

DESARROLLO DE MODELOS DE
MINICORTAS DE CARBÓN PARA LA
REDUCCIÓN DEL IMPACTO
AMBIENTAL. LEÓN (ESPAÑA).



**PROGRAMA DE I+D DE LA COMUNIDAD ECONÓMICA DEL CARBÓN Y EL ACERO
(CECA), CONTRATO N° 7220PR036**

**DEVELOPMENT OF A COMPREHENSIVE MODEL FOR REDUCTION OF THE
ENVIRONMENTAL RISKS IN SMALL OPENCAST MINES**

El proyecto "DEVELOPMENT OF A COMPREHENSIVE MODEL FOR REDUCTION OF THE ENVIRONMENTAL RISKS IN SMALL OPENCAST MINES" se engloba en el Proyecto de Investigación "Reduction of Environmental Impact of Opencast Mining" en el marco del Programa de I+D de la Comunidad Económica del Carbón y del Acero (CECA), contrato nº 7220PR036 en el que participan además del IGME: ENDESA (España) como coordinador del Proyecto; RHEINBRAUN (Alemania); INERIS (Francia); IMCL, Universidad de Nottingham (Reino Unido); y GEOCONTROL (España) como Subcontratista Asociado al IGME.

En el proyecto han participado las siguientes personas:

Dirección del Proyecto:

- Daniel Baretino Fraile (IGME). Ingeniero de Minas

Equipo de trabajo:

- Julio Cesar Arranz Gonzalez (IGME). Ingeniero Agrónomo
- Margarita Lacal Guzman (IGME). Bióloga Ambiental
- Lucas Vadillo Fernández (IGME). Ingeniero de Minas

Por GEOCONTROL han colaborado:

- José Miguel Galera. Dr. Ingeniero de Minas
- Paloma Barón Hurtado Sola. Ingeniero de Minas
- Guillermo Martínez Ruiz. Geólogo
- Jesus del Olmo Zayas. Ingeniero de Minas
- Ricardo Carballo López. Ingeniero de Minas
- Fuentesanta Fernández Martín. Geólogo

TASK 20

ANÁLISIS Y DEFINICIÓN DE SITUACIONES TIPO

DEVELOPMENT OF A COMPREHENSIVE MODEL FOR REDUCTION OF THE ENVIRONMENTAL RISKS IN SMALL OPENCAST MINES

INTRODUCCIÓN.-

El término "minicortas" no se encuentra en la terminología minera universal, no es por tanto un concepto al uso, posiblemente, por la dificultad de definir una minería que no se realiza más que en aquellos países que no tienen grandes yacimientos de carbón que es lo mismo que decir capas regulares y de potencia considerable.

En este proyecto utilizaremos el concepto de minicortas para definir un tipo de minería a cielo abierto que explota aquellos recursos de carbón que no admiten o están cerca del límite de la transferencia de estériles. Por tanto, están condicionadas por factores geológicos estructurales o topográficos, otras veces por factores geográficos (ríos, arroyos, etc), límites de concesiones vecinas y en algún caso por infraestructuras de transporte. La experiencia viene determinando que la producción de carbón de estas minicortas se estima inferior a 50.000 toneladas de carbón.

La escasez de reservas, la amortización casi inmediata de las inversiones y la pequeña temporalidad de la explotación da lugar, en ocasiones, a una minería ilegal y la mayoría de las veces a una dudosa planificación tanto de la explotación como de la restauración. La consecuencia es el hueco de la propia explotación y su correspondiente escombrera, generalmente con formas que no permiten un aprovechamiento del suelo y en condiciones ambientales que producen graves impactos sobre el medio ambiente.

En este proyecto se estudia las condiciones que permitan un mejor aprovechamiento de las reservas de carbón así como una restauración que minimice el impacto ambiental y permita el aprovechamiento del uso del terreno.

El proyecto ha escogido dos cuencas carboníferas representativas; una situada en la región bioclimática Eurosiberiana (cuenca carbonífera de Villablino) y otra en la Región bioclimática Mediterránea (cuenca carbonífera del Bierzo).

METODOLOGÍA.-

El proyecto determina, mediante un inventario de campo, las tipologías existentes, caracterizando los factores geológicos, geotécnicos y ambientales de partida. Para la realización de esta fase se ha analizado la fotografía aérea a distintas escalas 1:40.000, 1:18.000 y 1:5.000 localizando todas las posibles minicortas o cortas a cielo abierto que tenían dimensiones en torno a los 800-200 m de longitud de dirección de la capa. Longitud máxima y mínima, que entendemos, es la que podría determinar la transferencia de estériles en la minería de la zona.

Una vez realizado el inventario se realiza un agrupamiento de tipologías con las mismas características, obteniendo las situaciones-tipo en función de características estructurales, geotécnicas, bioclimáticas y ambientales similares.

Se ha realizado un estudio de los modelos geométricos y se ha calculado (allí donde se ha podido obtener datos de potencias de capas de carbón) el ratio medio de las cortas.

A continuación se diseña el modelo geotécnico de estabilidad y por último realiza el diseño ambiental de cada una de las tipologías. Este último incluye las labores de remodelado del terreno; drenaje y estabilización; recuperación de un nuevo suelo soporte para la vegetación en huecos y escombreras; selección de especies vegetales en función de las características bioclimáticas y edafológicas; técnicas y métodos de revegetación; secuencia de operaciones y programas de restauración incluyendo un programa de seguimiento y control para cada una de las situaciones tipo.

TASK 20: ANALYSIS AND DEFINITION OF TYPE SITUATIONS OF SMALL OPEN PIT COAL (SOPC) EXPLOITATIONS.

INDICE

1.- SITUACIÓN GEOGRAFICA

2.- CLIMATOLOGÍA

2.1 Observatorios

2.2 Factores del clima

2.3 Elementos climáticos térmicos

2.4 Elementos climáticos hídricos

2.5 Evapotranspiración potencial

2.6 Balance hídrico

2.7 Índice climático

2.8 Índice de productividad asociada al clima

2.9 Clasificación climática de Thorthwaite

2.10 Clasificación climática de Rivas Martínez

2.11 Caracterización climática de las diferentes áreas de minicortas investigadas en la zona de estudio

Anejo I (tablas climáticas)

3.- HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA

4.- RESEÑA GEOLOGICA GENERAL

4.1 Cuenca carbonífera de Villablino

4.2 Cuenca carbonífera del Bierzo

5.- EDAFOLOGÍA

5.1 Unidad de Astorga

5.2 Unidad del Bierzo

5.3 Unidad Montañas de Luna

6.- VEGETACION

6.1 Vegetación potencial

6.2 Vegetación actual

6.3 Vegetación en el entorno de las áreas mineras estudiadas

7.- FAUNA

7.1 Especies amenazadas

8.- ESPACIOS NATURALES

8.1 Paisaje de la Sierra de Ancares

8.2 Paisaje Natural del Valle de San Emiliano

8.3 Red Natura 2000

8.4 Zonas Húmedas de Interés Especial

8.5 Actuaciones Recientes

9.- SITUACIONES TIPO DE MINERÍA

10.- CARACTERIZACIÓN Y TIPOLOGÍA MINERA

11.- CONCLUSIONES

ANEXO II. SITUACIONES TIPO DE MINICORTAS

BIBLIOGRAFÍA

TASK 20: ANALYSIS AND DEFINITION OF TYPE SITUATIONS OF SMALL OPEN PIT COAL (SPOC) EXPLOITATIONS

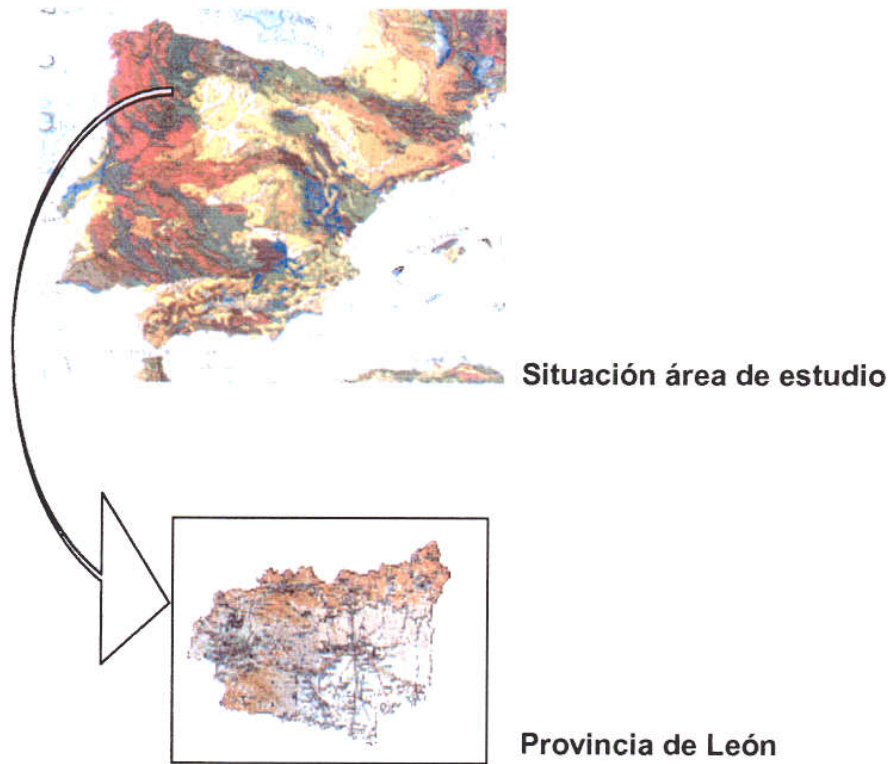
1.- SITUACIÓN GEOGRÁFICA.

Las dos cuencas carboníferas seleccionadas, Villablino y el Bierzo, se sitúan al noroeste de la Península Ibérica.

La cuenca de Villablino se encuentra entre las provincias de León y Asturias tiene forma alargada en dirección este-oeste con una distancia que supera los 33 km, con una anchura entre los 3 y 4 km. Toda la cuenca se sitúa a alturas superiores a los 1000 m, oscilando entre los 1000 m del fondo de valle, en Villablino, a los 2032 m del Pico Muxaven.

La cuenca carbonífera del Bierzo se extiende en dirección oeste (Fabero) a este (Valdesamario) con una derivación sur a la altura de Almagariños, siendo su longitud máxima de 48 km. Geográficamente se integra en la denominada Comarca del Bierzo, comarca con unas características geográficas, geomorfológicas y orográficas propias, situada al noroeste de la provincia de León. Geomorfológicamente el Bierzo es una cuenca terciaria rodeada de montañas, la altura oscila entre los 380 m del fondo de valle de Salas de la Ribera a los 2.111 m del monte Catoute.

En el mapa que aparece a continuación se muestra el área de estudio donde se encuadra este proyecto.



2.- CLIMATOLOGIA

2.1.- Observatorios

La zona de estudio se encuentra ubicada en un área en la que existe una distribución regular de estaciones, pero con una densidad relativamente baja. Algunas de las estaciones englobadas en la zona poseen series de datos muy cortas y con bastantes lagunas. Muchas de ellas, además, ya no son funcionales. Por ello, con objeto de encuadrar el clima de toda la zona de estudio, en una primera aproximación, se ha considerado suficiente seleccionar dos trabajos anteriores, de los que puede obtenerse información heterogénea pero complementaria.

Los datos correspondientes al primer trabajo han sido tomados de la publicación "Caracterización Agroclimática de la Provincia de León" (MAPA, 1991) y se adjuntan en el anejo presente al final de este apartado. Se trata de cinco observatorios que han sido seleccionados por su proximidad a la zona, y recogen datos suficientes para una caracterización agroclimática, a nivel regional, por lo que igualmente pueden servir para aproximarnos a la clasificación climática del territorio. Casi todos ellos reúnen series térmicas y pluviométricas suficientemente largas, habida cuenta de que suelen recomendarse períodos de observación mínimos de 30 y 15 años respectivamente. Los cinco observatorios quedan caracterizados en la TABLA IV.I.

TABLA IV. I
Datos relativos a las estaciones meteorológicas con series suficientes de datos (MAPA,1991)

ESTACION	CLAVE	TIPO	Nº AÑOS		PERIODO		COORDENADAS		
			T	P	T	P	LAT.	LON G.	ALT.
Barríos de Luna	D-704	TP	12	42	1946-57	1936-80	42-51	05-51W	1033
Villameca	D-728		43	50	1938-80	1931-80	42-39	06-04W	978
Murias de Paredes	D-710	P	--	36	--	1945-80	42-51	06-11W	1253
Piedrafita de Babia	N-539	P	--	25	--	1945-80	42-57	06-11W	1200
S. Martín de la Falamosa	D-714	P	--	36	--	1945-80	42-42	05-51W	1000

De la información aportada por estos observatorios es posible deducir cómo se produce la variación mes a mes de los parámetros climáticos.

Para una mejor caracterización del clima, se ha recogido información del "Atlas del Medio Natural de la Provincia de León" (ITGE, 1995). De aquí, se han extraído datos elaborados a partir de los de una serie de observatorios, la mayoría no funcionales actualmente, por lo que no es posible saber los

periodos de observación. Las características de los mismos se muestran en la TABLA IV. II.

TABLA IV. II
Datos relativos a estaciones meteorológicas extraídos del estudio sobre la provincia de León (ITGE, 1995)

ESTACION	CLAVE	TIPO	COORDENADAS		
			LAT.	LONG.	ALT.
	N-556	P	42-36	06-24	646
Brañuelas	D-730		42-38	06-12	1080
Caboalles de Abajo	N-544	P	42-57	06-24	1050
Cabrillanes	D-685	P	42-57	06-08	1250
Fabero	N-561E	TP	42-46	06-36	730
La Cueta	N-538O	P	43-01	06-11	1550
Lumajo	N-539O	P	42-59	06-15	1360
Meroy	N-539E	P	42-58	06-13	1280
Puerto de Leitariegos	N-542	TP	42-60	06-25	1525
Quintana de Fuseros	N-551	P	42-42	06-20	949
Riello	D-713	P	42-46	06-56	1043
Tremor de Arriba	N-553	P	42-43	06-13	950
Vega de Espinareda	N-562	P	42-43	06-39	629
Villablino	N-541	P	42-56	06-19	996
Villaseca de Lacia	N-540	P	42-57	06-15	1095

2.2.- Factores del clima.

A.- CONTINENTALIDAD

Entre los diversos índices que analizan el factor continentalidad, uno de los más utilizados es el Índice de Kerner. Dicho índice es el que mejor suele explicar la influencia marina en la Península Ibérica y viene expresado mediante la fórmula :

$$C_k = 100 \frac{(tm_x - tm_{IV})}{(tm_{12} - tm_1)}$$

Donde :

- C_k = Índice de Kerner
- tm₁₂ = Temperatura media del mes más cálido
- tm₁ = Temperatura media del mes más frío.
- tm_x = Temperatura media de octubre.
- tm_{IV} = Temperatura media abril.

Los resultados de aplicar la expresión anterior a los datos de los observatorios se muestran en la TABLA IV. III.

TABLA IV. III
Índice de Kerner

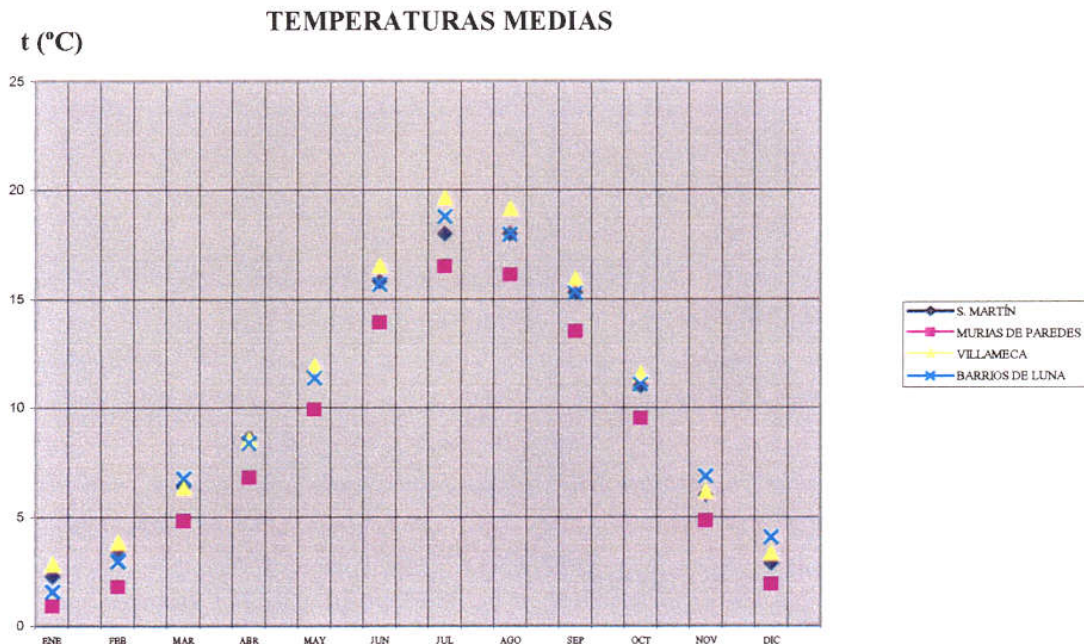
ESTACION	C _k	CALIFICACION
Barrios de Luna	15'7	Continental
Villameca	17'9	Continental
Murias de Paredes	17'3	Continental
Piedrafita de Babia	16'5	Continental
S. Martín de la Falamosa	14'8	Continental

La aplicación del Índice de Kerner a los observatorios seleccionados arroja valores comprendidos entre 14'8 y 17'9 que quedan incluidos dentro del intervalo definido por el autor para el clima **Continental**. Con seguridad, toda la zona de trabajo puede también definirse como **Continental** según Kerner.

2. 3.- Elementos climáticos térmicos

A.- VARIACIÓN DE LAS TEMPERATURAS A LO LARGO DEL AÑO

En el gráfico que sigue se puede observar la semejanza de la evolución de las temperaturas a lo largo del año en las cuatro estaciones representadas. Este modelo de evolución será semejante en toda la zona de estudio, aunque influenciado por la latitud, altitud y el complejo relieve.



B. PERÍODO FRÍO. HELADAS.

El análisis de las características y de las variaciones de los valores de la temperatura ha de contemplar como mínimo las temperaturas medias de máximas y de mínimas.

En la TABLA IV. IV. se muestran los datos, ya elaborados en la fuente, relativos a la duración de los períodos fríos de las estaciones termopluviométricas.

Se considera que un mes es **frío** cuando la temperatura media de mínimas no supera los 7° C (criterio de L. Emberger). Los meses que cumplen tal premisa se asocian con aquellos en los que existe riesgo de heladas.

TABLA IV. IV
Duración media del período frío ($t < 7^{\circ} \text{C}$)^{*}

ESTACION	Nº DE MESES	MESES
Barrios de Luna	8	OCT-MAY
Villameca	8	OCT-MAY

* : t = Temperatura media de mínimas

En cuanto a las heladas, la TABLA IV. V muestra las fechas de primera y última helada. En el período que queda fuera de estas fechas, el riesgo de que se alcancen temperaturas de helada es menor del 20 %.

TABLA IV.V
Fechas de primera y última helada ($t < 7^{\circ} \text{C}$)^{*}

ESTACION	PRIMERA HELADA	ULTIMA HELADA
Barrios de Luna	29-SEP	30-MAY
Villameca	24-SEP	1-JUN

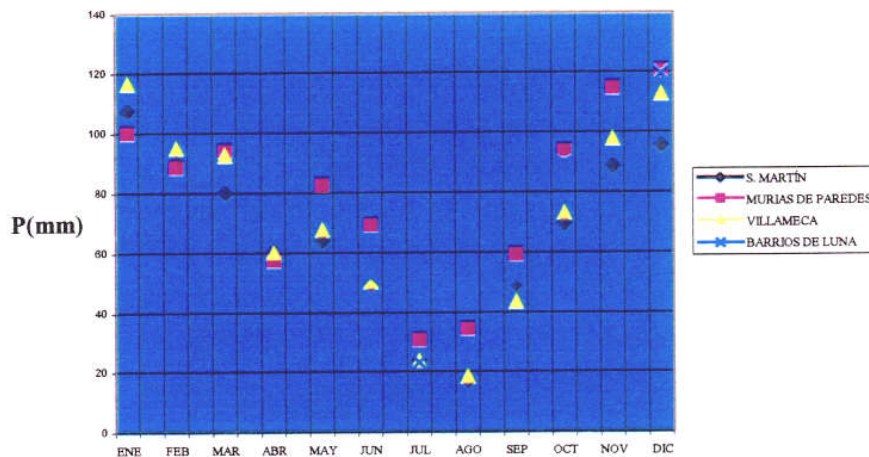
• : t = Temperatura media de mínimas

Como puede verse en las tablas anteriores, los resultados obtenidos, tanto para la duración media del periodo frío como para las fechas límites del periodo de heladas, son muy semejantes en ambas estaciones. Puede pensarse que en todas las áreas de nuestra zona situadas a altitudes semejantes la situación será parecida. Sin embargo, dentro de la zona existen importantes superficies situadas a mayor altitud y umbrías, en las que será posible esperar periodos fríos más prolongados, con periodos de helada que pueden abarcar todo septiembre y hasta mediados de junio inclusive.

2.4.- Elementos climáticos hídricos

Los datos pluviométricos abarcan a las estaciones termopluviométricas que hemos venido considerando hasta ahora, junto con las estaciones pluviométricas de Murias de Paredes y San Martín de la Falamosa. Los valores de precipitación se recogen al final de este apartado en el anejo adjunto al final de este apartado. La distribución de las precipitaciones medias mensuales puede observarse en el gráfico siguiente.

PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES



En el trabajo recogido en ITGE (1995) sólo se aportan datos de precipitaciones totales. Los mínimos se dan en Riello y Bembibre con 680 y 719 mm respectivamente, y los máximos en Caboalles y Leitariegos con 1759 y 1589 mm. Además de la altitud, se observa un gradiente de aumento de la precipitación total de SE a NW.

Volviendo a la gráfica anterior, se aprecia que la distribución mensual no sigue un modelo tan homogéneo como el de las temperaturas, por lo que, además de la altitud y posición latitudinal y longitudinal, debe existir una gran influencia de la orientación con respecto a las situaciones de viento en las épocas de lluvia.

De todas formas, si parece existir bastante semejanza cuando se considera la distribución estacional de las precipitaciones (TABLA IV. VI), a excepción de Murias de Paredes con un verano relativamente más húmedo.

TABLA IV. VI
Distribución Estacional de las lluvias en % sobre el total anual

ESTACION	INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO
Barrios de Luna	37'2	26'3	10'5	26'0
Villameca	38'0	26'0	10'8	25'2
Murias de Paredes	32'3	25'6	14'1	28'0
Piedrafita de Babia	37'1	24'0	11'9	27'0
S. Martín de la Famosa	36'9	25'7	11'3	26'1

2. 5.- Evapotranspiración potencial

Los datos de evapotranspiración potencial (ETP) mensual han sido obtenidos mediante el método de estimación de Thornthwaite.

El modelo de Thornthwaite es el único que se puede aplicar a todas las estaciones. Como es sabido, el método es simple y deja de tener en cuenta aspectos importantes como la humedad relativa del aire, pero son escasas las estaciones de nuestra geografía que registran regularmente este dato. En definitiva, a pesar de la simplicidad del método no podemos aplicar otro y, aunque sea difícil evaluar la calidad de los resultados con respecto a la realidad, permite la comparación entre observatorios y la clasificación climática.

En la TABLA IV.VII. aparecen los valores de la ETP mensual y anual.

TABLA IV.VII
ETP Mensual y Anual (Según Thornthwaite)

ESTACION	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
Barrios de Luna	4'8	9'9	30'0	42'3	66'5	96'5	118'6	105'4	76'5	48'9	24'4	13'2	637'0
Villameca	8'5	11'9	26'3	41'1	68'0	100'5	123'5	111'5	78'6	49'3	20'5	9'4	649'1
Murias de Paredes	3'9	7'8	25'4	39'4	64'3	91'3	109'0	99'0	72'1	46'5	20'2	7'7	586'6
Piedrafita de Babia	4'8	8'5	26'5	40'4	64'7	92'6	111'1	100'3	72'6	46'9	20'6	8'0	597'0
S. Martín de la Falamosa	7'3	11'0	28'6	43'5	68'9	97'6	117'2	105'7	76'5	48'5	21'1	9'0	634'9

Puede comprobarse, como es lógico, la semejanza que existe entre la variación de temperaturas y de ETPs al ser estas últimas en función exponencial de las primeras.

A la vista de los resultados se puede interpretar que la precipitación mensual supera siempre a la ETP salvo en los meses de junio a septiembre en

las estaciones de San Martín de la Falamosa y Villameca, y salvo en los meses de mayo a septiembre en Barrios de Luna y Piedrafita de Babia.

2. 6.- Balance hídrico

A partir de los datos de precipitación y evapotranspiración mensuales se han realizado los balances hídricos de las cuatro estaciones, siguiendo el **método directo** y tomando una reserva máxima de los suelos de 100 mm. Este método de cálculo permite la comparación entre observatorios, aunque evidentemente no se ajusta a la realidad en un punto concreto, en el que la textura del suelo, el espesor y la posición topográfica pueden variar la cantidad de agua que puede ser retenida y aportada por escorrentía. La reserva del suelo normalmente no será 100 mm, y la ETP puede ser mayor o menor debido a la exposición o al tipo de vegetación.

Los balances elaborados se muestran en forma de cuadro en el anejo que aparece al final del capítulo. Los parámetros que intervienen son :

- * P = precipitaciones
- * ETP = evapotranspiración media
- * PPA = pérdida potencial acumulada
- * R = reserva
- * VR = variación de la reserva
- * ETA = evapotranspiración actual o real
- * F = falta
- * Ex =exceso
- * D =drenaje

En la TABLA IV.VIII. se recogen los principales resultados obtenidos.

Se consideran como período seco aquel en el que $P_i + R_{i-1} - ETP_i < 0$, distinguiendo a su vez los meses "relativamente secos", en los que la falta no alcanza los 50 mm, y los "secos" en los que la falta iguala o supera los 50 mm.

TABLA IV.VIII.
Resultados de los Balances Hídricos

ESTACION	PERIODO SECO		Falta anual (mm)	Exceso anual(mm)
	Meses secos (F>50 mm)	Meses relativamente secos (F< 50 mm)		
Barrios de Luna	AGO	JUL y SEP	145'2	464'4
Villameca	JUL y AGO	SEP	178'3	382'1
Murias de Paredes	AGO	JUL y SEP	77'5	446'9
Piedrafita de Babia	AGO	JUL y SEP	90'7	596'9
S. Martín de la Falamosa	AGO	JUL y SEP	163'6	321'6

Como puede verse, Villameca es la estación con un período de falta de agua más intensa, seguida de San Martín. El período seco se extiende desde julio a septiembre en general para todos los observatorios, con mayor o menor intensidad.

En términos generales, toda la zona considerada se ve sometida a un período seco estival corto y poco intenso que seguramente es incapaz de anular la reserva de agua en el suelo en gran parte de la zona de estudio (zonas más elevadas y umbrosas), generándose un exceso de agua relativamente importante en invierno y primavera, ya que en otoño, como es normal, se produce la recuperación de la reserva.

2.7.-Índice climático

A. INDICE DE ARIDEZ DE DE MARTONNE

El índice de De Martonne viene definido por la expresión :

$$I_a = P/(t_m+10).$$

donde:

I_a = Índice de aridez

t_m = Temperatura media anual en °C

P = Precipitación media anual en mm.

El resultado de aplicar dicho índice a las estaciones que venimos estudiando se muestran en la TABLA IV. IX.

TABLA IV. IX
Índice de aridez de De Martonne

ESTACION	I_a
Barrios de Luna	47'6
Villameca	41'8
Murias de Paredes	52'0
Piedrafita de Babia	59'0
S. Martín de la Falamosa	39'6

Los valores que se obtienen al aplicar el Índice de Aridez de de Martonne están comprendidos dentro de la franja 30-60, por lo que todos los observatorios están en zona **Húmeda**, aunque Piedrafita se sitúa ya casi en zona **Perhúmeda**.

2.8.- Índice de productividad asociada al clima

A.- INDICE DE TURC.

Turc establece una correlación entre determinadas variables climáticas y la producción agrícola en un suelo bien labrado y fertilizado. El Índice de Turc se obtiene mes a mes, sumando los meses en los que un cultivo se desarrolla para obtener el valor relativo a ese cultivo. Aunque la relación producción-

índice es diferente para los distintos cultivos, el valor anual permite jerarquizar zonas en función de la capacidad productiva.

$$CA = F_t \cdot F_h \cdot F_s \text{ (en secano)}$$

$$CA = F_t \cdot F_h \text{ (en regadío)}$$

donde :

F_t = Factor térmico

F_h = Factor solar

F_s = Factor sequedad

Los valores del índice para las dos posibilidades (secano y regadío), obtenidos de la fuente citada al principio del capítulo (MAPA, 1991), se muestran en la TABLA IV. X.

TABLA IV. X
Indice de Turc

NOMBRE	SITUACION	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
Barrios de Luna	Secano	0'0	0'0	0'4	1'8	4'7	6'4	0'7	0'0	2'6	2'2	0'1	0'0	18'8
	Regadío	0'0	0'0	0'4	1'8	4'7	6'4	6'8	5'9	4'3	2'2	0'1	0'0	32'6
Villameca	Secano	0'0	0'0	0'0	0'7	4'8	6'5	0'0	0'0	1'3	2'2	0'0	0'0	15'6
	Regadío	0'0	0'0	0'0	0'7	4'8	6'5	6'6	6'0	4'4	2'2	0'0	0'0	31'4
Murias de Paredes	Secano	0'0	0'0	0'0	0'0	2'3	5'9	4'3	0'7	3'2	0'9	0'0	0'0	17'3
	Regadío	0'0	0'0	0'0	0'0	2'3	5'9	6'3	5'5	4'0	0'9	0'0	0'0	24'9
Piedrafitas de Babia	Secano	0'0	0'0	0'0	0'0	2'4	6'0	3'9	0'6	3'0	0'9	0'0	0'	16'8
	Regadío	0'0	0'0	0'0	0'0	2'4	6'0	6'5	5'6	4'0	0'9	0'0	0,	25,4
S. Martín de la Falamosa	Secano	0'0	0'0	0'1	1'6	4'8	6'4	0'0	0'0	1'6	2'2	0'0	0'0	16'7
	Regadío	0'0	0'0	0'1	1'6	4'8	6'4	6'4	5'9	4'3	2'2	0'0	0'0	31'6

Para la zona de estudio se pueden asignar unos valores máximos aproximados del Índice de Turc de 17 en secano y 31 en regadío. En secano existen limitaciones importantes para la producción derivadas del largo periodo frío y, en menor medida, por el corto estío que en muchas áreas elevadas y umbrosas será inapreciable. De hecho, por efecto del frío, los beneficios de la puesta en riego sólo se perciben en los meses de julio, agosto y septiembre.

2.9.- Clasificación climática de Thorthwaite

Esta clasificación parte de los resultados de los balances hídricos realizados por el método directo y con reserva máxima de 100 mm.

Establece tres índices definidos según las siguientes expresiones :

- Índice de humedad

$$I_h = \frac{100}{ETP_{anual}} \cdot E_{X_{anual}}$$

- Índice de aridez

$$I_a = \frac{100}{ETP_{anual}} \cdot F_{anual}$$

- Índice de humedad global

$$I_m = I_h - 0'6 I_a$$

Los valores de estos índices se muestran en la TABLA IV. XI.

TABLA.IV. XI.
Indices utilizados en la Clasificación de Thornthwaite

ESTACION	I_h	I_a	I_m
Barrios de Luna	72'9	22'8	59'2
Villameca	58'9	27'5	42'4
Murias de Paredes	76'2	13'2	68'3
Piedrafita de Babia	100'0	15'2	68'3
S. Martín de la Falamosa	50'7	25'8	35'2

A partir de los valores de los índices se define el **tipo de humedad** (TABLA.IV.XII).

TABLA IV. XII
Tipo de humedad según Thornthwaite

ESTACION	TIPO	DESCRIPCION	CONDICION
S.Martín de la Falamosa	B₁	Húmedo	I_m entre 20 y 40
Barrios de Luna, Villameca	B₂	Húmedo	I_m entre 40 y 60
Piedrafita de Babia	B₄	Húmedo	I_m entre 80 y 100
Murias de Paredes	B₃	Húmedo	I_m entre 60 y 80

En función del valor de I_h se define la **variación estacional de la humedad**. En todas las estaciones el tipo relativo a este aspecto es "s", con **falta de agua estival moderada**, salvo Murias de Paredes y Piedrafita que es "r", con **falta de agua pequeña o nula**.

A partir de los valores de ETP se definen nuevos tipos que valoran la **eficacia térmica**. Con un valor de ETP comprendido entre 570 y 712 mm, el tipo es "B₁" **mesotérmico** en todos los observatorios.

Según la **concentración de la eficacia térmica en el verano** (porcentaje de la ETP veraniega respecto al total anual), tenemos que todas las estaciones son de tipo "b₄'".

Si definiéramos la zona de estudio a partir de estos observatorios, ésta debe calificarse como de clima **húmedo** (variable entre los tipos B₁ y B₄ con **falta de agua estival** que va de **moderada a pequeña o nula**, **mesotérmico** y con **baja concentración estival de la eficacia térmica**).

Esta información es, en cierto modo, insuficiente para entender la relación entre clima y medio si se considera la complejidad orográfica de la zona de estudio. Por ello, a partir de aquí, se irá dando más peso a los argumentos bioclimáticos derivados de los trabajos sobre la provincia de León citados al principio (ITGE, 1995).

2.10.- Clasificación bioclimática de Rivas Martínez

Siguiendo los criterios de esta clasificación, el carácter mediterráneo se establece a través de los **índices de mediterraneidad**.

Estos son :

$$- Im_1 = \frac{\text{ETP julio}}{\text{P julio}}$$

$$- Im_2 = \frac{\text{ETP julio + agosto}}{\text{P julio + agosto}}$$

$$- Im_3 = \frac{\text{ETP junio+julio+agosto}}{\text{P junio+julio+agosto}}$$

Cuando $Im_1 > 4'5$, $Im_2 > 3'5$ e $Im_3 > 2'5$ en la misma localidad, nos encontramos en la Región Mediterránea. Esto, como era de esperar, no ocurre en todas las estaciones analizadas (TABLA IV.XIII), perteneciendo ya Murias de Paredes y Piedrafita de Babia a la **Región Eurosiberiana**.

TABLA IV.XIII.
Indices de Mediterraneidad

ESTACION	Im_1	Im_2	Im_3
Barrios de Luna	5'1	4'7	3'2
Villameca	5'2	5'6	3'6
Murias de Paredes	3'5	3'2	2'2
Piedrafita de Babia	3'4	3'2	2'3
S. Martín de la Falamosa	4'9	5'5	3'6

No es posible, a partir de los datos climáticos utilizados, delimitar exactamente las regiones Mediterránea y Eurosiberiana. Sin embargo, la importancia que esta delimitación puede tener dentro de la zona para la caracterización del medio y la propuesta de medidas correctoras obliga a ampliar la información a partir de los trabajos sobre la provincia de León (I.T.G.E., 1995).

La separación entre las dos regiones y en relación con las diferentes explotaciones estudiadas puede verse en las figuras que más adelante se adjuntan.

- **Termoclima**

El termoclima viene definido por los pisos bioclimáticos, los cuales se ordenan en una cliserie que pueden ser altitudinal o latitudinal.

Las divisiones entre pisos bioclimáticos se delimitan en función del valor que adquiere el llamado **índice de termicidad**. Dicho índice se deduce de la expresión:

$$I_t = (T_1 + t_1 + tm) * 10$$

donde :

T_1 = temperatura media de máximas del mes más frío
 t_1 = temperatura media de mínimas del mes más frío
 tm = temperatura media anual

Los valores que toman estos parámetros aparecen en la TABLA IV.XIV.

