1/1)
Capa Pilar	potencia media: 0,45 m
Intercapa	potencia 18 m arenisca/pizarra (1/1)
Capa núm. 9	potencia media: 0,25 m
Intercapa	potencia 25 m de arenisca/pizarra (3/1)

A muro de esta capa aparecen varios carboneros de 0,20–0,15 m de potencia con fuertes intercalaciones de estéril.

– **Pendiente topográfica.**— El terreno forma una elevación entre los dos arroyos antes mencionados, de forma que en la dirección de las capas, la pendiente topográfica alcanza valores de 10 a 16° en la ladera W y de 10 a 20 en la ladera E. En la dirección normal al rumbo de las capas, la ladera sur muestra una pendiente de 7 a 10° concordante con buzamiento. En el flanco norte del anticlinal dicha pendiente se suaviza hasta 2–3° en sentido contrario al buzamiento de las capas.

– **Recubrimiento y zona alterada.**— Todo el área seleccionada se encuentra recubierta de arbustos de escaso desarrollo que permiten suponer un espesor de zona alterada a efectos de su arranque directo del orden de los 2 metros.

– **Accesos.**— Actualmente existe una pista de acceso desde TORRE DEL BIERZO, que sirve de comunicación con las explotaciones de Virgilio Riesco y que discurre por la margen derecha del Arroyo de la Blañoreda. Desde Santa Marina de Torre, por la margen derecha del Arroyo de Arribas también se puede acceder hasta la futura zona de explotación. Ambos accesos son practicable en la actualidad y solamente exigirían un arreglo del firme en ciertos tramos.

– **Vertederos.**— Los estériles de las distintas cortas podrían ser depositados al norte de la zona seleccionada y a techo de la primera capa de la serie a ambos lados de la colina que se alza entre los dos arroyos mencionados.

La disposición escalonada de las distintas cortas podría permitir mediante una planificación adecuada transferir los estériles a los huecos de explotaciones anteriores, lo que exigiría iniciar la explotación de abajo a arriba, esto es iniciando la explotación de los afloramientos ubicados a menor cota.

– **Labores mineras.**— La zona seleccionada está incluida dentro del conjunto de concesiones de Virgilio Riesco, S.A. que actualmente explota por interior las capas 2, 3 y 6 (CHUCHU). Las capas 4^a y 5^a (Gloria), están prácticamente vírgenes, habiendo sido explotadas en muy pequeñas corridas.

Las capas del paquete de Estrechas, no han sido objeto de laboreo alguno y los únicos trabajos que se han visto son dos bocas de mina abandonadas que se cortan rápidamente (con probabilidad en la capa Pilar).

B) CHUCHU/ESTRECHAS—2

Los datos de las capas han sido tomados de la explotación subterránea de la mina de Campomanes Hnos. S.A.

– **Afloramientos.**— Se localizan entre el Arroyo de la Blañoseda y el del Pontón o Santa Cruz. Están limitados por dos fallas de dirección N45E.

Se ha estimado una corrida aproximada de 1.200 m.

– **Buzamiento de las capas.**— Las capas de carbón, muestran por lo general una pendiente subvertical estando comprendida entre 40 y 65° con buzamiento Norte. A efectos del modelo se ha tomado como valor medio representativo la pendiente de 50°.

Potencia de las capas e intercapas.— Del conocimiento que se tiene del comportamiento de las capas en el interior se han podido estimar los siguientes valores en cuanto a potencia de las capas presentes en la serie y de los espesores y características de las intercapas:

De techo a muro se han localizado:

Capa núm. 1	potencia media: 0,23 m
Intercapa	espesor 31 m areniscas y pizarras
Capa núm. 2	potencia media 0,55–0,65 m
Intercapa	espesor 35 m areniscas y pizarras
Carbonero	potencia media: 0,30 m
Intercapa	espesor 9,5 m areniscas y pizarras
Capa núm. 3	potencia media: 0,18 m
Intercapa	espesor 34 m areniscas y pizarras
Capa núm. 4	potencia media 0,65–0,70 m
Intercapa	espesor 31 m areniscas y pizarras
Capa núm. 5	potencia media 0,46 m
Intercapa	espesor 55 m areniscas y pizarras
Capa núm. 6 (CHUCHU)	potencia media: 0,70–0,80 m
Intercapa	0,5 m de pizarra
Carbonero	0,16 m de potencia
Capa núm. 7	potencia media: 0,31 m
Intercapa	espesor 18 m areniscas y pizarras
Carbonero	potencia media 0,27 m
Intercapa	espesor 3–4 m areniscas y pizarras
Capa núm. 8	potencia media: 0,23 m
Intercapa	espesor 35 m areniscas y pizarras
Capa núm. 9	potencia media: 0,11 m
Intercapa	espesor 9 m areniscas y pizarras
Capa núm. 10	potencia media: 0,19 m

A muro de esta última capa existen más de 200 m de areniscas y pizarras improductivas antes de llegar al denominado Paquete de Anchas.

A techo de esta serie, se encuentra el Paquete Navaleo con las capas 1, 2 y 3 que en esta zona seleccionada tienen todas una potencia inferior a los 0,20 m, allí donde se las ha cortado (corte núm. 21).

A efectos del modelo para estimar el potencial de reservas explotables a cielo abierto se han considerado solamente las siguientes capas con sus respectivas potencias medias:

- Capa núm. 2 potencia media 0,60 en toda su corrida
- Capa núm. 4 potencia media 0,60 en toda su corrida
- Capa núm. 5 potencia media 0,46 en toda su corrida
- Capa núm. 6 (CHUCHU) potencia media 0,70 en toda su corrida
- Capa núm. 7 potencia media 0,31 en toda su corrida

No habiendo considerado las capas con potencia menor de 0,30 m.

– **Pendiente topográfica.**— El relieve forma una pequeña colina alargada en dirección N–S con pendientes de 10–12° en las laderas W y E y en la dirección normal al rumbo de las capas de 5 a 7° concordante con el buzamiento.

– **Recubrimiento y zona alterada.**— Las características de vegetación que se observa en superficie son las mismas que las de la zona anterior, a base de arbustos de pequeño desarrollo, por lo que se ha estimado igualmente que en el caso anterior un espesor de meteorizado del orden de los 2 metros.

– **Accesos.**— Actualmente se puede acceder a la zona seleccionada a través del camino que desde el pueblo de Santa Cruz de Montes comunica con las instalaciones de la mina de Campomanes Hnos. S.A. y también con el que desde Torre del Bierzo comunica con la citada mina por la margen izquierda del Arroyo del Pontón.

– **Vertederos.**— Como zona posible para ubicar las escombreras de estériles se puede pensar inicialmente en la superficie ocupada al muro de la última capa explotable, sobre el tramo de Estrechas que en esta zona se sabe es improductivo.

De igual forma que se ha comentado anteriormente la disposición escalonada de las futuras cortas, sugiere mediante una planificación adecuada, la transferencia del propio estéril de las cortas superiores al hueco dejado por la explotación de las capas situadas a menor cota.

– **Actividad minera.**— Se tiene conocimiento de que en el pasado la empresa Campomanes Hnos. S.A., explotó las capas núm. 2, 4 y 6 mediante laboreo de interior.

3.3.— PAQUETE DE LAS ANCHAS

Se trata del paquete situado en la parte más meridional del área investigada, constituyendo la base del carbonífero productivo y en contacto con el Ordovícico–Silúrico.

Se han seleccionado en él las siguientes áreas favorables.

A) ANCHAS–1

Se localiza en el extremo occidental del paquete, limitada por dos fallas que cortan la serie de capas presentes en él.

Afloramientos.— Se localizan en la cabecera del Arroyo de las Arribas, al sur del pueblo de Santa Marina de Torre. Su desarrollo está interrumpido por dos fallas de dirección N-30° y N-155° que limitan la longitud de la corrida por el E y el W respectivamente a unos 600 m aproximadamente.

Buzamiento de las capas.— De los afloramientos cartografiados en superficie se ha podido observar un buzamiento subvertical de 70° N aproximadamente que se ha considerado característico de este paquete.

— **Potencia de las capas e intercapas.**— Sólo han podido recogerse datos típicos de las capas Manuela y Modesta (13 y 14 respectivamente), aunque se tiene conocimiento de la presencia de otras tres capas, cuyos valores han sido extrapolados de los conocidos en zonas próximas.

De techo a muro se encuentran presentes los siguientes pasos de carbón con sus intercapas:

Capa de carbón	potencia media 0,35 m
Intercapa	espesor 12 m arenisca/pizarra 2/1
Capa Manuela (13?)	potencia media 0,50 m
Intercapa	espesor con arenisca/pizarra 1/1
Capa Modesta (14?)	potencia media 0,90 m
Intercapa	espesor 10 m arenisca/pizarra 1/1
Capa carbón	potencia media 0,70 m
Intercapa	espesor 32 m arenisca/pizarra 4/1
Capa María	potencia media 0,50 m

Estando por tanto la serie considerada comprendida en una potencia de 77 m aproximadamente.

A muro de la capa María, aparece un estrato bastante potente de arenisca hasta su contacto definitivo con el Ordovícico—Silúrico que limita la serie carbonífera.

Pendiente topográfica.— En la dirección normal al rumbo de las capas, el relieve se muestra bastante suave, concordante con el buzamiento de las capas y con pendientes que varían de 5 a 9°. A efectos de modelización de la estructura se ha considerado una pendiente media de 7°.

— **Recubrimiento y zona alterada.**— Al igual que en las áreas anteriores, se ha considerado un espesor meteorizado de 2—3 m.

— **Accesos.**— La proximidad de este área seleccionada con la denominada CHUCHU—1, permite considerar como accesos principales los mismos que sirvan de comunicación con aquélla, sin más que su prolongación, que se puede estimar en unos 200 m aproximadamente y que será necesario ejecutar completamente.

— **Vertederos.**— Es zona favorable para la ubicación del vertedero, la situada al WNW de su límite occidental, sobre el relleno terciario.

— **Labores mineras.**— Se ha podido localizar una chimenea sobre la capa María (a muro de la serie considerada), que permite pensar que ha sido objeto de explotación por interior.

También se han podido observar la presencia de algunas labores (galerías) sobre la capa Manuela, aunque se desconoce su importancia.

B) ANCHAS-2

Se localiza al E de la zona anterior sobre el mismo paquete.

— **Afloramientos.**— Se pueden seguir como prolongación por el E de las capas presentes en la zona denominada ANCHAS, aunque desplazadas unos 50 m al N por efecto de la falla.

Su corrida se encuentra limitada por dos fallas al E y W de dirección muy semejante N-155°. Se estima por tanto una longitud aproximada de 1.500 m.

— **Buzamiento de las capas.**— Como es característico para las capas de este paquete, su pendiente es muy constante y puede considerarse de 70° un buzamiento Norte.

— **Potencia de las capas e intercapas.**— Los datos para caracterizar las distintas capas presentes en la serie se han obtenido del corte estratigráfico núm. 3, levantado en la mina actualmente en explotación propiedad de la Sociedad Campomanes Hnos. S.A.

Así, se puede distinguir de techo a muro:

Capa de carbón C-13	potencia media 0,50 m
Intercapa	espesor 26 m arenisca/pizarra 1/4
Capa de carbón C-14	potencia media 0,70 m
Intercapa	espesor 10-11 m arenisca/pizarra 4/1
Capa de carbón C-15	potencia media 0,70 m
Intercapa	espesor 15-16 m de pizarras
Capa de carbón	potencia media 0,18 m
Intercapa	espesor 20 m arenisca/pizarra
Capa C-16	potencia media 0,65 m

A muro de este último paso de carbón existe un potente banco de arenisca hasta el límite del carbonífero.

– **Pendiente topográfica.**— El relieve del terreno muestra una pendiente muy poco pronunciada en la dirección normal al rumbo de las capas, esto es en la dirección N–S, habiéndose tomado como media a lo largo de la corrida seleccionada una pendiente de 4° concordante con el buzamiento de las capas. Sin embargo, en el sentido longitudinal, a lo largo de la corrida de las capas, la presencia de dos arroyos de dirección N–S, es la causa de que existan fuertes pendientes de ladera, con pendientes de 10° a 25° .

– **Recubrimiento y zona alterada.**— Se ha considerado un espesor de montera alterada de 2–3 m a lo largo de toda la corrida, aunque es posible que localmente (zona baja de ladera) puede alcanzar espesores superiores a 4–5 m.

– **Accesos.**— Puede ser utilizado el camino de curso a las instalaciones de la mina propiedad de Virgilio Riesco, que discurre, paralelo al Arroyo de la Blañoseda y permite comunicación con la antigua Carretera Nacional VI. Su estado actual obligará a un reacondicionamiento del firme, ya que tiene en algunos puntos muy deteriorada su capa de rodadura, así como al ensanche y mejora de su trazado, con rectificación de curvas que por su corto radio de giro, dificultan la maniobrabilidad de unidades de transporte tipo tres ejes.

Vertederos.— Deberá ser utilizada la franja improductiva a techo de la capa 13 buscando una disposición de los estériles en forma escalonada, tanto para una correcta planificación del vertedero, como para una reclamación posterior del mismo.

Labores mineras.— Actualmente la sociedad Campomanes Hnos. S.A., explota por labores de interior las capas 13, 15 y 16 al E de la zona seleccionada. Existen labores antiguas sobre las diversas capas presentes, aunque se desconoce su importancia en cuanto a dimensiones de las labores y superficie influenciada de las mismas.

Equipo	Area	Long. Afloram.	Buzamiento Capas	Nombre Capas	Potencia Capas	Pendiente Topografica	Espesor Intercapas
Torre	Torre - 1	1.300	20° N	Mora	0,70	- 20°	-
		1.300	20° N	Cuarta	0,40	- 20°	-
		1.300	20° N	Quinta	0,40	- 20°	-
	Torre - 2	800	20° N	Mora	0,70	- 20°	-
		800	20° N	Cuarta	0,40	- 20°	-
		800	20° N	Quinta	0,40	- 20°	-
	Torre - 3 A	1.400	10° N	Mora	0,70	- 17°	-
		1.400	10° N	Cuarta	0,40	- 17°	8
		1.400	10° N	Quinta	0,40	- 17°	-
	Torre - 3 B	900	0°	Mora	0,70	- 20°	-
		900	0°	Cuarta	0,40	- 20°	8
		900	0°	Quinta	0,40	- 20°	-
	Torre - 3 C	1.700	30° N	Mora	0,70	- 9°	-
		1.700	30° N	Cuarta	0,40	- 9°	-
		1.700	30° N	Quinta	0,40	- 9°	-
	Torre - 3 D	400	0°	Mora	0,70	- 15°	-
		400	0°	Cuarta	0,40	- 15°	19
		400	0°	Quinta	0,40	- 15°	8
	Torre - 4	1.100	0°	Mora	0,70	- 15°	-
		1.100	0°	Cuarta	0,40	- 15°	15
		1.100	0°	Quinta	0,40	- 15°	18
Chuchu Estrechas	Chuchú - 1	1.300	45° N	Segunda	0,60	- 2°	14
		1.300	45° N	Tercera	0,40	- 2°	-
		1.300	45° N	Cuarta	0,40	9°	-
		1.300	45° N	Chuchú	0,70	9°	-
		1.300	45° N	Pilar	0,45	9°	30
		1.300	45° N	Carbonero	0,25	9°	-
	Chuchú - 2	1.200	50° N	Segunda	0,60	6°	-
		1.200	50° N	Cuarta	0,60	6°	-
		1.200	50° N	Quinta	0,46	6°	-
		1.200	50° N	Sexta	0,70	6°	-
1.200		50° N	Septima	0,31	6°	-	
Anchas	Anchas - 1	600	70° N	Capa A	0,35	7°	-
		600	70° N	Manuela	0,50	7°	42
		600	70° N	Modesta	0,90	7°	-
		600	70° N	Capa B	0,70	7°	-
		600	70° N	Maria	0,50	7°	-
	Anchas - 2	1.000	70° N	Trece	0,70	4°	-
		1.000	70° N	Catorce	0,70	4°	-
		1.000	70° N	Quince	0,80	4°	12
		1.000	70° N	Dieciseis	0,70	4°	-

4.- DETERMINACION DE LAS RESERVAS POTENCIALES DE CARBON EXPLOTABLE A CIELO ABIERTO

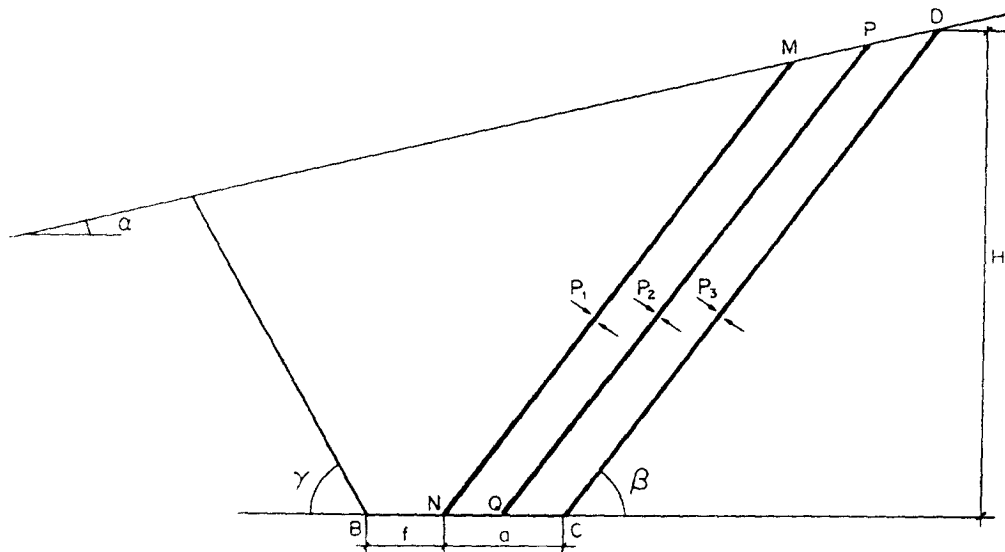
De acuerdo con la metodología establecida por el IGME, el proceso de cálculo para la determinación del potencial de reservas económicamente explotables a cielo abierto, exige la definición de un "modelo idealizado" del yacimiento que permita sintetizar lo más representativamente posible la estructura y características del mismo así como los criterios de operación y estabilidad para los taludes de la excavación en base al conocimiento geológico que se tiene de la zona en estudio.

En este sentido se ha podido sintetizar en los siguientes modelos básicos, las estructuras de yacimientos aplicables a las distintas áreas seleccionadas:

4.1.- MODELOS UTILIZABLES PARA CARACTERIZACION DE LAS AREAS SELECCIONADAS

1.- MODELO NUM. 1

Modelo de estructura, en el que la topografía es concordante con el buzamiento de las capas, y la pendiente de éstas es menor que el ángulo de talud estable para los estratos a muro de las capas.



Este modelo se corresponde con la figura adjunta en la que ABCD, repre-

senta el hueco final, MN, PQ y CD, las distintas capas de carbón presentes.

Para su definición es necesario conocer o estimar los siguientes parámetros:

- Dirección y buzamiento medios de las capas de carbón presentes en la zona seleccionada.
- Potencias reales de las capas y espesores medios de las intercapas.
- Pendiente media del terreno, medida normalmente al rumbo las capas y representativa de la corrida de afloramientos.
- Pendiente del talud estable para los materiales presentes a techo de las capas.
- Estimación de la anchura mínima del fondo de corta en base a criterios de operación.

De acuerdo con las características geométricas de este modelo, y mediante la aplicación de criterios matemáticos elementales se puede obtener la siguiente expresión generalizada de los ratios de explotación (relación del volumen de estéril a mover en m³ por cada Tm de carbón extraída).

$$R_{lim} = \frac{[H - (a + f) \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\beta - \alpha)}] \frac{\text{Sen } (\beta - \alpha)}{\text{Sen } \beta \text{ Sen } (\alpha + \gamma)} + f + a - \frac{\Sigma p_i}{\text{Sen } \beta}}{\frac{1}{\text{Sen } \beta} \Sigma p_{id}}$$

$$R_{med} = \frac{\frac{1}{2} [H - (a + f) \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\beta - \alpha)}]^2 \frac{\text{Sen } (\beta - \alpha) \text{ Sen } (\gamma + \beta)}{\text{Sen}^2 \beta \text{ Sen } (\alpha + \gamma)} + f [H - (a + \frac{f}{2}) \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\beta - \alpha)}] + (a - \frac{\Sigma p_i}{\text{Sen } \beta}) [H - \frac{1}{2} a \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\beta - \alpha)}]}{\frac{1}{\text{Sen } \beta} \Sigma p_{id} [H - \frac{1}{2} a \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\beta - \alpha)}]}$$

Σp_i = Suma de las potencias reales medias de las distintas capas presentes en el modelo, expresadas en m.

H = Altura máxima de explotación medida desde el afloramiento de las capas hasta el fondo de corta expresado en m.

f = Anchura del fondo de corta mínimo necesario para operación en m.

α = Pendiente del terreno.

β = Pendiente de las capas

γ = Pendiente de los taludes de la excavación.

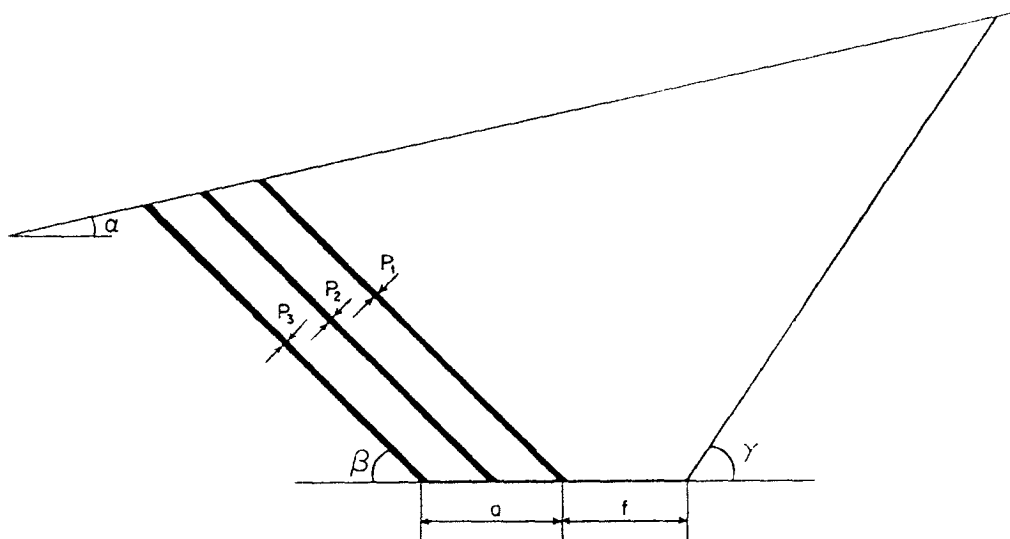
d = Densidad del carbón expresada en Tm/m³.

En base a las características descritas para las distintas áreas seleccionadas en el apartado anterior, este modelo ha sido aplicado a las siguientes áreas:

PAQUETE	AREA SELECCIONADA
CONSTANCIA – LA NUEVA	CEREZAL – 2
TORRE	TORRE – 6
TORRE	TORRE – 7. E.
CHUCHU–ESTRECHAS	CHUCHU – 2
CHUCHU – ESTRECHAS	CHUCHU – 4

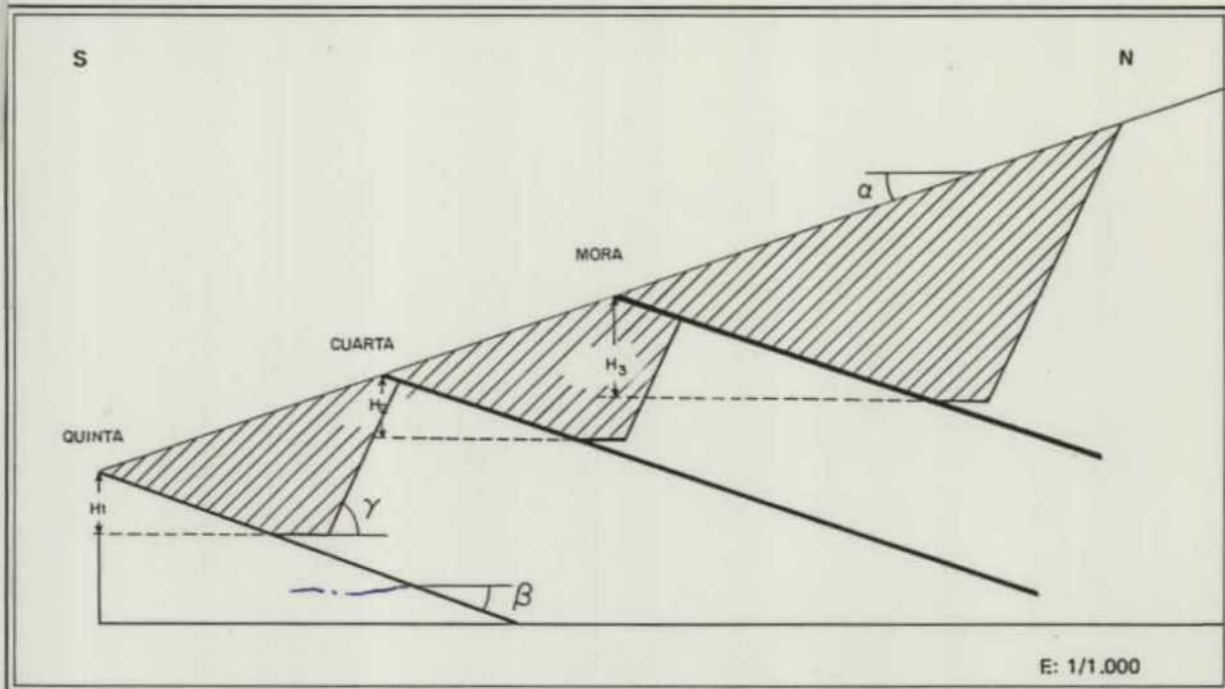
2.- MODELO-2

Se corresponde con el modelo de estructura en la que la pendiente del terreno es contraria al buzamiento de las capas y la pendiente de éstas es menor que la pendiente del talud estable de los materiales a muro.

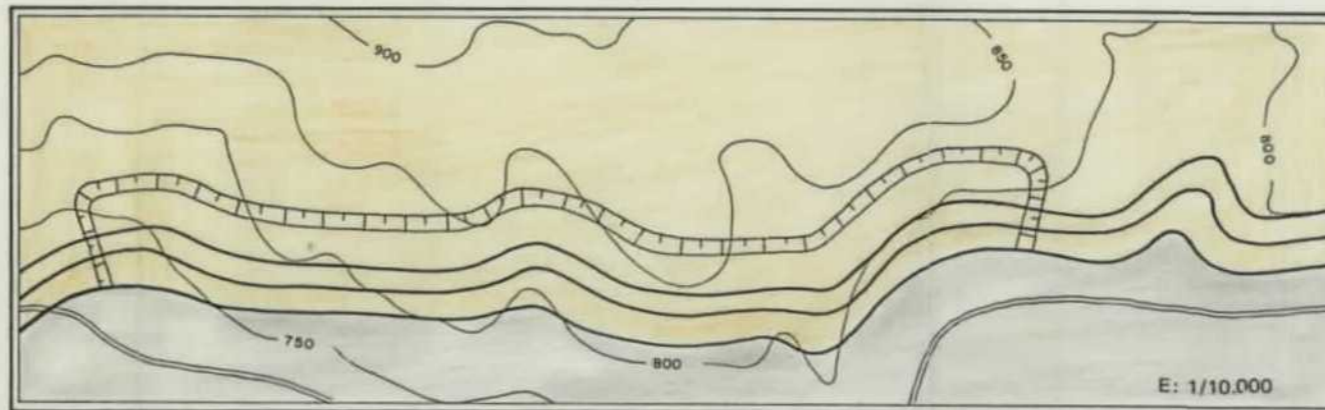


TORRE - 1 Y 2

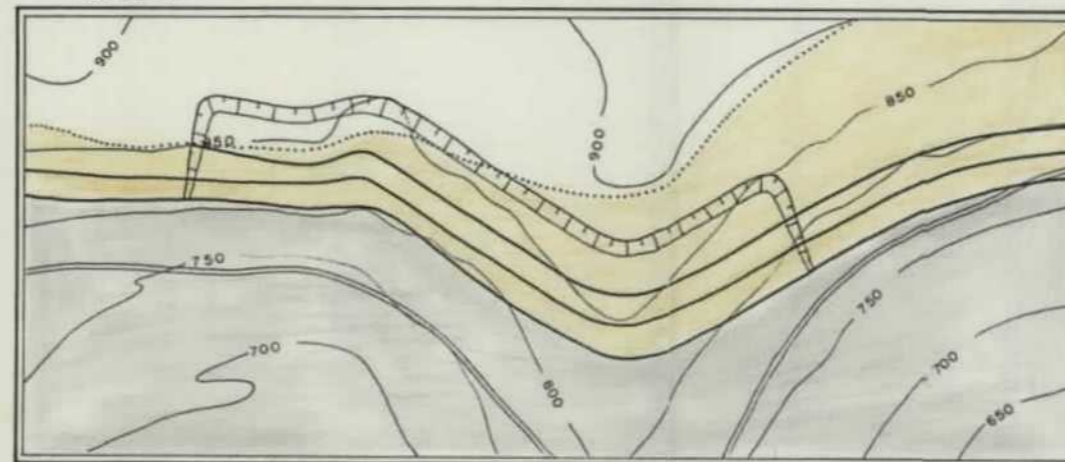
MODELO ESTRUCTURAL



CARTOGRAFIA GEOLOGICA (TORRE - 1)



TORRE - 2



$$R_m = \frac{\frac{1}{2} \left[H + (a + f) \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\alpha + \beta)} \right]^2 \frac{\text{Sen}^2 (\alpha + \beta)}{\text{Sen}^2 \beta \text{ Sen } (\gamma - \alpha)} + f \left[H + (a + \frac{1}{2} f) \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\alpha + \beta)} \right] + (a - \frac{\Sigma \text{pi}}{\text{Sen } \beta}) \left[H + \frac{1}{2} a \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\alpha + \beta)} \right]}{\frac{1}{\text{Sen } \beta} \Sigma \text{pid} \left[H + \frac{1}{2} a \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\alpha + \beta)} \right]}$$

- Terciario
- Tramo Torre
- Tramo Chuchú-Navaleo
- Taludes de techo y lateral
- Carretera

PARAMETROS DEL MODELO

$\alpha = 20^\circ$	Corrida (Torre - 1) = 1.300 m
$\beta = 20^\circ$	Corrida (Torre - 2) = 800 m
$\gamma = 60^\circ$	$P_v(\text{Mora}) = 4.364 \text{ pts/Tm}$
$f = 6 \text{ m}$	$P_v(4^a-5^a) = 5.011 \text{ pts/Tm}$
$P_1(\text{Mora}) = 0,70 \text{ m}$	$H_1 \text{ y } H_2 = 8,2 \text{ m}$
$P_1(\text{Cuarta}) = 0,40 \text{ m}$	$H_3 = 14,1 \text{ m}$
$P_1(\text{Quinta}) = 0,40 \text{ m}$	

RESULTADOS

	Torre - 1	Torre - 2
Reservas totales =	87.433 Tm	50.694 Tm
Esteril a mover =	1.628.822 m ³	905.359 m ³
Ratio medio =	18,63 m ³ /Tm	17,86 m ³ /Tm

Exige para su definición conocer o estimar los mismos parámetros indicados en el modelo anterior.

Las expresiones generalizadas de los ratios de explotación resultan ser para este modelo los siguientes:

$$R_{\text{lim}} = \frac{\left[H + (a + f) \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\alpha + \beta)} \right] \frac{\text{Sen } (\beta + \alpha)}{\text{Sen } \beta \text{ Sen } (\gamma - \alpha)} + f + a \cdot \frac{\Sigma \text{ pi}}{\text{Sen } \beta}}{\frac{1}{\text{Sen } \beta} \Sigma \text{ pid}}$$

$$R_{\text{med}} = \frac{\frac{1}{2} \left[H + (a + f) \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\alpha + \beta)} \right]^2 \frac{\text{Sen}^2 (\alpha + \beta)}{\text{Sen}^2 \beta \text{ Sen } (\gamma - \alpha)} + f \left[H + (a + \frac{1}{2} f) \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\alpha + \beta)} \right] + (a - \frac{\Sigma \text{ pi}}{\text{Sen } \beta}) \left[H + \frac{1}{2} a \frac{\text{Sen } \beta \text{ Se}}{\text{Sen } (\alpha + \beta)} \right]}{\frac{1}{\text{Sen } \beta} \Sigma \text{ pid} \left[H + \frac{1}{2} a \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\alpha + \beta)} \right]}$$

Con el mismo significado de los parámetros que el indicado.

