

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

# APLICACION METODOLOGIA CIELO ABIERTO

LA GRANJA DE SAN VICENTE

DICIEMBRE 1980



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

10693

**APLICACION AL AREA CARBONIFERA DE LA GRANJA  
DE SAN VICENTE 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 . . . . .	33
2.3.3.1. CARACTERISTICAS TECNICAS DE LA CENTRAL TER- MICA COMPOSTILLA II . . . . .	35
2.3.3.2. PREVISION DE CONSUMO PARA LOS PROXIMOS AÑOS	35
3. SELECCION DE LAS ZONAS DE INTERES PARA SU POSIBLE EXPLORACION A CIELO ABIERTO . . . . .	39
3.1. PAQUETE CONSTANCIA . . . . .	39
3.2. PAQUETE SARITA . . . . .	46
3.3. PAQUETE TORRE . . . . .	49
4. DETERMINACION DE LAS RESERVAS POTENCIALES DE CARBON EXPLOTABLE A CIELO ABIERTO . . . . .	54
4.1. MODELOS UTILIZABLES PARA CARACTERIZACION DE LAS AREAS SELECCIONADAS . . . . .	54
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 . . . . .	64
4.2.1. DETERMINACION DEL PRECIO DE VENTA DEL CARBON	65
4.2.2. DETERMINACION DE LOS COSTES INDICES DE EXPLO- TACION MORFOLOGIA DE LOS MATERIALES . . . . .	68
4.2.3. COSTES INDICE DE TRANSPORTE HASTA CENTRAL TERMICA . . . . .	71
4.2.4. DETERMINACION DE LOS RATIOS LIMITE DE EXPLO- TACION PARA LAS DISTINTAS AREAS SELECCIONA- DAS . . . . .	74
5. DETERMINACION DEL POTENCIAL DE RESERVAS EXPLO- TABLES A CIELO ABIERTO. DEFINICION DEL PROCESO DE CALCULO . . . . .	77
6. METODOS DE EXPLOTACION APLICABLES A LAS DISTIN- TAS ZONAS SELECCIONADAS . . . . .	95
6.1. VERTEDEROS RECONSTITUCION DEL TÉRRENO . . . . .	102
6.2. TALUDES . . . . .	104

	Pág.
7. ESTIMACION DEL PROGRAMA DE INVESTIGACION DE DETALLE PARA LA CONFIRMACION DE RESERVAS . . . . .	110
7.1. NECESIDAD DE DATOS . . . . .	110
7.2. PROGRAMA GENERAL DE INVESTIGACION . . . . .	110
7.3. EXPLORACION DETALLADA PARA CADA ZONA . . . . .	111
7.3.1. TRAMO CONSTANCIA Y NUEVA . . . . .	111
7.3.2. TRAMO SARITA . . . . .	113
7.3.3. TRAMO TORRE . . . . .	114
7.4. ESTIMACION DE INVERSIONES EN EXPLORACION . . . . .	115
8. INFRAESTRUCTURA. ESTIMACION DE INVERSIONES . . . . .	117
8.1. ACCESOS . . . . .	117
8.2. PLAZA DE STOCK DE CARBON . . . . .	118
8.3. PREPARACION ZONA DE EXPLOTACION . . . . .	118
8.4. OTRAS INVERSIONES DE TIPO INFRAESTRUCTURAL . . . . .	119
9. RESUMEN INVERSIONES ESTIMADAS PARA INVESTIGACION E INFRAESTRUCTURA DE LAS ZONAS SELECCIONADAS . . . . .	121
10. ANALISIS DE SENSIBILIDAD DE LAS RESERVAS EVALUADAS RESPECTO A LOS DISTINTOS PARAMETROS TECNICO-ECONOMICOS UTILIZADOS EN LOS MODELOS . . . . .	123
11. ECONOMICIDAD DE LAS RESERVAS EVALUADAS . . . . .	128
12. RENTABILIDAD DE LAS INVERSIONES. CALCULO DE LA TASA INTERNA DE RENTABILIDAD (T.I.R.) ANALISIS DE SENSIBILIDAD SOBRE EL T.I.R. . . . .	130
12.1. ANALISIS DE SENSIBILIDAD SOBRE EL TIR . . . . .	135
13. RESUMEN Y CONCLUSIONES . . . . .	138

## 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 CARBONIFERA DE LA GRANJA DE SAN VICENTE . . . . .	34
- CONSUMO, STOCK Y CALIDAD DE CARBON ENTREGADO EN LA CENTRAL TERMICA DE COMPOSTILLA . . . . .	36
- SINTESIS DE LOS PARAMETROS FUNDAMENTALES DE LAS AREAS SELECCIONADAS . . . . .	53
- CUADRO RESUMEN CON LAS CARACTERISTICAS DE LOS CARBONES DE LAS DISTINTAS ZONAS SELECCIONADAS Y PRECIO DE VENTA EN PARQUE DE CENTRAL TERMICA . . . . .	67
- CUADRO CON EXPRESION DE LAS CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES A EXCAVAR . . . . .	69
- CUADRO DE COSTES MEDIOS DE EXPLOTACION . . . . .	71
- COSTES DE TRANSPORTE DE CARBON A TERMICA . . . . .	73
- CUADRO ECONOMICO Y DETERMINACION DE RATIOS LIMITES PARA LAS DISTINTAS ZONAS SELECCIONADAS . . . . .	76
- POTENCIAL DE RESERVAS AREA DE TORRE-BEMBIBRE LA GRANJA . . . . .	82
- ESTIMACION DE INVERSIONES EN EXPLORACION PARA LAS DISTINTAS ZONAS SELECCIONADAS . . . . .	116
- ESTIMACION DE INVERSIONES EN PREPARACION E INFRAESTRUCTURA PARA LAS DISTINTAS ZONAS . . . . .	120
- CUADRO RESUMEN DE INVERSIONES EN INVESTIGACION E INFRAESTRUCTURA . . . . .	122
- ANALISIS DE SENSIBILIDAD SOBRE RESERVAS . . . . .	124
- INDICE DE ECONOMICIDAD DE LAS RESERVAS EVALUADAS . . . . .	129
- CUADRO ECONOMICO DE LA POSIBLE EXPLOTACION A CIELO ABIERTO DE LAS RESERVAS EVALUADAS EN EL AREA CARBONIFERA DE TORRE-BEMBIBRE LA GRANJA DE SAN VICENTE . . . . .	132
- CASH-FLOW . . . . .	133
- CALCULO DE LA TASA INTERNA DE RENTABILIDAD (T.I.R.) . . . . .	134
- ANALISIS DE SENSIBILIDAD SOBRE LA T.I.R. . . . .	136

## 1.— INTRODUCCION

El objetivo del presente proyecto ha sido la aplicación al área carbonífera denominada LA GRANJA DE S. VICENTE, 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 Constanca, en el que se han explotado hasta cuatro pasos de carbón.

#### 2.1.2.9.- 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 MONTEALEGRE.</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. - ? 9-10 m.	C. 5 <sup>a</sup> - 0,40-0,45 m. 24-25 m.	Carbón - 0,20-0,25 m. 8-9 m.	C.7 - 0,30 m. 18 m.	Carbón - 0,25 m. 18 m.	Estrecha - 0,20 m. 32 m.
Carmina - 0,40-0,80 m. 18-19 m.	Alicia - 0,60-0,80 m. - ? 24 m.	C. 6 <sup>a</sup> - 0,35-0,40 m. 16-17 m.	C.7 - 0,50 m. 13-14 m.	Carbón - 0,25-0,30 m. 3-4 m.	Pilar - 0,40-0,45 m. ? 19-20 m.	Pilar - 0,25 m. 9-10 m.
Pilar - 0,50-0,60 m. ?	? Ancha - 1,00 m. - ? Dura - 0,40-0,50 m. - ? 10 m.	Carbón sucio 0,50 m. C. 7 <sup>a</sup> - 0,20-0,25 m. 8-9 m.	C.8 - 0,10-0,15 m. - ? C.9 - 0,10,0,15 m. - ? 12,13 m.	C.8 - 0,20-0,25 m. - ? C.9 - 0,10 m. 8-9 m.	C.9 - 0,25 m. Carbón - 0,25 m. 8-9 m.	Dos Venas - 0,30-0,45 m. Luisa 0,20-0,60 m. 11-12 m.
	Amalia - 0,45-0,55 m. - ? 13-14 m.	C. 8 <sup>a</sup> - 0,40-0,45 m. ?	C.10 - 0,50 m. - ? 9-10 m.	C.10 - 0,20 m.	Carbón - 0,20-0,25 m. 38-39 m.	Margarita - 0,10-0,60 m. 13-14 m.
	Isabel - 0,55-0,75 m. - ?		C.11 - 0,20 m.		Carbón sucio - 0,25 m. 28 m. Carbón 0,20 m. 63-64 m.	Soledad - 0,20 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 <sup>a</sup> - 0,70 m.	Concha - 0,80 m.	C. X - 0,40 m.	C. 2 - 0,55 m.	C. 2 - 0,5-0,6 m.	C. 2 - 0,50 m.	C. 2 - 0,40-0,55 m.	C. Alfa - 0,50 m.
21 m.	16-17 m.	13 m.	17 m.	35-36 m.	14,15 m.	8-9 m.	21-22 m.
C. 3 <sup>a</sup> - 0,60-0,70 m.	Carbón sucio - 0,90 m.	C. 1 <sup>a</sup> - 0,50 m.	? - C. 3 - 0,50-0,60 m.	Carbón - 0,30 m.	C. 3 - 0,40-0,50 m.	C. 3 - 0,25-0,40 m.	Beta - 0,50-0,60 m.
6 m.	8-9 m.	35-36 m.	30 m.	9-10 m.	22 m.	14-15 m.	11-12 m.
Carbón sucio - 0,35-0,40	Carbón sucio - 0,73 m.	Carbón sucio 0,40 m. - ?	C. 4 - 0,45-0,50 m.	C. 3 - 0,50-0,70 m.	C. 4 - 0,40 m.	C. 4 (=sucia) 0,40-0,60	Ganma - 0,70-0,80 m.
2 m.	12-13 m.	35 m.	14-15 m.	34 m.	19-20 m.	20-21 m.	19-20 m.
Carbón sucio - 0,50 m.	Carbón - 0,23 m.	C. 2 - 0,30 m.	Carbón - 0,35 m.	C. 4 - 0,70 m.	Gloria - 0,20-0,40 m.	Gloria - 0,45-0,60 m.	Delta - 0,40 m.
14 m.	9,10 m.	42-43 m.	1,5 m.	31 m.	34 m.	34-35 m.	20 m.
C. 2 - 0,40-0,50 m.	Carbón - 0,30 m.	C. 3 - 0,75 m.	C. 5 - 0,65 m.	C. 5 - 0,45-0,50 m.	Chuchú - 0,50-0,60 m.	Chuchú - 0,45-0,70 m.	Epsilon - 0,70-1,00 m.
71 m.	11-12 m.		29-30 m.	55-56 m.			
C. X - 0,70-1,00 m.	Carbón - 0,20 m.		C. 6 - 0,55-0,65 m.	C. 6 - 0,65-0,80 m.			
	Maria - 0,90 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 Viloría 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 Granaja 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 buzán 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 comarcal 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.

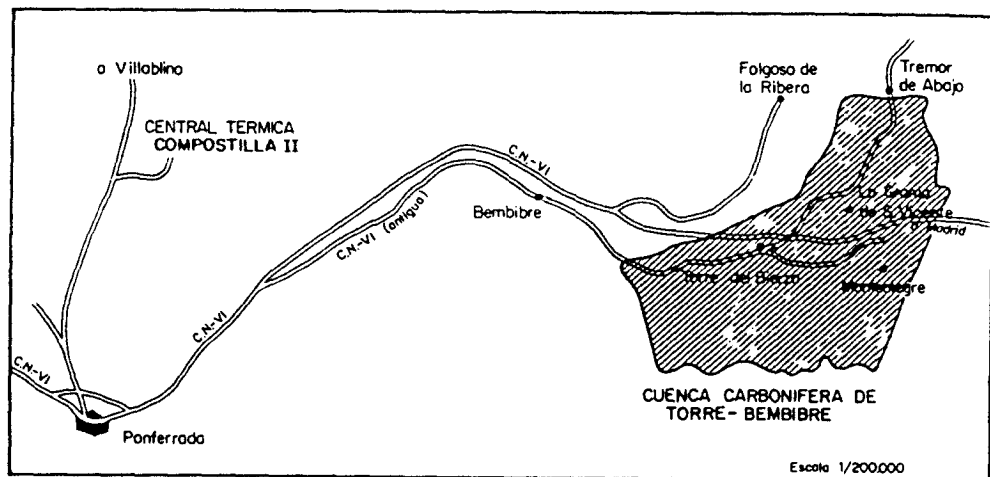


Fig. II-a: Principal red de comunicaciones de la cuenca carbonífera de Torre-Bembibre.

En el área de estudio, de la zona de La Granja de San Vicente, la infraestructura de accesos de segundo orden (entendiendo como tales, todas las vías de transporte que van a desembocar a la carretera nacional Madrid—La Coruña), está constituida por:

a) Al Sur de la carretera nacional:

Actualmente sólo trabajan las empresas de Antracitas de la Granja, Antracitas de la Silva y Carbones Montealegre, todas ellas ubicadas en los alrededores de la localidad de La Silva, y que poseen sendas pistas de tierra, de 3—4 m de anchura, que cubren las necesidades actuales de las empresas antes citadas y las necesidades futuras de nuevas explotaciones posibles en dicho área.

Todas estas pistas van a desembocar a la antigua carretera nacional VI, al Este de Torre del Bierzo, y a partir de ella, el transporte de mineral se efectúa hasta Ventas de Albares, donde se accede al nuevo trazado de la nacional VI.

b) Al Norte de la carretera nacional:

Las empresas que trabajan en los alrededores del Cerezal: Minas Silván, Carbones del Cerezal y Minas del Villar; tienen pistas de acceso, con firme de tierra en mal estado y 2–3 m de anchura, que van a desembocar en la carretera local de Tremor de Abajo, que está asfaltada y tiene una anchura de 5–6 m, enlazando con la carretera nacional al Norte de Torre del Bierzo.

Las pistas existentes cubren, aunque deficientemente debido a las condiciones de las mismas, la infraestructura viaria actual del extremo septentrional de la zona; pero son completamente insuficientes ante la previsión del emplazamiento, a futuro, de una serie de explotaciones a cielo abierto en el área, que requieren el acondicionamiento y mejora de las pistas actuales y la apertura de nuevos accesos que lleven hasta el pie de la excavación.

En el área Sur y Este de La Granja de San Vicente, no existe ninguna explotación en la actualidad, pero se prevén futuras excavaciones a cielo abierto, las cuales pueden aprovechar la infraestructura viaria de pistas de tierra que existe, aunque con mejora de algunos tramos y nueva apertura de otros.

Estos accesos irían a desembocar en la carretera nacional VI, entre los kilómetros 353–355.

### 2.3.2.– ACTIVIDAD MINERA

El área minera de La Granja de San Vicente se caracteriza, dentro de la cuenca de Torre–Bembibre, por el número elevado de pequeñas explotaciones que la pueblan.

Es el único sector de la cuenca que ha sufrido un aumento importante de producción en los últimos años, de forma que entre 1975 y 1979 ha doblado la cantidad anual extraída, pasando de las 39.000 Tm/año a las 81.000 Tm/año.

Las reservas seguras en el área son de 2,15 millones de Tm, pero se pueden estimar otros 12 millones de reservas probables. Con estos valores de reservas y estimando que la producción anual puede llegar en los próximos años a 100.000 Tm, se puede asegurar una actividad minera mínima al área, de 22 años.

#### ANTRACITAS DE LA SILVA

Explota los Paquetes Chuchú y Estrechas en el extremo oriental de la cuenca. Las labores mineras consisten en dos pisos de explotación a cotas 713 y

762, que se extienden en una corrida de 850 m. Esta corrida se ve cortada por dos fallas de dirección Noreste—Suroeste en el extremo occidental, con un salto de 10 m, y Noroeste—Sureste en la parte oriental.

Su producción actual oscila entre 23.000—25.000 Tm/año y poseen unas reservas seguras de 200.000 Tm, lo que les proporciona una vida mínima de 8 años.

El rendimiento por jornada y minero es de 1.070 Kg de carbón vendible.

#### **CARBONES MONTEALEGRE**

Explotan la capa Mora (Paquete Torre) al Oeste de La Silva.

Su ritmo de explotación ha ido aumentando progresivamente hasta alcanzar en 1979 las 15.000 Tm. Sus reservas seguras alcanzan las 200.000 Tm, lo que confiere a la mina una vida mínima de 13 años.

El rendimiento medio por jornada y obrero es de 1.389 Kg.

#### **JULIAN CHACHERO**

Explota el Paquete Constancia en los alrededores del Cerezal.

Las labores mineras consisten en cuatro galerías de explotación entre los 800 y 830 m de cota, con una corrida de 1.000 m en la galería superior y de 300—500 m en las otras.

Su producción ha ido aumentando hasta las 15.000 Tm producidas en 1979. Mientras que las reservas seguras sólo llegan a 250.000 Tm, lo que le infiere una vida mínima a la explotación de 16 años.

El rendimiento neto es alto, llegando a 1.781 Kg de mineral vendible por jornada y minero.

#### **ANTRACITAS DE LA GRANJA**

Aprovecha el Paquete de Navaleo al Norte de La Silva.

Las labores de explotación comenzaron en 1979, año en que la producción sólo alcanzó 6.000 Tm.

Tienen unas reservas seguras del orden del millón de Tm y el rendimiento alcanzado en el primer año ha sido de 1.388 Kg por jornada y minero.

#### **CARBONES DEL VILLAR**

Se localiza al Sur del Cerezal y aprovecha la capa Constancia. Comenzó a explotarse en 1978 y su producción es aún inferior a las 9.000 Tm/año.

En los planos de labores existe constancia de tres galerías con una corrida media de 400–500 m.

Las reservas seguras son sólo de 30.000 Tm., aunque se estiman otras 100.000 Tm de reservas probables.

El rendimiento obtenido es de 1.236 Kg por jornada y minero.

#### **MINAS SILVAN**

Aprovechan el Paquete Constancia al Este del Cerezal.

Las labores mineras consisten en cuatro galerías de explotación de 300–600 m de corrida, situadas entre las cotas 845–895.

La producción es inferior a las 5.000 Tm/año y las reservas seguras se calculan en 40.000 Tm, por lo que aún pueden explotarse la mina durante casi 10 años.

El rendimiento es bajo pues sólo llega a los 1.159 Kg por obrero y día.

#### **PARRILLA Y VILORIA**

Aprovechan el Paquete Constancia al Sur del Cerezal.

Se comenzó a explotar en 1977, alcanzándose al siguiente año la 8.000 Tm, pero en 1979 volvió a descender la producción a sólo 3.500 Tm.

Las reservas seguras se calculan en unas 35.000 Tm, y el rendimiento medio de 1.250 Kg por jornada y minero.

#### ANTRACITAS DE TREMOR

Explotan el Paquete Sarita al Norte de Torre del Bierzo, junto al río Tremor.

Poseen dos plantas de explotación en una corrida de 400–700 m.

La producción es inferior a las 5.000 Tm/año y se desconocen las reservas que pueda haber.

Poseen un alto rendimiento en comparación con la media de la zona, de 2.373 Kg por jornada y minero.

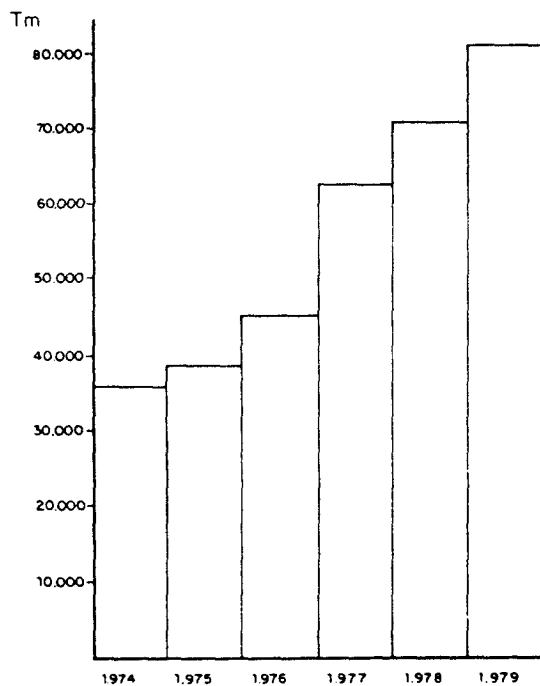


Fig. 11-b: Producción anual de carbón en el área de la Granja de San Vicente.

#### 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.

Tabla II-k: Cuadro resumen de la actividad minera del área carbonífera de La Granja de San Vicente

Empresa	Antracitas de la Silva	Carbones Montealegre	J. Chachero	Antracitas de la Granja	Carbones del Villar	Minas Silván	Parrilla y Viloría	Antracitas de Tremor	Malaba	T O T A L	
Mina	Olvido	Oculto	Adelina 2ª	Ampliación a olvido	Sta. Angela	Silván 2ª	Torre-Adelina	Delias-Tremorina	Electra		
Paquete minero explotado	Chuchú y Estrechas	Torre	Constancia	Navaleo	Constancia	Constancia	Constancia	Sarita	Torre		
Núm. de empleados	90	47	29	22	21	16	12	9	3	259	
Producción anual en Tm.	1974	15.099	6.503	3.488	0	0	1.039	0	0	9.881	36.010
	1975	16.607	11.128	5.750	0	0	1.217	0	2.085	2.128	38.915
	1976	19.649	8.192	11.902	0	0	2.591	0	3.084	0	45.418
	1977	17.111	12.975	13.990	0	0	2.301	6.280	4.550	5.543	62.750
	1978	25.446	14.294	12.391	0	7.248	3.335	8.063	0	270	71.047
1979	23.272	15.383	15.333	6.136	8.511	4.521	3.502	4.511	0	81.169	
Reservas (Tm. 10 <sup>3</sup> )	Seguras	200	200	250	1.000	30	41	35		400	2.156
	Probables	1.275	300	250	4.000	100	76	135		5.600	11.736
	Total	1.475	500	500	5.000	130	117	170		6.000	13.892
	Posibles	1.000	600		8.000	2.000	200				11.800
Presupuesto (Pts. 10 <sup>3</sup> )	Gastos de preparación	6.291	4.635	1.284	1.043	2.157	1.501	5.495	831	993	23.760
	Gastos de explotación	71.534	34.747	41.621	29.032	12.241	21.105	7.313	16.205	0	233.798
	Total	77.825	39.382	42.905	30.075	14.398	22.606	12.808	17.036	993	257.558
Rendimiento en kg. por y m <sup>3</sup>	Carbón bruto	1.340	1.984	2.648	1.388	1.236	1.565	2.399	2.373		1.725
	Carbón vendible	1.070	1.389	1.781	1.388	1.236	1.159	1.250	2.373		1.349
Calidad del carbón llevados a términos	Humedad 0/o	10,00	13,20	7,52	10,57	8,46	9,65	9,79	11,07		10,03
	Cenizas 0/o	25,96	31,75	32,63	23,70	33,24	27,30	28,03	29,79		29,48
	Volátiles 0/o	3,65	6,80	5,45	4,25	4,97	5,29	3,93	4,08		4,87
	Poder calorífico (Kcal/Kg)	5.793	5.401	5.267	6.021	5.192	5.740	5.618	5.466		5.526

### 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

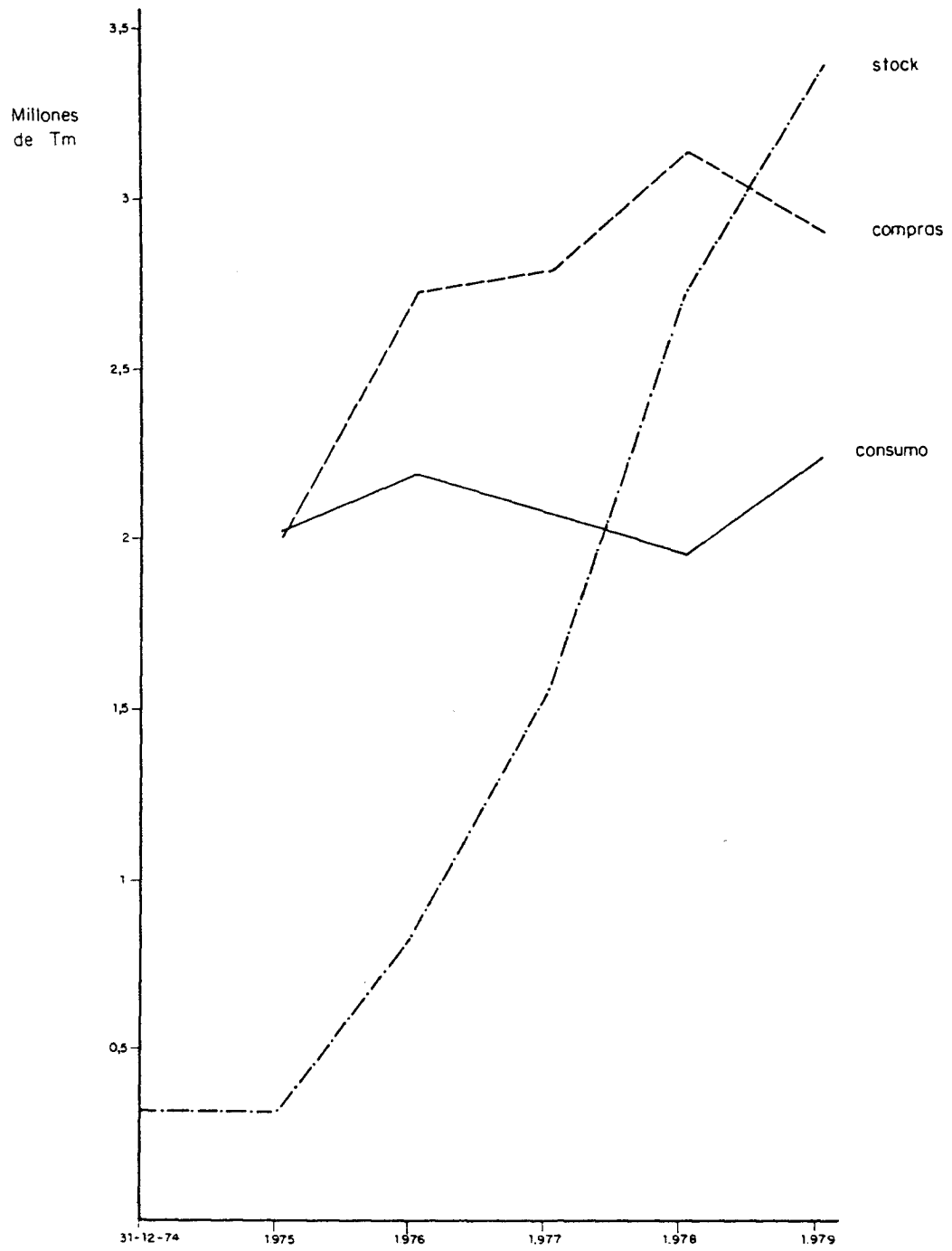


Fig. II-C: Compras y consumo anual de la Central Térmica Compostilla II y variación del stock.

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 10 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 CONSTANCIA. ZONA DEL CEREZAL

Este tramo ocupa la zona más nororiental de área estudiada. Se han seleccionado las siguientes áreas favorables:

##### A) CEREZAL—1

Sus características fundamentales pueden resumirse en los siguientes puntos:

— **Afloramientos:** Pueden seguirse desde la carretera local de Tremor de Abajo, hasta que las capas se pierden debajo del Terciario por el Este, puede estimarse una corrida aproximada de 1.200 m.