TABLA IV.XIV.
Parámetros que definen el termoclima en las estaciones de la zona según ITGE(1995)

NOMBRE	Nº Años	tm	t₁	T₁	It	HORIZONTES
Fabero	27	12,4	-0,5	9,1	210	Mesomed. Superior
Leitariegos	25	5,0	-5,6	3,7	27	Subalpino inferior
Bembibre	32	12,5	1,4	7,7	215	Mesomed. Superior
Brañuelas	21	10,1	-2,0	7,1	152	Supramed. Medio
Cabrillanes	32	7,6	-4,6	4,9	79	Altimontano
Espina de Tremor	21	9,4	-2,6	6,5	132	Supramed. Medio
Meroy	12	7,1	-2,4	2,8	74	Altimontano
Noceda del Bierzo	32	11,5	0,6	6,9	189	Supramed. Inferior
Piedrafita de Babia	32	7,9	-4,4	5,1	86	Altimontano
Quintana de Fuseros	32	11,0	0,2	6,5	176	Supramed. Inferior
Quintanilla de Babia	32	7,4	-4,7	4,8	73	Altimontano
Vega de Espinareda	27	12,6	-0,4	9,2	213	Mesomed. Superior
Villablino	25	7,7	-3,5	5,8	97	Altimontano
Villaseca de Lacia	25	7,2	-3,9	5,4	84	Altimontano



Mapa termoclimático

LEYENDA		
HORIZONTES		
		ft
1	Mesomediterráneo superior	256 a 210
2	Supramediterráneo inferior	209 a 164
3	Supramediterráneo medio	162 a 120
4	Supramediterráneo superior	119 a 70
5	Oromediterráneo	64 a 10
6	Cólimo superior (Submontano)	244 a 180
7	Montano medio (Mesomontano)	179 a 115
8	Montano superior (Altimontano)	114 a 50
9	Subalpino	49 a 20
10	Alpino	51 a 110

LEYENDA		
Zona	Subzona	Nombre de la explotación
A - Bierzo	A.1 Oriental (Vulcanario)	- Inapensada I y otras - Inapensada I
	A.2 Central (Nocedo-Santa Cruz)	- Amical de Arlanza - El Porvenir
	A.3 Sur (Torre-Ambre)	- C-25 - Brihuegas
	A.1 Occidental (Fabeiro-Matarrosa)	- Forlota - Paisos Rocosos
	B - Villablano	B.1 Villablano

***Ombroclima**

Dentro de cada piso bioclimático se puede establecer ombroclimas en función de la precipitación anual. En la zona de estudio las variaciones en altitud, posición y exposición, dan lugar a una variación importante en cuanto a la cantidad de agua proporcionada a la vegetación.

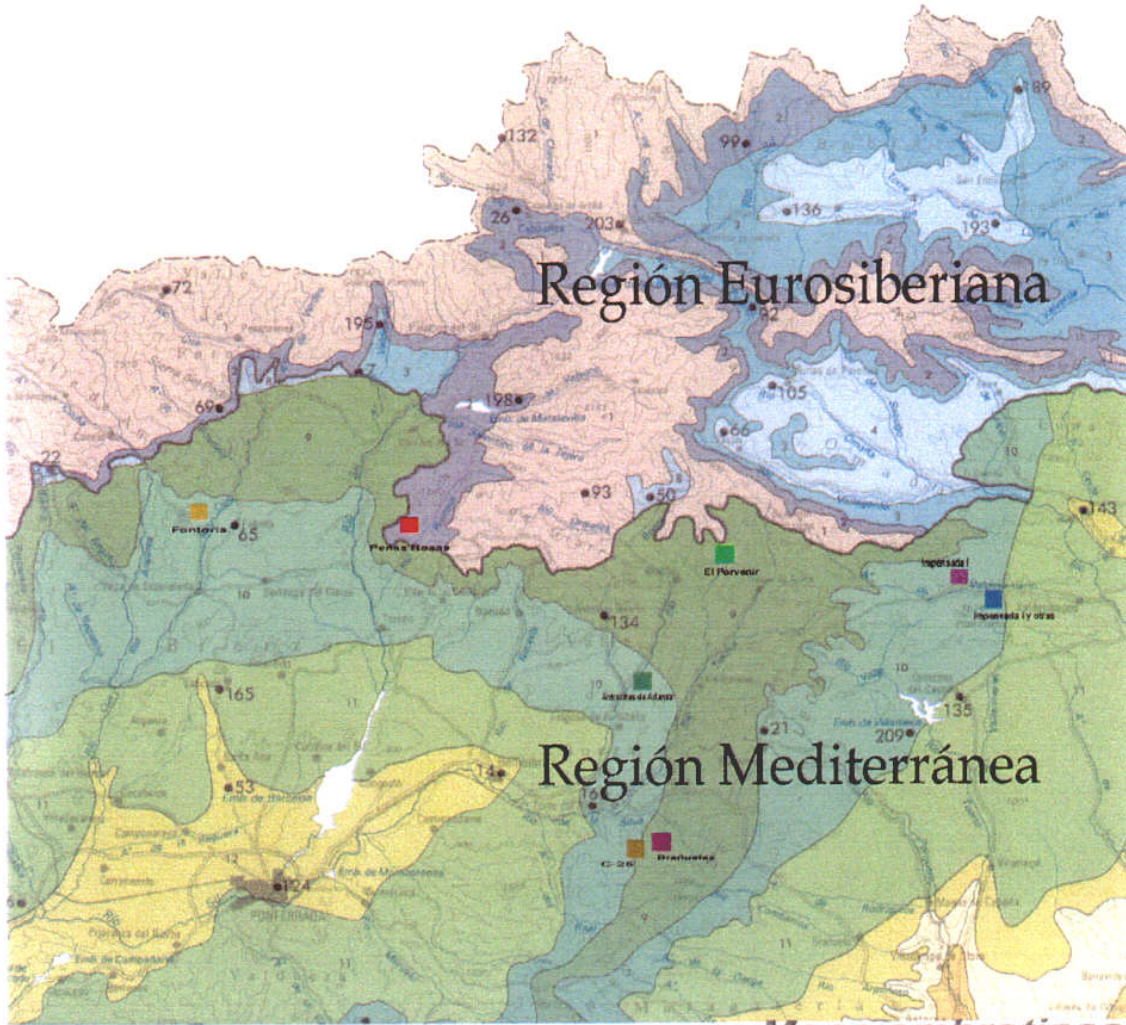
En la TABLA IV. XV se muestran los valores de precipitación que sirven para definir los ombrotipos dentro de la zona.

TABLA IV.XV.

Parámetros que definen el ombroclima en las estaciones de la zona según ITGE(1995)

ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA	(mm)	
Bembibre	719	Subhúmedo inferior
Brañuelas	998	Subhúmedo superior
Caboalles de Abajo	1759	Hiperhúmedo
Cabrillanes	1003	Húmedo inferior
Fabero	921	Subhúmedo superior
La Cueta	1349	Húmedo superior
Los Barrios de Luna	961	Húmedo inferior
Lumajo	1374	Húmedo superior
Meroy	1272	Húmedo superior
Puerto de Leitariegos	1589	Hiperhúmedo
Quintana de Fuseros	1164	Húmedo inferior
Riello	680	Subhúmedo inferior
Tremor de Arriba	1189	Húmedo inferior
Vega de Espinareda	932	Subhúmedo superior
Villablino	1437	Hiperhúmedo
Villaseca de Laciaana	1162	Húmedo medio

En la figura que aparece a continuación se visualiza la distribución de ombrotipos dentro de la zona.



Mapa ombrotipos

LEYENDA

OMBROTIPOS	Perímetro	OMBROTIPOS	Perímetro
Región Eurosiberiana			
1	1140	1	1011-1400
2	1235-1413	2	1001-1300
3	1256-1325	3	898-1000
4	931-1065	4	734-865
5	715-819	5	601-715
Región Mediterránea			
6	111-632	6	375-630
7	1401-1600	7	436-715
		8	352-435

LEYENDA

Zona	Subzona	Nombre de la explotación
A.-Bierzo	A.1 Oriental (Valdesamario)	Impensada 1 y otras Impensada 1
	A.2 Central (Noceda-Santa Cruz)	Antuercas de Arlanza El Porvenir
	A.3 Sur (Torre-Bembibre)	-C-75 -Brantuelas
	A.4 Occidental (Fabero-Matorrosa)	-Fontoria -Peñas Rosas
B.-Villabino	B.1 Villabino	Lumajo Caja siete Ragabada y otras Miranda

● nº de estación meteorológica

2.11.- Caracterización climática de las diferentes áreas de minicortas investigadas en la zona de estudio.

A.- ÁREA DE VILLABLINO

El Área de Villablino es la situada más al norte de toda la zona de estudio y se enclava en la Región Eurosiberiana.

El clima es continental, con un periodo frío que supera con seguridad los nueve meses y las heladas son posibles entre septiembre y junio. Las minas inventariadas están entre los 1300 y 1400 m en las proximidades de Piedrafita de Babia (tm anual de 7,9 °C a 1200 m) y alrededor de los 1600 m en el paraje de Lumajo, por encima, Villaseca de Laciana (con tm anual de 7,2 °C a 1095 m), por lo que el frío y la duración de los periodos de helada se pueden convertir en importantes factores limitantes para la actividad vegetal en todo este territorio.

Este razonamiento incrementa su validez en el entorno de la población de Villablino, con 7,7 °C de temperatura media anual a 996 m de altura. Se aprecia, tal y como han destacado las opiniones vertidas tradicionalmente, una mayor benignidad climática en Babia comparativamente con Laciana. De ella se benefician los parajes mineros cercanos a Piedrafita de Babia (Carrasconte, Veguillena o Regalada).

Todas las explotaciones visitadas se sitúan en el piso Montano Superior, con índice de termicidad inferior a 114, aunque Lumajo se aproxima ya al piso Subalpino.

En cuanto a las precipitaciones, estas pueden variar entre los aproximadamente 1000 mm anuales de Cabrillanes hasta los 1600-1700 mm en las zonas más altas y occidentales.

Parece existir una disminución de la precipitación de Oeste a Este, alcanzándose los 1400 mm de precipitación anual en el entorno de Villablino y predominando los territorios situados en los pisos Húmedo superior e Hiperhúmedo, mientras que en el entorno de Piedrafita de Babia se alcanzan los 1200 mm con predominio en superficie de terrenos situados en los pisos Húmedo inferior y Húmedo medio.

La estación más húmeda es el invierno, recibándose en otoño y primavera aproximadamente la misma cantidad de lluvia.

La evapotranspiración anual no alcanza los 600 mm en toda el área. El balance hídrico teórico arroja una falta de agua estival insignificante o nula, con exceso importante en invierno y primavera. Sólo en el extremo más oriental de este área (Piedrafita de Babia) se puede considerar seco el mes de agosto y relativamente secos julio y septiembre, siendo la falta anual pequeña.

B.- ÁREA DE VALDESAMARIO

El Área de Valdesamario está situada al este, dentro de la zona de estudio, y se enclava en la Región Mediterránea. Desde el punto de vista minero se incluye en la zona denominada Bierzo Oriental, aunque geográficamente puede independizarse de la denominada comarca de El Bierzo. Es un valle, el del río Valdesamario, relativamente abierto y cuyas aguas vierten a la cuenca del Duero, a diferencia de todas las demás áreas estudiadas que se sitúan en la cuenca del río Sil. Existen dos estaciones próximas que son Villameca y San Martín de la Falamosa, ambas situadas aproximadamente a 1.000 metros de altitud.

Las explotaciones seleccionadas en este área se sitúan a 1100 m de altitud, por lo que el clima que las caracteriza no ha de ser muy distinto del de las estaciones próximas. En otras situaciones posibles, a mayor altura o en

umbría más marcada, es previsible mayor humedad y mayor incidencia de las bajas temperaturas.

En las dos estaciones seleccionadas son posibles las heladas entre finales de septiembre y finales de mayo con un periodo frío de ocho meses. El clima es continental.

La precipitación anual oscilará previsiblemente entre los 800 y los 900 mm en el entorno de las explotaciones estudiadas. La estación más húmeda es el invierno seguida de la primavera y el otoño que se reparten aproximadamente la misma cantidad de agua.

La ETP anual puede alcanzar los 650mm anuales y el balance hídrico arroja un exceso invernal y una falta anual que puede alcanzar los 178 mm en Villameca, pudiéndose considerar meses relativamente secos julio y septiembre en todo el entorno de las explotaciones y seco el mes de agosto, dando lugar a un periodo seco moderado, propio del clima Mediterráneo húmedo.

Las explotaciones se sitúan en el piso Supramediterráneo a caballo entre los ombrotipos Subhúmedo medio y superior.

C.- ÁREA DE EL BIERZO

Todas las demás áreas investigadas se encuentran en situaciones de media montaña, en las sierras que circundan la denominada hoyo de El Bierzo. Por su situación geográfica, El Bierzo es claramente una zona de transición entre el mundo mediterráneo y el eurosiberiano, participando de las características propias de uno y otro a lo que hay que añadir necesariamente las diferencias derivadas de la topografía. En la hoyo de El Bierzo se acusan unas características propias del clima mediterráneo de interior, pero con mínimas más altas. Las precipitaciones son más abundantes que en la llamada

España seca, superando los 600 mm. Por estas particularidades se habla también del micro-clima berciano, siendo susceptible en este caso de ser calificado como un clima semihúmedo con unas temperaturas medias más benignas que las del clima mediterráneo fuertemente continentalizado de la Meseta.

En todo el entorno montañoso de El Bierzo se dan unas características comunes dentro de la variedad: precipitaciones por encima de los 900 mm anuales, superándose los 1.300 mm en las zonas más montañosas del oeste, con abundantes días de nieve. Las precipitaciones son mayores en el oeste que en el este. La temperatura media anual es baja: en torno o inferior a los 10 ° C, con grandes oscilaciones térmicas diarias y estacionales.

Todas las diferencias climáticas apreciables en este área están muy claramente gobernadas por las diferencias en altitud, dando lugar a una zonificación espacial del termoclima y del ombroclima que sigue un modelo de halos alrededor de la hoya. De este modo, se pasa de una duración de seis meses del periodo frío en Bembibre a los ocho meses en Villameca, pudiendo ser superior en zonas más elevadas próximas a las sierras de Ancares y Gistredo, las cuales suponen avanzadillas del mundo Eurosiberiano sobre el Mediterráneo.

Todas las explotaciones de este área se sitúan en el piso Supramediterráneo, estando Peñas Rosas y El Porvenir casi en contacto con el piso Montano superior por encima de los 1200 m.

La precipitación anual oscilará previsiblemente entre los 700 y los 1200 mm en el entorno de las explotaciones estudiadas. La estación más húmeda es el invierno seguida de la primavera y el otoño que se reparten aproximadamente la misma cantidad de agua.

La ETP anual puede superar los 650 mm anuales en las proximidades de Bembibre y el balance hídrico arroja un exceso invernal y una falta anual que puede alcanzar los 178 mm en Villameca, pudiéndose considerar meses relativamente secos julio y septiembre en todo el entorno de las explotaciones y seco el mes de agosto, dando lugar a un periodo seco de moderado a inapreciable. Todas ellas están cerca de la isoyeta de los 1000 mm anuales que separa el ombrotipo Húmedo inferior y medio.

ANEJO I

TABLAS CLIMÁTICAS

ANEJO AL CAPITULO 2

CLIMATOLOGIA

(TABLAS DE DATOS CLIMATOLOGICOS)

TEMPERATURAS, ESTACION DE BARRIOS DE LUNA

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
T'a	12'1	15'1	18'5	20'6	24'2	30'9	33'4	31'9	29'1	23'6	18'5	15'1	30'3
T	6'2	7'6	11'7	13'6	17'3	22'8	26'4	25'3	22'3	16'9	11'8	8'4	15'9
tm	1'6	3'0	6'8	8'4	11'4	15'7	18'8	18'0	15'3	11'1	6'9	4'1	10'1
t	-3'0	-1'5	1'8	3'3	5'5	8'6	11'1	10'7	8'4	5'4	2'0	-0'1	4'4
t'a	-10'5	-8'3	-3'7	-1'6	-0'5	4'0	6'6	6'3	3'6	0'8	-3'1	-4'8	-7'4

T'a = Temperatura media de máximas absolutas
 T = Temperatura media de máximas
 tm = Temperatura media
 t = Temperatura media de mínimas
 t'a = Temperatura media de mínimas absolutas

TEMPERATURAS, ESTACION DE VILLAMECA

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
T'a	13'4	15'1	18'9	23'1	27'9	32'5	34'7	34'1	31'2	25'3	18'5	14'3	35'6
T	7'3	8'6	12'0	15'0	18'7	24'3	28'4	27'9	24'1	18'0	11'4	8'0	17'0
tm	2'8	3'8	6'3	8'5	11'9	16'5	19'6	19'1	15'9	11'5	6'1	3'3	10'4
t	-1'6	-1'0	0'5	2'0	5'1	8'7	10'8	10'3	7'8	5'0	0'9	-1'5	3'9
t'a	-8'1	-7'4	-4'7	-3'1	-1'0	3'0	5'0	5'1	2'5	-0'5	-4'6	-7'6	10'1

T'a = Temperatura media de máximas absolutas
 T = Temperatura media de máximas
 tm = Temperatura media
 t = Temperatura media de mínimas
 t'a = Temperatura media de mínimas absolutas

TEMPERATURAS MEDIAS ASIGNADAS A LA ESTACION DE MURIAS DE PAREDES

	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
0'9	1'8	4'8	6'8	9'9	13'9	16'5	16'1	13'5	9'5	4'8	1'9	8'4

TEMPERATURAS MEDIAS ASIGNADAS A LA ESTACION DE S. MARTIN DE LA FALAMOSA

	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
2'3	3'3	6'4	8'6	11'7	15'8	18'5	18'0	15'3	11'0	6'0	2'9	10'0

VALORES DE LA PRECIPITACION MEDIA MENSUAL

ESTACION	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Barrios de Luna	130'6	105'0	103'3	76'0	72'0	52'3	23'4	24'4	51'7	89'7	108'0	119'8
Villameca	116'5	95'2	92'5	60'0	67'8	50'2	23'9	18'4	43'5	73'3	98'0	112'7
Murias de Paredes	100'1	88'6	94'2	57'4	82'6	69'3	30'7	34'5	59'4	93'9	114'7	120'6
S. Martín de la Falamosa	107'2	90'0	79'9	60'3	63'7	49'0	23'6	16'9	49'1	69'4	88'4	95'4

VALORES DEL PORCENTAJE DE PRECIPITACION MEDIA ESTACIONAL

ESTACION	I	P	V	O
Barrios de Luna	37'2	26'3	10'5	26'0
Villameca	38'0	26'0	10'8	25'2
Murias de Paredes	32'3	25'6	14'1	28'0
S. Martín de la Falamosa	36'9	25'7	11'3	26'1

BALANCE HIDRICO (Método directo)
ETP según THORNTHWAITE

Estación : Barrios de Luna

Rmáx : 100 mm

	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	AÑO
	89'7	108'0	119'8	130'6	105'0	103'3	76'0	72'0	52'3	23'4	24'4	51'7	956'2
ETP	48'9	24'4	13'2	4'8	9'9	30'0	42'3	66'5	96'5	118'6	105'4	76'1	637'0
	40'8	83'6	106'6	125'8	95'1	73'3	33'7	5'5	-44'2	-95'2	-81'0	-24'8	319'2
PPA									44'2	139'4	220'4	245'2	
R	40'8	100	100	100	100	100	100	100	55'8	0	0	0	
VR	40'8	59'2	0	0	0	0	0		-44'2	-55'8	0	0	
ETA	48'9	24'4	13'2	4'8	9'9	30'0	42'3	66'5	96'5	79'2	24'4	51'7	491'8
F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39'4	81'0	24'8	145'2
Ex	0	24'4	106'6	125'8	95'1	73'3	33'7	5'5	0	0	0	0	464'4
D		12'2	23'8	74'8	85'0	79'1	56'4	31'4					

BALANCE HIDRICO (Método directo)
ETP según THORNTHWAITE

Estación : Villameca

Rmáx : 100 mm

	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	AÑO
	73'3	98'0	112'7	116'5	95'2	92'5	60'6	67'8	50'2	23'9	18'4	43'5	852'6
ETP	49'3	20'5	9'4	8'5	11'9	26'3	41'1	68'0	100'5	123'5	111'5	78'6	649'1
P-ETP	24'0	77'5	103'3	108'0	83'3	66'2	19'5	-0'2	-50'3	-99'6	-93'1	-35'1	203'6
PPA								0'2	50'5	150'1	243'2	278'3	
R	24'0	100	100	100	100	100	100	99'8	49'5	0	0	0	
VR	24'0	76'0	0	0	0	0	0	-0'2	-50'3	-49'5	0	0	
	49'3	20'5	9'4	8'5	11'9	26'3	41'1	68'0	100'5	73'4	18'4	43'5	470'8
F										50'1	93'1	35'1	178'3
Ex	0	1'5	103'3	108'0	86'3	66'2	19'5	0	0	0	0	0	382'1
D		0'8	52'1	80'1	81'9	74'1	46'8						

BALANCE HIDRICO (Método directo)
ETP según THORNTHWAITE

Estación : Murias de Paredes

Rmáx : 100 mm

	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	AÑO
	93'9	114'7	120'6	100'1	88'6	94'2	67'4	82'6	69'3	30'7	34'5	59'4	956'0
ETP	46'5	20'2	7'7	3'9	7'8	25'4	39'1	64'3	91'3	109'0	99'0	72'1	586'6
P-ETP	47'4	94'5	112'9	96'2	80'8	68'8	28'0	18'3	-22'0	-78'3	-64'5	-12'7	369'3
PPA									22'0	100'3	164'8	177'5	
R	47'4	100	100	100	100	100	100	100	78'0	0	0	0	
VR	47'4	52'6	0	0	0	0	0	0	-22'0	-78'0	0	0	
ETA	46'5	20'2	7'7	3'9	7'8	25'4	39'4	64'3	91'3	108'7	34'5	59'4	509'1
F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0'3	64'5	12'7	77'5
Ex	0	41'9	112'9	96'2	80'8	68'8	28'0	18'3	0	0	0	0	446'9
D		21'0	66'9	81'6	81'2	75'0	51'5	34'9					

BALANCE HIDRICO (Método directo)
ETP según THORNTHWAITE

Estación : San Martín de la Falamosa

Rmáx : 100 mm

		NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	AÑO
	69'4	88'4	95'4	107'2	90'0	79'9	60'3	63'7	49'0	23'6	16'9	49'1	792'9
ETP	48'5	21'1	9'0	7'3	11'0	28'6	43'5	68'9	97'6	117'2	105'7	76'5	634'9
P-ETP	20'9	67'3	86'4	99'9	79'0	51'3	16'8	-5'2	-48'6	-93'6	-88'8	-27'4	157'9
PPA								5'2	53'8	147'4	236'2	263'6	
R	20'9	88'2	100	100	100	100	100	94'8	46'2	0	0	0	
VR	20'9	67'3	32'7	0	0	0	0	-5'2	-48'6	-46'2	0	0	
ETA	48'5	21'1	9'0	7'3	11'0	28'6	43'5	68'9	97'6	69'8	16'9	49'1	471'3
F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47'4	88'8	27'4	163'6
Ex			53'7	99'9	79'0	51'3	16'8	0	0	0	0	0	321'6
D			26'9	63'4	71'2	61'3	39'1						

PARÁMETROS QUE DEFINEN EL TERMOCLIMA EN LAS ESTACIONES DE LA ZONA SEGÚN ITGE(1995)

NOMBRE ESTACION	Nº Años	T	t _i	T ₁	It	HORIZONTES
Fabero	27	12,4	-0,5	9,1	210	Mesomediterráneo. Superior
Leitariegos	25	5,0	-5,6	3,7	27	Subalpino inferior
Bembibre	32	12,5	1,4	7,7	215	Mesomediterráneo. Superior
Brañuelas	21	10,1	-2,0	7,1	152	Supramediterráneo. Medio
Cabrillanes	32	7,6	-4,6	4,9	79	Altimontano
Espina de Tremor	21	9,4	-2,6	6,5	132	Supramediterráneo. Medio
Meroy	12	7,1	-2,4	2,8	74	Altimontano
Noceda del Bierzo	32	11,5	0,6	6,9	189	Supramediterráneo. Inferior
Piedrafita de Babia	32	7,9	-4,4	5,1	86	Altimontano
Quintana de Fuseros	32	11,0	0,2	6,5	176	Supramediterráneo. Inferior
Quintanilla de Babia	32	7,4	-4,7	4,8	73	Altimontano
Vega de Espinareda	27	12,6	-0,4	9,2	213	Mesomediterráneo. Superior
Villablino	25	7,7	-3,5	5,8	97	Altimontano
Villaseca de Laciana	25	7,2	-3,9	5,4	84	Altimontano

PARÁMETROS QUE DEFINEN EL OMBROCLIMA EN LAS ESTACIONES DE LA ZONA SEGÚN ITGE(1995)

ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA	P anual (mm)	NIVEL
Bembibre	719	Subhúmedo inferior
Brañuelas	998	Subhúmedo superior
Caboalles de Abajo	1759	Hiperhúmedo
Cabrillanes	1003	Húmedo inferior
Fabero	921	Subhúmedo superior
La Cueta	1349	Húmedo superior
Los Barrios de Luna	961	Húmedo inferior
Lumajo	1374	Húmedo superior
Meroy	1272	Húmedo superior
Puerto de Leitariegos	1589	Hiperhúmedo
Quintana de Fuseros	1164	Húmedo inferior
Riello	680	Subhúmedo inferior
Tremor de Arriba	1189	Húmedo inferior
Vega de Espinareda	932	Subhúmedo superior
Villablino	1437	Hiperhúmedo
Villaseca de Laciana	1162	Húmedo medio

3.- HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA.-

Ambas cuencas carboníferas pertenecen a la cuenca hidrográfica del Sil; si bien una pequeñísima parte de la cuenca del Bierzo, el termino de Valdesamario drenado por el arroyo Valdesamario afluente del río Omañas pertenece a la Cuenca Hidrográfica del Duero.

La cuenca carbonífera de Villablino está drenada por arroyos de escaso desarrollo y caudal, con pendientes muy acusadas hasta de un 10 %, siendo tributarios del río Sil que atraviesa parte de la cuenca en sentido este a oeste.

La cuenca carbonífera del Bierzo esta drenada por cinco ríos que de oeste a este son: el Cua, Sil, Noceda, Boeza y Tremor.

Los arroyos y ríos de ambas cuencas se clasifican como RÍOS NORATLANTICOS (MASACHS 1948) y dentro de éstos como RÍOS GALAICOS cuyo régimen de caudal se caracteriza por su abundancia y constancia. El régimen de aportación es pluvio-nival. Su escorrentía es siempre superior a los 500 mm y su irregularidad interanual menor de 4. Su estiaje es relativamente intenso, con un mínimo en agosto que no alcanza la cuarta parte del caudal medio anual. Las aguas de estos ríos son templadas, con una temperatura media anual cercana a los 14 °C y tienen oscilaciones estacionales pequeñas, desde los 6° C invernales a los 22 °C estivales. Desde un punto de vista de comunidades biológicas se parecen a los ríos de montaña media, con aguas oligotróficas, rápidas, frías y muy oxigenadas, clasificándose desde el punto de vista piscícola como ríos salmonícolas.

Como consecuencia de la contaminación producida por lavaderos y minados antiguos que producen aumento de la turbidez y aguas ácidas con aumento de sólidos en suspensión, deposición de hidróxido férrico, disminución del pH, etc (con la excepción del río Sil y sus tributarios en el área de Villablino), el estado de conservación en el resto de los ríos y arroyos es bajo pudiéndose considerar algunos arroyos (zona de Valdesamario y Bierzo oriental) como ríos abióticos o con

poblaciones de trucha común (*Salmo trutta*) en franca regresión: río Rodrigatos, río Valdesamario, Boeza y Tremor, principalmente.

Los recursos naturales son muy escasos debido a la naturaleza impermeable de la mayoría de los materiales (alternancia de pizarras y areniscas), limitándose a pequeños caudales en fracturas de cuarcitas. La abundancia de las aguas superficiales hace innecesaria la necesidad de acudir a este tipo de recursos que por otra parte serían insuficientes para abastecer a la escasa población de la zona.

4.- RESEÑA GEOLOGICA GENERAL.-

4.1.- Cuenca carbonífera de Villablino

La cuenca carbonífera de Villablino se sitúa entre las provincias de León y Asturias, se trata de una cuenca continental intramontañas de edad Estefaniense B-C que yace discordante sobre materiales del Antiforme del Narcea a caballo entre la Zona Cantábrica y la Zona Astur-Occidental Leonesa. Se encuentra limitada al sur, por una gran falla (falla de Villablino).

Estratigrafía.- La serie comienza con unos conglomerados que adquieren mayor desarrollo en la parte occidental; por lo general son de aspecto brechoide y dado sus características de origen fluviotorrencial. A continuación se deposita el tramo inferior, formado por una secuencia ciclotemática en la que aparecen bastantes capas de carbón, es de destacar la presencia de pórfidos, generalmente intraestratificados, que han producido un metamorfismo térmico transformando el carbón en antracita e incluso en coque natural. En cima se sitúa un nivel conglomerático que puede alcanzar los 150 metros, litológicamente esta pudinga esta formada por clastos de cuarzo, bien redondeados y algunos de arenisca, pizarra, etc. A continuación se deposita el tramo superior, constituido por una secuencia ciclotemática con desarrollo de abundantes capas de carbón y globalmente similar al tramo inferior. La edad de los materiales es Estefaniense B alto-Estefaniense C para todo el conjunto, la potencia total de la serie es difícil de

calcular con precisión, ya que varía de un sitio a otro y no existe correlación detallada, pero se barajan valores que oscilan entre los 2.500 y 3.000 m.

Tectónica.- El Estefaniense de la subzona de Villablino, forma un sinclinal de flancos asimétricos, con orientación aproximada E-O. El flanco Norte presenta un buzamiento medio de 40-45°, mientras que en el flanco Sur, los estratos se encuentran verticalizados, llegando incluso a invertirse. Esta estructura limita por el Sur con una falla inversa que, desliza el substrato sobre el Estefaniense, eliminando el flanco Sur en gran parte de su recorrido. El contacto del flanco Norte se realiza de manera discordante. El sistema de fracturación presenta fallas de dirección preferentes SO-NE y otros sistemas que parecen alcanzar menor desarrollo, con direcciones NO-SE y N-S.

4.2.- Cuenca carbonífera del Bierzo

La cuenca carbonífera del Bierzo se localiza al oeste de León, en la Zona Astur-Occidental Leonesa, se trata de una cuenca continental intramontañas de carácter molásico, donde los materiales carboníferos, de facies abanico-aluvial, se depositan discordantes sobre materiales que van del Precámbrico al Silúrico con posterioridad a la fase Astúrica de la Orogénia Hercínica perteneciendo, por tanto, al Estefaniense B-C.

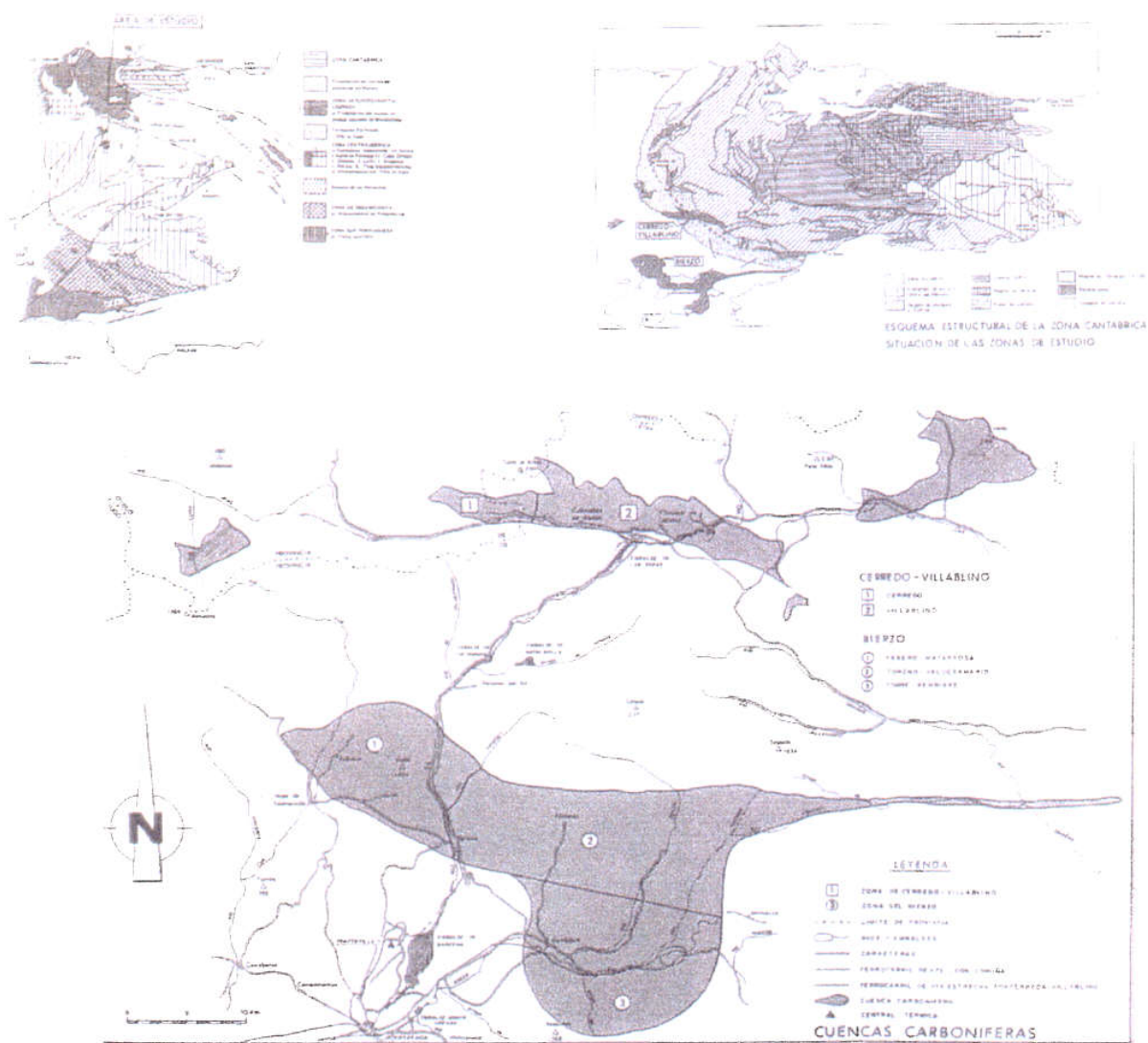
Estratigrafía.- La subsidencia de la cuenca dio lugar a una acumulación de sedimentos marcadamente cíclicos (ciclotemas), muy importante superando, en los puntos de máxima acumulación, los 4.000 m lo cual parece corroborar la existencia de una fosa tectónica muy activa.

Tectónica.- La deformación del zócalo, de edad antepérmica, produce un sistema de fallas con movimientos relativos de bloques rígidos, que da lugar a una estructura de fallas principales de orientación Este-Oeste que compartimenta la cuenca en Bloques denominados: Bloque de Fabero, Langre, Noceda, Almagariños

y Torre. Los límites entre los Bloques están constituidos por grandes fallas cuyas denominaciones son:

- * Falla de Matarrosa, que separa los bloques de Fabero y Langre.
- * Falla de Tombrio-Igüeña, que separa los bloques de Langre y Noceda.
- * Falla de Boeza-Ponjos, que separa los bloques de Noceda y Almagariños.
- * Falla de Folgoso, que separa el Bloque de Almagariños del Bloque de Torre.

La compartimentación de la cuenca y la ausencia de niveles guía imposibilitan la identificación y correlación inequívoca de dichos niveles entre los distintos bloques a lo largo de toda la cuenca. A su vez cada bloque se encuentra dividido en tramos, siguiendo el criterio de capas de carbón continuas.



5.- EDAFOLOGÍA

La zona que nos ocupa en este estudio, abarca un territorio tan extenso que obliga a llevar a cabo una descripción generalista de nuestra unidad.

De esta manera, dentro de la clasificación americana Soil Taxonomy (USDA, 1975), basada en la identificación de los suelos según una pirámide de unidades taxonómicas superiores (orden, suborden, grupo, asociación...),

se han identificado los niveles correspondientes a órden, suborden y grupos más representativos del área de estudio.

La taxonomía americana se realiza atendiendo a la presencia de los horizontes diagnóstico, características texturales y estructurales, tixotropía, propiedades químicas, régimen de humedad, temperatura del suelo, etc... , es decir, únicamente analiza las propiedades físico-químicas y morfológicas de los mismos, sin tener en consideración los procesos de edafogénesis como ocurre en las otras dos clasificaciones existentes; FAO y europea (francesa). Por ello, incluiremos en este capítulo un apartado que represente las correspondencias entre las tres clasificaciones.

Para referenciar las distintas áreas que ocupan las minas presentes en este estudio, hemos seguido las divisiones utilizadas en el trabajo "*Sistema Español de Información de Suelos*" (SEIS) que recoge los resultados conseguidos en la ejecución de tres proyectos de investigación (MIMAM-CSIC, FAO-CSIC y SIDASS).