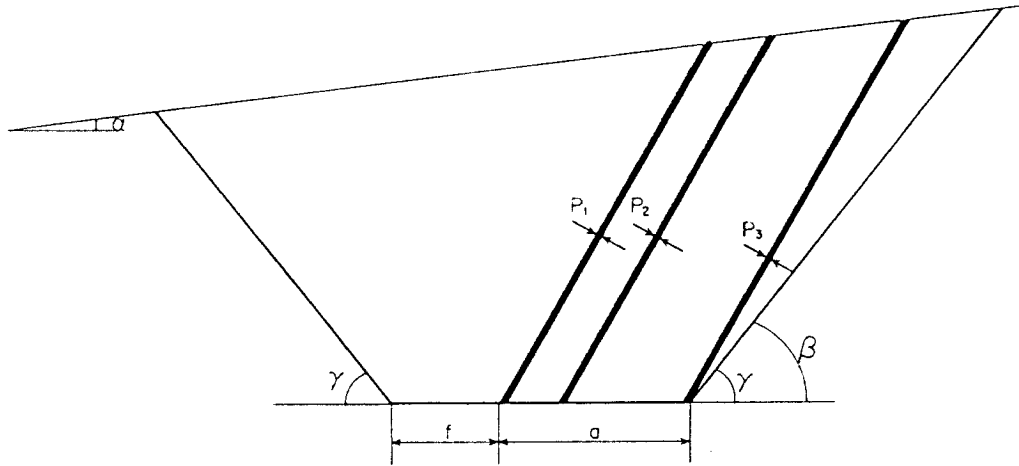
Este modelo, se ha tomado como representativo de las siguientes áreas seleccionadas:

PAQUETE	AREA SELECCIONADA
CONSTANCIA – LA NUEVA	CEREZAL – 1 CEREZAL – 3 VILLAR – 1 VILLAR – 2
SARITA	GRANJA – 1 GRANJA – 2
TORRE	TORRE – 1 TORRE – 2 TORRE – 3 A – CAPA MORA TORRE – 3 C TORRE – 5 TORRE – 6

3.- MODELO-3

Se corresponde con un modelo de estructura del yacimiento en el que la

pendiente del terreno es concordante con el buzamiento de las capas, pero la pendiente de éstas es mayor que el ángulo de talud estable para los materiales a muro de la excavación:



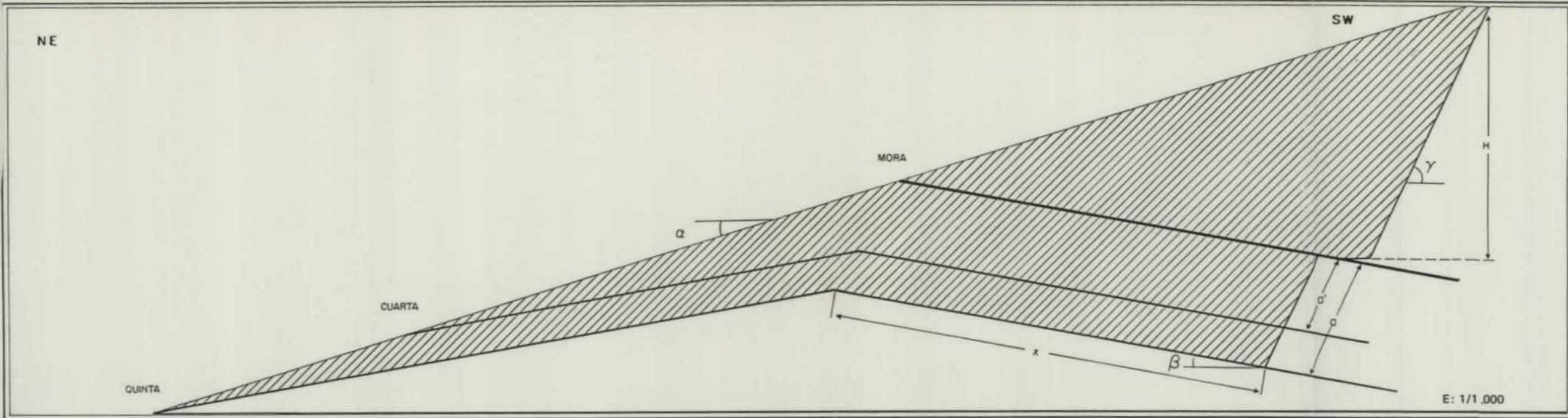
Con idéntico significado de los parámetros presentes en el modelo, descrito anteriormente.

Las expresiones generalizadas de los ratios de explotación resultan ser para este modelo los siguientes:

$$R_{lim} = \frac{\frac{H}{\text{Sen } \beta} \frac{\text{Sen } (\beta - \alpha)}{\text{Sen } (\gamma - \alpha)} + [H - (a + f) \frac{\text{Sen } \beta \text{ Sen } \alpha}{\text{Sen } (\beta - \alpha)}] \frac{\text{Sen } (\beta - \alpha)}{\text{Sen } \beta \text{ Sen } (\alpha + \gamma)} + f + a - \frac{\sum p_i}{\text{Sen } \beta}}{\frac{1}{\text{Sen } \beta} \sum p_{id}}$$

$$R_m = \frac{\frac{1}{2} [H - (a + f) \frac{\text{Sen } \beta \text{ Sen } \alpha}{\text{Sen } (\beta - \alpha)}]^2 \frac{1}{\text{Sen}^2 \beta} \frac{\text{Sen } (\beta - \alpha) \text{ Sen } (\gamma + \beta)}{\text{Sen } (\alpha + \gamma)} + \frac{1}{2} \frac{H^2}{\text{Sen}^2 \beta} \frac{\text{Sen } (\beta - \alpha) \text{ Sen } (\beta - \gamma)}{\text{Sen } (\gamma - \alpha)}}{\frac{1}{\text{Sen } \beta} \sum p_{id} [H - \frac{1}{2} a \frac{\text{Sen } \beta \text{ Sen } \alpha}{\text{Sen } (\beta - \alpha)}]}$$

$$\frac{f [H - (a + \frac{1}{2} f) \frac{\text{Sen } \beta \text{ Sen } \alpha}{\text{Sen } (\beta - \alpha)}] + (a - \frac{\sum p_i}{\text{Sen } \beta}) [H - \frac{1}{2} a \frac{\text{Sen } \beta \text{ Sen } \alpha}{\text{Sen } (\beta - \alpha)}]}{\frac{1}{\text{Sen } \beta} \sum p_{id} [H - \frac{1}{2} a \frac{\text{Sen } \beta \text{ Sen } \alpha}{\text{Sen } (\beta - \alpha)}]}$$

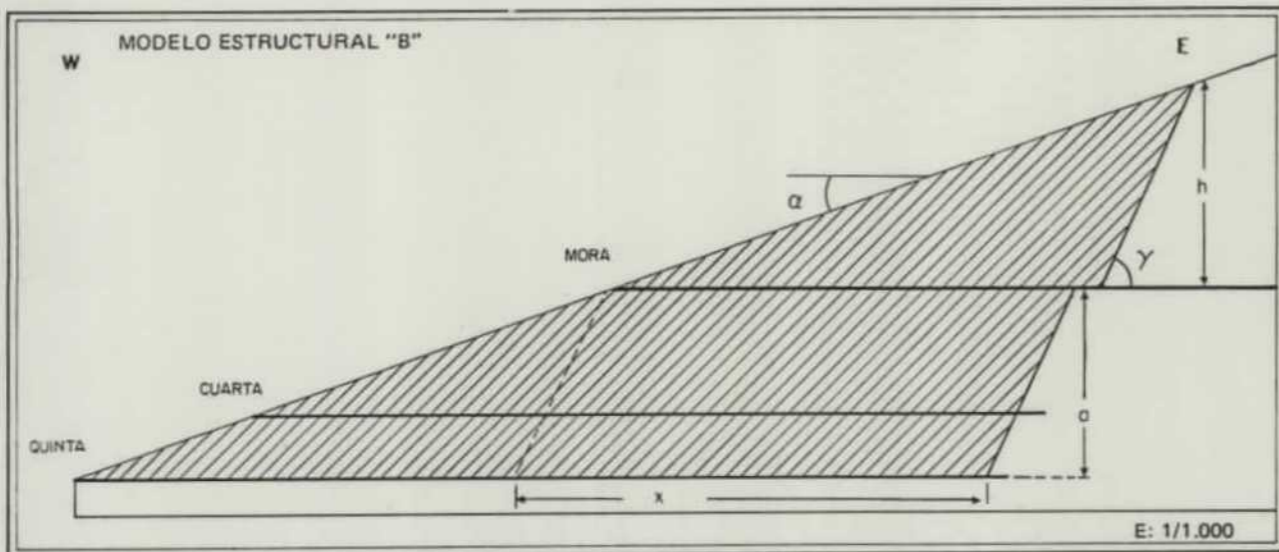


CAPA MORA

$$R_m = \frac{\frac{1}{2} [H + (a + \Gamma) \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\alpha + \beta)}]^2 \frac{\text{Sen}^2 (\alpha + \beta)}{\text{Sen}^2 \beta \text{ Sen } (\gamma - \alpha)} + f [H + (a + \frac{1}{2} \Gamma) \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\alpha + \beta)}] + (a - \frac{\Sigma p_i}{\text{Sen } \beta}) [H + \frac{1}{2} a \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\alpha + \beta)}]}{\frac{1}{\text{Sen } \beta} \Sigma p_i d [H + \frac{1}{2} a \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\alpha + \beta)}]}$$

CAPAS CUARTA Y QUINTA

$$R_m = \frac{\frac{1}{2} \frac{a^2}{\text{Sen}^2 (\gamma + \beta)} \frac{\text{Sen } (\gamma - \alpha) \text{ Sen } (\gamma - \beta)}{\text{Sen } (\alpha - \beta)} + a x}{(a p_1 + a' p_2) d \frac{\text{Sen } (\gamma - \alpha)}{\text{Sen } (\gamma + \beta) \text{ Sen } (\alpha - \beta)} + (p_1 + p_2) d x}$$



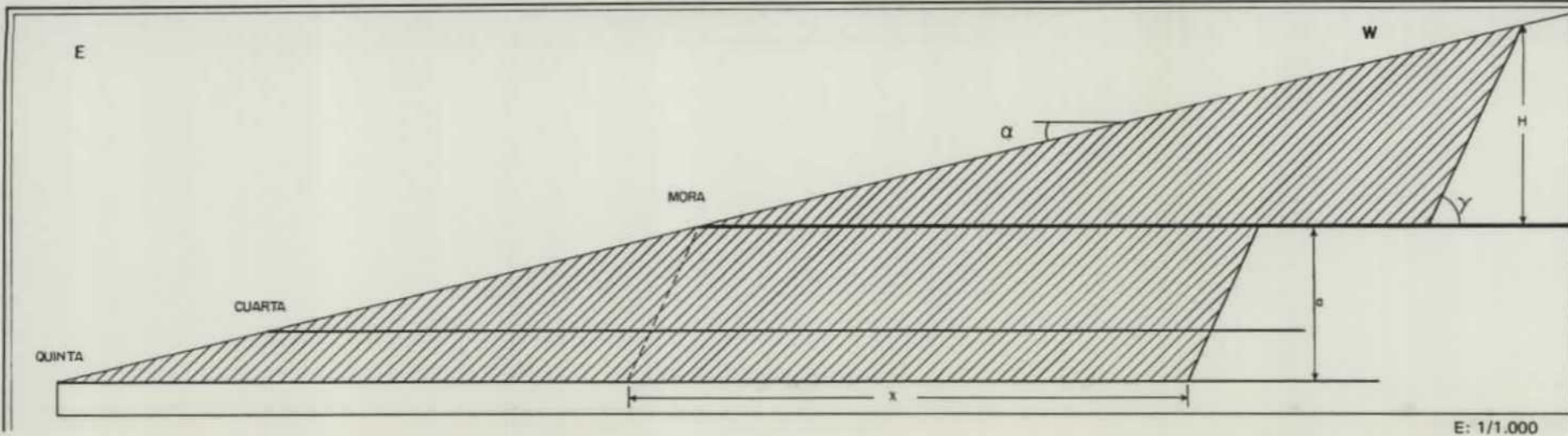
PARAMETROS DEL MODELO "A"

- $\alpha = 17^\circ$
- $\beta = \beta' = 10^\circ$
- $\gamma = 60^\circ$
- $P_1 (\text{Mora}) = 0,70 \text{ m}$
- $P_2 (4^a \text{ y } 5^a) = 0,80 \text{ m}$
- $a = 27 \text{ m}$
- $a' = 19 \text{ m}$
- Corrida = 1.400 m
- $P_v (\text{Mora}) = 4.364 \text{ pts/Tm}$
- $P_v (4^a \text{ y } 5^a) = 5.011 \text{ pts/Tm}$
- $H_1 = 18,00 \text{ m}$
- $X = 103,5 \text{ m}$

PARAMETROS DEL MODELO "B"

- $\alpha = 20^\circ$
- $\beta = 0^\circ$
- $\gamma = 60^\circ$
- $P_1 (\text{Mora}) = 0,70 \text{ m}$
- $P_2 (4^a \text{ y } 5^a) = 0,80 \text{ m}$
- $a = 27 \text{ m}$
- Corrida = 900 m
- $P_v (\text{Mora}) = 4.364 \text{ pts/Tm}$
- $P_v (4^a \text{ y } 5^a) = 5.011 \text{ pts/Tm}$
- $H_1 = 34,3 \text{ m}$
- $X = 64,4 \text{ m}$

MODELO ESTRUCTURAL "D"



PARAMETROS DEL MODELO "D"

- $\alpha = 15^\circ$
- $\beta = 0^\circ$
- $\gamma = 65^\circ$
- $P_1 (\text{Mora}) = 0,70 \text{ m}$
- $P_2 (4^a \text{ y } 5^a) = 0,80 \text{ m}$
- $a = 27 \text{ m}$
- Corrida = 400 m
- $P_v (\text{Mora}) = 4.364 \text{ pts/Tm}$
- $P_v (4^a \text{ y } 5^a) = 5.011 \text{ pts/Tm}$
- $H_1 = 34,5 \text{ m}$
- $X = 98,5 \text{ m}$

CAPA MORA

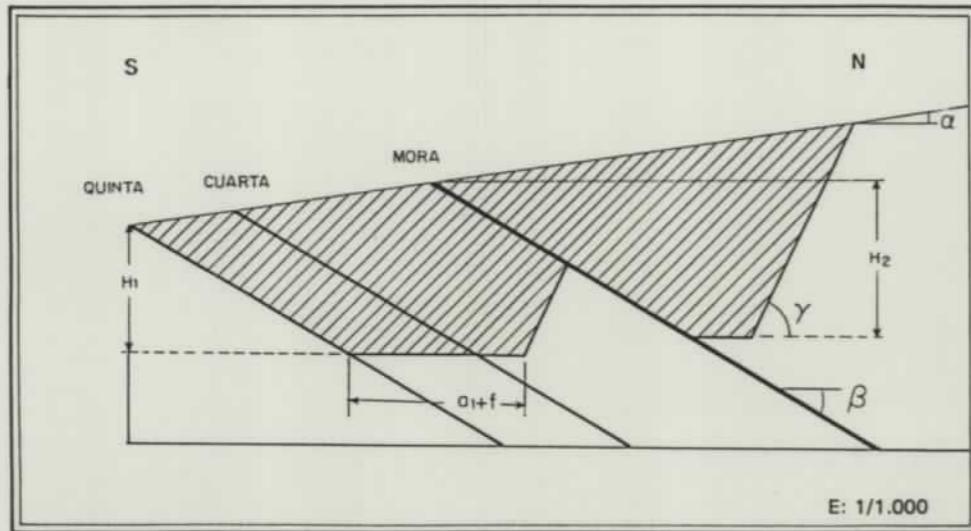
$$R_m = \frac{H}{2 p d}$$

CAPAS CUARTA Y QUINTA

$$R_{med} = \frac{(a_1 + a_2) \left[\frac{1}{2} \frac{(a_1 + a_2) \text{ Sen } (\gamma - \alpha)}{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \gamma} + x \right]}{d \left[\frac{\text{Sen } (\gamma - \alpha)}{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \gamma} (a_1 p_1 + a_1 p_2 + a_2 p_2) \right] + d x (P_1 + P_2)}$$

TORRE - 3 (CONTINUACION)

MODELO ESTRUCTURAL "C"



E: 1/1.000

$$R_{lim} = \frac{[H + (a + f) \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\alpha + \beta)}] \frac{\text{Sen } (\beta + \alpha)}{\text{Sen } \beta \text{ Sen } (\gamma - \alpha)} + f + a - \frac{\sum p_i}{\text{Sen } \beta}}{\frac{1}{\text{Sen } \beta} \sum p_{id}}$$

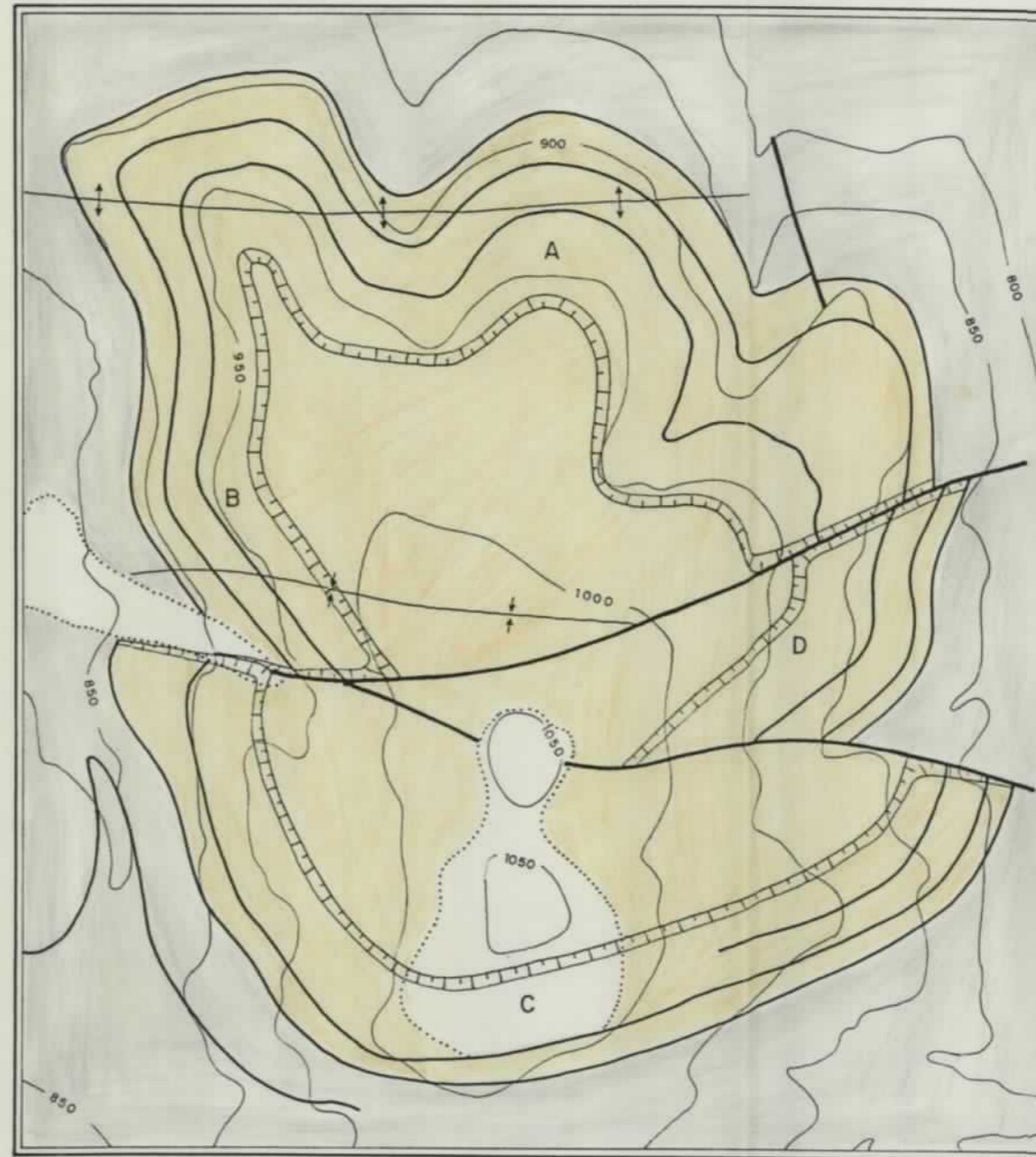
$$R_{med} = \frac{\frac{1}{2} [H + (a + f) \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\alpha + \beta)}]^2 \frac{\text{Sen}^2 (\alpha + \beta)}{\text{Sen}^2 \beta \text{ Sen } (\gamma - \alpha)} + f [H + (a + \frac{1}{2} f) \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\alpha + \beta)}] + (a - \frac{\sum p_i}{\text{Sen } \beta}) [H + \frac{1}{2} a \frac{\text{Sen } \beta \text{ Sen } \alpha}{\text{Sen } (\alpha + \beta)}]}{\frac{1}{\text{Sen } \beta} \sum p_{id} [H + \frac{1}{2} a \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\alpha + \beta)}]}$$

- Terciario
- Tramo Torre
- Tramo Chuchú-Navaleo
- Taludes de techo y lateral

PARAMETROS DEL MODELO - C

$\alpha = 90^\circ$	Corrida = 1.700 m
$\beta = 30^\circ$	P_V (Mora) = 4.364 pts/Tm
$\gamma = 60^\circ$	P_V (4 ^o y 5 ^o) = 5.011 pts/Tm
$a_1 = 16$ m	R_{lim} (Mora) = 20,16 m ³ /Tm
$f = 6$ m	R_{lim} (4 ^o y 5 ^o) = 23,76 m ³ /Tm
P_1 (4 ^o y 5 ^o) = 0,80 m	$H_1 = 17,5$ m
P_2 (Mora) = 0,70 m	$H_2 = 20,8$ m

CARTOGRAFIA GEOLOGICA



E: 1/10.000

RESULTADOS GLOBALES

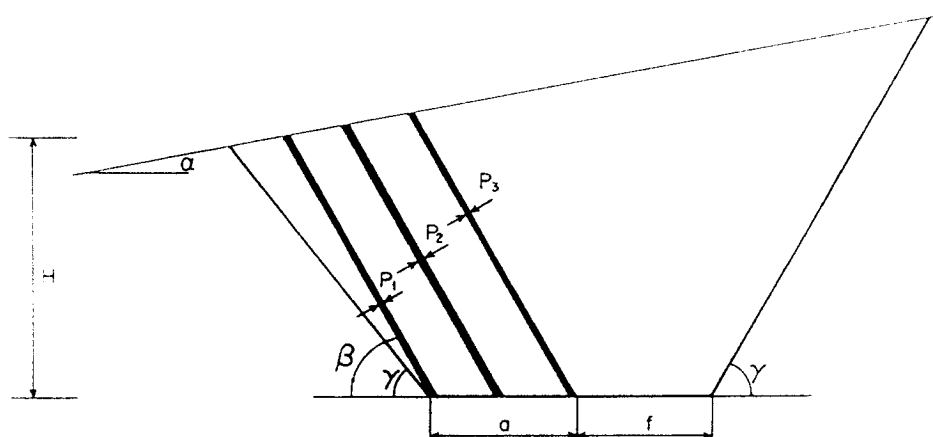
Reservas totales = 958.966 Tm
 Esteril a mover = 17.697.773 m³
 Ratio medio = 18,45 m³/Tm

De acuerdo con las características de las distintas áreas seleccionadas, descritas en el apartado 3, este modelo se ha tomado representativo de las siguientes:

PAQUETE	AREA SELECCIONADA
CHUCHU – ESTRECHAS	CHUCHU – 1 CHUCHU – 3 AB. CHUCHU – 5
ANCHAS	ANCHAS – 1 ANCHAS – 2 ANCHAS – 3 ANCHAS – 5

4.- MODELO-4

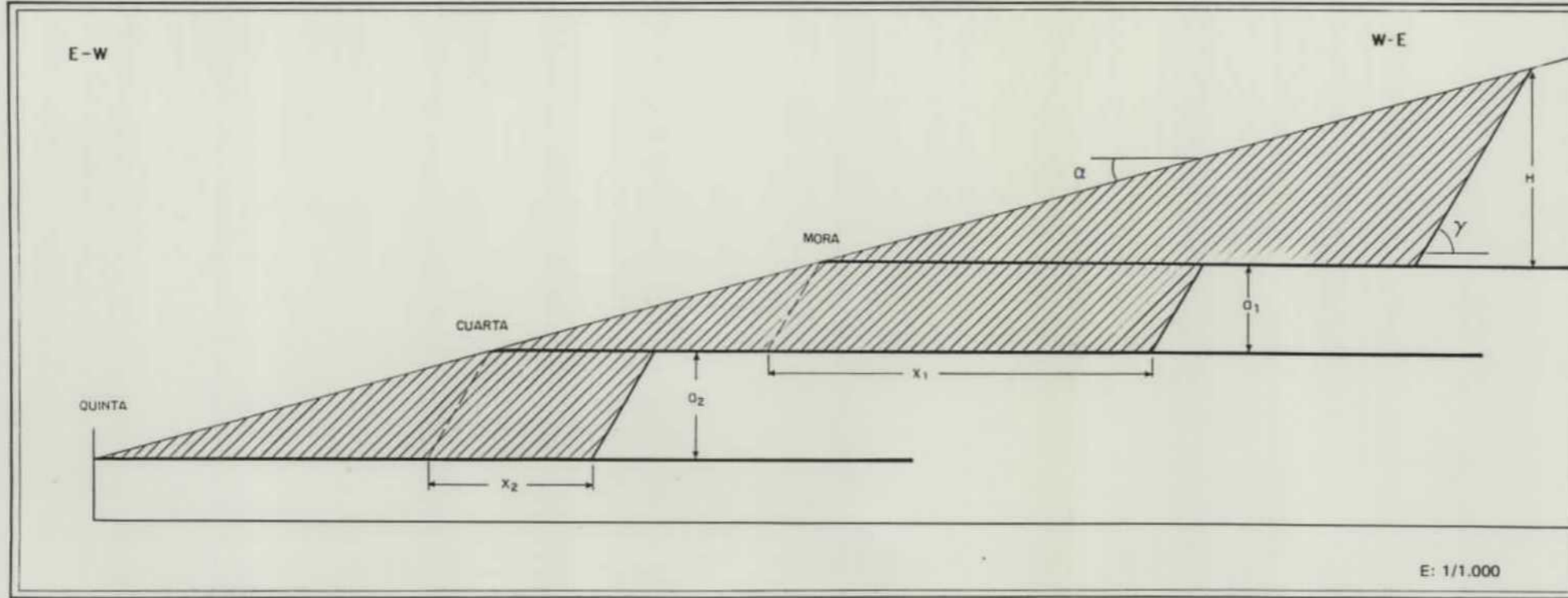
Se corresponde con un modelo de estructura del yacimiento en el que la pendiente del terreno es contraria al buzamiento de las capas, y la pendiente de éstas es mayor que el ángulo de talud estable para los materiales presentes a muro.



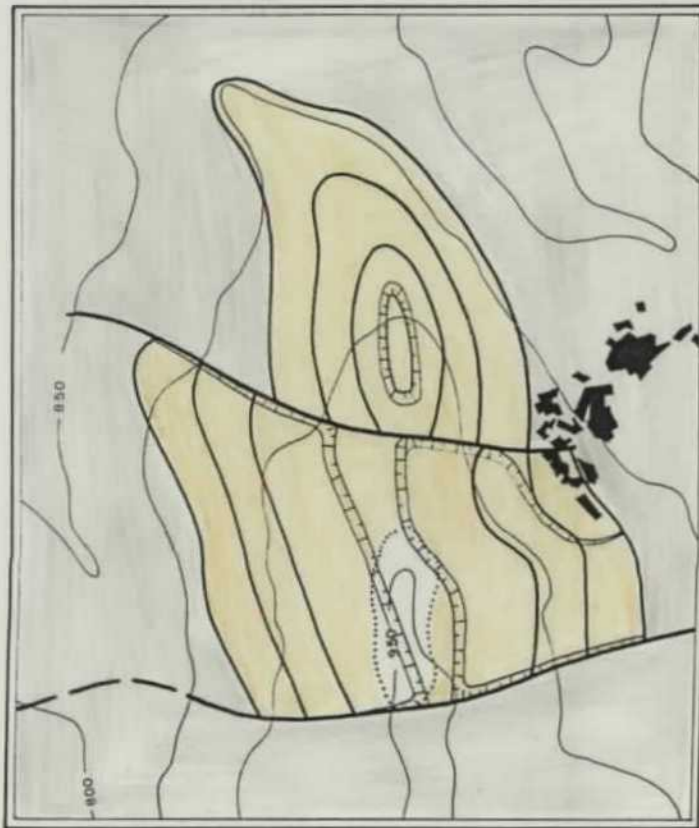
Las expresiones generalizadas de los ratios de explotación para este modelo resultan ser las siguientes:

TORRE - 4

MODELO ESTRUCTURAL



CARTOGRAFIA GEOLOGICA



- Terciario
- Tramo Torre
- Tramo Chuchú-Navaleo
- Taludes de techo y lateral

PARAMETROS DEL MODELO

$\alpha = 15^\circ$	Corrida = 1.100 m
$\beta = 0^\circ$	P_v (Mora) = 4.364 pts/Tm
$\gamma = 60^\circ$	P_v (4^a y 5^a) = 5.011 pts/Tm
$P_i = 1,50$ m	H = 34,3 m
$a_1 = 15$ m	$X_1 = 64,5$ m
$a_2 = 18$ m	$X_2 = 26,0$ m

CAPA MORA

$$R_m = \frac{H}{2 \text{ pd}}$$

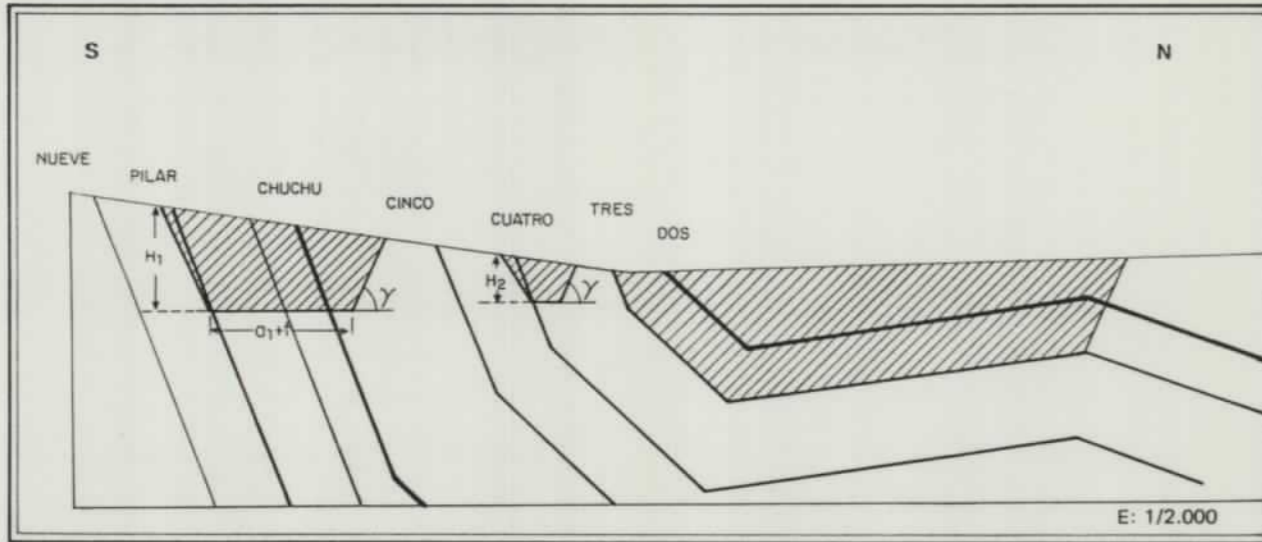
CAPAS CUARTA Y QUINTA

$$R_m = \frac{a \left[\frac{a}{2} \text{Sen}(\gamma - \alpha) + x \text{Sen} \alpha \text{Sen} \gamma \right]}{[a \text{Sen}(\gamma - \alpha) + x \text{Sen} \alpha \text{Sen} \gamma] \Sigma \text{pid}}$$

RESULTADOS

Reservas totales = 236.708 Tm
 Esteril a mover = 4.579.194 m³
 Ratio medio = 19,35 m³/Tm

MODELO ESTRUCTURAL



CARTOGRAFIA GEOLOGICA



(*) PARAMETROS DEL MODELO

$\alpha = 9^\circ$
 $\beta = 70^\circ$
 $\gamma = 50^\circ$
 $f = 6 \text{ m}$
 $a_1 = 30 \text{ m}$
 $P_1 = 1,40 \text{ m}$
 $P_2 = 0,40 \text{ m}$

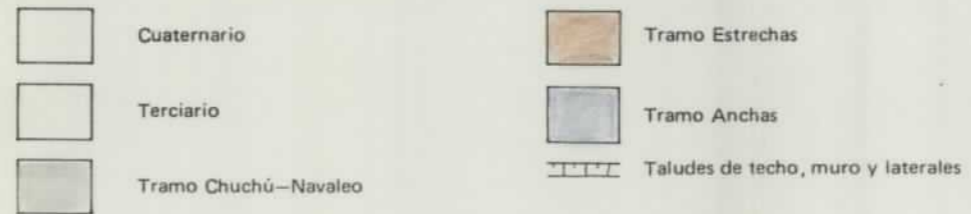
CAPAS 2 y 3

$\alpha' = 2^\circ$
 $\beta' = 45^\circ$
 $\beta'' = 8^\circ$
 $\gamma = 65^\circ$
 $P = 1,00 \text{ m}$