— **Buzamiento de las capas:** Las capas aflorantes muestran una dirección aproximada de N—60—90° E, y un buzamiento medio de 30—40° N.

— **Potencia de las capas:** Se han localizado dos capas de carbón, que localmente se conocen como capa sucia o Guillermo y capa Vidal.

La capa Sucia (0,10 a 0,60 m), se manifiesta con una potencia variable, alcanzando su potencia máxima (0,60 m) hacia el oeste de su corrida. Se desconoce su comportamiento hacia el este.

La "capa Vidal", se mantiene más constante y aunque en puntos concretos, se estrecha bastante, se puede fácilmente estimar una potencia media de 0,40—0,50 m en toda su corrida.

– **Intercapa:** La intercapa, está constituida fundamentalmente por areniscas (7 a 9 m de potencia), de grano medio-fino, con intercalaciones de pizarra a muro y techo de las capas (0,5 a 1 m tanto a techo como a muro).

Se ha podido apreciar un cierto grado de diaclasamiento de tipo subvertical N60–N110 y pasando ocasionalmente a N–S. La densidad de las mismas puede estimarse en 3–4 diaclasas/m<sup>2</sup>.

Los estratos de pizarra a techo y muro, fundamentalmente estas últimas, son bastante deleznales, lo que induce a pensar que la estabilidad de los taludes de muro, no quedaría garantizada por la posibilidad de roturas por pandeo incluso para altura de talud del orden de los 10–15 m.

En los taludes de techo y laterales de la futura corta, no es previsible la posibilidad de problemas de inestabilidad, debido al buzamiento contrario de los estratos y al predominio de las areniscas, bien estratificadas en bancos > 0,50 m y relativamente poco diaclasadas.

Pueden estimarse por tanto unos taludes a techo y laterales de 60–70° de pendiente y a muro con pendiente < 45° (equivalente al buzamiento de las capas).

– **Pendiente topográfica.**– En el sentido longitudinal del afloramiento, el terreno manifiesta una pendiente 15–20° ascendente de Oeste a Este, siendo del mismo orden en el sentido normal a la dirección de las capas.

– **Recubrimiento y zona alterada.**–El suelo vegetal, constituido fundamentalmente por arbustos, alcanza un espesor no superior a 30 cm, como tal suelo.

En conjunto, la zona alterada tiene un espesor del orden de 1 m, aunque en la parte topográficamente más baja, ocasionalmente, llega a tener casi 2 metros de potencia.

– **Accesos.**– Actualmente, existe una pista que permite comunicar la posible zona de explotación con la carretera local de Tremor de Abajo, desde el pueblo del Cerezal, pero es estrecha (4–5 m), y con fuertes pendientes, lo que exigiría para su futuro aprovechamiento, un ensanche y rectificación en su trazado, así como una mejora en su firme.

– **Vertederos.**– De acuerdo con la topografía del entorno, no existe dificultad de utilizar los vertederos de estériles a pie de la futura explotación. No creemos que exista la posibilidad de relleno del propio hueco, debido a la pendiente de los afloramientos que obligará a una explotación descendente, lo que no favorece la disposición de los mismos en el propio hueco.

– **Actividad minera.**— Existe una explotación a cielo abierto, hoy abandonada, montada sobre estas capas, con difícil cubicación, para estimar el carbón extraído, ya que los vertederos ocupan parcialmente la zona explotada, tapando incluso las propias capas.

De Este a Oeste, se observa:

– Un zanjón de 40 m x 5 m de altura de capa explotada y 7 m aproximadamente de altura de talud y potencia vista de la capa de 0,50 m, lo que permite estimar en unas 140 Tm el carbón extraído con un movimiento de estéril de 700 m<sup>3</sup>.

– Un zanjón de 70 x 4 x 5 m con una potencia de capa de 0,30 m, que permite estimar en 120 Tm el carbón extraído y 700 m<sup>3</sup> el estéril movido.

– Una zona semienterrada por los vertederos, que puede ser estimada de unas dimensiones aproximadas de 200 m x 10 m de capa y 15 m de talud, con potencia de capa vista de 0,45 m lo que permite estimar en 1250 Tm el carbón extraído y en unos 24.000 m<sup>3</sup> el estéril movido.

– Explotaciones subterráneas, prácticamente despreciables.

#### B) CEREZAL-2

Está localizada en la parte más nororiental del área estudiada, al noreste de la zona de interés denominada Cerezal-1.

Sus características fundamentales se resumen en los siguientes puntos:

– **Afloramientos.**— No es posible precisar con exactitud la corrida de las capas debido a la escasez de afloramientos. Sólo se tienen datos puntuales de dos pequeñas explotaciones a cielo abierto. De los datos aportados en la investigación geológica-minera, puede estimarse una corrida aproximada de 1.800 m desde que las capas afloran al Este del terciario cartografiado, hasta la falla de dirección E-W, que corta al carbonífero hacia el Norte, en las cercanías de Tremor de Abajo.

– **Buzamiento de las capas.**— De los datos obtenidos en los afloramientos, el buzamiento medio para las dos capas está comprendido entre 25–35° N.

– **Potencia de las capas.**— Las capas de carbón se corresponden con las de la zona de Cerezal-1, y pueden considerarse unas características semejantes en

cuanto a potencia, tanto para la "capa Sucia" (0,20–0,60 m), como para la "capa Vidal" (0,35–0,50 m). Fuera de las dos explotaciones a cielo abierto, no se han podido medir los espesores de las mismas.

– **Intercapas.**— Las dos capas aparecen separadas por unos 6 m de areniscas con estratos de pizarra concordantes a techo y muro de las mismas. Pueden hacerse las mismas consideraciones que en el caso anterior en cuanto a los taludes a techo y muro.

– **Pendiente topográfica.**— La corrida de las capas tiene una pendiente de 10 a 30° ascendente de Norte a Sur, siendo, la pendiente del terreno normal o la dirección de las capas menor de 10°.

– **Recubrimiento y zona alterada.**— De las observaciones realizadas en la zona, el manto superficial alterado, no tiene por lo general un espesor mayor de 1 m.

– **Accesos.**— La comunicación con la carretera local de Tremor de Abajo, se realiza actualmente a través de una pista estrecha, que parte de las proximidades del pueblo "El Cerezal". Para su utilización en la futura explotación exige un ensanche, rectificación y mejora del firme, prácticamente a lo largo de su trazado.

– **Vertederos.**— Las escombreras de estéril, podrían ubicarse próximas a la zona de explotación, a muro de las capas. Actualmente es posible observar una pequeña escombrera de antigua explotación a cielo abierto abandonada, dispuesta en bancos de 10 m de altura y con taludes estables de 45–50°.

– **Actividad minera.**— Dentro de la zona seleccionada se pueden observar restos de dos antiguas explotaciones a cielo abierto de muy escasa importancia. Una de ellas se encuentra parcialmente recubierta por la propia escombrera y es difícil para ello estimar al volumen extraído. La otra, tiene forma de trinchera con una altura total de 7–10 m y una longitud de 30–40 m, sobre las dos capas en las que se ha podido medir una potencia media para cada una de ellas de 0,50–0,60 m. En minería de interior, se ha explotado la capa Vidal, desde cuatro galerías en dirección, ubicadas entre las cotas 976 a 1.010, debajo de las zonas de afloramientos donde se ha detectado las explotaciones a cielo abierto citadas anteriormente. A falta de datos de precisión y en base a nuestras propias estimaciones, se puede estimar entre 7.000–10.000 Tm el carbón extraído.

### C) CEREZAL-3

Los datos para la definición de este modelo han sido extraídos del corte núm. 40 del estudio Geológico-Minero citado, complementados con las carac-

terísticas topográficas y de accesibilidad observadas en las visitas de campo.

– **Afloramientos.**— No son directamente observables en toda su extensión por estar recubiertos de suelo con vegetación.

Están localizados al W del Cerezal, y se estima para ellos una corrida de 600 m, en base a la cartografía de la zona.

– **Buzamiento de las capas.**—  $45^{\circ}$  N, siendo su dirección N60—N70 $^{\circ}$ .

– **Potencia de las capas.**— Se han podido detectar la presencia de las dos capas características del tramo Constanca: La capa Vidal y la capa Guillermo o Sucia, con potencias respectivas de 0,40 y 0,43 m.

– **Intercapa.**— Constituida esencialmente por areniscas con zonas pizarras a techo y muro y con una potencia aproximada de 8 m.

– **Pendiente topográfica.**— Está comprendida entre 10 y 15 $^{\circ}$ , con pendiente ascendente en sentido contrario al buzamiento de las capas.

– **Taludes.**— No se tienen datos de taludes observables en la zona, aunque por las características de las rocas encajantes, es fácil estimar, pendientes estables a techo del orden de 60—70 $^{\circ}$ .

– **Recubrimiento y zona alterada.**— La zona de afloramientos se encuentra recubierta de vegetación de muy escaso desarrollo (arbustos), por lo que es fácil suponer que la zona alterada no debe superar el espesor de 1 m.

– **Accesos.**— La proximidad de la carretera local de Tremor de Abajo, permite un fácil acceso para comunicar la explotación con una longitud del orden de 100—200 m y un trazado de pequeñas pendientes.

– **Vertederos.**— Por las características topográficas de la zona, existe la posibilidad de aprovechar una ligera depresión en la zona NE de la futura explotación para ubicación del vertedero, sobre la margen izquierda del río Tremor.

– **Labores mineras.**— Actualmente está en actividad la mina Torre—Adelina, que explota las dos capas citadas, así como la capa Constanca al sur de éstas.



#### D) VILLAR-1

Se localiza en la zona nororiental del tramo Constancia próxima al recubrimiento terciario que limita los afloramientos de las capas Vidal y Guillermo, sus características se han deducido tanto de observaciones en campo como de los datos recogidos del corte núm. 39 del estudio citado.

– **Afloramientos.**— Se pueden seguir en una longitud aproximada de 1.200 m, comprendidos entre la falla del Villar y la pérdida de las capas bajo el terciario, al oeste del río Tremor.

– **Buzamiento de las capas.**— Los datos de superficie muestran un buzamiento medio de  $45^{\circ}$ N.

– **Potencia de las capas.**— De Norte a Sur, se localiza el paso de tres capas, denominadas localmente como capa Guillermo con potencia media estimada de 0,30 m, capa Vidal que muestra variaciones de 0,40 a 0,55 m y la capa Constancia de 0,45 m.

– **Intercapas.**— Están constituidas fundamentalmente por areniscas de grano fino y muy consistentes. No ha podido apreciarse su estructura, dado que no se observa corte alguno que permita su observación directa. Su espesor entre la capa Guillermo y capa Vidal puede estimarse en 10 m, y de más de 40 m entre ésta y la capa Constancia.

– **Pendiente topográfica.**— La corrida de las capas, se encuentra dividida por una pequeña vaguada, que permite observar una pendiente prácticamente nula (terreno horizontal), al W de dicha depresión, ascendiendo ligeramente ( $10^{\circ}$ ) hacia el E. de la misma.

En la dirección normal al rumbo de las capas varía desde  $15^{\circ}$  en el sentido del buzamiento hacia el W, hasta los  $20^{\circ}$  en el sentido contrario al mismo en el extremo oriental.

– **Recubrimiento zona alterada.**— La superficie influenciada por la futura explotación, se encuentra recubierta en parte, de arborescencia de mediano desarrollo, fundamentalmente de tipo roble, que cubren aproximadamente los 2/3 de su superficie, combinándose con arbustos de escaso desarrollo que afectan al resto del área. Puede estimarse un espesor medio de zona alterada de los dos primeros metros superficiales.

– **Accesos.**— En la actualidad, existe una pista que comunica la carretera local o Tremor de Abajo con la Mina de Villar, próxima a la zona seleccionada, y que podría ser prolongada para acceder hasta la parte más alta de la misma.

– **Vertederos.**— Dada la disposición topográfica podría utilizarse la zona NW, que presenta una ligera depresión sobre los recubrimientos terciarios.

– **Labores mineras.**— No se ha determinado durante la inspección de campo, la presencia de ninguna labor a cielo abierto desarrollada sobre los afloramientos. Sólo se tiene noticia de la explotación por interior de la capa Constanca, desde las labores de la Mina de Villar.

#### E) VILLAR-2 (TRAMO DE LA NUEVA)

Está localizado a 300 m al sur de la zona seleccionada denominada Villar-1 en el tramo carbonoso denominado "La Nueva".

– **Afloramientos.**— Se pueden seguir a lo largo de unos 900 m, desde la falla del Villar. Esta longitud, se podría prolongar otros 900 m, hacia el W, hasta perderse bajo el recubrimiento terciario, aunque no se conoce el comportamiento de las capas en esta zona, ya que no se pueden seguir por observación directa en superficie.

– **Buzamiento de las capas.**— Se ha podido medir en superficie una pendiente variable de 30 a 45° siempre con buzamiento Norte.

– **Potencia de las capas.**— Aparecen dos capas conocidas localmente como capas Adolfo y capa Sexta, con potencias medias de 0,56 y 0,28 m respectivamente, de acuerdo con los comportamientos de las mismas en interior.

– **Intercapas.**— Está constituida fundamentalmente por areniscas competentes. Puede estimarse en una potencia de 10 m entre las dos capas.

– **Pendiente topográfica.**— En el sentido longitudinal de las capas (según la dirección de los afloramientos), se muestra una pendiente ascendente de unos 10° hacia el W y variable de 5° a 20° hacia el Este. En el sentido normal al rumbo, la pendiente topográfica es contraria al buzamiento y variable de 5 a 20°, se ha estimado a efectos de modelo en un valor medio de 14°.

– **Recubrimiento y zona alterada.**— El área influenciada; está recubierta de arbustos de muy escaso desarrollo, lo que hace suponer un espesor de suelo de 40–50 centímetros. En todo caso el espesor alterado no debe superar la profundidad de 1 m.

– **Accesos.**— Serán comunes con los de acceso a las instalaciones de la actual Mina del Villar.

– **Vertederos.**— Los estériles provenientes de la futura explotación deberán situarse a muro del yacimiento, disponiéndose en bancales de 10–15 m máximo de altura. La pendiente topográfica en la dirección de los afloramientos no posibilita el relleno del propio hueco, ya que el sistema de explotación deberá ser descendente comenzando por las cotas más altas.

– **Labores mineras.**— No existe en la actualidad ningún tipo de actividad a cielo abierto sobre las zonas seleccionadas. Sólo se tiene conocimiento de la explotación por el interior de la capa “Adolfo”, actualmente a través de dos galerías ubicadas a las cotas 877 y 835.

### 3.2.— PAQUETE SARITA. Zona de la Granja de San Vicente.

#### A) GRANJA-1

Se localiza al sur de La Granja de San Vicente. Las características físicas se han deducido en base a la observación de cuatro zanjones de antiguas explotaciones y de una boca mina abandonada, así como del corte geológico núm. 37 del estudio realizado por el IGME.

– **Afloramientos.**— Se pueden seguir en una longitud aproximada de 1.700 m, comprendidas entre la carretera nacional VI y la traza de ferrocarril por el W.

– **Buzamiento de las capas.**— Con una dirección aproximada N–70° a N–100 E, los datos de superficie muestran una pendiente media de 12 a 15° con buzamiento N.

– **Potencia de las capas.**— Se ha podido observar la presencia de dos capas de carbón, conocidas localmente como capa Fragua y capa California, con potencias reales de 0,30 a 0,50 m para cada una de ellas. En el corte geológico antes mencionado aparecen con potencias de 0,13 y 0,17 m respectivamente. De acuerdo con los datos tomados en las antiguas explotaciones de Carbones Montealegre se deduce una potencia de 0,40 m para la capa California y de 0,50 m para la capa Fragua.

– **Intercapas.**— En las zonas donde ha existido excavación se pueden observar a techo de la capa abandonada (California) unos 6 m de pizarras y areniscas de grano fino y tonalidad oscura así como estratos de areniscas y microconglomerados, concordantes y con potencia superior a 2 m.

Se aprecia un diaclasado subvertical de direcciones N110–130E, y N50–70E, con una intensidad de 3–6 diaclasas/m<sup>2</sup>.

— **Pendiente topográfica.**— La topografía muestra el aspecto de una ladera de pendiente suave, comprendida entre  $7-10^0$  contraria al buzamiento de las capas.

— **Recubrimiento zona alterada.**— Se observa la presencia de una vegetación de escaso desarrollo formada de pequeños arbustos. Puede considerarse un espesor total de zona alterada no superior a 1 m.

— **Accesos.**— El acceso a la zona seleccionada se puede realizar a través de una pista estrecha y con buen estado de su firme, que enlaza con la carretera Nacional VI. Su posible aprovechamiento obligaría a un ensanche, acondicionamiento y mejora del enlace con la carretera nacional, así como al ensanche general de su traza y acondicionamiento del drenaje lateral.

— **Vertederos.**— La disposición topográfica, favorece la ubicación de la escombrera en pequeños bancales a muro de la excavación.

La proximidad de la carretera nacional sugiere un desarrollo de los trabajos de excavación de W a E, para favorecer el autorrelleno del hueco y de esta forma la restitución de la zona, una vez alcanzado el límite económico de explotabilidad.

— **Actividad minera.**— Se observa la presencia de cuatro zonas sobre la corrida seleccionada, hoy abandonadas, donde ha existido una cierta actividad a cielo abierto, muy próximas entre sí, y de muy pequeña importancia. Una estimación hecha con datos tomados en campo, permite estimar en unos  $30.000 \text{ m}^3$  el estéril movido para la extracción de unas 3.000 Tm de carbón.

Por laboreo de interior se explota la capa California, desde seis galerías en dirección ubicadas entre las cotas 924 a 940 y con desarrollos de 100 a 500 m . sobre la propia capa, lo que permite suponer un tonelaje de carbón extraído del orden de 14.000 Tm.

## B) GRANJA-2

Se localiza al Este de La Granja de San Vicente, en la parte más oriental de los afloramientos de capas de carbón del tramo Sarita.

Los parámetros que caracterizan este modelo, han sido tomados del corte estratigráfico núm. 38 del citado estudio geológico, que aunque no lleguen a cortar las capas Fragua y California, dado que el recubrimiento y la vegetación impiden la observación, permiten ser estimados del mismo orden que los del anterior modelo denominado "Granja 1".

— **Afloramientos.**— Desde un kilómetro al Este de la Granja de San Vicente, se ha limitado por ambos extremos el área seleccionada al ser cruzada por la trayectoria del ferrocarril. Se ha estimado en una longitud de 1.100 m.

— **Buzamiento de las capas.**— Los datos de los que se ha partido, permiten estimar una dirección aproximada de las capas de N-60-EW con pendiente medida de 30 a 40 y buzamiento N.

— **Potencia de las capas.**— Se han estimado para esta zona una potencia de 0,40 m para la capa California y de 0,50 m para la capa Fragua, valores ambos que han servido de base para la zona denominada "Granja-1", de acuerdo con los datos medidos en las antiguas explotaciones de "Carbones Montealegre".

Al norte de la capa California se ha detectado la presencia de un paso de carbón que se ha asociado con la "capa Sarita", habiéndose estimado para ella una potencia media de 0,32 m.

— **Intercapas.**— Del estudio estratigráfico realizado se deduce una separación entre capas de 13 m entre las capas Fragua y California y de 58 m entre ésta y la capa Sarita, constituidos fundamentalmente por areniscas y microconglomerados a techo de la capa California y de pizarras y areniscas de grano fino. En muchos casos se trata de rocas competentes, que no es fácil presenten problemas de estabilidad en los taludes finales proyectados para ángulos de talud de 60° a techo.

— **Pendiente topográfica.**— En dirección normal al rumbo de las capas, el terreno natural, muestra una pendiente fuerte, contraria a su buzamiento que varía a lo largo de la corrida entre 15° y 22°.

A efectos del modelo se ha estimado una pendiente media de 18°.

— **Recubrimiento zona alterada.**— El área influenciada por la zona seleccionada, así como sus alrededores, aparece recubierta de una densa vegetación de pequeño o medio desarrollo (monte bajo), que hace suponer un espesor de suelo no superior a 1 m, y estimando por tanto, un espesor de alterado a efectos de su arranque con medios mecánicos de 2 m.

— **Accesos.**— En la actualidad existe una pequeña pista que enlaza con la Carretera Nacional VI, a la altura del P.K. 354, y cuyo trazado se puede aprovechar para servicio de la futura explotación, aunque sería necesario tanto el ensanche general como la mejora de su firme y rectificación de curvas y pendientes.

— **Vertederos.**— Inicialmente los estériles de la mina podrían depositarse al noroeste de la zona seleccionada, y a muro de la capa Fragua. Posteriormente, y de acuerdo con una planificación acertada de la explotación podría ser utilizado el propio hueco creado por la capa Fragua (situada a menor cota) para el vertido de estéril de la explotación de la capa California, pudiendo de esta forma restituir parte de la zona influenciada.

**Actividades mineras.**— Próximo a la zona seleccionada se observan pequeñas escombreras que demuestran la presencia de una cierta actividad, de muy escasa importancia a la vista de las dimensiones de las mismas, pero de las que se desconoce su procedencia para poder precisar qué capas han sido minadas.

### 3.3.— PAQUETE TORRE

#### A) TORRE-5

Los datos de esta zona seleccionada, se han obtenido a partir del corte estratigráfico núm. 33 del estudio geológico base de este informe, así como de los obtenidos de la explotación a cielo abierto que existe en gran parte de su corrida.

— **Afloramientos.**— Se localizan al Norte de la Carretera Nacional VI paralelos a la misma y comprendidos entre los P.K. 357 y P.K. 358.

Se ha estimado una longitud de 700 m.

— **Buzamiento de las capas.**— Con una dirección medida de N-60° E, las capas muestran una pendiente de 22 a 30° con buzamiento Norte. A efectos de definición del modelo se ha estimado una pendiente uniforme de 25°.

— **Potencia de las capas.**— Del levantamiento estratigráfico núm. 33, cuya columna se puede observar en la trinchera de excavación de la Carretera Nacional VI, al W de la zona seleccionada, se deduce la presencia de cinco pasos carbonosos que se corresponden de techo a muro con las siguientes capas: capa Mora con una potencia de 0,75 m y presencia de algunas intercalaciones pizarras, un carbonero con potencia de 0,41 m y frecuentes intercalaciones de pizarras, carbonero de 0,48 m de potencia y carbón muy sucio; capa 4ª de 0,25 m y carbón limpio y capa 5ª de 0,40 m de potencia y carbón igualmente limpio.

A efectos del modelo se ha considerado únicamente la posibilidad de explotación de la capa Mora (0,70 m) y de la capa 5ª (0,40 m).

— **Intercapas.**— Igualmente, a partir de la observación del citado corte, se han podido medir 9, 10, 12 y 17 m de potencia de las diversas intercapas igualmente de techo a muro de las capas consideradas. Se estima una pro-

porción de arenisca a pizarra de 2/1 en su conjunto, siendo constante la presencia de una franja de pizarras en parte carbonosas a techo y muro de cada capa.

Los estratos de arenisca muestran un alto grado de diaclasado.

— **Pendiente topográfica.**— El terreno natural muestra una pendiente normal al rumbo de las capas de 15 a 20° a lo largo de la longitud de afloramientos considerada, con un cambio de pendiente a partir de la capa Mora, que suaviza el perfil con pendiente de 6–8°.

— **Recubrimiento y zona alterada.**— Toda la zona seleccionada aparece recubierta de vegetación a base de arbustos típicos de monte bajo, con un suelo escasamente desarrollado. El espesor total de la zona alterada no es superior por lo que se ha podido observar en campo de 1–2 m.

— **Accesos.**— Actualmente existe una pista que enlaza con la carretera Nacional VI, cuyo trazado parece haber sido realizado para servicio de la pequeña explotación a cielo abierto que ha estado en actividad en un pasado próximo.

Para su utilidad futura requerirá un arreglo y mejora tanto del trazado como del firme.

— **Vertederos.**— La disposición escalonada de las dos cortas previstas para explotación de la capa Mora y de la capa 5ª respectivamente, permitirá mediante una planificación adecuada transferir el estéril de la corta superior (Capa Mora) al hueco dejado por la explotación de la capa 5ª, cuyos estériles a su vez podrán ser vertidos al pie de la excavación en forma de bancales que permitan limitar el impacto ecológico, y que por proximidad a la Carretera Nacional es necesario cuidar.

— **Actividad minera.**— Se ha podido apreciar la presencia de explotaciones a cielo abierto, de desigual desarrollo a lo largo de la corrida seleccionada, y que pueden afectar a unos 140 m de su longitud, con alturas de explotación variables de 4 a 10 m. Se ha extraído carbón solamente de la capa Mora.

El sistema poco ortodoxo de explotación ha hecho que los estériles arrancados han sido depositados sin previsión de futuro encima de las propias capas de carbón, lo que obligará a su retirada previa antes del desarrollo de posteriores operaciones mineras.

En cuanto a extracción por interior, se han observado al menos tres bocas de mina ubicadas en la cota 850 aproximadamente, de las que no se tienen datos de su desarrollo.

## B) TORRE-6

Se trata de la prolongación de los mismos afloramientos que los considerados en el área seleccionada denominada TORRE-5, y que se ha diferenciado de ésta, debido a la interrupción que implica el trazado de la actual Carretera Nacional VI. Resumimos a continuación sus características más importantes con respecto a la zona denominada TORRE-5.

— Afloramientos.— Se ha estimado una corrida aproximada de 700 m.

— Buzamiento de las capas.— Se han considerado una pendiente media de las capas de  $20^{\circ}$  con buzamiento Norte.

— Potencia de las capas.— Al igual que en la anterior zona de TORRE-5, se han considerado las siguientes potencias representativas de las capas: capa Mora: 0,70 m; carbonero a muro de la capa Mora: 0,40 m; capa 4<sup>a</sup> 0,25 m y capa 5<sup>a</sup>: 0,40 m.

— Intercapas.— Iguales características que para el modelo anterior.

— Pendiente topográfica.— El terreno manifiesta un cambio de pendiente a lo largo de los afloramientos pasando de ser concordante con el buzamiento para la zona influenciada por la capa Mora a ser contraria para la capa 5<sup>a</sup>.

En base a los perfiles transversales, trazados normales al rumbo de las capas, se han estimado una pendiente suave de  $2^{\circ}$  concordante con el buzamiento y de  $20^{\circ}$  contraria al mismo.

— Recubrimiento y zona alterada.— Igual criterio en base a la observación de campo que en la torre anterior.

— Actividad minera.— Las capas 4<sup>a</sup>, 5<sup>a</sup> y Mora, han sido intensamente explotadas por interior, aunque no se tienen datos de precisión del desarrollo de sus labores.

## C) TORRE-7

Se localiza al sur de la antigua Carretera Nacional VI, entre los P.K. 356 y 357, y se corresponde con la zona más oriental de las seleccionadas en el paquete TORRE.

Afloramientos.— Se pueden seguir a lo largo de una longitud aproximada de 900 m.



**Buzamiento de las capas.**— A partir de los datos tomados en superficie y en base a la información suministrada por la Empresa Carbones de Montealegre, que mantiene en la actualidad explotación sobre la capa Mora, las capas tienen una pendiente variable de 10 a 45° con buzamiento Norte preferentemente.

**Potencia de las capas.**— En base a los datos suministrados por la única empresa que opera en esta zona, las potencias varían entre los siguientes valores para las distintas capas: capa Mora de 0,50 a 0,70 m, y para las capas 4ª y 5ª entre 0,35 y 0,40 m.

A efectos del modelo, se han previsto valores de 0,70 m para la capa Mora y de 0,35 para la capa 4ª y 5ª.

**Intercapas.**— Constituidas fundamentalmente por areniscas de grano fino y con intercalaciones de pizarra a techo y muro de las capas de carbón.

**Pendiente topográfica.**— Concordante con el buzamiento de las capas, se manifiesta con pendientes normales al rumbo de 5 a 18°.