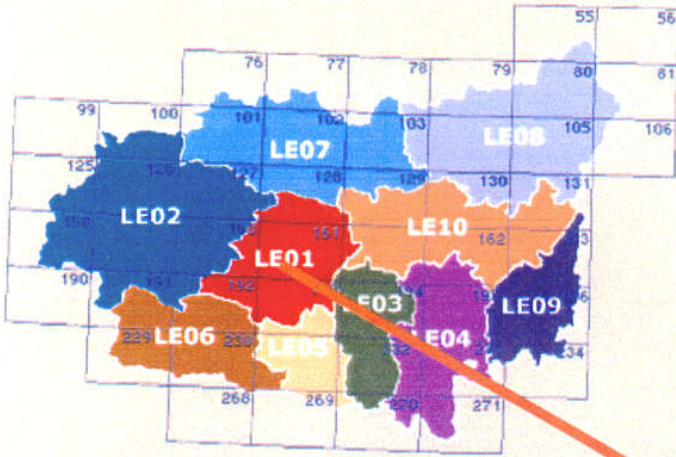
Centrándonos en las explotaciones objeto de estudio y con el fin de unificar el territorio, se han diferenciado tres unidades homogéneas:

5.1.- Unidad Astorga: : donde se localizan las explotaciones:

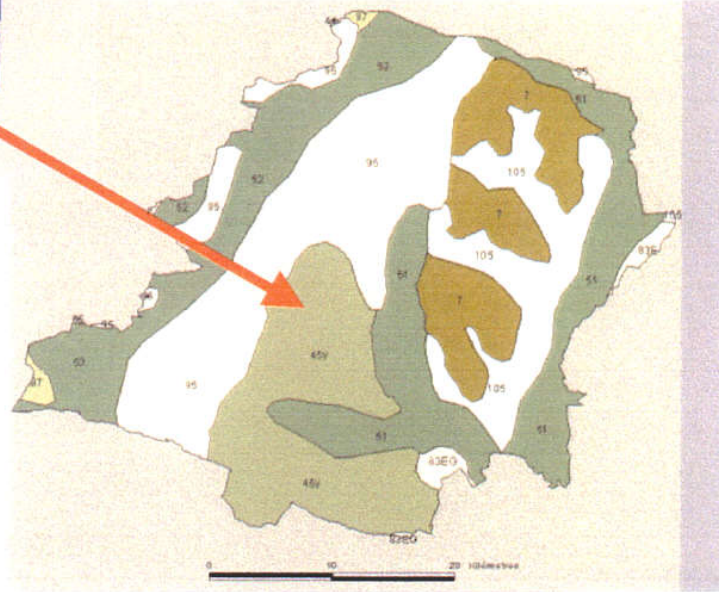
- 1.1.- "*Impensada I*"
- 1.2.- "*Impensada I y otras*".

Ambas quedan encuadradas en el mapa LE01 Astorga , que se expone a continuación.

Esquema de la provincia de León



LE01. Astorga: Suelos



ATLAS DIGITAL DE COMARCAS DE SUELOS

MAPA DE SUELOS (Clasificación USDA, 1987)

Escala 1 : 1 000 000

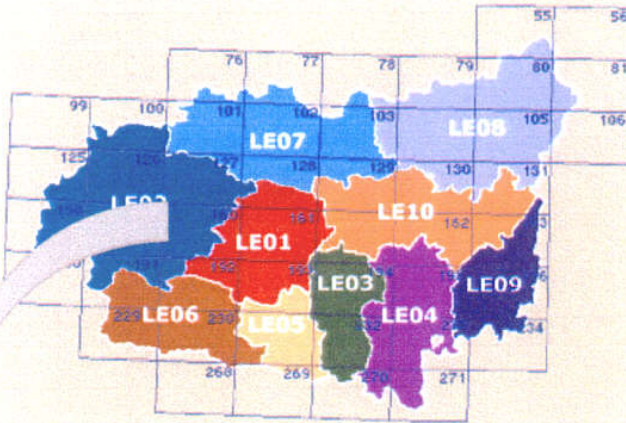
50 0 50 100 150 Kilómetros

ORDEN	SUBORDEN	GRUPO	ASOCIACIÓN	
Alfisol	Udalf	Hapluudalf	Hapluudalf/Ultisol	2
		Hapluudalf	Hapluudalf	3
Entisol	Orthent	Haploorthent	Haploorthent/Haploorthent	4
		Xeroorthent	Xeroorthent/Haploorthent/Ultisol	7
		Xeroorthent	Ultisol/Haploorthent/Ultisol	44
		Xeroorthent	Xeroorthent	45
		Xeroorthent	Xeroorthent/Xeroorthent/Xeroorthent	51
Inceptisol	Cincept	Cryocincept	Cryocincept	52
		Cryocincept	Cryocincept/Cryocincept/Cryocincept	54
		Dystriccept	Dystriccept/Haploorthent	55
		Usticcept	Dystriccept/Haploorthent	60
		Usticcept	Usticcept/Haploorthent	75
		Xerocept	Usticcept/Ultisol/Haploorthent	80
		Xerocept	Xerocept	83
		Xerocept	Xerocept/Haploorthent	85
		Xerocept	Xerocept/Xeroorthent/Cryocincept	95
		Xerocept	Cryocincept/Cryocincept	97
Umbrisol	Umbrisol	Haploumbrisol	Haploumbrisol/Cryocincept/Ultisol	101
		Xerombrisol	Xerombrisol/Xeroorthent/Xerocept	105

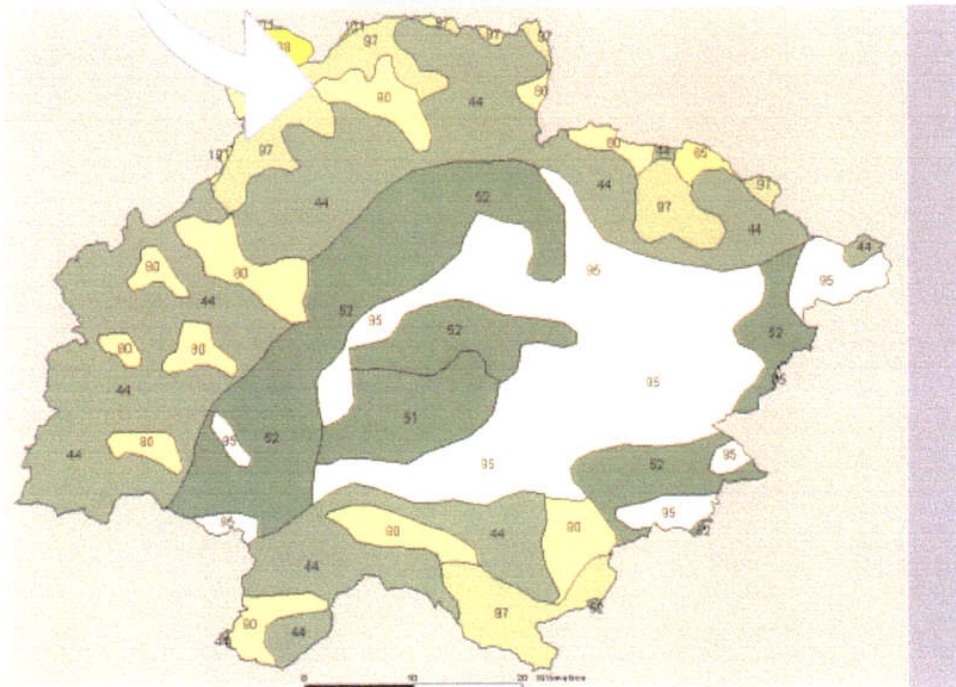
5.2.- Unidad Bierzo: donde se localizan las explotaciones:

- 2.1.- Fontoria**
- 2.2.- Antracitas de Arlanza**
- 2.3.- Capa 25**
- 2.4.- Brañuelas**
- 2.5.- Peñas Rosas**
- 2.6.- El Porvenir**

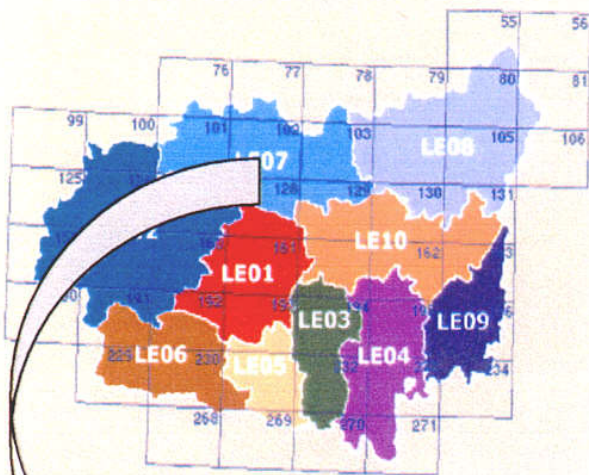
Todas ellas quedan incluidas en el mapa LE02 Bierzo que se expone a continuación. *Esquema de la provincia de León*



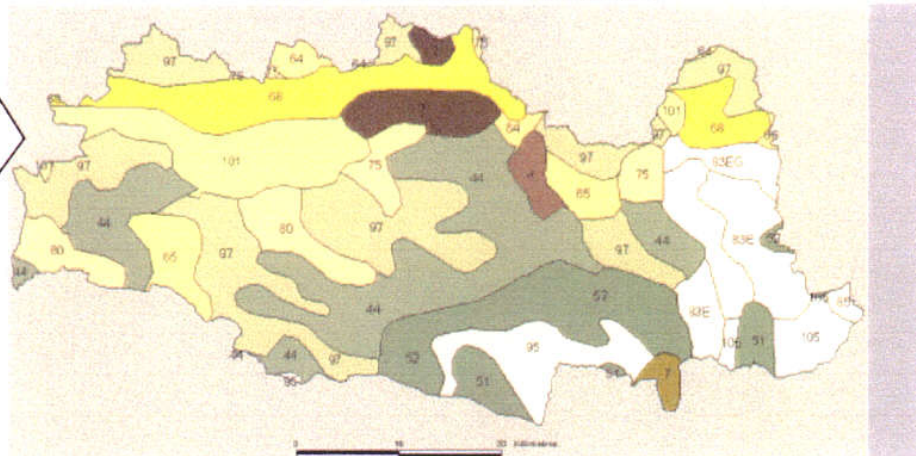
LE02. Bierzo:



Esquema de la provincia de León



LE07. La Montaña de Luna :

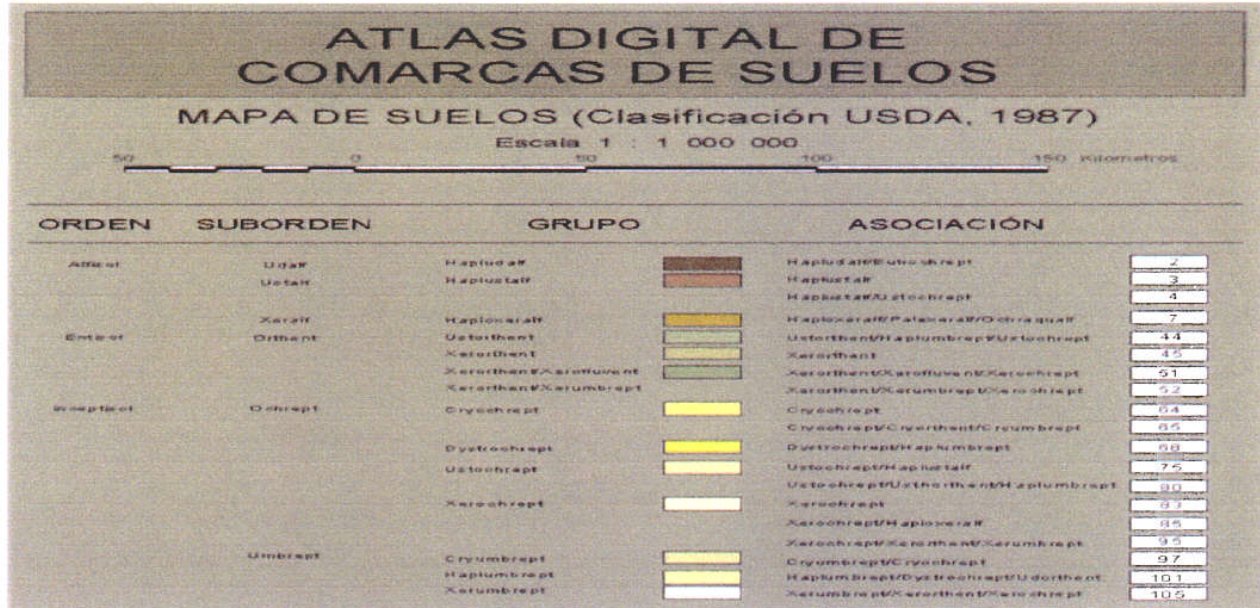


ATLAS DIGITAL DE COMARCAS DE SUELOS
MAPA DE SUELOS (Clasificación USDA, 1987)
 Escala 1 : 1 000 000

50 0 50 100 150 Kilómetros

ORDEN	SUBORDEN	GRUPO	ASOCIACIÓN	
Arenos	Udalf	Hapluosol	Hapluud/Arenosol	2
		Haplustal	Haplustal	3
Cálcico	Xeralf	Haploxeralf	Haploxeralf/Arenosol	4
		Xerollic	Haploxeralf/Arenosol/Arenosol	7
		Xerorthent	Xerorthent/Arenosol/Arenosol	4.4
		Xerorthent/Calcicolluvial	Xerorthent	4.5
Inceptivos	Oxisol	Xerorthent/Columbricept	Xerorthent/Columbricept/Arenosol	5.1
		Cryosol	Cryosol	5.2
		Cryosol	Cryosol	5.4
		Cryosol	Cryosol/Cryosol	5.5
		Dystriccept	Dystriccept/Arenosol	5.6
		Ustrocept	Ustrocept/Haplustal	7.5
		Calciccept	Calciccept/Arenosol/Arenosol/Arenosol	8.0
			Xerorthent	8.3
			Xerorthent/Arenosol	8.5
			Xerorthent/Columbricept	8.5
	Columbricept	9.7		
	Haplustal	10.1		
	Xerorthent	10.5		

Leyenda



5.3.- Unidad Montañas de Luna: donde se localizan el resto de las explotaciones estudiadas, dispuestas más al Norte de la provincia de León, donde aparecen:

- 3.1.- *Siete*
- 3.2.- *Lumajo*
- 3.3.- *Miranda*
- 3.4.- *Regalada y otras*

Estas cuatro explotaciones quedan representadas en el mapa LE07 Montañas de Luna .

Para cualquiera de las explotaciones expuestas, el rango superior dentro de la clasificación (orden), queda definido como un: alfisol, entisol o bien inceptisol.

A- ALFISOL: Se trata de suelos con horizontes de lavado y de acumulación argílica, con una alteración mineral reducida.

Este orden está localizado en la hoja LE01 Astorga, donde se localizan las explotaciones "Impensada 1" e "Impensada 1 y otras". Bajando en el nivel taxonómico, se entraría en el **suborden Xeralf** : identificando suelos que presentan una rubificación incompleta de los óxidos de hierro (corresponden a pardos fersialíticos o pardos rojizos mediterráneos) típico en el tercio suroriental de la provincia de León asociado a las terrazas de los ríos así como a los glaciares de este sector. Son el origen en cualquier caso de suelos arcillosos y muy compactos.

También se puede localizar este orden en la hoja LE07 Montañas de León, para aquellas explotaciones situadas a mayor altitud y con unas condiciones climáticas más severas. No obstante, en este caso se distinguen los siguientes subórdenes: **Suborden Udalf**; correspondiente a suelos sin hidromorfía, situados mayoritariamente sobre materiales de relleno, y sometidos a una erosión media en función de su pendiente y vegetación. (corresponden a pardo-lavado). O bien **Suborden Ustalf**: identifica suelos con una rubificación más o menos completa de los óxidos de hierro (rojos mediterráneos, rojo fersialítico o terra rossa).

- **ENTISOL:** Suelos caracterizados por presentar poca evolución de los horizontes, donde destacan los aportes, o encharcamientos.

La escasa entidad de los suelos pertenecientes a esta unidad incluidos en nuestro territorio, se debe fundamentalmente a una fuerte erosión que impide el desarrollo y formación de los mismos, nota fundamental para incluirlos a todos ellos dentro del **Suborden Orthent**.

En las explotaciones presentes en las hojas del Bierzo y Astorga, encontramos que el grupo dominante pertenece a un **Xerorthent**.

En el caso de las explotaciones situadas bajo unas condiciones climáticas más severas, incluidas en la zona Montañas de Luna, aparece un grupo dominante diferente **Ustorthent**.

- **INCEPTISOL:** Se trata de los suelos más ampliamente representados en la provincia de León, cuya característica principal es presentar un horizonte de lavado con menos del 8 % de arcilla y además al menos uno de los siguientes horizontes:

- móllico; se trata de un horizonte A de al menos 10 cm de espesor, con estructura fuerte pero no macizo. Su color es por lo menos una unidad más oscura que la del horizonte C (tanto en seco como en húmedo). Su grado de saturación es igual o superior al 50 %. Y su contenido en carbono orgánico es al menos del 0,6 %.

- úmbrico; esta capa cumple las exigencias comentadas con el horizonte móllico, comentado anteriormente, pero difiere en cuanto a su grado de saturación que en este caso es menor del 50 %.

- cámbico;
- cálcico;
- gípsico;

En cualquier caso podríamos asociar las ocho explotaciones enclavadas en la zona del Bierzo y Astorga, donde el suborden se correspondería con un **Ochrept**: suelos con un horizonte ócrico o con úmbrico o mólico de menos de 25 cm de potencia., que aparece en zonas de clima templado. (se corresponde con pardos). Estas características se ven acentuadas cuando se analiza el grupo dominante **Xerochrept**.

Al igual que el estudio que hemos llevado a cabo para los entisoles, aparece una clara diferencia en el nivel de grupo para las explotaciones de Miranda, Lumajo, Siete y Regalada y otras, donde de forma mayoritaria está representado el grupo **Dystrochrept**. O incluso aparece un cambio a nivel de Suborden, dando paso a **Umbrept**: suelos que presentan un horizonte úmbrico o mólico, donde la pendiente es muy acusada, superior incluso al 25 %. (se corresponde con suelos pardos humíferos y a rankers).

Teniendo en consideración que cada clasificación taxonómica presenta unas características específicas, no puede realizarse una correspondencias real entre ellas. No obstante, en la siguiente tabla se expone una guía (Cobertera, 1993) que relaciona las tres unidades principales utilizadas en la clasificación de suelos:

FAO	E.E.U.U	EUROPA
POCO DESARROLLADOS	ENTISOLES	POCO EVOLUCIONADOS
Litsoles	Orthents	Litosuelos
Regosoles	Orthents	Regosuelos

FAO	EEUU	EUROPA
RANKERS Y ANDOSOLES	INCEPTISOLES	EMPARDECIDOS
Rankers	Umbrepts	Rankers
SIALITICOS	INCEPTISOLES	EMPARDECIDOS
Cambisoles	Ochrepts	Pardos

FAO	EEUU	EUROPA
SIALITICOS	ALFISOLES	EMPARDECIDOS
Luvsoles	Udalfs	Pardos lavados
CHROMOSOLES	ALFISOLES	FERSIALITICOS
Fertuvisoles	Ustalfs	Rojos fersialíticos

6.- VEGETACIÓN

6.1.- Vegetación potencial

Como es sabido, las series de vegetación son las unidades dinámicas representativas de todas las comunidades vegetales relacionadas en la escala de mayor a menor madurez. Al menos desde un punto de vista teórico, las cabeceras de las series representan las comunidades vegetales clímax de una determinada zona o región. Las series de vegetación representadas en todo el ámbito del proyecto, sobre cuyos territorios o en su proximidad se sitúan las explotaciones elegidas, son:

Junipero nanae-Vaccinieto microphylli sigmetum

En el piso subalpino orocantábrico y silíceo que se halla presente en la provincia de León, preferentemente en las zonas más septentrionales, nos encontramos que la vegetación climácica se corresponde con un matorral rastrero denso en el que son plantas dominantes *Juniperus communis* subsp. *alpina*, *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium uliginosum* y *Calluna vulgaris* (ésta sobre todo en zonas quemadas).

Como etapa de sustitución aparecen los pastizales psicoxerófilos dominados por *Festuca eskia*, *Luzula caespitosa* y *Teesdaliopsis conferta*, entre otras especies.

En las zonas de litosuelos o suelos muy degradados, nos encontramos con un pastizal vivaz crasifolio y pionero que se incluye en la asociación *Agrostio durieui-Sedetum pyrenaici*. En depresiones y laderas con una prolongada cubierta nival, se desarrollan, en el seno de esta serie, pastizales, más o menos hidrófilos, dominados por el "cervuno" (*Nardus stricta*) y que se corresponden en los territorios más occidentales con el *Poo legionensis-Nardetum strictae*, mientras que en el resto son incluíbles en la asociación *Polygalo edmundii-Nardetum*. Las comunidades de gleras de grandes y

medianos bloques pertenecen a la asociación del *Cryptogrammo crispae-Dryopteridetum oreadis*.

Luzulo henriquesii-Betuleto celtibericae sigmetum

Esta serie corresponde, en su óptimo, a un bosque mixto donde además de *Betula celtiberica* pueden dominar otros árboles como *Quercus x rosacea*, *Acer pseudoplatanus* o *Ilex aquifolium*. El sotobosque puede albergar gran cantidad de pequeños arbustos y hierbas vivaces entre las que cabe destacar *Luzula sylvatica* subsp. *henriquesii* y *Saxifraga spathularis*.

Estos bosques están presentes en la provincia de León en toda la parte norte perteneciente biogeográficamente a la Región Eurosiberiana. Se desarrollan sobre sustratos silíceos pobres en bases y constituyen, de forma general, el límite superior de los bosques leoneses sobre estos sustratos, aunque también es frecuente verlos aprovechando las zonas de vaguada o con una elevada humedad y suelo muy pedregoso.

La orla o primera etapa de sustitución de estos bosques, se corresponde con un piornal del *Genistetum polygaliphyllae-obtusirameae*, desarrollado todavía sobre un suelo forestal.

Los brezales que ocupan los suelos más degradados y a veces podsolizados, se corresponden con la asociación *Daboecio cantabricae-Ericetum aragonensis*, donde son comunes *Erica australis* subsp. *aragonensis*, *Daboecia cantabrica* y *Genistella tridentata*.

Como degradación de la cabecera de serie pueden darse pastizales. Por un lado, en zonas con cierta profundidad edáfica, se sitúan los pastizales de diente del *Merendero pyrenaicae-Cynoseretum cristati*, mientras que en aquellas donde sólo quedan litosuelos nos encontramos con céspedes pertenecientes a la asociación *Agrostio durieui-Sedetum pyrenaici*.

Linario triornithophorae-Querceto petraeae sigmetum

La etapa madura de esta serie se corresponde con un bosque en el que dominan *Quercus petraea*, *Quercus x rosacea* y en menor medida *Quercus x trabutii*, acompañados por otras especies arbóreas como *Betula celtiberica*, *Corylus avellana*, *Ilex aquifolium* y *Sorbus aucuparia*, además de un conjunto de plantas herbáceas como *Linaria triornithophora*, *Luzula sylvatica* subsp. *henriquesii* o *Saxifraga spathularis*. Cuando estos bosques se disponen en zonas umbrías se enriquecen con el haya (*Fagus sylvatica*) y en otras ocasiones, cuando los suelos son más frescos y más ricos en bases, con *Acer pseudoplatanus*.

Al igual que ocurre en otras series, la primera etapa de sustitución es un piornal, que, dependiendo principalmente del ombrotipo, puede pertenecer a asociaciones diferentes, así tenemos que con una humedad elevada se asientan los piornales del *Cytiso cantabrici-Genistetum obtusirameae*, cuando esta humedad se hace menor la respuesta es de piornales del *Cytiso cantabrici-Genistetum polygaliphylla*, mientras que en las estaciones más secas, pertenecientes a esta serie, se presenta un piornal del *Cytiso scoparii-Genistetum polygaliphyllae*. Como caso extremo y siempre en posiciones topográficas con suelos esqueléticos y una mayor continentalidad, esta primera etapa de sustitución se corresponde con piornales del *Cytisetum scopario-oromediterranei*.

Los pastizales de carácter vivaz que provienen de la degradación de estos bosques, pertenecen a la asociación *Merendero-Cynosuretum cristati*, mientras que las etapas más regresivas, los brezales, son incluíbles en la asociación *Daboecio cantabricae-Ulicetum cantabrici*, que son sustituidos en los crestones y suelos más xéricos por el *Daboecio cantabricae-Ericetum aragonensis*.

Linario triornithophorae-Querceto pyrenaicae sigmetum

La cabecera de esta serie es un bosque de acusada influencia mediterráneo-iberoatlántica, dominado por *Quercus pyrenaica* que presenta, generalmente, una elevada densidad y un porte medio, si bien en estaciones frescas pueden aparecer otros táxones del género *Quercus*, principalmente híbridos, como *Quercus x rosacea* o *Quercus x trabutii*. Dentro de su cortejo florístico cabe destacar plantas herbáceas como *Linaria triornithophora*, *Omphalodes nitida* y *Physospermum cornubiense*, que en conjunto caracterizan esta asociación denominada *Linario triornithophorae-Quercetum pyrenaicae*.

Como primera etapa de sustitución presenta unos piomales incluibles en la asociación *Cytiso scoparii-Genistetum polygaliphyllae* y unos pastizales seriales de carácter vivaz pertenecientes al *Merendero-Cynosuretum cristati*, siendo las orlas herbáceas de linderos de bosques incluibles en la *Omphalodo nitidae-Linarietum triornithophorae*.

La etapa más regresiva corresponde, como es natural, a brezales, que dependiendo del carácter *ombrófilo* pertenecen a asociaciones diferentes. Así en las zonas de ombroclima húmedo aparecen los brezales del *Halimio umbellati-Daboecietum cantabricae*, mientras que en territorios subhúmedos son sustituidos por los del *Daboecio cantabricae-Ericetum aragonensis*.

Genisto falcatae-Querceto pyrenaicae sigmetum

La etapa madura de esta serie es un melojar perteneciente a la asociación *Genisto falcatae-Quercetum pyrenaicae*, que presenta como planta diferencial frente a otros melojares, *Genista falcata*, endemismo mediterráneo-iberoatlántico. Ocupa zonas cuyo ombroclima es subhúmedo, siendo sustituido por posiciones más húmedas por el *Holco molli-Quercetum pyrenaicae*, mientras que en estaciones más secas o en sustratos más duros son desplazados por los encinares del *Genisto hystricis-Quercetum rotundifoliae*.

Como primera etapa de sustitución u orla presentan un piornal, todavía sobre suelos profundos, que se incluye en la asociación del *Genisto hystricis-Cytisetum multiflori* que por una mayor degradación del suelo determina la presencia de brezales del *Genistello tridentatae-Ericetum aragonensis cistetosum ladaniferi*.

Holco molli-Querceto pyrenaicae sigmetum

La clímax de esta serie corresponde con un melojar cuyos árboles presentan una talla media y que se ven acompañados por táxones como *Ajuga pyramidalis*, *Erytronium dens-canis*, *Holcus mollis* y *Luzula forsteri* entre otros, conformando la asociación *Holco molli-Quercetum pyrenaicae*. Aparecen en la zona suroccidental leonesa con ombroclima húmedo e hiperhúmedo sobre sustratos silíceos, disponiéndose altitudinalmente por encima de los melojares del *Genisto falcatae-Quercetum pyrenaicae*.

Como orla o primera etapa regresiva aparecen los piornales del *Cytiso scoparii-Genistetum polygaliphyllae cytisetosum multiflori*, en los que se pueden encontrar como plantas diferenciales *Genista florida subsp. polygaliphylla*, *Cytisus scoparius*, *Cytisus multiflorus*, *Adenocarpus complicatus* o *Lavandula stoechas subsp. sampaiana*.

La etapa más degradada corresponde, una vez más, a los brezales del *Genistello tridentatae-Ericetum aragonensis*, que representan una de las formaciones vegetales que más puede apreciarse en estos territorios leoneses por la fuerte acción antropozoógena a la que se han visto sometidas.

Genisto hystricis-Querceto rotundifoliae sigmetum (Faciaciones: típica, con *Arbutus unedo*, con *Helleborus foetidus* y con *Quercus suber*)

Esta serie presenta como cabecera un encinar que se desarrolla en los pisos meso y supramediterráneo del Sector Orensano-Sanabriense, en

ombroclimas de seco a húmedo y tanto sobre sustratos pobres como ricos en bases.

Esta serie, que generalmente se desarrolla sobre cuarcitas y pizarras metamórficas, ocupa grandes extensiones de las comarcas de La Cabrera, Maragatería, Bierzo y La Cepeda, teniendo un escaso cortejo florístico, entre cuyas plantas se encuentra *Genista hystrix*.

Estructuralmente son formaciones de encinar de porte medio con fuerte ramificación desde la base, que, en los territorios más termófilos, se enriquece con *Arbutus unedo*, *Phyllirea angustifolia* o *Ruscus aculeatus*, elementos que conforman su primera etapa de sustitución y cuya degradación implica la presencia de jarales del *Lavandulo sampaiana*-*Genistetum hystricis*.

Por otro lado, esta serie de vegetación se encuentra representada en los pisos meso y supramediterráneo sobre sustratos ricos en bases, configurando la faciación con *Helleborus foetidus*.

Por último, en las zonas más ombrófilas pertenecientes a la serie, estos encinares se ven acompañados por *Quercus suber*, formando bosques mixtos de encinas y alcornoques. En estos territorios es frecuente apreciar, en la primera orla de protección, formando parte de los piornales, a *Cytisus striatus*, que permite diferenciarla netamente del resto de las faciaciones comentadas.

La faciación típica presenta como etapas de sustitución las siguientes: en primer lugar y sobre suelos profundos, piornales del *Genisto hystricis-Cytisetum multiflori*, y sobre litosuelos, la asociación *Genisto hystricis-Echinopartetum lusitanici*. Por degradación de estos piornales aparecen los brezales del *Genistello tridentatae-Ericetum aragonensis*, si el ombroclima es, al menos, subhúmedo, y si es seco los cantuesales del *Lavandulo sampaiana-Genistetum hystricis*. Si la degradación proviene de los cambrionales del *Genisto hystricis-Echinopartetum lusitanici*, la siguiente etapa de sustitución es un pastizal duro del *Diantho merinoidi-Plantaginetum radicatae*.

Pruno padi-Fraxineto excelsioris sigmetum

En la vertiente meridional de la Cordillera Cantábrica la vegetación potencial de las zonas mesofíticas se corresponde con un bosque mixto fresco que ocupa suelos ricos, eútrofos y con humedad a lo largo de todo el año. Dominan en estos bosques taxones como *Fraxinus excelsior*, *Ulmus minor*, *Corylus avellana*, *Prunus padus* y, en menor medida, aunque siempre presentes, *Sorbus aucuparia*, *Sorbus aria* o *Populus nigra*, junto a otras especies propias de los matorrales y pastizales de sustitución.

Como primera etapa serial aparece una sebe o matorral arbustivo espinoso dominada por los groselleros (*Ribes alpinum* y *Ribes uvacrispa*) acompañados de otras especies espinosas como *Crataegus monogyna*, *Prunus spinosa* y *Rosa sp.* junto a otras como *Lonicera peryclimenum*, *Clematis vitalba* y *Rhamnus catharticus*, conformando la asociación *Thamno catharticae-Ribesetum alpini*.

Los prados que se originan por la degradación de estos bosques mesofíticos son incluíbles en las asociaciones *Bromo commutati-Polygonetum bistortae* y ocasionalmente en los del *Malvo moschatae-Arrhenatheretum elatioris*.

Populo nigrae-Saliceto neotrichae sigmetum

A esta serie pertenecen los territorios occidentales ibéricos que se encuentran en los lechos mayores de los grandes ríos y que con las crecidas sufren inundaciones cada año, provocando frecuentes erosiones que no permiten los procesos de edafogénesis y por tanto no existe una gran diferencia entre los horizontes. La cabecera de la serie corresponde a una chopera-sauceda incluíble en el *Populo nigrae-Salicetum neotrichae*, donde son dominantes de dos táxones que le dan nombre, además de *salix salvifolia*

en los territorios leoneses, pudiendo aparecer *Fraxinus excelsior* en las zonas colidantes con la Región Eurosiberiana.

Las etapas de sustitución de esta serie son prácticamente idénticas a las de las olmedas del *Aro maculati-Ulmeto minoris sigmetum*, que forman en conjunto una geoserie higrófila característica, junto a diversos tipos de saucedas, según los territorios en que nos encontramos.

Saliceto lambertiano-salvifoliae sigmetum

La etapa madura de esta serie la constituyen saucedas arbustivas del *Saliceto lambertiano-salvifoliae* que encuentra su óptimo en los márgenes de los ríos con acusado estiaje y substratos pobres en bases, dejando paso al *Salicetum angustifolio-salvifoliae* cuando el suelo se enriquece en ellas.

Como etapas degradadas aparecen cañaverales del *Scirpo lacustris-Phragmitetum australis* o del *Phalaridetum arundinaceae* en territorios leoneses y castellano durienses, mientras que en el seno de esta serie, y sólo en territorios orensano-sanabrienses, se hallan los herbazales higrófilos del *Glycerio declinatae-Oenanthetun croccatae*, así como herbazales nitrófilos.

Galio broteriani-Alneto glutinosae sigmetum

Esta serie corresponde en su etapa climácica a bosques ribereños mediterráneos dominados por *Alnus glutinosa*, *Fraxinus angustifolia* y *Ulmus minor* como elementos arbóreos, acompañados de taxones herbáceos como *Carex acuta* y *Galium broterianum*. Estas alisedas mediterráneas, cuando entran en contacto con las del mundo eurosiberiano se enriquecen con *Fraxinus excelsior*, dando lugar a la subasociación *fraxinetosum excelsioris*.

En el seno de esta serie nos encontramos con herbazales higrófilos del *Glycerio declinatae-Oenanthetun croccatae*, así como herbazales nitrófilos.

Esta serie forma parte de una Geoserie higrófila de los amplios valles leoneses, a la que también corresponden las dos series descritas anteriormente.

6. 2.- Vegetación actual

A- PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN DE LA VEGETACIÓN ORIGINAL

Al igual que otras zonas fronterizas entre el mundo mediterráneo y eurosiberiano, tan extendidas en los alrededores de El Bierzo, nuestra zona se enmarca en esa media montaña, de carácter supramediterráneo, húmeda, pero con estío más o menos prolongado. Estas zonas, cuyo dominio climático corresponde siempre a bosques sobre suelos pobres y ácidos, sólo han podido sostener economías de tipo primario mixto con baja especialización, en las que la ganadería y un policultivo de subsistencia adquieren cierta importancia. De modo semejante, en las áreas situadas en las proximidades de Villablino, ya en el mundo eurosiberiano, con menos incidencia del estío pero mayores limitaciones por frío, la vegetación nativa eran bosques aunque, en determinados puntos, las zonas explotadas se sitúan en la proximidad del dominio de los matorrales rastreros subalpinos

Las transformaciones del medio más importantes vienen ligadas secularmente al uso del fuego. Por un lado, la desesperada búsqueda de terrenos para cultivar centeno durante las épocas de mayor presión demográfica comenzó a eliminar el bosque. El abandono de las tierras dejó paso a la landa de brezo, que domina en todo el territorio, y cuya composición en especies cambia en función del tiempo desde la última roza o quema. Las quemas se han venido sucediendo hasta nuestros días, ligadas también, y en mayor medida en los últimos tiempos, al pastoreo.

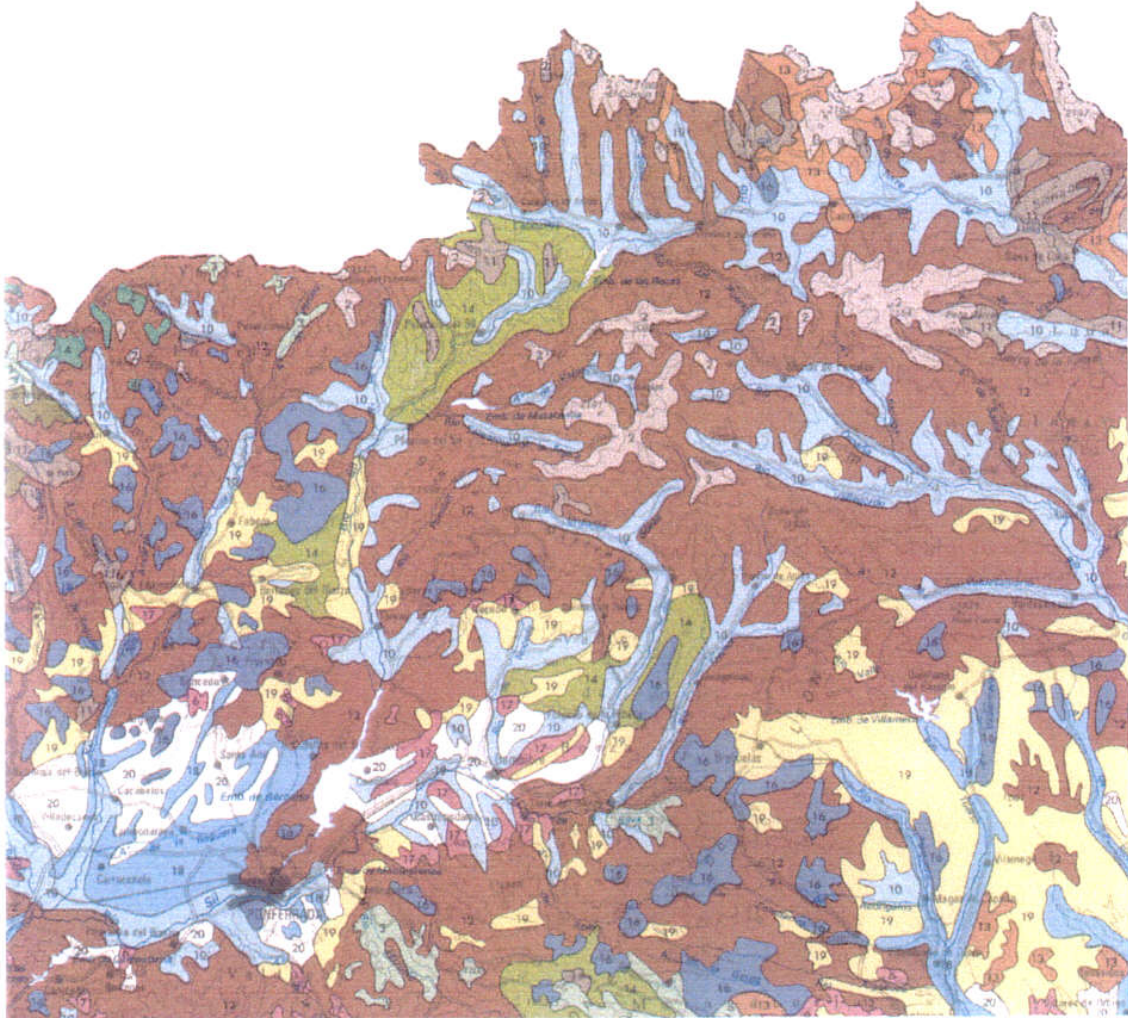
Otra de las transformaciones importantes ha sido la conversión de la vegetación de ribera, normalmente, en un "bocage" de prados naturales, cultivos y setos, los cuales van dando paso a huertas en la proximidad de los pueblos.