RESULTADOS

Reservas Totales = 258.944 Tm
 Esteril a mover = 4.952.813 m³
 Ratio medio = 19,13 Tm/m³

(*) Estas fórmulas y parámetros son válidos sólo para las capas: 4, Chuchú y Pilar

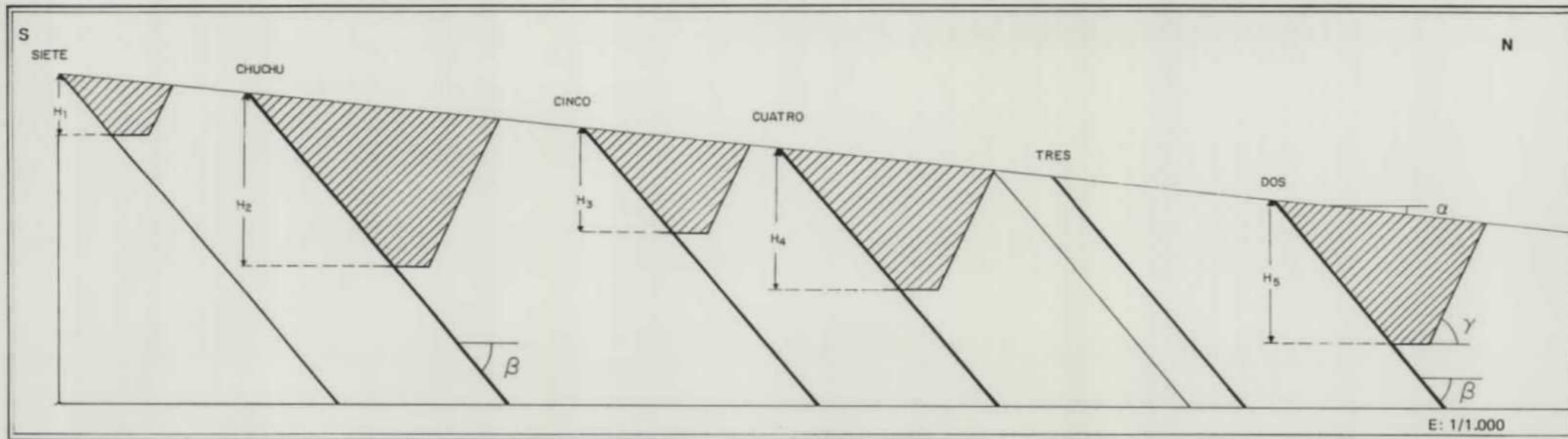


$$R_{lim} = \frac{\frac{H}{\text{Sen } \beta} \frac{\text{Sen } (\beta - \alpha)}{\text{Sen } (\gamma - \alpha)} + [H - (a + f)] \frac{\text{Sen } \beta \text{ Sen } \alpha}{\text{Sen } (\beta - \alpha)}}{\frac{1}{\text{Sen } \beta} \sum p_{id}} + f + a - \frac{\sum p_i}{\text{Sen } \beta}$$

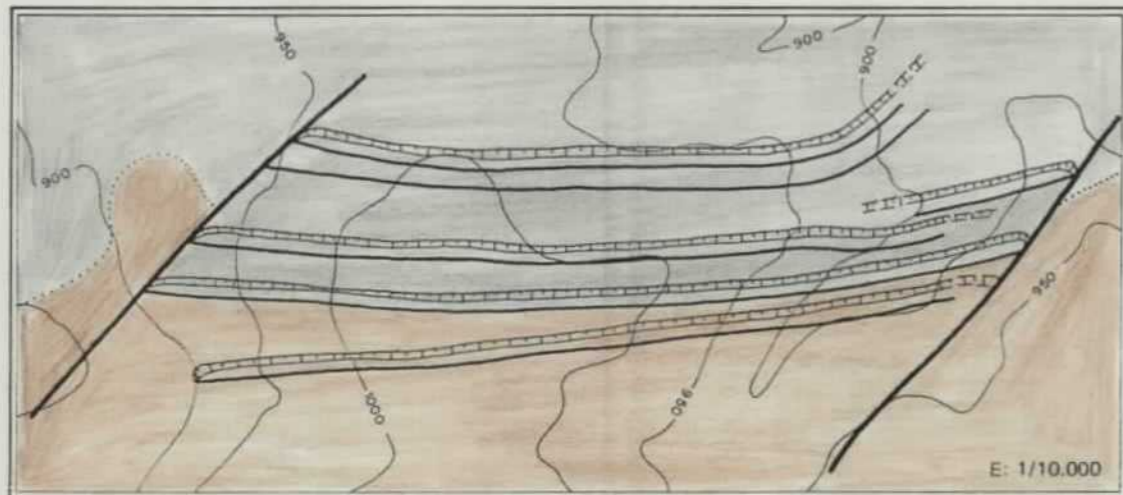
$$R_m = \frac{\frac{1}{2} [H - (a + f)] \frac{\text{Sen } \beta \text{ Sen } \alpha}{\text{Sen } (\beta - \alpha)} + \frac{1}{\text{Sen}^2 \beta} \frac{\text{Sen } (\beta - \alpha) \text{ Sen } (\gamma + \beta)}{\text{Sen } (\alpha + \gamma)} + \frac{1}{2} \frac{H^2}{\text{Sen}^2 \beta} \frac{\text{Sen } (\beta - \alpha) \text{ Sen } (\beta - \gamma)}{\text{Sen } (\gamma - \alpha)} + f [H - (a + \frac{1}{2} f)] \frac{\text{Sen } \beta \text{ Sen } \alpha}{\text{Sen } (\beta - \alpha)}}{\frac{1}{\text{Sen } \beta} \sum p_{id} [H - \frac{1}{2} a \frac{\text{Sen } \beta \text{ Sen } \alpha}{\text{Sen } (\beta - \alpha)}}$$

CHUCHU/ESTRECHAS - 2

MODELO ESTRUCTURAL



CARTOGRAFIA GEOLOGICA



- Tramo Chuchú-Navaleo
- Tramo Estrechas
- Taludes de techo y lateral

$$R_{lim} = \frac{[H - (a + f) \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\beta - \alpha)}] \frac{\text{Sen } (\beta - \alpha)}{\text{Sen } \beta \text{ Sen } (\alpha + \gamma)} + f + a - \frac{\sum p_i}{\text{Sen } \beta}}{\frac{1}{\text{Sen } \beta} \sum p_{id}}$$

$$R_{med} = \frac{\frac{1}{2} [H - (a + f) \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\beta - \alpha)}]^2 \frac{\text{Sen } (\beta - \alpha) \text{ Sen } (\gamma + \beta)}{\text{Sen}^2 \beta \text{ Sen } (\alpha + \gamma)} + f [H - (a + \frac{f}{2}) \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\beta - \alpha)}] + (a - \frac{\sum p_i}{\text{Sen } \beta}) [H - \frac{1}{2} a \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\beta - \alpha)}]}{\frac{1}{\text{Sen } \beta} \sum p_{id} [H - \frac{1}{2} a \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\beta - \alpha)}]}$$

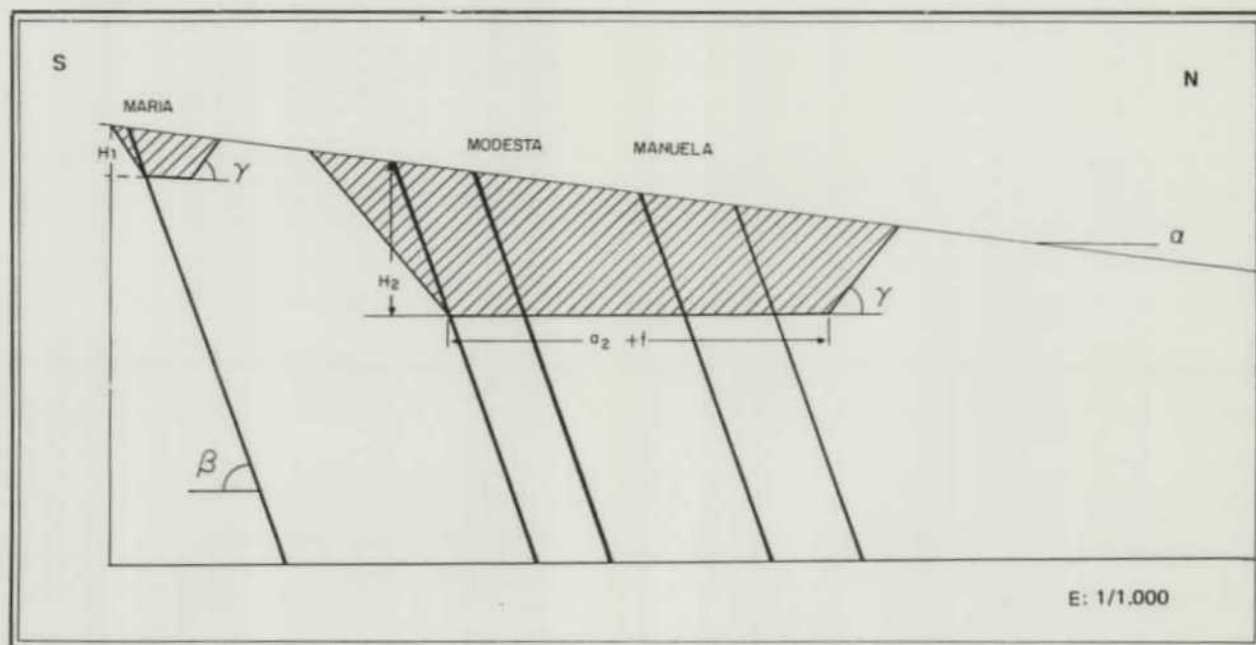
PARAMETROS DEL MODELO

$\alpha = 6^\circ$	Corrida = 1.200 m
$\beta = 50^\circ$	$P_v = 5.766 \text{ pts/Tm}$
$\gamma = 60^\circ$	$R_{lim} = 27,33 \text{ m}^3/\text{Tm}$
$f = 6 \text{ m}$	$H_1 = 10,7 \text{ m}$
$P_1 = 0,31 \text{ m}$	$H_2 = 30,8 \text{ m}$
$P_2 = 0,70 \text{ m}$	$H_3 = 18,4$
$P_3 = 0,46 \text{ m}$	$H_4 = 25,6 \text{ m}$
$P_4 = 0,60 \text{ m}$	$H_5 = 25,6 \text{ m}$
$P_5 = 0,60 \text{ m}$	

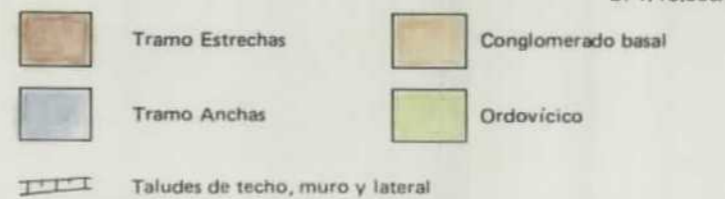
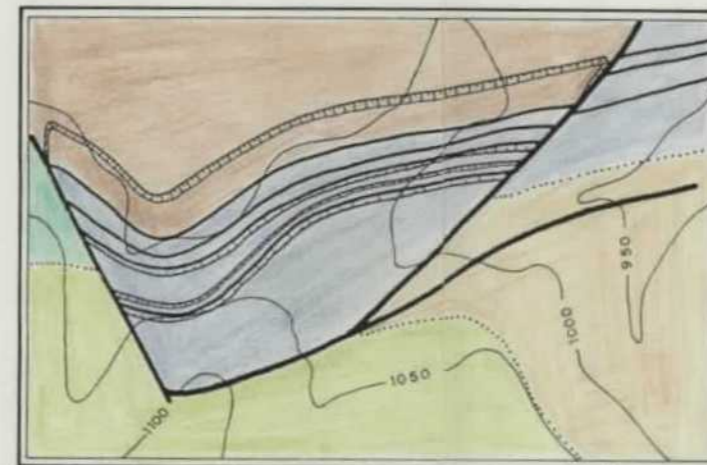
RESULTADOS

Reservas totales = 140.497 Tm
 Esteril a mover = 2.558.447 m³
 Ratio medio = 18,24 m³/Tm

MODELO ESTRUCTURAL



CARTOGRAFIA GEOLOGICA



$$R_{lim} = \frac{\frac{H}{\text{Sen } \beta} \frac{\text{Sen } (\beta - \alpha)}{\text{Sen } (\gamma - \alpha)} + [H - (a + f)] \frac{\text{Sen } \beta \text{ Sen } \alpha}{\text{Sen } (\beta - \alpha)} \left[\frac{\text{Sen } (\beta - \alpha)}{\text{Sen } \beta \text{ Sen } (\alpha + \gamma)} + f + a - \frac{\sum p_i}{\text{Sen } \beta} \right]}{\frac{1}{\text{Sen } \beta} \sum p_{id}}$$

$$R_m = \frac{\frac{1}{2} [H - (a + f)] \frac{\text{Sen } \beta \text{ Sen } \alpha}{\text{Sen } (\beta - \alpha)} \left[\frac{1}{\text{Sen}^2 \beta} \frac{\text{Sen } (\beta - \alpha) \text{ Sen } (\gamma + \beta)}{\text{Sen } (\alpha + \gamma)} + \frac{1}{2} \frac{H^2}{\text{Sen}^2 \beta} \frac{\text{Sen } (\beta - \alpha) \text{ Sen } (\beta - \gamma)}{\text{Sen } (\gamma - \alpha)} + f [H - (a + \frac{1}{2} f)] \frac{\text{Sen } \beta \text{ Sen } \alpha}{\text{Sen } (\beta - \alpha)} \right] + (a - \frac{\sum p_i}{\text{Sen } \beta}) [H - \frac{1}{2} a \frac{\text{Sen } \beta \text{ Sen } \alpha}{\text{Sen } (\beta - \alpha)}]}{\frac{1}{\text{Sen } \beta} \sum p_{id} [H - \frac{1}{2} a \frac{\text{Sen } \beta \text{ Sen } \alpha}{\text{Sen } (\beta - \alpha)}]}$$

PARAMETROS DEL MODELO

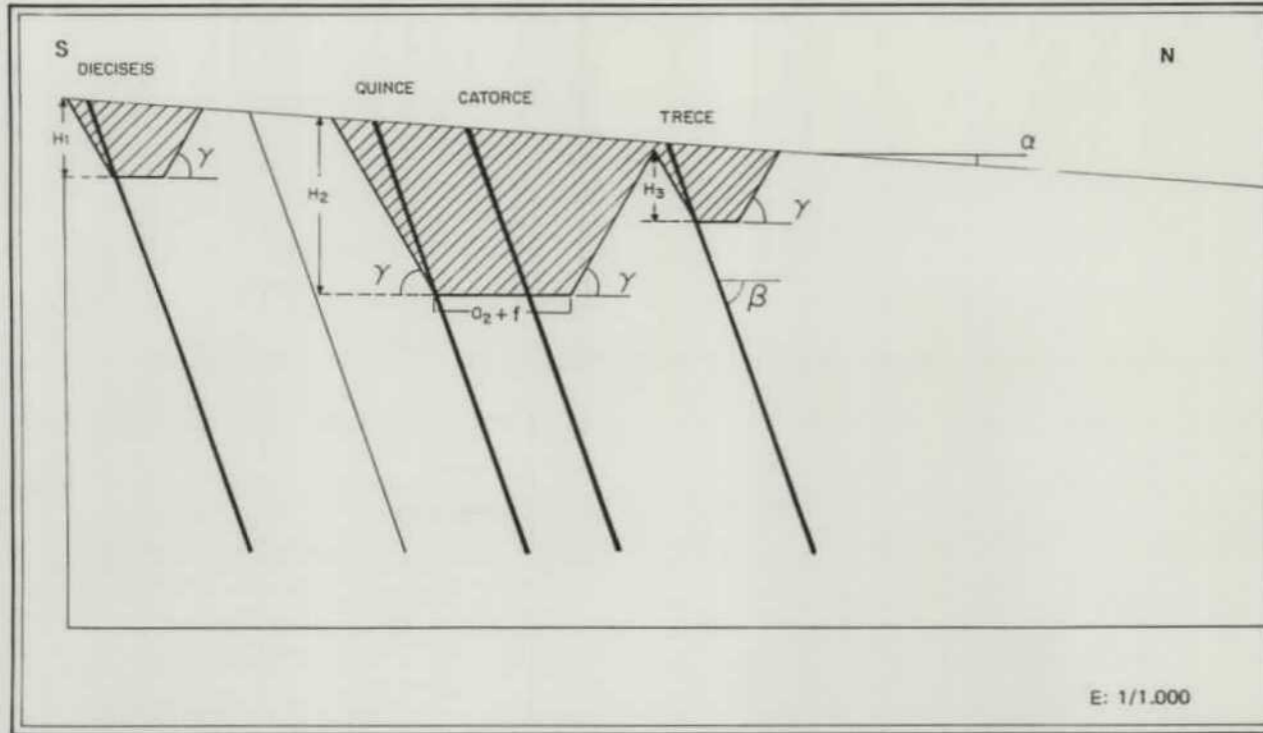
$\alpha = 7^\circ$	Corrida = 600 m
$\beta = 70^\circ$	$P_v = 5.443 \text{ pts/Tm}$
$\gamma = 50^\circ$	$R_{lim} = 24,06 \text{ cm}^3/\text{Tm}$
$f = 6 \text{ m}$	$H_1 = 5,3 \text{ m}$
$a_2 = 42 \text{ m}$	$H_2 = 19,6 \text{ m}$
$P_1 \text{ (María)} = 0,50 \text{ m}$	
$P_2 \text{ (resto)} = 2,45 \text{ m}$	

RESULTADOS

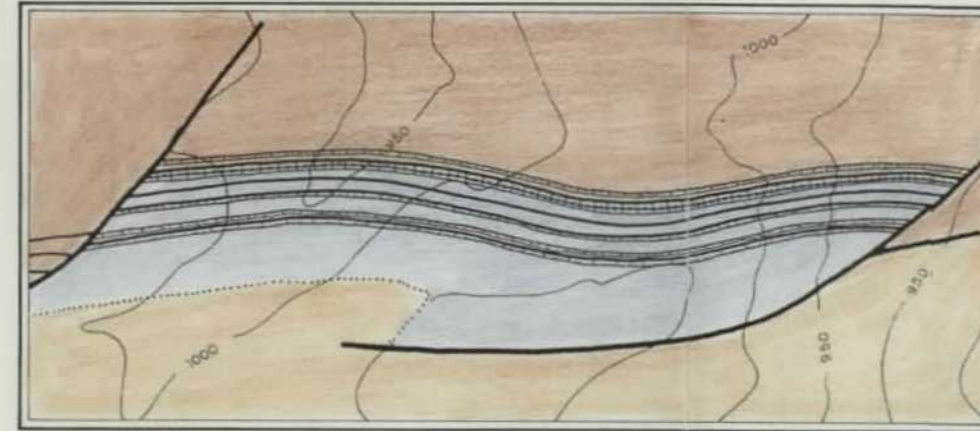
Reservas totales = 39.361 Tm
Esteril a mover = 590.166 m ³
Ratio medio = 14,88 m ³ /Tm

ANCHAS - 2

MODELO ESTRUCTURAL



CARTOGRAFIA GEOLOGICA



- Tramo Estrechas
- Tramo Anchas
- Conglomerado basal
- Taludes de techo, muro y lateral

$$R_{lim} = \frac{\frac{H}{\text{Sen } \beta} \frac{\text{Sen } (\beta - \alpha)}{\text{Sen } (\gamma - \alpha)} + [H - (a + f)] \frac{\text{Sen } \beta \text{ Sen } \alpha}{\text{Sen } (\beta - \alpha)}}{\frac{1}{\text{Sen } \beta} \sum p_i d_i} + f + a - \frac{\sum p_i}{\text{Sen } \beta}$$

$$R_m = \frac{\frac{1}{2} [H - (a + f)] \frac{\text{Sen } \beta \text{ Sen } \alpha}{\text{Sen } (\beta - \alpha)} + \frac{1}{2} \frac{H^2}{\text{Sen}^2 \beta} \frac{\text{Sen } (\beta - \alpha) \text{ Sen } (\gamma + \beta)}{\text{Sen } (\alpha + \gamma)} + f [H - (a + \frac{1}{2} f)] \frac{\text{Sen } \beta \text{ Sen } \alpha}{\text{Sen } (\beta - \alpha)} + (a - \frac{\sum p_i}{\text{Sen } \beta}) [H - \frac{1}{2} a \frac{\text{Sen } \beta \text{ Sen } \alpha}{\text{Sen } (\beta - \alpha)}]}{\frac{1}{\text{Sen } \beta} \sum p_i d_i [H - \frac{1}{2} a \frac{\text{Sen } \beta \text{ Sen } \alpha}{\text{Sen } (\beta - \alpha)}}$$

PARAMETROS DEL MODELO

$\alpha = 4^\circ$	Corrida = 1.000 m
$\beta = 70^\circ$	$P_v = 5,443$ m
$\gamma = 50^\circ$	$R_{lim} = 24,70$ m
$f = 6$ m	$H_1 = H_3 = 8,3$ m
$a_2 = 12$ m	$H_2 = 18,8$ m
P_1 (c.16) = 0,70 m	
P_2 (c.14 + 15) = 1,70 m	
P_3 (c.13) = 0,70 m	

RESULTADOS

Reservas totales = 63.874 Tm
 Esteril a mover = 738.019 m³
 Ratio medio = 11,55 m³/Tm

$$R_{lim} = \frac{[H + (a + f) \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\alpha + \beta)}] \frac{\text{Sen } (\alpha + \beta)}{\text{Sen } \beta \text{ Sen } (\gamma - \alpha)} + H \frac{\text{Sen } (\alpha + \beta)}{\text{Sen } \beta \text{ Sen } (\alpha + \gamma)} + f + a - \frac{\Sigma \text{ pi}}{\text{Sen } \beta}}{\frac{\Sigma \text{ pid}}{\text{Sen } \beta}}$$

$$R_{med} = \frac{\frac{1}{2} [H + (a + f) \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\alpha + \beta)}]^2 \frac{\text{Sen } (\alpha + \beta) \text{ Sen } (\beta + \gamma)}{\text{Sen}^2 \beta \text{ Sen } (\gamma - \alpha)} + \frac{1}{2} H^2 \frac{\text{Sen } (\alpha + \beta) \text{ Sen } (\beta - \gamma)}{\text{Sen}^2 \beta \text{ Sen } (\alpha + \gamma)} + f [H + (a + \frac{1}{2} f) \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\alpha + \beta)}]}{\frac{\Sigma \text{ pid}}{\text{Sen } \beta} [H + \frac{1}{2} a \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\alpha + \beta)}]}$$

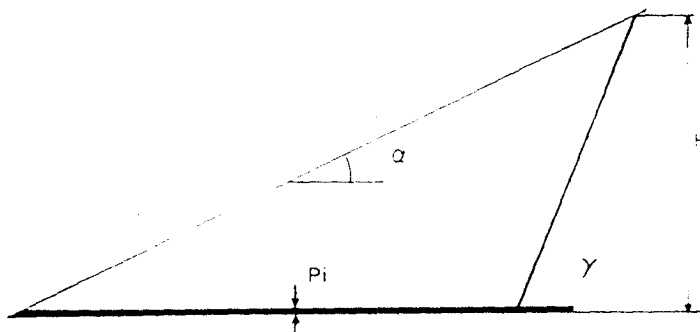
$$\frac{+ (a - \frac{\Sigma \text{ pi}}{\text{Sen } \beta}) [H + \frac{1}{2} a \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\alpha + \beta)}]}{\frac{\Sigma \text{ pid}}{\text{Sen } \beta} [H + \frac{1}{2} a \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\alpha + \beta)}]}$$

Este modelo ha sido aplicado a la siguiente área seleccionada:

PAQUETE	AREA SELECCIONADA
ANCHAS	ANCHAS - 4

5. - MODELO-5

Se corresponde con una estructura de yacimiento en la que las capas tienen pendiente nula (capas horizontales) y la topografía muestra una pendiente ascendente en dirección normal al rumbo de las propias capas:



Las expresiones que definen los ratios de explotación para este modelo resultan ser:

$$R_{lim} = \frac{H}{\sum p_{id} \text{ Sen } \gamma}$$

$$R_m = \frac{H}{2 p_d}$$

En las que si bien parece que ambas expresiones son independientes de la pendiente del terreno, implícitamente, la altura máxima de explotación depende de ella, por lo que la densidad de carbón explotable por metro lineal de corrida vendría dada por la expresión:

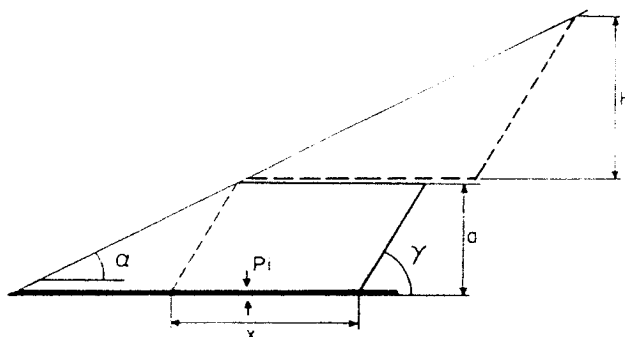
$$\text{Toneladas/metro lineal} = \frac{H \text{ Sen } (\gamma - \alpha)}{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \gamma} \sum p_{id}$$

Este modelo ha sido aplicado en las siguientes áreas:

PAQUETE	AREA
TORRE	TORRE – 3 B. Capa Mora
	TORRE – 3 D. Capa Mora
	TORRE – 4. Capa Mora
	TORRE – 7 W.
CHUCHU – ESTRECHAS	CHUCHU – 3 C. Capa Segunda

6.- MODELO-6

En combinación con el modelo anterior, y para las capas situadas debajo de la considerada en aquél, se presenta la siguiente estructura, que mantiene a partir de una cierta profundidad de explotación un ratio constante, por lo que solamente tiene sentido definir su ratio medio:



$$R_m = \frac{a \left[\frac{a}{2} \text{Sen} (\gamma - \alpha) + x \text{Sen} \alpha \text{Sen} \gamma \right]}{[a \text{Sen} (\gamma - \alpha) + x \text{Sen} \alpha \text{Sen} \gamma] \Sigma \text{pid}}$$

En la que "a" representa el espesor de la intercapa y "x" la profundidad de explotación a ratio constante.

En la explotación combinada de acuerdo con el Modelo 5 y el Modelo 6, el valor de la profundidad de explotación a ratio constante "x", tiene un límite superior, que en función de la altura máxima de excavación de la capa superior viene dado por:

$$x \leq \left(\frac{H \text{sen} (\gamma - \alpha)}{\text{sen} \alpha \text{sen} \gamma} - 10 \right)$$

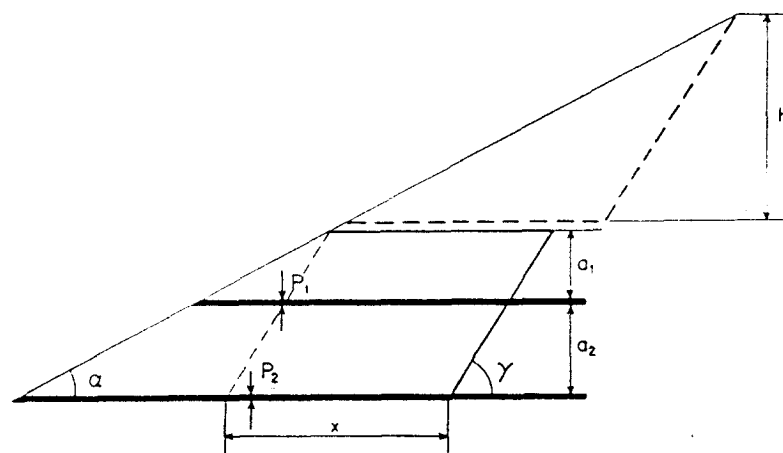
Este límite viene impuesto por condicionantes puramente operativos, y así se ha tenido en cuenta en los cálculos realizados para evaluación de reservas.

Este modelo ha sido aplicado a la siguiente área seleccionada:

PAQUETE	AREA SELECCIONADA
TORRE	TORRE - 4 Capa 4º
	TORRE - 4 Capa 5º

7.- MODELO-7

La presencia de más de dos capas susceptibles de su explotación conjunta y en combinación con el Modelo 5, ha dado lugar al siguiente modelo:



En el que "a₁" y "a₂" representan los espesores de las intercapas correspondientes y "x" de igual forma que en el modelo anterior, la profundidad de explotación a ratio constante.

La expresión que define el ratio medio de explotación viene dado en este caso por:

$$R_{med} = \frac{(a_1 + a_2) \left[\frac{1}{2} \frac{(a_1 + a_2) \operatorname{Sen}(\gamma - \alpha)}{\operatorname{Sen} \alpha \operatorname{Sen} \gamma} + x \right]}{d \left[\frac{\operatorname{Sen}(\gamma - \alpha)}{\operatorname{Sen} \alpha \operatorname{Sen} \gamma} (a_1 P_1 + a_1 P_2 + a_2 P_2) \right] + d x (P_1 + P_2)}$$

Con la misma limitación para el valor de la profundidad de explotación "x" de:

$$x \leq \left(\frac{H \operatorname{Sen}(\gamma - \alpha)}{\operatorname{Sen} \alpha \operatorname{Sen} \gamma} - 10 \right)$$

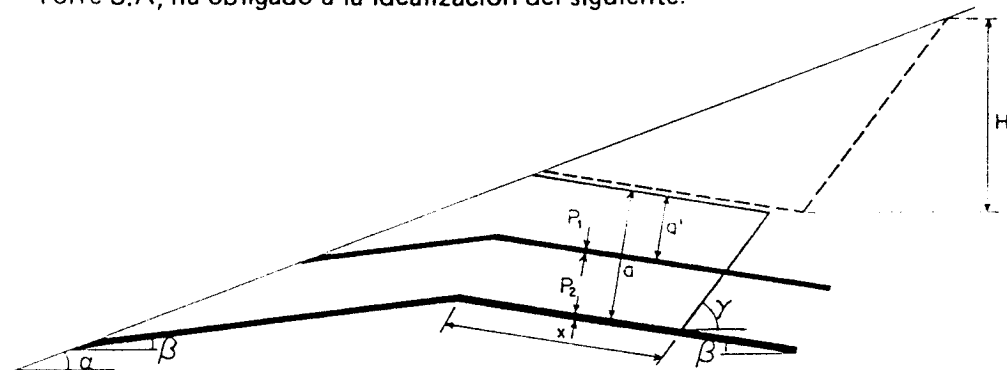
que el establecido en el modelo anterior.

Este modelo ha sido aplicado a la siguientes áreas:

PAQUETE	AREA
TORRE	TORRE—3 B. Capas Cuarta y Quinta TORRE—3 D. Capas Cuarta y Quinta

8. — MODELO — 8

La presencia de una estructura anticlinal—sinclinal en el área seleccionada Torre 3.A, ha obligado a la idealización del siguiente:



La expresión que relaciona el valor del R_m con los distintos parámetros que definen el modelo viene dado por:

$$R_m = \frac{\frac{1}{2} \frac{a^2}{\text{Sen}^2(\gamma + \beta)} \frac{\text{Sen}(\gamma - \alpha) \text{Sen}(\gamma - \beta)}{\text{Sen}(\alpha - \beta)} + a x}{(ap_1 + a'p_2) d \frac{\text{Sen}(\gamma - \alpha)}{\text{Sen}(\gamma + \beta) \text{Sen}(\alpha - \beta)} + (p_1 + p_2) d x}$$

donde a y a' representan el valor de las intercapas tal como indica la figura y " x " de profundidad de explotación con ratio constante. Este parámetro tiene una limitación condicionada por la altura de explotación de la capa superior tal que:

$$x \leq \frac{H}{\text{sen } \beta} ,$$

y así se ha tenido en cuenta a efectos de cálculo.

Ha sido aplicada al cálculo de reservas de la zona seleccionada TORRE 3A para las capas CUARTA y QUINTA, correspondiente al paquete TORRE.

Para cada uno de los modelos anteriores es posible definir una relación funcional de la forma $H = f(R_{lim}, \alpha, \beta, \gamma, \Sigma p_i, f, a)$ ó $H = f'(R_m, \alpha, \beta, \gamma, \Sigma p_i, f, a)$, entre la altura máxima de explotación, los distintos parámetros físicos que definen geoméricamente el modelo y la máxima relación del volumen de estéril a mover en m^3 por Tm de carbón (Ratio límite o Ratio medio). Este, a su vez se establece de acuerdo con los condicionantes técnico-económicos que concurren en cada zona seleccionada.

La determinación de la altura máxima de explotación, para cada área, y a partir de ella, de las reservas económicamente explotables a cielo abierto, implica previamente, de acuerdo con este razonamiento conocer el valor máximo de ambos parámetros: Ratio límite o Ratio medio.