— **Recubrimiento y zona alterada.**— El recubrimiento a base de suelo es relativamente pequeño  $\approx 1$  m, en los estrenos E y W del área seleccionada, incrementándose hacia el centro debido a la depresión que forma el arroyo de la Górgola (recubrimiento  $> 2$  m).

— **Accesos.**— Se puede acceder a la zona de afloramientos, a través de la actual pista que parte de la antigua carretera Nacional VI, y se comunica con las explotaciones de Andrés Calvo.

**Vertederos.**— Los estériles de la futura explotación podrían ser depositados al sur-este del área seleccionada próximos al vertedero actual de la explotación que mantiene Carbones Montealegre.

— **Labores mineras.**— En esta zona han existido explotaciones montadas por la empresa Carbones Montealegre. En la actualidad se puede observar la presencia de algunas galerías abandonadas sobre las tres capas que parecen tener poca importancia. Hoy sólo se explota la capa Mora.

puerto	Area	Long. Afloram.	Buzamiento Capas	Nombre Capas	Potencia Capas	Pendiente Topografica	Espesor Intercapas
Estancia Nueva	Cerezal - 1	1.200	30° N	Guillermo	0,40	- 8°	-
		1.200	30° N	Vidal	0,50	- 8°	17
		1.200	30° N	Constancia	0,40	- 8°	
	Cerezal - 2	1.800	25° N	Guillermo	0,40	6°	14
		1.800	25° N	Vidal	0,50	6°	
	Cerezal - 3	600	45° N	Guillermo	0,45	- 10°	11
		600	45° N	Vidal	0,40	- 10°	
		600	45° N	Constancia	0,35	- 10°	
	Villar - 1	1.300	45° N	Vidal	0,50	- 18°	-
		1.300	45° N	Constancia	0,45	- 18°	-
	Villar - 2	1.300	35° N	Adolfo	0,50	- 14	-
	Sarita	Granja - 1	1.700	14° N	California	0,40	- 8
1.700			14° N	Fragua	0,30	- 8	-
Granja - 2		1.100	35° N	California	0,40	- 18	-
		1.100	35° N	Fragua	0,50	- 18	-
Torre	Torre - 5	700	25° N	Mora	0,70	- 8	-
		700	25° N	Quinta	0,40	- 20	-
	Torre - 6	800	20° N	Mora	0,70	2°	-
		800	20° N	Carboneros	0,40	2°	-
		800	20° N	Carbonero - 2	0,40	2°	-
		800	20° N	Quinta	0,40	- 20°	-
	Torres - 7 W	500	2°	Mora	0,70	11°	
		500	2°	Cuarta	0,40	11°	
		500	2°	Quinta	0,40	11°	
	Torre - 7 E	400	45° N	Mora	0,70	5°	
		400	45°	Cuarta	0,40	5°	
		400	45°	Quinta	0,40	5°	

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

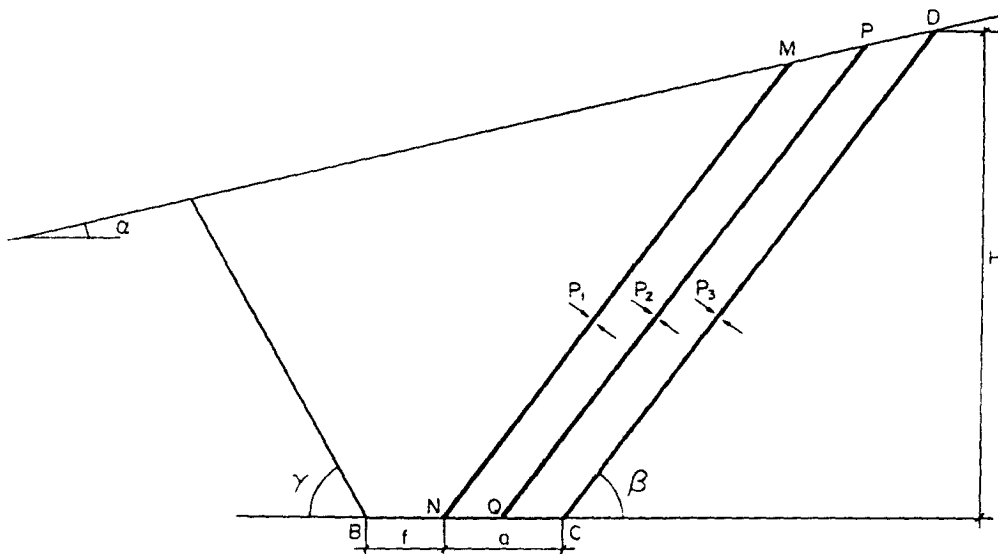
De acuerdo con la metodología establecida por el IGME, el proceso de cálculo para la determinación del potencial de reservas económicamente explotables a cielo abierto, exige la definición de un "modelo idealizado" del yacimiento que permita sintetizar lo más representativamente posible la estructura 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 m<sup>3</sup> por cada Tm de carbón extraída).

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

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

$\Sigma p_i$  = 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.

$\alpha$  = Pendiente del terreno.

$\beta$  = Pendiente de las capas

$\gamma$  = Pendiente de los taludes de la excavación.

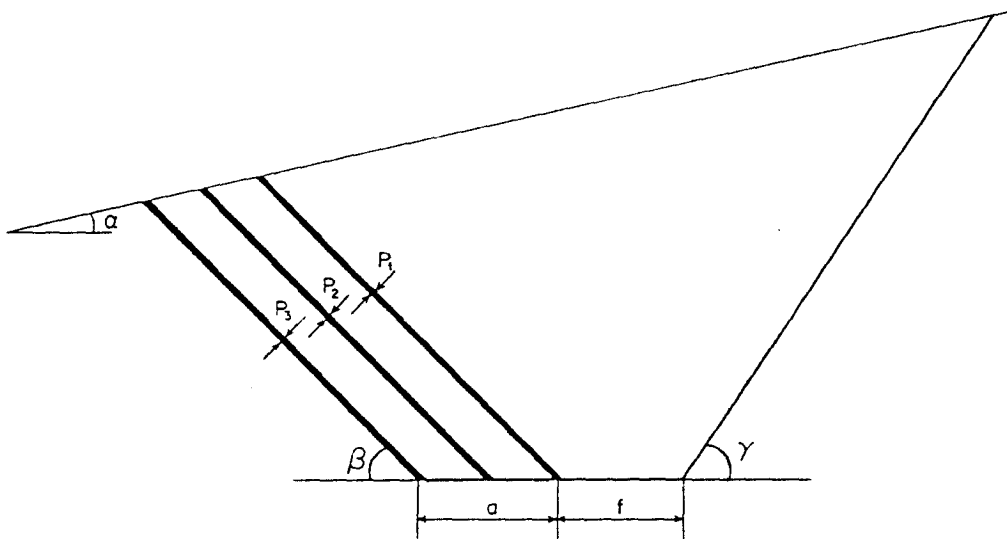
d = Densidad del carbón expresada en Tm/m<sup>3</sup>.

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.



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:

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

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

Con el mismo significado de los parámetros que el indicado.

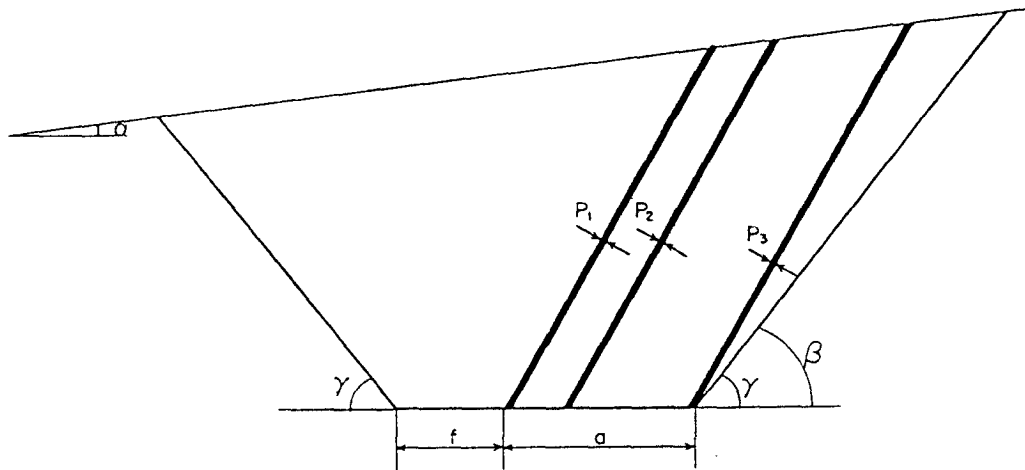
Este modelo, se ha tomado como representativo de las siguientes áreas seleccionadas:

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:

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

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

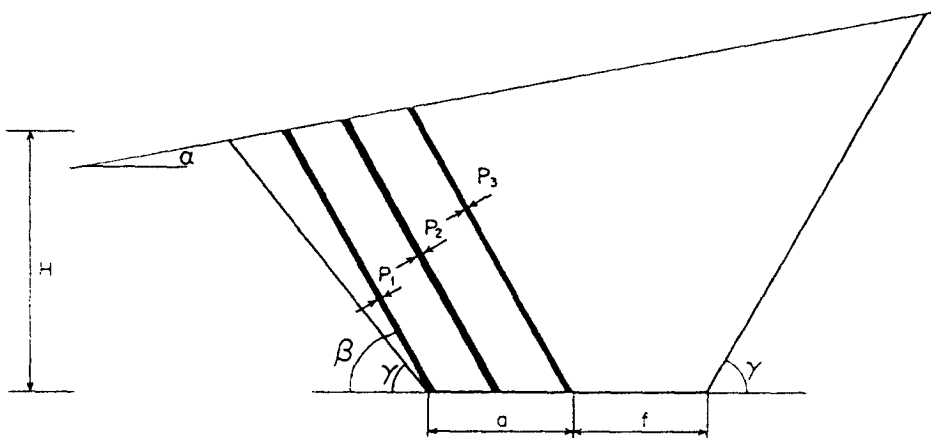
$$\frac{+ f [H - (a + \frac{1}{2} f)] \frac{\text{Sen } \beta \text{ Sen } \alpha}{\text{Sen } (\beta - \alpha)}] + (a - \frac{\sum p_i}{\text{Sen } \beta}) [H - \frac{1}{2} a \frac{\text{Sen } \beta \text{ Sen } \alpha}{\text{Sen } (\beta - \alpha)}]}{\frac{1}{\text{Sen } \beta} \sum p_{id} [H - \frac{1}{2}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

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:



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

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

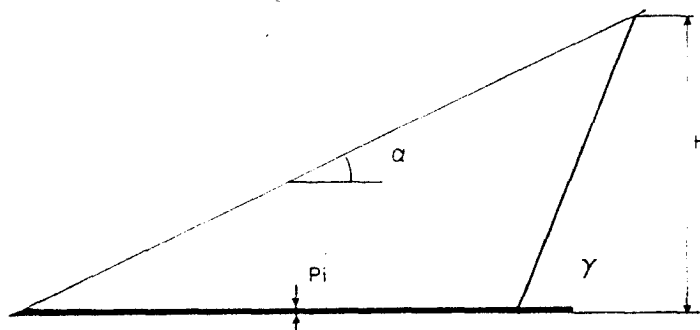
$$\frac{+ (a - \frac{\Sigma \text{ pi}}{\text{Sen } \beta}) [H + \frac{1}{2} a \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\alpha + \beta)}]}{\frac{\Sigma \text{ pid}}{\text{Sen } \beta} [H + \frac{1}{2} a \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\alpha + \beta)}]}$$

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:

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

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

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:

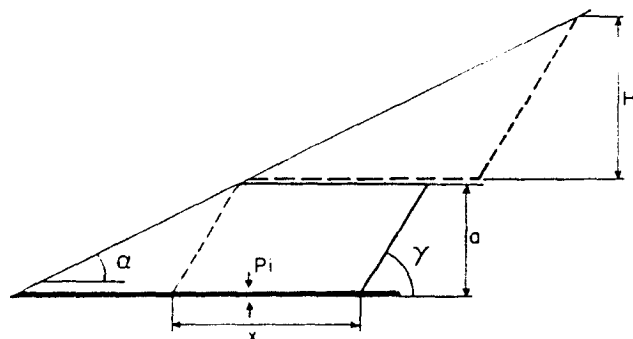
$$\text{Toneladas/metro lineal} = \frac{H \text{ Sen } (\gamma - \alpha)}{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \gamma} \sum p_{id}$$

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:

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

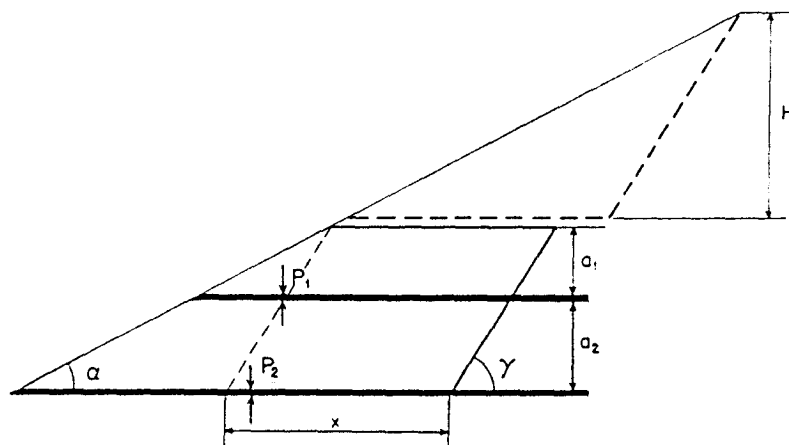
Este límite viene impuesto por condicionantes puramente operativos, y así se ha tenido en cuenta en los cálculos realizados para evaluación de reservas.

Este modelo ha sido aplicado a la siguiente área seleccionada:

PAQUETE	AREA SELECCIONADA
TORRE	TORRE - 4 Capa 4 <sup>o</sup> TORRE - 4 Capa 5 <sup>o</sup>

#### 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 "a<sub>1</sub>" y "a<sub>2</sub>" 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:

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

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

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

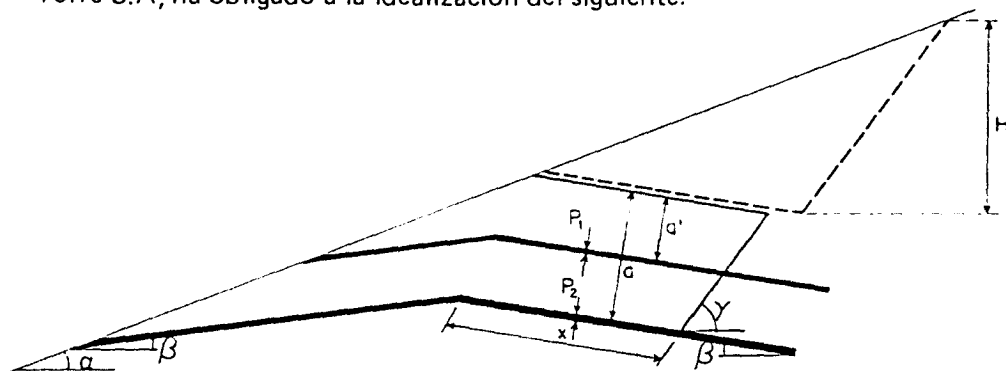
que el establecido en el modelo anterior.

Este modelo ha sido aplicado a las 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:

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

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 Carbón			Precio en central Pts/Tm
		Cenizas	Volátiles	Humedad	
Constancia la Nueva	Cerezal – 1	23	5	10	5043
	Cerezal – 2	25	10	10	5016
	Cerezal – 3	23	5	10	5043
	Villar – 1	23	7	10	5119
	Villar – 2	23	7	10	5119
Sarita	Granja – 1	25	7	10	4903
	Granja – 2	25	7	10	4903
Torre	Torre – 5				
	C <sup>a</sup> Mora	30	7	10	4364
	C <sup>a</sup> 4 <sup>a</sup> y 5 <sup>a</sup>	24	7	10	5011
	Torre – 6				
	C <sup>a</sup> Mora	30	7	10	4364
	C <sup>a</sup> 4 <sup>a</sup> y 5 <sup>a</sup>	24	7	10	5011
	Torre – 7				
C <sup>a</sup> Mora	30	7	10	4364	
C <sup>a</sup> 4 <sup>a</sup> y 5 <sup>a</sup>	24	7	10	5011	



#### 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/cm<sup>2</sup>, 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 <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	% 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 m<sup>3</sup>/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/cm<sup>2</sup>, 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/cm<sup>2</sup> 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 m<sup>3</sup> 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 diluición 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 m<sup>3</sup>/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	
	Pts/m <sup>3</sup> b	o/o	Pts/Tm.	o/o
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
<b>TOTAL</b>	<b>180</b>	<b>100</b>	<b>230</b>	<b>100</b>

#### 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:

**SOSTE TRANSPORTE CARBON A TERMICA**

<b>Paquete Minero</b>	<b>Area Seleccionada</b>	<b>Distancia Central Termica Kms.</b>	<b>Coste transporte Pts/Tm.</b>
Constancia La Nueva	Cerezal – 1	55	445
	Cerezal – 2	55	445
	Cerezal – 3	55	445
	Villar – 1	55	445
	Villar – 2	55	445
Sarita	Granja – 1	52	425
	Granja – 2	55	444
Torre	Torre – 5	50	412
	Torre – 6	50	412
	Torre – 7	50	412

#### 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 los **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 DE LA GRANJA DE SAN VICENTE											
	CONSTANCIA-LA NUEVA					SARITA		PAQUETE TORRE				
	Cerezal	Cerezal	Cereal	Villar	Villar	Granja	Granja	TORRE-5		TORRE-6	TORRE-7	
								C <sup>a</sup> Moros	C <sup>as</sup> 4 y 5		C <sup>a</sup> Moros	C <sup>as</sup> 4 y 5q
Ingreso Bruto Pts/Tm.	5043	5016	5043	5119	5119	4903	4903	4364	5011	4364	4364	5011
Beneficio Ultima Tm.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Beneficio medio Pts/Tm.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(*) Costes de propiedad Pts/Tm.	230	139	526	461	594	135	427	212	212	105	104	104
Transporte termica y manipulación stock Pts/Tm.	445	445	445	445	445	425	444	412	412	412	412	412
Valor Boca-Mina y máximo costo minería y desmonte Pts/Tm.	4368	4432	4072	4213	4080	4243	4032	3740	4387	3847	3848	4495
Ratio limite en M <sup>3</sup> /Tm.	22,99	23,35	21,35	22,13	21,39	22,85	21,12	19,50	23,09	20,09	20,10	23,69
Ratio medio en M <sup>3</sup> /Tm.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

NOTA: Los costes de propiedad, incluyen las inversiones estudiadas para investigación complementaria del area seleccionada, asi 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  $\pm 20$  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.

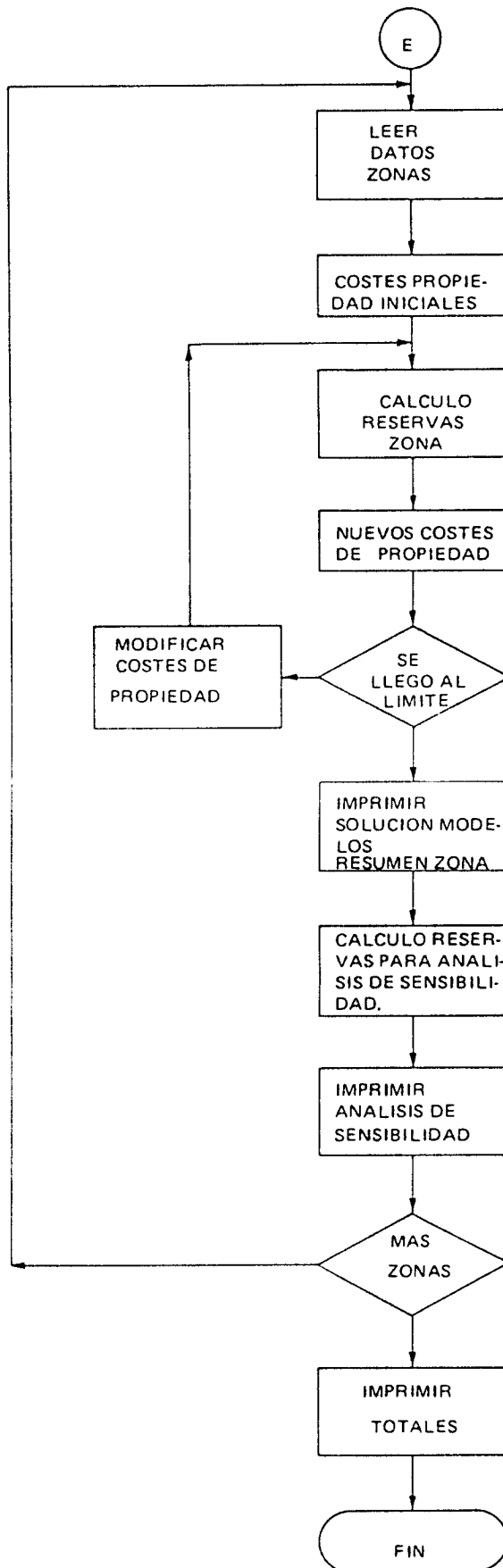
2) **Análisis de sensibilidad.**— Suponiendo variaciones de  $\pm 20$  por ciento de los parámetros fundamentales, se recalculaban las reservas y se comparaban con la solución.

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  $\pm 20$  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:

POTENCIA DE RESERVAS, AREA DE LA GRANJA DE SAN VICENTE

Paquete Minero	Area seleccionada	Coficiente Explotabilidad aplicado	Reservas de carbón Tm.	Esteril M3	Ratio medio M3/Tm.	o/o sobre total reservas
Constancia La Nueva	Cerezal – 1	0,98	81.262	1.454.541	17,90	
	Cerezal – 2	1	1820.291	2.878.634	15,97	
	Cerezal – 3	1	13.657	243.590	17,84	
	Villar – 1	1	16.581	314.517	18,97	
	Villar – 2	1	16.440	279.024	16,97	
Total Constancia La Nueva	–	–	308.231	5.170.306	16,78	44,96
Sarita	Granja – 1	0,62	90.488	1.685.593	18,63	
	Granja – 2	1	18.013	335.789	18,64	
Total Sarita			108.501	2.021.382	18,63	15,83
Torre	Torre – 5	0,79	37.505	565.417	15,08	
	Torre – 6	0,81	90.177	1.513.223	16,78	
	Torre – 7	1	141.135	2.577.304	18,26	
Total Torre			268.817	4.655.944	17,32	39,21
Total General			685.549	11.847.632	17,28	100

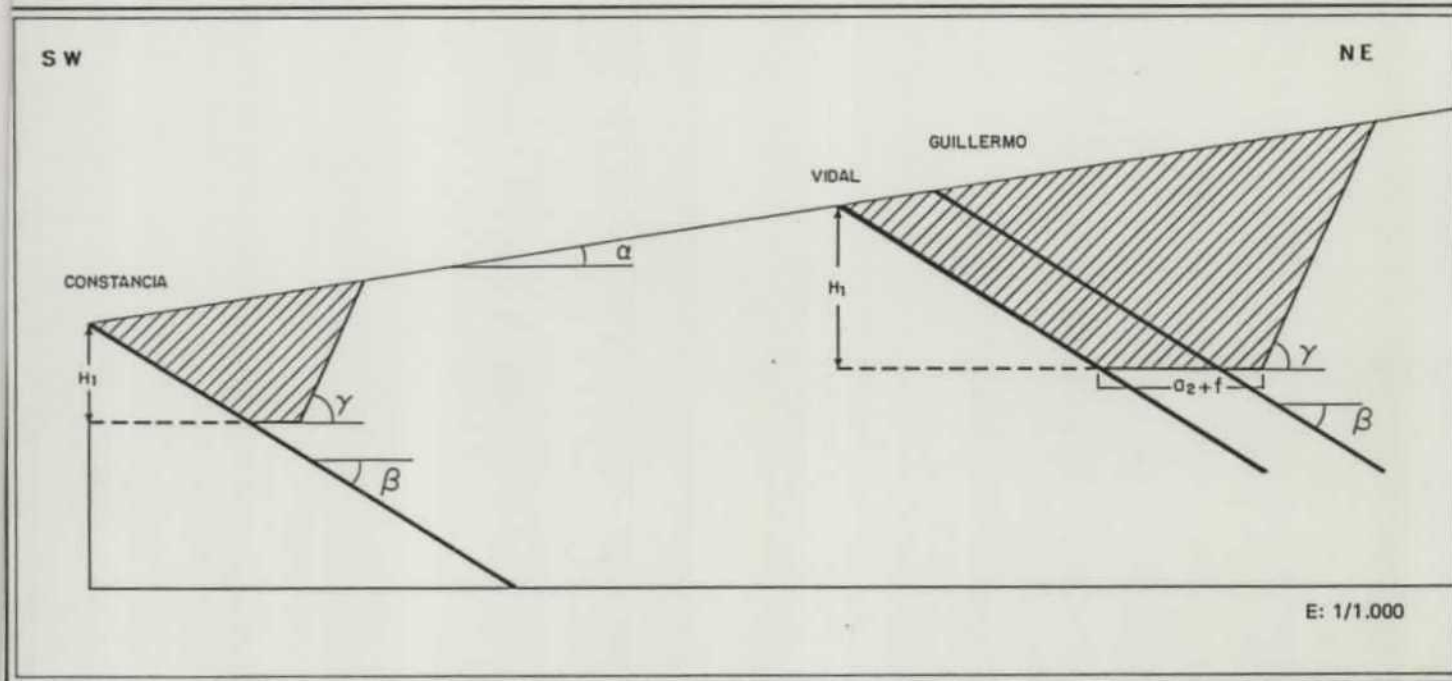
Finalmente, a modo de síntesis de los distintos modelos utilizados como expresión estructural de las áreas seleccionadas y a efectos de una sensibilización gráfica, se incluye la siguiente colección de planos, con indicación para cada área, del valor de los parámetros estimados en el modelo, y resultados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



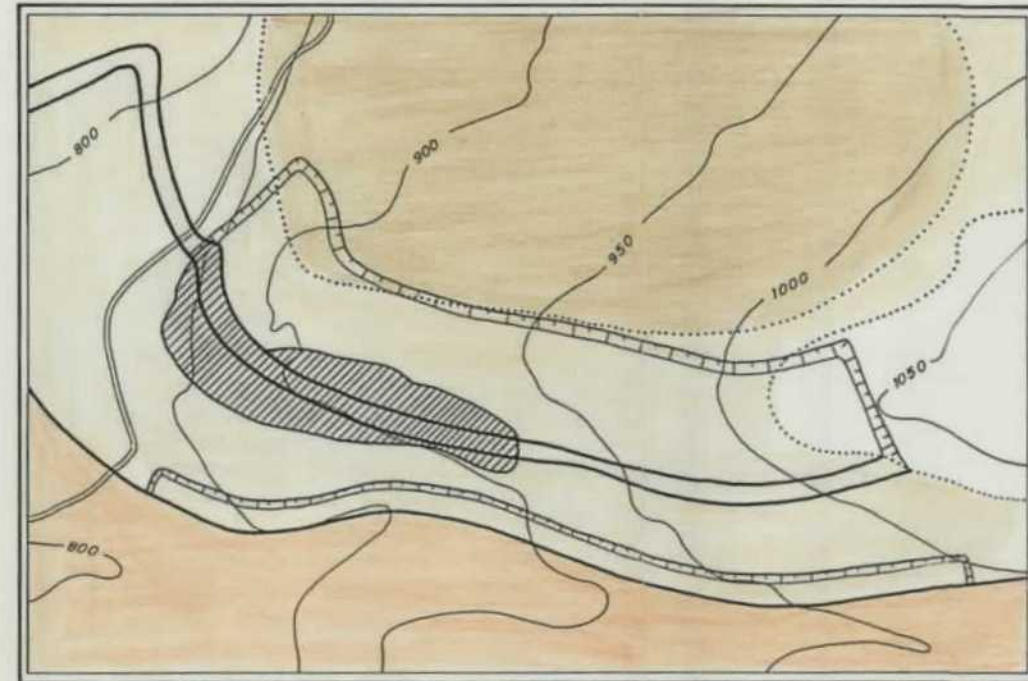
CARTOGRAFIA GEOLOGICA, MODELOS ESTRUCTURALES, PARAMETROS EMPLEADOS, FORMULACION APLICADA Y RESULTADOS OBTENIDOS PARA CADA AREA SELECCIONADA