Estos fondos de valle han albergado, también secularmente, las principales labores agrícolas tradicionales.

Por último, las mayores transformaciones del territorio ligadas al aprovechamiento y uso del mismo por el hombre, derivan de la minería a cielo abierto y, más recientemente, de las inmensas roturaciones forestales realizadas.

B.- DISTRIBUCIÓN DE LA VEGETACIÓN ACTUAL

En el gráfico adjunto se identifican las unidades fisionómicas de vegetación actual. En él, muchas áreas reconocidas como brezal albergan actualmente pinos de repoblación que por su todavía escaso porte no pueden identificarse como pinares.



LEYENDA

	1 Enebrales mediterráneos		9 Choperas, Olmedas y Saucesas		16 Pinar de repoblación
	2 Enebrales atlánticos		10 Prados naturales		17 Castañares
	3 Melojares		11 Pastizales		18 Regadío
	4 Robledales albares y Abedulares		12 Brezales		19 Cultivos de secano
	5 Hayedos		13 Aulagares y tomillares		20 Viñedos
	6 Encinares		14 Melojar + Brezal		
	7 Sabinars y Quejigares		15 Robledal albar + Brezal		

Puede verse en el gráfico que las unidades de bosque que originariamente recubrieron la mayor parte del territorio sobre el que se sitúan las explotaciones estudiadas han quedado muy reducidas. El bosque es una comunidad vegetal compleja que se caracteriza fisionómicamente por la presencia de elementos de gran talla, los árboles, que pueden ser en un mismo bosque, de una o varias especies.

Los principales tipos de masas boscosas que se pueden encontrar en la zona de estudio son:

Robledales albares y abedulares:

Los robledales albares y los abedulares son bosques caducifolios en los que, respectivamente, dominan el roble albar (*Quercus petraea*) o el abedul (*Betula celtiberica*), pudiendo verse acompañados tanto en uno como en otro caso, mutuamente, así como el híbrido entre el roble albar y el carbayo (*Quercus x rosacea*), el acebo (*Ilex aquifolium*) y el avellano (*Corylus avellana*), entre otras especies arbóreas. En zonas umbrosas se enriquecen además con el haya (*Fagus sylvatica*).

Son frecuentes en su ambiente forestal los arbustos como la urz (*Erica arborea*) y el arándano (*Vaccinium myrtillus*), haciéndose comunes plantas herbáceas como *Saxifraga spathularis*, *Anemone nemorosa*, *Oxalis acetosella* y *Luzula sylvatica* subsp. *henriquesii* en los abedulares, mientras que en los robledales albares son frecuentes *Omphalodes nitida*, *Physospermum comubiense* o *Linaria trionithophora*.

Melojares o rebollares:

Los bosques dominados por el roble melojo o rebollo (*Quercus pyrenaica*) son también de carácter caducifolio y en muchas ocasiones es este árbol el único que configura estas formaciones vegetales, salvo en posiciones más frescas en las que aparecen otros híbridos del género *Quercus*. Conviven

con el melojo arbustos como la hiedra (*Hedera helix*), el espino albar (*Crataegus monogyna*) o la *Genista falcata*.

Como especies herbáceas son frecuentes *Teucrium scorodonia*, *Clinopodium vulgare*, *Holcus mollis*, *Luzula forsteri* o *Narcissus triandrus*, entre otras.

Encinares:

Son bosques perennifolios de hoja ancha, plana y dura, en los que la especie dominante es la encina o carrasca (*Quercus rotundifolia*) y que en las tierras leonesas, como ya indicábamos anteriormente, convive en ocasiones con el quejigo (*Quercus faginea*) y el melojo (*Quercus pyrenaica*), y en otras con el alcornoque (*Quercus suber*), siendo este hecho relevante en los territorios más térmicos en El Bierzo.

Forman parte de este tipo de bosques, plantas tanto de carácter arbustivo, como herbáceo, siendo frecuentes, entre otras, los abrojos (*Genista hystrix*), el enebro (*Juniperus oxycedrus*), el torvisco (*Daphne gnidium*), el madroño (*Arbutus unedo*), el jazmín (*Jasminum fruticans*), el rusco (*Ruscus aculeatus*), el matahombres (*Lonicera etrusca*), la aulaga (*Genista scorpius*), la peonía (*Paeonia broteroí*), *Rubia peregrina*, *Vincetoxicum nigrum*, *Asparagus acutifolius* o *Teucrium chamaedrys*.

Choperas, olmedas y saucedas:

Bajo este epígrafe se incluyen la totalidad de los bosques ligados a los fondos de los valles donde el nivel freático es más o menos elevado.

Dada la escala del cartograma, no ha sido posible diferenciar otros tipos de bosque cuyo hábitat se asemeja mucho al citado. Estos son las fresnedas y las alisedas, presentes preferentemente, las primeras en los valles de la Cordillera Cantábrica y las segundas en los territorios occidentales leoneses.

Por idéntica razón, es decir, la escala del gráfico, no ha sido posible diferenciar las tres unidades que dan nombre a este apartado, si bien, trataremos a continuación de matizar sus diferencias.

Olmedas:

La olmeda es un bosque caducifolio en el que dominan el olmo o negrillo (*Ulmus minor*), acompañado por el fresno (*Fraxinus angustifolia*), el chopo (*Populus nigra*) o el álamo blanco (*Populus alba*), entre otras especies arbóreas.

Son frecuentes, arbustos espinosos como diversas rosas (*Rosa sp.*), endrinos (*Prunus spinosa*), cornejos (*Cornus sanguinea*), la celidonia menor (*Ranunculus ficaria*), y el falso azafrán (*Colchicum autumnale*).

Se localizan las olmedas en los fondos de valle, sobre suelos profundos que rara vez se encharcan por estar en un plano superior al río. Sus suelos son muy apetecibles para la agricultura, por lo que no es frecuente observar olmedas bien conservadas.

Choperas – Saucedas:

Reciben este nombre los bosques caducifolios ribereños dominados por chopos (*Populus nigra*), álamos blancos (*Populus alba*) y sauces arbóreos (*Salix neotricha* o *Salix fragilis*), entre otros.

Saucedas arbustivas:

Reciben este nombre las formaciones arbustivas dominadas por especies de sauces de mediana talla tales como *Salix triandra* subsp. *discolor*, *Salix elaeagnos* subsp. *angustifolia*, *Salix purpurea* subsp. *lambertiana*, *Salix cantabrica* o *Salix salvifolia*.

Estas saucedas configuran la primera banda de vegetación entre el cauce menor del río y las choperas – saucedas.

Salvando los enebrales rastreros que sólo se dan en posiciones cacuminales, a las que sólo las explotaciones de Lumajo en la zona de Villablino se acercan, los principales tipos de matorral en la zona son:

Brezales:

Los brezales son matorrales en los que las especies arbustivas dominantes son los brezos o urces. Representan la fase más degradada de los bosques caducifolios sobre sustrato silíceo y, en ocasiones, se ven enriquecidos por la presencia de tojos (*Ulex* sp.).

Las especies más frecuentes en los brezales son: la quiruela (*Erica umbellata*), el brezo de San Dabeoz (*Daboecia cantabrica*), la brecina (*Calluna vulgaris*), el brezo rubio o brezo de Aragón (*Erica australis* subsp. *aragonensis*), la argaña (*Erica cinerea*), la carquesa (*Genistella tridentata*), el brezo de escobas (*Erica scoparia*) y la carpaza (*Halimium alyssoides*), entre otros.

Otras de las formaciones vegetales mejor representadas en la zona son los prados y pastizales. Bajo esta denominación, situamos las comunidades vegetales íntimamente relacionadas con la nutrición del ganado. Unas, los prados, susceptibles de ser segados, las otras, los pastos, más adecuados para el ramoneo.

Bajo este epígrafe incorporamos la amplia diversidad existente y que podría diferenciarse a una mayor escala, y de la que simplemente dejaremos como muestra su distinta tipología: pastizales psicroxerófilos, cervunales, majadales, vallicares, praderas juncales, berceales, juncales, prados de siega, fenalares y pastizales anuales.

Por último, existen algunas superficies cultivadas tanto por cultivos arbóreos, como arbustivos y herbáceos, bajo los epígrafes de pinares de repoblación, castañares de repoblación, cultivos de secano, cultivos de regadío y viñedos, que en su conjunto, y sin ninguna otra mención específica representan las grandes unidades agro-forestales.

Los pinares de repoblación, son posiblemente ahora la unidad más extendida, si bien, al ser la mayoría de ellas recientes presentan un aspecto de landa de brezos entre los que se encuentran los pequeños pinos aún no crecidos. Las principales especies plantadas son *Pinus sylvestris*, *Pinus pinaster* y *Pinus nigra*.

Los cultivos se extienden predominantemente desde los núcleos de población y en manchas sensiblemente paralelas a las vegas de ríos y arroyos. Fuera de las vegas, únicamente en determinados puntos de pendiente menos marcada hubo en otros tiempos parcelas de centeno y otros cereales. A partir de la década de los sesenta, el éxodo rural determina el abandono masivo de parcelas de centeno y pastizales, pasando a ser invadidas por la landa brezo o el escobonal.

En las vegas los cultivos se encuentran formando mosaicos con los prados de siega, de carácter polifítico. La estrechez en buena parte del trazado de los principales ríos y arroyos facilita el dominio del regadío, que se nutre de sencillos canales derivados de los cursos de agua. En las zonas donde los valles se abren es posible la existencia de secanos frescos como orla de las vegas propiamente dichas.

Los cultivos tradicionales en las vegas se han orientado siempre al autoabastecimiento incluyendo leguminosas de grano, patatas, coles, así como lino o cáñamo. Actualmente los productos agrícolas dominantes son los destinados a la alimentación del ganado, por incremento de superficies destinadas a prado o por el cultivo de cereales y forrajes para pienso (alfalfa, col forrajera y praderas polifitas).

6.3.- Vegetación en el entorno de las áreas mineras estudiadas

A.- ÁREA DE VILLABLINO

Se incluye dentro de la Región Eurosiberiana y posee unas características climáticas y edáficas que determinan la preponderancia, en ocupación superficial, de terrenos correspondientes a las series de vegetación montana orocantábrica acidófila del roble albar o *Quercus petraea* y montana orocantábrica y galaico astur acidófila del roble melojo o *Quercus pyrenaica*.

Los fondos del valle ó áreas más bajas y próximas a cursos de agua entrarían a formar parte de terrenos pertenecientes a la geoserie montana de fresnedas de *Fraxinus excelsior* y saucedas arbustivas de *Salix cantabrica*.

Una explotación (Lumajo) se sitúa en una posición próxima a los territorios de la serie montana orocantábrica acidófila del abedul o *Betula celtiberica*.

Desde las Minas de Carrasconte, que están situadas cerca de la explotación CAPA 7, hasta las proximidades de la población de Villablino, existen importantes masas de robledal y melojar en las laderas vertientes al río Sil y orientadas al norte. El resto de este área se recubre de matorrales subseriales: brezales y piornales, mayoritariamente, junto a pinares de repoblación.

De igual modo, la vegetación original de bosques de ribera ha sido sustituida por prados, más o menos húmedos y setos, con presencia en los mismos de elementos del bosque original.

Los piornales situados en suelos que conservan todavía su carácter forestal están dominados por *Genista polygaliplylla*, *Genista obtusiramea* y *Cytisus cantabricus*. En suelos más secos y esqueléticos domina *Cytisus scoparius*.

En los brezales dominan *Erica aragonensis*, *Daboecia cantabrica*, *Genistella tridentata* y *Halimium umbellatum*, variando la especie dominante según la humedad y carácter del suelo.

Existen manchas de pastizales vivaces caracterizados por *Merendera pyrenaica*, *Cynosurus cristatus* y en los suelos más degradados por *Agrostis durieu* y *Sedum pyrenaicum*.

Los prados más húmedos o de fondo de valle están caracterizados por *Bromus communtatus* y *Arrhenatherum elatior*.

B.- ÁREA DE VALDESAMARIO

El área de Valdesamario se sitúa en la Región Mediterránea, piso supramediterráneo, y posee un ombroclima subhúmedo y húmedo, con inviernos rigurosos, lo que impide la existencia de auténticas series de vegetación exclusivamente mesomediterráneas. Ocupa territorios pertenecientes a las series de vegetación:

- Serie supra-mesomediterránea salmantina y orensano-sanabriense subhúmeda silicícola del melojo (*Quercus pyrenaica*).
- Serie meso-supramediterránea luso-extremaduriense y carpetano-ibérico-leonesa edafófila del aliso (*Alnus glutinosa*).
- Serie supramediterránea mediterráneo-iberoatlántica y castellano duriense septentrional edafófila y silicícola del sauce salvifolio (*Salix salvifolia*).

La primera de las series enumeradas, por su carácter climatófilo es la que está mayoritariamente representada en el entorno de las explotaciones visitadas. Todos los huecos actualmente presentes y buena parte de las escombreras que flanquean el río Valdesamario ocupan terrenos

pertenecientes a la serie del melojar. Es cierto que buena parte de las escombreras aladañas a la carretera y la práctica totalidad de la situada en la margen derecha del río, están apoyadas sobre materiales aluviales. Sin embargo, el dominio del melojar en todas las inmediaciones de la escombrera de la margen derecha, denota la pertenencia a la serie de que venimos comentando. No obstante, en una franja de varios metros, limitada a los terrenos estrictamente ribereños, las escombreras cercanas al río tocan y sepultan ejemplares de alisos y sauces, y posiblemente a otros elementos propios de asociaciones pertenecientes a las series edafohigrófilas del aliso y el sauce salvifolio.

En cuanto a la vegetación natural, las modificaciones sufridas históricamente determinan que no siempre las asociaciones representativas de la climax estén presentes en el entorno y, previsiblemente, las explotaciones mineras afectaron a las fases de sustitución antes que a las formaciones climácicas. Al margen de pequeños agrupamientos dispersos, únicamente en la ladera de la margen derecha dominan importantes manchas de melojar (*Quercus pyrenaica*) con porte arbóreo y arbustivo. La escombrera se apoya sobre antiguos prados de fondo de valle, como se desprende de la visión de fotogramas aéreos antiguos. Dichos prados, como ocurre actualmente en la márgenes del arroyo, son trebolares con *Festuca ampla*, *Trifolium repens*, *Phleum pratense* y *Lolium perenne*, orlados, en los regatos y canales, por especies como *Quercus pyrenaica*, *Salix salvifolia*, *Populus nigra*, *Alnus glutinosa* o *Fraxinus angustifolia* y, puntualmente, setos con *Rosa sp.* *Rubus ulmifolius*. Los márgenes del arroyo, en contacto con los pies de las escombreras, están cubiertas de una arboleda dominada por *Alnus glutinosa* con presencia, entre otros, de *Populus nigra* y *Fraxinus angustifolia*.

Parte del actual hueco de "Impensada I", el actual trazado de la carretera y las escombreras que ocupan la bajada hacia el arroyo, se sitúan sobre lo que pudo ser un terreno cultivado, posiblemente destinado a producir cereal de secano, o bien, pastizales de carácter agostante con *Festuca ampla* y *Agrostis castellana*. Este tipo de pastizales aparece también en la ladera de la margen derecha intercalado dentro del melojar en punto de menor pendiente. El resto

de las labores mineras de la zona afectó a manchas de melojar en las pequeñas vaguadas y, sobre todo, a brezales, que actualmente siguen dominando las laderas donde se abrieron los huecos, pero por encima de la corta y junto con grandes extensiones repobladas con pinos. En dicho brezal destacan *Erica cinerea*, *Erica aragonensis*, *Erica umbellata* y *Genistella tridentana*, con intercalaciones de *Cytisus scoparius* y *Genista polygaliphylla*, que se hacen más abundantes en las proximidades de las manchas de melojo de las vaguadas.

C.- ÁREA DE EL BIERZO

Todas las explotaciones de este área se sitúan en la Región Mediterránea, piso Supramediterráneo, como ocurre con la gran mayoría de áreas mineras de la Cuenca de El Bierzo.

Dos explotaciones, "Peñas Rosas" y "El Porvenir", se sitúan próximas al límite definido entre las Regiones Eurosiberiana y Mediterránea.

"Peñas Rosas" y "Antracitas de Arlanza" se sitúan en terrenos de la Serie supra-mesomediterránea salmantina y orensano-sanabriense subhúmeda-húmeda silicícola del melojo o *Quercus pyrenaica*. Como ocurre en otras zonas, los melojares originales han sido sustituidos por piornales de *Genista hystricis* y *Cytisus multiflorus* y brezales de *Erica aragonensis* con jaras (*Cistus ladanifer*).

"Fontoria", en las proximidades de la cuenca de Fabero, se sitúa en terrenos de la misma serie anterior. En este área, la deforestación mediante fuego, cortas, roturaciones, ramoneo y sobreexplotación, y la plantación de cultivos forestales de coníferas, ha dado paso, como en otras áreas, a la homogeneización de la cubierta vegetal potencial, dominada en la actualidad por landas de brezo o uces (Escribano Bombín et al, 1994).

Las explotaciones del área de Brañuelas se encuentran a caballo entre la Serie supra-mesomediterránea salmantina y orensano-sanabriense subhúmedo-húmeda silicícola del melojo y la Serie supra-mesomediterránea carpetano occidental y orensano-sanabriense húmeda-hiperhúmeda silicícola de melojo.

Los melojares del entorno de estas explotaciones también han sido mayoritariamente sustituidos por piornales y brezales. Quedan algunos restos en vaguadas, ahora rodeados de repoblaciones de pinos nuevas y antiguas. En las áreas bajas y próximas al pueblo abandonado de Santibañez de Montes aparecen también castaños.

Por último, la explotación "El Porvenir" se enclava en terrenos de la Serie supra-mesomediterránea carpetana occidental y orensano sanabriense húmeda-hiperhúmeda silicícola del melojo, aunque en su entorno dominan piornales y brezales con *Genista polygalilphylla*, *Cytisus multifroum*, *Cytisus scoparius*, *Lavandula stoechas*, *Erica aragonensis* y *Genistela tridentata*.

Las franjas ribereñas de todo este área se corresponden con la Geoserie supramediterránea carpetana occidental, leonesa y castellano duriense de las olmedas de *Ulmus minor* y las saucedas de *Salix neotricha*, *Populus nigra*, *Salix angustifolia* y *Salix salvifolia*, de las que quedan normalmente restos entre prados, conservándose en las riberas más encajadas donde se mezclan con los melojos.

7.- FAUNA

La principal característica que puede deducirse dentro del ámbito de estudio, es una amplia diversidad faunística, origen del extenso territorio abarcado. Este hecho unido a su situación geográfica donde se incluyen los dos ambientes en que se divide faunísticamente la Península Ibérica: atlántico (área de Villablino) y mediterráneo (área del Bierzo), incrementa el número de hábitats presentes y en consecuencia el número de especies que utilizan estos ecosistemas, siendo algunas de ellas propias del ecotono que determina la transición de estos ambientes.

Desde el punto de vista botánico la delimitación entre ambas regiones puede realizarse de una forma más o menos precisa, sin embargo, este hecho resulta más complicado al intentar marcar esta división para los animales debido a la posibilidad de desplazamiento de estos.

De una forma generalizada dentro del ámbito de estudio, se puede diferenciar el tercio sur ocupado por la región mediterránea, restando una pequeña área al norte que correspondería al sector enclavado en la región atlántica.

De esa abundante población animal destacamos en este apartado los miembros más significativos, donde diversos factores entre los que se encuentran: su área de distribución, tipo de vegetación, altitud y pluviosidad, sugieren su presencia.

Uno de los más preciados animales con claras preferencias por los hábitats forestales de roble melojo, es el oso pardo (*Ursus Arctos*). La topografía acusada y la disposición cerrada de algunos bosques que aparecen en la cuenca de Villablino, son hábitats idóneos para la supervivencia de esta especie declarada en peligro de extinción por el Catalogo Nacional Español. Otros representantes de los bosques atlánticos con robles, brezos y piornales, son el lobo (*Canis lupus*) o el corzo (*Capreolus capreolus*). Según las fuentes

bibliográficas consultadas la garduña (*Martes foina*), es un mustélido que presenta una población considerable en la provincia de León.

La amplia gama de pájaros en este entorno, hace que nos centremos en los pícidos, grupo indicativo de los bosques frescos dominantes este área de la zona de estudio. Los individuos más representativos dentro de este grupo son: pito negro (*Dryocopus martius*), pico dorsiblanco (*Dendrocopos leucotos*), pico mediano (*Dendrocopos medius*) y torcecuellos (*Jynx torquilla*), todos ellos adaptados a trepar por la corteza de los árboles en busca de insectos, para lo cual presentan un pie zigodáctilo. Dentro del grupo de los paseriformes destacamos: camachuelo común (*Pyrrhula pyrrhula*), carbonero palustre (*Parus palustris*), petirrojo (*Erithacus rubecula*), o el zorzal común (*Turdus philomelos*).

El resto del área de estudio, la cuenca carbonífera del Bierzo, se encuentra bajo la influencia mediterránea, donde uno de los ocupantes que adquiere mayor relevancia es el conejo (*Oryctolagus cuniculus*). Este pequeño lagomorfo desempeña un papel importante en la cadena trófica de los ecosistemas mediterráneos, siendo la presa fundamental de un elevado número de animales como el zorro (*Vulpes vulpes*) o el tejón (*Meles meles*).

El bosque mediterráneo, con un clima mas benevolente que el eurosiberiano, constituye la despensa invernal no solo de grandes ungulados como los jabalíes (*Sus scrofa*), o los corzos, sino también de medianos y pequeños roedores (principalmente de los géneros *Microtus* y *Pytymys*). La variedad de frutos que ofrecen estos matorrales no pasan desapercibidos para un buen número de aves como: el mirlo (*Turdus merula*), la curruca cabecinegra (*Sylvia melanocephala*), la curruca mosquitera (*Sylvia borin*), la carrasqueña (*Sylvia cantillans*), los petirrojos (*Erithacus rubecula*), los estominos (*Sturnus sp*) y los zorzales (*Turdus philomelos*).

En cualquier caso no es fácil determinar el impacto que las explotaciones mineras que estamos estudiando ocasionan sobre la fauna. Partiendo de la premisa de que la afección será diferente según del grupo faunístico estudiado, distinguimos aquellas especies huidizas y muy sensibles a la alteración de su hábitat donde el periodo de actividad de una explotación generará: ruido, destrucción de vegetación y suelo, así como una constante presencia humana, factores que pueden ocasionar el traslado del animal o incluso su desaparición. En el otro extremo, se pueden encontrar especies cuya adaptación a la presencia humana o modificaciones en su territorio son acogidas sin ocasionar graves problemas, o incluso utilizar los huecos mineros una vez finalizada la extracción, como lugares de refugio.

Las especies presentes que a continuación se relatan han sido obtenidas en la mayor parte de los casos mediante consultas bibliográficas, basando la presencia de las mismas en diversos factores entre los que se encuentran: su área de distribución, tipo de vegetación, altitud y pluviosidad.

Asimismo, se expone un listado donde se contemplan el nombre científico de las especies, y su categoría de amenaza.

7.1.- Especies amenazadas

Categorías de amenaza (UICN)

(E)–En Peligro: quedan incluidos en esta categoría aquellos taxones cuyos efectivos han disminuido hasta considerarse que se encuentran en peligro inminente de extinción. Quedan incluidos igualmente aquellos que posiblemente se encuentran extinguidos, no obstante existen datos de observación en los últimos cincuenta años.

(V)-Vulnerable: se incluyen aquellos taxones cuyas poblaciones sufren regresión por diversos factores, y que entrarían en la categoría “En Peligro” si estos no cesan.

(R)- Rara: taxones con poblaciones pequeñas que corren riesgo de disminuir. Normalmente se localizan en un hábitat restringido o distribuyéndose por superficies mas amplias pero con escasa población.

(I)- Indeterminada: taxones donde no existe información suficiente para incluirlos dentro de las categorías; en peligro, vulnerable o rara.

(K)- Insuficientemente conocido: taxones sobre los cuales existe falta de información sobre su estado.

(O)- Fuera de peligro: taxones que actualmente se consideran relativamente seguros debido al control de factores de amenaza sobre su supervivencia.

(NA)- No amenazada: taxones que no presentan amenazas evidentes.

La nomenclatura utilizada expuesta en la normativa vigente, representa los siguientes conceptos:

* **R.D. 439/90** por el que se regula el Catalogo Nacional de Especies Amenazadas:

-“I”; taxones catalogados “En Peligro de Extinción”

-“II” taxones catalogados “De Interés Especial”

* **R.D. 1095/89** por el que declaran especies objeto de caza y pesca:

“I”; especies objeto de caza

“II” especies objeto de pesca

* **R.D. 1118/89** por el que se regula especies objeto de caza y pesca comercializables

“I”; especies de caza y pesca comercializables.

* **Directiva 79/409/CE** ampliada por la Directiva 91/294/CE relativa a la Conservación de Aves Silvestres.

-“I” taxones que deben ser objeto de medidas de conservación de hábitat.

-“II” especies cazables

-“III” especies comercializables

* **Directiva Hábitat** del 21 de mayo de 1992

-“II” taxones que deben ser objeto de medidas de conservación de su hábitat, si aparece un * se consideran especies prioritarias.

-“IV”; taxones que se encuentran “estrictamente protegidos”

-“V” taxones que pueden ser objeto de caza y pesca.

* **Convenio Berna**, relativo a la Conservación de la Vida Silvestre y Medio Natural en Europa.

-“II” especies estrictamente protegidas

-“III” ; especies cuya explotación deberá ser regulada para que las poblaciones se encuentren fuera de peligro.

* **Convenio Bonn**, relativo a la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres.

-“I” especies que requieren conservación de sus hábitats.

-“II” especies que son objeto de beneficio mediante la realización de acuerdos.

* **Reglamento CITES (3626/82/CE)** ampliado por el Reglamento 3646/83/CE , relativo a la Regulación de Comercio de las Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. La protección en cuanto a su comercialización siguiendo un orden decreciente es el siguiente: “I”, “C2” y “II”.

VERTEBRADOS

Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Introducido	R.D 439/90	R.D 1095/89	R.D. 118/89	Directiva Aves	Directiva Hábitat	Convenio Berna	Convenio Bonn	Rgto. CEE/ CITES	Amenaza Nacional	amenaza mundial
FAMILIA ERINACEAE													
<i>Erinaceus europaeus</i>	erizo europeo común							IV	III			NA	NA
FAMILIA SORICIDAE													
<i>Sorex minutus</i>	musaraña enana								III			NA	NA
<i>Sorex coronatus</i>	musaraña tricolor o musaraña de Millet								III			NA	NA
<i>Neomys fodiens</i>	musgajo patiblanco								III			NA	NA
<i>Neomys anomalus</i>	musgajo de Cabrera								III			NA	NA
<i>Crocidura russula</i>	musaraña común o gris								III			NA	NA
FAMILIA TALPIDAE													
<i>Talpa occidentalis</i>	topo ibérico											NA	NA
<i>Galemys pyrenaicus</i>	desmán ibérico			II				II, IV	II			R	R
FAMILIA CANIDAE													
<i>Canis lupus</i>	lobo				II			II*, IV, V				V	V
<i>Vulpes vulpes</i>	zorro			I	I							NA	NA
FAMILIA URSIDAE													
<i>Ursus arctos</i>	oso pardo			I				II*, IV	II		II	E	NA
FAMILIA MUSTELIDAE													
<i>Mustela nivalis</i>	cornadreja								III			NA	NA
<i>Mustela erminea</i>	armiño			II					III			NA	NA
<i>Mustela putorius</i>	turón							V	III			K	NA
<i>Martes martes</i>	marta							V	III			NA	NA

Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Introducido	R.D 439/90	R.D 1095/89	R.D. 118/89	Directiva Aves	Directiva Hábitat	Convenio Berna	Convenio Bonn	Rgto. CEE/ CITES	Amenaza Nacional	Amenaza Mundial
<i>Martes foina</i>	guarduña								II			NA	NA
<i>Lutra lutra</i>	nutria			II				II, IV	II			V	NA
<i>Meles meles</i>	tejón								III			K	NA
FAMILIA VIVERRIDAE													
<i>Genetta genetta</i>	güeta							V	III			NA	NA
FAMILIA HERPESTIDAE													
<i>Herpestes ichneumon</i>	meloncillo							V	III			K	NA
FAMILIA FELIDAE													
<i>Peltis silvestris</i>	gato montés	*		I				II*, IV	II		I	E	E
FAMILIA SUIDAE													
<i>Sus scrofa</i>	jabalí				I	I						NA	NA
FAMILIA CERVIDAE													
<i>Cervus elaphus</i>					I	I			III			NA	NA
<i>Capreolus capreolus</i>					I	I						NA	NA
FAMILIA SCIURIDAE													
<i>Sciurus vulgaris</i>	ardilla roja								III			NA	NA
FAMILIA MURIDAE													
<i>Apodemus flavicollis</i>	ratón leonado											NA	NA
<i>Apodemus sylvaticus</i>	ratón de campo											NA	NA
<i>Rattus rattus</i>	rata negra o campestre											NA	NA
<i>Rattus norvegicus</i>	rata parda o común											NA	NA
<i>Mus domesticus</i>	ratón casero o doméstico											NA	NA
<i>Mus spretus</i>	ratón moruno											NA	NA
<i>Arvicola sapidus</i>	rata de agua											NA	NA
<i>Microtus arvalis</i>	topillo de campo o topillo campesino											NA	NA
<i>Microtus agrestis</i>	topillo agreste											NA	NA
<i>Microtus lusitanicus</i>	topillo lusitano	*										NA	NA

Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Introducido	R.D 439/90	R.D 1095/89	R.D. 118/89	Directiva Aves	Directiva Hábitat	Convenio Berna	Convenio Bonn	Rgto. CEE/ CITES	AMENAZA	
												Nacional	Mundial
FAMILIA GLIRIDAE													
<i>Elomys quercinus</i>	lirón careto								III			NA	NA
FAMILIA LEPORIDAE													
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	conejo				I	I						NA	NA
<i>Lepus granatensis</i>	liebre ibérica				I	I			III			NA	NA

AVES

Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Introducido	R.D 439/90	R.D 1095/89	R.D. 118/89	Directiva Aves	Directiva Hábitat	Convenio Berna	Convenio Bonn	Rgto.CEE/ CITES	Amenaza	
												Nacional	Mundial
F. ANATIDAE													
<i>Anas platyrhynchos</i>	anade azul				I	I	II,III		III	II		NA	NA
F. CICONIIDAE													
<i>Ciconia ciconia</i>	cigüeña blanca			II			I		II	II		V	NA
F. ACCIPITRIDAE													
<i>Pernis ptilorhynchus</i>	abejero europeo			II			I		II	II	CI	NA	NA
<i>Milvus migrans</i>	milano negro			II			I		II	II	CI	NA	NA
<i>Neophoron percnopterus</i>	almoche común			II			I		II	II	CI	V	NA
<i>Circus gallicus</i>	culebrera europea			II			I		II	II	CI	I	NA
<i>Circus cyaneus</i>	aguilucho pálido			II			I		II	II	CI	K	NA
<i>Circus pygargus</i>	aguilucho cenizo			II			I		II	II	CI	V	NA
<i>Accipiter nisus</i>	gavilán común			II					II	II	CI	K	NA
<i>Buteo buteo</i>	busardo ratonero			II					II	II	CI	NA	NA
<i>Aquila chrysaetos</i>	águila real			II			I		II	II	CI	R	NA
<i>Hieraetus pennatus</i>	aguililla calzada			II			I		II	II	CI	NA	NA
<i>Hieraetus fasciatus</i>	águila azor-perdicera			II			I		II	II	CI	V	NA

Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Introducido	R.D 439/90	R.D 1095/89	R.D. 118/89	Directiva Aves	Directiva Hábitat	Convenio Berna	Convenio Bonn	Rgto.CEE/ CITES	Amenaza	
												Nacional	Mundial
F. FALCONIDAE													
<i>Falco naumanni</i>	cernicalo primilla			II			I		II	II	CI	V	NA
<i>Falco tinnunculus</i>	cernicalo vulgar												
<i>Falco subbuteo</i>	alcotán europeo			II			I		II	II	CI	K	NA
F. TETRAONIDAE													
<i>Tetrao urogallus</i>	urugallo común							I,II,III	II			V	NA
F. PHASIANIDAE													
<i>Alectoris rufa</i>	perdiz roja				I	I	II,III		III			NA	NA
<i>Perdix perdix</i>	perdiz pardilla						I,II,III		III			V	NA
<i>Coturnix coturnix</i>	codorniz común				I	I	III		III	II		NA	NA
F. RALLIDAE													
<i>Gallinula chloropus</i>	gallineta común						II		III			NA	NA
<i>Fulica atra</i>	focha común					I	II		II			NA	NA
F. BURHINIDAE													
<i>Burhinus oedicnemus</i>	alcaraván común			II			I		II	II		K	NA
F. SCOLOPACIDAE													
<i>Scolopax rusticola</i>	Chocha perdiz				I		II,III		III	II		K	NA
<i>Aegialitis hypoleucos</i>	andarríos chico			II					II	II		NA	NA
F. COLUMBIDAE													
<i>Columba livia</i>	paloma bravía				I		II		III			NA	NA
<i>Columba oenas</i>	paloma zurita				I	I	II		III			I	NA
<i>Columba palumbus</i>	paloma torcaz				I	I	II,III					NA	NA
<i>Streptopelia decaocto</i>	tortola turca			II			I		II			R	R
<i>Streptopelia turtur</i>	tótopala común				I		II		III			V	NA
F. CUCULIDAE													
<i>Cuculus canorus</i>	cucú común			II					III			NA	NA

Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Introducido	R.D. 439/90	R.D. 1095/89	R.D. 118/89	Directiva Aves	Directiva Hábitat	Convenio Berna	Convenio Bonn	Rgto. CEE/ CITES	Amenaza Nacioanal Mundial
F. TYTONIDAE												
<i>Tyto alba</i>	lechuza común											
F. STRIGIDAE												
<i>Bubo bubo</i>	buho real			II					II		II	R NA
<i>Athene noctua</i>	mochuelo común			II					II		II	NA NA
<i>Sirix aluco</i>	cárabo común			II					II		II	NA NA
F. CAPRIMULGIDAE												
<i>Caprimulgus europaeus</i>	chotacabras gris			II			I		II			K NA
F. APOPIDAE												
	vencejo común			II					III			NA NA
F. ALCEDINIDAE												
<i>Alcedo atthis</i>	martín pescador			II			I		II			NA NA
F. MEROPIIDAE												
<i>Merops apiaster</i>	abejaruco común			II			I		II			NA NA
F. UPUPIDAE												
<i>Upupa epops</i>	abubilla			II					II			NA NA
F. PICIDAE												
<i>Jynx torquilla</i>	torcecuello			II					II			NA NA
<i>Picus viridis</i>	pito real			II					II			NA NA
<i>Dendrocopus major</i>	pico picapinos			II					II			NA NA
<i>Dendrocopus medius</i>	pico mediano			II			I		II			V NA
<i>Dendrocopus minor</i>	pico menor			II					II			I NA
F. ALAUDIDAE												
<i>Galerida cristata</i>	cogujada común			II			I		II			NA NA
<i>Lullula arborea</i>	totovía			II			I		III			NA NA
<i>Alauda arvensis</i>	alondra común								III			NA NA
F. HIRUNDINIDAE												
<i>Delichon urbica</i>	avión común			II					II			I NA
<i>Hirundo rustica</i>	golondrina común											

Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Introducido	R.D 439/90	R.D 1095/89	R.D. 118/89	Directiva Aves	Directiva Hábitat	Convenio Berna	Convenio Bonn	Rgto. CEE/ CITES	Amenaza Nacional	Amenaza Mundial
F. MOTACILLIDAE													
<i>Anthus trivialis</i>	bisbita arborea			II					II			NA	NA
<i>Anthus campestris</i>	bisbita arborea												
<i>Anthus spinoletta</i>	bisbita alpina			II					II			NA	NA
<i>Motacilla flava</i>	lavandera boyera			II					II			NA	NA
<i>Motacilla cinerea</i>	lavandera cascadená			II					II			NA	NA
<i>Motacilla alba</i>	lavandera blanca			II					II			NA	NA
F. CINCLIDAE													
<i>Cinclus cinclus</i>	mirlo acuático			II					II			NA	NA
F. TROGLODYTIDAE													
<i>Troglodytes troglodytes</i>	chochín			II					II			NA	NA
F. PRUNELLIDAE													
<i>Prunella modularis</i>	acentero común			II					II			NA	NA
F. TURDIDAE													
<i>Eriothacus rubecula</i>	petirrojo			II					II	II		NA	NA
<i>Luscinia megarhynchos</i>	ruseñor común			II					II			NA	NA
<i>Phoenicurus ochruros</i>	colirrojo tizón			II					II	II		NA	NA
<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	colirrojo real			II					II	II		NA	NA
<i>Saxicola rubetra</i>	tarbilla norteña			II					II	II		NA	NA
<i>Saxicola torquata</i>	tarbilla común			II					II	II		NA	NA
<i>Oenanthe oenanthe</i>	collalba gris			II					II	II		NA	NA
<i>Turdus merula</i>	mirlo común						I		III	II		NA	NA
<i>Turdus philomelos</i>	zorzal común				I		II		III	II		NA	NA
F. SYLVIIDAE													
<i>Cettia cetti</i>	ruseñor bastardo			II					II	II		NA	NA
<i>Locustella naevia</i>	buscarla pintoja			II					II	II		NA	NA
<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	carricero común			II					II	II		NA	NA
<i>Hippolais polyglotta</i>	zarcero común			II					II	II		NA	NA
<i>Sylvia undata</i>	curruca rabilarga			II		I			II	II		NA	NA
<i>Sylvia communis</i>	curruca zarcera			II					II			NA	NA
<i>Sylvia borin</i>	curruca mosquitera			II					II	II		NA	NA

Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Introducido	R.D 439/90	R.D 1095/89	R.D. 118/89	Directiva Aves	Directiva Hábitat	Convenio Berna	Convenio Bonn	Rgto. CEE/ CITES	Amenaza Nacional	Amenaza Mundial
<i>Sylvia atricapilla</i>	curruca capirotada			II					II	II		NA	NA
<i>Phylloscopus bonelli</i>	mosquitero papialbo			II					II	II		NA	NA
<i>Phylloscopus collybita</i>	mosquitero común			II					II	II		NA	NA
<i>Phylloscopus trochilus</i>	mosquitero musical			II					II	II		NA	NA
<i>Regulus regulus</i>	Reyezuelo sencillo			II					II	II		NA	NA
<i>Regulus ignicapillus</i>	reyezuelo listado			II					II	II		NA	NA
F. PARIDAE													
<i>Parus palustris</i>	carbonero palustre			II					II	II		NA	NA
<i>Parus cristatus</i>	herrerillo capuchino			II					II	II		NA	NA
<i>Parus ater</i>	carbonero garrapinos			II					II	II		NA	NA
<i>Parus caeruleus</i>	herrerillo común			II					II	II		NA	NA
<i>Parus major</i>	carbonero común												
F. SITTIDAE													
<i>Sitta europaea</i>	trepador azul			II					II	II		NA	NA
F. CERTHIIDAE													
<i>Certhia brachydactyla</i>	agateador común			II					II	II		NA	NA
F. ORIOLIDAE													
<i>Oriolus oriolus</i>	Oropéndola			II					II	II		NA	NA
F. ALANIIDAE													
<i>Lanius collurio</i>	alcaudón dorsirrojo			II			I		II	II		NA	NA
<i>Lanius excubitor</i>	alcaudón real			II					II	II		NA	NA
F. CORVIDAE													
<i>Garrulus glandarius</i>	arrendajo											NA	NA
<i>Pica pica</i>	urraca				I							NA	NA
<i>Pyrrhocorax pyrrhocorax</i>	chova piquirroja			II			I		II			NA	NA
<i>Corvus monedula</i>	grajilla				I							NA	NA
<i>Corvus frugilegus</i>	graja											R	NA
<i>Corvus corone</i>	corneja negra				I							NA	NA

Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Introducido	R.D 439/90	R.D 1095/89	R.D. 118/89	Directiva Aves	Directiva Hábitat	Convenio Berna	Convenio Bonn	Rgto. CEE/ CITES	Amenaza Nacional	Amenaza Mundial
F. STURNIDAE													
<i>Sturnus unicolor</i>	estornino negro				I				III			NA	NA
F. PASSERIDAE													
<i>Passer domesticus</i>	gorrión común											NA	NA
<i>Passer montanus</i>	gorrión molinero			II					III			NA	NA
<i>Petronia petronia</i>	gorrión chillón			II					III			NA	NA
F. FRINGILLIDAE													
<i>Fringilla coelebs</i>	pinzón vulgar			II					III				
<i>Serinus serinus</i>	verdecillo								III				
<i>Carduelis chloris</i>	verderón común								III				
<i>Carduelis carduelis</i>	jilguero								III				
<i>Carduelis cannabina</i>	pardillo común								III				
<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	camachuelo común			II					III				
F. EMBERIZIDAE													
<i>Emberiza citrinella</i>	escribano cerillo			II					II				
<i>Emberiza cia</i>	escribano montesino			II					II				
<i>Emberiza hortulana</i>	escribano hortelano			II			I		II				

ANFIBIOS Y REPTILES

Con carácter general, para este grupo faunístico, se destaca la elevada riqueza que muestra la Península Ibérica, constituyendo el segundo país de Europa, tras Turquía. Se estima que existen aproximadamente entre 86 y 88 especies sin incluir aquellas introducidas recientemente.

Entre los factores que determinan este éxito nos encontramos: su situación geográfica refugio meridional durante el Neógeno y el Cuaternario;

el carácter accidentado del territorio español y la diversidad climática que amplía el número de hábitats presentes.

Encontramos igualmente un elevado número de endemismos en la herpetofauna española albergando al 25% en el caso de los anfibios y entre el 15-20% en reptiles.

Los datos obtenidos para la herpetofauna presente en las zonas de estudio, se basan principalmente en consultas bibliográficas.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	R.D 439/90	D. HABITAT	C. BERNA	STATUS
ANFIBIOS					
F. SALAMANDRIDAE					
<i>Salamandra salamandra</i>	salamandra común			III	NA
<i>Triturus boscai</i>	tritón ibérico	II		III	NA
<i>Triturus helveticus</i>	tritón palmeado	II		III	NA
<i>Triturus marmoratus</i>	tritón jaspeado	II	IV	III	NA
F. DISCOGLOSSIDAE					
<i>Alytes obstetricans</i>	sapo partero común	II	IV	II	NA
F. BUFONIDAE					
<i>Bufo calamita</i>	sapo corredor	II	IV	II	NA
F. HYLIDAE					
<i>Hyla arborea</i>	ranita de San Antonio	II	IV	II	NA
F. RANIDAE					
<i>Rana perezi</i>	rana común		V	III	NA
<i>Rana temporaria</i>	rana bermeja	II	V	III	NA
REPTILES					
F. GEKKONIDAE					
<i>Tarentola mauritanica</i>	salamanquesa común	II		III	NA

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	R.D 439/90	D. HABITAT	C. BERNA	STATUS
F. SCINDIDAE					
<i>Chalcides striatus</i>	eslizon tridáctilo	II		III	NA
F. LACERTIDAE					
<i>Lacerta lepida</i>	lagarto ocelado			III	NA
<i>Lacerta schreiberi</i>	lagarto verdinegro	II	II, IV	II	NA
<i>Podarcis bocagei</i>	lagartija de bocage			III	NA
<i>Podarcis hispanica</i>	lagartija ibérica	II		III	NA
<i>Podarcis muralis</i>	lagartija roquera	II	IV	II	NA
<i>Psammotromus algirus</i>	lagartija colilarga	II		III	NA
<i>Psammotromus hispanicus</i>	lagartija cenicienta	II		III	NA
F. ANGUIDAE					
<i>Anguis fragilis</i>	lución	II	IV	III	NA
F. COLUBRIDAE					
<i>Coronella austriaca</i>	culebra lisa europea	II	IV	II	NA
<i>Coronella girondica</i>	culebra lisa meridional	II		III	NA
<i>Elaphe scalaris</i>	culebra de escalera	II		III	NA
<i>Malpolon monspessulanus</i>	culebra bastarda			III	NA
<i>Natrix maura</i>	culebra viperina	II		III	NA
<i>Natrix natrix</i>	culebra de collar				
F. VIPERIDAE					
<i>Vipera seoanei</i>	vibora de Seoane			III	NA

INVERTEBRADOS

Encontramos dentro de esta división del reino animal a todos los animales que no tienen columna vertebral o espina dorsal y esqueleto óseo. Estos animales se pueden dividir en dos grupos importantes, los invertebrados no artrópodos y los vertebrados artrópodos.

Identificación	Nombre vulgar	Convenio Berna	Directiva Hábitat	Amenaza
Orden: Coleoptera Familia: Lucanidae Especie: <i>Lucanus Cervu</i>		III	II	Riesgo menor (LR)
Orden: Coleoptera Familia: Cerambycidae Especie: <i>Cerambyx cerdo</i>				Vulnerable
Orden: Coleoptera Familia: Cerambycidae Especie: <i>Nustera distigma</i>			II	España: Insuficientemente conocida
Orden : Neuroptera Familia: Myrmeleontidae Especie: <i>Mymeleon formicarius</i>				UICN: Insuficientemente conocida España: Vulnerable
Orden: Odonota Familia: Coenagrionidae Especie: <i>Coenagrion mercuriale</i>		II		UICN- Vulnerable España: Vulnerable
Orden: Orthoptera Familia: Tettigonidae Especie: <i>Saga pedo</i>		II		UICN: Vulneable España: Rara
Orden: Lepidoptera Familia: Nymphalidae Especie: <i>Euphydryas aurinia</i>				España: No amenazada
Orden: Lepidoptera Familia: Papilionidae Especie: <i>Parnassius apollo</i> <i>ssp. asturianensis</i>		II		UICN: Rara CITES: II España: Vulnerable

Identificación	Nombre vulgar	Convenio Berna	Directiva Hábitat	Amenaza
<p>Orden: Lepidoptera Familia: Papilionidae Especie: <i>Zerynthia rumina</i></p>			Directiva Habitas	España: fuera de peligro, aunque algunas subespecies se encuentran en peligro.
<p>Orden: Lepidoptera Familia: Lycaenidae Especie: <i>Maculinea arion</i></p>			Convenio Berna	UICN: Vulnerable España: rara o fuera de peligro (según autores)
<p>Orden: Lepidoptera Familia: Sphingidae Especie: <i>Proserpinus proserpina</i></p>		Convenio Berna II		UICN: vulnerable España: Indeterminada
<p>Orden: Hymenoptera Familia Formicidae Especie: <i>Formica rufa</i></p>				UINC: R España: vulnerable
<p>Orden: Hymenoptera Familia: Formicidae Especie: <i>Formica nigricans</i></p>				UICN:R España: Vulnerable

8.- ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS

Con el fin de garantizar la conservación y el desarrollo sostenible de ciertas áreas que debido a sus cualidades excepcionales deben ser objeto de protección, la Comunidad Autónoma de Castilla-León recogió en la Ley de Espacios Naturales de Castilla-León (Ley 8/91 de 10 de mayo), aquellas zonas que presentan unos rasgos ecológicos especiales.

La citada Ley establece cuatro categorías de Espacios Naturales Protegidos:

- 1.- Parques
- 2.- Reservas Naturales
- 3.- Monumentos Naturales
- 4.- Paisajes Protegidos

Los **Parques**, destacan por ocupar territorios poco transformados, donde la representatividad de sus ecosistemas le dotan de valores estéticos, educativos y científicos que los hacen merecedores de su conservación.

Dentro de esta figura se diferencian a su vez:

- a) **Parque Regional:** área de gran extensión donde aparecen ecosistemas, minimamente alterados por la actividad humana.
- b) **Parque Natural:** áreas de relativa extensión, con fuerte valor natural, donde se compagina el proceso dinámico de la naturaleza con el uso sostenido de los recursos.

8.1.- Parque Natural de Sierra de Ancares

En la zona objeto de nuestro estudio, nos encontramos al noroeste de la provincia de León, un área ampliada recientemente como Parque Natural según la Orden de 16 de febrero de 2000, denominada "**Sierra de Ancares**" (ver mapa: "*Situación actual de la red de espacios naturales de Castilla-León*"). La geomorfología de la zona dibuja un paisaje abruptamente montañoso y escarpado con altitudes entre los 1.500 y 1.800 m, llegando en ocasiones a culminar con elevaciones que sobrepasan los 2000 m donde el hielo ha ido esculpiendo valles glaciares, circos y lagunas. Las zonas más bajas o con ondulaciones más suaves han creado espacios mas confortables para los asentamientos humanos. La arquitectura de la zona es un elemento igualmente significativo de este Parque constituido por "*pallozas o casas de teito*": construcción pétreo de origen celta, con forma circular o elíptica y cubierta de paja, que la vez sirve de vivienda y pajar.

Los términos municipales incluidos en este Parque Natural son: Vega de la Espinareda, Villafranca del Bierzo, **Fabero** , **Páramo del Sil**, Palacios del Sil, **Villablino**, Peranzanes y Candín.

Los términos marcados en negrita se corresponden con áreas donde se encuentran las siguientes explotaciones que están siendo objeto de estudio en este proyecto:

- | | |
|------------------------------------------------|-------------------------------------|
| - Nombre de la explotación: Peñas Rosas | T. Municipal: Páramo del Sil |
| - Nombre de la explotación: Fontoria | T. Municipal: Fabero |
| - Nombre de la explotación: Miranda | T. Municipal: Villablino |

En esta superficie de 67.280 Ha, conviven gran variedad de especies vegetales, que se distribuyen ordenadamente según un gradiente altitudinal que les permite la supervivencia evitando la competencia. En los pisos más bajos se desarrollan bosques de rebollos que van dando paso poco a poco al roble albar

que como especie dominante se mezcla con serbales, abedules, avellanos, acebos, arces y mostajos. Actualmente estos bosques mixtos se han ido reduciendo por diversas causas: incendios, deforestación, repoblaciones..., en esta etapa de degradación aparecen sustituidos en la mayoría de los casos por brezales. Los pisos superiores, donde las condiciones climáticas más severas impiden el crecimiento del arbolado son ocupados por matorral bajo y denso formado por enebro rastrero y arándanos, que se mezcla en las crestas con pastizales de altura y cervunales.

La riqueza faunística que encierra esta zona, advierte uno de los valores más importantes que justifican la declaración como Espacio Protegido de esta zona. Destaca el oso pardo (*Ursus arctos*), especie catalogada en España "en peligro", lo cual hace obligatorio la aprobación de **Planes de Recuperación** y el urugallo (*Tetrao urugallus*) catalogado como "vulnerable", cuya principal amenaza se deriva de la alteración de su hábitat. Aparecen igualmente otras especies susceptibles de conservación como el lobo, la nutria, el águila real, el águila culebrera, el halcón peregrino, el alimoche, el pico mediano o la perdiz pardilla.

No obstante, la utilización racional de este espacio, hace que parte de este territorio que fue declarado Reserva Nacional de Caza por la Ley 37/1966 de 31 de mayo, siga siendo utilizado para esta práctica, aunque con las restricciones propias de una zona especial por ello se encuentra incluido en un **Régimen de Protección Preventiva** según decreto 133/1990 de 12 de julio.

Como instrumento básico de planificación y gestión de los Espacios Naturales, la Junta de Castilla y León debe elaborar el **Plan de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN)** para cada uno de los Espacios Naturales declarados. En el caso que nos ocupa del Parque Natural de "Sierra de Ancares", se debe comentar que se encuentra en estos momentos en estudio. No obstante, la figura de Parque Natural requiere unas directrices más concretas que se elaboran en un **Plan Rector de Uso y Gestión**, este documento permite la gestión, protección y conservación de los valores de la

zona, mediante el adecuado uso y gestión de sus recursos, con el fin de garantizar un aprovechamiento sostenido en armonía con el desarrollo de las poblaciones que lo habitan.

8.2.- Paisaje Natural del Valle de San Emiliano

Situado en el norte de la provincia leonesa, con una superficie de 55.200 Ha se encuentra el Paisaje Natural Protegido del **Valle de San Emiliano**, en las comarcas de Babia y Luna. Con esta figura de protección la Junta de Castilla-León identifica zonas del medio natural, que por sus valores estéticos y culturales merecen una protección legal.

La característica más relevante que engrandece esta belleza paisajística a caballo entre los roquedos calizo y las montañas silíceas, viene justificada por encontrarse en una zona de transición entre la Región Eurosiberiana y Mediterránea. Este hecho condiciona una elevada diversidad faunística, vegetal y geomorfológica.

La topografía escabrosa de este territorio, alcanza su cota máxima en Peña Ubiña con 2.417 m. Las extremas condiciones meteorológicas unidas a la altitud dan pie a la formación de rasgos morfológicos de origen glaciar como circos, morrenas laterales y frontales, horns y valles en artesa.

Su alternancia vegetal queda reflejada por su componente atlántica dominada por vegetación arbórea de robles y hayas que contrastan con los sabinares más occidentales encontrados en la Península Ibérica como testigos del carácter mediterráneo de este enclave.

Igualmente la composición faunística, queda representada por ser una zona de ecotono entre especies típicas de origen eurosiberiano como el oso, el urogallo, o el lobo con otras de origen afromediterráneo como el jabalí, o el ciervo.

Incluidas en este Paisaje Natural encontramos las siguientes explotaciones objeto de estudio:

- Nombre de la explotación: **Siete** T. Municipal: **Cabrillanes**
- Nombre de la explotación: **Regalada y Otras** T. Municipal: **Cabrillanes**

Por último, se considera necesario comentar que según la bibliografía consultada en la actualidad se está llevando a cabo el **Plan de Ordenación de los Recursos Naturales** del Valle de San Emiliano. Como herramienta adicional para regular los usos, esta figura debe disponer por Ley de **Normas de Protección**.

8.3.- Red Natura 2000

Con este nombre se denomina a la creación que según Ley debe realizarse elaborando **una red ecológica europea de zonas de especial conservación (Red Natura 2000)**. El objetivo de esta Red es contribuir al mantenimiento de la diversidad biológica mediante la conservación de los hábitats naturales y de las especies de fauna y flora silvestres consideradas de interés comunitario.

Esta Red está formada por:

- **Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPAs)**; que se incorporan directamente a la Red Natura 2000. La Comunidad, adquiere el compromiso de conservar el hábitat de las especies que dieron lugar a la declaración de zona y promover su restauración en caso de encontrarse deteriorado.
- **Zonas de Especial Conservación (ZECs)**; obtenidas por la Unión Europea tras un selección a partir de las propuestas de **Lugares de Interés Comunitario (LICs)** realizadas por las Comunidades Autónomas.

En el territorio afectado por las explotaciones mineras que están siendo objeto del presente estudio nos encontramos las siguientes áreas:

Nombre del espacio	Código	Superficie (Ha)	Figura de protección	Valores que justifican la protección
Sierra de los Ancares	ES 4130010	55581,945	ZEPA y LIC	Perdiz pardilla, Halcón abejero, Roquero rojo, Urogallo.
Valle de San Emiliano	ES 4130035	55747,813	ZEPA y LIC	Alimoche, Aguilucho pálido, Perdiz pardilla Halcón abejero, águila culebrera, Real, Halcón peregrino, Pito negro
Alto Sil	ES 0000210	43751,556	ZEPA y LIC	Urogallo, Milano real, Búho real, Aguilucho pálido, Aguilucho cenizo, Águila
Ribera de la Subcuenca del río Orbigo	ES 4130065	1268,014	LIC	Vegetación de ribera
Ribera de la Subcuenca del Río Sil	ES4130076	324,737	LIC	Vegetación de ribera

8.4.- Zonas húmedas de interés especial

Con motivo de proteger y preservar aquellas zonas húmedas de interés que se encuentren en Castilla-León. La Ley de Espacios Naturales y Protegidos de esta Comunidad establece en su art. 47 la creación de un **Catálogo de Zonas Húmedas de Interés Especial**. La primera relación de espacios data del año 1994 (Decreto 194/1994) con un resultado de 118 espacios, de los cuales 19 se encontraban en la provincia de León. Posteriormente en el año 2001 aparece una ampliación a este catálogo

(Decreto 125/2001), contemplándose 20 zonas húmedas más en la provincia de León, contabilizándose un total en la actualidad de 39 Zonas Húmedas de Interés Especial para esta provincia.

Revisando la documentación relativa a estos espacios, se puede concluir que no aparece ningún área catalogada con esta figura de protección que se encuentre afectada directamente por las minicortas estudiadas. Sin embargo, al oeste de la explotación denominada "Lumajo" en el término municipal de Villablino, se localiza un complejo de cuatro lagunas denominadas: "Laguna de la Mata 1", "Laguna de Mata 2", "Laguna de la Mata 3" y "Laguna de la Mata 4", todas ellas figuran en el catálogo como de zonas de interés especial. De la misma forma se ha de nombrar una quinta laguna, también incluida en este catálogo situada más al norte, denominada "La laguna Grande".

8.5.- Actuaciones recientes

Con el objetivo de preservar aquellas riberas que conserven unas características ecológicas especiales, que deban estar reguladas por ciertas medidas de protección y gestión, según se contempla en el art. 55 de la Ley de Espacios Naturales. La Consejería de Medio Ambiente mediante un Convenio de colaboración con la Universidad de Valladolid realiza en una primera fase un proyecto de localización, tipificación y catalogación de riberas denominado **Estudio Integral de las Riberas Sobresalientes**, que tendrá sus resultados en fechas próximas.

Por último, destacamos la actuación que se está realizando en el transcurso del año 2001, con la elaboración de un **Catálogo de Especímenes Vegetales de Singular Relevancia de Castilla-León**, donde aparecerán reflejados todos los elementos vegetales de forma individualizada, cuya singular relevancia los haga sobresalientes, describiéndose para cada espécimen, su emplazamiento, estado de conservación así como las medidas necesarias para su protección, conservación mejora y persistencia.

9.- SITUACIONES TIPO DE MINERÍA

Se han reconocido cuatro situaciones tipo principales y varios subtipos:

- **Minicortas con capas de carbón con buzamiento a favor de ladera.**
 - Buzamiento subvertical
 - Buzamiento subhorizontal

- **Minicortas con capas de carbón con buzamiento en contra de ladera.**
 - Buzamiento subvertical
 - Buzamiento subhorizontal

- **Minicortas con capas verticales perpendiculares a la ladera.**

- **Cortas con capas horizontales.** Esta últimas con buzamientos próximo a los 10 grados que permite una transferencia de estériles semejante al método de descubiertas y minería de contorno.

Esta tipología permite diseñar cinco modelos matemáticos básicos que permiten definir el ratio medio y ratio limite en base a parámetros geométricos:

Una o varias capas con buzamiento a favor de ladera en el que el buzamiento de las capas de carbón coincide con el ángulo de explotación del talud de muro.

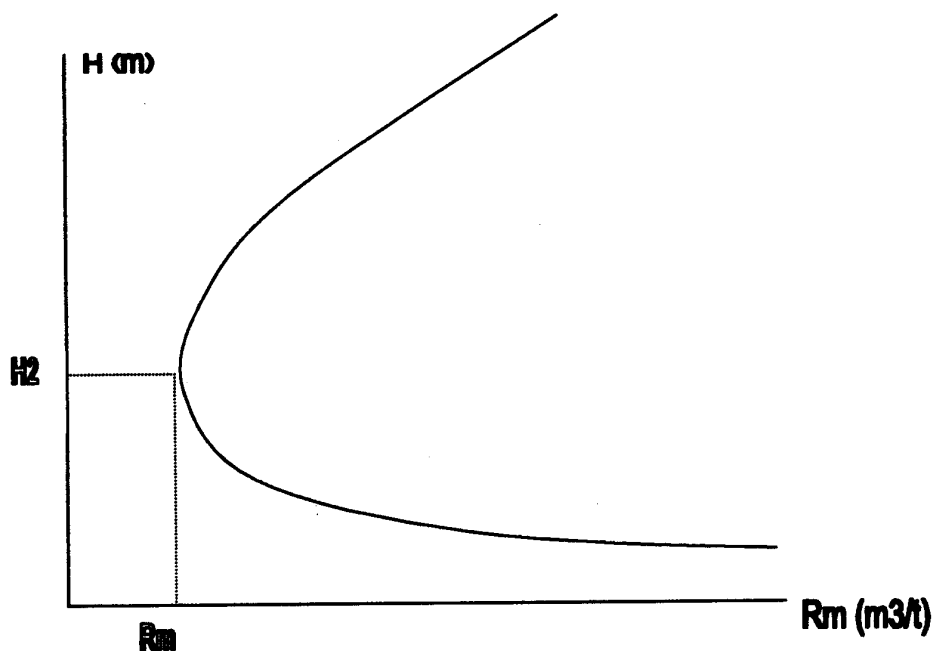
Una o varias capas con buzamiento a favor de ladera en el que el buzamiento de las capas de carbón es superior al ángulo de explotación del talud de muro.

Una o varias capas con buzamiento en contra de ladera en el que el buzamiento de las capas de carbón coincide con el ángulo de explotación del talud de muro.

Una o varias capas con buzamiento en contra de ladera en el que el buzamiento de las capas de carbón es superior al ángulo de explotación del talud de muro.

Por último el de minería de capas horizontales (contorno o decubierta) en el que el ratio es función de la pendiente del relieve.

Fijados estos parametros, se pueden obtener el ratio medio en función de la altura de la explotación según la siguiente función (ver Plan Director de la Cuenca del Bierzo II. ENADIMSA) $R_m = aH^2 + bH + c/dH - e$ en que. Siendo a, b, c, d, e coeficientes numéricos cuyo valor depende de los modelos geométricos.

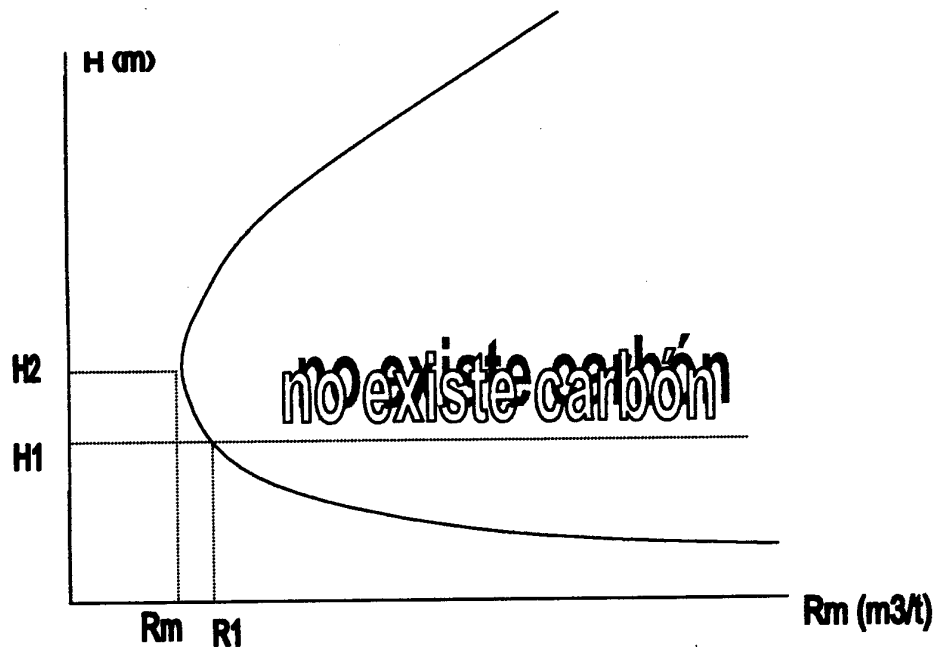


H2= Altura correspondiente Rm. Ratio medio (Rm) mínimo.

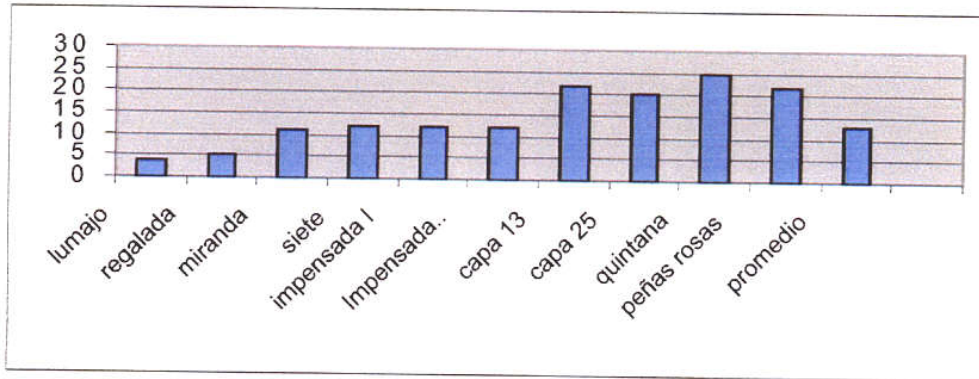
10.- CARACTERIZACIÓN Y TIPOLOGIA MINERA

Los yacimientos de las cuencas carboníferas de Villablino y el Bierzo son poco apropiados para la minería a cielo abierto puesto que las capas son estrechas y están bastante separadas entre sí. La minería a cielo abierto se caracteriza por explotar, principalmente, los macizos superficiales de carbón que no han podido ser extraídos por minería subterránea.

En la mayoría de los casos que hemos estudiado, la minería a cielo abierto se encuentra explotando por encima de los minados subterráneos. Con la excepción de dos casos el resto de cortas se encuentran explotando las reservas de montaña (macizos de superficie) que no han podido ser explotadas por minería de interior; esta circunstancia impide, en la mayoría de las ocasiones, el aprovechamiento en vertical de las reservas por haber sido ya explotadas; por lo que no tiene sentido hablar de ratios medios. Si nos fijamos en el gráfico nos encontraríamos en la situación H1 del gráfico por debajo del ratio medio.

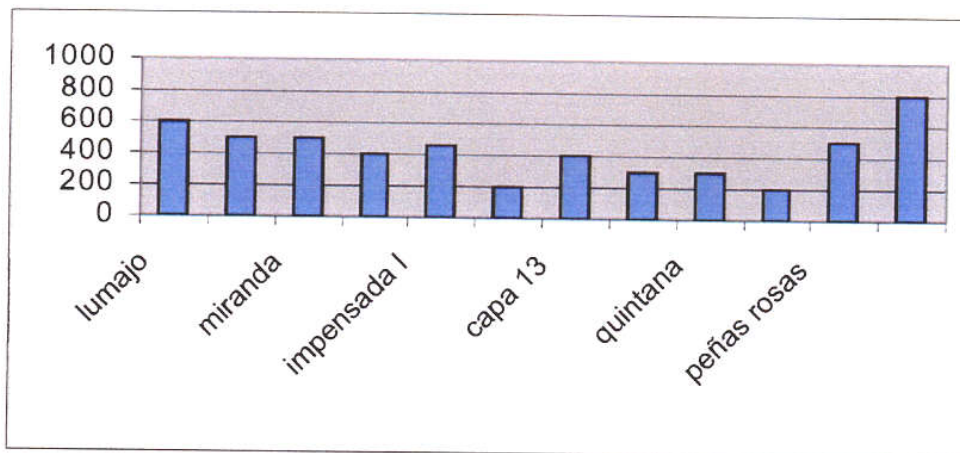


H1= Altura máxima de explotación en zonas minadas. H2= Altura correspondiente Rm. Ratio medio (Rm) mínimo.



Ratio "medio" de minicortas. Como se puede observar en el gráfico el promedio del ratio medio es inferior a 13.

Longitud de la capa de carbón. Todas las cortas que se han estudiado, menos una, tienen una longitud de dirección de capa entre 200 y 600 m. Este rango de corrida de capa sería el parámetro determinante de la tipología de este tipo de cortas.



De todos los casos estudiados, el 72 por ciento no realiza ni ha realizado minería de transferencia tratándose de una minería antigua (anterior a los años 90). En la mejor de las situaciones, se trata de un movimiento de estériles sin planificación represando arroyos o removiendo estériles de un lado a otro por estar encima de reservas de carbón. Se trata de una minería sin planificación y muchas veces sin investigación del yacimiento casi siempre de escasas

reservas y que se extraen rápidamente mediante tajos longitudinales que permite mayor producción pero impide la restauración.

Sin considerar el caso de capas horizontales, que se explotan mediante el sistema de descubiertas o contorno, el resto de la minería es mayoritariamente mediante el laboreo de cortas, es decir la explotación de capas con buzamientos superiores a los 20 grados, predominando las capas subverticales.

Se puede deducir que de la casuística de cortas estudiadas la mayoría son cortas antiguas en las que apenas se exigía restauración. En las más recientes solamente en una se puede considerar que no se realiza una restauración adecuada aunque si rellenan huecos.

En todo caso, sin considerar las cortas de capas horizontales con una disposición y laboreo más sencillo y por tanto con mayores posibilidades de transferencia de estériles, el resto tiene unas dimensiones que aún realizando minería de transferencia con tajos transversales estarían limitada a un relleno de un pequeño volumen del hueco y a una escombrera de proporciones considerables.

Partiendo de que para realizar una minería de transferencia en cortas sería necesario el método de laboreo de tajos transversales que si bien tiene el inconveniente de tener un alto coste de apertura inicial y trabajar a ratio casi constate, lo que da lugar a que el flujo de caja en los primeros años sea menor, permite la restauración mediante transferencia. Por el contrario el laboreo de cortas de tajos longitudinales permite la amortización inmediata de las inversiones realizadas pero no permite la transferencia de estériles; caso de la mayoría de las cortas antiguas, caracterizadas por un laboreo de rápido arranque del carbón.

En este sentido se considera que la primera condición para que haya transferencia es que la longitud de la capa de carbón sea suficiente para poder

permitirla. Esta condición esta determinada por la pendiente de la pista que deben tener de un 10 por ciento de media con pendientes puntales de un 15 por ciento (Instrucción Técnica Complementaria 07.1.03, sobre trabajos a cielo abierto del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera). En el caso de cortas (capas mayores de 20°) la restauración mediante transferencia de estériles viene condicionada por la pendiente que tendrá un 10 por ciento de media. Es decir, considerando un hueco mínimo de 50 metros de longitud para la maniobra de la maquinaria, la longitud del hueco será $L=10h$ siendo h la altura del hueco de mina.

Por otra parte no se deben considerar los costes de restauración como un coste añadido que impida la restauración. Ya que si bien no existen datos rigurosos de los costes de restauración de este tipo de minería sabemos que la restauración varia en función de diversos condicionantes ambientales, principalmente si factores hidrológicos y/o hidrogeológicos y/o con producción de aguas ácidas afectan a la corta. Dependiendo de la dificultad y entidad de estos factores ambientales los costes de restauración pueden oscilar entre un 5 y 10% de los costes operativos de la corta.

11.- CONCLUSIONES

Se puede concluir que las minicortas estudiadas en la provincia de León, son escasas como también lo es la minería a cielo abierto de carbón. Los condicionantes geológicos no son los mejores para la explotación a cielo abierto; en general la minería a cielo abierto explota el carbón que no ha podido ser explotado por minería de interior e incluso capas que no fueron explotadas en su día por ser carbón menudo que antiguamente no tenía salida.

Como consecuencia de las escasas reservas de carbón, las inversiones realizadas no pueden ser muy grandes, por lo que se opta por el laboreo de tajos longitudinales que permite una amortización inmediata de las inversiones debido al arranque de carbón desde el primer momento de la explotación. Por el contrario y aunque técnicamente es posible la transferencia de estériles mediante laboreo de tajos transversales, debido a las causas anteriores, no se

realiza. La estrategia de las empresas, que actualmente extraen carbón, es ubicar estratégicamente el estéril encima del hueco de corta para desde allí empujarlo hasta tapar el hueco, dado la escasa altura de corta, a lo largo de la vida de la explotación y sobre todo al final de esta. La operación se limita al empuje, restitución topográfica y suavizado de formas mediante bulldozer. En la practica no se realiza revegetación soliendo haber una colonización natural en el caso en que se restituye el suelo vegetal.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcaraz Ariza, F., Asensi Marfil, A. (1987): *"La vegetación de España"*. Ed. Universidad de Alcalá de Henares. Madrid.
- Blanco, J.C., González, J.L., (1992): *"Libro rojo de los vertebrados de España"*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. ICONA.
- Chinery, M. (1997): *Guía de campo de los Insectos de España y de Europa"*. Ed. Omega. S.A. Barcelona.
- Cobertera Laguna, E., (1993). *"Edafología aplicada, suelos, producción agraria, planificación territorial e impactos ambientales"*. Ed. Cátedra, S.A. Madrid.
- Gomez-Campo, C. (1987): *"Libro rojo de especies vegetales amenazadas de España Peninsular e Islas Baleares"*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. ICONA.
- Gloria Rosas, M.A., García Valdecasas, A., (1992). *"Invertebrados españoles protegidos por convenios Internacionales"*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. ICONA.
- ENADIMSA (1982). Plan Director de al Cuenca de El Bierzo II. Ministerio de Industria y Energía.