4.2.— DEFINICION DE LOS MODELOS TECNICO—ECONOMICOS APLICABLES A LAS DISTINTAS AREAS SELECCIONADAS. DETERMINACION DE RATIOS LIMITES RATIOS MEDIOS DE EXPLOTACION

La determinación de las relaciones máximas de estéril o carbón que soportan las distintas zonas seleccionadas con un cierto índice de rentabilidad comporta el establecimiento a priori de los distintos costes en valores índice que el

proceso de explotación exige, así como el valor boca-mina del propio carbón extraído.

Para ello, ha sido necesario estimar los siguientes factores que intervienen en el modelo económico de cada zona seleccionada.

4.2.1.- DETERMINACION DEL PRECIO DE VENTA DEL CARBON

De acuerdo con lo comentado en el apartado 2.2.3., la información básica tenida en cuenta para la determinación de las calidades tipo del carbón ha sido la siguiente:

— Resultados de los ensayos de laboratorio realizados dentro de la campaña de investigación de la zona y recogidos en la memoria "Investigación geológico-minera de carbón en el Area de TORRE-BEMBIBRE (LEON) 1978".

— Resultados medios obtenidos a partir de los análisis de control realizados por la propia Central Térmica de Compostilla II sobre los carbones recibidos en su parque procedentes de las diversas minas de la zona de estudio en el año 1979.

Los datos aportados por ambas fuentes se recogen agrupados por paquetes en los cuadros correspondientes del citado apartado.

Debido a la procedencia de las muestras analizadas, se pueden estimar como representativos de la calidad intrínseca en capa, los valores aportados por los ensayos realizados por el IGME (1978), ya que se trata de ensayos sobre muestras tomadas en capa en las distintas explotaciones actualmente en actividad.

Sin embargo, la calidad media de los carbones, medida en térmica, se corresponde a nuestro juicio con la correspondiente a los finos de lavadero y que por consiguiente ha sido deducido en el proceso la fracción de más alta calidad (granos) que viene a representar en porcentaje entre un 20 y un 50 por ciento según minas y que debido al mercado libre para este producto, adquiere un valor de comercialización más alto que el correspondiente a su consumo en Central Térmica.

En este estudio, solamente se ha considerado a efectos de valoración del carbón, su consumo en Central Térmica.

El precio de venta sobre Parque se establece en base a la fórmula oficial en vigor cuya estructura actual (Diciembre 1980) es la siguiente:

$$P_v = \frac{5394}{1000} [1000 + 7 (V-20) + 20 (25-C)] \cdot \frac{88-H}{100}$$

en lo que:

P_V = Precio de venta de la Tonelada de carbón puesta en el parque de la Central en pesetas.

V = Ley en volátiles, por ciento, sobre muestra seca. Para un contenido en volátiles superior al 20 por ciento, el sumando correspondiente se hace nulo.

C = Ley en cenizas, por ciento, sobre muestra seca.

H = Contenido en humedad, por ciento sobre carbón entregado en central.

No se considera incremento alguno por Acción concertada sobre el precio de la tonelada bruta.

En base a las consideraciones hechas para la definición de la calidad media de los carbones, se ha seguido el criterio de tomar como representativa de los distintos paquetes de carbón, la obtenida por el IGME sobre muestras en capa, incrementando el contenido de cenizas en tres o cuatro puntos, y el contenido en volátiles y humedad en dos o tres puntos sobre los datos de referencia, en concepto de dilución minera y a efectos de considerar un cierto grado de meteorización por mayor proximidad a la superficie.

Paquete Minero	Zona Seleccionada	Características del carbon			Precio en central Pts/Tm
		Cenizas	Volatiles	Humedad	
Torre	Torre-1				
	C ^a Mora	30	7	10	4364
	C ^a 4 ^a y 5 ^a	24	7	10	5011
	Torre - 2				
	C ^a Mora	30	7	10	4364
	C ^a 4 ^a y 5 ^a	24	7	10	5011
	Torre - 3				
	C ^a Mora	30	7	10	4364
	C ^a 4 ^a y 5 ^a	24	7	10	5011
	Torre - 4				
	C ^a Mora	30	7	10	4364
	C ^a 4 ^a y 5 ^a	24	7	10	5011
Chuchú--Estrechas	Chuchú - 1	17	7	10	5766
	Chuchú - 2	17	7	10	5766
Anchas	Anchas - 1	20	7	10	6443
	Anchas - 2	20	7	10	5443

4.2.2.— DETERMINACION DE LOS COSTES INDICES DE EXPLOTACION. MORFOLOGIA Y GEOMECANICA DE LOS MATERIALES.

Los afloramientos de las capas en los distintos paquetes se enmarcan dentro de las distintas áreas seleccionadas, en un relieve topográfico bastante diferenciado, donde es fácilmente observable un terreno de recubrimiento de baja compacidad y cuyo espesor en general es pequeño, no superior como media a 2 ó 3 metros, variaciones locales de 1 a 5 m, estos últimos en zonas de vaguada o partes bajas de laderas.

Las columnas estratigráficas realizadas durante la campaña de investigación geológico-minera (IGME 1978); así como la observación en campo en las áreas donde ha existido una cierta actividad a cielo abierto, han permitido conocer, que litológicamente las zonas de influencia para explotación de las distintas áreas seleccionadas, están constituidas en general por pizarras alteradas a techo y muro de las capas en estratos de pequeño espesor < 2 metros y areniscas y pizarras en estratos más potentes por lo general con características altamente resistentes. La proximidad a la superficie por la pequeña altura de explotación de algunas cortas evaluadas, hace suponer que las pizarras a techo de las distintas capas, hayan sufrido en parte procesos de alteración que permitan su arranque directo.

Desde un punto de vista de explotación, este factor resulta de sumo interés, ya que la definición de su sistema de arranque viene condicionado por las características resistentes de los materiales.

Por el carácter de este estudio, se ha estimado para el conjunto del área estudiada un porcentaje equivalente al 20 por ciento del volumen total de estéril, susceptible de ser arrancado directamente por tractor. Por comparación con otras zonas de semejante litología, puede suponerse como característica para las pizarras alteradas a techo y muro de las capas, una velocidad sísmica no superior a 800–1.000 m/seg., y resistencia a la compresión simple < 100 Kg/cm², que permite un arranque sin dificultad con tractor de 300 CV–400 CV.

Desde el punto de vista de estabilidad de taludes, se hace una estimación de sus parámetros mecánicos en otro apartado.

De forma muy diferente se manifiestan los distintos estratos de arenisca a techo de las capas, cuya observación directa durante la visita de campo, permite estimar unas características resistentes muy altas, con velocidades sísmicas presumiblemente superiores a los 3.000–3.500 m/seg. y que no hacen pensar económicamente en métodos puramente mecánicos para su arranque, siendo necesario sin duda el uso de explosivos.

La realización de un plan de sondeos para investigación que se propone al final de este estudio, debe ser aprovechada para aportar un buen conocimiento de las características de estos materiales ya que la influencia de ser susceptibles de su arranque por medios mecánicos o necesitar el uso de explosivos, tiene importancia económica en el conjunto de la explotación.

A efectos del estudio, y para definición de los costes específicos de explotación, se han estimado las siguientes características y porcentaje de los distintos materiales a excavar.

Tipo de Material	Velocidad de transmisión sísmica m/seg.	R _c Kg/cm ²	°/o sobre volumen total	Sistema de Arranque
Tierra vegetal	< 100	5	3	Bulldozer
Pizarras alteradas a techo y muro de las capas	< 800 - 1.000	80- 100	17	Ripado y Bulldozer
Pizarras consolidadas a techo de las capas	1.800-2.500	300- 700	30	Perforación y voladura
Areniscas	> 2.500	1.200-2.000	50	Perforación y voladura

Los costes específicos de una operación a cielo abierto, vienen influidos de una forma general por las características de los materiales a mover que determinan las características del equipo minero (maquinaria utilizada) y por el ritmo de producción (economía de escala).

Puede anticiparse que para el conjunto de las áreas seleccionadas, los métodos de explotación más apropiados consisten en un banqueo longitudinal descendente a lo largo de la corrida de las capas para las estructuras de fuerte buzamiento (> de 25°), o una minería de contorno como es el caso del área seleccionada TORRE-3, donde las capas muestran tendencia a un buzamiento horizontal o subhorizontal (ver modelo de explotación).

Dadas las características de los distintos yacimientos seleccionados, que muestran por lo general capas de pequeña potencia, fuerte buzamiento, y una topografía relativamente accidentada, tampoco es posible en general estimar ritmos de producción para cada zona de explotación individualizada, superiores a los 70.000 m³/mes.

De acuerdo con estas consideraciones, los únicos sistemas de maquinaria que deberán ser razonablemente considerados para el desmonte son los siguientes:

— **Tractores (ripado).**— Pueden ser utilizados para la ejecución de accesos a las distintas zonas de trabajo, así como para la montera más superficial y para el arranque de materiales con un límite de resistencia de 100 Kg/cm², con distancia límite de empuje de 100 m.

Como se ha comentado anteriormente, se estima que mediante este sistema podrá arrancarse un 20 por ciento del volumen de estéril a mover.

— **Perforación y voladura.**— Para el resto de los materiales presentes a techo de las capas, constituidos por pizarras consolidadas y areniscas muy competentes, con resistencia a la compresión simple mayor de 100 Kg/cm² y velocidades sísmicas superiores a los 2.000 m/seg., se ha considerado necesario la utilización de explosivos para su arranque.

Este sistema de arranque, según estimación anterior, afectará a un 80 por ciento del volumen total a mover en el conjunto de las zonas seleccionadas.

De acuerdo por otro lado con los ritmos medios de producción, los equipos de perforación más adecuados estarán comprendidos entre los 3 y 4 1/2" de diámetro y sistema Drifter.

— **Carga y transporte.**— La utilización de palas cargadoras o excavadoras hidráulicas frontales y camiones o volquetes mineros de capacidad adecuada a los ritmos de trabajo (25–35 Tm/dumper y 3–7 m³ capacidad de cazo para las palas o excavadoras) constituyen un sistema flexible y adecuado para el conjunto de las áreas seleccionadas.

— **Carga del carbón.**— Las palas cargadoras frontales o las excavadoras hidráulicas frontales o retros, son los equipos más recomendados para la carga del carbón desde la capa. La presencia de pizarras poco consolidadas a techo y muro de las mismas, exigirá para disminuir la dilución del carbón, una limpieza previa, mediante la utilización de un pequeño equipo "retro" equipado con hoja lisa.

— **Servicios mina.**— Como equipo auxiliar de apoyo a las distintas operaciones y en número y dimensiones adecuadas al tamaño de las distintas explotaciones, es necesario considerar la presencia de motoniveladoras, bull-dózer, camión de riego, etc.

En base a estos criterios muy generales sobre tipo de maquinaria a utilizar

y en función de los ritmos de producción medios de 60–70.000 m³/mes, que parece aconsejable, dadas las características que concurren en las distintas zonas seleccionadas y para una operación contratada, se pueden estimar los siguientes costes de explotación, desglosados por proceso, de acuerdo con la experiencia de explotaciones mineras semejantes, actualmente en actividad:

COSTES MEDIOS DE EXPLOTACION				
PROCESO	ESTERIL		CARBON	°/o
	Pts/m ³ b	°/o	Pts/Tm.	
Perforación o arranque	29	16,11	–	–
Voladura	46	25,56	–	–
Carga	30	16,67	87	37,83
Transporte	50	27,78	113	49,13
Servicios mina	10	5,56	–	–
Servicios generales	15	8,33	30	13,04
TOTAL	180	100	230	100

4.2.3.– COSTES INDICES DE TRANSPORTE HASTA CENTRAL TERMICA

Como se ha comentado en el apartado 2.3.1., el área carbonífera de Torre–Bembibre, posee una infraestructura viaria de cierta importancia y en muy buen estado de conservación.

La determinación del precio del carbón extraído en “boca mina”, esto es a pie de explotación, exige el conocimiento del coste de transporte hasta el centro de consumo, ya que la fórmula polinómica se aplica sobre el carbón entregado en el parque de la Central.

La Central Térmica de Compostilla, principal centro consumidor de los carbones extraídos en la cuenca del Bierzo, se encuentra localizada próxima a Ponferrada, en el desvío por la Carretera Comarcal 634 (Ponferrada–Villablino), y a una distancia comprendida entre 40 y 50 Km de las distintas zonas seleccionadas.

La comunicación general a efectos de transporte del carbón se puede realizar

bien mediante el transporte por carretera o utilizando la actual línea de ferrocarril LEON—PONFERRADA, que desde esta última estación posee enlace con descargadero en el parque de la propia Central Térmica.

La utilización de este último sistema de transporte exigiría un sistema mixto, combinado con el transporte por carretera a través de la red secundaria (ver plano de infraestructura viaria) que comunica con las distintas zonas de explotación, y que debería situar el carbón sobre la estación intermedia de TORRE DEL BIERZO para su embarque y transporte por ferrocarril hasta Central.

Sin embargo, la pequeña distancia de transporte, permite pensar que éste sistema, cuya mayor ventaja se encuentra en las largas distancias y en los grandes volúmenes transportados, puede equipararse en costo con el transporte por carretera que para el caso que estamos estudiando posee las dos características básicas para competitividad de este sistema como son: distancia pequeña o media de transporte (máximo 50 Km) y tonelaje anual no muy elevado (300.000—400.000 Tm/año) junto con la existencia de una buena red de carreteras.

A efectos de nuestro estudio, se ha estimado un coste diferenciado para cada zona en función de la distancia a la Central, habiendo determinado el coste por Tonelada transportada sobre la base del precio actual de 6,25 pts. por Tm y Kilómetro de transporte por carretera, incrementando el coste total en 100 pts./Tm por manipulación del stock intermedio a pie de explotación.

Así, los costes de transporte calculados para las distintas zonas seleccionadas se recogen en el siguiente cuadro:

COSTE TRANSPORTE CARBON A TERMICA

Paquete Minero	Area Seleccionada	Distancia Central termica Kms.	Coste Transporte Pts/Tm.
Torre	Torre – 1	50	412
	Torre – 2	50	412
	Torre – 3	50	412
	Torre – 4	50	412
Chuchú Estrechas	Chuchú – 1	55	444
	Chuchú – 2	55	444
Anchas	Anchas – 1	58	463
	Anchas – 2	58	463

4.2.4.— DETERMINACION DE LOS RATIOS LIMITE DE EXPLOTACION PARA LAS DISTINTAS AREAS SELECCIONADAS.

La magnitud de las reservas susceptibles de su extracción a cielo abierto, depende para cada estructura de yacimiento del criterio económico elegido en la determinación de las **ratios de desmonte límite o medio**.

Se puede adoptar tres criterios económicos diferentes para definir los límites de explotación:

a) Establecer el **límite**, donde el incremento de ratio, permita un **beneficio por Tm mínimo aceptable**. Esto implica que cada Tm de carbón extraída, permite un beneficio igual o mayor al beneficio mínimo aceptable.

b) Establecer el **límite** donde el incremento de ratio produce un **beneficio de cero pesetas** por Tm. (pero no una pérdida). Esto implica que cada Tm. de carbón arrancada produce un beneficio igual o mayor que cero.

El tonelaje total arrancado será mayor que con el criterio anterior y el beneficio total será también mayor y así se tendrá el máximo beneficio posible.

c) Establecer el límite de tal modo que el ratio de desmonte para el conjunto de la explotación permita un **beneficio medio por Tm de carbón mínimo aceptable**. Este criterio implica que algunas toneladas de carbón son extraídas con un ratio de desmonte bajo y por tanto permiten un alto beneficio por Tm; beneficio, que a su vez debe subvencionar el carbón extraído con un ratio alto y que produce pérdidas.

El tonelaje de carbón explotable económicamente con este criterio, será mayor que con los criterios a) y b) pero el beneficio total para el conjunto de la operación será menor, ya que parte de aquél incurre en pérdidas.

Aún, cuando cada uno de estos criterios puede ser aplicado en función de las características particulares de cada empresa explotadora, y en relación con estrategias o tendencias concretas de mercado, se ha considerado a efectos de evaluación de reservas en el presente estudio, fijar como criterio el de beneficio cero para la última tonelada, que aunque no optimiza desde el punto de vista de reservas el potencial del área estudiada, parece razonable para una operación combinada con minería de interior, como es el caso de gran parte de las áreas seleccionadas.

La existencia de algunas estructuras que mantienen constante su ratio de explotación debido a las características geométricas y espaciales que concurren en la disposición de las capas e intercapas, y que impide por tanto definir un

ratio límite de explotación, nos ha llevado a adoptar como criterio económico, establecer su ratio para un beneficio medio de 500 pts./Tm.

Establecida la alternativa que define el objetivo de beneficio específico, y conocida la estructura de costes de explotación, así como el precio de venta de carbón, es posible obtener el siguiente cuadro económico para el conjunto de las áreas seleccionadas, con definición estricta del ratio límite económico.

CUADRO ECONOMICO Y DETERMINACION DE RATIOS LIMITES

CONCEPTO	ZONA DEL TORRE DEL BIERZO														Paquete Chuchú/ Estrechas		Paquete Anchas	
	PAQUETE MINERO TORRE														Chu- chú 1	Chu- chú 2	Anchas 1	Anchas 2
	TORRE-1		TORRE-2		TORRE-3A		TORRE-3B		TORRE-3C		TORRE-3D		TORRE-4					
	C ^a Mora	C ^{as} 4 y 5	C ^a Mora	C ^{as} 4 y 5	C ^a Mora	C ^{as} 4 y 5	C ^a Mora	C ^{as} 4 y 5	C ^a Mora	C ^{as} 4 y 5	C ^a Mora	C ^{as} 4 y 5	C ^a Mora	C ^{as} 4 y 5				
Ingreso Bruto Pts/Tm.	4364	5011	4364	5011	4364	5011	4364	5011	4364	5011	4364	5011	4364	5011	5766	5766	5443	5443
Beneficio última Tm.	0	0	0	0	0	-	-	-	0	0	-	-	-	-	0	0	0	0
Beneficio medio Pts/Tm.	-	-	-	-	-	500	500	500	-	-	500	500	500	500	-	-	-	-
Costes de propiedad Pts/Tm.	126	126	264	264	64	64	72	72	93	93	64	64	67	67	222	173	419	290
Transporte termica y manipulación stock Pts/Tm.	412	412	412	412	412	412	412	412	412	412	412	412	412	412	444	444	463	463
Valor Boca-Mina y máximo costo minería y desmonte Pts/Tm.	3826	4473	3688	4335	3888	4035	3380	4027	3859	4506	3388	4035	3385	4032	5100	5149	456	4690
Ratio limite en M ³ /Tm.	19,98	23,57	19,21	22,81	20,32	-	-	-	20,16	23,76	-	-	-	-	27,05	27,33	24,06	24,78
Ratio medio en M ³ /Tm.						21,14	17,50	21,09	-	-	17,54	21,14	17,53	21,12	-	-	-	-

NOTA: Los costes de propiedad incluyen las inversiones estimadas para investigación complementaria del area seleccionada, así como la compra de terrenos, trabajos de infraestructura etc, cuyo análisis se realiza en el apartado 6.

5.— DETERMINACION DEL POTENCIAL DE RESERVAS EXPLOTABLES A CIELO ABIERTO, DEFINICION DEL PROCESO DE CALCULO

De acuerdo con la Metodología establecida por el IGME (1979), para la determinación del potencial de reservas de carbón explotables a cielo abierto, y una vez establecidos los modelos estructurales, así como sus parámetros característicos para las distintas zonas seleccionadas, la sustitución del valor calculado para el ratio límite en la expresión matemática deducido para cada modelo (ver apartado 4.1.), permite definir la altura máxima de explotación que cumple las condiciones de rentabilidad previamente fijada. A partir de este dato, y de acuerdo con la corrida de las capas estimadas para cada modelo, es posible finalmente obtener las reservas de carbón buscadas.

El carácter dinámico del concepto de reservas, que dependen fundamentalmente como se sabe del precio del mineral vendible, y la tendencia alcista que para un producto energético se prevé debido por un lado a la actual crisis energética y por otro a la importancia estratégica que le concede el Plan Energético Nacional, nos ha llevado a procesar en ordenador los distintos datos y modelos de yacimientos a fin de obtener de una forma rápida y precisa la reservas potenciales de las distintas áreas seleccionadas.

El programa de cálculo estudiado, permite establecer como variables, prácticamente todos y cada uno de los parámetros tanto estructurales del yacimiento (potencia de las capas, buzamiento, pendiente topográfica, ángulos de talud estable, calidad del carbón, potencia de las intercapas, etc.). Como económicos (precio de venta, costos de explotación, costes de transporte, etc.), lo que le convierte en un proceso igualmente dinámico, con capacidad para actualizar las reservas evaluadas a medida que un mejor conocimiento por una investigación de detalle, aconsejen la variación de cualquiera de los parámetros estructurales supuestos, o la modificación del precio de venta o de los costes de explotación exijan la reconsideración de las hipótesis de partida.

En síntesis, en el proceso seguido para el cálculo de reservas por ordenador, se desarrollaron los siguientes módulos en lenguaje FORTRAN.

A) RUTINAS

i) RLIM (A1, A2, ... AN)

Tiene como parámetros de entrada, un índice significativo del modelo, los geométricos del propio modelo, y el ratio límite obtenido por consideraciones económicas.

En función del modelo elegido, selecciona la correspondiente fórmula analítica y devuelve al programa principal la altura máxima de explotación.

ii) RMED (A1, A2, ... AN)

Análogamente a la anterior, tiene como parámetros de entrada, un índice significativo del modelo y los geométricos propios del mismo.

Como la expresión del Ratio medio en función de los parámetros geométricos una vez conocidos éstos, es una función racional de la altura de explotación en la que el numerador es una función de segundo grado y el denominador una función lineal,

$$R_M = \frac{N_1 H^2 + N_2 H + N_3}{D_1 H + D_2}$$

los valores que devuelve esta rutina, son los coeficientes N_1 , N_2 , N_3 y D_1 , D_2 , de tal manera que en el programa principal, dependiendo del tipo de hipótesis de cálculo, se puede obtener el ratio medio (caso de cubicar a partir de ratios límites), o bien, la altura de explotación (caso de cubicar a partir de un ratio medio dado).

B) PROGRAMAS

i) HIPT.A

El objetivo de este programa es efectuar la cubicación en la hipótesis de ratios límites dados, y el análisis de sensibilidad de las reservas frente a variaciones de ± 20 por ciento de los parámetros fundamentales.

Distinguimos pues dos fases en el programa:

- 1) Obtención de la cubicación.
- 2) Análisis de sensibilidad.

1) Obtención de la cubicación.— Los datos de partida son todos los modelos definidos (parámetros geométricos y económicos). Estos se agruparon por zonas en las que la Inversión a realizar es un valor determinado y constante.

Partiendo de unos costes iniciales de propiedad, se calcula, para cada zona, un valor de reservas que teniendo en cuenta la inversión prevista, da lugar a unos nuevos costes de propiedad. Este proceso se repite hasta llegar a un valor

límite. La convergencia de este proceso iterativo (con la tolerancia estimada) quedó demostrada al ejecutar el programa, mediante un test para limitación del número de iteraciones.

Obtenido este límite se procede a listar por impresora los resultados de todos los modelos de la zona en estudio, así como un resumen de los mismos.

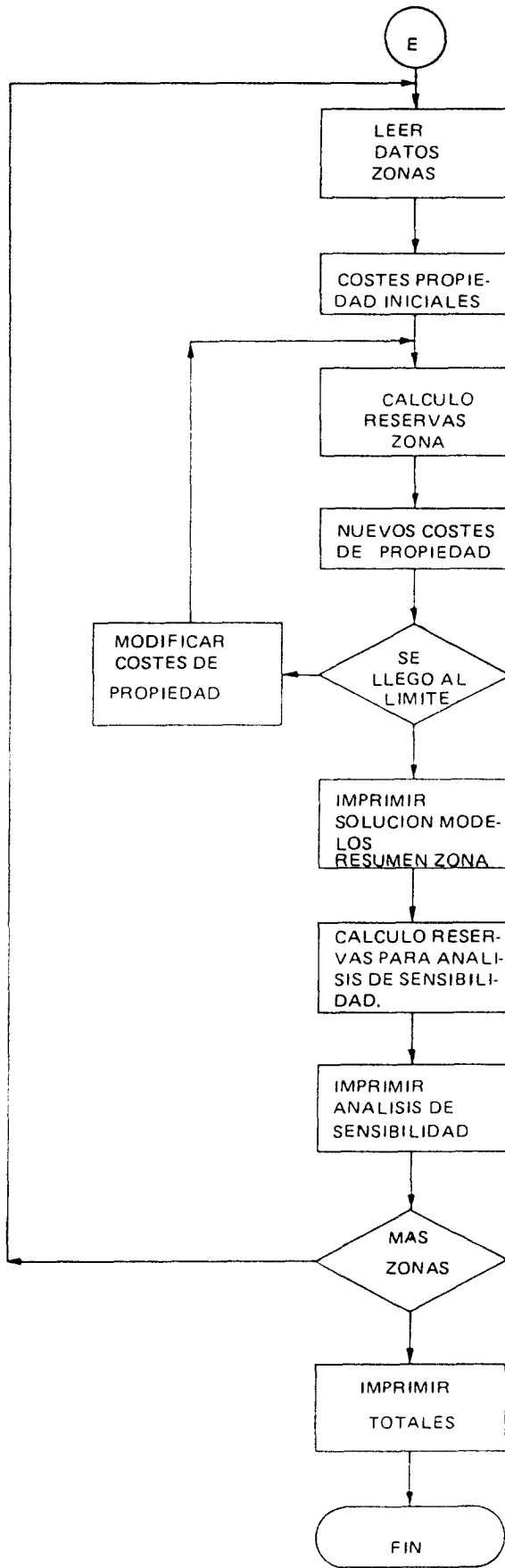
2) **Análisis de sensibilidad.**— Suponiendo variaciones de ± 20 por ciento de los parámetros fundamentales, se recalculaban las reservas y se comparaban con la solución.

El programa termina su ejecución imprimiendo los resultados globales que se ha acumulado a lo largo del proceso de cada una de las zonas.

ii) HIPTB

La estructura de este programa es análoga a la de HIPTA pero sólo efectúa la cubicación en la hipótesis de ratios medios.

Gráficamente, el esquema del programa se puede expresar de la forma siguiente:



Se incluye en el anexo, el programa de cálculo utilizado, así como los resultados obtenidos para las distintas áreas seleccionadas.

Se incluye igualmente un análisis de sensibilidad sobre las reservas evaluadas para un ± 20 por ciento de variación de los parámetros en las hipótesis de partida, para cada área y para el conjunto de la zona estudiada.

La existencia de una cierta actividad minera, fundamentalmente por métodos de interior sobre alguna de las áreas seleccionadas, así como la información recogida durante nuestra visita de campo sobre cotas de explotación por minería subterránea, nos ha llevado a afectar de un coeficiente (**coeficiente de explotabilidad**) las reservas evaluadas, en aquellos casos en los que la altura de explotación de los distintos yacimientos estudiados, podría alcanzar cotas ya explotadas por interior.

Un resumen del potencial de reservas calculado, ordenado por áreas seleccionadas, con el total por paquete minero al que pertenecen y su significación en tanto por ciento sobre el total de la zona estudiada, así como los ratios medios de desmonte, se refleja en el siguiente cuadro:

POTENCIAL DE RESERVAS, AREA DE TORRE DEL BIERZO

Paquete Minero	Area seleccionada	Coficiente Explotabilidad aplicado	Reservas de carbón TM.	Esteril M ³	Ratio medio M ³ /Tm.	o/o sobre Total Reservas
Torre	Torre – 1	1	87.433	1.628.822	18,63	
	Torre – 2	1	50.694	905.359	17,86	
	Torre – 3	1	958.966	17.697.773	18,45	
	Torre – 4	1	236.708	4.579.194	19,35	
Total Torre	–	–	1333.801	24.811.148	18,60	75,88
Chuchú Estrechas	Chuchú – 1	0,75	194.208	3.713.257	19,12	
	Chuchú – 2	0,90	126.447	2.302.602	18,21	
Total Chuchú /Estrechas	–	–	320.655	6.015.859	18,76	18,25
Anchas	Anchas – 1	1	39.361	590.166	14,99	
	Anchas – 2	1	63.874	738.019	11,55	
Total Anchas	–	–	103.235	1.328.185	12,86	5,87
Total General	–	–	1757.691	32.155.192	18,29	100

Finalmente, a modo de síntesis de los distintos modelos utilizados como expresión estructural de las áreas seleccionadas y a efectos de una sensibilización gráfica, se incluye la siguiente colección de planos, con indicación para cada área, del valor de los parámetros estimados en el modelo, y resultados obtenidos de altura de explotación, ratios medios de desmonte, reservas de carbón y estéril a mover.

CARTOGRAFIA GEOLOGICA, MODELOS ESTRUCTURALES, PARAMETROS EMPLEADOS, FORMULACION APLICADA Y RESULTADOS OBTENIDOS PARA CADA AREA SELECCIONADA

6.— METODOS DE EXPLOTACION APLICABLES A LAS DISTINTAS ZONAS SELECCIONADAS

Por las características estructurales de los distintos yacimientos, dos son los métodos de explotación aplicables al conjunto de las áreas seleccionadas:

- Explotación en forma de corta (OPEN PIT).
- Minería de contorno (CONTOUR MINE)

A) La explotación en **forma de corta**, se aplica en yacimientos cuyas características principales son:

- Capas de carbón con buzamiento superior a 20°.
- Conjunto de capas, con potencias variables.
- El recubrimiento de estéril requiere el uso de voladura para su arranque.
- Las reservas probadas no permiten una inversión inicial grande.

La maquinaria más adecuada para el movimiento de estéril suele ser:

Tractores de 400–700 CV

Pueden ser utilizados en la remoción y empuje del material más superficial hasta el borde de la corta. Permite mediante el empleo del ripper arrancar rocas superficiales o no muy competentes donde la voladura no es necesaria.

Perforadoras

Las rocas competentes, sobre todo los estratos de arenisca y pizarras duras a techo de las capas exigen el uso de explosivos para un arranque. En este caso, los equipos de perforación autodesplazables tipo "crawl" con capacidad de perforación entre 3" y 6" parece del más adecuado para las distintas explotaciones posibles.

Excavadora/volquete o Pala/volquete

Es el sistema convencional bien ensayado y probado en todo el mundo. Las características principales son:

- Gran flexibilidad.
- Alta disponibilidad mecánica.
- Fácil contratación.

Este equipo minero, de capacidad adecuada a los ritmos posibles de las distintas cortas, que en una primera aproximación se ha estimado en una producción de 60.000–70.000 m³/mes, es fácilmente contratable, por su versatilidad en trabajos de obras públicas, lo que a nuestro juicio es una importante ventaja, ya que individualmente, prácticamente ninguna corta seleccionada justificaría por sí sola la inversión correspondiente a la compra de un equipo minero completo.

Dentro del método de explotación por corta, aplicable fundamentalmente a las áreas seleccionadas en los paquetes CONSTANCIA–LA NUEVA, SARI-TA, CHUCHU–ESTRECHAS, ANCHAS y gran parte de las del paquete TO-RRE, el sistema de avance de la excavación puede realizarse en bancos paralelos a las dirección de las capas (**explotación longitudinal**), con el frente de avance normal al rumbo de las capas (**explotación transversal**) o mediante un sistema mixto en el que el frente de avance se encuentra inclinado con el rumbo de las capas (**explotación diagonal o mixta**).

a) Explotación longitudinal.— Este sistema de explotación consiste en llevar la operación de arranque en bancos paralelos a la dirección de las capas. El desmonte se inicia en las cotas superiores atacando en toda su longitud y progresando de techo a muro del paquete de capas. Una vez que el banco superior ha avanzado lo suficiente, se inicia el arranque en el segundo banco que se encuentra a una cota inferior, progresando igualmente de techo a muro (ver figura) y así sucesivamente hasta llegar al fondo de corta proyectado.

Una variante que se emplea en algunas ocasiones, consiste en dividir la longitud de frente total, de cada banco, en varios frentes, realizándose la excavación en éstos, de forma desfasada en el espacio. Así pues, en el primer banco, el segundo frente se inicia simultáneamente con el primero del segundo banco.

Las ventajas de este sistema son:

- Rápido acceso al carbón, con menor desmonte inicial.
- Facilidad para abrir frentes largos, lo que permite una producción más flexible.
- Posibilidad de trabajar en varios bancos a la vez.

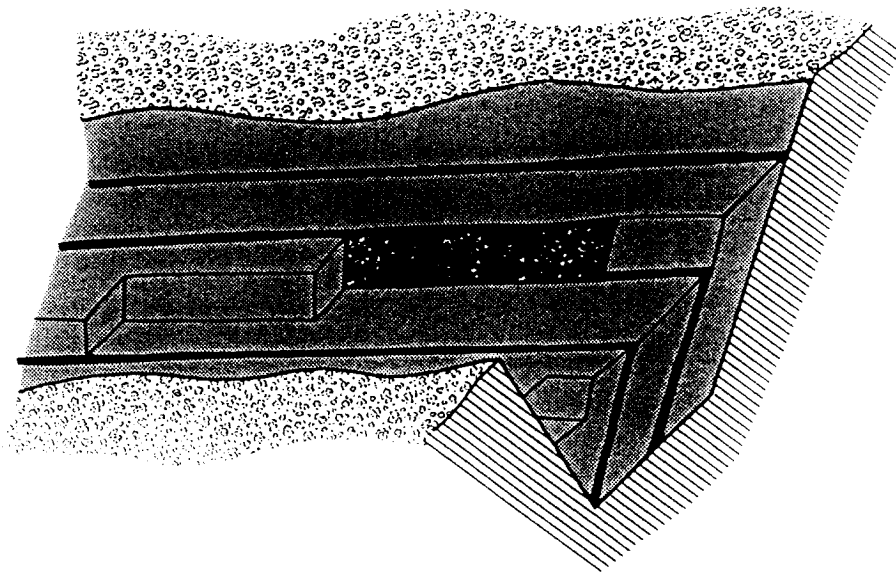
Las desventajas por otro lado son:

– Variaciones en la producción de carbón que depende de las potencias de las capas y de las intercalaciones de estéril entre capas.