CEREZAL - 1

MODELO ESTRUCTURAL



CARTOGRAFIA GEOLOGICA



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

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

- |  |                              |  |                                |
|--|------------------------------|--|--------------------------------|
|  | Terciario                    |  | Tramo Superior                 |
|  | Tramo Constancia             |  | Tramo La Nueva                 |
|  | Taludes de techo y laterales |  | Area explotada a cielo abierto |
|  | Carretera                    |  |                                |

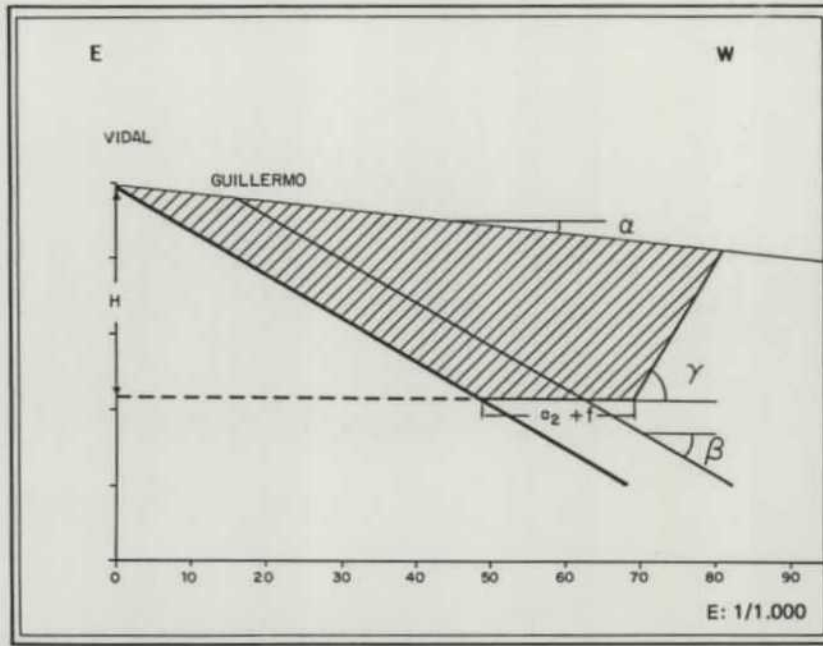
PARAMETROS DEL MODELO

- |   |   |
|---|---|
| $\alpha = 8^\circ$                                      | Corrida = 1.200 m                       |
| $\beta = 30^\circ$                                      | $P_v = 5.043 \text{ pts/Tm}$            |
| $\gamma = 60^\circ$                                     | $R_{lim} = 22,99 \text{ m}^3/\text{Tm}$ |
| $a_2 = 17 \text{ m}$                                    | $H_1 = 12,5 \text{ m}$                  |
| $f = 6 \text{ m}$                                       | $H_2 = 20,9 \text{ m}$                  |
| $P_i(\text{Constancia}) = 0,40 \text{ m}$               |   |
| $P_i(\text{Vidal} = \text{Guillermo}) = 0,90 \text{ m}$ |   |

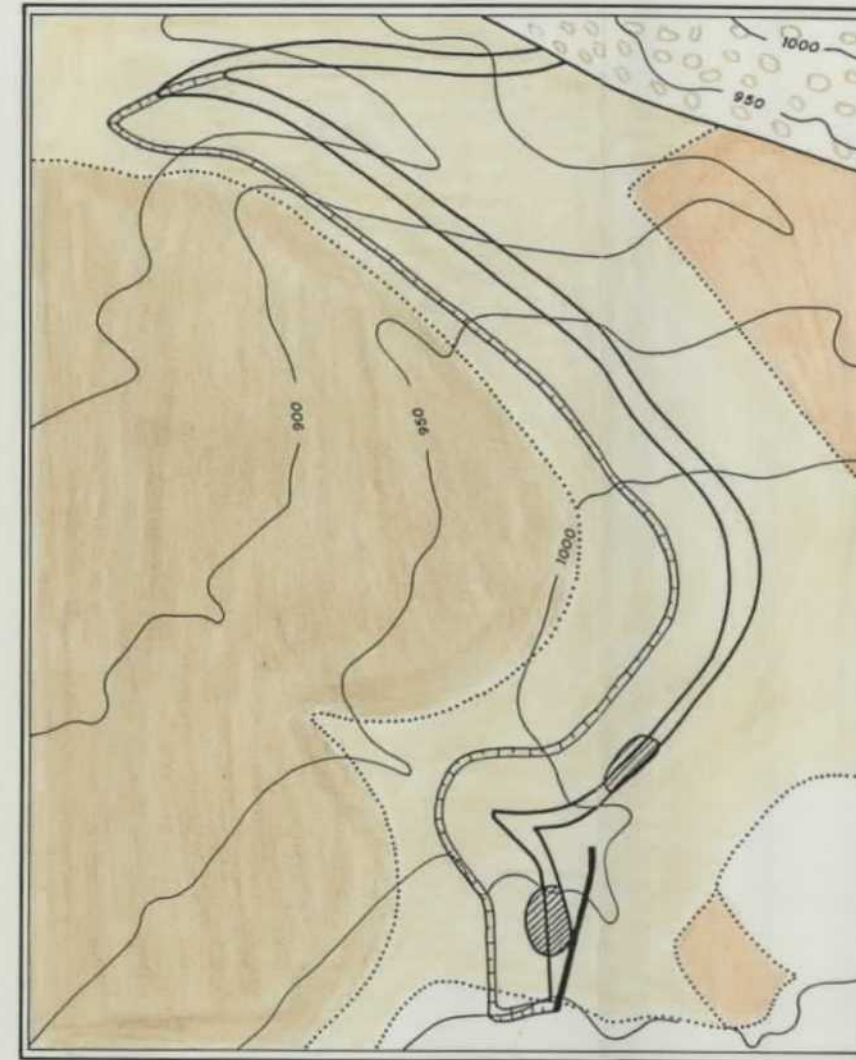
RESULTADOS





- Resultados totales = 82.920 Tm  
 Estéril total = 1.484.225 m<sup>3</sup>  
 Ratio medio = 17,90 m<sup>3</sup>/Tm

MODELO ESTRUCTURAL



CARTOGRAFIA GEOLOGICA



-  Area explotado a cielo abierto
-  Taludes de techo y lateral
-  Terciario
-  Tramo Superior
-  Tramo Constancia
-  Tramo Nueva

PARAMETROS DEL MODELO

$\alpha = 6^\circ$       Corrida = 1.800 m  
 $\beta = 25^\circ$        $P_v = 5.016 \text{ pts/Tm}$   
 $\gamma = 60^\circ$        $H = 34,5 \text{ m}$   
 $a = 14 \text{ m}$        $R_{lim} = 23,35 \text{ m}^3/\text{Tm}$   
 $f = 6 \text{ m}$   
 $P_i = 0,90 \text{ m}$

RESULTADOS

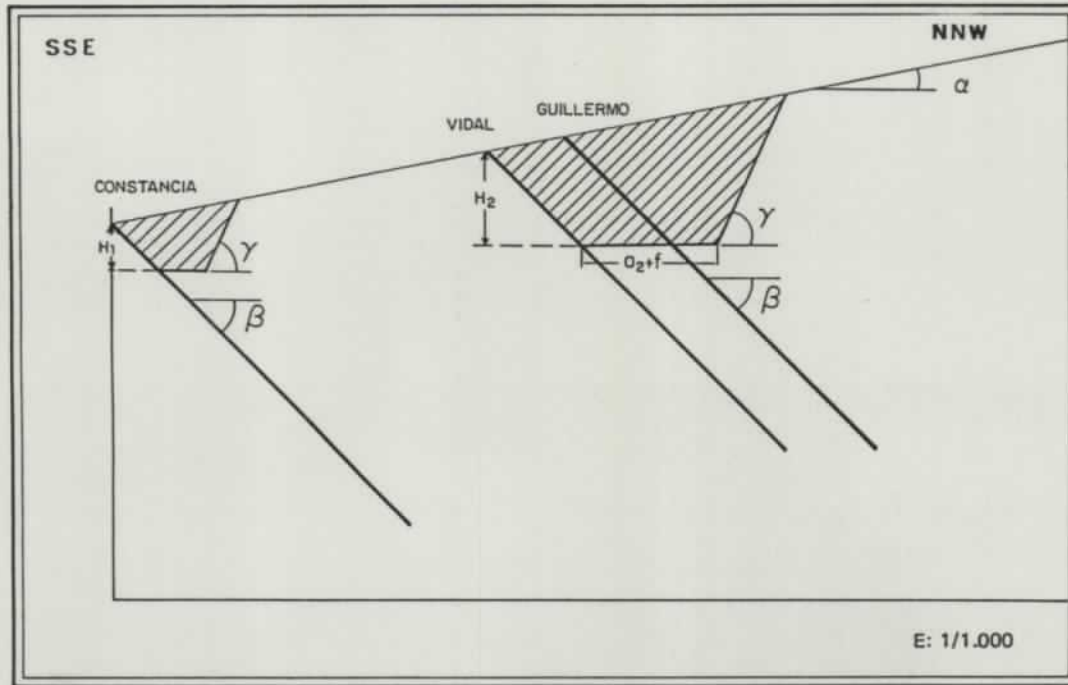
Reservas totales = 180.291 Tm  
 Esteril a mover = 2.878.634  $\text{m}^3$   
 Ratio medio = 15,97  $\text{m}^3/\text{Tm}$

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

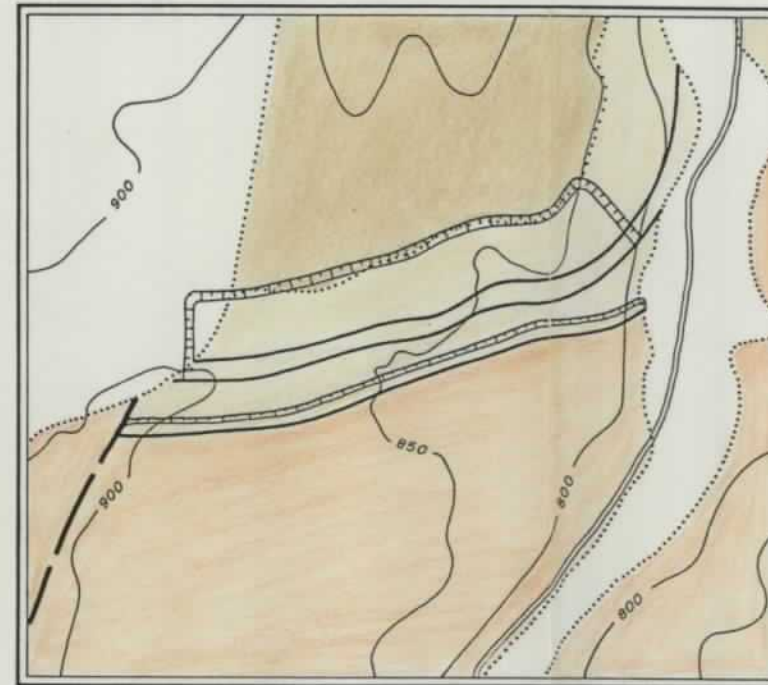
$$R_m = \frac{\frac{1}{2} [H - (a + f) \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\beta - \alpha)}]^2 \frac{\text{Sen } (\beta - \alpha) \text{ Sen } (\gamma + \beta)}{\text{Sen}^2 \beta \text{ Sen } (\alpha + \gamma)} + f [H - (a + \frac{1}{2} f) \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen }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

CEREZAL - 3

MODELO ESTRUCTURAL



CARTOGRAFIA GEOLOGICA



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

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

- |  |                |  |                            |
|--|----------------|--|----------------------------|
|  | Cuaternario    |  | Terciario                  |
|  | Tramo Superior |  | Tramo Constancia           |
|  | Tramo La Nueva |  | Taludes de techo y lateral |
|  |                |  | Carretera                  |

PARAMETROS DEL MODELO

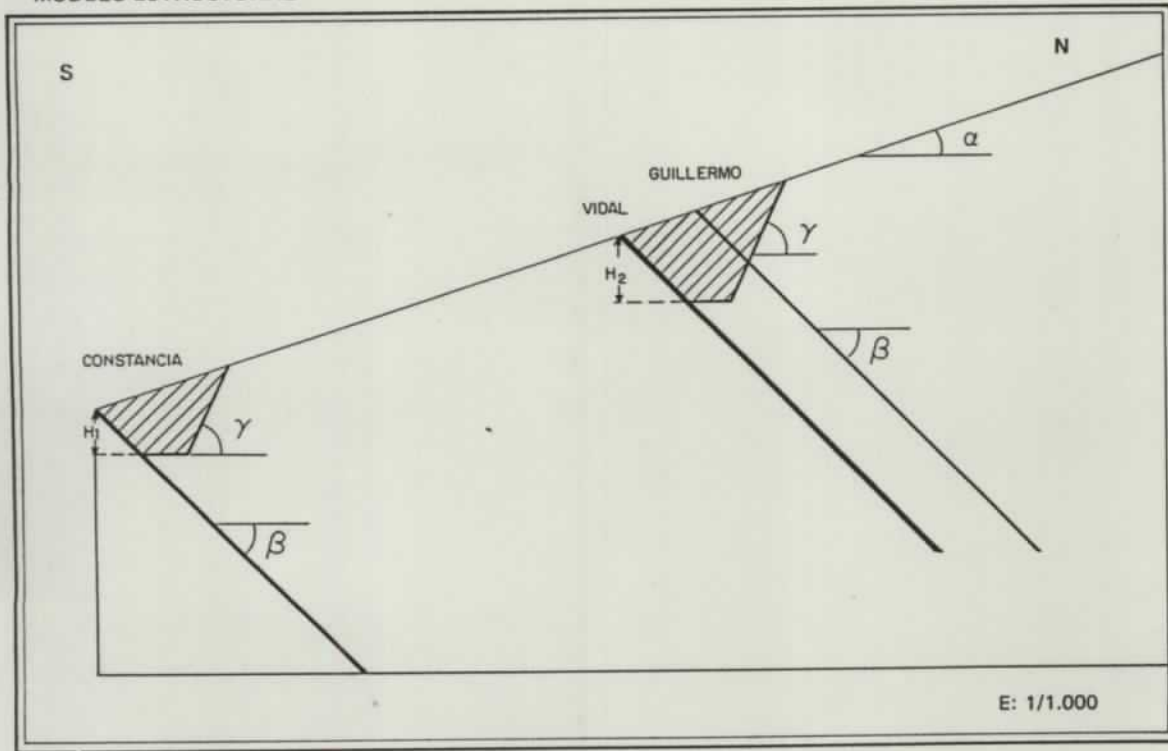
- |  |   |
|--|---|
| $\alpha = 10^\circ$                              | Corrida = 600 m                         |
| $\beta = 45^\circ$                               | $P_v = 5.043 \text{ pts/Tm}$            |
| $\gamma = 60^\circ$                              | $H_1 = 5,2 \text{ m}$                   |
| $a_2 = 11,30 \text{ m}$                          | $H_2 = 10,5 \text{ m}$                  |
| $f = 6 \text{ m}$                                | $R_{lim} = 21,35 \text{ m}^3/\text{Tm}$ |
| $P_i(\text{Constancia}) = 0,35 \text{ m}$        |   |
| $P_i(\text{Vidal + Guillermo}) = 0,85 \text{ m}$ |   |

RESULTADOS

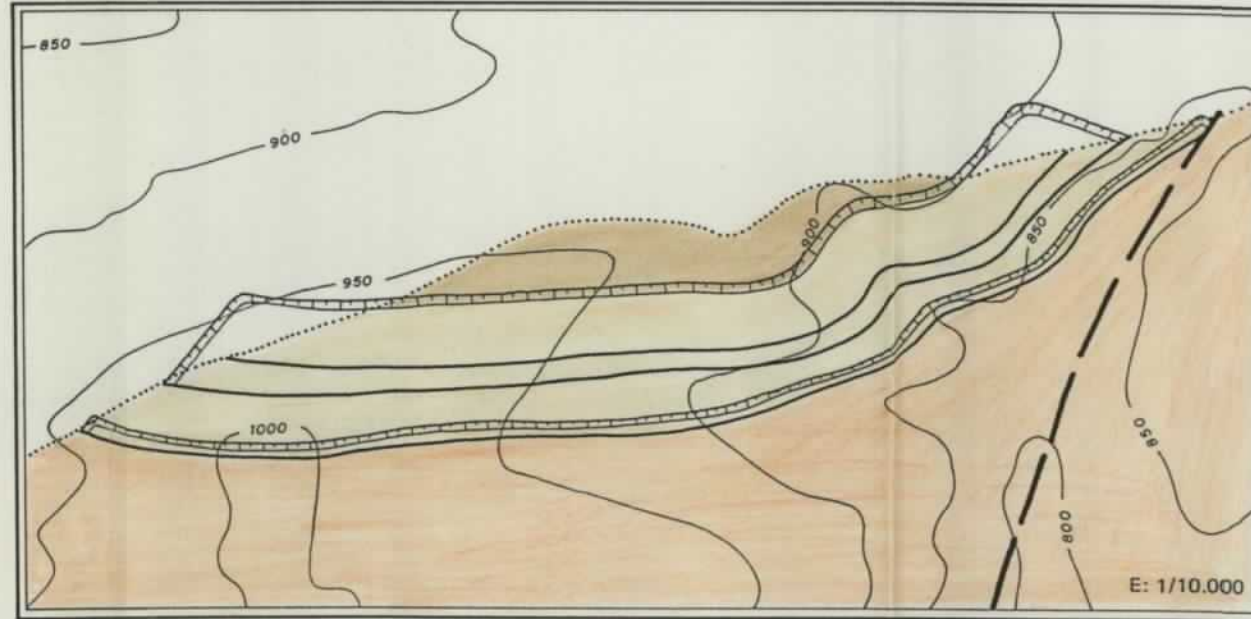
- Reservas totales = 13.657 Tm  
 Esteril a mover = 243.590 m<sup>3</sup>  
 Ratio medio = 17,84 m<sup>3</sup>/Tm

VILLAR - 1

MODELO ESTRUCTURAL



CARTOGRAFIA GEOLOGICA



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

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

PARAMETROS DEL MODELO

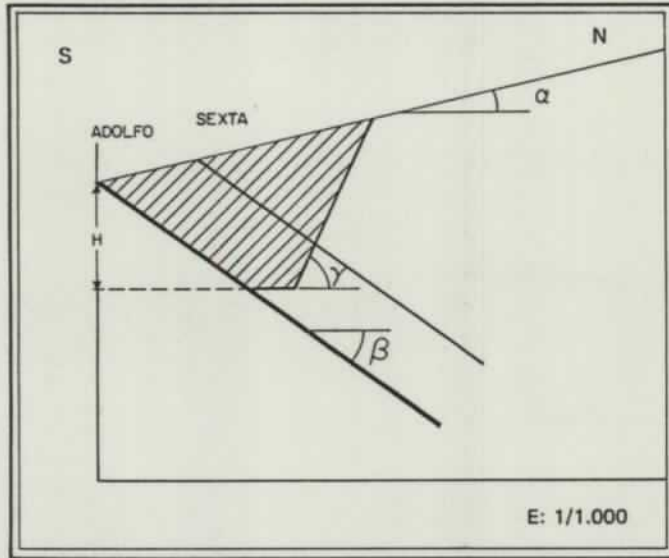
$\alpha = 18^\circ$	Corrida = 1.300 m
$\beta = 45^\circ$	$P_v = 5.119 \text{ tns/Tm}$
$\gamma = 60^\circ$	$H_1 = 6,1 \text{ m}$
$f = 6 \text{ m}$	$H_2 = 7,3 \text{ m}$
$P_i \text{ (Constancia)} = 0,45 \text{ m}$	$R_{lim} = 22,3 \text{ m}^3/\text{Tm}$
$P_i \text{ (Vidal)} = 0,50 \text{ m}$	

RESULTADOS

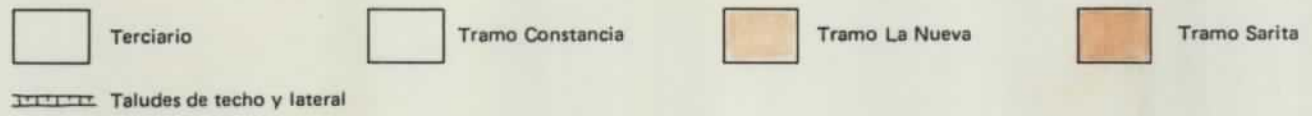
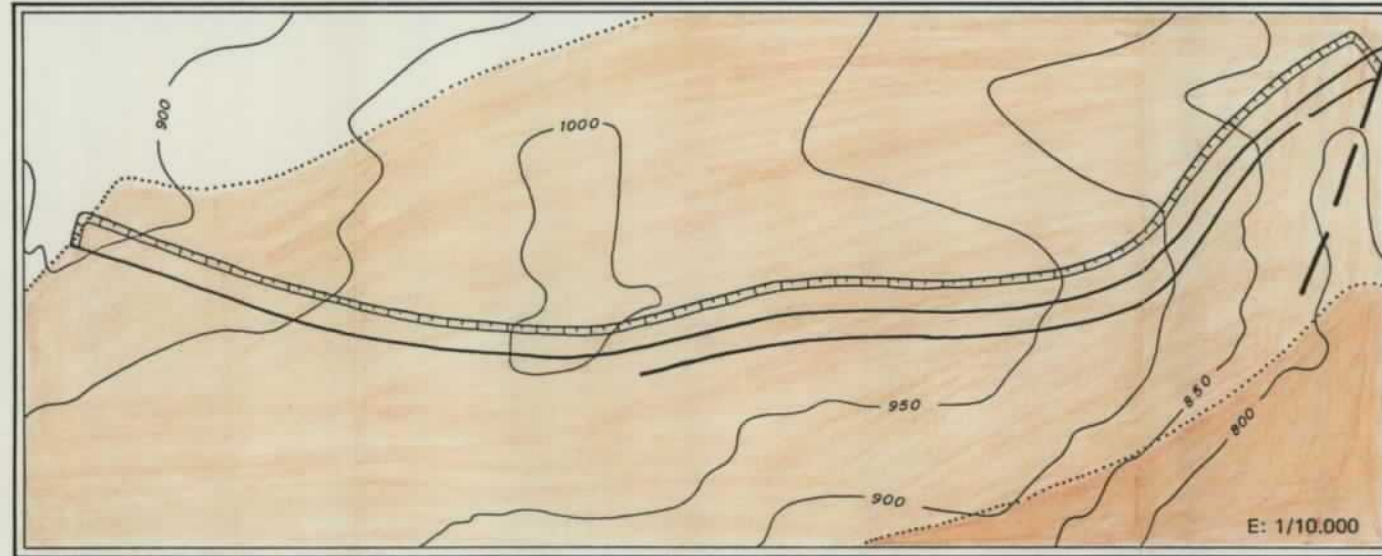
Reservas totales = 16.581 Tm  
 Estéril a mover = 314.517 m<sup>3</sup>  
 Ratio medio = 18,97 m<sup>3</sup>/Tm

## VILLAR - 2

MODELO ESTRUCTURAL



CARTOGRAFIA GEOLOGICA



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

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

PARAMETROS DEL MODELO

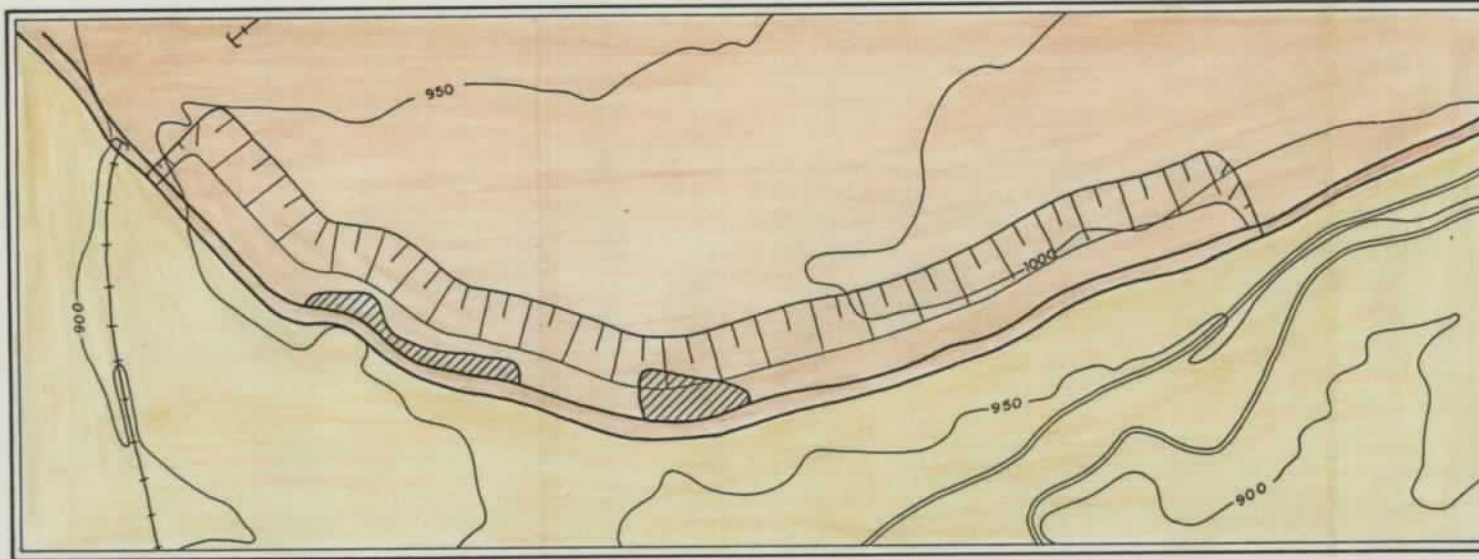
$\alpha = 14^\circ$	Corrida = 1.300 m
$\beta = 35^\circ$	$P_v = 5.119 \text{ pts/Tm}$
$\gamma = 60^\circ$	$R_{lim} = 21,39 \text{ m}^3/\text{Tm}$
$f = 6 \text{ m}$	$H = 10,4 \text{ m}$
$P_i = 0,56 \text{ m}$	

RESULTADOS

Reservas totales = 16.440 Tm  
 Esteril a mover = 279.024 m<sup>3</sup>  
 Ratio medio = 16,97 m<sup>3</sup>/Tm