- IGME. (1980). Aplicación metodológica a Cielo Abierto; 3 Vol. (Montealegre, La Granja de San Vicente y Torre del Bierzo. León). IGME
- IGME. (1984). Revisión y síntesis geológico-minera de la Cuenca Carbonífera de "El Bierzo" (León). IGME.
- López González, G. (1982): *"La guía Incafo de los árboles y arbustos de la Península Ibérica"*. Incafo S.A. Madrid.
- Porta Casanellas, J. López-Acevedo, M., Roquero, C. (1994): *"Edafología, para la agricultura y el medio ambiente"*. Ed. Mundi-prensa. Madrid.
- Rivas Martínez, S. , (1987): *" Mapa de series de vegetación de España"* . Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. ICONA.
- Purroy, J.F., (1997). "Atlas de las aves de España". SEO/ Bird life. Ed. Lynx.
PONER PROVINCIA
- Viada, C. (1998): *"Áreas importantes para las aves en España"*. 2ª edición Monografía nº 5 SEO/ Bird Life. Madrid.

ANEJO II

FICHAS DE TIPOLOGIA MINERA



Instituto Geológico
y Minero de España

SMALL COAL OPENCAST MODELLING CECA-98
FILE I: GENERAL DATA

Key: 120870001

Date: 19-05-1999

GENERAL DATA:

GEOGRAPHIC SHEET. SCALE 1/50.000: 12-08 OCTANT: 7 OPEN PIT NUMBER: 0001

COLLIERY: Impensada I y otras PROVINCE: León MUNICIPAL DISTRICT: Valdesamario

PLACE: Valdesamario

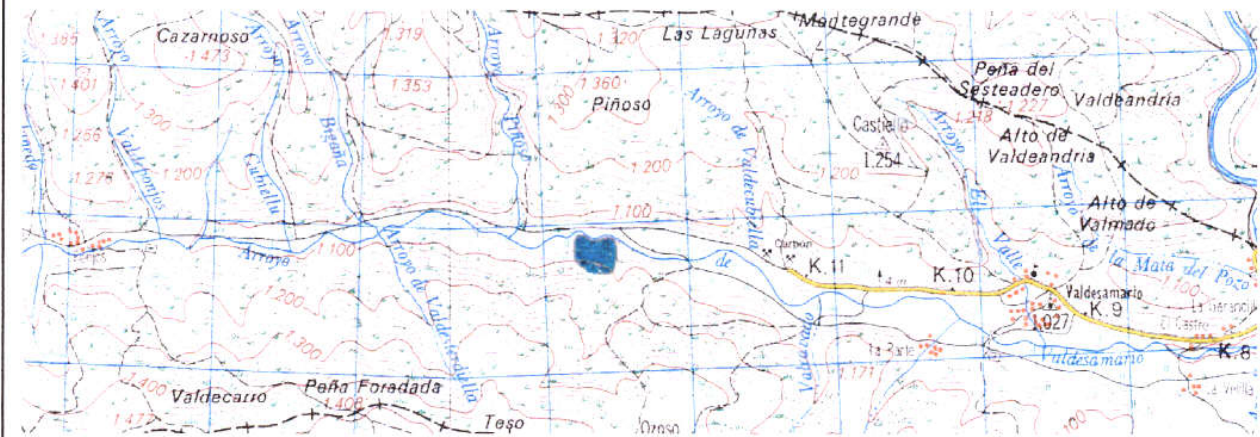
TIME ZONE: 30 UTM GEOGRAPHIC COORDINATES X:255.600 Y: 4734.800 Z: 1080

STATUS: OPERATIVE NOT OPERATIVE ABANDONED

SURROUNDINGS USAGE:

- | | |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> MINING | <input checked="" type="checkbox"/> BUSHES |
| <input type="checkbox"/> MOSTLY BARE SOIL | <input type="checkbox"/> BUSHY TREES |
| <input type="checkbox"/> URBAN | <input type="checkbox"/> FOREST TREES |
| <input type="checkbox"/> OTHERS (specify): | |

LOCATION SHEET SCALE 1:50.000



ACCESS TO THE OPEN PIT:

Located within 25 m of the Valdesamario-Ponjos road, 2,5 Km from the town centre of Valdesamario.

The access trail to this mine follows the right bank of Valdesamario stream which can be crossed along a small bridge.

PICTURE



TYPES OF FILES AVAILABLE

- FILE II: GEOLOGICAL CHARACTERIZATION
- FILE III: OPEN MINE PIT CHARACTERIZATION
- FILE IV: SPOIL DUMP CHARACTERIZATION
- FILE V: ENVIRONMENTAL VALUATION



GENERAL DATA:

- Name of the series of strata: Coberteras
- Place: Ponjos
- Original ground slope: 21°

STRUCTURAL AND LITHOLOGICAL DATA

- Dip direction: 255
- Dip: 40-45
- Length of the run: 200 m
- Number of coal seams: 2

COAL SEAM 1: capa 3

- Real thickness: 0,9 m

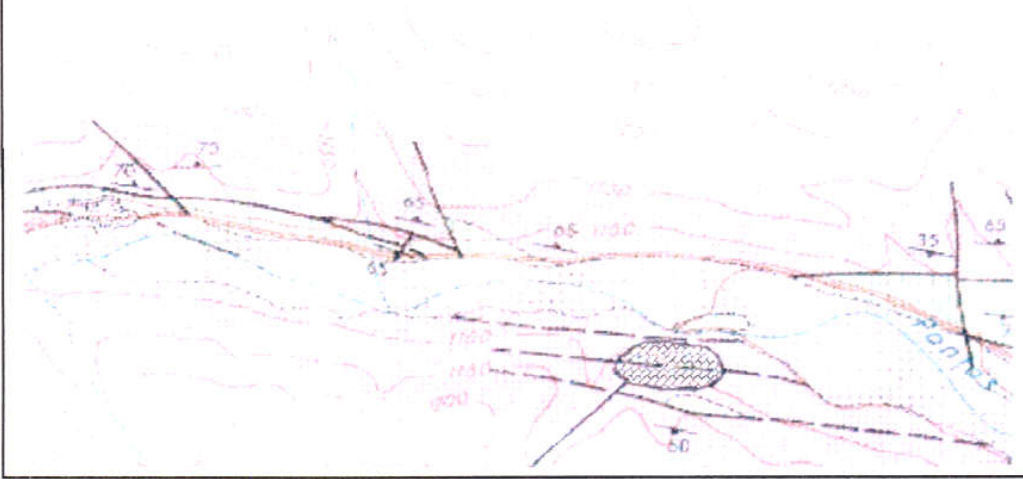
COAL SEAM 2: capa 4

- Real thickness: 0,8 m






REMARKS:

Small coal outcrop 200 m in length, with faults that run longitudinally to the direction of the strata. Very old open pit where the different coal seams cannot be recognised due scree.

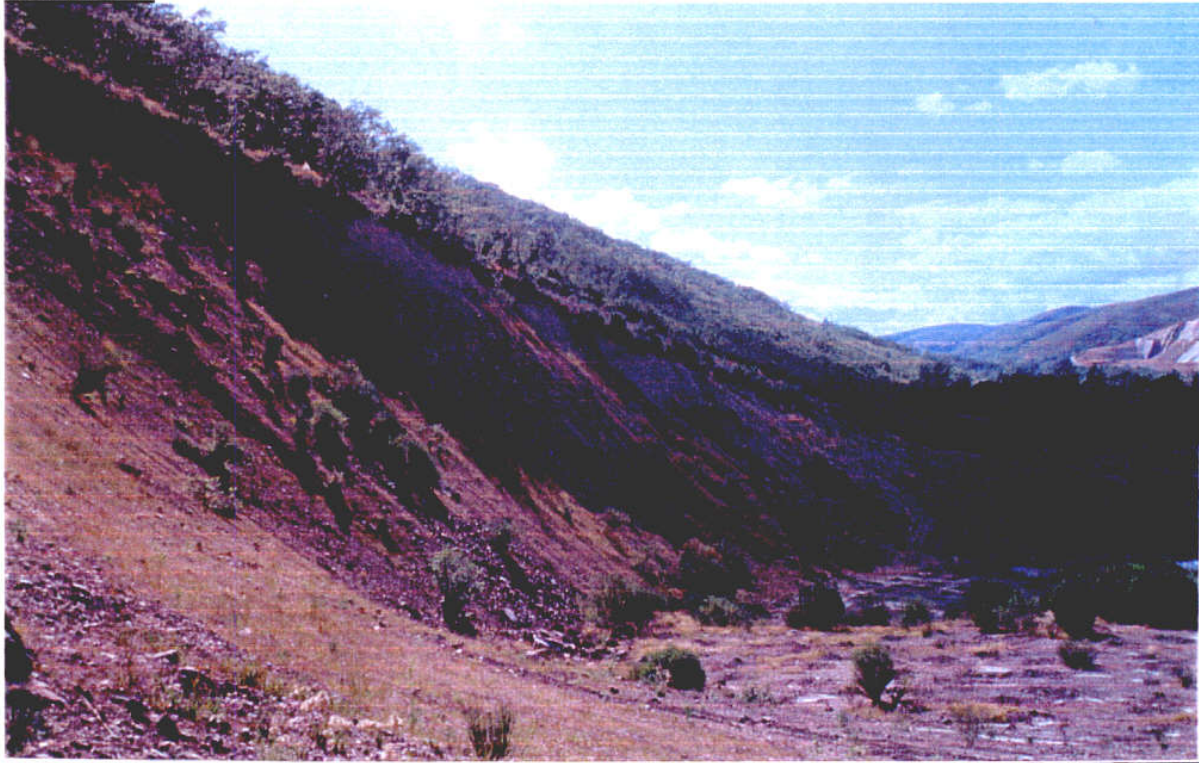
GEOLOGICAL FIELD MAPPING (Scale 1:25.000)



LEYENDA

-  TERRENCIOS POST-ESTERADENSES
-  ARENISCAS, LUTITAS Y TIERRAS
VERDEZ INTERMEDIAS
-  CONGLOMERADOS MARGALES
-  TERRENCIOS PRE-ESTERADENSES
-  HORRIDOS

PICTURE :





GENERAL DATA

- Total area occupied on the horizontal: 57.000 m²
- Maximum height of the pit : 20 m
- Platform width: 50 m
- Length: 200 m

Is there backfill? YES NO

- Open pit with dip parallel to slope
- Open pit with dip orthogonal to slope
- Cutting pit mining with orthogonal seams to level
- Top mine
- Others (specify):
 - Maximum height of benches: 20 m
 - Number of benches: 1

REMARKS

It is estimated that at this open pit mine approximately 15.000 T of coal were exploited. The highwall has been modified in the most dangerous zones to prevent people from falling down. The seams are not visible in the slope, due to a scree of the upper part (burned black slates, sandstones and a small percentage of quartzite).

Restoration: the revegetation is mostly natural in flat areas. However, tree revegetation (pines and black poplar) has been quite unsuccessful.

PICTURE OF THE MINE PIT: (revegetation)



RESTORATION

- Does restoration exist? No Partial Total
 - Does grading/recontouring exist? No Yes
 - Has cover soil been spread out? No Yes
 - Does revegetation exist ? No Yes
 - Antropic
 - Natural
- Partial
 - Total



GENERAL DATA OF THE SPOIL DUMP

- Type of site:

Flat

Slope

Valley

Hollow

- Construction method: Non –arranged dumping

- Total slope angle: 15 ° Total maximum height : 10m Number of benches: 1

- Spoil type: Black burned slates, quartzites, sandstone, shales.

- Size-Grading: Heterometric, without blocks

- Compaction: Variable

- Drainage: No

REMARKS

Lowest part of spoil dump rest on the creek shore.



ENVIRONMENTAL CHARACTERIZATION

GENERAL DATA:

- COVER: HIGH MIDDLE LOW
- MATURITY: HIGH MIDDLE LOW
- NATURALITY: HIGH MIDDLE LOW
- LANDFORM TYPE: HILLY MOUNTAINOUS FLAT WAVED

HABITAT DESCRIPTION:

South of Valdemasario river, the mountainous landscape where we find this exploitation is covered by oak trees. These are of small size, probably consequence of fires occurred in previous years.

COLONIZING FLORAL SPECIES:

- SPECIES DESCRIPTION: *Retama* sp, *Rubus* sp, *Cytisus scoparius*, *Quercus pyrenaica* and others.

These species are mainly located in spoil dump areas and in talus faces that have been covered by soil as a consequence of landslides of the upper zone (scate-planting).

ENVIRONMENTAL IMPACT

IDENTIFICATION OF IMPACTS (*)

		PIT	SPOIL DUMP	EQUIP.	ROADS	TOTAL VALUE
WATER	Watershed modification	3	3		3	9
	Water quality					
GEOLOGICAL PROCESSES	Waterflows					
	Erosión - Sedimentation	3	3		2	8
	Landslides	4	4			8
SOILS	Soil loss	3	3		2	8
VEGETACIÓN	Elimination of vegetation	3	3		2	8
FAUNA	Effects on animal species	3	3		2	8
LAND USES	Effects on tracks					
	Loss of agricultural soils	1	1		1	3
NATURAL PROTECTED AREAS	Effects on protected areas					
	Visibility from protected areas					
LANDSCAPE	Morphological changes	3	3		2	8
	Changes on the chromatic structure	3	3		2	8
VISIBILITY	Visual impact	1	1		1	3
SOCIOCULTURAL HERITAGE	Effects on cultural heritage					

(*) 1: COMPATIBLE 2: MODERATE 3: SEVERE 4: CRITICAL

VISIBILITY (*)

Urban sites: Other urban areas: Roads: LV

(*) LV: Slightly Visible V: Visible HV: Highly Visible

EXISTING PREVENTIVE AND CORRECTIVE MEASURES

The hillsides of the mining hollow are formed by sandstone and suffer strong landslides. Vegetation slides together with the land; this phenomenon is known as skate-planting. On the surface of the hollow, poplar and elm tree revegetation has been done without using vegetal soil as it has been proven it is hardly successful. Only very small plants have taken root.

REMARKS:

No evidence of acid mine drainage, although some is expected from the spoil dump. The stream has to be studied. At the lowest bench mark of this spoil dump there are two permanent eutrophisized water ponds. Revegetation plants are few and scarce. Both the hollow and the spoil dump have been naturally colonized by *Retama* sp., *Cytisus scoparius*, Oak tree and heather.



Instituto Geológico
y Minero de España

SMALL COAL OPENCAST MODELLING CECA-98
FILE I: GENERAL DATA

Key: 120870002

Date: 19/05/1999

GENERAL DATA:

GEOGRAPHIC SHEET. SCALE 1/50.000: 12-08 OCTANT: 7 OPEN PIT NUMBER: 0002

COLLIERY: Impensada I

PROVINCE: León

MUNICIPAL DISTRICT: Valdesamario

PLACE: Ponjos

TIME ZONE: 29

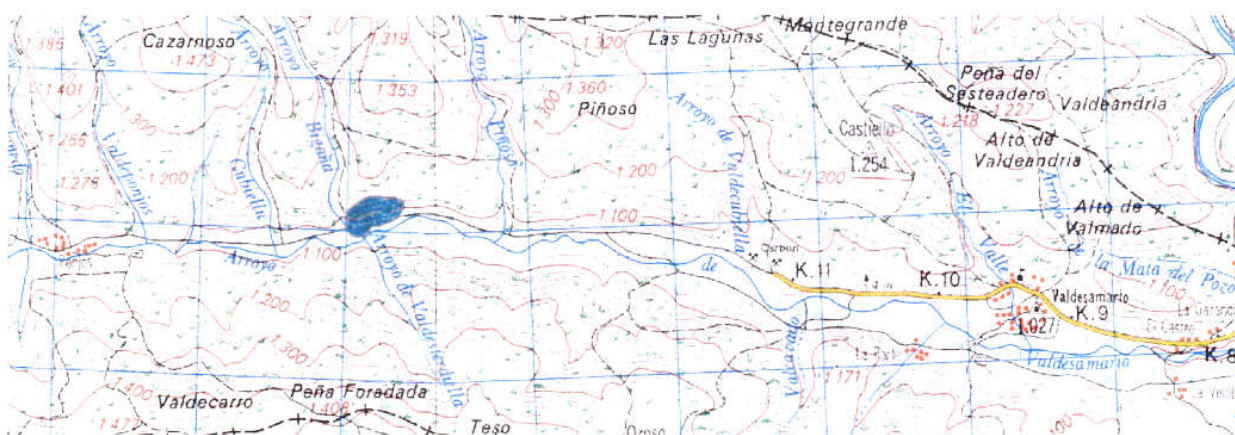
UTM GEOGRAPHIC COORDINATES: X: 745.300 Y: 4735.050 Z: 1.100

STATUS: OPERATIVE NOT OPERATIVE ABANDONED

SURROUNDINGS USAGE:

- | | |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> MINING | <input checked="" type="checkbox"/> BUSHES |
| <input type="checkbox"/> MOSTLY BARE SOIL | <input type="checkbox"/> BUSHY TREES |
| <input type="checkbox"/> URBAN | <input type="checkbox"/> FOREST TREES |

LOCATION SHEET SCALE 1:50.000



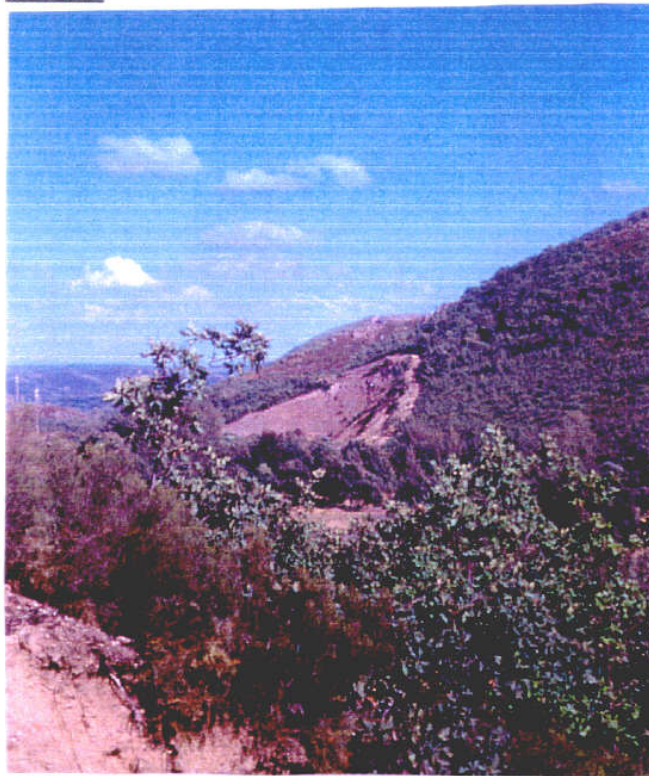
ACCESS TO THE OPEN PIT

Located at the edge of the road that joins Valdesamario and Ponjos approximately 3 Km from the centre of Valdesamario village.

PICTURE:



PICTURE:



TYPES OF FILES AVAILABLE

- FILE II: GEOLOGICAL CHARACTERIZATION
- FILE III: OPEN MINE PIT CHARACTERIZATION
- FILE IV: SPOIL DUMP CHARACTERIZATION
- FILE V: ENVIRONMENTAL VALUATION



GENERAL DATA:

- Name of the series of strata: Coberteras
- Place: Ponjos
- Original ground slope: 23 °

STRUCTURAL AND LITHOLOGICAL DATA

- Real thickness of the series of strata (a): 1,7 m
- Dip Direction: 175-109
- Dip: 50-70
- Length of the run: 450
- Number of coal seams: 2

COAL SEAM 1 capa 3

- Real thickness : 2,5 m

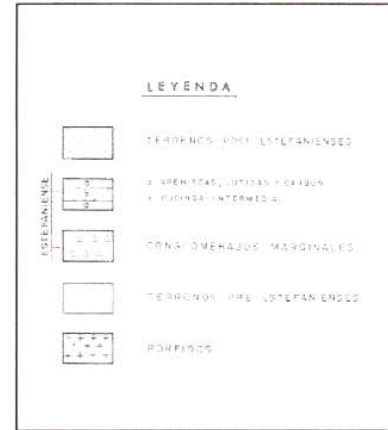
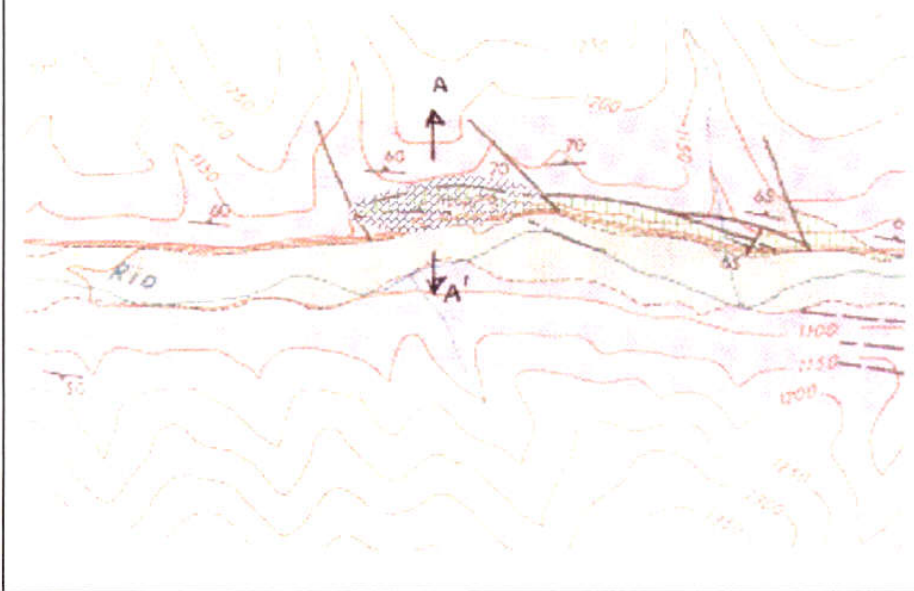
COAL SEAM 2 capa 4

- Real thickness : 0,8 m

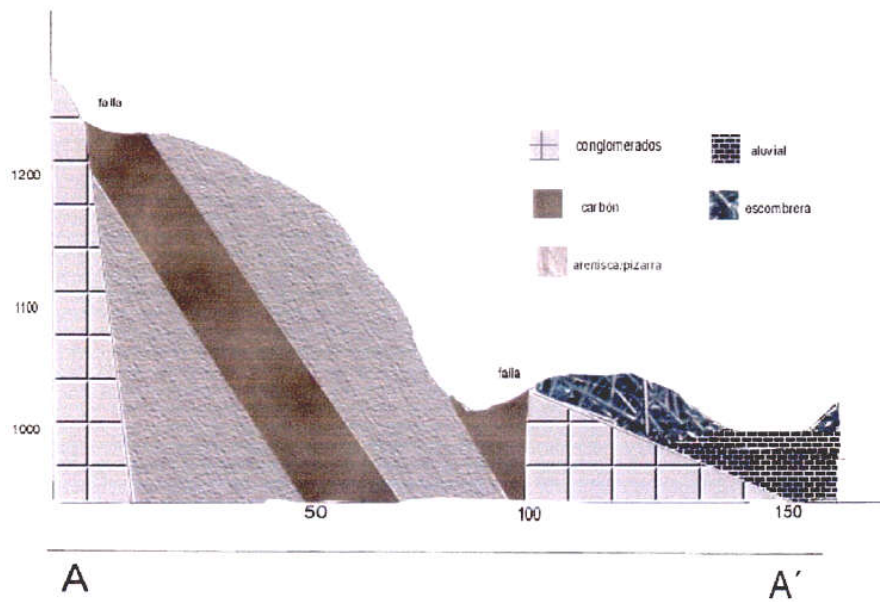
REMARKS:

The Coberteras formation is the boottom of Estefaniense B

GEOLOGICAL FIELD MAPPING (Scale 1:25.000)



GEOLOGICAL CROSS SECTION



REMARKS:

Coal cut 450 m long, bordered by two transverse faults to the seam direction.



GENERAL DATA

- Total area occupied on the horizontal : 57.000 m²
- Maximum height of the pit : 60 m
- Platform width : 60-30 m
- Length: 450 m
- Is there backfill? YES NO
- Open pit mine with dip parallel to slope.
- Open pit mine with dip orthogonal to slope.
- Top mine
- Others (specify)
- Maximum height of benches: 60 m
- Number of benches: 1

REMARKS

It is estimated that in this mine approximately 40.000 T of coal were exploited with an average ratio of 11,7.

Rehabilitation works have been accomplished at the mining surface and on the spoil dump spreading the barren rock out. The volume of material used is considered to be very small. This area has been revegetated with herbaceous plants and some trees without using any vegetal soil. Success was scarce.

The exploitation of this mine has discovered "sigillarias and lepidondendros" fossils that can be clearly observed at the lateral walls of the excavation. The rock's easy disintegration together with meteorization, makes it's conservation state very poor.

Open pit with dip parallel to the slope.

Coal seam with lateral failures.

Revegetation: The revegetation has been unsuccessful, due to the bad arrangement of the layers. Only haulage has been made, without planification.

GENERAL DATA OF THE SPOIL DUMP

• Site type:

Flat Slope Valley Hollow

- Construction method: Non-arranged dumping.
- Occupied area: 12.300 m².
- Total slope angle : 35 °. Total maximum height (m): 14 m.
- Spoil type: slates, sandstones.
- Size-Grading: spread out.
- Compaction: None.
- Drainage: No.
- Problems observed: Chaotic arrangement. Toe on a stream current. The dump is partially filling the hollow.

RESTORATION (*)

- Does restoration exist? No Partial Total
- Does grading/recontouring exist? No Yes
- Has cover soil been spread out? No Yes
- Does revegetation exist ? No Yes
 - Antropic
 - Natural
 - Partial
 - Total



ENVIRONMENTAL CHARACTERIZATION

GENERAL DATA:

- COVER: HIGH MIDDLE LOW
- MATURITY: HIGH MIDDLE LOW
- NATURALITY: HIGH MIDDLE LOW
- LANDFORM TYPE: HILLY MOUNTAINOUS FLAT WAVED

HABITAT DESCRIPTION:

The surroundings are covered by short bushes (heaths) particularly along the range of mountains located to the right of the road where the mine hollow can be found. The range of mountains located at the left of the road is covered by oak trees.

COLONIZING FLORAL SPECIES

- SPECIES DESCRIPTION: *Chamaespartium tridentata*, *Populus* sp, genistas y ericas.
- REMARKS: the scarce spontaneous vegetation that grew prior to Revegetation did so in flat areas or talus cones.

ENVIRONMENTAL IMPACT

IDENTIFICATION OF IMPACTS (*)

		PIT	SPOIL DUMP	EQUIP.	ROADS	TOTAL VALUE
WATER	Watershed modification	3	4			7
	Water quality	2	2			4
GEOLOGICAL PROCESSES	Waterflows	1	1			2
	Erosión - Sedimentation	3	4			7
	Landslides	2	3			5
SOILS	Soil loss	3	3			6
VEGETATION	Elimination of vegetation	2	2			4
FAUNA	Effects on animal species	2	2			4
LAND USES	Effects on tracks					
	Loss of agricultural soils					
NATURAL PROTECTED AREAS	Effects on protected areas					
	Visibility from protected areas					
LANDSCAPE	Morphological changes	3	3			6
	Changes on the chromatic structure	3	2			5
VISIBILITY	Visual impact	3	2			5
SOCIOCULTURAL HERITAGE	Effects on cultural heritage	3	2			5

(*) 1: COMPATIBLE 2: MODERATE 3: SEVERE 4: CRITICAL

VISIBILITY (*)

Urban sites: Other urban zones: Roads: HV

(*) LV: Slightly Visible V: Visible HV: Highly Visible

EXISTING PREVENTIVE AND CORRECTIVE MEASURES

The barren rocks which form the spoil dump are of small size and totally loose. The scarce revegetation and topographic rehabilitation decreases the effects of erosion and landslide, though in a very small proportion.

Drainage has not been taken into account for the rehabilitation process of this mine, affecting the drainage of the natural basin. Water has made its way causing several carcavas. This phenomenon is aggravated in the left margin of the mine where water flows continuously along the winter and spring months. It is estimated that in this process, water quality deterioration is increased by suspended solids.

REMARKS:

No evidence of acid mining waters.



Instituto Geológico
y Minero de España

SMALL COAL OPENCAST MODELLING CECA-98
FILE I: GENERAL DATA

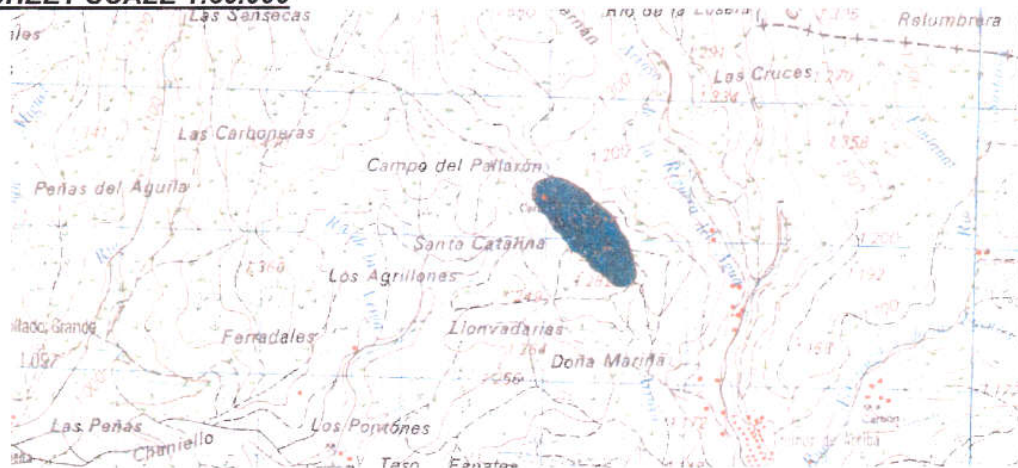
Key: 110880001
Date: 19/05/1999

GENERAL DATA:

GEOGRAPHIC SHEET. SCALE 1/50.000: 11-08 OCTANT: 8 OPEN PIT NUMBER: 0001
COLLIERY: El Porvenir PROVINCE: León MUNICIPAL DISTRICT: Igueña
PLACE: TREMOR DE ARRIBA
TIME ZONE: 29 UTM GEOGRAPHIC COORDINATES: X: 727.400 Y: 4736.100 Z: 1315
STATUS: OPERATIVE NOT OPERATIVE ABANDONED
SURROUNDINGS USAGE:

- | | |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> MINING | <input checked="" type="checkbox"/> BUSHES |
| <input type="checkbox"/> MOSTLY BARE SOIL | <input type="checkbox"/> BUSHY TREES |
| <input type="checkbox"/> URBAN | <input type="checkbox"/> FOREST TREES |

LOCATION SHEET SCALE 1:50.000



ACCESS TO THE OPEN PIT

From León city, the road N-VI must be taken in the direction of Ponferrada until Torre del Bierzo is reached. Immediately after, the road which goes to Tremor de Arriba village must be taken, and after crossing this village, the pit is accessed following the haulage which is parallel to the river.

PICTURE:



TYPES OF FILES AVAILABLE

- FILE II: GEOLOGICAL CHARACTERIZATION
- FILE III: OPEN MINE PIT CHARACTERIZATION
- FILE IV: SPOIL DUMP CHARACTERIZATION
- FILE V: ENVIRONMENTAL VALUATION



Instituto Geológico
y Minero de España

FILE II: GEOLOGICAL CHARACTERIZATION

Key: 110880001

Date: 19/05/1999

GENERAL DATA:

- Name of the series of strata: Tramo de Petra
- Place: Tremor de Arriba
- Original ground slope : 5°

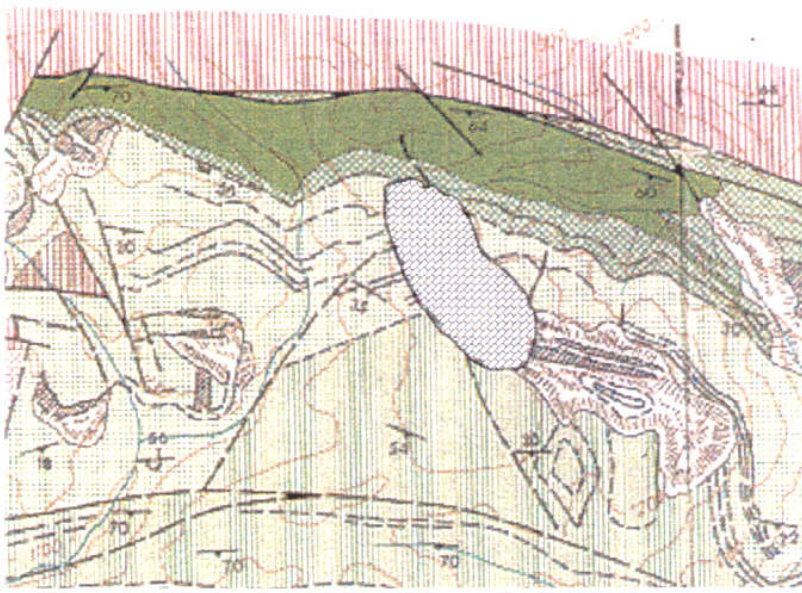
STRUCTURAL AND LITHOLOGICAL DATA

- Dip direction: 214
- Dip : 5 - 15
- Number of coal seams: 21
- Length of the run: 500 m

REMARKS

In this open pit is exploited 21 coal seams of scarce thickness (a lot of them are split), parallel to the slope of hillside, and with a strong tectonic.

GEOLOGICAL FIELD MAPPING (Scale 1: 25.000)



LEYENDA

	1 TERRAZNOS POST ESTEPANIENSES
	2 ARENIZAS, LUTITAS Y CARBÓN
	3 ARGILAS INTERMEDIA
	4 CONGLOMERADOS MARGINALES
	5 TERRAZNOS PRE ESTEPANIENSES
	6 PORFIDOS



Instituto Geológico
y Minero de España

FILE III: OPEN PIT MINE CHARACTERIZATION

Key: 110880001

Date: 19/05/1999

• **GENERAL DATA**

- Total area occupied on the horizontal: 594.000 m²
- Maximun height of the pit: 20 m
- Highwall: 250 m
- Open pit with dip parallel to slope
- Open pit with dip orthogonal to slope
- Top mine
-
- Maximun height of benches: 16 m
- Number of benches: 1

REMARKS

The cut begun exploiting levels by top mounting, and continued exploiting the hillside by a cut in wich the dip of the layers is parallel to the slope. In all cases, the coal seams have a strong tectonic nature and scarce thickness.



GENERAL DATA OF THE SPOIL DUMP

- Type of site:

Flat

Slope

Valley

Hollow

- Construction method: Non-arranged dumping

- Occupied area: 400.000 m²

- Geometry:

Total slope angle: 25 °

Total maximum height : 125 m

Number of benches: 4

- Spoil type: Mostly slates, with a lot of big blocks.
- Size-Grading: Heterometric, with a lot of bid blocks
- Compaction: None
- Drainage: No

REMARKS

The overburden is dumped downhill forming a barrage across the stream of the valley. No drainage has been made for the spoil dump.



Instituto Geológico
y Minero de España

FILE V: ENVIRONMENTAL ASSESSMENT

Key: 110880001

Date: 19/05/1999

ENVIRONMENTAL CHARACTERIZATION

GENERAL DATA:

- COVER: HIGH MIDDLE LOW
- MATURITY: HIGH MIDDLE LOW
- NATURALITY: HIGH MIDDLE LOW
- LANDFORM TYPE: HILLY MOUNTAINOUS FLAT WAVED

HABITAT DESCRIPTION:

Bushy vegetation is covering this area, where the moore dominates. The lower zones with nearby streams consist of hydrophilic bushes and pastures used for grazing cattle.

COLONIZING FLORAL SPECIES:

At the present, the open pit is operative therefore colonisation still has not started.