– Dificultad en la mezcla de carbones para un control de calidad (menos en el caso de utilizar la variante indicada).

– Imposibilidad de autorrellenar el hueco lo que dificulta la restauración del terreno.

Dadas las características de las distintas áreas seleccionadas, parece recomendable este sistema para los siguientes yacimientos: CEREZAL-1, CEREZAL-2, CEREZAL-3 y VILLAR-1 y VILLAR-2 del "Paquete Constanca". GRANJA-1 y GRANJA-2 del paquete minero "Sarita"; TORRE-1, TORRE-2, TORRE-5 y TORRE-6 del "Paquete TORRE," CHUCHU-2 y CHUCHU-3 del paquete Chuchú-Estrechas.



b) Explotación transversal.— Mediante este sistema, la excavación comienza en el extremo del banco más alto y avanza a lo largo del rumbo. El frente de trabajo es normal a la dirección de las capas y se extiende a todo el ancho del banco, desde el talud de techo al talud de muro. Cuando se ha avanzado lo suficiente como para facilitar el trabajo del equipo, comienza el segundo banco, avanzando simultáneamente y paralelo al anterior. Así se profundizará sucesivamente hasta el fondo de cota proyectado (ver figura).

Como es de suponer, el arranque de carbón se realiza de techo a muro, siendo más fácil su limpieza, reduciendo la dilución que se producirá si el arranque se efectúa a 90° de la solución apuntada.

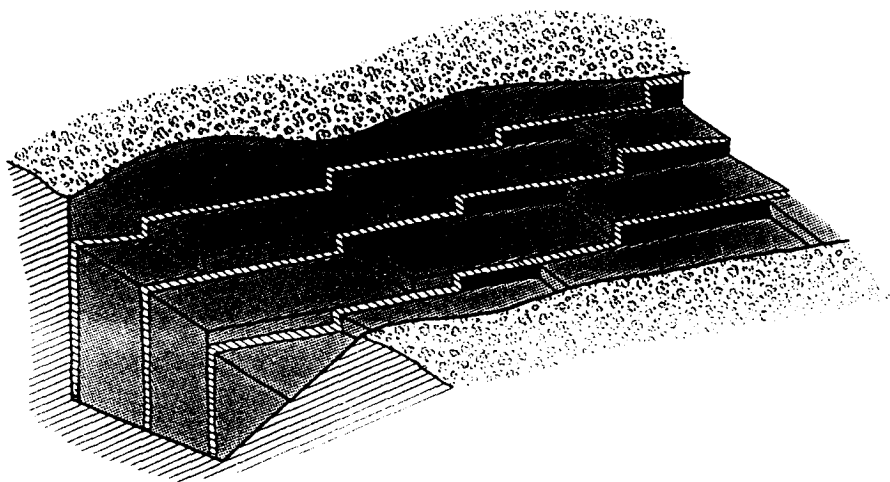
Las ventajas de este método son:

- Permite el relleno del hueco y por tanto la restauración del terreno.
- Permite el mezclado de carbón de distintas capas mejorándose así la calidad vendible.

Las desventajas principales son:

- Alto coste de apertura inicial.
- Se trabaja prácticamente a ratio constante, lo que hace que el flujo de caja en los primeros años sea menor que mediante el sistema de explotación longitudinal.

Su aplicación a las áreas seleccionadas, quedará reducido fundamentalmente a los yacimientos del paquete de ANCHAS, aunque sin claras ventajas sobre el sistema longitudinal.



B) Minería de contorno

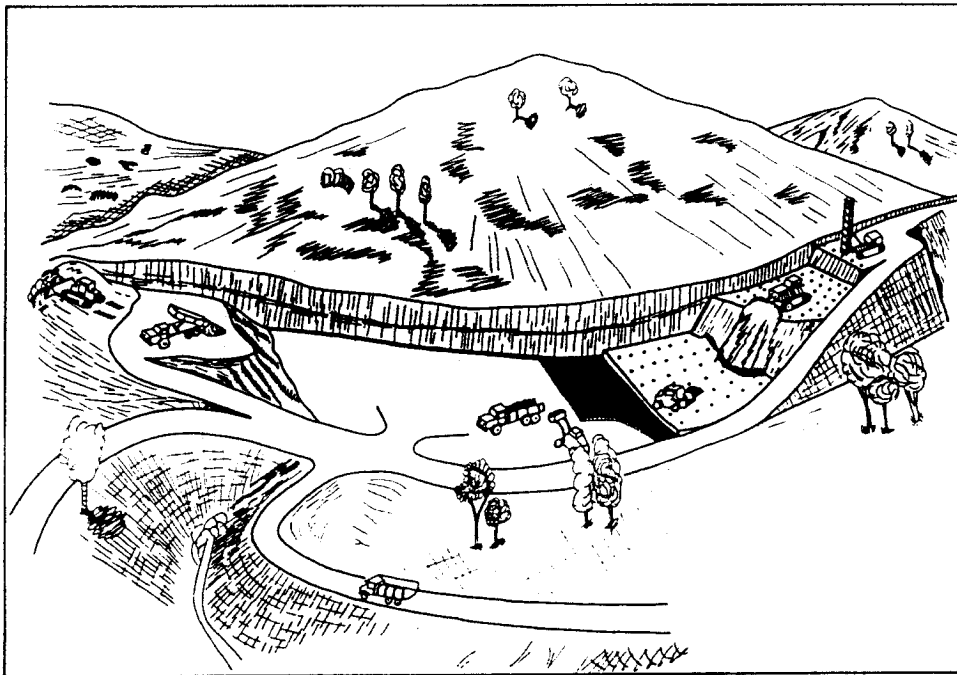
Este método de explotación, tiene su aplicación para yacimientos cuyas características fundamentales son:

- Capas semihorizontales, inclinación menor de 15° .
- Potencia del recubrimiento de estéril en aumento a partir del afloramiento.
- Espesores de las capas reducidos.
- Yacimientos normalmente simples.

La explotación se realiza a lo largo del afloramiento siguiendo la dirección marcada por la intersección de la capa con el terreno.

En el sentido transversal, el arranque progresa hasta alcanzar el ratio límite económico de la operación o la profundidad límite de estéril que puede ser alcanzada.

En el caso de yacimientos múltiples (varias capas), el proceso de explotación es algo más complejo, debiendo hacer especial hincapié en lo que se refiere a la planificación de la operación. En la figura adjunta se puede observar la planta de un yacimiento con dos capas de carbón en la que la explotación simultánea de las dos capas se lleva con un desfase entre ellas, a la vez que el estéril describe un movimiento lateral consiguiéndose así la restitución del terreno.

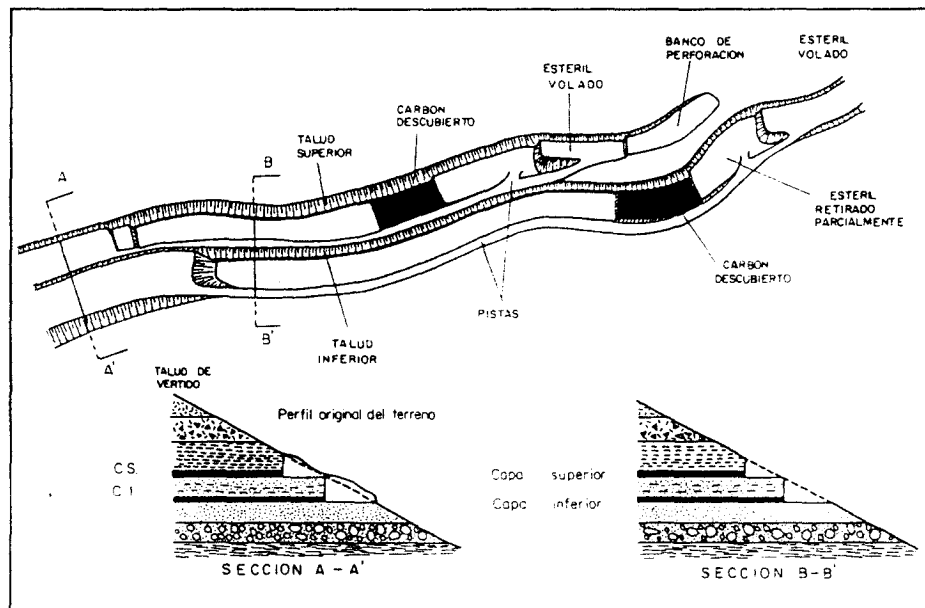


El método convencional de minería de contorno, consiste en abrir una trinchera a lo largo de toda la longitud del afloramiento. El estéril removido queda apilado sobre la ladera tomando el talud natural de las tierras.

En el movimiento del estéril suelen emplearse tractores que realizan el empuje directamente o previo ripado de los materiales.

La necesidad de perforar y volar parte de los estratos exige la preparación de una plataforma para maniobrabilidad del equipo de perforación. Esta plataforma se realiza con el propio tractor que se emplea en el movimiento del estéril.

Para la carga y arranque del carbón es de uso corriente la utilización de palas hidráulicas frontales o retroexcavadoras; si bien para carbones resistentes (antracitas), la maquinaria ideal es la excavadora. En algunas ocasiones el tractor puede ayudar al arranque del carbón auxiliando al equipo de carga (ver fig.).



El transporte se realiza mediante camiones convencionales de 15–30 Tm., no siendo aconsejable el empleo de otros de mayor capacidad, dada la provisionalidad de las pistas de acceso.

Las principales ventajas de su aplicación son:

- Economía y sencillez en pequeños yacimientos.
- Requiere poco tiempo de preparación y poco personal.
- Pequeña inversión en el equipo de arranque.
- Posibilidad de combinación con métodos especiales.

Por el contrario las desventajas son:

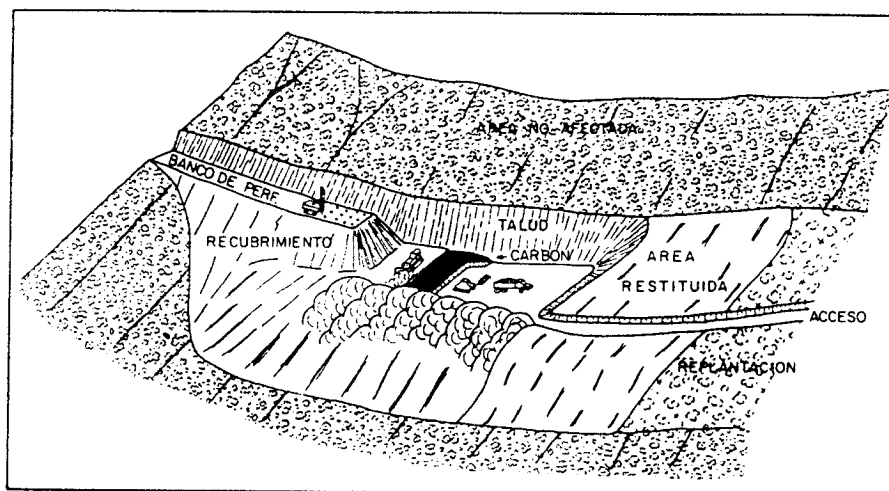
- Doble remoción del estéril cuando sea obligada la reconstitución del terreno.
- Posible inestabilidad del estéril apilado en la ladera.
- Problemas de drenaje en la zona de vertido de estéril.
- Mayores problemas de tipo ecológico y estético.

El fuerte impacto ecológico no parece aconsejar este sistema de trabajo más que para la apertura inicial de la explotación, pasando en las siguientes fases a un sistema "HAULBACK" o de "movimiento lateral" que permite el relleno y por tanto la restauración del terreno, ya que a partir del hueco inicial, el movimiento del estéril sigue una trayectoria paralela al afloramiento, vertiéndose detrás del frente de excavación.

Este método requiere mayor planificación que el de contorno convencional.

El equipo de arranque del carbón está constituido generalmente por palas frontales y el transporte se realiza con camiones convencionales (ver fig.).

Este sistema de explotación, es aconsejable su aplicación al área seleccionada de TORRE–3, TORRE–4, TORRE–7 y CHUCHU–3 C, que representan prácticamente el 43 por ciento del total de reservas a cielo abierto estimado para el área de TORRE–BEMBIBRE.



6.1.- VERTEDEROS. RECONSTITUCION DEL TERRENO

La intensa actividad minera desarrollada en épocas pasadas y en la actualidad, a la que ha estado sometida el área de estudio, ha dejado pruebas inequívocas de la mala planificación ecológica con la que se han ubicado las inevitables escombreras de estériles que el propio sistema minero requiere. Es fácil observar el gran impacto ambiental que supone la presencia de grandes vertederos, muchos de ellos próximos a vías de comunicación o incluso a núcleos urbanos en los que no se ha tenido en cuenta ni siquiera en su implantación criterios de estabilidad.

Por otro lado, las pequeñas explotaciones a cielo abierto que se han realizado recientemente, (zonas del Cerezal, Granja 1, Torre 5, etc.) muestran una disposición caótica de los estériles, incluso sobre capas de carbón que entendemos pueden ser objeto de su explotación. Esto, permite suponer, que en el

desarrollo de las pequeñas operaciones emprendidas no ha existido el más mínimo criterio o método de explotación planteado con una inquietud técnicamente correcta y desde luego ambiental.

Por ello, aun, cuando una planificación de este tipo se sale del ámbito de este estudio, es necesario llamar la atención de su enorme importancia, en el desarrollo de futuros proyectos a cielo abierto ya que tanto por la polución del hábitat de la población ubicada en la zona como por el deterioro del paisaje atravesado por redes de comunicación importantes (Carretera Nacional VI, etc.), puede llegar a suponer un handicap, por simple presión social.

En otros países (Inglaterra, EE.UU. etc.), una fuerte legislación obliga a efectuar una serie de más o menos complicadas operaciones que devuelven al contorno la máxima belleza y normalidad. En el caso concreto de Inglaterra, constituye un verdadero orgullo de los mineros ingleses la calidad de la restauración agrícola o forestal, no sólo en las áreas actualmente en explotación, sino de las antiguas escombreras abandonadas o de minas reclamadas.

La verdadera llave del problema de restauración, está en el movimiento previo de la capa vegetal, que al final de todas las operaciones de vertido, extendido y compactado de los estériles, vuelve a ser colocado sobre éstos y mediante un tratamiento adecuado de los especialistas agrícolas o forestales vuelve a sembrarse.

El grave problema ecológico que los estériles ocasionan en el entorno de la explotación, debe por ello ser considerado en los futuros proyectos para tratar de conseguir un resultado estable y aceptable para la comunidad social.

De ahí que la respuesta no siempre posible (como hemos comentado en la descripción de las distintas áreas seleccionadas), pero muy eficaz, hasta el punto de ser la más recomendable, es la utilización del propio hueco producido para depositar los estériles de la operación minera.

Podemos decir a este respecto, que tan sólo después de considerar la posibilidad de relleno del propio hueco de la explotación, deberá ser estudiado el proyecto de vertido exterior.

En base a una consideración muy general, del total del volumen de estéril a mover, estimado para el área estudiada de 56.000.000 m³, es fácil suponer que un 50 por ciento aproximadamente podrá ser transferido a los huecos previamente creados, por favorecerlo el método de explotación, (TORRE-3, TORRE-4, TORRE-7) o por la disposición de las distintas cartas (gran parte de los modelos del paquete CHUCHU-ESTRECHAS). Para el resto de los estériles será necesario estudiar su disposición exterior en forma de bancales

que permitan su encaje en el conjunto del paisaje, o considerar un coste adicional para remover nuevamente los estériles y transferidos al propio hueco.

En este sentido, resulta curioso observar que de las conclusiones obtenidas en el análisis de sensibilidad, bien sobre las reservas evaluadas o bien sobre la rentabilidad de la futura explotación, el incremento de los costes de propiedad o incluso de los costes mineros que podrían encarecerse por el sistema de restauración, tienen una influencia mínima, prácticamente despreciable. Así, un incremento de un 20 por ciento en los costes de propiedad supone una disminución en la rentabilidad global menor del 2 por ciento, y un incremento del 10 por ciento en los costes de operación puede llegar a suponer una disminución del mismo orden en la rentabilidad.

De acuerdo con la experiencia inglesa, el costo medio de restauración representa entre un 2 y un 3 por ciento sobre el precio de venta del carbón, que para el área de TORRE—BEMBIBRE, supondría un incremento en los costes de operación del 4—5 por ciento.

6.2.— TALUDES

A efectos de estabilidad, son tres las conformaciones básicas de taludes a considerar:

— Taludes de muro, es decir, el talud de detrás, de la última capa del paquete en cada modelo, con buzamiento de los estratos concordantes con el talud final.

— Talud de techo, es decir, el talud realizado sobre los estratos estériles superiores al paquete de carbón.

— Taludes de flanco o laterales, que comprendería el mismo paquete de estratos incluidas las capas de carbón con pendiente en ángulo recto con respecto a la dirección del talud.

Las restricciones fundamentales a los criterios de estabilidad de los distintos taludes comprenden los siguientes aspectos básicos que de una forma general se han tenido en cuenta en el estudio: estructura, materiales, agua, tiempo y condiciones límites.

Estructura:

La estructura general ya ha sido comentada en la descripción geológica realizada en apartados anteriores (ver 2.13).

La serie estratigráfica aparece inclinada al Norte, con fuertes pendientes cerca del límite meridional (tramos de Anchas y Estrechas) donde se verticalizan los estratos. Más hacia el norte la serie pasa a una estrecha franja con pliegues bastante bien desarrollados (tramo de CHUCHU) y a continuación se pasa a una zona de pendientes suaves con pliegues muy tendidos que en algunos puntos dan lugar a una estructura en escalera.

Esta estructura se encuentra rota por una serie de fallas, de importancia geológica reducida, que se agrupan en dos sistemas: longitudinal y transversal.

En el conjunto del área se observa una red de diaclasas subverticales, de dirección N60 a N110 y otra, menos desarrollada, orientada N-S. La influencia de estas discontinuidades sobre la estabilidad de los taludes de muro parece despreciable y sólo podrá tener interés si van asociadas a ondulaciones o arrumbamientos de los estratos de muro. En todo caso, nunca podrá afectar en un problema de inestabilidad general.

En resumen, estas consideraciones sobre los accidentes estructurales observados, sólo tienen interés para el análisis de la estabilidad del talud de techo y de los taludes de cierre.

Materiales:

Los materiales sobre los que se conformarán los taludes estarán constituidos fundamentalmente por pizarras flojas a muro, con potencias variables de 1 a 6 m, y ocasionalmente interestratificaciones de areniscas de potencias semejantes con un grado superior de consolidación.

Ocasionalmente, podrá existir algún lecho carbonoso sin interés económico, en los estratos de muro y que por su posible influencia en la estabilidad general del talud final deberá considerarse en un análisis de estabilidad detallado.

En cuanto a los taludes de techo, éstos, estarán conformados por diferentes estratos discordantes con la pendiente del talud constituidos fundamentalmente por una serie de areniscas, micropudingas y pizarras, en general altamente consolidadas y en proporción variable según los distintos tramos carbonosos.

Agua:

La ubicación de las futuras explotaciones en el contexto de la topografía local, permite identificar una serie de vaguadas que en época lluviosa recogen y canalizan las aguas de escorrentía.

Deberá considerarse en los distintos proyectos de detalle la recogida y canalización de dichas vaguadas fuera de las cortas, realizando para ello, una regata general que debe proteger en coronación los taludes, fundamentalmente los de muro.

No se tiene información de los niveles freáticos locales, que permite estimar para las distintas áreas seleccionadas una cierta cota de agua por encima de la altura prevista para el fondo de corta. Por otro lado, dado que en general las cortas estimadas tampoco alcanzan gran profundidad, es previsible que en general los taludes sean secos.

Cálculos de estabilidad

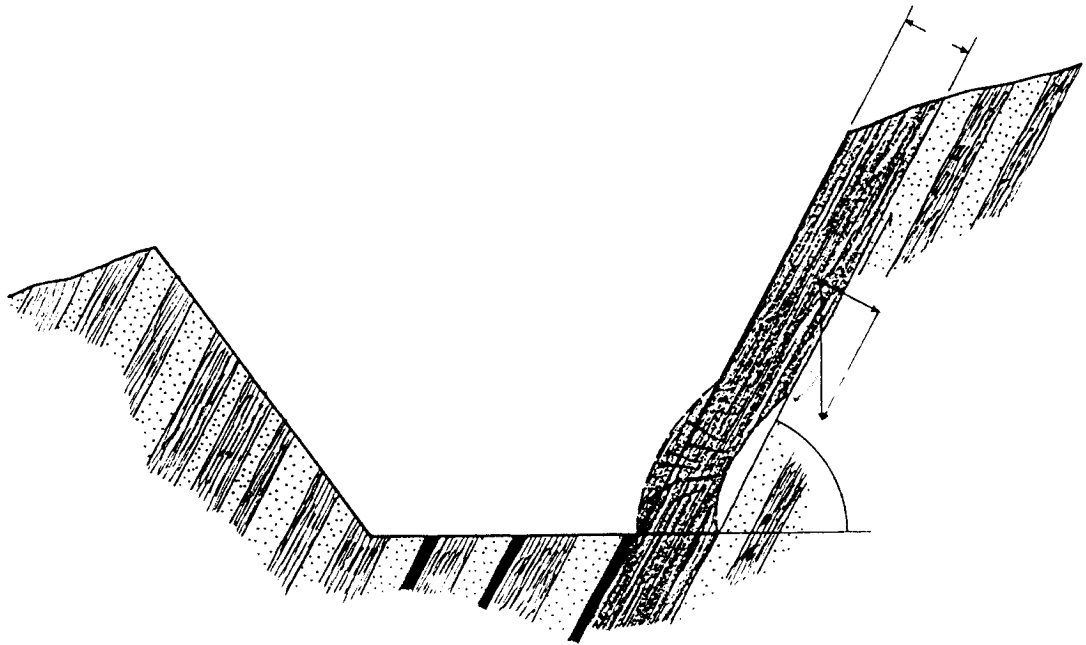
a) Taludes de muro

De acuerdo con las características estructurales comentadas, y aún cuando es previsible estimar diversas causas desestabilizadoras, la observación de los taludes que se exhiben en las distintas explotaciones de la zona visitadas, no permiten pensar en una rotura planar por deslizamiento de los paquetes de estratos que conformen los taludes.

Sí en cambio, haremos una estimación de rotura por pandeo a fin de conocer el riesgo de que este fenómeno se produzca.

Para este modelo de rotura, son fundamentales el conocimiento de la excentricidad de la compresión, y de la relación de longitud de pandeo—potencia de la placa.

Como ambos parámetros son desconocidos “a priori”, se ha seguido la experiencia de BRAY, utilizando una excentricidad de 15 por ciento y una relación de longitud de pandeo a potencia de la placa a techo de la última capa, de 5.



La fuerza desestabilizadora que produce la rotura por pandeo viene dada por:

$$F.D. = \frac{K \pi^2 E b^3}{12 L^2}$$

donde:

K = factor que depende de la excentricidad de la carga y la potencia de la placa (para un talud cuya $L > 10b$, $K = 0,2$).

b = potencia real de la placa considerada.

d = potencia aparente de la placa.

L = longitud de pandeo.

H = altura vertical de la placa.

E = módulo de elasticidad medio de la roca. Para el caso de una pizarra floja $E = 1,3 \cdot 10^5 \text{ Tm/m}^2$.

Por otro lado, la fuerza desestabilizadora que actúa sobre el pie del talud, viene dada, por la resultante de la componente gravitatoria del estrato según el buzamiento de la capa y del esfuerzo resistente del propio estrato en función de su cohesión > 0 , es decir $F' = CL - T$.

El factor de seguridad correspondiente para una potencia media de estratos de 6 m viene dado

$$\text{por } F_s = \frac{F.D}{F'} = \frac{K \cdot \pi^2 E \cdot b^3}{12 L (CL - T)}$$

De donde se deduce, que el factor de seguridad medio para taludes de altura variable de 20 a 40 m y pendientes de 45 a 70° serían los siguientes:

Pendiente del talud	45	50	55	60	65	70
Factor de seguridad	3,40	2,60	2,00	1,50	1,20	0,85

Se ha tomado como ángulo de talud estable el de 60° que proporciona un factor de seguridad de 1,50 $>$ 1,20 razonable.

Taludes de techo:

El comentario hecho sobre las características estructurales del paquete de estratos, permite estimar como un posible modelo de rotura el que se puede producir a través de un plano que quedaría definido por la discontinuidad de la serie de diaclasas.

El factor de seguridad para el caso de rotura por un plano de pendiente menor que la pendiente general del talud viene dado por:

$$F = \frac{2 C}{\gamma H (\cotg \beta - \cotg \alpha)} + \frac{\text{tg } \phi}{\text{tg } \beta}$$

en la que

c = cohesión del material en la superficie del plano posible de deslizamiento

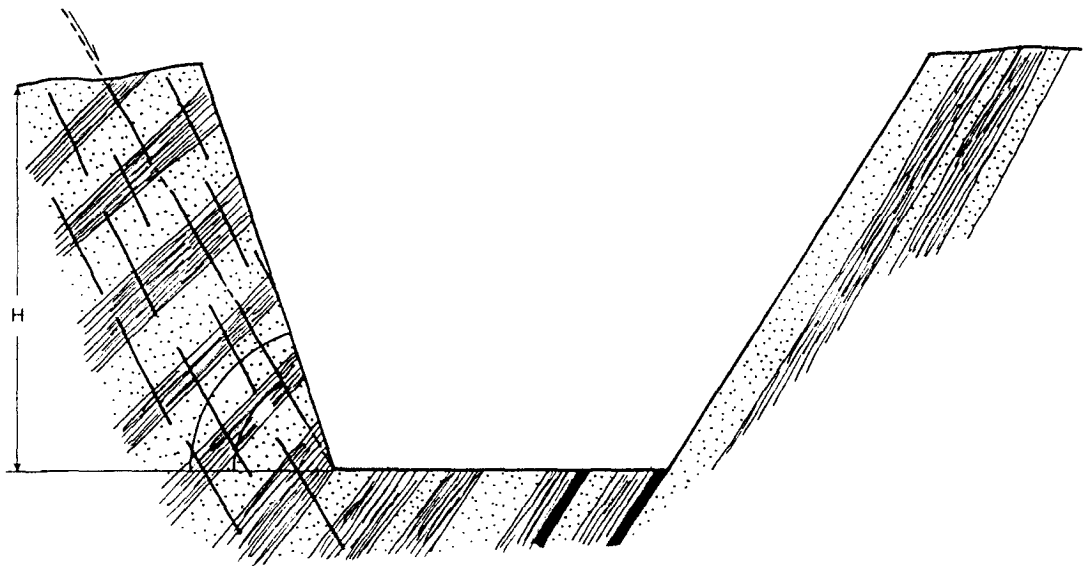
γ = densidad de la roca

H = altura del talud

β = inclinación del plano de deslizamiento

α = pendiente del talud

ϕ = ángulo de rozamiento interno de la matriz rocosa.



Estimando un ángulo del plano de deslizamiento $\beta = 45^\circ$, la cohesión del material de 15 Tm/m^2 la densidad de la roca $\gamma = 2,5 \text{ Tm/m}^3$ y un ángulo de rozamiento interno de 40° , resulta para taludes de pendiente comprendida entre 50° y 90° y alturas variables de 20 a 40 m los siguientes factores de seguridad.

Pendiente talud	50	60	70	80	90
Factor de seguridad	3,35	1,81	1,49	1,35	1,01

Por simplificación de los modelos se ha tomado constante e igual a 60° la pendiente estable de los taludes de techo. El factor de seguridad $1,81 > 1,20$ evidencia su propia estabilidad.

7.— ESTIMACION DEL PROGRAMA DE INVESTIGACION DE DETALLE PARA LA CONFIRMACION DE RESERVAS

7.1.— NECESIDAD DE LOS DATOS

Con vistas a confirmar los parámetros empleados en el diseño de las diversas cortas de explotación, y en base a futuros proyectos de detalle, se tiene la necesidad de una información más detallada de las áreas seleccionadas.

Los parámetros principales que deben obtenerse en las futuras investigaciones de detalle en la cuenca son:

- a) Calidad, espesor, buzamiento, resistencia y variación lateral de las diversas capas a lo largo de las áreas seleccionadas.
- b) Litología, espesor y resistencia a la compresión de las intercapas.
- c) Confirmación en cada área de las zonas minadas y estimación del tonelaje extraíble en cada capa.
- d) Reconocimiento a escala 1:2.000 de las estructuras geológicas que afecten a la zona de influencia de la explotación a cielo abierto.
- e) Hidrogeología subterránea y escorrentía superficial para determinar el drenaje y desagüe de las explotaciones y vertederos.

7.2.— PROGRAMA GENERAL DE INVESTIGACION

El programa de investigación a realizar debe comprender los siguientes pasos:

- 1) Levantamiento topográfico de las áreas seleccionadas a escala 1:2.000, con curvas de nivel cada 5 m.
- 2) Cartografía geológica de detalle a escala 1:2.000.
- 3) Levantamiento topográfico y cartografía geológica de galerías de explotación, detallando las zonas ya explotadas por minería de interior y correlación de las estructuras con las observadas en superficie.
- 4) Realización de labores mecánicas:
 - Calicatas estrechas para reconocimiento superficial de las capas.

– Sondeos de exploración con recuperación continua de testigo, en malla de 400 m a lo largo de la corrida de las áreas seleccionadas y en posición ortogonal al buzamiento de las capas. Testificación de los mismos y determinación de calidades de carbón de la mitad del testigo.

– Sondeos ciegos cada 200 m con testificación completa, eléctrica y radiactiva, para la determinación de potencias, buzamientos y calidades.

– Sondeos ciegos de evaluación, en malla de 50 m, con determinación de potencias de capas mediante testificación (Método del "density").

– Instalación de piezómetros en algunos de los sondeos realizados para la obtención de datos hidrogeológicos.

7.3.— EXPLORACION DETALLADA PARA CADA ZONA

7.3.1.— TRAMO TORRE

Es necesario realizar la cartografía geológica de detalle y el levantamiento topográfico y geológico de las galerías explotadas en otras épocas.

Además, proponemos realizar en cada área seleccionada los siguientes trabajos mecánicos:

TORRE-1

Se recomiendan 18 sondeos de exploración, 9 de ellos con recuperación continua de testigo, de forma que se realizarán en una malla de 200 m a lo largo de la corrida de las capas; se localizarán 6 sondeos por cada capa, de forma que los de las capas Cuarta y Quinta tengan sólo 20 m de longitud (12 sondeos) y los de la capa Mora 30 m. La inclinación de los mismos debe ser de 70° y cortarán a las capas a una profundidad mayor de 10 m.

Puesto que los diseños realizados dan cortas de explotación con una altura inferior a los 15 m, no creemos que sea necesario estrechar más la malla de sondeos. A cambio, proponemos la realización de 18 calicatas estrechas, intercaladas entre los sondeos de cada capa, de 20 m. de longitud.

TORRE-2

Sus características son similares a Torre-1, por lo que se proponen los mismos trabajos mecánicos, diferenciándose del anterior sólo en el número de ellos. Así se estima que es necesario realizar 15 sondeos de exploración, de los que sólo nueve serán con recuperación de testigo (tres por capa), y 12 calicatas estrechas de 20 m.

TORRE-3

Se trata de un área compleja donde se pretende realizar una minería de contorno. Se proponen los siguientes trabajos mecánicos:

Sector-A

Seis sondeos de exploración y de ellos tres con recuperación de testigo, de 60 m de longitud y 80° de inclinación.

Dieciocho sondeos ciegos de evaluación, intercalados entre los anteriores (malla de 50 m) y con las mismas características.

Treinta y cuatro calicatas de 20 m de longitud (17 en la capa Quinta y 17 en la capa Cuarta).

Sector-B

Tres sondeos de exploración verticales, de 50 m, de las que dos son recuperación de testigo, para cortar todo el paquete minero.

Diez sondeos ciegos verticales de 50 m, intercalados entre los anteriores, para evaluación de potencias de las capas de carbón. Además, otros doce de evaluación, de 25 m para cortar sólo las capas Cuarta y Quinta.

Sector—C

Ocho sondeos inclinados 60°, de 50 m, con recuperación de testigo sólo en cuatro de ellos, para cortar todo el paquete.

Cincuenta y siete sondeos de evaluación inclinados 60°, de 25 m; de ellos, 24 son para reconocimiento exclusivo de la capa Mora y 33 para reconocimiento de las capas Cuarta y Quinta.