GRANJA - 1

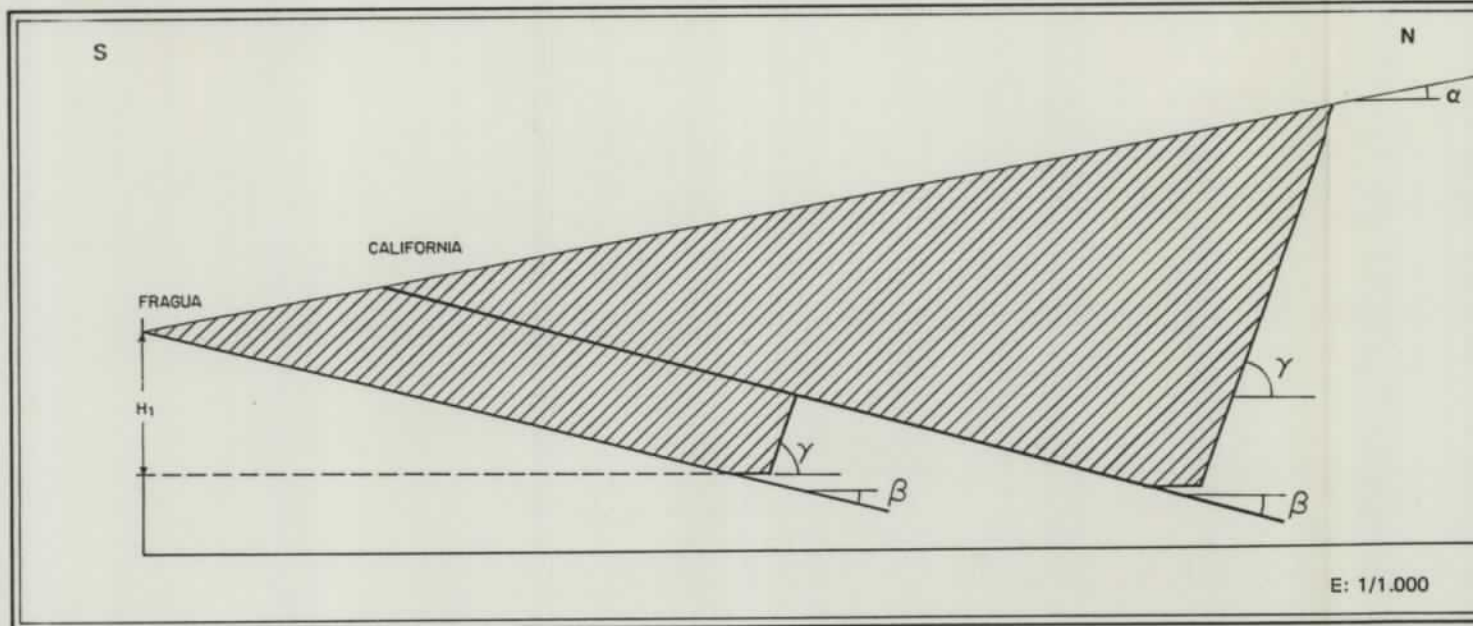
CARTOGRAFIA GEOLOGICA



E: 1/10.000

- Tramo Sarita
- Tramo de Torre
- Taludes de techo y lateral
- Area explotada a cielo abierto
- Carretera
- Ferrocarril

MODELO ESTRUCTURAL



E: 1/1.000

PARAMETROS DEL MODELO

- $\alpha = 8^\circ$                       Corrida = 1.700 m
- $\beta = 14^\circ$                        $P_v = 4.903 \text{ pts/Tm}$
- $\gamma = 60^\circ$                        $R_{lim} = 22,85 \text{ m}^3/\text{Tm}$
- $f = 6 \text{ m}$                        $H_1 = 17,2 \text{ m}$
- $P_i (\text{Fragua}) = 0,30 \text{ m}$        $H_2 = 24,2 \text{ m}$
- $P_i (\text{California}) = 0,40 \text{ m}$

RESULTADOS

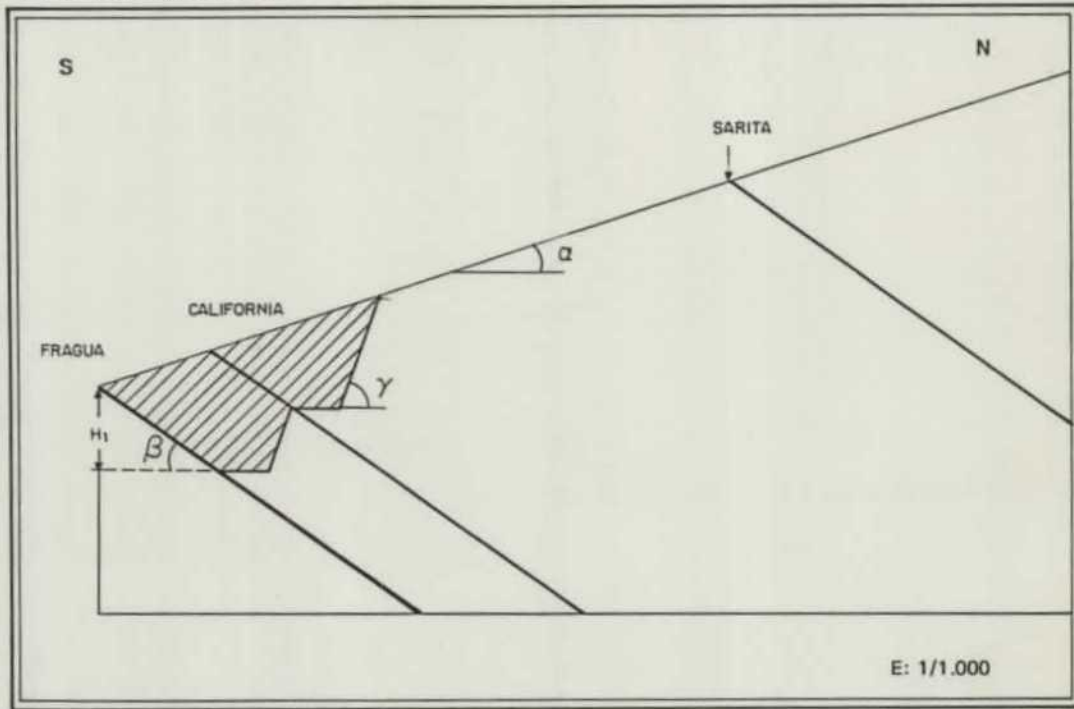
- Reservas totales = 145.929 Tm
- Esteril a mover = 2.798.699 m<sup>3</sup>
- Ratio medio = 18,63 m<sup>3</sup>/Tm

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

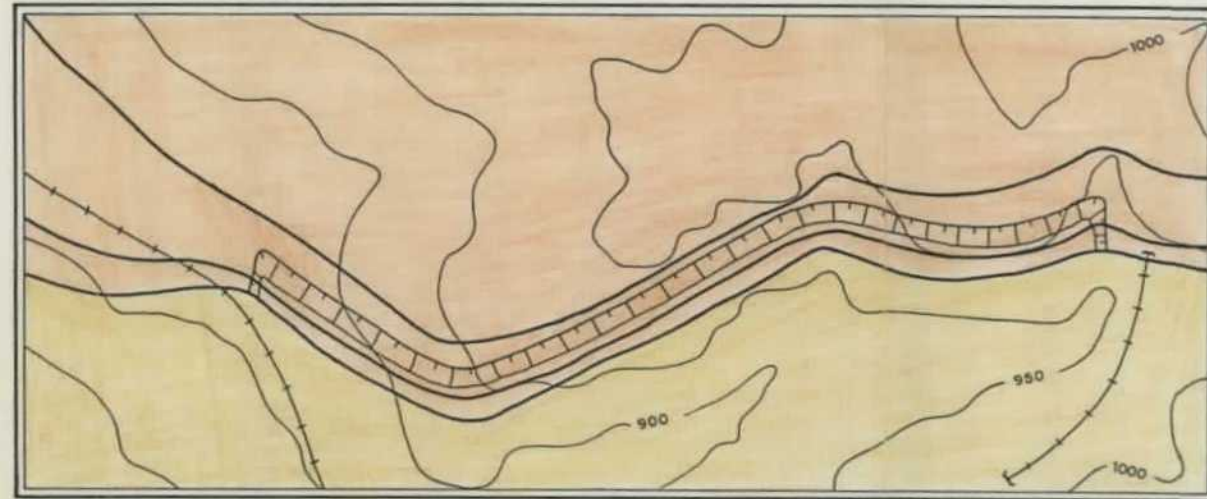
$$R_{med} = \frac{\frac{1}{2} [H + (a + f) \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\alpha + \beta)}]^2 \frac{\text{Sen}^2 (\alpha + \beta)}{\text{Sen}^2 \beta \text{ Sen } (\gamma - \alpha)} + f [H + (a + \frac{1}{2} f) \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\alpha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

GRANJA - 2

MODELO ESTRUCTURAL



CARTOGRAFIA GEOLOGICA



- Tramo Sarita
- Tramo Torre
- Taludes de techo y lateral
- ++ Ferrocarril

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

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

PARAMETROS DEL MODELO

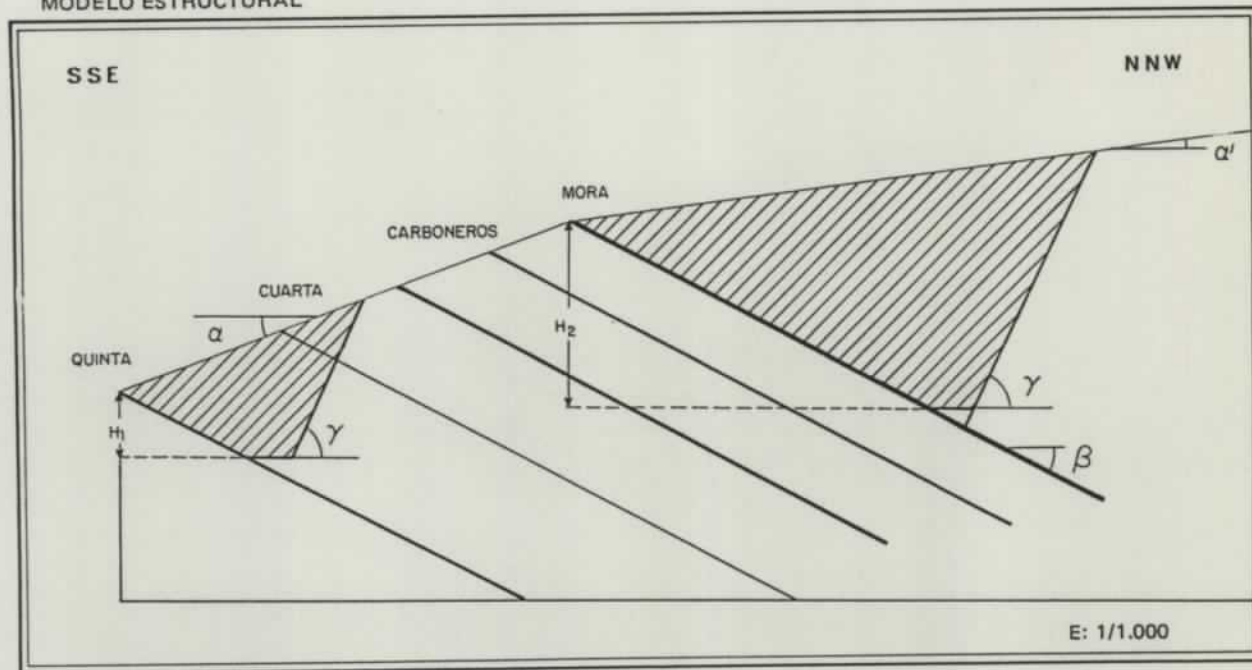
$\alpha = 18^\circ$	Corrida = 1.100 m
$\beta = 35^\circ$	$P_v = 4.903 \text{ pts/Tm}$
$\gamma = 60^\circ$	$P_{lim} = 20,11 \text{ m}^3/\text{Tm}$
$f = 6 \text{ m}$	$H_1 = 8,0 \text{ m}$
$P_i(\text{Fragua}) = 0,50 \text{ m}$	$H_2 = 5,6 \text{ m}$
$P_i(\text{California}) = 0,40 \text{ m}$	

RESULTADOS

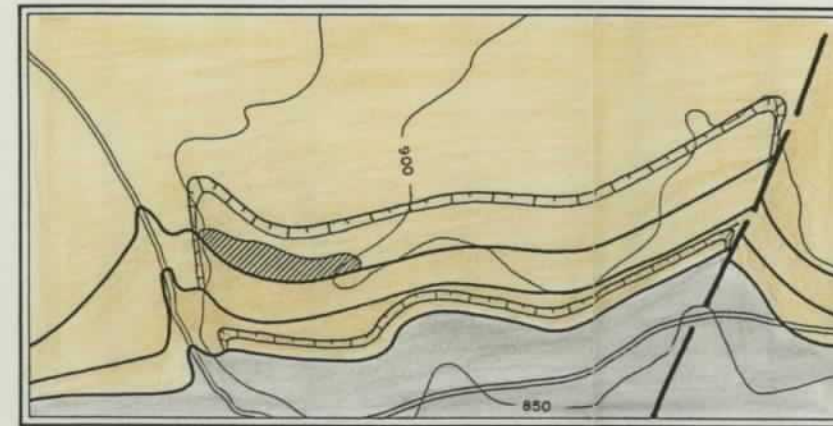
Reservas totales = 16.702 Tm
Esteril a mover = 300.569 m <sup>3</sup>
Ratio medio = 18,00 m <sup>3</sup> /Tm



MODELO ESTRUCTURAL



CARTOGRAFIA GEOLOGICA



- Tramo Torre
- Tramo Chuchú-Navaleo
- Area explotado a cielo abierto
- Carretera
- Taludes de techo y laterales

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

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

PARAMETROS DEL MODELO

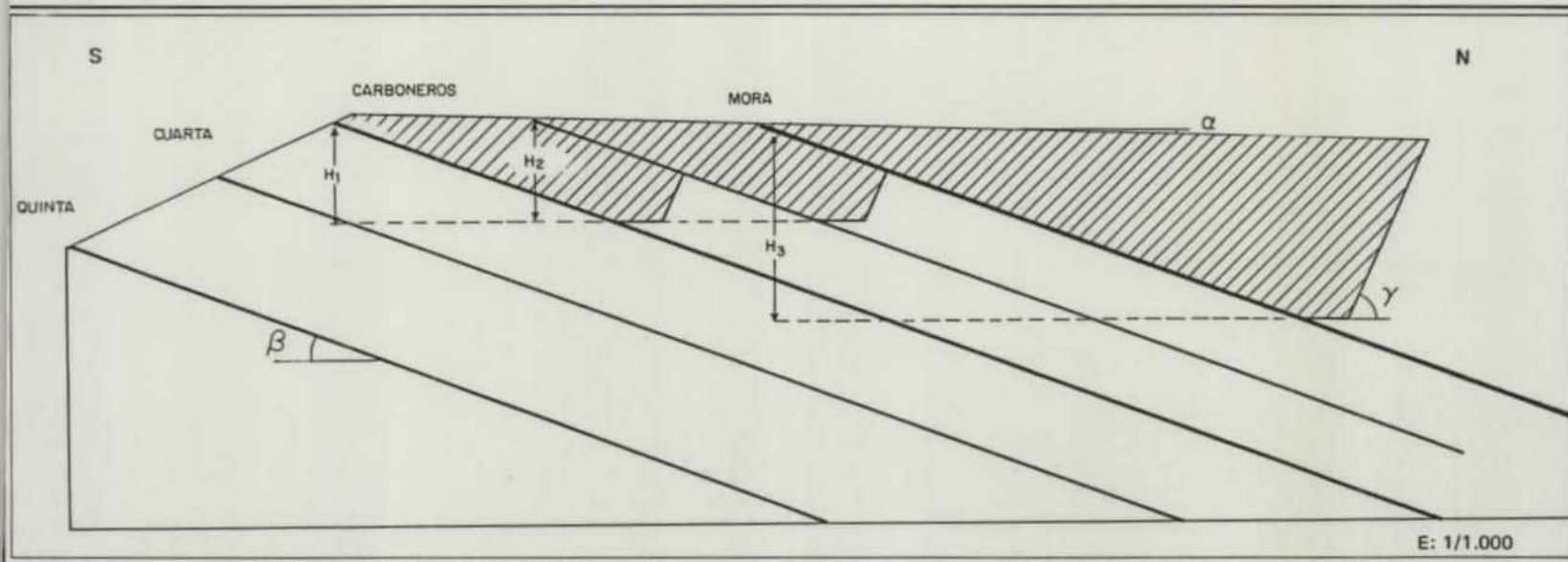
$\alpha = 8^\circ$	Corrida = 700 m
$\alpha' = 20^\circ$	$P_v$ (Mora) = 4.364 pts/Tm
$\beta = 25^\circ$	$P_v$ (5ª) = 5.011 pts/Tm
$\gamma = 60^\circ$	$R_{lim}$ (Mora) = 19,50 m <sup>3</sup> /Tm
$f = 6$ m	$R_{lim}$ (5ª) = 23,09 m <sup>3</sup> /Tm
$P_1$ (Mora) = 0,70 m	$H_1 = 8,69$ m
$P_2$ (5ª) = 0,40 m	$H_2 = 24,39$ m

RESULTADOS

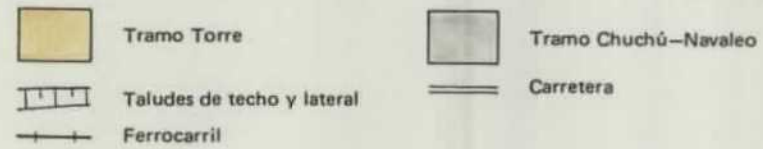
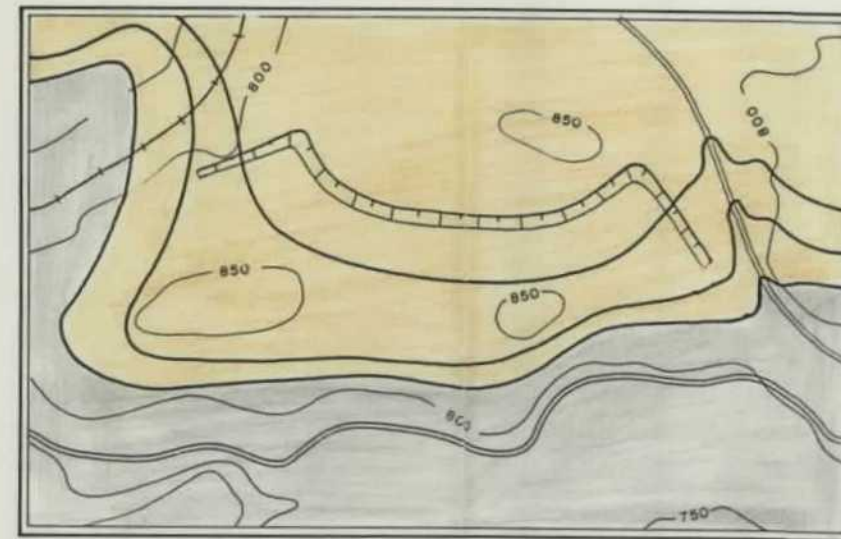
Reservas totales = 47.474 Tm  
 Esteril a mover = 715.718 m<sup>3</sup>  
 Ratio medio = 15,08 m<sup>3</sup>/Tm

TORRE - 6

MODELO ESTRUCTURAL



CARTOGRAFIA GEOLOGICA



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

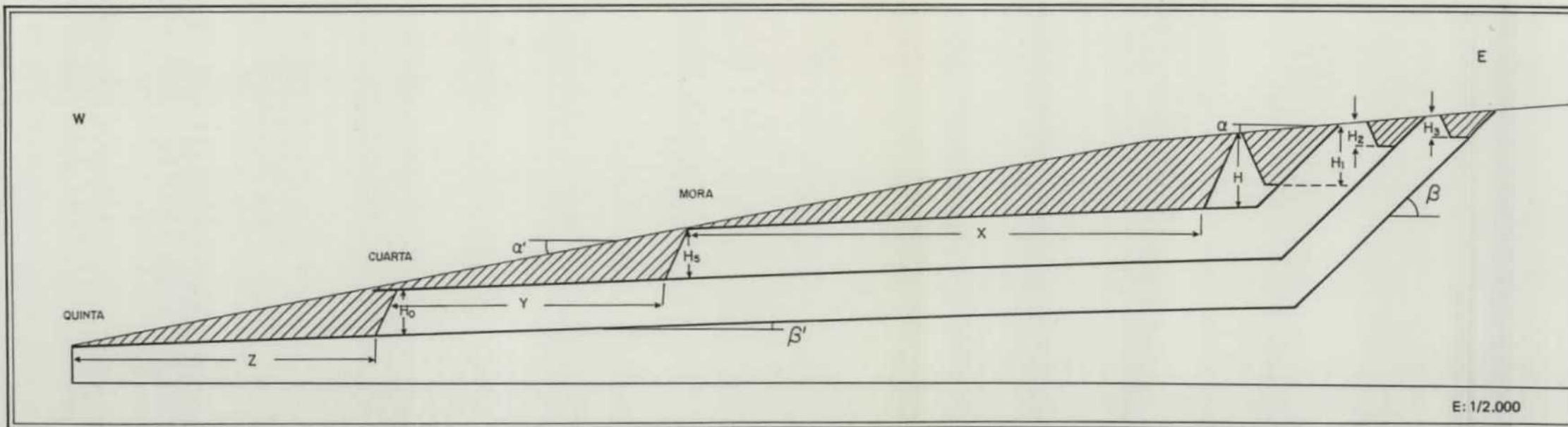
$$R_m = \frac{\frac{1}{2} [H - (a + f) \frac{\text{Sen } \alpha \text{Sen } \beta}{\text{Sen } (\beta - \alpha)}]^2 \frac{\text{Sen } (\beta - \alpha) \text{Sen } (\gamma + \beta)}{\text{Sen}^2 \beta \text{Sen } (\alpha + \gamma)} + f [H - (a + \frac{1}{2} f) \frac{\text{Sen } \alpha \text{Sen } \beta}{\text{Sen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

PARAMETROS DEL MODELO

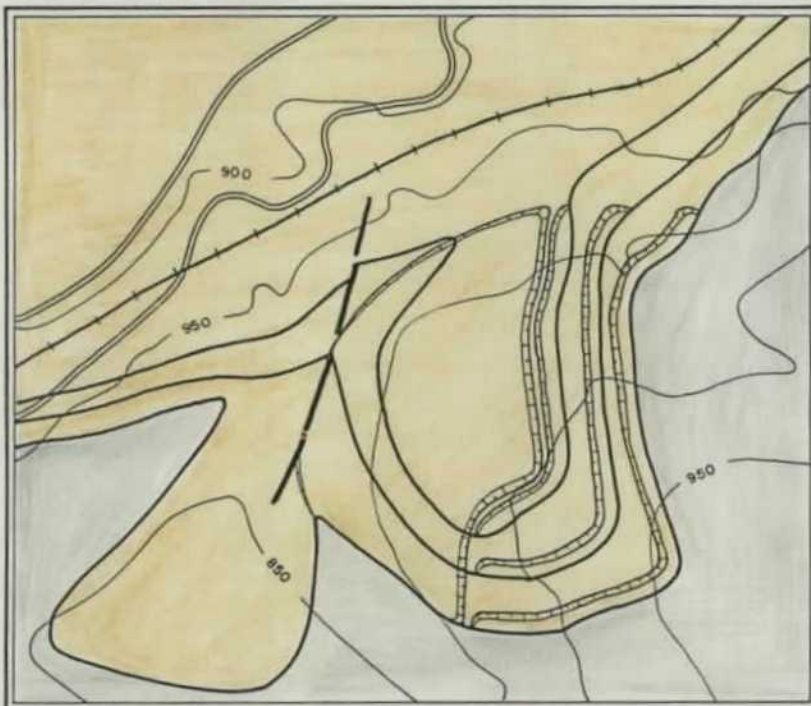
$\alpha = 2^\circ$	Corrida = 800 m
$\beta = 20^\circ$	$P_v = 4.364 \text{ pts/Tm}$
$\gamma = 60^\circ$	$R_{lim} = 20,09 \text{ m}^3/\text{Tm}$
$f = 6 \text{ m}$	$H_1 = 16,0 \text{ m}$
$P(\text{carbonero}) = 0,40 \text{ m}$	$H_3 = 16,0 \text{ m}$
$P(\text{Mora}) = 0,70 \text{ m}$	$H_4 = 30,3 \text{ m}$

RESULTADOS

Reservas totales = 111.330 Tm  
 Esteril a mover = 1.868.177 m<sup>3</sup>  
 Ratio medio = 16,78 m<sup>3</sup>/Tm



CARTOGRAFIA GEOLOGICA



- Tramo Torre
- Tramo Chuchú-Navaleo
- Taludes de techo y lateral
- Carretera
- ++ Ferrocarril

ZONA ORIENTAL

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

ZONA OCCIDENTAL

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

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

E: 1/10.000

PARAMETROS DEL MODELO

$\alpha = 5^\circ$	Corrida = 900 m	ZONA OCCIDENTAL
$\alpha' = 11$	$P_v$ (Mora) = 4.364 pts/Tm	$H_4 = 33,9$ m
$\beta = 45^\circ$	$P_v$ ( $4^a$ y $5^a$ ) = 5.011 pts/Tm	$H_5 = 20,5$ m
$\beta' = 2^\circ$	ZONA ORIENTAL	$H_6 = 20,5$ m
$\gamma = 60^\circ$	$R_{lim}$ (Mora) = 20,10 $\text{m}^3/\text{Tm}$	
$f = 6$ m	$R_{lim}$ ( $4^a$ y $5^a$ ) = 23,69 $\text{m}^3/\text{Tm}$	
$P_1 = 1,40$ m	$H_1 = 23,3$	
	$H_2 = 11,5$	
	$H_3 = 11,5$	

RESULTADOS

Reservas totales = 141.135 Tm  
 Esteril a mover = 2.577.304  $\text{m}^3$   
 Ratio medios = 18,26  $\text{m}^3/\text{Tm}$

## 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 m<sup>3</sup>/mes, es fácilmente contractable, 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.

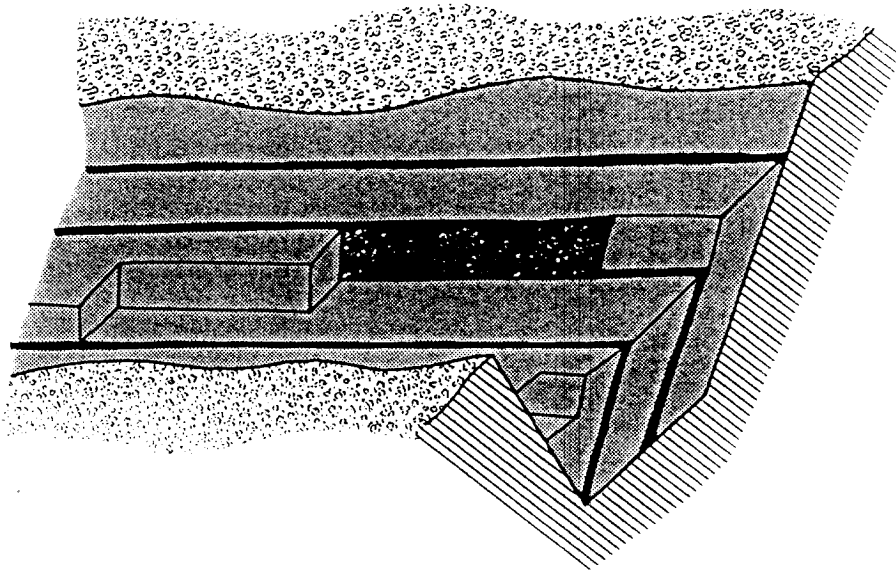
Las desventajas por otro lado son:

– 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 Constancia". 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 lo 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.