ENVIRONMENTAL IMPACT

IDENTIFICATION OF IMPACTS (*)

		PIT	SPOIL DUMP	EQUIP.	ROADS	TOTAL VALUE
WATER	Watershed modification	4	3	2	3	12
	Water quality	4	3		3	10
GEOLOGICAL PROCESSES	Waterflows	4	4		3	11
	Erosión - Sedimentation	4	3		3	10
	Landslides	3	3			6
SOILS	Soil loss	3	3		3	9
VEGETATION	Elimination of vegetation	3	3		2	8
FAUNA	Effects on animal species	3	3	1	2	9
LAND USES	Effects on tracks	1	1			2
	Loss of agricultural soils	2	2		2	6
NATURAL PROTECTED AREAS	Effects on protected areas					
	Visibility from protected areas					
LANDSCAPE	Morphological changes	4	4		2	10
	Changes on the chromatic structure	4	4	2	3	13
VISIBILITY	Visual impact	2	3	2	2	9
SOCIOCULTURAL HERITAGE	Effects on cultural heritage					

(*) 1: COMPATIBLE 2: MODERATE 3: SEVERE 4: CRITICAL

VISIBILITY (*)

Urban sites:

Other urban areas:

Roads:

(*) LV: Slightly Visible

V: Visible

HV: Highly Visible

EXISTING PREVENTIVE AND CORRECTIVE MEASURES

There is no measures of restoration. The spoil is dumping downhill forming a barrage fill of water at the bottom of valley.



Instituto Geológico
y Minero de España

SMALL COAL OPENCAST MODELLING CECA-98
FILE I: GENERAL DATA

Key: 1109700001-2
Date: 23/08/2000

GENERAL DATA:

GEOGRAPHIC SHEET SCALE: 1/50.000: 1109 OCTANT: 7 OPEN PIT NUMBER: 0001-2

COLLIERY: C - 25 PROVINCE: León MUNICIPAL DISTRICT: Torre del Bierzo

PLACE: Campo de Madre

TIME ZONE: 29

UTM GEOGRAPHIC COORDINATES: X: 722.300 Y: 4716.500 Z: 1.000-1.100

STATUS: OPERATIVE NOT OPERATIVE ABANDONED

SURROUNDINGS USAGE:

- | | |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> MINING | <input checked="" type="checkbox"/> BUSHES |
| <input type="checkbox"/> MOSTLY BARE SOIL | <input type="checkbox"/> BUSHY TREES |
| <input type="checkbox"/> URBAN | <input type="checkbox"/> FOREST TREES |

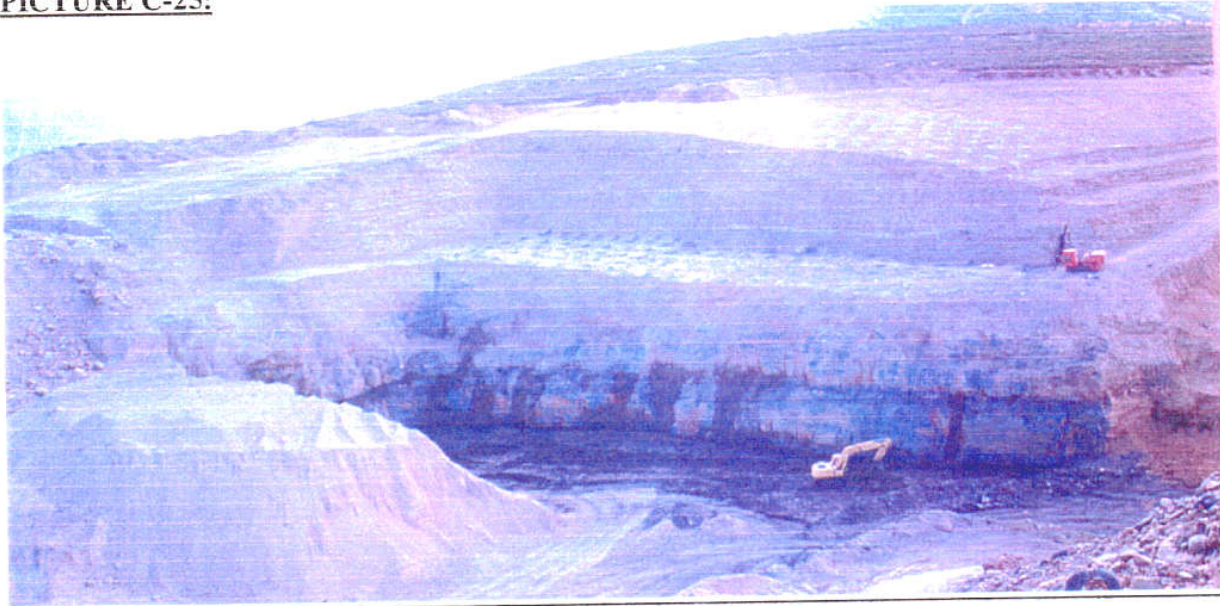
LOCATION SHEET SCALE 1:50.000



ACCESS TO THE OPEN PIT

At kilometre 352 of the N-VI road C-120 road must be taken. Aproximatedly 3 km before reaching the centre of Torre del Bierzo village, lead south towards Santa Cruz de los Montes, and there take the road that leaves towards the spot "Los Llavayos" where the exploitaiton is found.

PICTURE C-25:



TYPES OF FILES AVAILABLE

- FILE II: GEOLOGICAL CHARACTERIZATION
- FILE III: OPEN MINE PIT CHARACTERIZATION
- FILE IV: SPOIL DUMP CHARACTERIZATION
- FILE V: ENVIRONMENTAL VALUATION



GENERAL DATA:

- Name of the series of strata: Anchas
- Place: Santibañez de los Montes
- Original ground slope: 15° - 20 °

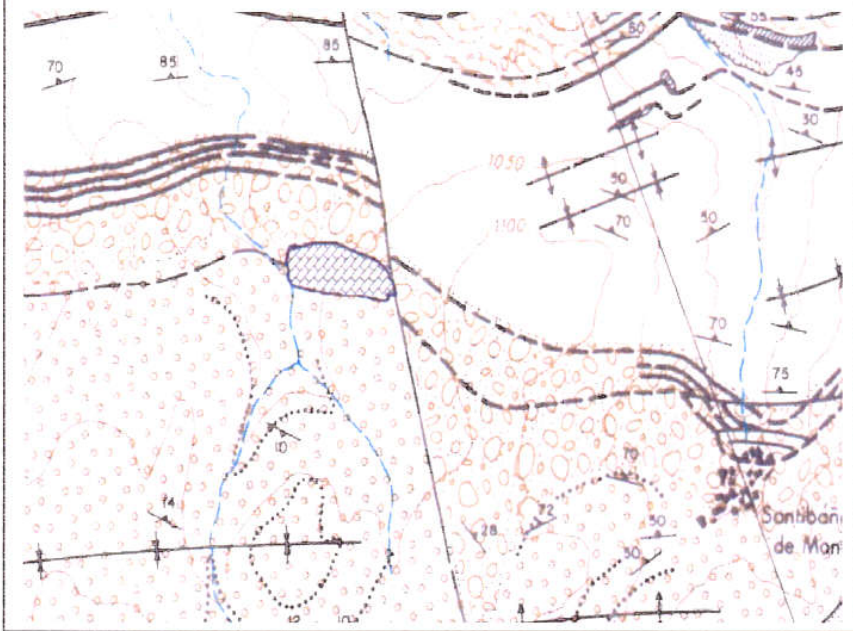
STRUCTURAL AND LITHOLOGICAL DATA

- Real thickness of the series of strata (a): 0,5 m
- Dip direction: 28-350
- Dip: 7-30
- Length of the run: 800
- Number of coal seams: 1

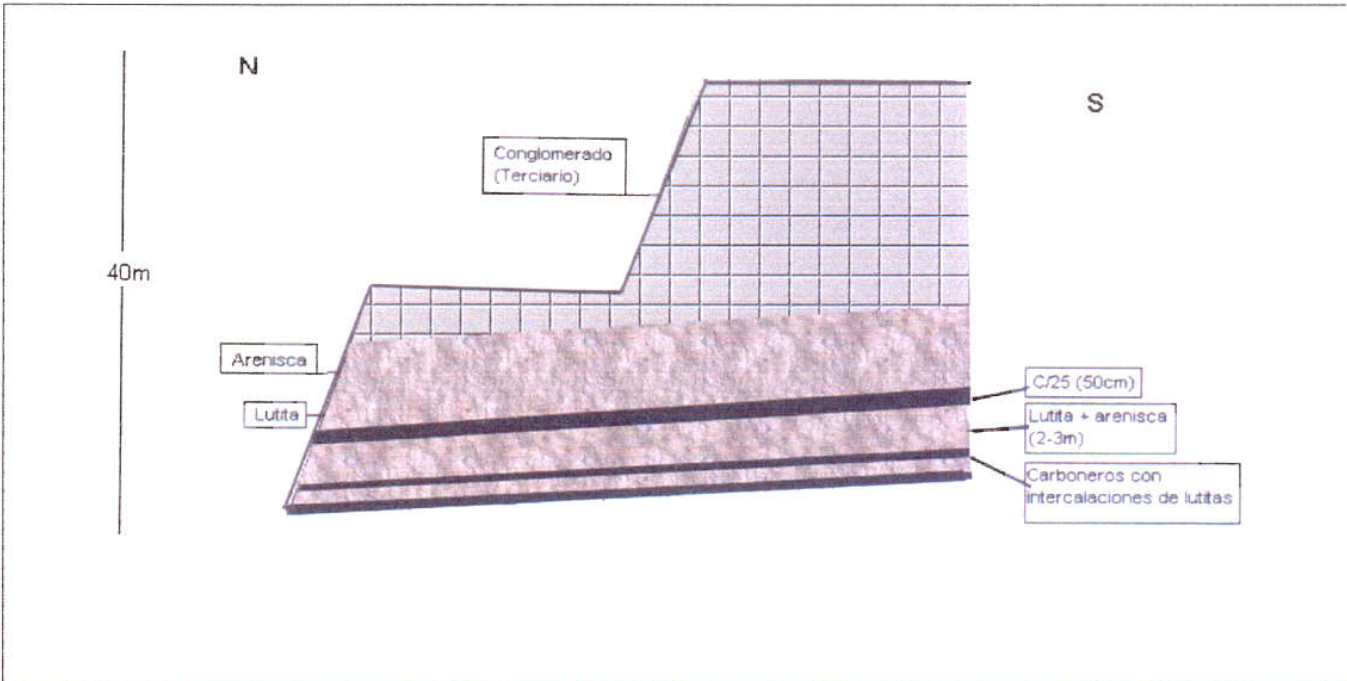
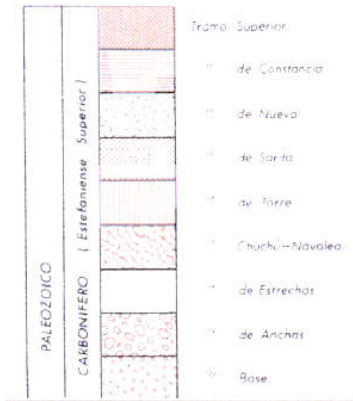
COAL SEAM 1: capa 25

- Real thickness: 0,5 m
- Intermediate material thickness:
Base: shale and sandstone Top: shale

GEOLOGICAL FIELD MAPPING (Scale 1:25.000)



LEYENDA



REMARKS:

In this open pit there are two highwalls. Only the seam denominated "25" is extracted.



GENERAL DATA OF THE SPOIL DUMP

- Type of site:

Flat

Slope

Valley

Hollow

- Construction method: Non-arranged dumping
- Spoil type: Conglomerate, slate, sandstone.
- Size-Grading: Heterometric
- Compaction: NONE
- Drainage: NO

REMARKS

Occupied area: There are spoils from different hollows. The material from one hollow is used to fill others. In the revegetated zone birches and cherry trees have been planted, and are now almost dead.



Instituto Geológico
y Minero de España

FILE V: ENVIRONMENTAL ASSESSMENT

Key: 110970001-2

Date: 23/08/2000

ENVIRONMENTAL CHARACTERIZATION

GENERAL DATA:

- COVER: HIGH MIDDLE LOW
- MATURITY: HIGH MIDDLE LOW
- NATURALITY: HIGH MIDDLE LOW
- LANDFORM TYPE: HILLY MOUNTAINOUS FLAT WAVED

HABITAT DESCRIPTION:

Moor area, which holm, oak and pine trees may be seen as a result of revegetation, a mesure part of the mount arrangement is being developed by the board of Castilla y León.

ENVIRONMENTAL IMPACT

IDENTIFICATION OF IMPACTS (*)

		PIT	SPOIL DUMP	EQUIP.	ROADS	TOTAL VALUE
WATER	Watershed modification	2	3		2	7
	Water quality	2	4		1	7
GEOLOGICAL PROCESSES	Waterflows	2	3			5
	Erosión - Sedimentation	3	4		2	9
	Landslides	3	4		2	9
SOILS	Soil loss	3	3		2	8
VEGETACIÓN	Elimination of vegetation	3	3		2	8
FAUNA	Effects on animal species	2	3		2	7
LAND USES	Effects on tracks	1	2			4
	Loss of agricultural soils	1	1		1	3
NATURAL PROTECTED AREAS	Effects on protected areas					
	Visibility from protected areas					
LANDSCAPE	Morphological changes	3	3		2	8
	Changes on the chromatic structure	3	3		2	8
VISIBILITY	Visual impact	2	3		2	7
SOCIOCULTURAL HERITAGE	Effects on cultural heritage					

(*) 1: COMPATIBLE 2: MODERATE 3: SEVERE 4: CRITICAL

VISIBILITY (*)

Urban sites: LV

Other urban areas:

Roads:

(*) LV: Slightly Visible

V: Visible

HV: Highly Visible

EXISTING PREVENTIVE AND CORRECTIVE MEASURES

300 meters South of Santa Ibañez de los Montes village (at present uninhabited), the stream called "Fuente del Palomo", has been piped. This has been done in order to prevent incorporation of suspended solids and acidification of water. All the surface waters generated within the exploitation flow into the above mentioned stream. Hence the measure taken is by no means enough to prevent water quality deterioration in this mine.



Instituto Geológico
y Minero de España

SMALL COAL OPENCAST MODELLING CECA-98
FILE I: GENERAL DATA

Key: 110970002

Date: 23/08/2000

GENERAL DATA:

GEOGRAPHIC SHEET. SCALE 1/50.000: 1109 OCTANT: 7 OPEN PIT NUMBER: 0002

COLLIERY: Brañuelas PROVINCE: León MUNICIPAL DISTRICT: Torre del Bierzo

PLACE: Santibáñez de Montes

TIME ZONE: 29

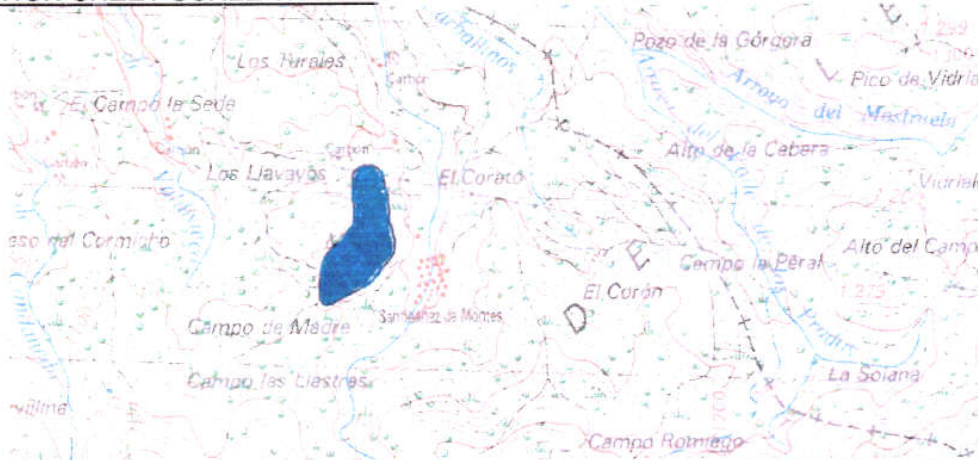
UTM GEOGRAPHIC COORDINATES: X: 722.900 Y: 4716.650 Z: 1100

STATUS: OPERATIVE NOT OPERATIVE ABANDONED

SURROUNDINGS USAGE:

- | | |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> MINING | <input type="checkbox"/> BUSHES |
| <input type="checkbox"/> MOSTLY BARE SOIL | <input checked="" type="checkbox"/> BUSHY TREES |
| <input type="checkbox"/> URBAN | <input type="checkbox"/> FOREST TREES |

LOCATION SHEET SCALE 1:50.000



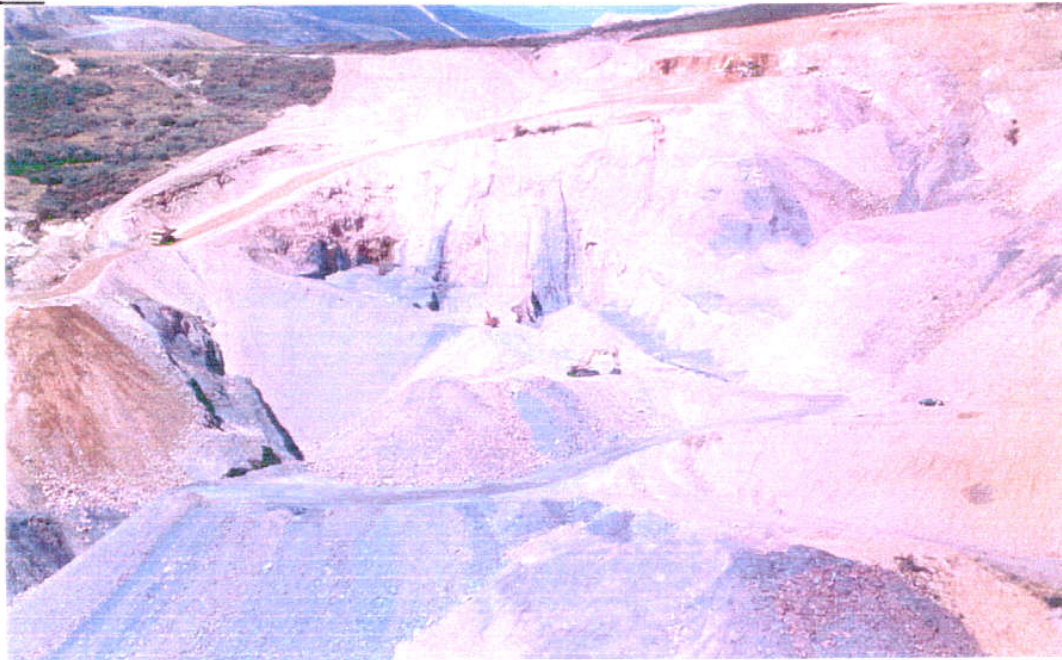
ACCESS TO THE OPEN PIT

Road C-120 is taken at Km 352 of N-VI national road. Aproximetedly 3 Km before reaching "Torre del Bierzo" village, take the South heading towards the village of Santa Cruz de los Montes. The exploitation is accessed by a mining road that heads Southeast from this village.

PICTURE:



PICTURE:



TYPES OF FILES AVAILABLE

- FILE II: GEOLOGICAL CHARACTERIZATION
- FILE III: OPEN MINE PIT CHARACTERIZATION
- FILE IV: SPOIL DUMP CHARACTERIZATION
- FILE V: ENVIRONMENTAL VALUATION



GENERAL DATA:

- Name of the series of strata: Anchas
- Place: Santibáñez de Montes
- Original ground slope: 6°

STRUCTURAL AND LITHOLOGICAL DATA

- Real thickness of the series of strata : 2,5 m
- Dip direction: 2
- Dip: 84
- Length of the run: 500 m
- Number of coal seams: 5

COAL SEAM 1 Capa 13

- Real thickness: 0,5 m
- Intermediate material thickness:
Top: shale Base: shale

COAL SEAM 2 Capa 14

- Real thickness: 0,4 m
- Intermediate material thickness:
Top: sandstone Base: shale and sandstone

COAL SEAM 3 Capa 15

- Real thickness: 0,4 m
- Intermediate material thickness:
Top: sandstone Base: shale

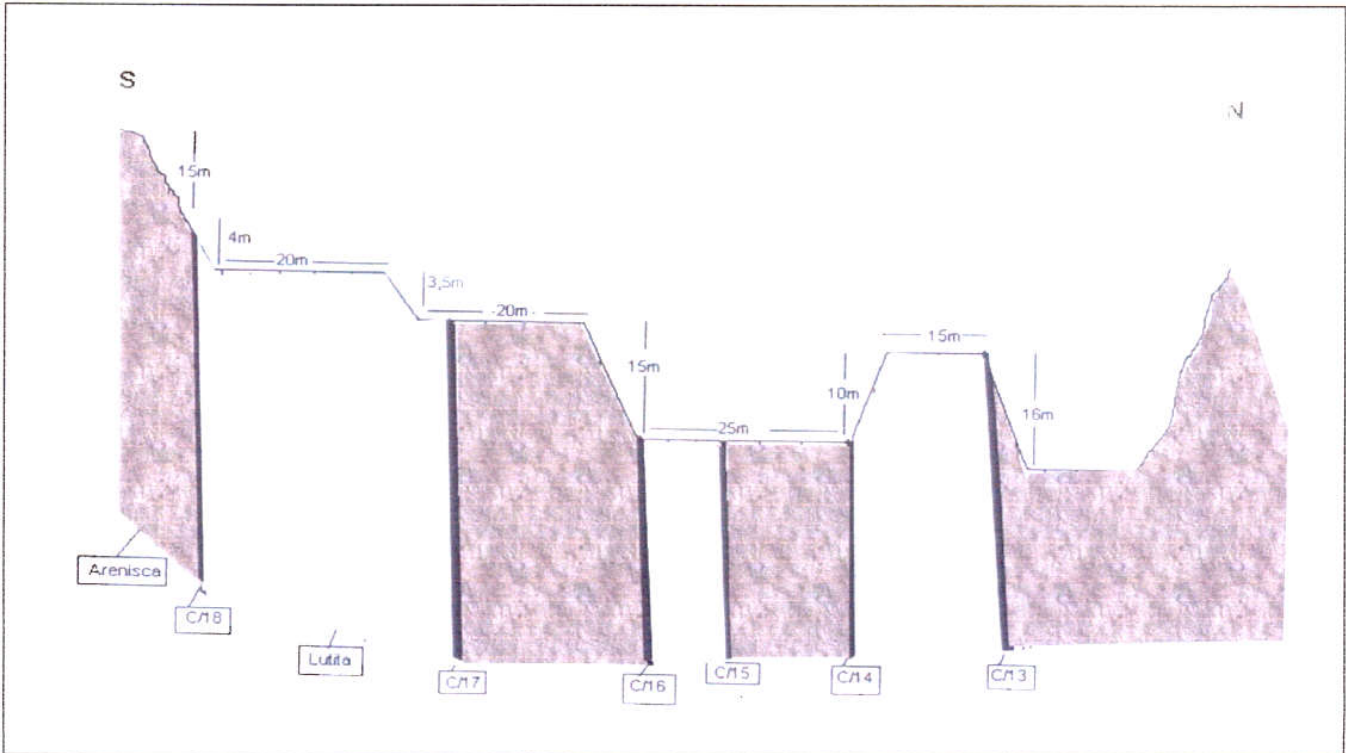
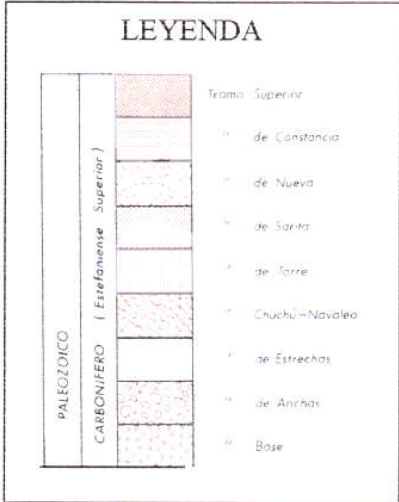
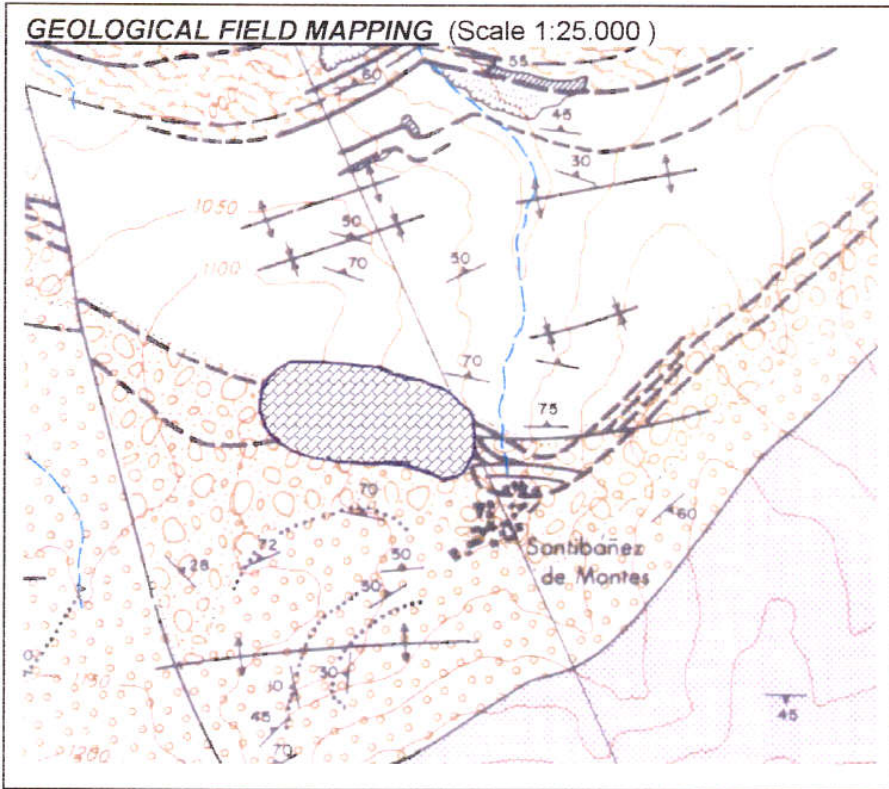
COAL SEAM 4 : Capa 16

- Real thickness: 0,55 m
- Intermediate material thickness:
Top: shale Base: sandstone

COAL SEAM 5 : Capa 18

- Real thickness: 0,4 m
- Intermediate material thickness:
Top: sandstone Base: shale

GEOLOGICAL FIELD MAPPING (Scale 1:25.000)



REMARKS:

Open pit mine with a 25.000 T coal reserve and an average ratio of 22.



GENERAL DATA

- Total area occupied on the horizontal: 90.000 m²
- Maximum height of the pit : 55 m
- Highwall: 100 m

Is there backfill ? YES NO

Cutting pit mining with orthogonal seams to level contour

Contour mining

Others

- Maximum height of benches: 15 m
- Number of benches: 3-4

REMARKS

Restoration: Restoration has not been accomplished yet. The lower platform looks towards the north and the benches climb towards the south.



GENERAL DATA OF THE SPOIL DUMP

- Type of site:
 Flat Slope Valley Hollow
- Construction method: Non-arranged dumping
- Total slope angle: 32°
- Spoil type: Conglomerate, slate, sandstone
- Size-Grading: Extended
- Compaction: Due to the machinery in the recontoured zones, none in the others.-
- Drainage: No
- Problems observed: Two streams are affected by the dumps. In order to let one of them flow. A sort of ditch for drainage has been made in the dump. The remaining stream does not belong to the hollow and therefore is hardly affected.

REMARKS

Occupied area: there is a great number of different pits side by side and the spoil accumulated in the dump comes from all of them. In the same way, all the spoil dumps have been placed together. Therefore it is impossible to know which dump belongs to this particular pit.

Restoration: Cover soil and Terciary soil is being spread out on the old dumps located at the stream valley. Part of this exploitation has been restored and revegetated, nevertheless, the great size of the area affected and the constant earthwork generates areas which still haven't been restored.

PICTURE OF THE SPOIL DUMP



RESTORATION

- Does restoration exist? No Partial Total
- Does grading/recontouring exist? No Yes
- Has cover soil been spread out? No Yes
- Does revegetation exist ?
 - Yes
 - Antropic
 - Natural
 - Total
 - Partial



Instituto Geológico
y Minero de España

FILE V: ENVIRONMENTAL ASSESSMENT

Key: 110970002

Date: 23/08/2000

ENVIRONMENTAL CHARACTERIZATION

GENERAL DATA:

- COVER: HIGH MIDDLE LOW
- MATURITY: HIGH MIDDLE LOW
- NATURALITY: HIGH MIDDLE LOW
- LANDFORM TYPE: HILLY MOUNTAINOUS FLAT WAVED

HABITAT DESCRIPTION:

Moor, oak tree forest and laurel. Pine trees revegetation has been less successful.
Along the stream there is a well developed forest.

ENVIRONMENTAL IMPACT

IDENTIFICATION OF IMPACTS (*)

		PIT	SPOIL DUMP	EQUIP.	ROADS	TOTAL VALUE
WATER	Watershed modification	3	2			5
	Water quality	2	2			4
GEOLOGICAL PROCESSES	Waterflows	1	1			2
	Erosión - Sedimentation	2	3			5
	Landslides	2	3			5
SOILS	Soil loss	3	3		1	7
VEGETACIÓN	Elimination of vegetation	2	2		1	5
FAUNA	Effects on animal species	2	3			5
LAND USES	Effects on tracks	1	1		1	3
	Loss of agricultural soils	1	1			2
NATURAL PROTECTED AREAS	Effects on protected areas					
	Visibility from protected areas					
LANDSCAPE	Morphological changes	3	3			6
	Changes on the chromatic structure	3	2			5
VISIBILITY	Visual impact	1	1			2
SOCIOCULTURAL HERITAGE	Effects on cultural heritage					

(*) 1: COMPATIBLE 2: MODERATE 3: SEVERE 4: CRITICAL

VISIBILITY (*)

Urban sites:

Other urban areas:

Roads: LV

(*) LV: Slightly Visible

V: Visible

HV: Highly Visible

EXISTING PREVENTIVE AND CORRECTIVE ACTIONS

No preventive or corrective measures has been carried out in order to prevent environmental impacts.

REMARKS:

At this moment the open pit has carried out a reshaped of transferred spoil.



Instituto Geológico
y Minero de España

SMALL COAL OPENCAST MODELLING CECA-98
FILE I: GENERAL DATA

Key: 110810001
Date: 07-10-99

GENERAL DATA:

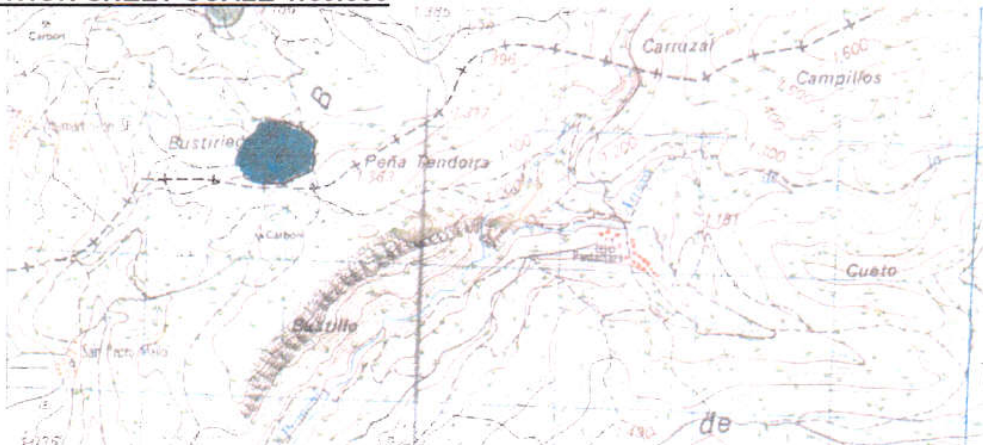
GEOGRAPHIC SHEET. SCALE 1/50.000: 11-08 OCTANT: 1 OPEN PIT NUMBER: 0001
COLLIERY: Peñas Rosas PROVINCE: León MUNICIPAL DISTRICT: Paramo de Sil
PLACE: Busteriegas
TIME ZONE: 29 UTM GEOGRAPHIC COORDINATES X:704.900 Y: 4737.800 Z: 1260

STATUS: OPERATIVE NOT OPERATIVE ABANDONED

SURROUNDINGS USAGE:

- | | |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> MINING | <input checked="" type="checkbox"/> BUSHES |
| <input type="checkbox"/> MOSTLY BARE SOIL | <input type="checkbox"/> BUSHY TREES |
| <input type="checkbox"/> URBAN | <input type="checkbox"/> FOREST TREES |
| <input type="checkbox"/> OTHERS (especify): | |

LOCATION SHEET SCALE 1:50.000



ACCESS TO THE OPEN PIT:

Setting out from Villamartin de Sil due East, the open pit mine is accessed following the haul road along 1 Km of distance.



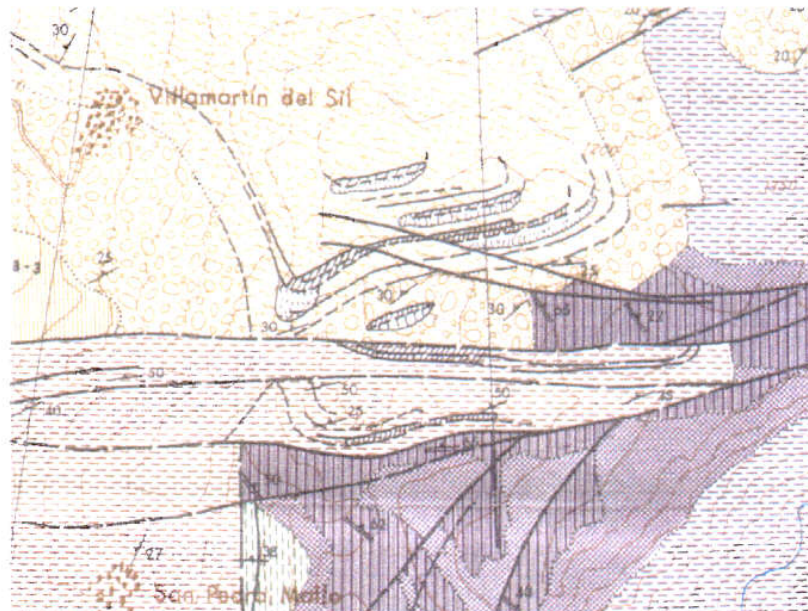
GENERAL DATA:

- Name of the series of strata: Busteriegas
- Place: Busteriegas
- Original ground slope: °

STRUCTURAL AND LITHOLOGICAL DATA

- Real thickness of the series of strata: 1,8 m
- Dip direction: 310
- Dip: 28
- Length of the run: 400 m
- Number of coal seams: 2
- **COAL SEAM 1:** carbonero
 - Real thickness: 0,2 m
- **COAL SEAM 2:** Capa Bien Hayada
 - Real thickness: 1 m
- **COAL SEAM 3:** Capa Perdiz
 - Real thickness: 0,6 m

GEOLOGICAL FIELD MAPPING (Scale 1: 25.000)





GENERAL DATA

- Total area occupied on the horizontal:
- Maximum height of the pit : 40 m
- Highwall: 60 m

Is there backfill? YES NO

- Open pit mine with dip parallel to slope
- Open pit mine with dip orthogonal to slope
- Cutting pit mining with orthogonal seams to level
- Top mine

- Maximum height of benches: 40 m
 - Number of benches: 1

RESTORATION

- Does restoration exist? No Partial Total
- Does grading/recontouring exist? No Yes
- Has cover soil been spread out? No Yes
- Does revegetation exist? No Yes
 - Antropic
 - Natural
 - Partial
 - Total



Instituto Geológico
y Minero de España

FILE IV: SPOIL DUMP CHARACTERIZATION

Key: 110810001

Date: 07-10-99

GENERAL DATA OF THE SPOIL DUMP

- Type of site:

Flat

Slope

Valley

Hollow

- Construction method: non-arranged dumping.
- Occupied area:
- Spoil type: sandstone and slate.
- Size-Grading: heterometric.
- Compactation: no.
- Drainage: no.

REMARKS



ENVIRONMENTAL CHARACTERIZATION

GENERAL DATA:

- COVER: HIGH MIDDLE LOW
- MATURITY: HIGH MIDDLE LOW
- NATURALITY: HIGH MIDDLE LOW
- LANDFORM TYPE: HILLY MOUNTAINOUS FLAT WAVED

HABITAT DESCRIPTION:

Mountainous environment covered by herbaceous and bushy vegetation.

COLONIZING FLORAL SPECIES:

No, because the open pit mine is just operative

ENVIRONMENTAL IMPACT

IDENTIFICATION OF IMPACTS (*)

		PIT	SPOIL DUMP	EQUIP.	ROADS	TOTAL VALUE
WATER	Watershed modification	3	3		3	9
	Water quality					
GEOLOGICAL PROCESSES	Waterflows					
	Erosión - Sedimentation	3	3		2	8
	Landslides	4	4			8
SOILS	Soil loss	3	3		2	8
VEGETACIÓN	Elimination of vegetation	3	3		2	8
FAUNA	Effects on animal species	3	3		2	8
LAND USES	Effects on tracks					
	Loss of agricultural soils	1	1		1	3
NATURAL PROTECTED AREAS	Effects on protected areas					
	Visibility from protected areas					
LANDSCAPE	Morphological changes	3	3		2	8
	Changes on the chromatic structure	3	3		2	8
VISIBILITY	Visual impact	1	1		1	3
SOCIOCULTURAL HERITAGE	Effects on cultural heritage					

(*) 1: COMPATIBLE 2: MODERATE 3: SEVERE 4: CRITICAL

VISIBILITY (*)

Urban sites: Other urban areas: Roads: LV

(*) LV: Slightly Visible V: Visible HV: Highly Visible

EXISTING PREVENTIVE AND CORRECTIVE MEASURES

No preventive or corrective measures have been carried out in order to prevent environmental impacts.