Sector—D

Cuatro sondeos de exploración verticales, de 50 m, con recuperación de testigo sólo en uno, para cortar todo el paquete.

Doce sondeos verticales de evaluación; de ellos, 5 son de 50 m (para reconocer todo el paquete) y 7 de 25 m (para reconocimiento de las capas Cuarta y Quinta).

TORRE—4

Cuatro sondeos verticales, de 50 m, para reconocimiento de todo el paquete minero, con recuperación de testigo.

Treinta sondeos verticales, de 30 m, para evaluación de las potencias de capas; de ellos, 11 son para reconocimiento de las capas Mora y Cuarta, y los 19 restantes para reconocimiento de las capas Cuarta y Quinta.

7.3.2.— TRAMOS CHUCHU—NAVALEO Y ESTRECHAS

Los parámetros utilizables en el diseño de cortas están relativamente conocidos en estos tramos, debido a que se explota o ha sido explotado prácticamente en toda su corrida por minería de interior.

Por esa razón, el estudio fundamental que hay que realizar en las áreas seleccionadas en este tramo, es el de levantamiento geológico y topográfico de las galerías, con especificación precisa de las zonas ya explotadas próximas a la superficie.

En cuanto a trabajos mecánicos, se proponen los siguientes, para las diversas áreas.

CHUCHU/ESTRECHAS—1

Cuatro sondeos de exploración verticales, de 40 m, con recuperación de testigo en dos de ellos, en los flancos Norte del sinclinal y anticlinal, para reconocimiento de la serie y de la estructura, a techo de la capa 3.

Once sondeos de evaluación intercalados entre los anteriores, para cubicación de dicho área.

Doce sondeos de evaluación, de 50 m, con 60° de inclinación al Sur, para reconocimiento de las capas 2 y 3 en el extremo NE (flanco Norte del anticlinal) *

Once calicatas estrechas, de 40 m, para reconocimiento de las capas 4 y 5.

Veinte calicatas de 20 m: doce para reconocimiento de la capa Chuchú y ocho para reconocimiento de la capa Pilar.

El motivo por el que no proponemos la realización de sondeos en estas capas inferiores se debe a la verticalidad de las mismas y al hecho de que se pueden reconocer relativamente bien en galerías de explotación.

CHUCHU/ESTRECHAS—2

Veinticinco sondeos de exploración, 15 de ellos con recuperación continua de testigo, para reconocer las cinco capas que en principio son explotables (capas 2, 4, 5, Chuchú y Pilar).

Setenta y cinco sondeos de evaluación (testificación mediante "density" para determinación de potencias de carbón) en una malla de 50 m, intercalados entre las anteriores.

La profundidad media de estos sondeos debe ser de 25 m y la inclinación máxima de 60°.

7.3.3.— TRAMO DE ANCHAS

Al igual que los paquetes mineros Chuchú y Estrechas, el Paquete de Anchas ha sufrido una intensa explotación subterránea sobre la mayoría de sus capas. Por esta razón, hay que prestar especial atención al levantamiento topográfico y geológico detallado de las diversas galerías, evaluando el volumen de carbón ya extraído por métodos de minería de interior, sobre todo en las zonas más superficiales, y que podría modificar en gran manera las reservas potenciales a cielo abierto.

En lo referente a trabajos mecánicos de sondeos y calicatas se aconseja la realización de las siguientes obras:

ANCHAS—1

Once sondeos de exploración, cinco de ellos con recuperación de testigo, con inclinación de 60°; ocho de ellos con 30 m (para reconocimiento de las capas superiores) y tres de 15 m (para reconocimiento de la capa María).

Treinta y un sondeos de evaluación, intercalados entre las anteriores: 22 de 30 m y 9 de 15 m.

ANCHAS—2

Quince sondeos de exploración (ocho con recuperación de testigo), con inclinación de 60°: 10 de 15 m de longitud, para investigación de las capas Trece y Dieciséis, y 5 de 30 m para reconocimiento del paquete comprendido entre las capas Catorce y Quince.

Cuarenta y cinco sondeos de evaluación: 30 de 15 m y 15 de 30 m de longitud.

7.4.— ESTIMACION DE INVERSIONES EN EXPLORACION

La estimación de inversiones para la investigación de detalle, se ha realizado en función de las siguientes cortas por unidad de investigación.

- Levantamiento topográfico a escala 1:2.000: 500 pts./Ha.
- Cartografía geológica a escala 1:2.000: 2.100 pts/ha.
- Levantamiento geológico y topográfico en galerías subterráneas: 700 pts/metro lineal.
- Calicatas estrechas con retroexcavadora: 1.700 pts/m. lineal.
- Sondeos con recuperación de testigo (hasta 60 m de longitud): 5.200 pts./metro lineal.
- Sondeos ciegos (hasta 60 m): 2.000 pts/metro lineal.
- Sondeos ciegos (hasta 60 m): 2.000 pts/metro lineal.
- Testificación mediante "density" para determinación de potencia de capas: 400 pts./metro lineal.
- Testificación completa, para determinación de potencia, calidad, buzamiento... de capas: 1.500 pts./metro lineal.
- Análisis de carbón, con determinación de cenizas y volátiles: 1.500 pts/muestra.

Las inversiones de exploración, diferenciados por áreas, se reflejan en los cuadros siguientes:

ESTIMACION DE INVERSIONES EN EXPLORACION. ZONA DE TORRE DEL BIERZO

AREA CONCEPTO	PAQUETE TORRE														CHUCHU/ESTRECHAS				ANCHAS				TOTAL	
	Torre-1		Torre-2		Torre-3A		Torre-3B		Torre-3C		Torre-3D		Torre-4		Chuchú-1		Chuchú-2		Anchas-1		Anchas-2		Nº Unid.	Pres. Pts. x10 ³
	Nº Unid.	Pres. Pts. x10 ³	Nº Unid.	Pres. Pts. x10 ³	Nº Unid.	Pres. Pts. x10 ³	Nº Unid.	Pres. Pts. x10 ³	Nº Unid.	Pres. Pts. x10 ³	Nº Unid.	Pres. Pts. x10 ³	Nº Unid.	Pres. Pts. x10 ³	Nº Unid.	Pres. Pts. x10 ³	Nº Unid.	Pres. Pts. x10 ³	Nº Unid.	Pres. Pts. x10 ³	Nº Unid.	Pres. Pts. x10 ³		
Topografía	80H	40	75H	37	130H	65	80H	40	150H	75	40H	20	100H	50	110H	55	100H	50	40H	20	50H	25	955H	477
Cartografía geológica	80H	168	75H	158	130H	273	80H	168	150H	315	40H	84	100H	210	110H	231	100H	210	40H	84	50H	105	955H	2006
Levantamiento geol. y top. de galerías	--	--	--	--	500	350	1000	700	--	--	--	--	--	--	1300	910	2300	1610	300	210	3000	2100	8400	5880
Calicatas estrechas	360	612	240	408	680	1156	--	--	--	--	--	--	--	--	840	1428	--	--	--	--	--	--	2120	3604
Sondeos con testigo y testificación	210	1407	210	1407	180	1206	100	670	200	1340	50	335	200	1340	80	536	375	2513	135	905	150	1005	1890	12664
Sondeos ciegos con testificación	210	735	140	490	180	630	50	175	200	700	50	175	--	--	80	280	250	875	150	525	150	525	1460	5110
Sondeos ciegos con "density"	--	--	--	--	1080	2592	800	1920	1425	3420	425	1020	900	2160	920	2208	1875	4500	795	1908	900	2160	9120	21888
Análisis de muestras	18	27	15	22	27	40	9	13	24	36	6	9	12	18	35	53	30	45	16	24	20	30	212	317
Total		2989		2522	17527									3778	5701		9803		3676		5950		51946	

8.— INFRAESTRUCTURA. ESTIMACION DE INVERSIONES

8.1.— ACCESOS

Como se ha citado anteriormente, la proximidad de la Carretera Nacional VI, que cruza sensiblemente de E a W todo el área de estudio, así como la antigua Carretera Nacional, en buen estado de conservación y la red de carreteras locales presentes, permite considerar que gran parte de la infraestructura general de accesos, está hecha ya, por lo que solamente será necesario la ejecución de enlaces con la red viaria existente para acceder a las distintas zonas seleccionadas.

En este sentido, y partiendo del plano topográfico a escala 1:10.000, se ha estimado un trazado posible de pistas que complemente la red actual y permita la comunicación con las futuras zonas de explotación, (ver plano núm. 2), estimando para ello la longitud necesaria de nueva creación.

Por otro lado la visita de campo ha permitido también conocer el estado actual de las distintas pistas existentes y su necesidad o no de mejora para soportar el futuro tráfico que una operación minera requiere.

Se estima necesario como características medias de las pistas de servicio a las futuras explotaciones, una anchura de caja de 10 m, limpiando previamente la tierra vegetal hasta terreno firme y recebando la calzada con material competente, cuando sea necesario (granulometría de 5-10 mm) que permita una buena compactación para el paso de volquetes de 20–35 Tm. y a la vez confiera unas buenas condiciones drenantes para los meses de invierno.

Las pistas, dadas las características climatológicas de la zona, deberán ser protegidas por dos cunetas laterales con sección útil transversal de 1 m² para recogida y canalización de las aguas.

Dadas las características del terreno, estimamos que para la mayor parte de las zonas seleccionadas su ejecución desde las redes principales será sencilla, y podrá realizarse con bulldózer y motoniveladora, compactando posteriormente con rulo, tanto la sub-base como la base de material de recebo.

En el cuadro adjunto, se indica la estimación hecha sobre longitud de pistas de nueva ejecución o las que exigen arreglo y mejora bien de su trazado o de su firme.

A efectos de inversiones, se ha estimado un costo unitario por metro lineal diferenciado para el caso de nueva creación o simplemente de mejora de la actual de 2.500 pts/m y 1.500 pts./m. en base a nuestra experiencia y bajo la

consideración de que en general no resulta difícil su trazado por las condiciones topográficas existentes.

8.2.— PLAZA DE STOCK DE CARBON

Tanto a efectos de regulación de la producción, como para homogeneización de las calidades de carbón de las distintas capas, será necesario contar a pie de las futuras explotaciones con una plaza para recepción de los carbones que cubra un stock mínimo de regulación en función del ritmo de producción.

Su ubicación suele estar próxima a la pista de acceso para facilidad de manipulación y transporte posterior del carbón hasta Térmica.

Su ejecución consistirá en la explanación de una superficie variable en función de la capacidad que se estime en proyecto, pero que puede estar comprendida entre 5.000 y 10.000 m². Como preparación especial no requiere por lo general más que garantizar su drenaje mediante una regata que bordeando la superficie de la plaza reciba las aguas en época de lluvia, o las que el propio carbón puede drenar a fin de canalizarlas fuera de la pila de carbón.

Esta explanación podrá realizarse fácilmente con bulldózer y ser compactada y recebada como el acceso principal a la explotación.

Se ha considerado igualmente a efectos de inversión como una superficie de explanación a realizar.

8.3.— PREPARACION DE LA ZONA DE EXPLOTACION

Previo al comienzo de los trabajos de excavación es necesario retirar la tierra vegetal para su acopio en vertedero aparte, a fin de que permita al final de la operación recuperar los terrenos. El espesor medio de esta cobertera se ha estimado en 1 m de suelos propiamente dicho y de 1 a 2 m mas de zona alterada.

Se ha considerado también en algunas zonas la necesidad de realizar una desforestación previa a la retirada de la tierra vegetal por existir un cierto desarrollo de vegetación que obligará a ello.

A efectos de inversiones se ha considerado por este concepto un coste medio del orden de 80 pts/m³ de tierra vegetal retirada y apilada en vertedero adecuado.

8.4.– OTRAS INVERSIONES DE TIPO INFRAESTRUCTURAL

Se ha considerado finalmente a efectos de evaluación de las inversiones previas, a parte de los conceptos anteriores, los siguientes:

- Compra de terrenos.
- Canon para restitución a ICONA.
- Presupuesto proyecto detallado de explotación.
- Gastos de primera instalación, exigible por la empresa contratista en concepto de traslado de maquinaria.

En los cuadros adjuntos se detallan para cada zona seleccionada los presupuestos estimados según los distintos conceptos descritos.

**ESTIMACION INVERSIONES EN PREPARACION E INFRAESTRUCTURA. AREA DE TORRE
DEL BIERZO**

CONCEPTO	Prec. Unit.	PAQUETE TORRE								CHUCHU / ESTRECHAS				PAQUETE ANCHAS				TOTAL
		TORRE-1		TORRE-2		TORRE-3		TORRE-4		CHUCHU-1		CHUCHU-2		ANCHAS-1		ANCHAS-2		
		Nº Unid.	Total	Nº Unid.	Total	Nº Unid.	Total	Nº Unid.	Total	Nº Unid.	Total	Nº Unid.	Total	Nº Unid.	Total	Nº Unid.	Total	
Arreglo y mejora accesos existentes	1500 pt/m.	300	0,450	200	0,300	5000	7,500	1000	1,500	1000	1,500	1000	1,500	500	0,750	700	1,050	14,550
Ejecución pistas nueva creación	2500 pt/m	500	1,250	400	1,000	2000	5,000	—	—	500	1,250	500	1,250	500	1,250	—	—	11,000
Retirada tierra vegetal y desforestación zona explot.	80 pt/m	25000	2,000	40000	3,200	90000	7,200	35000	2,800	90000	7,200	50000	4,000	40000	3,200	45000	3,600	33,200
Preparación plaza de stock y zona vertedero	20 pt/m	35.000	0,700	40000	0,800	80000	1,600	4000	0,800	70000	1,400	50000	1,000	45000	0,900	50000	1,000	8,200
Compra de terrenos	60000 pt/H	24	1,440	39	2,340	220	13,200	33	1,980	39	2,340	36	2,160	30	1,800	40	2,400	27,660
Restitución canon ICONA	25000 pt/H	24	0,600	39	0,975	220	5,500	33	0,825	39	0,975	36	0,900	30	0,750	40	1,000	11,525
Proyecto explotación			1,000		1,500		7,000		3,000		3,000		2,500		3,000		2,500	23,500
1ª Instalación			0,500		0,700		2,500		1,200		1,500		1,200		1,250		1,000	9,850
Total			7,940		10,815		49,500		12,105		19,165		14,510		12,900		12,550	139,485

9.— RESUMEN INVERSIONES ESTIMADAS PARA INVESTIGACION E INFRAESTRUCTURA DE LAS ZONAS SELECCIONADAS

A modo de síntesis se recoge en el siguiente cuadro las inversiones estimadas para investigación de detalle e infraestructura necesaria para la puesta en explotación de las futuras explotaciones.

Como se ha indicado, su efecto sobre el cálculo de reservas se ha tenido en cuenta como "costes de propiedad" en el modelo económico correspondiente a cada área, para la definición de los ratios límites de explotación.

CUADRO RESUMEN INVERSIONES INVESTIGACION E INFRAESTRUCTURAS.

AREA DE TORRE DEL BIERZO

CONCEPTO	Paquete Torre				Chuchú/Estrechas		Paquete Anchas		TOTAL
	Torre-1	Torre-2	Torre-3	Torre-4	Chuchú-1	Chuchú-2	Anchas-1	Anchas-2	
Investigación Pts x 10 ³	2,989	2,522	17,527	3,778	5,701	9,803	3,676	5,950	51,946
Infraestructura Pts x 10 ³	7,940	10,815	49,500	12,105	19,165	14,510	12,900	12,550	139,485
Total	10,929	13,337	67,027	15,883	24,866	24,313	16,676	18,500	191,431

10.— ANALISIS DE SENSIBILIDAD DE LAS RESERVAS EVALUADAS RESPECTO A LOS DISTINTOS PARAMETROS TECNICO—ECONOMICOS UTILIZADOS EN LOS MODELOS

Con el fin de obtener la "sensibilidad" del conjunto de parámetros que intervienen en el modelo dinámico de cálculo, se estudia en este apartado su influencia al variar en ± 20 por ciento, sobre las reservas evaluadas.

El cuadro adjunto, resume la influencia de los ocho parámetros considerados: Potencia de las capas, precio de venta, costes mineros, contenido en cenizas, buzamiento de las capas, pendiente topográfica, espesor de las intercapas y costes de propiedad.

Reservas de carbón, hipótesis de partida 1.757.690				
Parámetro estudiado	O/o de variación		Variación absoluta	
	- 20	+ 20	- 20	+ 20
Potencia de las capas	- 36,24	46,71	1.120.790	2.578.636
Precio de venta	- 35,25	32,38	1.138.044	2.326.913
Costes mineros	33,28	- 23,65	2.342.732	1.341.940
Contenido en cenizas	18,19	- 18,70	2.077.339	1.429.022
Pendiente topográfica	33,32	- 18,66	2.343.265	1.429.678
Buzamiento de las capas	19,63	- 7, 02	2.102.760	1.634.357
Espesor de la intercapa	4,32	- 3,19	1.833.643	1.701.533
Costes de propiedad	0,86	- 0,86	1.772.841	1.742.566

— Este análisis permite deducir la gran sensibilidad que tiene el potencial de reservas de la zona estudiada a la variación de la potencia de las capas. Un margen de disminución del 20 por ciento sobre las hipótesis de partida, representaría en el supuesto de permanecer constantes los demás parámetros, una disminución de las reservas calculadas de prácticamente el 37 por ciento. Por otro lado su variación positiva en el mismo orden (+ 20 por ciento) sobre hipótesis, permitiría incrementar las reservas económicamente explotables en un 47 por ciento aproximadamente.

— El segundo parámetro en importancia lo constituye el precio de venta del carbón. Aunque implícitamente éste está relacionado con la calidad del mismo, debido a la fórmula polinómica que regula su valor, nos referimos aquí a la sensibilidad sobre las reservas de una decisión oficial al modificar el precio tipo actual.

Así, se observa que una variación de ± 20 por ciento sobre el mismo, influye en un ± 35 por ciento sobre las reservas evaluadas.

La situación actual del carbón dentro del panorama energético del país, permite suponer una tendencia alcista en los próximos años, que por lo menos no cambiará de rumbo hasta el desarrollo a escala industrial de las denominadas

energías alternativas. Por ello, el interés del análisis de este parámetro, estriba fundamentalmente en conocer el aumento de reservas económicamente explotables a cielo abierto, con la decisión de incrementar su precio.

A efectos puramente comparativos, y debido a la relación precio—calidad, la variación en ± 20 por ciento del precio tipo tendría la misma influencia en este caso que la disminución o el incremento de hasta un 42 por ciento de la calidad media estimada para los carbones de la zona.

— Los costes mineros, o costes de explotación, se muestran como el tercer parámetro en importancia en cuanto a su rango de sensibilidad sobre reservas. Un incremento del 20 por ciento sobre la hipótesis de partida (180 pts/m³ y 230 pts/Tm para extracción del estéril y carbón respectivamente), supondría una disminución de las reservas económicamente explotables a cielo abierto de prácticamente el 24 por ciento de las estimadas.

Para una operación contratada, como se ha supuesto en el estudio, la variación de estos costes está sujeta por un lado a la inflación y por otro a la tendencia competidora del mercado de la obra pública. En este sentido, las expectativas a corto plazo de este último, no parece tiendan a despegar fuertemente de su actual depresión, lo que sin duda favorecerá como está sucediendo, a las operaciones a cielo abierto, y por tanto al "mantenimiento" de sus precios debido a la fuerte competencia de sector.

— El cuarto parámetro en importancia, lo constituye el contenido de cenizas supuesto para el carbón extraído de las distintas zonas seleccionadas. Así, su influencia sobre las reservas se sitúa en casi un ± 17 por ciento al variar en un ± 20 por ciento sobre las hipótesis.

Para el conjunto del carbón del área estudiada, se ha estimado un contenido medio de cenizas del 22,65 por ciento, que se corresponde, como se comentó en los apartados 2 y 4 con las características intrínsecas de las distintas capas, incrementando su valor en cinco puntos por efecto de la dilución minera. Este aspecto sólo puede ser garantizado por una operación minera técnicamente correcta, en la que tanto el diseño del método de explotación como la selección del equipo de trabajo, se correspondan con la estructura del yacimiento y las características de las capas.

Es de señalar, que una buena operación minera no debe incrementar en más de 3 ó 4 puntos el contenido intrínseco de cenizas, si se realiza mediante un método de explotación que permita la limpieza del carbón previamente a su extracción de la capa.

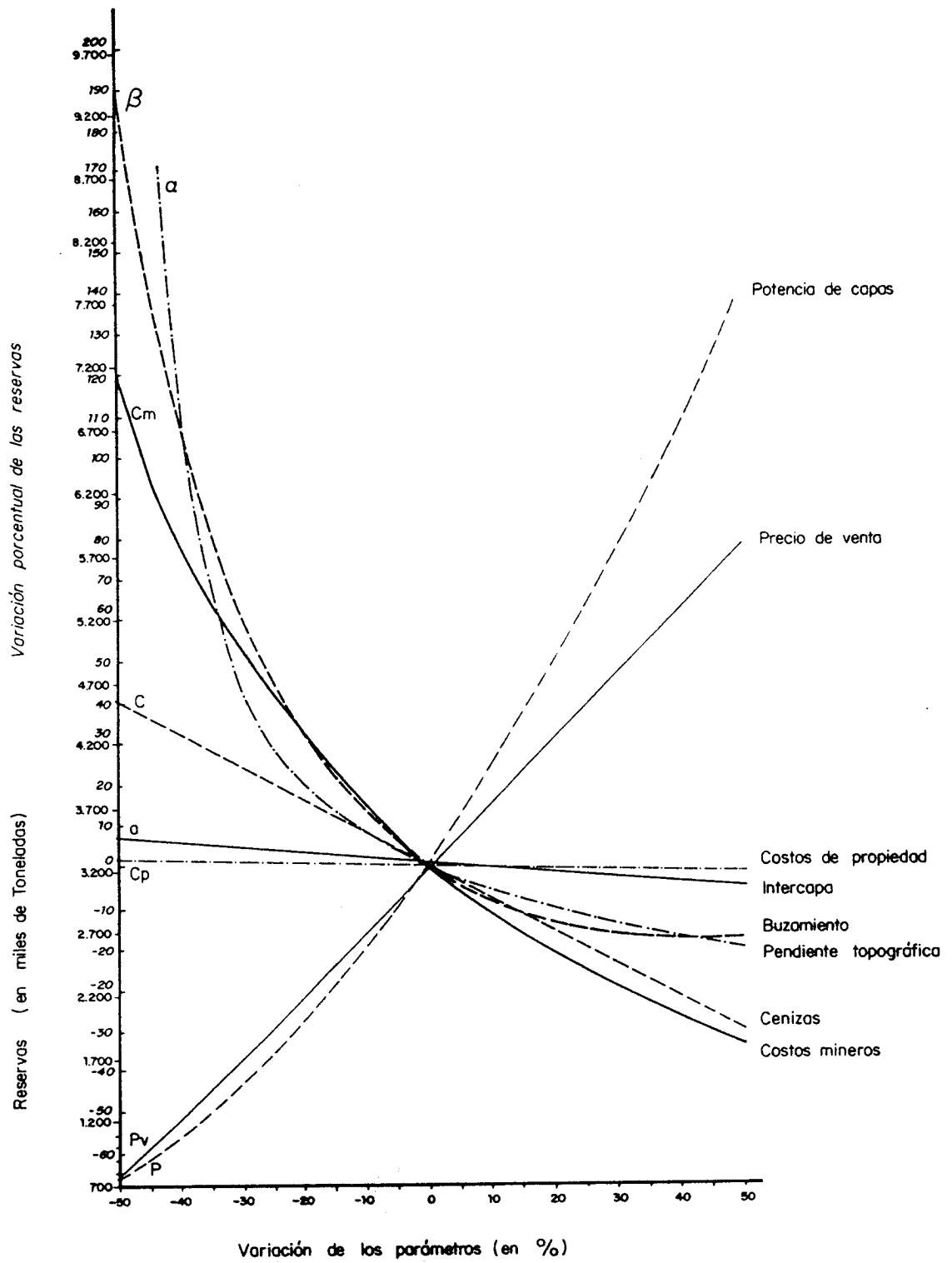
En este sentido, lo que se puede deducir de las "explotaciones" a cielo abierto que se pueden observar en el área estudiada, nada tienen que ver con una operación minera técnicamente proyectada y desarrollada.

— El resto de los parámetros, buzamiento de las capas, espesor de la intercapa, etc., muestran una sensibilidad por debajo del 15 por ciento sobre reservas a un incremento del 20 por ciento sobre las hipótesis de partida. Estos parámetros deberán ser conocidos como consecuencia de la investigación de detalle proyectada, cuyo objetivo principal será conocer con precisión tanto potencia real como calidad del carbón.

Es interesante la observación de la escasa influencia de los costes de propiedad (investigación e infraestructura) sobre las reservas. Una variación en ± 20 por ciento sobre los supuestos repercute en $\pm 0,86$ por ciento del total de reservas de carbón evaluadas.

Este análisis lleva a la consideración, de lo enormemente importante que resulta partir de un conocimiento preciso del yacimiento (calidad y cantidad de investigación), para una correcta planificación y evaluación de un yacimiento de carbón, así como la pequeña repercusión económica que tiene sobre la Tm de carbón, y el alto riesgo que conlleva para una futura explotación su desconocimiento.

Finalmente, y a modo de síntesis se ha realizado un gráfico para mejor sensibilización comparativa de la influencia sobre las reservas evaluadas de los distintos parámetros que intervienen en los modelos de cálculo. A nuestro juicio, el citado gráfico resume por sí solo el contenido final de este estudio.



11.— ECONOMICIDAD DE LAS RESERVAS EVALUADAS.

Se complementa el estudio con el análisis de economicidad de las reservas y de rentabilidad de las inversiones estimadas en los programas de investigación propuestos.

Aún, cuando existen varios criterios para la definición de la economicidad de una operación minera, hemos estimado a efectos de nuestro estudio sensibilizar este aspecto de las reservas calculadas para las distintas áreas seleccionadas mediante el establecimiento del denominado “**Índice de Economicidad**”, que se ha calculado como la relación entre el valor boca-mina del carbón para cada zona y los costes de extracción por Tm.

Es interesante significar, y así se recoge en el cuadro conjunto, la relación entre las inversiones estimadas para investigación e infraestructura y las reservas calculadas para las distintas áreas. El parámetro resultante, que hemos utilizado en nuestro estudio como costes de propiedad, pone en evidencia su pequeña incidencia sobre el valor de la tonelada de carbón extraído.

En el siguiente cuadro, se recoge ordenado por áreas los parámetros económicos fundamentales así como los índices de economicidad” correspondientes para cada una de ellas y para el total de la zona estudiada:

INDICE DE ECONOMICIDAD. RESERVAS EVALUADAS. TORRE DEL BIERZO

Area Seleccionada	Precio venta carbón Pts/Tm.	Valor Boca- mina en Pts/Tm.	Reservas Calculadas Tm.	Ratio medio m ³ /Tm.	Coste Esteril Pts.m ³	Explotación carbón Pts/Tm.	Inversiones x 10 ³ Pts.	Inversiones Reservas Pts/Tm.	Indice Economicidad I.E.
Torre-1	4621	4083	87433	18,63	180	230	10929	126	1,139
Torre-2	4621	3945	50694	17,86	180	230	13338	264	1,145
Torre-3	4796	4314	958966	18,45	180	230	67027	70	1,215
Torre-4	4692	4213	236708	19,35	180	230	15883	67	1,161
Total paq. Torre	4740	4267	1333801	18,60	180	230	107177	80	1,198
Chuchú-1	5766	5194	194208	19,12	180	230	24886	128	1,415
Chuchú-2	5766	5130	126447	18,21	180	230	24313	192	1,462
Total Paq. Chuchú- Estrechas	5766	5169	320655	18,76	180	230	49199	153	1,433
Anchas-1	5443	4561	39361	14,99	180	230	16526	420	1,558
Anchas-2	5443	4690	63874	11,55	180	230	18500	290	2,031
Total Paquete Anchas	5443	4641	103235	12,86	180	230	35026	339	1,851
Total General	4968	4453	1757691	18,29	180	230	161402	92	1,279

12.— RENTABILIDAD DE LAS INVERSIONES. CALCULO DE LA TASA INTERNA DE RENTABILIDAD (TIR). ANALISIS DE SENSIBILIDAD SOBRE EL TIR

El objetivo de este estudio es conocer la tasa interna de rentabilidad teórica, de las inversiones estimadas para el aprovechamiento de las reservas evaluadas.

El desconocimiento del ritmo de explotación posible, que estará condicionado por la capacidad de la demanda y por la estrategia particular de cada empresa concesionaria, nos ha llevado a fijar un período máximo de 10 años para explotación de las reservas a cielo abierto, con producciones anuales y ratio de desmonte constante.

Se ha tomado como criterio igualmente, considerar un reparto de las inversiones a lo largo del plazo de explotación, de forma tal que será necesario desembolsar un 30 por ciento de las mismas previamente al comienzo de las operaciones y el 70 por ciento restante, dividido en partes iguales a lo largo de las siete primeras anualidades.

El cálculo de dicha rentabilidad se presenta en los cuadros que siguen y que describimos a continuación someramente:

— **Cuadro Económico.**— Se presenta el cálculo anual de producciones según estimación hecha del período máximo de explotación, así como el valor de la producción e inversiones necesarias. Se detalla igualmente los costos anuales tanto de operación, como de amortización y financieros.

Se ha introducido el concepto de "Factor de Agotamiento", definido por la Ley de Fomento a la Minería. Hemos considerado para dicho factor el valor del 30 por ciento de los resultados antes de impuestos que queda dentro de los límites establecidos por esta ley. Igualmente se estima en un 10 por ciento la inversión directa en investigación para cielo abierto; estimando por tanto que el 90 por ciento restante podrá ser utilizado por el concesionario para investigación de interior o de otras áreas de posible interés. La base imponible por tanto, se obtiene deduciendo el Factor de Agotamiento del Rendimiento Bruto o Resultados antes de Impuestos. La deducción finalmente del impuesto de sociedades permite obtener el Rendimiento Neto anual.

Las amortizaciones se refieren exclusivamente a las inversiones que deberá realizar la Propiedad, habiendo repercutido las del Contratista (maquinaria), sobre los costes de extracción.

La amortización del factor de agotamiento, se refiere como se dijo anteriormente al 10 por ciento de la deducción por el mismo concepto.

– **Cash–Flow.**– Se realiza un desglose por anualidades de las inversiones estimadas, del valor de la producción (ENTRADAS), y del total de costos (SALIDAS) así como del IMPUESTO DE SOCIEDADES correspondiente en virtud de las deducciones por Factor de Agotamiento. La suma del Rendimiento Neto y de las Amortizaciones, queda reflejada en la columna del CASH–FLOW.

– **Cálculo del TIR.**– Se establece en el cuadro correspondiente las tasas de actualización aplicada y el valor del TIR (Tasa Interna de Rentabilidad) como interpolación lineal de las tasas tanteadas.