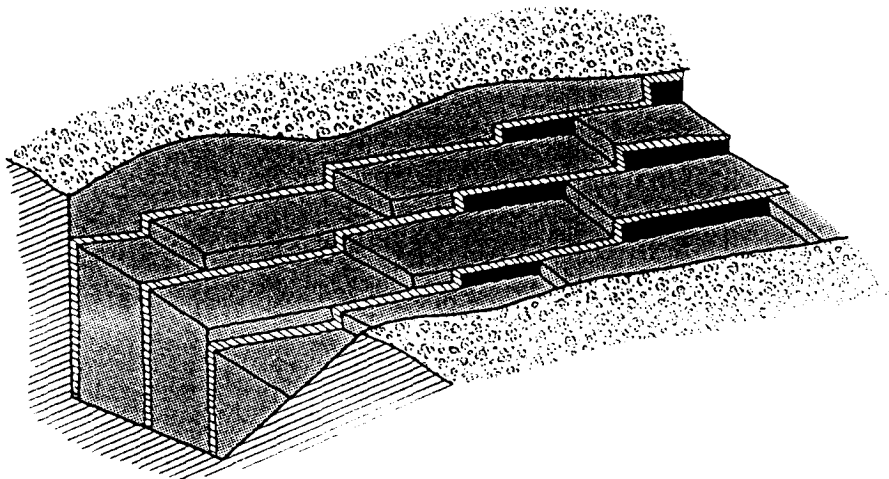
Las ventajas de este método son:

- 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

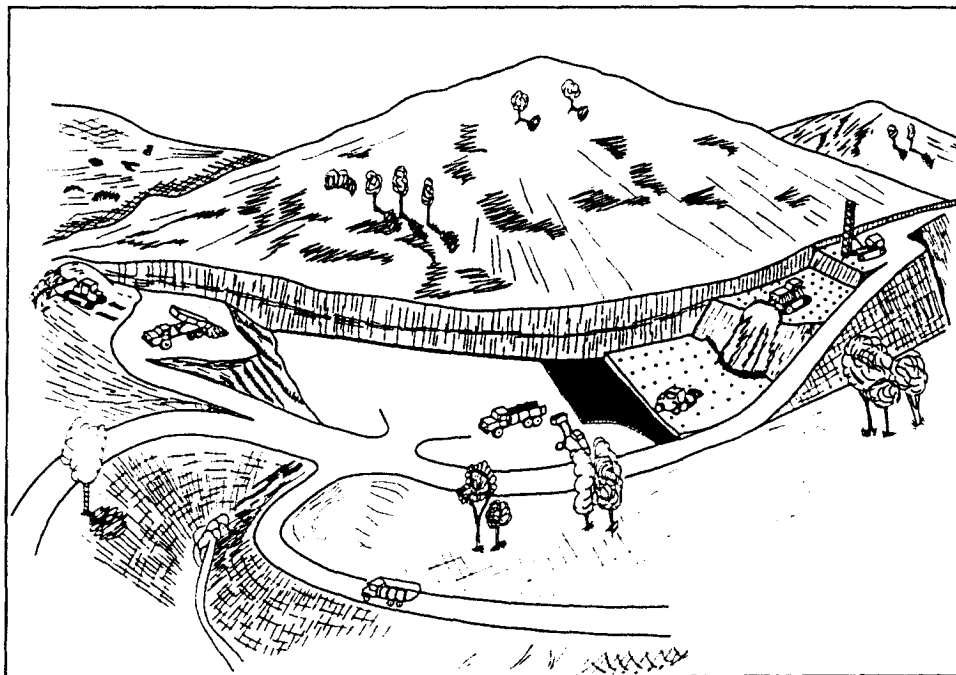
Este método de explotación, tiene su aplicación para yacimientos cuyas características fundamentales son:

- Capas semihorizontales, inclinación menor de  $15^\circ$ .
- 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.



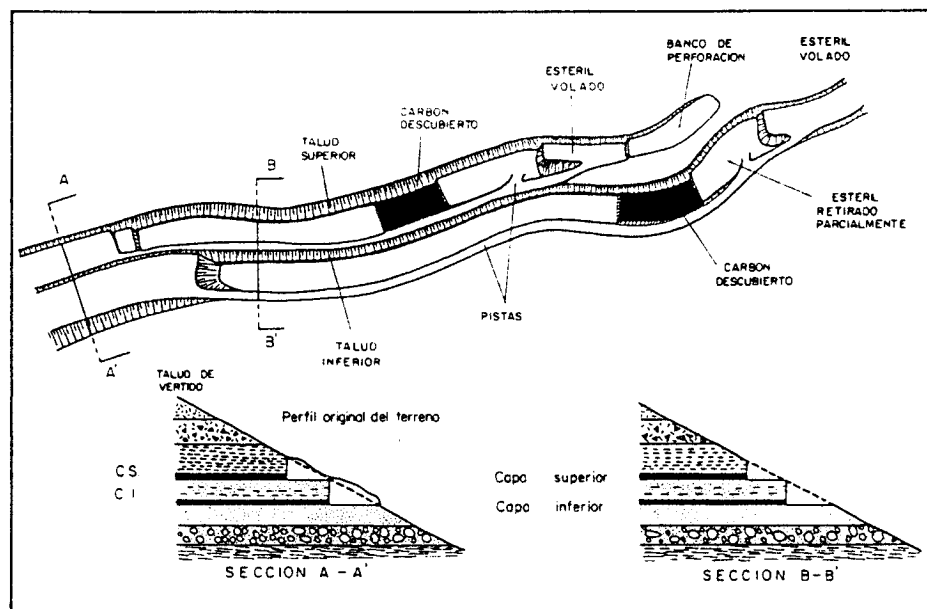


El método convencional de minería de contorno, consiste en abrir una trinchera a lo largo de toda la longitud del afloramiento. El estéril removido queda apilado sobre la ladera tomando el talud natural de las tierras.

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:

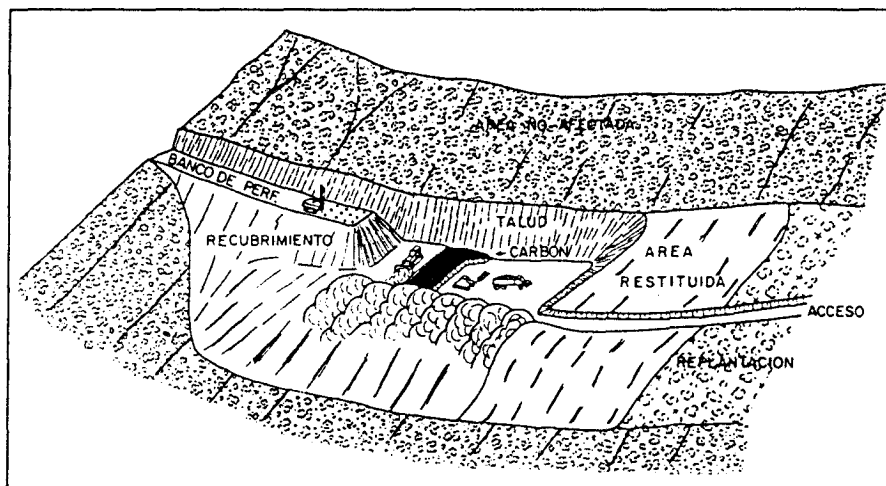
- Doble remoción del estéril cuando sea obligada la reconstitución del terreno.
- Posible inestabilidad del estéril apilado en la ladera.
- Problemas de drenaje en la zona de vertido de estéril.
- Mayores problemas de tipo ecológico y estético.

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 m<sup>3</sup>, 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**

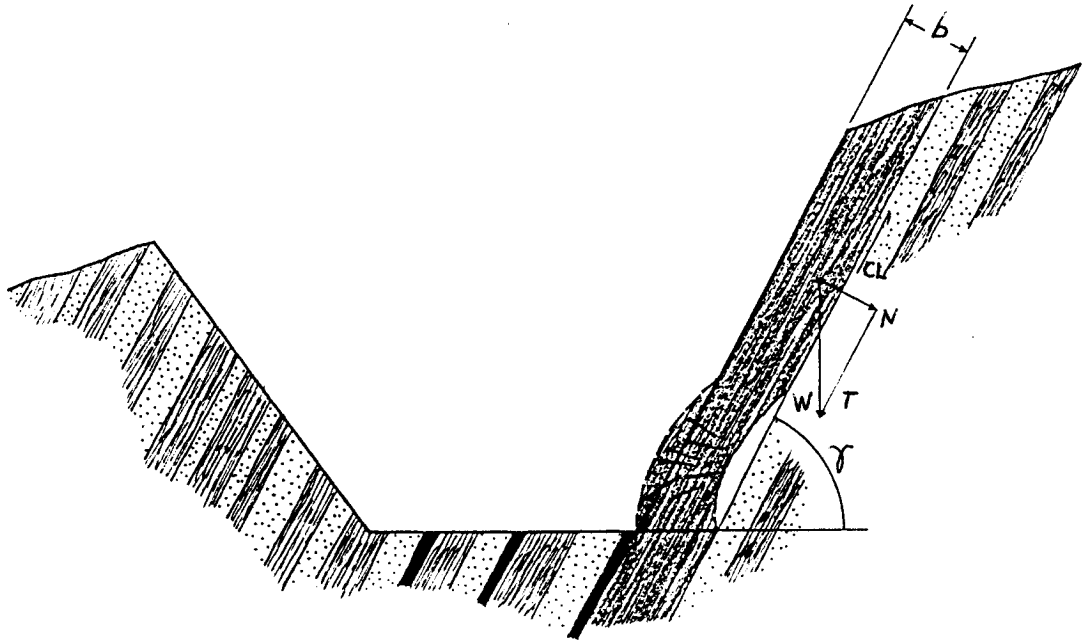
#### **a) Taludes de muro**

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:

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

en la que

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

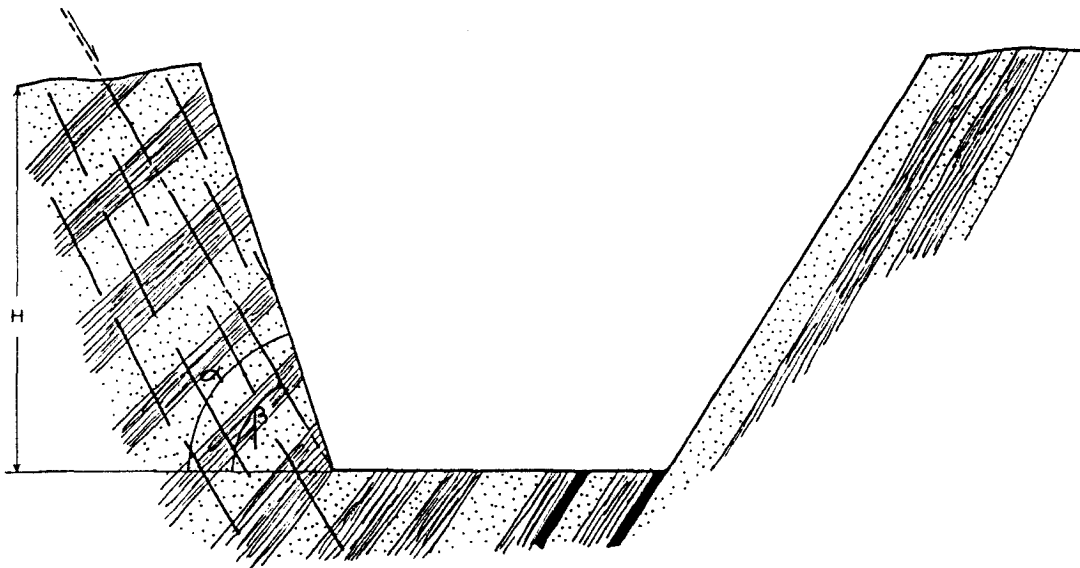
$\gamma$  = densidad de la roca

H = altura del talud

$\beta$  = inclinación del plano de deslizamiento

$\alpha$  = pendiente del talud

$\phi$  = ángulo de rozamiento interno de la matriz rocosa.



Estimando un ángulo del plano de deslizamiento  $\beta = 45^{\circ}$ , la cohesión del material de  $15 \text{ Tm/m}^2$  la densidad de la roca  $\gamma = 2,5 \text{ Tm/m}^3$  y un ángulo de rozamiento interno de  $40^{\circ}$ , resulta para taludes de pendiente comprendida entre  $50$  y  $90^{\circ}$  y alturas variables de  $20$  a  $40 \text{ m}$  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  $60^{\circ}$  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.– TRAMOS CONSTANCIA Y NUEVA

Aparte de la realización de una cartografía geológica de superficie y del levantamiento geológico de interior con determinación de las zonas explotadas, se recomienda la siguiente investigación específica para cada área seleccionada:

##### 7.3.1.1.– CEREZAL-1

a) Para las capas Vidal y Guillermo, la realización de 3 sondeos de exploración, con recuperación continua de testigo, de 40 m de longitud aproximada y 60° de inclinación, para cortar perpendicularmente a las capas a una profundidad mínima de 15 m.

Dos sondeos ciegos con testificación completa, intercalados entre los anteriores.

Además, se aconsejan 14 sondeos ciegos, de evaluación, en una malla de 50 m a lo largo de la corrida y con las mismas características de profundidad e inclinación que los anteriores.

b) Para la capa Constancia, puesto que se puede reconocer relativamente bien con los levantamientos geológicos de galerías, se estima que sólo es necesaria la realización de 15 calicatas estrechas, transversales a la corrida, realizadas con retroexcavadora, con una equidistancia de 100 m y una longitud aproximada de 20 m.

#### 7.3.1.2.- CEREZAL - 2

Cuatro sondeos de exploración, con inclinación de  $65^{\circ}$  y 40 m de longitud, para cortar a las capas a más de 15 m de longitud; y otros cuatro, sin recuperación de testigo, pero con testificación completa.

Veintitrés sondeos ciegos con testificación mediante "density" para evaluación con las mismas condiciones de inclinación y profundidad que los anteriores.

#### 7.3.1.3.- CEREZAL-3

Dos sondeos de exploración, de 30 m de longitud, con  $60^{\circ}$  de inclinación, para cortar las capas a más de 10 m de profundidad (para las capas Vidal y Guillermo). Estos sondeos no inciden en las capas de manera ortogonal, puesto que el buzamiento de las mismas es de  $45^{\circ}$  pero se han indicado con dicha inclinación, por la dificultad que supone el sondear con pendientes menores a los  $60^{\circ}$ . Este mismo criterio se va a seguir para el resto de las capas que bucen más de  $30^{\circ}$ .

Un sondeo ciego con testificación completa, intercalado entre los anteriores.

Además se estima la necesidad de ubicar 8 sondeos de la misma longitud que los de exploración, pero con testificación mediante "density" para evaluación del yacimiento.

Para la capa Constancia, puesto que la altura de explotación prevista es de algo más de 6 m, se propone únicamente la realización de 7 calicatas estrechas, transversales a la corrida, y de 20 m de longitud.

#### 7.3.1.4.- VILLAR-2

Puesto que las alturas de explotación deducidas son inferiores a 10 m, se propone sólo la realización de 12 calicatas estrechas, de 30 m de longitud, a lo largo de la corrida de las capas Vidal y Guillermo y 14 calicatas de 20 m en la capa Constancia.

La equidistancia aproximada de las mismas debe ser de 100 m.

#### 7.3.1.5.- VILLAR-2

Se recomiendan 9 sondeos de 30 m de profundidad y  $60^{\circ}$  de inclinación, a

una equidistancia de 200 m, y 9 calicatas de 35 m de longitud entre cada dos sondeos para determinar si son explotables ambas capas, Adolfo y Sexta o sólo una de ellas.

Cinco de los sondeos serán con recuperación de testigo y los otros cuatro ciegos, pero con testificación completa de los mismos.

#### 7.3.2.- TRAMO SARITA

Hay que realizar la cartografía geológica de las áreas seleccionadas, a escala 1:2.000 y el levantamiento topográfico y geológico en galerías de interior de zonas ya explotadas y abandonadas en la actualidad.

Además, y de forma específica para cada una de las dos áreas seleccionadas como favorables para la explotación a cielo abierto en este tramo, hay que realizar:

##### 7.3.2.1.- GRANJA-1

Ocho sondeos de exploración de 45 m de longitud y 85° de inclinación (ortogonales a las capas y equidistantes 200 m), cuatro de ellos con recuperación de testigo, y 22 sondeos de evaluación equidistantes 50 m y con la misma longitud e inclinación que los primeros.

##### 7.3.2.2.- GRANJA-2

Puesto que hay diversas galerías subterráneas, ya abandonadas en las que se puede seguir el comportamiento de las capas en profundidad, y además el diseño de corta realizado nos da una altura de explotación inferior a los 10 m; estimamos que basta con realizar labores exploratorias de superficie, consistentes en 11 calicatas de 40 m sobre las capas Fragua y California; todas ellas con una equidistancia aproximada de 100 m.

### 7.3.3.- TRAMO TORRE

Además de la cartografía geológica a escala 1:2.000, se propone la realización de las siguientes labores mecánicas:

#### 7.3.3.1.- TORRE-5

Cuatro sondeos, inclinados 60°, de 70 m, con recuperación continua de testigo, en dos de ellos sólo con testificación completa en los dos restantes, para reconocimiento de todo el paquete.

Nueve sondeos ciegos de 40 m, para evaluación de potencias de capas de la parte superior del Paquete, y otros nueve de 30 m para cubicación de las capas inferiores (Cuarta y Quinta).

#### 7.3.3.2.- TORRE-6

En este caso hay que hacer especial hincapié en el levantamiento cartográfico de galerías, por ser una zona muy minada.

Los únicos trabajos mecánicos que se proponen son 18 calicatas estrechas, de 40 m, transversales a la corrida de las capas para reconocimiento de la parte superior del paquete.

#### 7.3.3.3.- TORRE-7

Dos sondeos verticales de 40 m, con recuperación continua de testigo, para reconocimiento del paquete.

Quince sondeos ciegos de evaluación verticales: 10 de ellos de 40 m (en la parte oriental) y 5 de 30 m (en la parte occidental), para cubicación del área.

#### 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 LAS EXPLOTACION. AREA DE LA GRANJA DE SAN VICENTE

AREA  CONCEPTO	Paquete Constanza-La Nueva										Paquete Sarita				Paquete Torre						TOTAL	
	Cerezal-1		Cerezal-2		Cerezal-3		Villar-1		Villar-2		Granja - 1		Granja-2		Torre-5		Torre-6		Torre-7		Nº	Pres. Pts.
	Nº Unid.	Pres. Pts. x10³	Nº Unid.	Pres. Pts. x10³	Nº Unid.	Pres. Pts. x10³	Nº Unid.	Pres. Pts. x10³	Nº Unid.	Pres. Pts. x10³	Nº Unid.	Pres. Pts. x10³	Nº Unid.	Pres. Pts. x10³	Nº Unid.	Pres. Pts. x10³	Nº Unid.	Pres. Pts. x10³	Nº Unid.	Pres. Pts. x10³		
Topografía	120H	60	105H	52	40H	20	90H	45	100H	50	100H	50	75H	37	50H	25	75H	37	80H	40	835H	416
Cartografía geológica	120H	252	105H	221	40H	84	90H	189	100H	210	100H	210	75H	158	50H	105	75H	158	80H	168	835H	1755
Levantamiento geol. y top. de galerías	1000	700	--	--	1000	700	1500	1050	2000	1400	1000	700	600	425	600	420	2000	1400	--	--	9700	6795
Calicatas estrechas	300	510	--	--	140	238	640	1088	315	536	--	--	440	748	--	--	320	544	--	--	2155	3664
Sondeos con testigo y testificación	120	804	160	1072	60	402	--	--	150	1005	180	1206	--	--	140	938	--	--	90	536	890	5963
Sondeos ciegos con testificación	80	280	160	560	30	105	--	--	120	420	180	630	--	--	140	490	--	--	--	--	710	2485
Sondeos ciegos con "density"	560	1344	920	2208	240	576	--	--	--	--	990	2376	--	--	630	1512	--	--	550	1320	3890	9536
Total investigación	30	45	20	30	9	14	9	13	18	27	16	24	28	27	12	18	12	18	6	9	156	235
Total investigación	3995		4143		2139		2385		3648		5196		1395		3508		2157		2073		30649	

## 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 complementa 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 5-10mm) 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 m<sup>2</sup> 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 m<sup>2</sup>. 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 recibada 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 más 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/m<sup>3</sup> 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 LA GRANJA DE SAN VICENTE**

Concepto	Precio Unit.	Parque constancia- La Nueva										Sarita				Parque Torre						TOTAL
		Cerezal-1		Cerezal-2		Cerezal-3		Villar-1		Villar-2		Granja-1		Granja-2		Torre-5		Torre		Torre-7		
		Nº Uni.	Tota.	Nº Uni.	Tot.	Nº Uni.	Tot.	Nº Uni.	Tot.	Nº Uni.	Tot.	Nº Uni.	Tot.	Nº Uni.	Tot.	Nº Uni.	Tot.	Nº Uni.	Tot.	Nº Uni.	Tot.	
Arreglo y mejoría accesos existentes	1500 pt/m	1300	1,950	800	1,200	—	—	500	0,750	600	0,900	600	0,900	1300	1,950	300	0,450	500	0,750	500	0,750	9,600
Ejecución pistas nueva creación	2500 pt/m	—	—	800	2,000	200	0,500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Retirada tierra vegetal y desforestación zona expl.	80 pt/m <sup>3</sup>	90000	7,200	90000	7,200	17000	1,360	20000	1,600	2600	2,080	68000	5,400	20000	1,600	30000	2,400	30000	2,400	45000	3,600	34,840
Preparación plaza de stock y zona vertedero	20 pt/m <sup>2</sup>	96000	1,920	180000	3,600	42000	0,840	20000	0,400	40000	0,800	85000	1,700	20000	0,400	25000	0,500	40000	0,800	50000	1,000	11,960
Compra de terrenos	60000 pt/H	20	1,200	40	2,400	10	0,600	12	0,720	10	0,600	26	1,560	10	0,600	20	1,200	16	0,960	36	2,160	12,000
Restitución canon ICONA	25000 pt/H	20	0,500	40	1,000	10	0,250	12	0,300	10	0,250	26	0,650	10	0,250	20	0,500	26	0,400	36	0,900	5,000
Proyecto explotación			1,500		2,000		1,000		1,000		1,000		3,000		1,000		1,000		3,000		3,000	17,500
1ª Instalación			0,700		1,500		0,500		0,500		0,500		1,200		0,500		0,500		1,200		1,200	8,300
<b>Total</b>			<b>14,970</b>		<b>20,900</b>		<b>5,050</b>		<b>5,270</b>		<b>6,130</b>		<b>14,450</b>		<b>6,300</b>		<b>6,550</b>		<b>9,510</b>		<b>12,610</b>	<b>101,740</b>

## 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 INFRAESTRUCTURA.  
AREA DE LA GRANJA DE SAN VICENTE**

CONCEPTO	Paquete Constancia – La Nueva					Paquete Sarita		Paquete Torre			TOTAL
	Cerezal-1	Cerezal-2	Cerezal-3	Villar-1	Villar-2	Granja-1	Granja-2	Torre-5	Torre-6	Torre-7	
Investigación Pts x 10 <sup>3</sup>	3,995	4,143	2,139	2,385	3,648	5,196	1,395	3,508	2,157	2,073	30,639
Infraestructura Pts x 10 <sup>3</sup>	14,970	20,900	5,050	5,270	6,130	14,450	6,300	6,550	9,510	12,610	101,740
<b>Total</b>	<b>18,965</b>	<b>25,043</b>	<b>7,189</b>	<b>7,655</b>	<b>9,778</b>	<b>19,646</b>	<b>7,695</b>	<b>10,058</b>	<b>11,667</b>	<b>14,683</b>	<b>132,379</b>

## 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  $\pm 20$  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 ,..... 685.548				
Parámetro estudiado	o/o de variación		Variación absoluta	
	- 20	+ 20	- 20	+ 20
Potencia de las capas	- 40,89	51,34	405.193	1.037.524
Precio de venta	- 31,54	31,54	469.341	901.755
Buzamiento de las capas	52,32	- 26,87	1.044.220	501.359
Costes mineros	33,69	- 22,46	916.529	531.560
Contenido en cenizas	18,32	- 18,32	811.132	559.964
Pendiente topográfica	7,33	- 5,00	735.770	651.240
Espesor de las intercapas	2,81	- 2,81	704.821	666.275
Costes de propiedad	1,23	- 1,23	693.990	677.105

— 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 40 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 50 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  $\pm 20$  por ciento sobre el mismo, influye en un  $\pm 31$  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  $\pm 20$  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/m<sup>3</sup> 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 23 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  $\pm 17$  por ciento al variar en un  $\pm 18$  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.

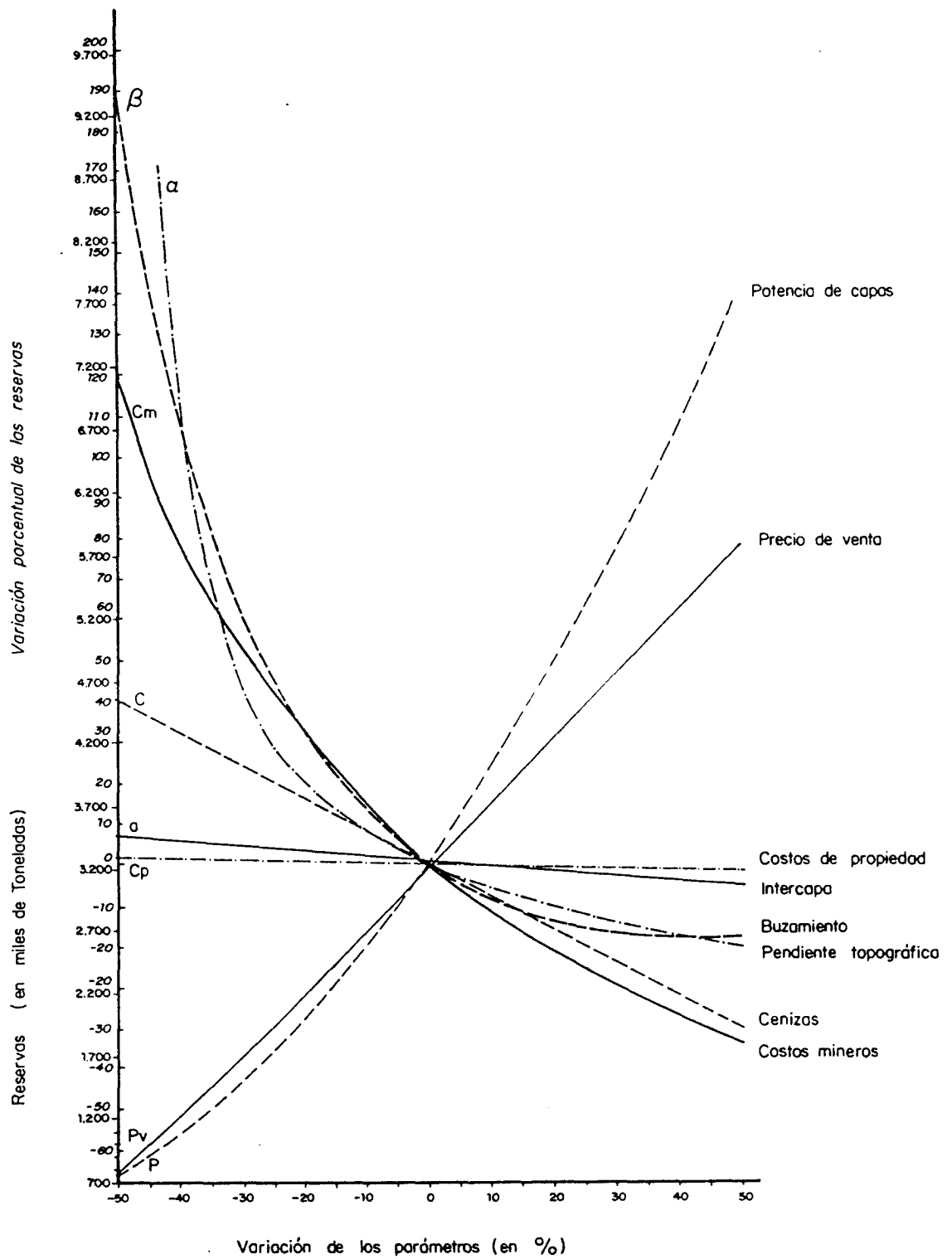
En este sentido, lo que se puede deducir de las "explotaciones" a cielo abierto que se pueden observar en el área estudiada, nada tienen que ver con una operación minera técnicamente proyectada y desarrollada.

– 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  $\pm 20$  por ciento sobre los supuestos repercute en  $\pm 1,23$  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 resumen 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. LA GRANJA DE SAN VICENTE

Area Seleccionada	Precio venta carbón Pts/Tm.	Valor Boca-mina en Pts/Tm.	Reservas Calculadas Tm.	Ratio medio m <sup>3</sup> /Tm.	Coste Esteril Pts.m <sup>3</sup>	Explotación carbón Pts./Tm.	Inversiones x 10 <sup>3</sup> Pts.	Inversiones Reservas Pts/Tm.	Indice Economicidad I.E.
Cerezal -1	5043	4368	81262	17,90	180	230	18965	233	1,265
Cerezal-2	5016	4432	180291	15,97	180	230	25043	139	1,428
Cerezal-3	5043	4072	13657	17,84	180	230	7189	526	1,183
Villar-1	5119	4213	16581	18,97	180	230	7655	461	1,156
Villar-2	5119	4080	16440	16,97	180	230	9778	594	1,242
Total Paq. Constancia-La Nueva	5035	4369	308231	16,78	180	230	68630	223	1,344
Granja-1	4903	4261	90488	18,63	180	230	19646	217	1,189
Granja-2	4903	4032	18013	18,64	180	230	7695	427	1,125
Total Paq. Sarita	4903	4243	108501	18,63	180	230	27341	279	1,184
Torre - 5	4473	3793	37505	15,08	180	230	10058	268	1,288
Torre - 6	4607	4066	90177	16,78	180	230	11667	129	1,251
Torre - 7	4603	4087	141135	18,26	180	230	14683	104	1,162
Total Paquete Torre	4586	4039	268817	17,32	180	230	36408	135	1,209
Total General	4838	4220	685549	17,28	180	230	132379	193	1,266

## 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 LA GRANJA DE SAN VICENTE

Total reservas: 685.549 Tm  
 Ratio medio: 17,28 m<sup>3</sup>/Tm.  
 Esteril: 11.848.431 m<sup>3</sup>  
 Inversión: 113,433.10<sup>6</sup> Pt.

CONCEPTO	AÑO 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL
Prod. carbón	—	68,5	68,5	68,5	68,5	68,5	68,5	68,5	68,5	68,5	69,05	685,550
Ext. Esteril		1183,68	1183,68	1183,68	1183,68	1183,68	1183,68	1183,68	1183,68	1183,68	1195,31	11848,430
Valor Prod. 483 pt/T		331,40	331,40	331,40	331,40	331,40	331,40	331,40	331,40	331,40	334,06	3316,66
Inversión	34	11,34	11,34	11,34	11,34	11,34	11,34	11,40	—	—	—	113,440
Inver. Factor Agot.			15,90	15,16	14,32	13,46	12,59	11,67	10,65	9,94	10,45	
Inver. acumulada	34	45,34	53,28	59,96	65,22	68,86	70,61	70,15	55,46	36,97	18,48	
<b>COSTOS</b>												
Amort. Invers.		3,4	4,66	6,08	7,70	9,59	11,86	14,69	18,49	18,49	18,49	103,45
Amort. Factor. Agot.		—	—	0,40	0,83	1,31	1,85	2,48	3,26	4,33	5,32	19,78
Int. financieros 15 %		6,80	7,99	8,99	9,78	10,33	10,59	10,52	8,32	5,55	2,77	81,64
Arranque esteril		213,06	213,06	213,06	213,06	213,06	213,06	213,06	213,06	213,06	215,16	2132,70
Ext. carbón		15,76	15,76	15,76	15,76	15,76	15,76	15,76	15,76	15,76	15,88	157,72
Transp. termica 429		29,39	29,39	29,39	29,39	29,39	29,39	29,39	29,39	29,39	29,63	294,14
Administración		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100
Total costos		278,41	280,86	283,68	286,52	289,44	292,51	295,90	298,28	296,58	297,25	2899,43
Rend. bruto		52,99	50,54	47,72	44,88	41,96	38,89	35,50	33,12	34,83	34,15	404,58
Factor Agotam.		15,90	15,16	14,32	13,46	12,59	11,67	10,65	9,94	10,46	10,24	124,38
Impr. Sociedades		12,24	11,67	11,02	10,37	9,69	8,98	8,20	7,65	8,05	7,89	95,76
Rend. Neto		40,75	38,87	36,70	34,51	32,27	29,91	27,30	25,47	26,78	26,26	318,82

CASH - FLOW. LA GRANJA DE SAN VICENTE

AÑOS	Interes	Entradas	Salidas	Imp. Soc.	Rend. Neto	Amort.	Cash-Flow.
0	34	-	-	-	-	-	-
1	11,34	331,40	278,41	12,24	40,75	3,4	44,15
2	11,34	331,40	280,86	11,76	38,87	4,66	43,53
3	11,34	331,40	283,68	11,02	36,70	6,08	42,78
4	11,34	331,40	286,52	10,37	34,51	7,70	42,21
5	11,34	331,40	289,44	9,69	32,27	9,59	41,86
6	11,34	331,40	292,51	8,98	29,91	11,86	41,77
7	11,40	331,40	295,90	8,20	27,30	14,69	41,99
8	-	331,40	298,28	7,65	25,47	18,49	43,96
9	-	331,40	296,58	8,05	26,78	18,49	45,27
10	-	334,06	297,25	7,89	26,26	18,49	44,75
	113,44	3316,66	2899,43	95,76	318,82	113,45	432,27

CALCULO DEL TIR. LA GRANJA DE SAN VICENTE

AÑO	Inversión	Cajh-Flow	100			70		
			Loef de Actualización	Cash-Flow Desc.	Inn Des.	Coef actualización	Cah-Flow Desc.	Inv. Des.
0	34	—	1		34	1		34
1	11,34	44,15	0,500	22,08	5,67	0,588	25,96	6,67
2	11,34	43,53	0,250	10,88	2,84	0,346	15,06	3,92
3	11,34	42,78	0,225	5,35	1,42	0,204	8,727	2,31
4	11,34	42,21	0,063	2,66	0,71	0,120	5,065	1,36
5	11,34	41,86	0,031	1,30	0,35	0,070	2,930	0,79
6	11,34	41,77	0,016	0,67	0,18	0,041	1,713	0,46
7	11,40	41,99	0,008	0,34	0,09	0,024	1,008	0,27
8	—	43,96	0,004	0,18	—	0,014	0,615	—
9	—	45,27	0,002	0,09	—	0,008	0,362	—
10	—	44,75	0,001	0,04	—	0,005	0,224	—
				43,59	45,26			49,78
						61,664		

$$(-1,67, 100) \quad (11,58,70) \quad \mu - 100 = \frac{70 - 100}{11,88 + 1,67} (x + 1,67)$$

$$\mu = 96,30 \% = \text{TIR}$$

## 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  $\pm 20$  por ciento del valor de los parámetros considerados.

## LA GRANJA DE SAN VICENTE

Reservas de carbón . . . . .	685.549
Ratio medio . . . . .	17,28
Esteril . . . . .	11.848.431
Inversiones . . . . .	113,433.10 <sup>6</sup> Pts.
Precio medio Tm. . . . .	4.838 Pts./Tm.
TIR . . . . .	<u>96,30</u> %

### ANALISIS DE SENSIBILIDAD SOBRE EL TIR

Parámetro	Variación		Variación	
	- 20	+ 20	- 20	+ 20
Potencia capas	- 69,26	86,85	29,6	179,9
Precio venta	- 52,91	52,91	45,35	147,25
Buz. capas	88,95	- 46,20	181,96	51,81
Costes mineros	56,71	- 37,80	150,91	59,90
Pend. topográfica	12,45	- 8,76	108,29	87,86
Costes propiedad	2,1	- 2,1	98,22	94,28

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 70 por ciento sobre la tasa interna de rentabilidad, pasando por tanto del 96,30 por ciento al 29,60 por ciento, que resulta todavía muy atractiva.

### 13.— RESUMEN Y CONCLUSIONES LA GRANJA DE SAN VICENTE

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 LA GRANJA DE SAN VICENTE (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 10 zonas de afloramientos, que por sus características permiten suponer un cierto potencial de reservas explotables a cielo abierto. De los casi 22 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 4 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/m<sup>3</sup> 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 LA GRANJA DE SAN VICENTE ascienden a 685.549 Tm, con una relación de desmonte de 17,28 m<sup>3</sup>/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 45 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 41 por ciento sobre las mismas. Igualmente, la calidad del carbón y el buzamiento de las capas representan una variación negativa del 18 y el 27 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 132,4 millones de pesetas que representan aproximadamente 193 pts/Tm demostrada.

10.— El estudio de rentabilidad de las citadas inversiones permite estimar una tasa interna de rentabilidad superior al 96 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—BEMBIBRE, 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 LA GRANJA DE SAN VICENTE PARA LA  
DETERMINACION DEL POTENCIAL A CIELO ABIERTO**

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

PAGE 1

```
// JOB      1830 1914
          0000      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),
*          IMOU(10),ISEC(10),RO(10),MATM(10),RATL(10),ALT(10),
*          RE(10),ES(10),SIGN(2),RETS(30,2),LIT4(12)
COMMON ICW(3),NOT,KLM(4)
DATA RETS/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(I2,'* * * * * *****')
102 FORMAT(I2,'T O I A L')
101 FORMAT(I30,'COEFICIENTE DE EXPLOTABILIDAD.....')
100 FORMAT(I32,'***** ***** *****')
200 FORMAT(I5,'*****')
300 FORMAT(I10,'*****')
400 FORMAT(I30,'RATIO LIMITE.....')
500 FORMAT(I30,'ALTURA EXPLOTACION.....')
600 FORMAT(I30,'X.....')
700 FORMAT(I30,'RATIO MEDIO.....')
800 FORMAT(I30,'TONELADAS/ML.....')
900 FORMAT(I30,'CORRIDA DE CAPAS.....')
1000 FORMAT(I30,'RESERVAS DE CARBON.....')
1100 FORMAT(I30,'ESTERIL A MOVER.....')
1200 FORMAT(I10,'RESUMEN ZONA')
1300 FORMAT(I10,'*****')
1400 FORMAT(I30,'COSTES PROPIEDAD.....')
1500 FORMAT(I30,'RESERVAS DE CARBON.....')
1600 FORMAT(I30,'ESTERIL A MOVER.....')
1700 FORMAT(I30,'RATIO MEDIO.....')
1800 FORMAT(I10,'ANALISIS DE SENSIBILIDAD')
1900 FORMAT(I10,'*****')
2000 FORMAT(I31,'VARIACION PORCENTUAL VARIACION ABSOLUTA')
2100 FORMAT(I34,'-20 +20 -20 +20')
2200 FORMAT(I13,'PRECIO DE VENTA')
2300 FORMAT(I13,'CONT. CENIZAS')
2400 FORMAT(I13,'COSTES MINEKOS')
2500 FORMAT(I13,'COSTES PROPIEDAD')
2600 FORMAT(I13,'POTENCIA CAPAS')
2700 FORMAT(I13,'BUZAMIENTO CAPAS')
2800 FORMAT(I13,'ANCH. PAQUETE')
2900 FORMAT(I13,'PEND. TOPOGRAFICA')
CALL PRINT
IDE=IDIR(LIT3)-150
NOT=1
CALL DATOS
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 FOKMA(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 FOKMA(12)
  CALL LINEP(8192)
  CALL FOKMA(11)
  CALL LINEP(8192)
  CALL KARRU(15616)
  CALL FOKMA(10)
  CALL LINEP(8192)
  CALL FOKMA(9)
  CALL LINEP(8192)
  CALL FOKMA(29)
  CALL LINEP(8192)
  DO 90 J=1,4
  DO 80 K=1,2
  APOK=100,*(RETSS(J,K)-RETT)/RETT
  CALL SCFF(10*K+28,100,*APOK,2)
  CALL SCFF(13*K+51,RETSS(J,K),0)
80 CONTINUE
  CALL FOKMA(9-J)
90 CALL LINEP(8192)
  CALL EXIT
3 IT=NUM(1,80)
  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 LIFAD(IDE,15*NF-14,30,25)
IMOD(NF)=NUM(2,24)
ISEC(NF)=1
NF=NF-1
KMIEX=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 LIFAD(IDE,15*NF-14,30,25)
GO TO 1
8 RET=0.
EST=0.
ITER=ITER+1
DO 69 I=1,NF
IF (ISEC(I))4,69,9
9 IMO=IMOD(I)
IF (IMO=5)10,10,13
10 PV=20.*(25.-CEN(I))
PV=PV+7.*(VOL(I)-20.)
PV=PO*(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,D1,00,IMO
*)
RO(I)=U1*H+U0
RATM(I)=(A2*H+H+A1*H+AU)/RO(I)
RATL(I)=RAT
AL(I)=H
RE(I)=RO(I)*CORR(I)
ES(I)=RATM(I)*RE(I)
RET=RET+RE(I)
EST=EST+ES(I)
GO TO 25
13 IF ((IMO-7)*(IMO-10))18,14,18
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=PO*(1000.+PV)/1000.
PBM=PV-CPROP-TRANS(I)-BMT
```

```

RAT=(PB*-CCAR)/CEST
CALL RMED(A(I),ALFA(I),BETA(I),GAMA(I),SIGMA(I),RAT,X,A0,U1,D0,IMO
*)
IF(X)16,16,17
16 ISEC(I)=0
GO TO 67
17 IF(X-XSUP)66,66,65
65 X=XSUP
66 RQ(I)=U1*X+U0
RATM(I)=RAT
ALT(I)=X
RE(I)=RQ(I)*CORR(I)
ES(I)=RATM(I)*RE(I)
RET=RET+RE(I)
EST=EST+ES(I)
GO TO 25
18 IF(1+0-b)20,19,20
19 HAT=1000.
XSUP=HA/SIN(BETA(I))
GO TO 15
20 PV=20.*(25-CEN(I))
FV=PV+7.*(VOL(I)-20.)
PV=PV*(1000.+PV)/1000.
PRM=PV-LPPOP-TRANS(I)-500.
RAT=(PB*-CCAR)/CEST
CALL RMED(A(I),ALFA(I),BETA(I),GAMA(I),SIGMA(I),A2,A1,A0,D1,D0,IMO
*)
A1=A1-HAT*U1
A0=A0-HAT*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 67
24 RQ(I)=U1*H+U0
RATM(I)=RAT
ALT(I)=H
RE(I)=RQ(I)*CORR(I)
ES(I)=RATM(I)*RE(I)
EST=EST+ES(I)
RET=RET+RE(I)
25 HA=H
69 CONTINUE
CP=A1*H/RET
IPROP=CP*POP+.5
IP=CP+.5
CALL ECUN(NSUB,IPROP,IP)
IF(ABS(CP*POP-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=U
   IF(KMIER)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 KARRO(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*I-14,30,18)
   CALL LINEP(8192)
   IMO=IMUJ(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)*(IMU-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 KARRO(15872)
38 CONTINUE
   EST=COEF*EST
   RET=COEF*RET
   CALL KARRO(12544)
```

PAGE 6

```
CALL FORMA(18)
CALL ESLIA(LIT2,10,23)
CALL LINEP(8192)
CALL FORMA(17)
CALL LINEP(8192)
CALL FORMA(16)
CALL SCFF(63,CPROP,0)
CALL LINEP(8192)
CALL FORMA(15)
CALL SCFF(63,RET,0)
CALL LINEP(8192)
CALL FORMA(14)
CALL SCFF(63,EST,0)
CALL LINEP(8192)
CALL FORMA(13)
CALL SCFF(66,100,*EST/RET,2)
CALL LINEP(8192)
CALL FORMA(30)
CALL SCFF(66,100,*COEF,2)
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)
KETI=REIT+KET
ESTI=EST+EST
IF(KMIER)70,79,78
78 NF=NF-1
79 DO 64 J=1,8
DO 63 K=1,2
KETS=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)
CPR=CPROP
CCA=CCAN
CES=CEST
P=P0
IF(J-2)59,40,41
```

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=P*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=P*7.*(VO-20.)
PV=P*(1000.+PV)/1000.
PBM=PV-CPRO-TRAN-BMT
RAT=(PBM-CCA)/CES
CALL RMED(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=8)58,57,58
57 BMT=1000.
XSUP=HA/SIN(BET)
GO TO 55
58 PV=20.*(25.-CE)
PV=P*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,D1,D0,IMO)
A1=A1-RAT*D1
```

```

A0=A0-RAT*U0
IF(A2)59,60,61
59 A2=-A2
A1=-A1
A0=-A0
GO TO 61
60 STOP 1111
61 O=A1*A1-4.*A2*A0
D=SQR(D)
H=(D-A1)/(2.*A2)
DENS=D1*H+U0
RETS=RETS+COR*DENS
62 HA=H
70 CONTINUE
RETS=RETS*COEF
APOR=(RETS-RET)/RET
IF(KMIER)81,82,81
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 FOKMA(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	HATM(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)=01A8	ESTT(R)=01AA	APOR(R)=01AC	AINV(R)=01AE
COEF(R)=01B0	CPROPR(R)=01B2	RAD(R)=01B4	RET(R)=01B6	EST(R)=01B8	PV(R)=01BA
PO(R)=01BC	PBM(R)=01BE	RAT(R)=01C0	CCAR(R)=01C2	CEST(R)=01C4	H(R)=01C6
A2(R)=01C8	A1(R)=01CA	AO(R)=01CC	D1(R)=01CE	D0(R)=01D0	BMT(R)=01D2
XSUP(R)=01D4	HA(R)=01D6	X(R)=01D8	D(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
PI(R)=01F8	OEN(R)=01FA	SO(R)=01FC	DENS(R)=01FE	PIER(R)=0200	LIT1(I)=020F-0208
LIT2(I)=0214-0210	LIT3(I)=02AA-0215	IMOD(I)=0284-02AB	ISEC(I)=029E-0285	LIT4(I)=02CA-02BF	IDE(I)=02CB
J(I)=02CC	K(I)=02CD	IT(I)=02CE	IND(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
LINI(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	19:0	=04A8	2000	=04B7	2100	=04D1	2200	=04E9	2300	=04F4	2400	=04FE	2500	=0508	2600	=0513	2700	=051D
2800	=052B	29:0	=0532	1	=054D	2	=0553	80	=0601	90	=0613	3	=0620	4	=062C	5	=0630	6	=0634
7	=0668	74	=0674	75	=06EE	8	=077B	9	=0796	10	=07A5	11	=0825	12	=0830	13	=08CA	14	=08D9
15	=091C	16	=09A1	17	=09AC	65	=09B3	66	=09B7	18	=09F2	19	=09FA	20	=0A0F	21	=0AA7	22	=0AB6
23	=0ADE	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	=0DD3	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	81	=101D	82	=1048	63	=107D	64	=108F	83	=109F								

FEATURES SUPPORTED  
ONE WORD INTEGERS

CALLED SUBPROGRAMS

PRINT	IDIM	UATOS	KARRO	FORMA	ESLIA	LINEP	SCFF	NUM	LELIA	FNUM	LIFAD	RLIM	RMED	FSIN
FSQRT	ECOM	FABS	LIDAF	FADD	FADDX	FSUB	FSUBX	FMPY	FMPYX	FDIV	FDIVX	FLO	FLDX	FSTO
FSTOX	FSBK	FVDR	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=02EC	.200000E 02=02EE	.250000E 02=02F0	.700000E 01=02F2	.500000E 03=02F4	.400000E 01=02F6
.200000E 01=02FA	.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	15672=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 8 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    L A G R A N J A D E S . V I C E N T E  
 \* \* \* \* \*

RESERVAS DE CARBON.....685,548  
 ESTERIL A MOVER.....11.847,622  
 RATIO MEDIO.....17,3

ANALISIS DE SENSIBILIDAD  
 \*\*\*\*\*

	VARIACION PORCENTUAL		VARIACION ABSOLUTA	
	-20	+20	-20	+20
	*****	*****	*****	*****
PRECIO DE VENTA	-31,54	31,54	469.341	901.755
CONT. CENIZAS	18,32	-18,32	811.132	559.964
COSTES MINEROS	33,69	-22,46	916.529	531.560
COSTES PROPIEDAD	1,23	-1,23	693.990	677.105
POTENCIA CAPAS	-40,89	51,34	405.193	1.037.524
BUZAMIENTO CAPAS	52,32	-26,87	1.044.220	501.359
ANCH. PAQUETE	2,81	-2,81	704.821	666.275
PEND. TOPOGRAFICA	7,33	-5,00	735.770	651.240

CONSTANCIA-NUEVA

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

CEREZAL-1

\*\*\*\*\*

CONSTANCIA

RATIO LIMITE.....22,99  
 ALTURA EXPLOTACION.....12,5  
 RATIO MEDIO.....16,70  
 TONELADAS/ML.....14  
 CORRIDA DE CAPAS.....1.200  
 RESERVAS DE CARBON.....16.766  
 ESTERIL A MOVER.....280.006

CONSTANCIA-NUEVA

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

CEREZAL-1

\*\*\*\*\*

VIDAL-GUILLERMO

RATIO LIMITE.....22,99  
 ALTURA EXPLOTACION.....20,9  
 RATIO MEDIO.....18,20  
 TONELADAS/ML.....55  
 CORRIDA DE CAPAS.....1.200  
 RESERVAS DE CARBON.....66.153  
 ESTERIL A MOVER.....1.204.219

RESUMEN ZONA CEREZAL-1

\*\*\*\*\*

COSTES PROPIEDAD.....230  
 RESERVAS DE CARBON.....81.261  
 ESTERIL A MOVER.....1.454.540  
 RATIO MEDIO.....17,90  
 COEFICIENTE DE EXPLOTABILIDAD....0,98

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

\*\*\*\*\*

	VARIACION PORCENTUAL		VARIACION ABSOLUTA	
	-20	+20	-20	+20
	*****	*****	*****	*****
PRECIO DE VENTA	-39,47	39,47	49.188	113.334
CONT. CENIZAS	19,42	-19,42	97.040	65.482
COSTES MINEROS	42,74	-28,49	115.990	58.109
COSTES PROPIEDAD	1,80	-1,80	82.721	79.801
POTENCIA CAPAS	-46,72	60,08	43.299	130.079
BUZAMIENTO CAPAS	60,66	-33,47	130.557	54.060
ANCH. PAQUETE	8,64	-8,64	88.279	74.244
PEND. TOPOGRAFICA	7,59	-7,07	87.429	75.520



CONSTANCIA-NUEVA

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

CEREZAL-2

\*\*\*\*\*

VIDAL-GUILLERMO

RATIO LIMITE.....23,35  
 ALTURA EXPLOTACION.....34,5  
 RATIO MEDIO.....15,97  
 TONELADAS/ML.....100  
 CORRIDA DE CAPAS.....1.800  
 RESERVAS DE CARBON.....180.291  
 ESTERIL A MOVER.....2.878.634

RESUMEN ZONA CEREZAL-2

\*\*\*\*\*

COSTES PROPIEDAD.....139  
 RESERVAS DE CARBON.....180.291  
 ESTERIL A MOVER.....2.878.634  
 RATIO MEDIO.....15,97  
 COEFICIENTE DE EXPLOTABILIDAD....1,00

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

\*\*\*\*\*

	VARIACION PORCENTUAL		VARIACION ABSOLUTA	
	-20	+20	-20	+20
	*****	*****	*****	*****
PRECIO DE VENTA	-32,23	32,23	122.187	238.395
CONT. CENIZAS	17,33	-17,33	211.529	149.052
COSTES MINEROS	35,59	-23,73	244.461	137.511
COSTES PROPIEDAD	0,89	-0,90	181.904	178.677
POTENCIA CAPAS	-42,17	53,25	104.268	276.296
BUZAMIENTO CAPAS	80,88	-37,48	326.115	112.719
ANCH. PAQUETE	5,87	-5,87	190.866	169.715
PEND. TOPOGRAFICA	-5,76	6,61	169.908	192.213

CONSTANCIA-NUEVA

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

CEREZAL-3

\*\*\*\*\*

CONSTANCIA

RATIO LIMITE.....21,35  
 ALTURA EXPLOTACION.....5,2  
 RATIO MEDIO.....17,78  
 TONELADAS/ML.....4  
 CORRIDA DE CAPAS.....600  
 RESERVAS DE CARBON.....2.180  
 ESTERIL A MOVER.....38.765

CONSTANCIA-NUEVA

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

CEREZAL-3

\*\*\*\*\*

VIDAL-GUILLERMO

RATIO LIMITE.....21,35  
 ALTURA EXPLOTACION.....10,5  
 RATIO MEDIO.....17,85  
 TONELADAS/ML.....19  
 CORRIDA DE CAPAS.....600  
 RESERVAS DE CARBON.....11.477  
 ESTERIL A MOVER.....204.824

RESUMEN ZONA CEREZAL-3

\*\*\*\*\*

COSTES PROPIEDAD.....526  
 RESERVAS DE CARBON.....13.657  
 ESTERIL A MOVER.....243.590  
 RATIO MEDIO.....17,84  
 COEFICIENTE DE EXPLOTABILIDAD....1,00

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

\*\*\*\*\*

	VARIACION PORCENTUAL		VARIACION ABSOLUTA	
	-20	+20	-20	+20
	*****	*****	*****	*****
PRECIO DE VENTA	-53,92	53,92	6.293	21.022
CONT. CENIZAS	26,53	-26,53	17.281	10.034
CUSTES MINEROS	54,43	-36,29	21.091	8.701
COSTES PROPIEDAD	5,62	-5,62	14.425	12.890
POTENCIA CAPAS	-53,97	70,95	6.287	23.348
BUZAMIENTO CAPAS	62,95	-33,24	22.255	9.118
ANCH. PAQUETE	12,30	-12,30	15.337	11.977
PEND. TOPOGRAFICA	9,16	-8,72	14.908	12.466

CONSTANCIA-NUEVA

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

VILLAR-1

\*\*\*\*\*

CONSTANCIA

RATIO LIMITE.....22,13  
 ALTURA EXPLOTACION.....6,1  
 RATIO MEDIO.....19,40  
 TONELADAS/ML.....5  
 CORRIDA DE CAPAS.....1.300  
 RESERVAS DE CARBON.....7.122  
 ESTERIL A MOVER.....138.185

CONSTANCIA-NUEVA

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

VILLAR-1

\*\*\*\*\*

VIDAL

RATIO LIMITE.....22,13  
 ALTURA EXPLOTACION.....7,3  
 RATIO MEDIO.....18,64  
 TONELADAS/ML.....7  
 CORRIDA DE CAPAS.....1.300  
 RESERVAS DE CARBON.....9.459  
 ESTERIL A MOVER.....176.332

RESUMEN ZONA VILLAR-1

\*\*\*\*\*

COSTES PROPIEDAD.....461  
 RESERVAS DE CARBON.....16.581  
 ESTERIL A MOVER.....314.517  
 RATIO MEDIO.....18,97  
 COEFICIENTE DE EXPLOTABILIDAD....1,00

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

\*\*\*\*\*

	VARIACION PORCENTUAL		VARIACION ABSOLUTA	
	-20	+20	-20	+20
	*****	*****	*****	*****
PRECIO DE VENTA	-42,00	42,00	9,616	23,546
CONT. CENIZAS	20,36	-20,36	19,957	13,205
COSTES MINEROS	43,21	-28,81	23,746	11,804
COSTES PROPIEDAD	3,78	-3,78	17,208	15,954
POTENCIA CAPAS	-46,99	60,48	8,790	26,610
BUZAMIENTO CAPAS	47,85	-26,22	24,515	12,233
ANCH. PAQUETE			16,581	16,581
PEND. TOPOGRAFICA	16,44	-15,42	19,306	14,025