CUADRO ECONOMICO – TORRE DEL BIERZO

Total reservas: 1.757.691 Tm.
 Ratio medio: 18,29 m³/Tm.
 Esteril: 32.148.168 m³

CONCEPTO	AÑO 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL
Prod. carbón 10 ³ /T/año		176	176	176	176	176	176	176	176	176	173,7	1757,70
Est. esteril 10 ³ m ³ /año		3219	3219	3219	3219	3219	3219	3219	3219	3219	3180	32,151
Valor Prod. 10 ⁶ pt/año		877,01	877,01	877,01	877,01	877,01	877,01	877,01	877,01	877,01	865,55	8758,64
Inversión 10 ⁶ Pt/año	54	17,70	17,70	17,70	17,70	17,70	17,70	18,30	—	—	—	178,50
Inversión factor agót.			47,11	45,97	44,48	42,98	41,39	39,69	37,76	36,17	36,34	371,88
Inversión acumulada	54	71,70	84	94,33	102,45	108,04	110,68	110,38	87,36	58,24	29,12	—
COSTOS												
Amortiz. inversión		5,4	7,37	9,58	12,11	15,06	18,60	23,02	29,12	29,12	29,12	178,50
Amortiz. factor agot.				1,18	2,49	3,97	5,69	7,76	10,41	14,19	17,81	63,50
Inf. financieros 15 %		10,76	12,60	14,15	15,37	16,21	16,60	16,56	13,10	8,74	4,37	128,46
Arranque esteril 180 pt/m ³		579,42	579,42	579,42	579,42	579,42	579,42	579,42	579,42	579,42	572,40	5787,18
Ext. carbón 230 pt/Tm		40,48	40,48	40,48	40,48	40,48	40,48	40,48	40,48	40,48	39,95	404,27
Transp. Termica 420 pt/Tm		73,92	73,92	73,92	73,92	73,92	73,92	73,92	73,92	73,92	72,95	778,23
Administración		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100
Total costos		719,98	723,79	728,73	733,79	739,06	744,71	751,16	756,45	755,87	746,60	7400,14
Rendimiento bruto		157,03	153,22	148,28	143,22	137,95	132,30	125,85	120,56	121,14	118,95	1358,50
Factor agotamiento		47,11	45,97	44,48	42,97	41,39	39,69	37,76	36,13	36,34	35,69	407,57
Imp. Sociedades		36,27	35,39	34,25	33,08	31,87	30,56	29,07	27,85	27,98	27,48	313,80
Rend. Neto		120,76	117,83	114,03	110,14	106,08	101,74	96,78	92,71	93,16	91,47	1044,70

CASH – FLOW. TORRE DEL BIERZO

AÑOS	Interes	Entradas	Salidas	Imp. Soc.	Rend. Neto	Amort.	Cash-Flow.
0	54	–	–	–	–	–	–
1	17,7	877,01	719,98	36,27	120,76	5,4	126,16
2	17,7	877,01	723,79	35,39	117,83	7,37	125,20
3	17,7	877,01	728,73	34,25	114,03	9,58	123,61
4	17,7	877,01	733,79	33,08	110,14	12,11	122,25
5	17,7	877,01	739,06	31,87	106,08	15,06	121,14
6	17,7	877,01	744,71	30,56	101,74	18,600	120,34
7	18,30	877,01	751,16	29,08	96,78	23,02	119,80
8	–	877,01	756,45	27,85	92,71	29,12	121,83
9	–	877,01	755,87	77,98	93,16	29,12	122,28
10	–	865,55	746,60	27,48	91,47	29,12	120,59
	178,00	8758,64	7400,14	313,80	1044,70	178,50	1223,20

CALCULO DEL TIR

AÑO	Inversión	Cash-Flow	150			170		
			Coef de Actualización	Cash-Flow Desc.	Inv. Des.	Coef actualización	Cash-Flow Desc.	Inv. Des.
0	54	—	1	—	54	1	—	54
1	17,7	126,16	0,400	50,46	7,08	0,370	46,68	6,55
2	17,7	125,20	0,160	20,03	2,83	0,137	17,15	2,42
3	17,7	123,61	0,064	7,91	1,13	0,051	6,30	0,90
4	17,7	122,25	0,026	3,18	0,46	0,019	2,32	0,34
5	17,7	121,14	0,010	1,21	0,18	0,007	0,85	0,12
6	17,7	120,34	0,004	0,48	0,07	0,003	0,36	0,05
7	18,3	119,80	0,002	0,24	0,04	0,001	0,12	0,02
8	—	121,83	0,001	0,12	—	0,0003	0,04	—
9	—	122,28	0,0002	0,02	—	0,0001	0,01	—
10	—	120,59	0,0001	0,01	—	0,00004	0,004	—
				83,66	65,79		73,83	64,40

TIR: 192,35 %

12.1.— ANALISIS DE SENSIBILIDAD SOBRE EL TIR

De igual forma que para el caso de las reservas, se ha estimado la sensibilidad de la Tasa Interna de Rentabilidad Calculada, a la variación de aquéllas, por modificación de los distintos parámetros utilizados en los modelos.

Este estudio de sensibilidad, resulta interesante para conocer en qué grado influye la variación de las reservas y por ello, la rentabilidad de las inversiones que en todo momento se han considerado fijas e iguales a las estimadas en el capítulo 7 del presente proyecto.

Al estar conectada la sensibilidad de las reservas con los parámetros técnico-económicos utilizados en la definición de los distintos modelos, es posible referirnos a estos mismos parámetros para conocer su influencia sobre la rentabilidad global calculada de acuerdo con las hipótesis de partida.

En el cuadro adjunto, se pone de manifiesto la sensibilidad correspondiente para una fluctuación en ± 20 por ciento del valor de los parámetros considerados.

TORRE DEL BIERZO

Reservas de carbón	1.757.691	Tm.
Ratio medio	18,29	m ³ Tm.
Esteril	32.148.168	m ³
Inversiones	178,5.10 ⁶	Pts.
Precio medio Tm.	4.983	Pts./Tm.
TIR	<u>192,35</u>	<u>%</u>

ANALISIS DE SENSIBILIDAD SOBRE EL TIR

<u>Parámetro</u>	<u>Variación</u>		<u>Porcentual</u>		<u>Variación</u>		<u>Absoluta</u>	
	- 20	+ 20	- 20	+ 20	- 20	+ 20	- 20	+ 20
Potencia capas	- 44,02	+ 56,38	107,68	300,80				
Precio venta	- 42,85	+ 38,75	109,93	266,89				
Costes mineros	39,27	- 28,26	267,89	137,99				
Pend. topográfica	47,42	- 26,50	283,56	141,38				
Conte. cenizas	23,55	- 23,55	237,66	147,05				
Buz. capas	20,61	- 7,56	231,99	177,81				

Se deduce de dicho cuadro la influencia cualitativa decreciente en el mismo orden, de los parámetros que para el caso del estudio de sensibilidad sobre las reservas.

Se puede observar que para el parámetro de mayor influencia negativa (potencia de las capas) una disminución del 20 por ciento sobre la hipótesis de partida, supone una disminución de casi el 45 por ciento sobre la tasa interna de rentabilidad, pasando por tanto del 192,35 por ciento al 107,68 por ciento, que resulta todavía muy atractiva.

13.— RESUMEN Y CONCLUSIONES. AREA DE TORRE DEL BIERZO

1.— El objetivo de este proyecto ha sido la aplicación de la metodología establecida por el IGME (1979) para la estimación del potencial de reservas económicamente explotables a cielo abierto, al área carbonífera de TORRE DEL BIERZO (LEON).

2.— Se ha partido, como información básica para caracterización geológico-minera de la zona, la contenida en el estudio sobre "Investigación geológico-minera en el área de TORRE—BEMBIBRE" recientemente realizado por el IGME, complementada con los trabajos de campo realizados por el equipo autor de este proyecto.

3.— En base a la citada información, se han seleccionado 8 zonas de afloramientos, que por sus características permiten suponer un cierto potencial de reservas explotables a cielo abierto. De los casi 20 Km de longitud de afloramientos estimados en la investigación geológica-minera, las zonas seleccionadas cubren aproximadamente un 60 por ciento. Las citadas zonas, se las ha podido caracterizar en base a 6 modelos distintos que permiten a su vez correlacionar fácilmente los parámetros físicos que definen la estructura del yacimiento con los ratios de desmonte (límite y medio).

4.— El conocimiento aportado por el citado estudio de investigación, así como la información recogida directamente de las empresas que actualmente operan en la zona y de la Central Térmica de Compostilla, virtual consumidora de los carbones de uso térmico que se producen en el área carbonífera estudiada, ha permitido conocer sus calidades medidas y en base a la fórmula oficial actualmente en vigor, su precio de venta en térmica.

Las estimaciones hechas sobre el sistema de transporte hasta la central y el coste específico por este concepto, así como los costes de propiedad, etc. para cada una de las zonas seleccionadas, han permitido establecer un cuadro económico para la determinación del valor boca-mina del carbón potencialmente extraíble a cielo abierto.

5.— La aplicación del criterio económico según el cual se fija como límite de explotación a cielo abierto el de beneficio nulo para la última tonelada extraída, junto con el de los costos de explotación estimados (180 pts/m³ para el estéril y 230 pts/Tm para el carbón) al valor boca-mina del carbón, ha permitido determinar los Ratios límite y medio de desmonte para cada una de las zonas seleccionadas.

6.— Para la determinación del potencial de reservas y en base a establecer un proceso de cálculo rápido, preciso y dinámico se han desarrollado un conjunto de programas para su tratamiento por ordenador que han sido utilizados para la estimación de las reservas según las hipótesis de partida, y para obtención de los estudios de sensibilidad correspondientes.

7.— Las reservas totales evaluadas en la zona de TORRE DEL BIERZO ascienden a 1757.691 Tm, con una relación de desmonte de 18,29 m³/Tm, que se pueden estimar como "reservas muy probables", de acuerdo con la catalogación hecha en el Inventario de recursos de carbón, publicado por el centro de estudios de la Energía en 1978.

Este potencial de reservas a cielo abierto, representa aproximadamente un 12 por ciento del definido como de "reservas muy probables", para la misma zona, por el citado Inventario.

8.— El análisis de sensibilidad realizado sobre las reservas, pone en evidencia la gran influencia que sobre las mismas, tiene la potencia de las capas. Una disminución del 20 por ciento sobre las consideradas en la hipótesis del estudio, representa una disminución de casi el 37 por ciento sobre las mismas. Igualmente, la calidad del carbón y el buzamiento de las capas representan una variación negativa del 18 y el 8 por ciento respectivamente sobre el tonelaje total de reservas, para un incremento del 20 por ciento sobre los valores estimados en la hipótesis de cálculo. Este estudio indica por sí mismo la importante necesidad de conocer mediante un programa de investigación detallado, previo al proyecto de explotación, los parámetros geológico-mineros que caracterizan los distintos yacimientos.

El precio de venta y los costes mineros son parámetros de fuerte repercusión sobre las reservas.

Pero, así como no es fácil que, debido a la actual situación energética, baje el precio tipo de carbón de uso térmico, sino que más bien la tendencia será alcista, en cambio el precio de extracción para una operación contratada sí podrá variar, en función de las condiciones del mercado de la maquinaria y de la calidad y garantía de la empresa contratista.

9.— Las inversiones necesarias en investigación e infraestructura para confirmación de reservas se ha estimado en 161,4 millones de pesetas que representan aproximadamente 92 pts/Tm demostrada.

10.— El estudio de rentabilidad de las citadas inversiones permite estimar una tasa interna de rentabilidad superior al 192 por ciento en base a un ritmo de explotación anual del orden del 10 por ciento de las reservas evaluadas, habiendo estimado el desembolso del 30 por ciento de las inversiones previstas, previo al comienzo de las operaciones y el 70 por ciento restante dividido en partes iguales a lo largo de las siete primeras anualidades.

Tan alto índice de rentabilidad está justificado por la relativamente pequeña inversión de la propiedad para explotación, ya que el hecho de poder reali-

zarse la operación minera por empresa contratista, no obliga a la fuerte inversión que requiere la compra de maquinaria.

El análisis de sensibilidad sobre la Tasa Interna de Rentabilidad realizado, permite conocer la influencia de la variación de las reservas sobre aquélla e, implícitamente, de los parámetros técnico-económicos utilizados en el modelo.

11.— En relación con el área estudiada puede concluirse finalmente lo siguiente:

— Creemos que el objetivo del presente proyecto ha quedado ampliamente rebasado por los resultados obtenidos en cuanto al potencial de reservas de carbón a cielo abierto y su significación con respecto a las estimadas en el Inventario de recursos de carbón (1978).

— La zona de TORRE DEL BIERZO, posee una gran historia minera que se remonta a primeros del presente siglo, lo que hoy permite disponer de una cierta infraestructura de comunicaciones e incluso técnica y social que favorecerán mucho el desarrollo de futuras explotaciones a cielo abierto.

— La capacidad productora actual, procedente totalmente de explotaciones subterráneas se sitúa en el orden de las 600.000 Tm/año de las cuales un 50 por ciento aproximadamente se consumen en la Central Térmica de Compostilla, siendo el resto vendidas a otros mercados que al ser de precio libre y debido a su excelente calidad poseen un valor superior al precio pagado por la Central. Esto, no ha sido tenido en cuenta en la elaboración de este estudio.

— Los intentos de explotación a cielo abierto que han existido hasta la fecha, pueden considerarse despreciables y realizados sin el menor rigor técnico, y sin ninguna preocupación de tipo ecológico.

— Será necesario considerar en el desarrollo de las futuras operaciones a cielo abierto el fuerte impacto ambiental que puede suponer el movimiento de más de 56 millones de metros cúbicos de estéril en toda la zona, en la que existe un núcleo de población de cierta importancia y es cruzada por vías de comunicación de primera categoría.

Sólo la exigencia de un proyecto de explotación riguroso que contemple los distintos aspectos de la explotación y restitución del terreno y la garantía de ejecución por empresas especialistas en movimiento de tierra, debería ser considerado para la apertura de nuevas explotaciones a cielo abierto.

— La alta rentabilidad de las reservas evaluadas a cielo abierto debería permitir, para una zona tradicionalmente de minería subterránea, una combi-

nación eficaz de tal forma que permitiera una sólida preparación tecnológica para potenciar a su vez la rentabilidad actual de las explotaciones de interior y con ello un mayor aprovechamiento de las reservas globales de la zona.

– Si bien es cierto que la capacidad receptora de la Central Térmica de Compostilla está actualmente frenada por el fuerte stock almacenado en su Parque, es de esperar que con la entrada en funcionamiento del nuevo grupo en construcción, tal limitación no exista y se supere el actual “veto” al carbón procedente de cielo abierto.

– El proceso de cálculo realizado, por su carácter dinámico, queda abierto para la incorporación de nuevos datos procedentes de una investigación de detalle y su actualización completa a medida que sea aconsejable modificar cualquiera de los parámetros considerados en los distintos modelos.

ANEXO

**APLICACION DE LA METODOLOGIA ESTABLECIDA POR EL IGME AL
AREA CARBONIFERA DE TORRE DEL BIERZO PARA LA DETERMI-
NACION DEL POTENCIAL A CIELO ABIERTO**

**LISTADO DEL PROGRAMA DE CALCULO PARA EVALUACION DE
RESERVAS**

PAGE 1

```
// JOB 1830 1914
0000 1830 1830 0000
0001 1914 1914 0001
```

V2 M11 ACTUAL 16K CONFIG 16K

```
// FOR
*LIST ALL
*ONE WORD INTEGERS
*NAME HIPTA
DIMENSION LIT1(8),LIT2(5),LIT3(150),ALFA(10),BETA(10),GAMA(10),
* A(10),SIGMA(10),CORR(10),CEN(10),VOL(10),TRANS(10),
* IMOD(10),ISEC(10),RO(10),RATM(10),RATL(10),ALT(10),
* RE(10),ES(10),SIGN(2),RETSS(30,2),LIT4(12)
COMMON ICW(3),NOT,KLM(4)
DATA RETSS/60*0./,RETT/0./,ESTT,KMIER/0.,0/
DATA IND,SIGN(1),SIGN(2)/0,-1.,1./
DATA RAD,LIT3(1),NSUB/.0174532,2*0/
DATA PD,CCAR,CEST/5394.,230.,180./
103 FORMAT(T2,'* * * * *')
102 FORMAT(T2,'T O T A L')
101 FORMAT(T30,'COEFICIENTE DE EXPLOTABILIDAD.....')
100 FORMAT(T32,'*****')
200 FORMAT(T5,'*****')
300 FORMAT(T10,'*****')
400 FORMAT(T30,'RATIO LIMITE.....')
500 FORMAT(T30,'ALTURA EXPLOTACION.....')
600 FORMAT(T30,'X.....')
700 FORMAT(T30,'RATIO MEDIO.....')
800 FORMAT(T30,'TONELAUAS/ML.....')
900 FORMAT(T30,'CORRIDA DE CAPAS.....')
1000 FORMAT(T30,'RESERVAS DE CARBON.....')
1100 FORMAT(T30,'ESTERIL A MOVER.....')
1200 FORMAT(T10,'RESUMEN ZONA')
1300 FORMAT(T10,'*****')
1400 FORMAT(T30,'COSTES PROPIEDAD.....')
1500 FORMAT(T30,'RESERVAS DE CARBON.....')
1600 FORMAT(T30,'ESTERIL A MOVER.....')
1700 FORMAT(T30,'RATIO MEDIO.....')
1800 FORMAT(T10,'ANALISIS DE SENSIBILIDAD')
1900 FORMAT(T10,'*****')
2000 FORMAT(T31,'VARIACION PORCENTUAL VARIACION ABSOLUTA')
2100 FORMAT(T34,'-20 +20 -20 +20')
2200 FORMAT(T13,'PRECIO DE VENTA')
2300 FORMAT(T13,'CONT. CENIZAS')
2400 FORMAT(T13,'COSTES MINEROS')
2500 FORMAT(T13,'COSTES PROPIEDAD')
2600 FORMAT(T13,'POTENCIA CAPAS')
2700 FORMAT(T13,'BUZAMIENTO CAPAS')
2800 FORMAT(T13,'ANCH. PAQUETE')
2900 FORMAT(T13,'PEND. TOPOGRAFICA')
CALL PRINT
IDE=101K(LIT3)-150
NOT=1
CALL DATGS
1 CALL DATOS
```

PAGE 2

```
IF(NOT)3,2,3
2 CALL KARRU(12544)
  CALL FORMA(31)
  CALL ESLIA(LIT4,24,14)
  CALL LINEP(8192)
  CALL FORMA(32)
  CALL LINEP(8192)
  CALL KARRU(15616)
  CALL FORMA(15)
  CALL SCFF(63,RETT,0)
  CALL LINEP(8192)
  CALL FORMA(14)
  CALL SCFF(63,ESTT,0)
  CALL LINEP(8192)
  CALL FORMA(13)
  CALL SCFF(65,10,=ESTT/RETT,1)
  CALL LINEP(8192)
  CALL KARRU(15872)
  CALL KARRU(16128)
  CALL FORMA(12)
  CALL LINEP(8192)
  CALL FORMA(11)
  CALL LINEP(8192)
  CALL KARRU(15616)
  CALL FORMA(10)
  CALL LINEP(8192)
  CALL FORMA(9)
  CALL LINEP(8192)
  CALL FORMA(29)
  CALL LINEP(8192)
  DO 90 J=1,4
  DO 80 K=1,2
  APOR=100.*(RETSS(J,K)-RETT)/RETT
  CALL SCFF(10*K+28,100.*APOR,2)
  CALL SCFF(10*K+51,RETSS(J,K),0)
80 CONTINUE
  CALL FORMA(9-J)
90 CALL LINEP(8192)
  CALL EXIT
3 IT=NUM(1,40)
  IF(IT=1)7,4,7
4 IF(IND)8,5,8
5 IND=1
6 CALL LELIA(LIT1,16,1)
  CALL LELIA(LIT2,10,17)
  AINV=1000.*FNUM(6,32)
  COEF=.01*NUM(3,40)
  CALL LELIA(LIT4,24,41)
  CPROP=340.
  NF=0
  ITER=0
  NSUB=NSUB+1
  GO TO 1
7 NF=NF+1
  IF(IT=2)75,74,75
74 RATM(NF)=.01*NUM(4,4)
```

PAGE 3

```
RO(NF)=.01*NUM(5,9)
CORR(NF)=NUM(4,13)
RE(NF)=1000.*NUM(3,16)+NUM(3,19)
ES(NF)=1000.*NUM(4,63)+NUM(3,66)
CALL LIFAU(IDE,15*NF-14,30,25)
IMOD(NF)=NUM(2,24)
ISEC(NF)=1
NF=NF-1
KMIEN=1
GO TO 1
75 ALFA(NF)=RAD*NUM(2,2)
   BETA(NF)=RAD*NUM(2,4)
   GAMA(NF)=RAD*NUM(2,6)
   A(NF)=.1*NUM(3,9)
   SIGMA(NF)=.01*NUM(3,12)
   CORR(NF)=NUM(4,16)
   CEN(NF)=NUM(2,18)
   VOL(NF)=NUM(2,20)
   TRANS(NF)=NUM(3,23)
   ISEC(NF)=1
   IMOD(NF)=10*NUM(1,76)+NUM(1,24)
   CALL LIFAU(IDE,15*NF-14,30,25)
   GO TO 1
6  RET=0.
   EST=0.
   ITER=ITER+1
   DO 69 I=1,NF
   IF (ISEC(I))=4,69,9
9  I=0=IMOD(I)
   IF (I=0=5)10,10,13
10 PV=20.*(25.-CEN(I))
   PV=PV+7.*(VOL(I)-20.)
   PV=PV*(1000.+PV)/1000.
   PBM=PV-CPR*P-TRANS(I)
   RAT=(PBM-CCAR)/CEST
   CALL RLIM(RAT,A(I),ALFA(I),BETA(I),GAMA(I),SIGMA(I),H,IMO)
   IF(H)11,11,12
11 ISEC(I)=0
   GO TO 69
12 CALL RMEQ(A(I),ALFA(I),BETA(I),GAMA(I),SIGMA(I),A2,A1,A0,D1,D0,IMO
*)
   RO(I)=01*H+00
   RAT*(I)=(A2*H*H+A1*H+A0)/RO(I)
   RATL(I)=RAT
   ALT(I)=H
   RE(I)=RO(I)*CORR(I)
   ES(I)=RAT*(I)*RE(I)
   RET=RE+RE(I)
   EST=EST+ES(I)
   GO TO 25
13 IF ((IMO-7)=(IMO-10))10,14,13
14 BMT=500.
   XSUP=HA*SIN(GAMA(I)-ALFA(I))/(SIN(ALFA(I))*SIN(GAMA(I)))-10.
15 PV=20.*(25.-CEN(I))
   PV=PV+7.*(VOL(I)-20.)
   PV=PV*(1000.+PV)/1000.
   PBM=PV-CPR*P-TRANS(I)-BMT
```

PAGE 4

```
RAT=(PB*-CCAR)/CEST
CALL RMED(A(I),ALFA(I),BETA(I),GAMA(I),SIGMA(I),RAT,X,A0,U1,00,IMO
*)
IF(X)16,16,17
16 ISEC(I)=0
GO TO 69
17 IF(X-XSUP)56,66,65
65 X=XSUP
66 RO(I)=U1*X+U0
RATM(I)=RAT
ALT(I)=X
RE(I)=RO(I)*CORR(I)
ES(I)=RATM(I)*RE(I)
RET=RET+RE(I)
EST=EST+ES(I)
GO TO 25
18 IF(I=0)20,19,20
19 B*T=1000.
XSUP=HA/SIN(BETA(I))
GO TO 15
20 PV=20.*(25-CEN(I))
PV=PV+7.*(VOL(I)-20.)
PV=PV*(1000.+PV)/1000.
PRM=PV-LPOP-TRANS(I)-500.
RAT=(PB*-CCAR)/CEST
CALL RMED(A(I),ALFA(I),BETA(I),GAMA(I),SIGMA(I),A2,A1,A0,D1,00,IMO
*)
A1=A1-RAT*U1
A0=A0-RAT*U0
IF(A2)21,23,22
21 A2=-A2
A1=-A1
A0=-A0
22 D=A1*A1-4.*A2*A0
D=SQRT(D)
H=(D-A1)/(2.*A2)
IF(H)23,23,24
23 ISEC(I)=0
GO TO 69
24 RO(I)=U1*H+U0
RATM(I)=RAT
ALT(I)=H
RE(I)=RO(I)*CORR(I)
ES(I)=RATM(I)*RE(I)
EST=EST+ES(I)
RET=RET+RE(I)
25 HA=H
69 CONTINUE
CP=AINV/RET
IPROP=CPROP+.5
IP=CP+.5
CALL ECUN(NSUB,IPROP,IP)
IF(ABS(CPOP-CP)-1.)29,29,26
26 IF(ITER-100)28,28,27
27 CALL ECUN(NSUB,NSUB,100)
GO TO 6
28 CPROP=CP
```


PAGE 5

```
GO TO 8
29 LIN=0
   IF(KMIEH)76,77,76
76 NF=NF+1
   EST=EST+ES(NF)
   RET=RET+RE(NF)
77 DO 38 I=1,NF
   IF(ISEC(I))30,38,30
30 IF(LIN)31,31,32
31 CALL KARR0(12544)
   LIN=4
32 LIN=LIN-1
   CALL ESLIA(LIT1,16,5)
   CALL LINEP(8192)
   CALL FORMA(28)
   CALL LINEP(8192)
   CALL FORMA(28)
   CALL LINEP(8192)
   CALL ESLIA(LIT2,10,10)
   CALL LINEP(8192)
   CALL FORMA(27)
   CALL LINEP(8192)
   CALL LIJAF(IDE,15*1-14,30,18)
   CALL LINEP(8192)
   IMO=IMOU(I)
   IF(IMO-5)33,33,34
33 CALL FORMA(26)
   CALL SCFF(66,100,*RATL(I),2)
   CALL LINEP(8192)
34 IF((IMO-10)*(IMU-7)*(I*0-8))36,35,36
35 CALL FORMA(24)
   GO TO 37
36 IF(IMO-11)72,73,72
72 CALL FORMA(25)
37 CALL SCFF(65,10,*ALT(I),1)
   CALL LINEP(8192)
73 CALL FORMA(23)
   CALL SCFF(66,100,*RATM(I),2)
   CALL LINEP(8192)
   CALL FORMA(22)
   CALL SCFF(63,RO(I),0)
   CALL LINEP(8192)
   CALL FORMA(21)
   CALL SCFF(63,CORR(I),0)
   CALL LINEP(8192)
   CALL FORMA(20)
   CALL SCFF(63,RE(I),0)
   CALL LINEP(8192)
   CALL FORMA(19)
   CALL SCFF(63,ES(I),0)
   CALL LINEP(8192)
   CALL KARR0(15872)
38 CONTINUE
   EST=COEF*EST
   RET=COEF*RET
   CALL KARR0(12544)
```

PAGE 6

```
CALL FURMA(18)
CALL ESLIA(LIT2,10,23)
CALL LINEP(8192)
CALL FORMA(17)
CALL LINEP(8192)
CALL FURMA(16)
CALL SCFF(63,CPROP,0)
CALL LINEP(8192)
CALL FURMA(15)
CALL SCFF(63,RET,0)
CALL LINEP(8192)
CALL FURMA(14)
CALL SCFF(63,EST,0)
CALL LINEP(8192)
CALL FURMA(13)
CALL SCFF(66,100,*EST/RET,2)
CALL LINEP(8192)
CALL FURMA(10)
CALL SCFF(66,100,*COEF,2)
CALL LINEP(8192)
CALL KAKRO(15872)
CALL KAKRO(16128)
CALL FURMA(12)
CALL LINEP(8192)
CALL FURMA(11)
CALL LINEP(8192)
CALL KAKRO(15616)
CALL FORMA(10)
CALL LINEP(8192)
CALL FURMA(9)
CALL LINEP(8192)
CALL FURMA(29)
CALL LINEP(8192)
NETI=REIT+RET
ESTI=ESTI+EST
IF(KMIEK)70,79,78
78 NF=NF-1
79 DO 64 J=1,8
DO 63 K=1,2
RETS=0.
DO 70 I=1,NF
IMO=IMOD(I)
IF(ISEC(I))50,70,50
50 ALF=ALFA(I)
BET=BETA(I)
GAM=GAMA(I)
AS=A(I)
SIG=SIGMA(I)
CE=CEN(I)
VO=VOL(I)
TRAN=TRANS(I)
COR=CORR(I)
CPR0=CPROP
CCA=CCAM
CES=CEST
P=P0
IF(J-2)39,40,41
```

PAGE 7

```
39 P =P0 *(1.+2*SIGN(K))
GO TO 51
40 CE =CE *(1.+2*SIGN(K))
GO TO 51
41 IF(J-4)42,43,44
42 CCA =CCA *(1.+2*SIGN(K))
CES =CES *(1.+2*SIGN(K))
GO TO 51
43 CPRO=CPRO*(1.+2*SIGN(K))
GO TO 51
44 IF(J-6)45,46,47
45 SIG =SIG *(1.+2*SIGN(K))
GO TO 51
46 BET =BET *(1.+2*SIGN(K))
GO TO 51
47 IF(J-8)48,49,49
48 AS =AS *(1.+2*SIGN(K))
GO TO 51
49 ALF =ALF *(1.+2*SIGN(K))
51 IF(IMO-5)52,52,53
52 PV=20.*(25.-CE)
PV=PV+7.*(VO-20.)
PV=P*(1000.+PV)/1000.
PBM=PV-CPRO-TRAN
RAT=(PBM-CCA)/CES
CALL RLIM(RAT,AS,ALF,BET,GAM,SIG,H,IMO)
CALL RMED(AS,ALF,BET,GAM,SIG,A2,A1,A0,D1,D0,IMO)
DEN=D1*H+D0
RETS=RETS+COR*DEN
GO TO 62
53 IF((IMO-7)*(IMO-10))56,54,56
54 BMT=500.
XSUP=HA*SIN(GAM-ALF)/(SIN(ALF)*SIN(GAM))-10.
55 PV=20.*(25.-CE)
PV=PV+7.*(VO-20.)
PV=P*(1000.+PV)/1000.
PBM=PV-CPRO-TRAN-BMT
RAT=(PBM-CCA)/CES
CALL RMEU(AS,ALF,BET,GAM,SIG,RAT,X,A0,D1,D0,IMO)
IF(IMO-10)71,67,71
71 IF(X-XSUP)68,68,67
67 X=XSUP
68 SO=D1*X+D0
RETS=RETS+COR*SO
GO TO 62
56 IF(IMO-6)58,57,58
57 BMT=1000.
XSUP=HA/SIN(BET)
GO TO 55
58 PV=20.*(25.-CE)
PV=PV+7.*(VO-20.)
PV=P*(1000.+PV)/1000.
PBM=PV-CPRO-TRAN-500.
RAT=(PBM-CCA)/CES
CALL RMED(AS,ALF,BET,GAM,SIG,A2,A1,A0,U1,D0,IMO)
A1=A1-RAT*D1
```

PAGE 8

```

A0=A0-RAT*U0
IF(A2)59,60,61
59 A2=-A2
A1=-A1
A0=-A0
GO TO 61
60 STOP 1111
61 D=A1*A1-4.*A2*A0
D=SQRT(D)
H=(D-A1)/(2.*A2)
DENS=01*H+U0
RETS=RETS+COR*DENS
62 HA=H
70 CONTINUE
RETS=RETS*COEF
APOR=(RETS-RET)/RET
IF(KMIER)81,82,83
81 KPIS=NF+1
PIER=RE(KPIS)*COEF
APOR=(RETS-RET+PIER)/(RET-PIER)
RETS=RETS+PIER*APOR+PIER
82 APOR=100.*APOR
RETSS(J,K)=RETSS(J,K)+RETS
CALL SCFF(10*K+28,100.*APOR,2)
CALL SCFF(13*K+51,RETS,0)
63 CONTINUE
CALL FOMMA(9-J)
64 CALL LINEP(8192)
IF(KMIER)83,6,83
83 KMIER=U
GO TO 6
END

```

VARIABLE ALLOCATIONS

ICW(IC)=7FFF-7FFD	NOT(IC)=7FFC	KLM(IC)=7FFB-7FF8	ALFA(R)=0012-0000	BETA(R)=0026-0014	GAMA(R)=003A-0028
A(R)=004E-003C	SIGMA(R)=0062-0050	CORR(R)=0076-0064	CEN(R)=008A-0078	VOL(R)=009E-008C	TRANS(R)=00B2-00A0
RO(R)=00C6-00B4	RATM(R)=00DA-00C8	RATL(R)=00EE-00DC	ALT(R)=0102-00F0	RE(R)=0116-0104	ES(R)=012A-0118
FSIGN(R)=012E-012C	RETSS(R)=01A6-0130	RETT(R)=01AB	ESTT(R)=01AA	APOR(R)=01AC	AINV(R)=01AE
COEF(R)=01B0	CPROP(R)=01B2	RAO(R)=01B4	RETR(R)=01B6	ESTR(R)=01B8	PV(R)=01BA
P0(R)=01B8	P3M(R)=01BE	RAT(R)=01C0	CCAR(R)=01C2	CEST(R)=01C4	H(R)=01C6
A2(R)=01C8	A1(R)=01CA	A0(R)=01CC	O1(R)=01CE	O0(R)=01D0	BMT(R)=01D2
XSUP(R)=01D4	HA(R)=01D6	X(R)=01D8	O(R)=01DA	CP(R)=01DC	RETS(R)=01DE
ALF(R)=01E0	BET(R)=01E2	GAM(R)=01E4	AS(R)=01E6	SIG(R)=01E8	CE(R)=01EA
VO(R)=01EC	TRAN(R)=01EE	COR(R)=01F0	CPRO(R)=01F2	CCA(R)=01F4	CES(R)=01F6
P(R)=01F8	DEN(R)=01FA	SO(R)=01FC	DENS(R)=01FE	PIER(R)=0200	LIT1(I)=020F-0208
LIT2(I)=0214-0210	LIT3(I)=02AA-0215	IMUD(I)=02B4-02AB	ISEC(I)=02BE-02B5	LIT4(I)=02CA-02BF	IDE(I)=02C8
J(I)=02CC	K(I)=02CD	IT(I)=02CE	INO(I)=02CF	NF(I)=02D0	ITER(I)=02D1
NSUB(I)=02D2	KMIER(I)=02D3	I(I)=02D4	IMO(I)=02D5	IPROP(I)=02D6	IP(I)=02D7
LIN(I)=02D8	KPIS(I)=02D9				

UNREFERENCED STATEMENTS

103	102	101	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400	2500	2600	2700
2800	2900													

STATEMENT ALLOCATIONS

103	=0332	102	=0347	101	=034F	100	=0363	200	=037E	300	=0389	400	=0391	500	=03A5	600	=03B9	700	=03CD
800	=03E1	900	=03F5	1000	=0409	1100	=041D	1200	=0431	1300	=043A	1400	=0449	1500	=045D	1600	=0471	1700	=0485

PAGE 9

1800	=0499	1910	=04A8	2J00	=04B7	2100	=04C1	2200	=04E9	2300	=04F4	2400	=04FE	2500	=0508	2600	=0513	2700	=051D
2800	=0528	2910	=0532	1	=054D	2	=0553	80	=0601	90	=0613	3	=0620	4	=062C	5	=0630	6	=0634
7	=0668	74	=0674	75	=06EE	8	=0778	9	=0796	10	=07A5	11	=0825	12	=0830	13	=08CA	14	=0809
15	=091C	16	=09A1	17	=09AC	65	=09B3	66	=09B7	18	=09F2	19	=09FA	20	=0A0F	21	=0AA7	22	=0AB6
23	=0A0E	24	=0AE9	25	=0B22	69	=0B26	26	=0B56	27	=0B5C	28	=0B63	29	=0B69	76	=0B71	77	=0B8A
30	=0B97	31	=0B9B	32	=0BA2	33	=0BEB	34	=0C01	35	=0C19	36	=0C1E	72	=0C24	37	=0C27	73	=0C3A
38	=0CA7	78	=0D4C	79	=0D52	50	=0D71	39	=0DC2	40	=0D03	41	=0DE4	42	=0DEC	43	=0E09	44	=0E1A
45	=0E22	46	=0E33	47	=0E44	48	=0E4A	49	=0E5B	51	=0E6A	52	=0E70	53	=0EC5	54	=0ED4	55	=0EF5
71	=0F36	67	=0F3D	68	=0F41	56	=0F53	57	=0F59	58	=0F66	59	=0F88	60	=0FC9	61	=0FCB	62	=0FFE
70	=1002	61	=1010	62	=1048	63	=107D	64	=108F	63	=109F								

FEATURES SUPPORTED
ONE WORD INTEGERS

CALLED SUBPROGRAMS

PRINT	IDIR	DATOS	KARRO	FORMA	ESLIA	LINEP	SCFF	NUM	LELIA	FNUM	LIFAD	RLIM	RMED	FSIN
FSWRT	ECOR	FABS	LIDAF	FADD	FADGX	FSUB	FSUBX	FMPY	FMPYX	FDIV	FDIVX	FLO	FLDX	FSTO
FSTOX	FSBK	FVH	IFIX	FLOAT	SUBSC	STOP	SNR							

REAL CONSTANTS

.100000E 02=02E0	.100000E 03=02E2	.100000E 04=02E4	.100000E-01=02E6	.340000E 03=02E8	.100000E 00=02EA
.000000E 00=02E0	.200000E 02=02E2	.250000E 02=02F0	.700000E 01=02F2	.500000E 03=02F4	.400000E 01=02F6
.200000E 01=02F8	.500000E 00=02FA	.100000E 01=02FC	.200000E 00=02FE		

INTEGER CONSTANTS

150=0300	1=0301	12544=0302	31=0303	24=0304	14=0305	8192=0306	32=0307	15616=0308	15=0309
63=030A	0=030B	13=030C	65=030D	15872=030E	16128=030F	12=0310	11=0311	10=0312	9=0313
29=0314	8=0315	2=0316	28=0317	51=0318	80=0319	16=031A	17=031B	6=031C	3=031D
40=031E	41=031F	4=0320	5=0321	19=0322	66=0323	30=0324	25=0325	18=0326	20=0327
23=0328	76=0329	7=032A	100=032B	27=032C	26=032D	22=032E	21=032F	1111=0330	4369=0331

CORE REQUIREMENTS FOR HIPTA

COMMON	0	VARIABLES	736	PROGRAM	3526
--------	---	-----------	-----	---------	------

END OF COMPILATION

// XEQ

**LISTADO DE RESULTADOS DE CUBICACION PARA LAS DISTINTAS
ZONAS SELECCIONADAS. ANALISIS DE SENSIBILIDAD**

T O T A L T O R R E D E L B I E R Z O
 * * * * *

RESERVAS DE CARBON.....1.757.690
 ESTERIL A MOVER.....32.156.520
 RATIO MEDIO.....18,3

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

	VARIACION PORCENTUAL		VARIACION ABSOLUTA	
	-20	+20	-20	+20
	*****	*****	*****	*****
PRECIO DE VENTA	-35,25	32,38	1.138.044	2.326.913
CONT. CENIZAS	18,19	-18,70	2.077.339	1.429.022
COSTES MINEROS	33,28	-23,65	2.342.732	1.341.940
COSTES PROPIEDAD	0,86	-0,86	1.772.841	1.742.566
POTENCIA CAPAS	-36,24	46,71	1.120.790	2.578.636
BUZAMIENTO CAPAS	19,63	-7,02	2.102.760	1.634.357
ANCH. PAQUETE	4,32	-3,19	1.833.643	1.701.533
PEND. TOPOGRAFICA	33,32	-18,66	2.343.265	1.429.678

TORRE

TORRE-1

MORA

ALTURA EXPLOTACION.....14,1
RATIO MEDIO.....17,20
TONELADAS/ML.....41
CORRIDA DE CAPAS.....1.300
RESERVAS DE CARBON.....52.698
ESTERIL A MOVER.....906.443

TORRE

TORRE-1

CUARTA

ALTURA EXPLOTACION.....8,2
RATIO MEDIO.....20,80
TONELADAS/ML.....13
CORRIDA DE CAPAS.....1.300
RESERVAS DE CARBON.....17.368
ESTERIL A MOVER.....361.190

TORRE

TORRE-1

QUINTA

ALTURA EXPLOTACION.....8,2
RATIO MEDIO.....20,80
TONELADAS/ML.....13
CORRIDA DE CAPAS.....1.300
RESERVAS DE CARBON.....17.368
ESTERIL A MOVER.....361.190

RESUMEN ZONA TORRE-1

COSTES PROPIEDAD.....126
 RESERVAS DE CARBON.....87,433
 ESTERIL A MOVER.....1.628.822
 RATIO MEDIO.....18,63
 COEFICIENTE DE EXPLOTABILIDAD....1,00

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

	VARIACION PORCENTUAL		VARIACION ABSOLUTA	
	-20	+20	-20	+20
	*****	*****	*****	*****
PRECIO DE VENTA	-39,20	38,31	53.158	120.926
CONT. CENIZAS	24,73	-24,99	109.055	65.582
COSTES MINEROS	37,14	-25,14	119.904	65.457
COSTES PROPIEDAD	1,05	-1,05	88.349	86.517
POTENCIA CAPAS	-43,50	54,68	49.401	135.243
BUZAMIENTO CAPAS	26,94	-19,57	110.987	70.320
ANCH. PAQUETE			87.433	87.433
PEND. TOPOGRAFICA	38,74	-29,58	121.307	61.571

TORRE

TORRE-2

MORA

ALTURA EXPLOTACION.....13,3
RATIO MEDIO.....16,43
TONELADAS/ML.....38
CORRIDA DE CAPAS.....800
RESERVAS DE CARBON.....30.567
ESTERIL A MOVER.....502.262

TORRE

TORRE-2

CUARTA

ALTURA EXPLOTACION.....7,7
RATIO MEDIO.....20,03
TONELADAS/ML.....13
CORRIDA DE CAPAS.....800
RESERVAS DE CARBON.....10.064
ESTERIL A MOVER.....201.548

TORRE

TORRE-2

QUINTA

ALTURA EXPLOTACION.....7,7
RATIO MEDIO.....20,03
TONELADAS/ML.....13
CORRIDA DE CAPAS.....800
RESERVAS DE CARBON.....10.064
ESTERIL A MOVER.....201.548

RESUMEN ZONA TORRE-2

COSTES PROPIEDAD.....264
 RESERVAS DE CARBON.....50.694
 ESTERIL A MOVER.....905.358
 RATIO MEDIO.....17,86
 COEFICIENTE DE EXPLOTABILIDAD....1,00

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

	VARIACION PORCENTUAL		VARIACION ABSOLUTA	
	-20	+20	-20	+20
	*****	*****	*****	*****
PRECIO DE VENTA	-41,93	40,73	29.438	71.341
CUNT. CENIZAS	26,30	-26,64	64.025	37.191
COSTES MINERUS	37,97	-25,76	69.942	37.633
COSTES PROPIEDAD	2,34	-2,35	51.882	49.505
POTENCIA CAPAS	-44,07	55,42	28.353	78.790
BUZAMIENTO CAPAS	27,44	-19,95	64.607	40.583
ANCH. PAQUETE			50.694	50.694
PEND. TOPOGRAFICA	39,42	-30,21	70.678	35.381

TORRE

TORRE-3A

MORA

ALTURA EXPLOTACION.....18,0
 RATIO MEDIO.....17,54
 TONELADAS/ML.....101
 CORRIDA DE CAPAS.....1.400
 RESERVAS DE CARBON.....141.996
 ESTERIL A MOVER.....2.490.648

TORRE

TORRE-3A

CUARTA-QUINTA

X.....103,5
 RATIO MEDIO.....18,36
 TONELADAS/ML.....269
 CORRIDA DE CAPAS.....1.400
 RESERVAS DE CARBON.....377.053
 ESTERIL A MOVER.....6.922.141

RESUMEN ZONA TORRE-3A

COSTES PROPIEDAD.....64
 RESERVAS DE CARBON.....519.048
 ESTERIL A MOVER.....9.412.786
 RATIO MEDIO.....18,13
 COEFICIENTE DE EXPLOTABILIDAD....1,00

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

	VARIACION PORCENTUAL		VARIACION ABSOLUTA	
	-20	+20	-20	+20
	*****	*****	*****	*****
PRECIO DE VENTA	-35,02	17,85	337.291	611.687
CONT. CENIZAS	13,24	-18,52	587.763	422.933
COSTES MINEROS	17,32	-20,37	608.935	413.302
COSTES PROPIEDAD	0,26	-0,26	520.418	517.679
POTENCIA CAPAS	-23,50	27,43	397.071	661.413
BUZAMIENTO CAPAS	0,83	7,61	523.338	558.526
ANCH. PAQUETE	-3,42	3,42	501.306	536.790
PEND. TOPOGRAFICA	67,40	-31,27	868.908	356.726

TORRE

TORRE-3B

MORA

ALTURA EXPLOTACION.....34,3
 RATIO MEDIO.....17,50
 TONELADAS/ML.....73
 CORRIDA DE CAPAS.....900
 RESERVAS DE CARBON.....65.645
 ESTERIL A MOVER.....1.148.656

TORRE

TORRE-3B

CUARTA-QUINTA

X.....64,4
 RATIO MEDIO.....21,09
 TONELADAS/ML.....128
 CORRIDA DE CAPAS.....900
 RESERVAS DE CARBON.....115.255
 ESTERIL A MOVER.....2.431.196

RESUMEN ZONA TORRE-3B

COSTES PROPIEDAD.....72
 RESERVAS DE CARBON.....180.900
 ESTERIL A MOVER.....3.579.851
 RATIO MEDIO.....19,79
 COEFICIENTE DE EXPLOTABILIDAD....1,00

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

	VARIACION PORCENTUAL		VARIACION ABSOLUTA	
	-20	+20	-20	+20
	*****	*****	*****	*****
PRECIO DE VENTA	-21,55	21,55	141.922	219.878
CUNT. CENIZAS	15,98	-15,98	209.808	151.992
COSTES MINEROS	20,86	-13,91	218.635	155.743
COSTES PROPIEDAD	0,36	-0,36	181.544	180.256
POTENCIA CAPAS	-26,42	30,98	133.113	236.939
BUZAMIENTO CAPAS			180.900	180.900
ANCH. PAQUETE	-4,60	4,60	172.587	189.212
PEND. TOPOGRAFICA	36,00	-24,39	246.018	136.771

TORRE

TORRE-3C

MORA

RATIO LIMITE.....20,16
 ALTURA EXPLOTACION.....20,8
 RATIO MEDIO.....14,01
 TONELADAS/ML.....41
 CORRIDA DE CAPAS.....1.700
 RESERVAS DE CARBON.....69.343
 ESTERIL A MOVER.....971.732

TORRE

TORRE-3C

CUARTA-QUINTA

RATIO LIMITE.....23,76
 ALTURA EXPLOTACION.....17,5
 RATIO MEDIO.....19,39
 TONELADAS/ML.....41
 CORRIDA DE CAPAS.....1.700
 RESERVAS DE CARBON.....70.525
 ESTERIL A MOVER.....1.367.451

RESUMEN ZONA TORRE-3C

COSTES PROPIEDAD.....93
 RESERVAS DE CARBON.....139.868
 ESTERIL A MOVER.....2.339.182
 RATIO MEDIO.....16,72
 COEFICIENTE DE EXPLOTABILIDAD....1,00

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

	VARIACION PORCENTUAL		VARIACION ABSOLUTA	
	-20	+20	-20	+20
	*****	*****	*****	*****
PRECIO DE VENTA	-34,94	34,94	90.992	188.744
CUNT. CENIZAS	21,20	-21,20	169.520	110.216
COSTES MINEROS	39,02	-26,01	194.441	103.487
COSTES PROPIEDAD	0,69	-0,69	140.829	138.907
POTENCIA CAPAS	-44,37	56,56	77.807	218.974
BUZAMIENTO CAPAS	55,91	-31,25	218.063	96.163
ANCH. PAQUETE	5,92	-5,92	148.150	131.587
PEND. TOPOGRAFICA	8,20	-7,59	151.341	129.253

TORRE

TORRE-3D

MORA

ALTURA EXPLOTACION.....34,4
RATIO MEDIO.....17,54
TONELADAS/ML.....106
CORRIDA DE CAPAS.....400
RESERVAS DE CARBON.....42.524
ESTERIL A MOVER.....746.062

TORRE

TORRE-3D

CUARTA-QUINTA

X.....98,5
RATIO MEDIO.....21,14
TONELADAS/ML.....192
CORRIDA DE CAPAS.....400
RESERVAS DE CARBON.....76.626
ESTERIL A MOVER.....1.619.888

RESUMEN ZONA TORRE-3D

COSTES PROPIEDAD.....64
RESERVAS DE CARBON.....119.150
ESTERIL A MOVER.....2.365.950
RATIO MEDIO.....19,86
COEFICIENTE DE EXPLOTABILIDAD....1,00

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

	VARIACION PORCENTUAL		VARIACION ABSOLUTA	
	-20	+20	-20	+20
	*****	*****	*****	*****
PRECIO DE VENTA	-21,14	21,14	93.967	144.333
CONF. CENIZAS	15,68	-15,68	137.827	100.473
COSTES MINEROS	20,51	-13,67	143.590	102.857
COSTES PROPIEDAD	0,31	-0,31	119.518	118.782
POTENCIA CAPAS	-26,15	30,63	87.996	155.650
BUZAMIENTO CAPAS			119.150	119.150
ANCH. PAQUETE	-4,51	4,51	113.779	124.521
PEND. TOPOGRAFICA	31,99	-21,52	157.264	93.506

TORRE

TORRE-4

MORA

ALTURA EXPLOTACION.....34,3
RATIO MEDIO.....17,52
TONELADAS/ML.....106
CORRIDA DE CAPAS.....1.100
RESERVAS DE CARBON.....116.806
ESTERIL A MOVER.....2.046.878

TORRE

TURRE-4

CUARTA

X.....64,5
RATIO MEDIO.....21,12
TONELADAS/ML.....63
CORRIDA DE CAPAS.....1.100
RESERVAS DE CARBON.....68.903
ESTERIL A MOVER.....1.455.215

TORRE

TORRE-4

QUINTA

X.....26,0
RATIO MEDIO.....21,12
TONELADAS/ML.....46
CORRIDA DE CAPAS.....1.100
RESERVAS DE CARBON.....51.000
ESTERIL A MOVER.....1.077.102

RESUMEN ZONA TORRE-4

COSTES PROPIEDAD.....67
 RESERVAS DE CARBON.....236.708
 ESTERIL A MOVER.....4.579.193
 RATIO MEDIO.....19,35
 COEFICIENTE DE EXPLOTABILIDAD....1,00

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

	VARIACION PURCENTUAL		VARIACION ABSOLUTA	
	-20	+20	-20	+20
	*****	*****	*****	*****
PRECIO DE VENTA	-35,31	52,25	153.124	360.379
CONT. CENIZAS	32,32	-24,39	313.217	178.980
COSTES MINEROS	51,84	-25,84	359.427	175.553
COSTES PROPIEDAD	0,75	-0,74	238.480	234.964
POTENCIA CAPAS	-42,62	65,23	135.832	391.121
BUZAMIENTO CAPAS			236.708	236.708
ANCH. PAQUETE	17,88	-9,51	279.020	214.192
PEND. TOPOGRAFICA	30,83	-20,74	309.684	187.608

CHUCHU-ESTRECHAS

CHUCHU-1

CHUCHU-PILAR-CARBONERO

RATIO LIMITE.....27,05
ALTURA EXPLOTACION.....11,4
RATIO MEDIO.....18,14
TONELADAS/ML.....18
CORRIDA DE CAPAS.....1.300
RESERVAS DE CARBON.....24.007
ESTERIL A MOVER.....435.477

CHUCHU-ESTRECHAS

CHUCHU-1

CUARTA

RATIO LIMITE.....27,05
ALTURA EXPLOTACION.....4,6
RATIO MEDIO.....12,67
TONELADAS/ML.....3
CORRIDA DE CAPAS.....1.300
RESERVAS DE CARBON.....3.602
ESTERIL A MOVER.....45.630

CHUCHU-ESTRECHAS

CHUCHU-1

SEGUNDA Y TERCERA

RATIO MEDIO.....19,33
TONELADAS/ML.....178
CORRIDA DE CAPAS.....1.300
RESERVAS DE CARBON.....231.335
ESTERIL A MOVER.....4.471.705

RESUMEN ZONA CHUCHU-1

COSTES PROPIEDAD.....222
 RESERVAS DE CARBON.....194.208
 ESTERIL A MOVER.....3.714.608
 RATIO MEDIO.....19,13
 COEFICIENTE DE EXPLOTABILIDAD....0,75

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

	VARIACION PORCENTUAL		VARIACION ABSOLUTA	
	-20	+20	-20	+20
	*****	*****	*****	*****
PRECIO DE VENTA	-56,68	56,68	84,130	304,286
CONT. CENIZAS	18,03	-18,03	229,219	159,197
COSTES MINEROS	52,66	-41,77	315,902	113,079
COSTES PROPIEDAD	2,19	-2,19	198,455	189,961
POTENCIA CAPAS	-59,31	78,96	79,031	347,552
BUZAMIENTO CAPAS	58,80	-21,72	308,407	152,033
ANCH. PAQUETE	24,19	-24,19	241,180	147,236
PEND. TOPOGRAFICA	-0,38	-0,11	193,475	194,003

CHUCHU-ESTRECHAS

CHUCHU-2

SEGUNDA

RATIO LIMITE.....27,33
ALTURA EXPLOTACION.....25,6
RATIO MEDIO.....18,15
TONELADAS/ML.....28
CORRIDA DE CAPAS.....1.200
RESERVAS DE CARBON.....33.717
ESTERIL A MOVER.....612.062

CHUCHU-ESTRECHAS

CHUCHU-2

CUARTA

RATIO LIMITE.....27,33
ALTURA EXPLOTACION.....25,6
RATIO MEDIO.....18,15
TONELADAS/ML.....28
CORRIDA DE CAPAS.....1.200
RESERVAS DE CARBON.....33.717
ESTERIL A MOVER.....612.062

CHUCHU-ESTRECHAS

CHUCHU-2

QUINTA

RATIO LIMITE.....27,33
ALTURA EXPLOTACION.....18,4
RATIO MEDIO.....18,63
TONELADAS/ML.....15
CORRIDA DE CAPAS.....1.200
RESERVAS DE CARBON.....18.558
ESTERIL A MOVER.....345.702

CHUCHU-ESTRECHAS

CHUCHU-2

SEXTA

RATIO LIMITE.....27,33
ALTURA EXPLOTACION.....30,8
RATIO MEDIO.....17,92
TONELADAS/ML.....39
CORRIDA DE CAPAS.....1.200
RESERVAS DE CARBON.....47.262
ESTERIL A MOVER.....847.115

CHUCHU-ESTRECHAS

CHUCHU-2

SEPTIMA

RATIO LIMITE.....27,33
 ALTURA EXPLOTACION.....10,7
 RATIO MEDIO.....19,54
 TONELADAS/ML.....6
 CORRIDA DE CAPAS.....1.200
 RESERVAS DE CARBON.....7.242
 ESTERIL A MOVER.....141.507

RESUMEN ZONA CHUCHU-2

COSTES PROPIEDAD.....173
 RESERVAS DE CARBON.....126.447
 ESTERIL A MOVER.....2.302.602
 RATIO MEDIO.....18,21
 COEFICIENTE DE EXPLOTABILIDAD....0,90

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

	VARIACION PORCENTUAL		VARIACION ABSOLUTA	
	-20	+20	-20	+20
	*****	*****	*****	*****
PRECIO DE VENTA	-27,95	27,95	91.111	161.783
CONT. CENIZAS	8,89	-8,89	137.686	115.208
COSTES MINEROS	31,19	-20,79	165.888	100.153
COSTES PROPIEDAD	0,84	-0,84	127.509	125.385
POTENCIA CAPAS	-39,57	49,35	76.412	188.854
BUZAMIENTO CAPAS	53,36	-25,26	193.919	93.242
ANCH. PAQUETE			126.447	126.447
PEND. TOPOGRAFICA	-3,57	3,73	121.930	131.164

ANCHAS

 ANCHAS-1

MANUELA-MODESTA-CARBONERO

RATIO LIMITE.....24,06
 ALTURA EXPLOTACION.....19,6
 RATIO MEDIO.....15,23
 TONELADAS/ML.....62
 CORRIDA DE CAPAS.....600
 RESERVAS DE CARBON.....36.998
 ESTERIL A MOVER.....563.603

ANCHAS

 ANCHAS-1

MARIA

RATIO LIMITE.....24,06
 ALTURA EXPLOTACION.....5,3
 RATIO MEDIO.....11,24
 TONELADAS/ML.....4
 CORRIDA DE CAPAS.....600
 RESERVAS DE CARBON.....2.362
 ESTERIL A MOVER.....26.563

RESUMEN ZONA ANCHAS-1

COSTES PROPIEDAD.....419
 RESERVAS DE CARBON.....39.361
 ESTERIL A MOVER.....590.166
 RATIO MEDIO.....14,99
 COEFICIENTE DE EXPLOTABILIDAD....1,00

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

	VARIACION PORCENTUAL		VARIACION ABSOLUTA	
	-20	+20	-20	+20
	*****	*****	*****	*****
PRECIO DE VENTA	-50,75	50,75	19.385	59.336
CONT. CENIZAS	20,12	-20,12	47.280	31.442
COSTES MINEROS	53,15	-35,43	60.282	25.413
COSTES PROPIEDAD	3,91	-3,91	40.900	37.821
POTENCIA CAPAS	-53,26	69,89	18.397	66.870
BUZAMIENTO CAPAS	50,82	-19,04	59.363	31.868
ANCH. PAQUETE	18,85	-18,85	46.780	31.941
PEND. TOPOGRAFICA	-0,42	0,19	39.197	39.435

ANCHAS

ANCHAS-2

TRECE

RATIO LIMITE.....24,78
ALTURA EXPLOTACION.....8,3
RATIO MEDIO.....10,78
TONELADAS/ML.....9
CORRIDA DE CAPAS.....1.000
RESERVAS DE CARBON.....8.619
ESTERIL A MOVER.....92.920

ANCHAS

ANCHAS-2

CATORCE-QUINCE

RATIO LIMITE.....24,78
ALTURA EXPLOTACION.....18,8
RATIO MEDIO.....11,84
TONELADAS/ML.....47
CORRIDA DE CAPAS.....1.000
RESERVAS DE CARBON.....46.636
ESTERIL A MOVER.....552.179

ANCHAS

ANCHAS-2

DIECISEIS

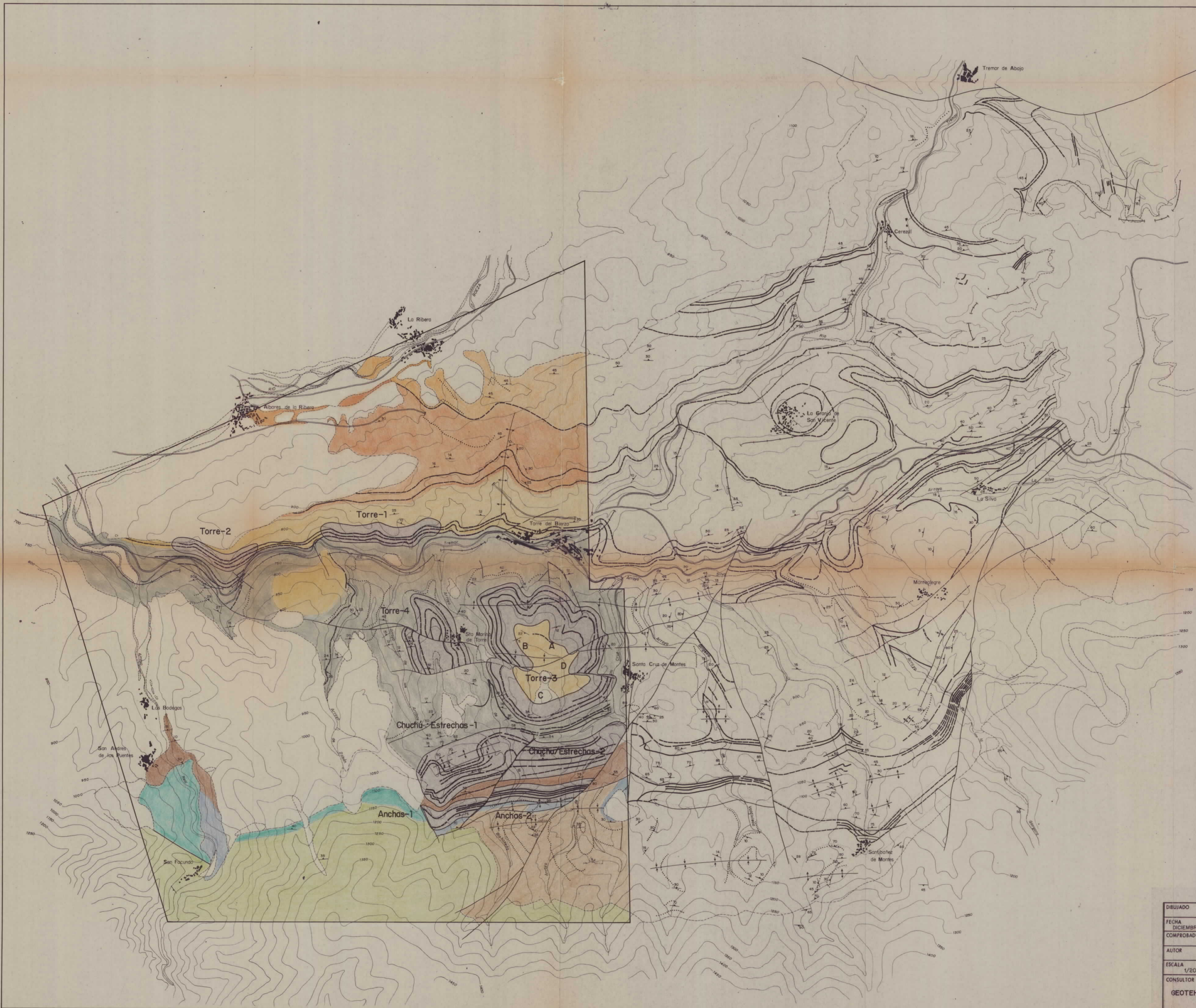
RATIO LIMITE.....24,78
ALTURA EXPLOTACION.....8,3
RATIO MEDIO.....10,78
TONELADAS/ML.....9
CORRIDA DE CAPAS.....1.000
RESERVAS DE CARBON.....8.619
ESTERIL A MOVER.....92.920

RESUMEN ZONA ANCHAS-2

COSTES PROPIEDAD.....290
 RESERVAS DE CARBON.....63.874
 ESTERIL A MOVER.....738.019
 RATIO MEDIO.....11,55
 COEFICIENTE DE EXPLOTABILIDAD....1,00

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

	VARIACION PORCENTUAL		VARIACION ABSOLUTA	
	-20	+20	-20	+20
	*****	*****	*****	*****
PRECIO DE VENTA	-31,85	31,85	43.528	84.220
CONT. CENIZAS	12,63	-12,63	71.940	55.808
COSTES MINEROS	34,31	-22,87	85.788	49.265
COSTES PROPIEDAD	1,70	-1,70	64.958	62.790
POTENCIA CAPAS	-41,48	52,22	37.377	97.231
BUZAMIENTO CAPAS	36,71	-14,10	87.320	54.866
ANCH. PAQUETE	3,75	-3,75	66.267	61.480
PEND. TOPOGRAFICA	-0,64	0,61	63.465	64.260



LEYENDA

CUATERNARIO	Aluvial	
	Coluvial	
	Terrazo 58	
	" 48	
	" 38	
	" 28	
	" 18	
	TERCIARIO	
	Terciario	
	Carbonífero indiferenciado (Área TORENO-VALDESAMARÍO)	
PALEOZOICO	Tramo Superior	
	" Constanza	
	" La Nueva	
	" Sorla	
	" Torre	
	" Chuchú-Navalea	
	" Estrechos	
	" Anchas	
	Conglomerado Carbonífero	
	Brecha Carbonífera	
SILURI	Silúrico	
	Cuarcita de Vega	
DEVONIANO	a Formación Agüeira	
	b Formación Agüeira	
	Pizarras de Luarca	
	Serie de los Cobos	

- Contacto normal
- - - Contacto discordante
- - - Contacto discordante supuesto
- Paso de Capa
- - - Paso de Capa probable
- Falta
- - - Falta supuesto
- ↑ ↑ Eje anticlinal
- ↓ ↓ Eje sinclinal
- ↗ ↘ Dirección y buzamiento
- Línea estructural
- Área seleccionada

DIBUJADO	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA	
FECHA DICIEMBRE 1980	INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	
COMPROBADO	IGME	
AUTOR	PROYECTO	CLAVE
ESCALA 1/20.000	POTENCIAL DE CARBON A CIELO	
CONSULTOR	ABIERTO AREA DE TORRE-BEMBIBRE	
GEOTEHC S.A.	SITUACION DE AREAS SELECCIONADAS	PLANO Nº 1



LEYENDA

CUATERNARIO	Aluvial	
	Coluvial	
	Terraza 5ª	
	" 4ª	
	" 3ª	
	" 2ª	
	" 1ª	
	Terciario	
	Carbonífero indiferenciado (Área TORENO-VALDESAMARIO)	
	Tramo Superior	
PALEOZOICO	" Constanza	
	" La Nueva	
	" Sarita	
	" Torre	
	" Chuchú-Navalejo	
	" Estrechos	
	" Anchos	
	Conglomerado Carbonífero	
	Brecha Carbonífera	
	Silúrico	
PRADOCENO	Cuarcita de Vega	
	a Formación Agüeira	a Facies pizarrosa
	b Formaciones de Luarca	b Facies cuarcítica
	Pizarros de Luarca	
	Serie de las Cabas	

- Contacto normal
- Contacto discordante
- Contacto discordante supuesto
- Paso de Capa
- Paso de Capa probable
- Falla
- Falla supuesto
- Eje anticlinal
- Eje sinclinal
- Dirección y buzamiento
- Línea estructural
- Area seleccionada
- Via principal (Nacional VI)
- Via secundaria (Carreteras asfaltadas existentes en el área)
- Pistas de acceso a las áreas seleccionadas
- Dirección de movimiento del carbón


DIBUJADO	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA	
FECHA DICIEMBRE 1980	INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	
COMPROBADO	IGME	
AUTOR	PROYECTO	CLAVE
ESCALA 1/20.000	POTENCIAL DE CARBON A CIELO	
CONSULTOR	ABIERTO AREA DE TORRE-BEMBIBRE	PLANO Nº
GEOTEHIC S.A.	INFRAESTRUCTURA VIARIA	2



LEYENDA

CUATERNARIO	Aluvial		
	Coluvial		
	Terrazo 58		
	" 48		
	" 38		
	" 28		
	" 18		
	TERCIARIO		
	Terciario		
	Carbonífero indiferenciado (Área TORENO-VALDESAMARIO)		
PALEOZOICO	Tramo Superior		
	"	Constancia	
	"	La Nueva	
	"	Santa	
	"	Torre	
	"	Chuchú-Navaleo	
	"	Estrechos	
	"	Anchos	
	Conglomerado Carbonífero		
	Brecha Carbonífera		
SILURI	Silúrico		
	Cuarca de Vega		
ORDOVICICO	a	Formación Agüeira a. Facies pizarrosa	
	b	Pizarras de Luarca b. Facies cuarcítica	
	Pizarras de Luarca		
	Serie de los Cobos		

- Contacto normal
- - - Contacto discordante
- - - Contacto discordante supuesto
- Paso de Capa
- Paso de Capa probable
- Falta
- Falta supuesto
- ↑ Eje anticlinal
- ↓ Eje sinclinal
- ↗ Dirección y buzamiento
- Línea estructural
- Área seleccionada
- Sondeo de exploración (Testigo continuo)
- Sondeo de exploración (Testificación completa)
- Sondeo de evaluación (Testificación-density)
- Calicata

DIBUJADO	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA		
FECHA DICIEMBRE 1980 COMPROBADO	INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA		
AUTOR	PROYECTO	POTENCIAL DE CARBON A CIELO	CLAVE
ESCALA 1/20.000	ABIERTO AREA DE TORRE-BEMBIBRE		
CONSULTOR	INVESTIGACION DE DETALLE		PLANO Nº
GEOTHEIC S.A.	PROPUESTA		3