CONSTANCIA-NUEVA

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

VILLAR-2

\*\*\*\*\*

ADOLFO

RATIO LIMITE.....21,39  
 ALTURA EXPLOTACION.....10,4  
 RATIO MEDIO.....16,97  
 TONELADAS/ML.....13  
 CORRIDA DE CAPAS.....1.300  
 RESERVAS DE CARBON.....16.440  
 ESTERIL A MOVER.....279.024

RESUMEN ZONA VILLAR-2

\*\*\*\*\*

COSTES PROPIEDAD.....594  
 RESERVAS DE CARBON.....16.440  
 ESTERIL A MOVER.....279.024  
 RATIO MEDIO.....16,97  
 COEFICIENTE DE EXPLOTABILIDAD....1,00

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

\*\*\*\*\*

	VARIACION PORCENTUAL		VARIACION ABSOLUTA	
	-20	+20	-20	+20
	*****	*****	*****	*****
PRECIO DE VENTA	-36,62	36,62	10.419	22.460
CONT. CENIZAS	17,75	-17,75	19.358	13.521
COSTES MINEROS	36,48	-24,32	22.437	12.441
COSTES PROPIEDAD	4,25	-4,25	17.139	15.740
POTENCIA CAPAS	-42,77	54,15	9.409	25.342
BOZAMIENTO CAPAS	48,38	-27,46	24.393	11.924
ANCH. PAQUETE			16.440	16.440
PEND. TOPOGRAFICA	12,08	-11,09	18.425	14.616

SARITA

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*  
 GRANJA-1  
 \*\*\*\*\*

CALIFORNIA

RATIO LIMITE.....22,85  
 ALTURA EXPLOTACION.....24,2  
 RATIO MEDIO.....18,51  
 TONELADAS/ML.....56  
 CORRIDA DE CAPAS.....1.700  
 RESERVAS DE CARBON.....95.104  
 ESTERIL A MOVER.....1.760.130

SARITA

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*  
 GRANJA-1  
 \*\*\*\*\*

FRAGUA

RATIO LIMITE.....22,85  
 ALTURA EXPLOTACION.....17,2  
 RATIO MEDIO.....18,85  
 TONELADAS/ML.....30  
 CORRIDA DE CAPAS.....1.700  
 RESERVAS DE CARBON.....50.845  
 ESTERIL A MOVER.....958.569

RESUMEN ZONA GRANJA-1

\*\*\*\*\*

COSTES PROPIEDAD.....135  
 RESERVAS DE CARBON.....90.489  
 ESTERIL A MOVER.....1.685.593  
 RATIO MEDIO.....18,63  
 COEFICIENTE DE EXPLOTABILIDAD.....0,62

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

\*\*\*\*\*

	VARIACION PORCENTUAL		VARIACION ABSOLUTA	
	-20	+20	-20	+20
	*****	*****	*****	*****
PRECIO DE VENTA	-27,04	27,04	66.023	114.954
CONT. CENIZAS	14,87	-14,87	103.946	77.031
COSTES MINEROS	29,94	-19,96	117.578	72.429
COSTES PROPIEDAD	0,74	-0,74	91.162	89.815
POTENCIA CAPAS	-38,71	48,07	55.458	133.985
BUZAMIENTO CAPAS	46,62	-27,72	132.670	65.409
ANCH. PAQUETE			90.489	90.489
PEND. TOPOGRAFICA	10,37	-9,03	99.876	82.315

SARITA

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*  
 GRANJA-2  
 \*\*\*\*\*

CALIFORNIA

RATIO LIMITE.....21,12  
 ALTURA EXPLOTACION.....6,0  
 RATIO MEDIO.....19,45  
 TONELADAS/ML.....6  
 CORRIDA DE CAPAS.....1.100  
 RESERVAS DE CARBON.....6.477  
 ESTERIL A MOVER.....125.964

SARITA

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*  
 GRANJA-2  
 \*\*\*\*\*

FRAGUA

RATIO LIMITE.....21,12  
 ALTURA EXPLOTACION.....8,6  
 RATIO MEDIO.....18,19  
 TONELADAS/ML.....10  
 CORRIDA DE CAPAS.....1.100  
 RESERVAS DE CARBON.....11.536  
 ESTERIL A MOVER.....209.825

RESUMEN ZONA GRANJA-2

\*\*\*\*\*

COSTES PROPIEDAD.....427  
 RESERVAS DE CARBON.....18.013  
 ESTERIL A MOVER.....335.789  
 RATIO MEDIO.....18,64  
 COEFICIENTE DE EXPLOTABILIDAD....1,00

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

\*\*\*\*\*

	VARIACION PORCENTUAL		VARIACION ABSOLUTA	
	-20	+20	-20	+20
	*****	*****	*****	*****
PRECIO DE VENTA	-39,05	39,05	10.978	25.048
CUNT. CENIZAS	21,48	-21,48	21.882	14.144
COSTES MINEROS	40,15	-26,76	25.244	13.192
COSTES PROPIEDAD	3,40	-3,40	18.625	17.401
POTENCIA CAPAS	-45,05	57,57	9.899	28.383
BUZAMIENTO CAPAS	49,56	-28,40	26.941	12.898
ANCH. PAQUETE			18.013	18.013
PEND. TOPOGRAFICA	17,25	-15,69	21.121	15.186

TORRE

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*  
 TORRE-5  
 \*\*\*\*\*

MORA

RATIO LIMITE.....19,50  
 ALTURA EXPLOTACION.....24,3  
 RATIO MEDIO.....13,57  
 TONELADAS/ML.....56  
 CORRIDA DE CAPAS.....700  
 RESERVAS DE CARBON.....39.509  
 ESTERIL A MOVER.....535.955

TORRE

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*  
 TORRE-5  
 \*\*\*\*\*

QUINTA

RATIO LIMITE.....23,09  
 ALTURA EXPLOTACION.....8,6  
 RATIO MEDIO.....22,57  
 TONELADAS/ML.....11  
 CORRIDA DE CAPAS.....700  
 RESERVAS DE CARBON.....7.965  
 ESTERIL A MOVER.....179.763

RESUMEN ZONA TORRE-5

\*\*\*\*\*

COSTES PROPIEDAD.....212  
 RESERVAS DE CARBON.....37.505  
 ESTERIL A MOVER.....565.417  
 RATIO MEDIO.....15,08  
 COEFICIENTE DE EXPLOTABILIDAD.....0,79

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

\*\*\*\*\*

	VARIACION PORCENTUAL		VARIACION ABSOLUTA	
	-20	+20	-20	+20
	*****	*****	*****	*****
PRECIO DE VENTA	-29,04	29,04	26.612	48.397
CUNT. CENIZAS	20,30	-20,29	45.116	29.893
COSTES MINEROS	31,24	-20,83	49.220	29.694
COSTES PROPIEDAD	1,38	-1,38	38.022	36.987
POTENCIA CAPAS	-39,47	49,20	22.703	55.956
BUZAMIENTO CAPAS	47,93	-27,69	55.480	27.120
ANCH. PAQUETE			37.505	37.505
PEND. TOPOGRAFICA	9,62	-8,66	41.114	34.256

TORRE

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

TORRE-6

\*\*\*\*\*

MORA

RATIO LIMITE.....20,09  
ALTURA EXPLOTACION.....30,3  
RATIO MEDIO.....16,72  
TONELADAS/ML.....87  
CORRIDA DE CAPAS.....800  
RESERVAS DE CARBON.....69.481  
ESTERIL A MOVER.....1.161.621

TORRE

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

TORRE-6

\*\*\*\*\*

CARBONERO-1

RATIO LIMITE.....20,09  
ALTURA EXPLOTACION.....16,0  
RATIO MEDIO.....16,88  
TONELADAS/ML.....26  
CORRIDA DE CAPAS.....800  
RESERVAS DE CARBON.....20.925  
ESTERIL A MOVER.....353.278

TORRE

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

TORRE-6

\*\*\*\*\*

CARBONERO-2

RATIO LIMITE.....20,09  
ALTURA EXPLOTACION.....16,0  
RATIO MEDIO.....16,88  
TONELADAS/ML.....26  
CORRIDA DE CAPAS.....800  
RESERVAS DE CARBON.....20.925  
ESTERIL A MOVER.....353.278



RESUMEN ZONA TORRE-6

\*\*\*\*\*

COSTES PROPIEDAD.....105  
 RESERVAS DE CARBON.....90.178  
 ESTERIL A MOVER.....1.513.223  
 RATIO MEDIO.....16,78  
 COEFICIENTE DE EXPLOTABILIDAD.....0,81

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

\*\*\*\*\*

	VARIACION PORCENTUAL		VARIACION ABSOLUTA	
	-20	+20	-20	+20
	*****	*****	*****	*****
PRECIO DE VENTA	-26,57	26,57	66.216	114.140
CUNT. CENIZAS	19,71	-19,71	107.949	72.406
COSTES MINEROS	29,28	-19,52	116.581	72.575
COSTES PROPIEDAD	0,64	-0,64	90.754	89.601
POTENCIA CAPAS	-38,22	47,32	55.715	132.854
BUZAMIENTO CAPAS	65,19	-33,11	148.966	60.319
ANCH. PAQUETE			90.178	90.178
PEND. TOPOGRAFICA	-2,27	2,37	88.133	92.317

TORRE

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

TORRE-7

\*\*\*\*\*

MORA

RATIO LIMITE.....20,10  
 ALTURA EXPLOTACION.....23,3  
 RATIO MEDIO.....14,54  
 TONELADAS/ML.....32  
 CORRIDA DE CAPAS.....400  
 RESERVAS DE CARBON.....12.944  
 ESTERIL A MOVER.....188.236

TORRE

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

TORRE-7

\*\*\*\*\*

CUARTA

RATIO LIMITE.....23,69  
 ALTURA EXPLOTACION.....11,5  
 RATIO MEDIO.....17,94  
 TONELADAS/ML.....8  
 CORRIDA DE CAPAS.....400  
 RESERVAS DE CARBON.....3.175  
 ESTERIL A MOVER.....56.978

TORRE

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

TORRE-7

\*\*\*\*\*

QUINTA

RATIO LIMITE.....23,69  
 ALTURA EXPLOTACION.....11,5  
 RATIO MEDIO.....17,94  
 TONELADAS/ML.....8  
 CORRIDA DE CAPAS.....400  
 RESERVAS DE CARBON.....3.175  
 ESTERIL A MOVER.....56.978

TORRE

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

TORRE-7

\*\*\*\*\*

MORA

ALTURA EXPLOTACION.....33,9  
 RATIO MEDIO.....17,32  
 TONELADAS/ML.....152  
 CORRIDA DE CAPAS.....500  
 RESERVAS DE CARBON.....75.968  
 ESTERIL A MOVER.....1.315.714

TORRE

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

TORRE-7

\*\*\*\*\*

CUARTA

ALTURA EXPLOTACION.....20,5  
 RATIO MEDIO.....20,92  
 TONELADAS/ML.....46  
 CORRIDA DE CAPAS.....500  
 RESERVAS DE CARBON.....22.935  
 ESTERIL A MOVER.....479.700

TORRE

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

TORRE-7

\*\*\*\*\*

QUINTA

ALTURA EXPLOTACION.....20,5  
 RATIO MEDIO.....20,92  
 TONELADAS/ML.....46  
 CORRIDA DE CAPAS.....500  
 RESERVAS DE CARBON.....22.935  
 ESTERIL A MOVER.....479.700

RESUMEN ZONA TORRE-7

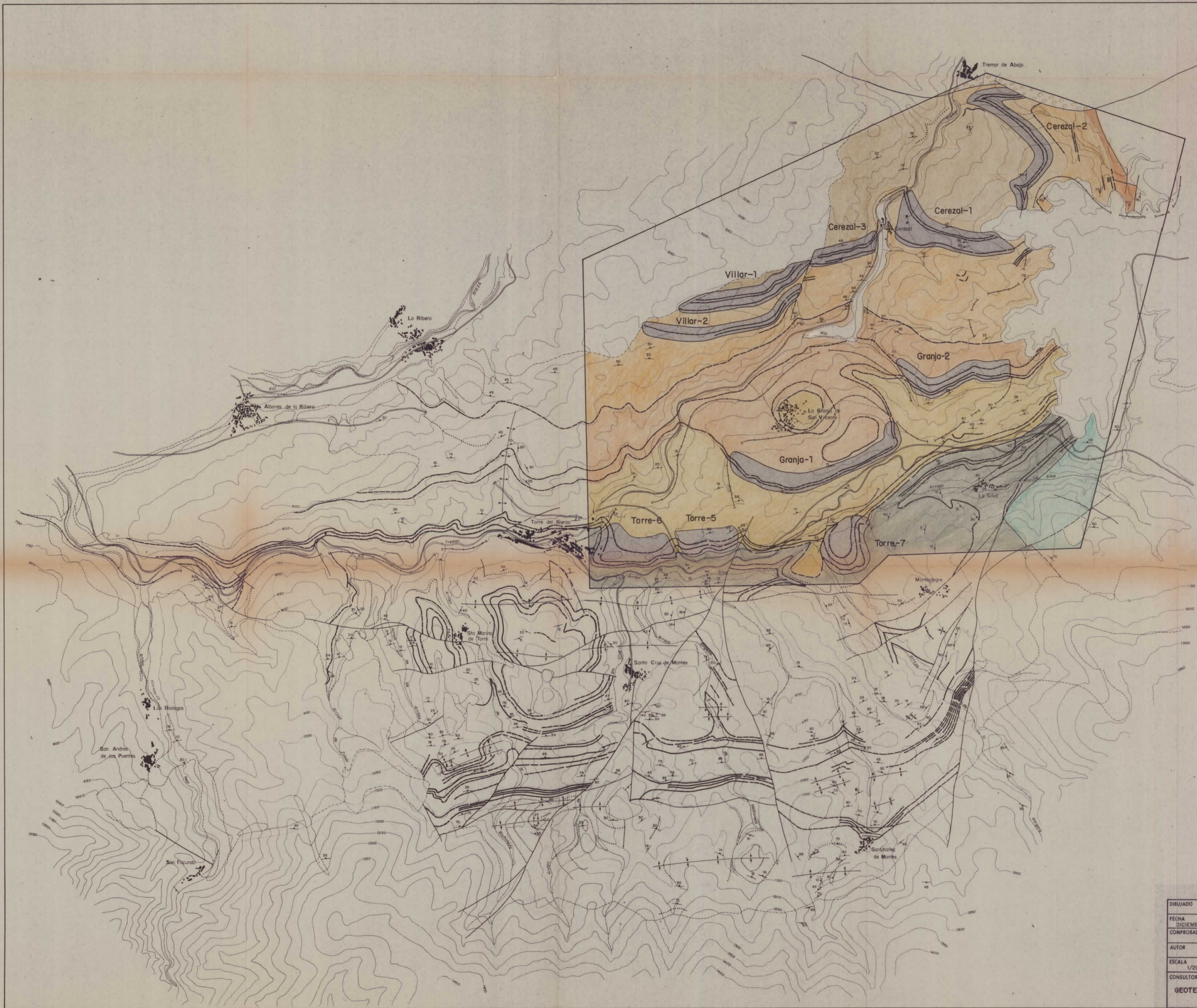
\*\*\*\*\*

COSTES PROPIEDAD.....104  
 RESERVAS DE CARBON.....141.134  
 ESTERIL A MOVER.....2.577.303  
 RATIO MEDIO.....18,26  
 COEFICIENTE DE EXPLOTABILIDAD.....1,00

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

\*\*\*\*\*

	VARIACION PORCENTUAL		VARIACION ABSOLUTA	
	-20	+20	-20	+20
	*****	*****	*****	*****
PRECIO DE VENTA	-27,86	27,86	101.809	180.460
CONT. CENIZAS	18,38	-18,38	167.074	115.195
COSTES MINEROS	27,67	-18,44	180.180	115.104
COSTES PROPIEDAD	0,63	-0,63	142.030	140.239
POTENCIA CAPAS	-36,68	45,02	89.367	204.672
BUZAMIENTO CAPAS	7,93	-3,95	152.328	135.560
ANCH. PAQUETE			141.134	141.134
PEND. TOPOGRAFICA	24,38	-16,16	175.550	118.326

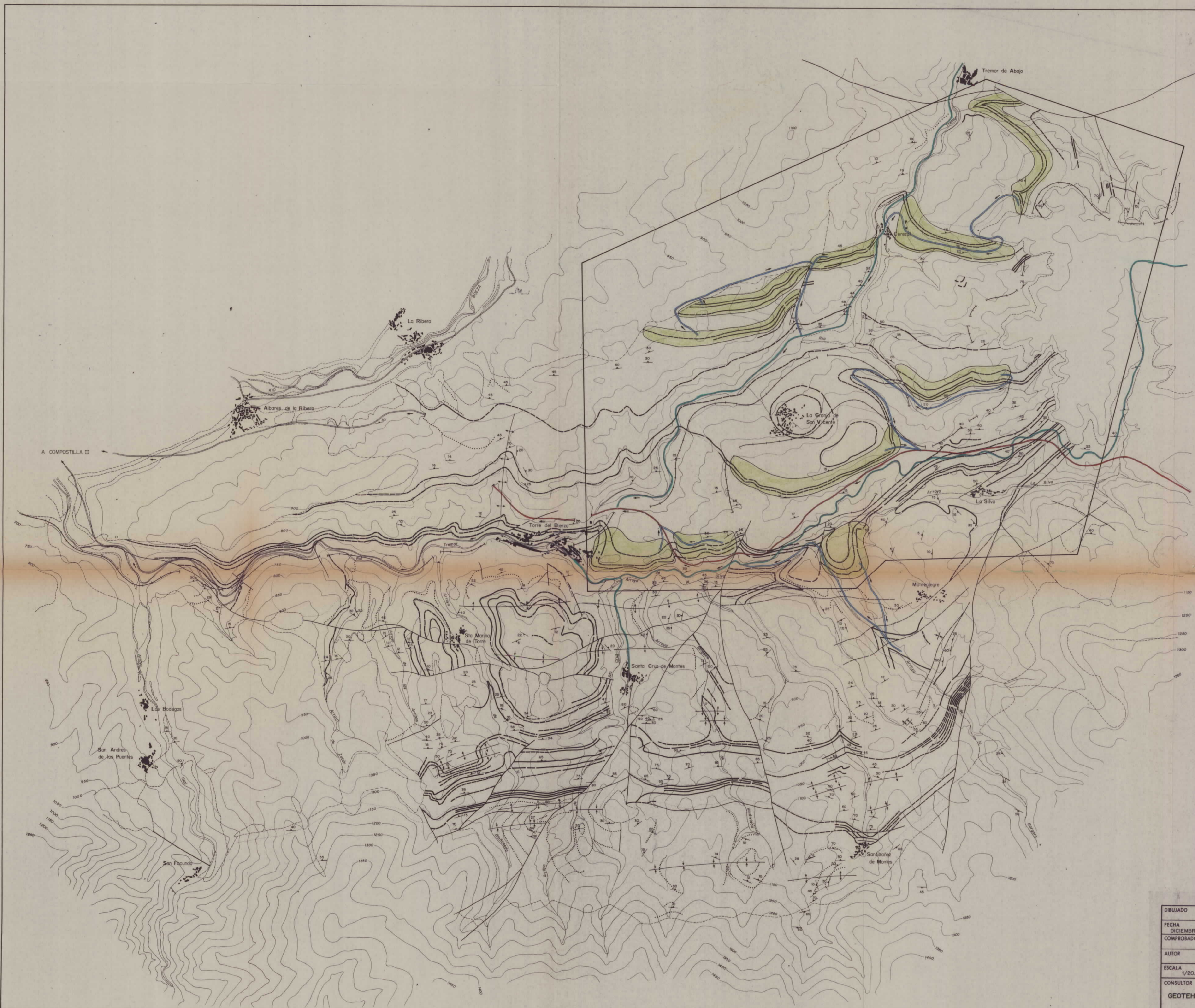


LEYENDA

CUATERNARIO	Aluvial	
	Coluvial	
	Terraza 5ª	
	" 4ª	
	" 3ª	
	" 2ª	
	" 1ª	
	Terciario	
	Carbonífero indiferenciado (Área TORENO-VALDESAMARIO)	
	Tramo Superior	
PALEOZOICO	Carbonífero (Estadío Superior)	
	" Constancia	
	" La Nueva	
	" Sorla	
	" Torre	
	" Chuchú-Navaleo	
	" Estrechos	
	" Anchos	
	Conglomerado Carbonífero	
	Brecha Carbonífera	
SILURI	Silúrico	
	Cuarcita de Vega	
ORDOVICICO	Formación Agüeira	a Facies pizarrosa b Facies cuarcíticas
	Pizarras de Lueza	
	Serie de los Cobos	

- Contacto normal
- Contacto discordante
- Contacto discordante supuesto
- Paso de Copa
- Paso de Copa probable
- Falla
- Falla supuesto
- ↑ ↑ Eje anticlinal
- ↓ ↓ Eje sinclinal
- ↗ ↘ Dirección y buzamiento
- ..... Línea estructural
- Área seleccionada

DIBUJADO	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA	
FECHA DICIEMBRE 1980 COMPROBADO	INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	
AUTOR	PROYECTO POTENCIAL DE CARBON A CIELO ABIERTO AREA DE TORRE-BEMBIERE	CLAVE
ESCALA 1/20.000		PLANO Nº
CONSULTOR GEOTEHC S.A.	SITUACION DE AREAS SELECCIONADAS	1

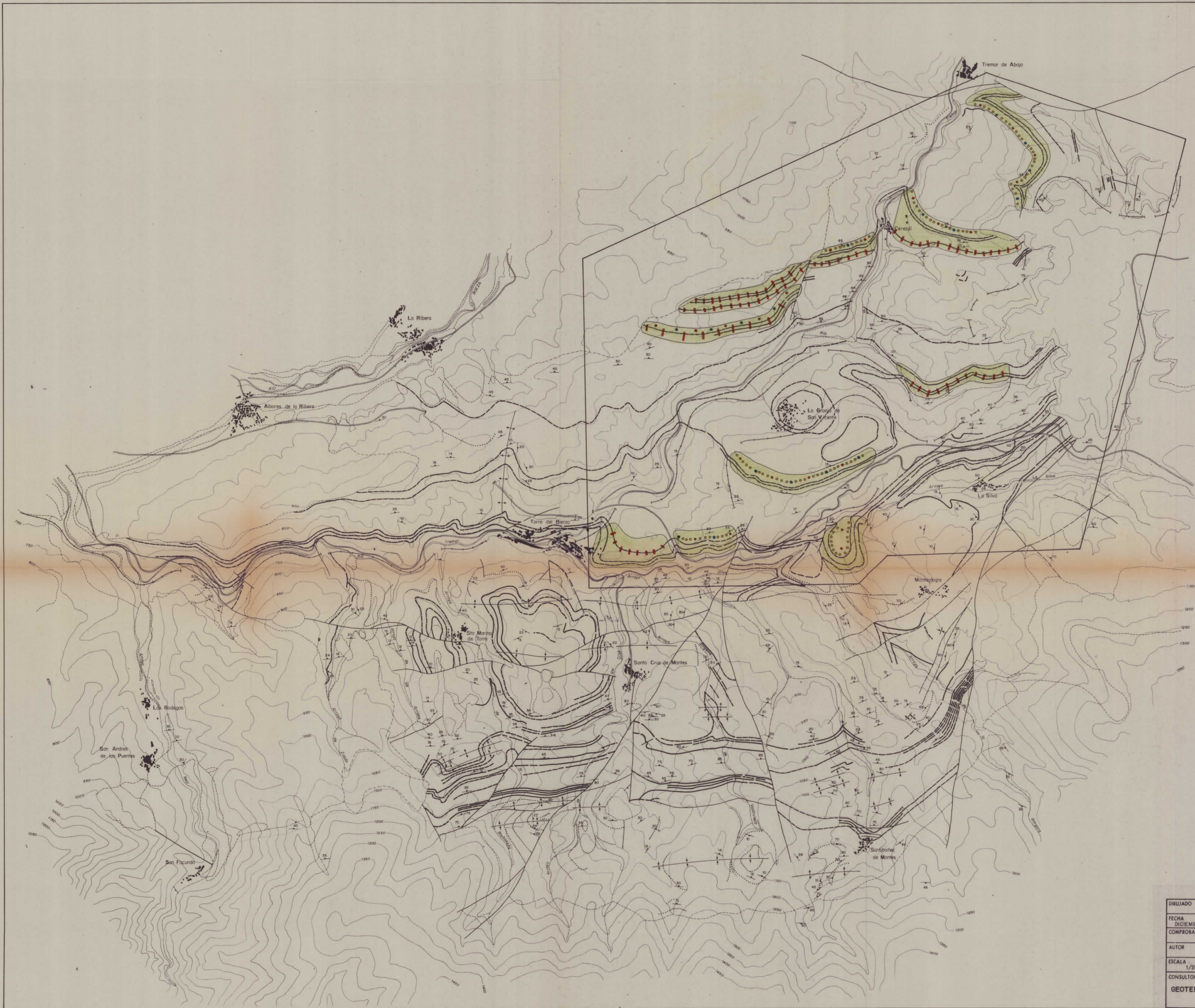


LEYENDA

CUATERNARIO	Aluvial
	Coluvial
	Terraza 5ª
	" 4ª
	" 3ª
	" 2ª
	" 1ª
	Terciario
	Carbonífero indiferenciado (Área TORENO-VALDESAMARIO)
	Tomo Superior
PALEOZOICO	Carbonífero (Estación Superior)
	Constancia
	La Nueva
	Sarita
	Torre
	Chuchú-Navalejo
	Estrechas
	Anchos
	Conglomerado Carbonífero
	Brecha Carbonífero
SILURI	Silúrico
	Cuarzo de Vega
PROTOZOICO	Formación Agüeira
	Pizarros de Luarca
	Serie de los Cabos

- 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
- Área seleccionada
- Via principal (Nacional VI)
- Via secundaria (Carreteras asfaltadas existentes en el área)
- Pistas de acceso a las áreas seleccionadas
- Dirección de movimiento del cartón

DIBUJADO	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA	
FECHA	DICIEMBRE 1980	
COMPROBADO	INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	
AUTOR	PROYECTO	CLAVE
ESCALA	POTENCIAL DE CARBON A CIELO	
CONSULTOR	ABIERTO AREA DE TORRE-BEMBIBRE	
GEOTECNIC S.A.	INFRAESTRUCTURA VIARIA	PLANO Nº
		2



LEYENDA

CUATERNARIO	Aluvial	
	Coluvial	
	Terraza 58	
	" 45	
	" 35	
	" 25	
	" 15	
	TERCIARIO	
	Carbonífero indiferenciado (Área TORENO-VALDESAMARIO)	
	Tramo Superior	
PALEOZOICO	Carbonífero (Estibaniense Superior)	
	" Constanza	
	" La Nueva	
	" Sorla	
	" Torre	
	" Chuchi-Navaleo	
	" Estrechos	
	" Anchas	
	Conglomerado Carbonífero	
	Brecha Carbonífera	
SILURI	Silúrico	
	Cuarzo de Vega	
PRÓDROMICO	Formación Agüeira a Facies pizarrosa	
	Pizarras de Luarca b Facies cuarcítica	
	Pizarras de Luarca	
	Serie de los Cabos	

- Contacto normal
- Contacto discordante
- Contacto discordante supuesto
- Paso de Copa
- Paso de Copa probable
- Falla
- Falla supuesto
- Eje anticlinal
- Eje sincinal
- 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	IGME
FECHA DICIEMBRE 1980	INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	
COMPROBADO		CLAVE
AUTOR	PROYECTO POTENCIAL DE CARBON A CIELO ABIERTO AREA DE TORRE-BEMBIBRE	PLANO Nº 3
ESCALA 1/20.000	INVESTIGACION DE DETALLE PROPUESTA	
CONSULTOR GEOTHEIC S.A.		