Instituto Geológico
y Minero de España

SMALL COAL OPENCAST MODELLING CECA-98
FILE I: GENERAL DATA

Key: 100830001
Date: 07/10/1999

GENERAL DATA:

GEOGRAPHIC SHEET. SCALE 1/50.000: 10-08 OCTANT: 3 OPEN PIT NUMBER: 0001

COLLIERY: Fontoria COMPANY: Huminsa

PROVINCE: León MUNICIPAL DISTRICT: Fabero

TIME ZONE: 29

UTM GEOGRAPHIC COORDINATES: X: 692.100 Y: 4738.000 Z: 800

STATUS: OPERATIVE NOT OPERATIVE ABANDONED

SURROUNDINGS USAGE:

MINING

BUSHES

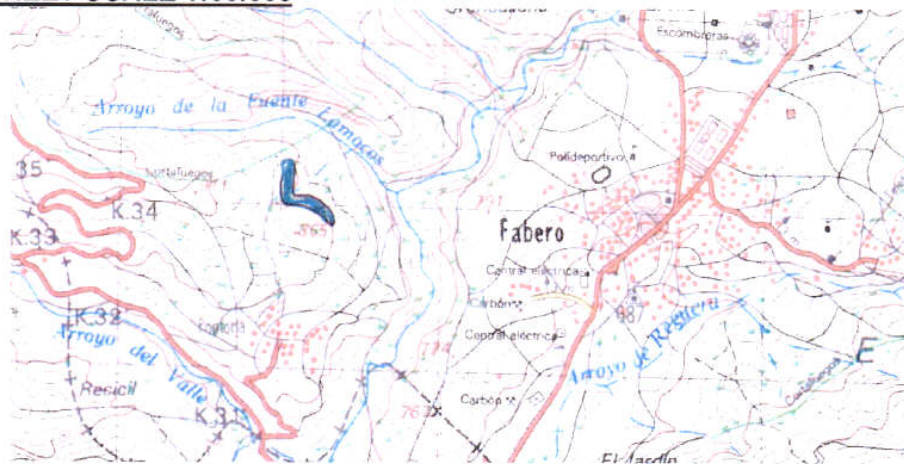
MOSTLY BARE SOIL

BUSHY TREES

URBAN

FOREST TREES

LOCATION SHEET SCALE 1:50.000



ACCESS TO THE OPEN PIT

The population area "Vega de Espinareda" is reached by road C-714 (due South) from the village of Fabero. At "Vega de Espinareda", road C-172 must be taken due North, in order to reach "Fontoria" village, from where a mining road due North can be taken in order to access the exploitation.

PICTURE:



TYPES OF FILES AVAILABLE

- FILE II: GEOLOGICAL CHARACTERIZATION
- FILE III: OPEN MINE PIT CHARACTERIZATION
- FILE IV: SPOIL DUMP CHARACTERIZATION
- FILE V: ENVIRONMENTAL VALUATION



GENERAL DATA:

- Name of the series of strata: Tramo Internacionales
- Place: Fontoria (Arroyo Lumacos)
- Original ground slope : 15°

STRUCTURAL AND LITHOLOGICAL DATA

- Real thickness of the series of strata : 3 m
- Dip direction: 85
- Dip (A): 10
- Number of coal seams: 1

COAL SEAM 1 CARBONERO 1

- Real thickness : 0,30 m

COAL SEAM 4 CARBONERO 4

- Real thickness : 0,40 m

COAL SEAM 2 CARBONERO 2

- Real thickness : 0,50 m

COAL SEAM 5 ANCHA

- Real thickness : 2 m

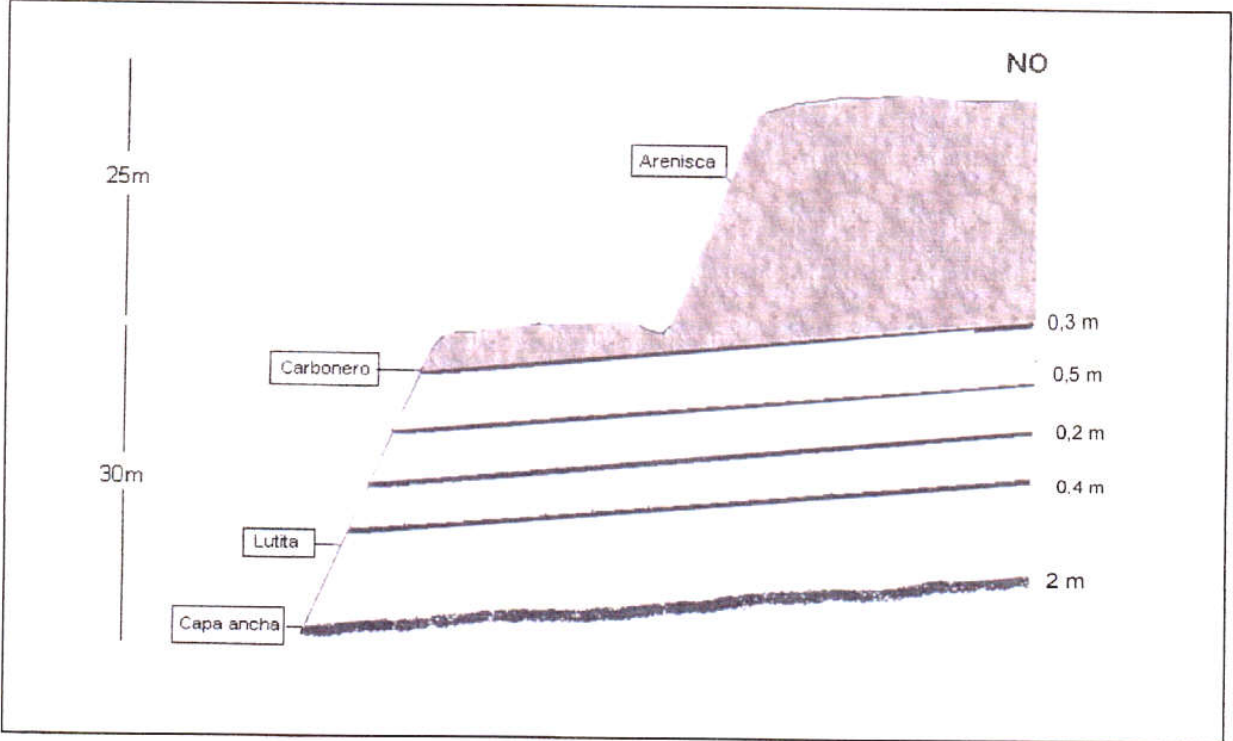
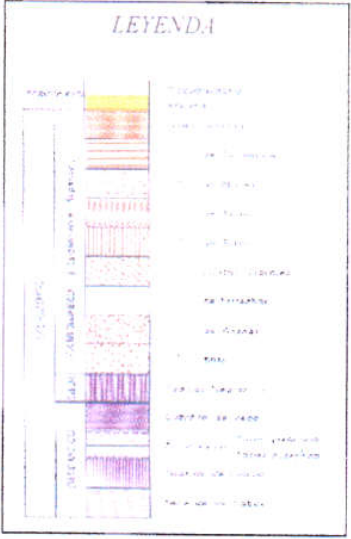
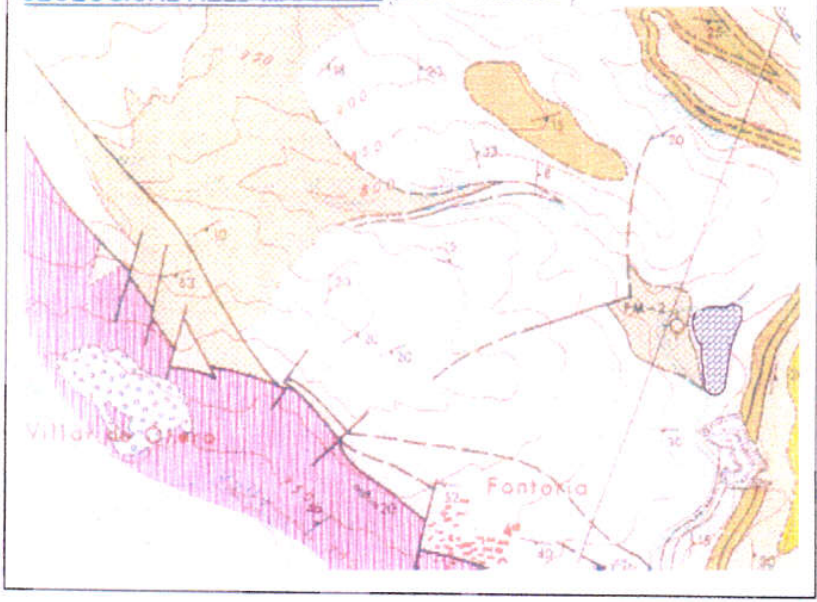
COAL SEAM 3 CARBONERO 3

- Real thickness : 0,20 m

REMARKS:

Only the coal seam called "Anchas" may be exploited at this pit. The four others are splits.

GEOLOGICAL FIELD MAPPING (Scale 1: 25.000)



REMARKS:

The operative seam is the ANCHA seam (~ 2 m) which is the top of the INTERNACIONALES formation.



GENERAL DATA

- Maximum height of the pit : 60 m

- Highwall: 300 m

Is there backfill? YES NO

- Cutting pit mining with parallel seams to level contour

- Cutting pit mining with orthogonal seams to level contour

- Cutting pit mining whit horizontal seams

- Contour mining:

- Others (specify):

- Maximum height of benches: 30 m

- Number of benches: 2

REMARKS

It is estimated that aproximatedly 150.000 T of coal reserves will be exploited at this pit mine, with an average ratio 14-15.



Instituto Geológico
y Minero de España

FILE V: ENVIRONMENTAL ASSESSMENT

Key: 100830001

Date: 19/07/1999

ENVIRONMENTAL CHARACTERIZATION

GENERAL DATA:

- COVER: HIGH MIDDLE LOW
- MATURITY: HIGH MIDDLE LOW
- NATURALITY: HIGH MIDDLE LOW
- LANDFORM TYPE: HILLY MOUNTAINOUS FLAT WAVED

HABITAT DESCRIPTION:

Oak tree forest, and pine trees in the higher zone.

COLONIZING FLORAL SPECIES

There are no colonizing species by now, because the pit is operative and the dumps are of new creation.

ENVIRONMENTAL IMPACT

IDENTIFICATION OF IMPACTS (*)

		PIT	SPOIL DUMP	EQUIP.	ROADS	TOTAL VALUE
WATER	Watershed modification	3	2	1	1	7
	Water quality	3	3		1	7
GEOLOGICAL PROCESSES	Waterflows	1	1			2
	Erosión - Sedimentation	2	3		1	6
	Landslides	4	3		1	8
SOILS	Soil loss	3	3		2	8
VEGETATION	Elimination of vegetation	3	3		1	7
FAUNA	Effects on animal species	3	2		2	6
LAND USES	Effects on tracks	1	1		1	3
	Loss of agricultural soils	1	1		1	3
NATURAL PROTECTED AREAS	Effects on protected areas					
	Visibility from protected areas					
LANDSCAPE	Morphological changes	4	3	1	1	9
	Changes on the chromatic structure	3	3		1	7
VISIBILITY	Visual impact	2	2	1	1	6
SOCIOCULTURAL HERITAGE	Effects on cultural heritage					

(*) 1: COMPATIBLE 2: MODERATE 3: SEVERE 4: CRITICAL

VISIBILITY (*)

Urban sites:

Other urban zones:

Roads:

(*) LV: Slightly Visible

V: Visible

HV: Highly Visible

EXISTING PREVENTIVE AND CORRECTIVE ACTIONS

At this moment, no preventive measures have been carried out in order to prevent environmental impacts.

REMARKS

This open pit mine is no visible form road or village.



Instituto Geológico
y Minero de España

SMALL COAL OPENCAST MODELLING CECA-98
FILE I: GENERAL DATA

Key: 110740002
Date: 4-11-1998

GENERAL DATA:

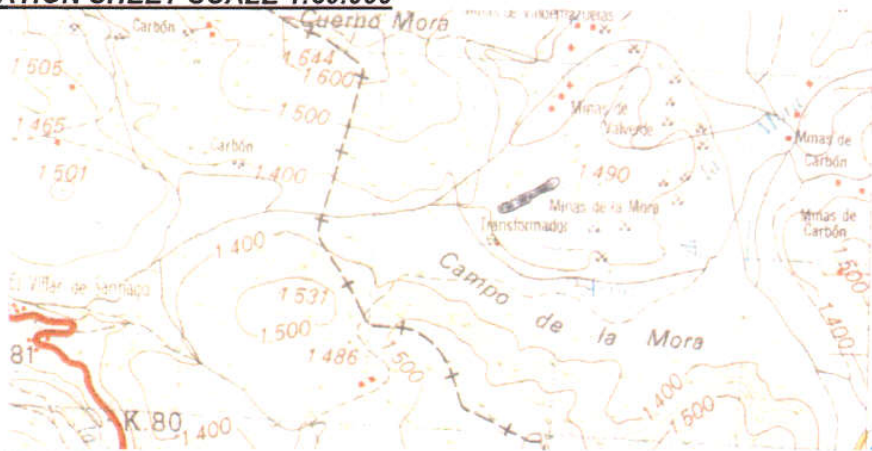
GEOGRAPHIC SHEET. SCALE 1/50.000: 11-7 OCTANT: 4 OPEN PIT NUMBER: 0002
COLLIERY: Regalada y Otras PROVINCE: León MUNICIPAL DISTRICT: Cabrillanes
PLACE: Campo de la Mora
TIME ZONE: 29 UTM GEOGRAPHIC COORDINATES X:728.000 Y: 4756.100 Z: 1478

STATUS: OPERATIVE NOT OPERATIVE ABANDONED

SURROUNDINGS USAGE:

- | | |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> MINING | <input checked="" type="checkbox"/> BUSHES |
| <input type="checkbox"/> MOSTLY BARE SOIL | <input checked="" type="checkbox"/> BUSHY TREES |
| <input type="checkbox"/> URBAN | <input type="checkbox"/> FOREST TREES |

LOCATION SHEET SCALE 1:50.000



ACCESS TO THE OPEN PIT

From the village of Villablino, the open pit mine can be accessed taking road C-623 in the direction of Quintanilla de Babia. Approximately 1 km before arriving at the mentioned village, the forest road to "El Santuario de Carrasconte" must be taken. In order to reach the open pit, it's necessary to exit the forest road turning left at the first fork.

PICTURE:



TYPES OF FILES AVAILABLE

- FILE II: GEOLOGICAL CHARACTERIZATION
- FILE III: OPEN MINE PIT CHARACTERIZATION
- FILE IV: SPOIL DUMP CHARACTERIZATION
- FILE V: ENVIRONMENTAL VALUATION



GENERAL DATA:

- Name of the series of strata: Carrasconte
- Place: Campo de la Mora
- Original ground slope: 8 °

STRUCTURAL AND LITHOLOGICAL DATA

- Real thickness of the series of strata: 3 m
- Dip direction: 320
- Dip: 55
- Length of the run: 550 m
- Number of coal seams: 2

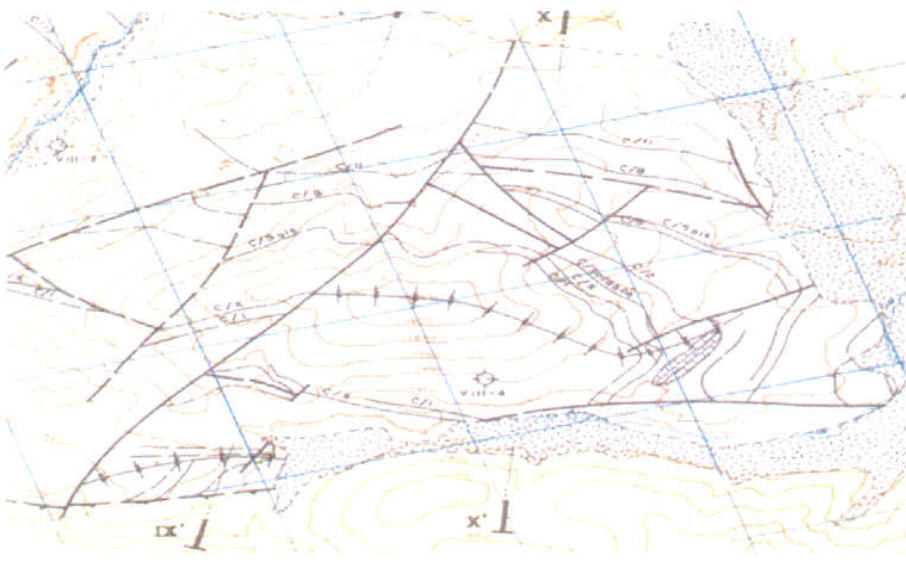
COAL SEAM 1: CAPA DOS

- Real thickness: 2.5, m
- Intermediate material thickness:
Top: shale
Base: sandstone

COAL SEAM 2:

- Real thickness: 0,5 m
- Intermediate material thickness:
Top: sandstone
Base: sandstone

GEOLOGICAL FIELD MAPPING (Scale 1: 25.000)



PICTURE :



REMARKS:

Open pit mine with 600 m of strike direction between two faults



GENERAL DATA

- Total area occupied on the horizontal: 22.000 m²
- Maximum height of the pit : 25 m
- Platform width: 30 m
- Length: 550 m

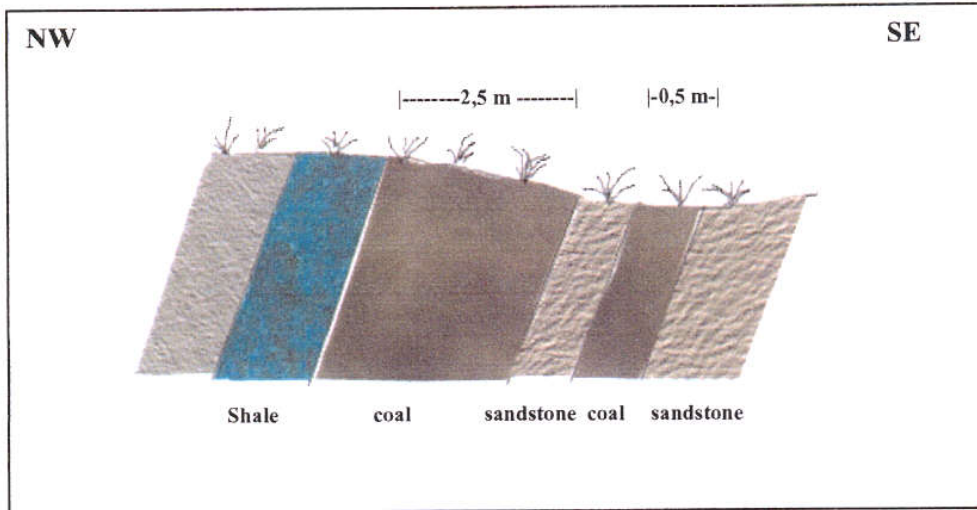
Is there backfill? YES NO

- Open pit with dip parallel to slope
- Open pit with dip orthogonal to slope
- Cutting pit mining with orthogonal seams to level
- Top mine
- Others (specify):
- Maximum height of benches: 25 m
- Number of benches: 1

REMARKS

It is estimated that 30.000 T of coal were extracted in this open pit mine, at an average of 5.

TRANSVERSAL SECTION OF OPEN PIT



PICTURE OF THE PIT MINE:



GENERAL DATA OF THE SPOIL DUMP

- Type of site:

Flat

Slope

Valley

Hollow

- Construction method: Non arranged-dumping

- Total slope angle: 37 Total maximum height : 30 m Number of benches: 1

- Spoil type: sandstones and slates

- Size-Grading: heterometric

- Compaction: none

- Drainage: no

REMARKS

The placement of the spoil dump at the open pit's upper area, partially interrupts the basin's natural drainage

ENVIRONMENTAL CHARACTERIZATION

GENERAL DATA:

- COVER: HIGH MIDDLE LOW
- MATURITY: HIGH MIDDLE LOW
- NATURALITY: HIGH MIDDLE LOW
- LANDFORM TYPE: HILLY MOUNTAINOUS FLAT WAVED

HABITAT DESCRIPTION:

Mountainous environment consisting of bushy and herbaceous vegetation. The flattest area consists of a natural grass covering, which is used for animal grazing. The terrain where the open pit is located has been invaded mainly by brooms and heaths typical of acid grounds.

COLONIZING FLORAL SPECIES:

Over the spoil dump you can also find birches and willows of small dimension. The scarce compactation of the materials composing the spoil dump and the strong erosion are factors which explain the underdevelopment of the existing vegetation.

ENVIRONMENTAL IMPACT

IDENTIFICATION OF IMPACTS (*)

		PIT	SPOIL DUMP	EQUIP.	ROADS	TOTAL VALUE
WATER	Watershed modification	3	3		3	9
	Water quality					
GEOLOGICAL PROCESSES	Waterflows					
	Erosión - Sedimentation	3	3		2	8
	Landslides	4	4			8
SOILS	Soil loss	3	3		2	8
VEGETACIÓN	Elimination of vegetation	3	3		2	8
FAUNA	Effects on animal species	3	3		2	8
LAND USES	Effects on tracks					
	Loss of agricultural soils	1	1		1	3
NATURAL PROTECTED AREAS	Effects on protected areas					
	Visibility from protected areas					
LANDSCAPE	Morphological changes	3	3		2	8
	Changes on the chromatic structure	3	3		2	8
VISIBILITY	Visual impact	1	1		1	3
SOCIOCULTURAL HERITAGE	Effects on cultural heritage					

(*) 1: COMPATIBLE 2: MODERATE 3: SEVERE 4: CRITICAL

VISIBILITY (*)

Urban sites: Other urban areas: Roads: LV

(*) LV: Slightly Visible V: Visible HV: Highly Visible

EXISTING PREVENTIVE AND CORRECTIVE MEASURES

No preventive or corrective measures have been carried out in order to prevent environmental impacts.



Instituto Geológico
y Minero de España

SMALL COAL OPENCAST MODELLING CECA-98
FILE I: GENERAL DATA

Key: 110740003
Date: 4-11-1998

GENERAL DATA:

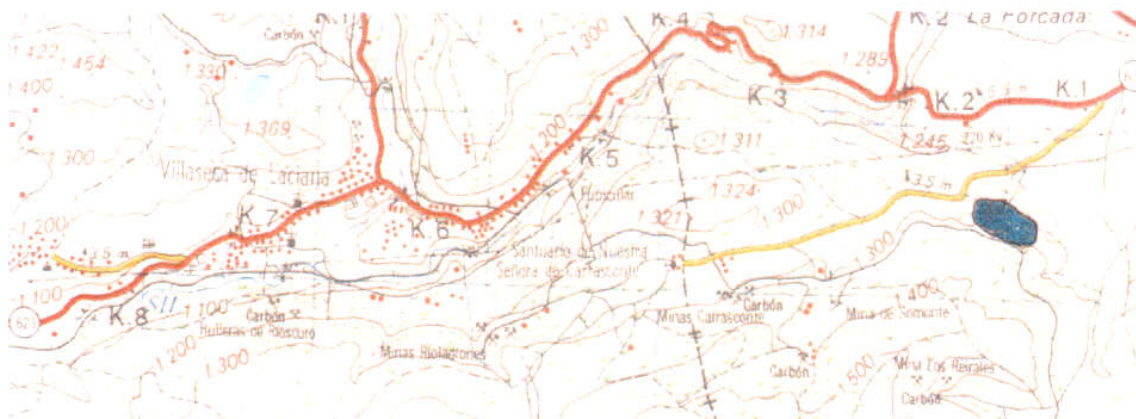
GEOGRAPHIC SHEET. SCALE 1/50.000: 11-7 OCTANT: 4 OPEN PIT NUMBER: 0003
COLLIERY: Siete PROVINCE: León MUNICIPAL DISTRICT: Cabrillanes
TIME ZONE: 29 UTM GEOGRAPHIC COORDINATES X:728.000 Y: 4758.500 Z: 1290

STATUS: OPERATIVE NOT OPERATIVE ABANDONED

SURROUNDINGS USAGE:

- | | |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> MINING | <input checked="" type="checkbox"/> BUSHES |
| <input type="checkbox"/> MOSTLY BARE SOIL | <input checked="" type="checkbox"/> BUSHY TREES |
| <input type="checkbox"/> URBAN | <input type="checkbox"/> FOREST TREES |

LOCATION SHEET SCALE 1:50.000



ACCESS TO THE OPEN PIT

Setting out from Villablino village the exploitation may be accessed taking road C-623 in the direction of the town called Quintanilla de Babia. Aproximedly 1 km before reaching the mentioned town, the forest trail must be taken in order to reach the open pit. It's necessary to exit the forest trail turning left at the first fork.

PICTURE:



TYPES OF FILES AVAILABLE

- FILE II: GEOLOGICAL CHARACTERIZATION
- FILE III: OPEN MINE PIT CHARACTERIZATION
- FILE IV: SPOIL DUMP CHARACTERIZATION
- FILE V: ENVIRONMENTAL VALUATION



Instituto Geológico
y Minero de España

FILE II: GEOLOGICAL CHARACTERIZATION

Key: 110740003

Date: 4-11-98

GENERAL DATA:

- Name of the series of strata: Carrasconte
- Original ground slope: 24°

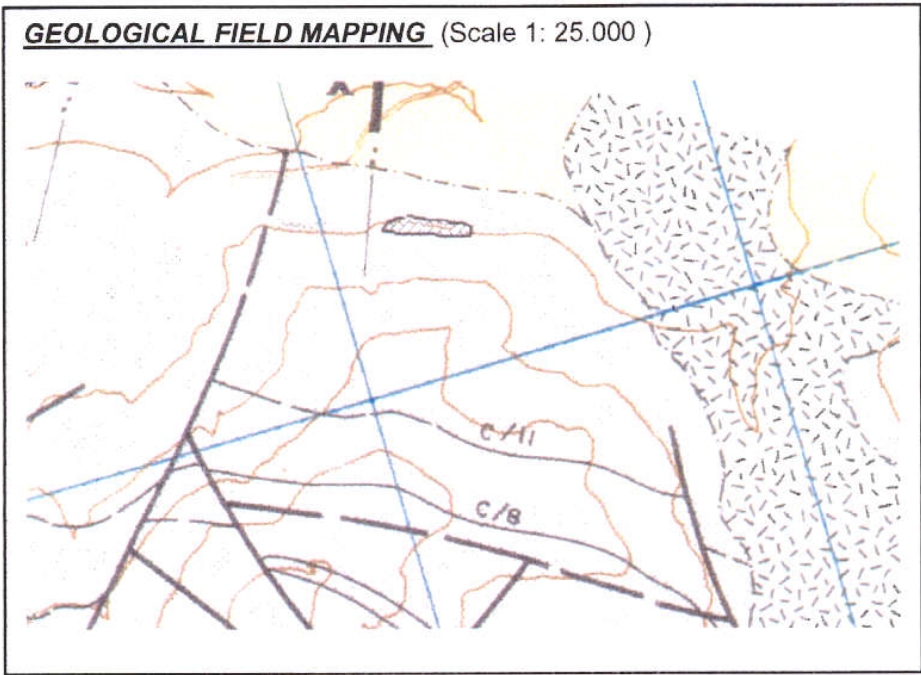
STRUCTURAL AND LITHOLOGICAL DATA

- Dip direction: 190
- Dip: 70
- Length of the run: 300 m
- Number of coal seams: 1

COAL SEAM 1: CAPA SIETE

- Real thickness: 1,32 m
- Intermediate material thickness:
Top: shale Base: shale

GEOLOGICAL FIELD MAPPING (Scale 1: 25.000)



PICTURE :



REMARKS: Open pit restricted by the road which takes to the hermitage dedicated "Nuestra Señora de Carrasconte" and the drainage of a tributary of the Sil. Both of them impede the exploitation at both sides



GENERAL DATA

- Total area occupied on the horizontal: 30.000 m²
- Maximum height of the pit : 25 m
- Platform width: 50-70 m
- Length: 300 m

Is there backfill? YES NO

Open pit with dip parallel to slope

Open pit with dip orthogonal to slope

Top mine

Others (specify):

- Maximum height of benches: 25 m
- Number of benches: 1

REMARKS

It's estimated that aproximatedly 20.000 t of coal were exploited in this open pit mine with an average ratio of 12.

The mine surface and hollow of open pit are inundated giving rise to a small circle shaped lake 300 m long and 50 m wide. The shallow zones near the west shore of the lake are invaded by reed.

Part of the wall is covered by natural vegetation which has settled down in patches in areas where landslide events have deposited organic material.



Instituto Geológico
y Minero de España

FILE IV: SPOIL DUMP CHARACTERIZATION

Key: 110740003

Date: 4-11-98

GENERAL DATA OF THE SPOIL DUMP

- Type of site:

Flat

Slope

Valley

Hollow

- Total maximum height : 12 m
- Benches:1
- Size-Grading: little-medium
- Compaction: high
- Drainage: No

REMARKS

The only spoil dump attributable to this open pit mine, is found at the east hillside, acting as a dam of the small lake. Fruit trees such as plum, apple and pear trees mixed with willows, birches and poplars, appear at the dump's upper zone. The trees present at the dump seem to have established without difficulty, accompanied by bushes similar to those present at the surroundings where heaths and brooms predominate. In general, vegetal coverage is dense.

Old hills made of spoil, covered mainly by brooms, may be seen at the north part of this exploitation. Nevertheless, we can not assure that this spoil belongs to the mine called "siete".



ENVIRONMENTAL CHARACTERIZATION

GENERAL DATA:

- COVER: HIGH MIDDLE LOW
- MATURITY: HIGH MIDDLE LOW
- NATURALITY: HIGH MIDDLE LOW
- LANDFORM TYPE: HILLY MOUNTAINOUS FLAT WAVED

HABITAT DESCRIPTION:

The mountain in which the open pit mine is located has a dense vegetation covering. Medium size oak-trees and willows together with bushes (mainly heaths and brooms) are found at this site.

COLONIZING FLORAL SPECIES:

- SPECIES DESCRIPTION: Brooms, willows, birches heaths.

ENVIRONMENTAL IMPACT

IDENTIFICATION OF IMPACTS (*)

		PIT	SPOIL DUMP	EQUIP.	ROADS	TOTAL VALUE
WATER	Watershed modification	3	3		1	7
	Water quality	3	2		1	6
GEOLOGICAL PROCESSES	Waterflows	3	3		1	7
	Erosión - Sedimentation	2	2		1	5
	Landslides	4	4		2	10
SOILS	Soil loss	1	1			2
VEGETACIÓN	Elimination of vegetation	2	2		1	5
FAUNA	Effects on animal species	2	2		1	5
LAND USES	Effects on tracks	1	1			2
	Loss of agricultural soils					
NATURAL PROTECTED AREAS	Effects on protected areas					
	Visibility from protected areas					
LANDSCAPE	Morphological changes	2	2			4
	Changes on the chromatic structure	2	2		1	5
VISIBILITY	Visual impact	2	2			4
SOCIOCULTURAL HERITAGE	Effects on cultural heritage					

(*) 1: COMPATIBLE 2: MODERATE 3: SEVERE 4: CRITICAL

VISIBILITY (*)

Urban sites: LV Other urban areas: Roads:LV

(*) LV: Slightly Visible V: Visible HV: Highly Visible

EXISTING PREVENTIVE AND CORRECTIVE MEASURES

Terrain stabilization has been enhanced by the planting of fruit trees and bushes.

REMARKS:

This open pit can partially be seen from road LE-3146 and from Babia village. Nonetheless, the hills in the north face partially hide the mine reducing the visual impact.



Instituto Geológico
y Minero de España

**SMALL COAL OPENCAST MODELLING CECA-98
FILE I: GENERAL DATA**

Key: 110740001

Date: 4-11-1998

GENERAL DATA:

GEOGRAPHIC SHEET. SCALE 1/50.000: 11-7 OCTANT: 4 OPEN PIT NUMBER: 0001

GRANT: Miranda PROVINCE: León MUNICIPAL DISTRICT: Villablino

COLLIERY: Cuerno Mora

TIME ZONE: 29 UTM GEOGRAPHIC COORDINATES. X:726.500 Y: 4756.300 Z: 1364

STATUS: OPERATIVE NOT OPERATIVE ABANDONED

SURROUNDINGS USAGE:

- | | |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> MINING | <input checked="" type="checkbox"/> BUSHES |
| <input type="checkbox"/> MOSTLY BARE SOIL | <input type="checkbox"/> BUSHY TREES |
| <input type="checkbox"/> URBAN | |
| <input type="checkbox"/> FOREST TREES | |

LOCATION SHEET SCALE 1:50.000



ACCESS TO THE OPEN PIT

Setting out from Villablino village the exploitation may be accessed taking road C-623 in the direction of the town called Quintanilla de Babia. Aproximatedly 1 km before reaching the mentioned town, the forest trail must be taken in order to reach the open pit. It's necessary to exit the forest trail turning left at the first fork.

PICTURE:



TYPES OF FILES AVAILABLE

- FILE II: GEOLOGICAL CHARACTERIZATION
- FILE III: OPEN MINE PIT CHARACTERIZATION
- FILE IV: SPOIL DUMP CHARACTERIZATION
- FILE V: ENVIRONMENTAL VALUATION



GENERAL DATA:

- Name of the series of strata: Carrasconte
- Place: Cuerno Mora
- Original ground slope: 14 °

STRUCTURAL AND LITHOLOGICAL DATA

- Dip direction: 195
- Dip: 65
- Length of the run: 500 m
- Number of coal seams: 3

COAL SEAM 1: CAPA 1

- Real thickness: 1,5 m
- Intermediate material thickness:
Top: shale Base: shale

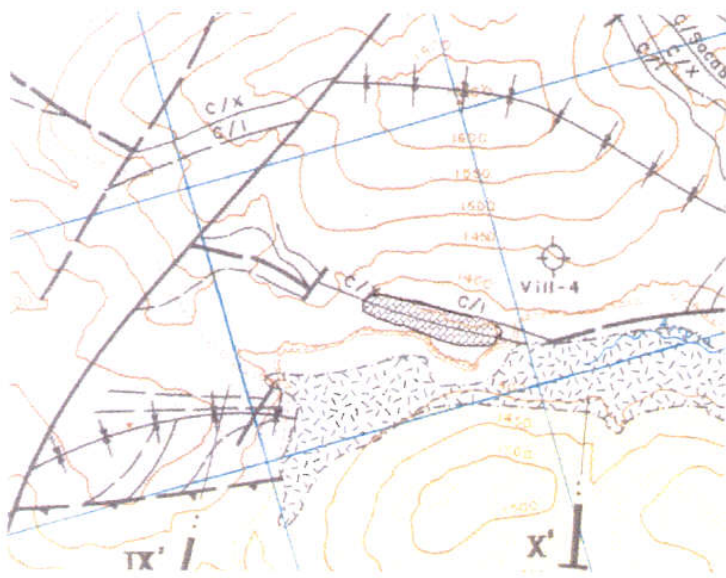
COAL SEAM 2: CAPA X

- Real thickness: 1,62 m
- Intermediate material thickness:
Top: shale Base: shale






COAL SEAM 3 : CAPA SOCAVÓN

- Real thickness : 1,2 m
- Intermediate material thickness:
Top: shale Base: shale

GEOLOGICAL FIELD MAPPING (Scale 1: 25.000)



LEYENDA

-  TERRENOS POST-TERTIARIOS
-  TERCERA, SEGUNDA Y PRIMERA INTERMEDIAS
-  TERCERA, SEGUNDA Y PRIMERA INTERMEDIAS
-  TERRENOS PRE-TERTIARIOS
-  PORFIDOS

PICTURE :



REMARKS:

Open pit mine with 550-650 m of strike direction between two faults which are transversal to the direction of the layer.



GENERAL DATA

- Total area occupied on the horizontal: 66.000 m²
- Maximum height of the pit : 36 m
- Platform width: 40-70 m
- Length: 550 m

Is there backfill? YES NO

- Open pit with dip parallel to slope
- Open pit with dip orthogonal to slope
- Cutting pit mining with orthogonal seams to level
- Top mine
- Others (specify):
 - Maximum height of benches: 36 m
 - Number of benches: 1

REMARKS

It's estimated that 50.000 T of coal were extracted in this open pit mine, at an average ratio of 10,9.



Instituto Geológico
y Minero de España

FILE IV: SPOIL DUMP CHARACTERIZATION

Key: 110740001

Date: 4-11-98

GENERAL DATA OF THE SPOIL DUMP

- Type of site:
 Flat Slope Valley Hollow
- Construction method: Non arranged dumper
- Total slope angle: 37 ° Total maximum height : 20 m Number of benches: 1
- Spoil type: sandstones and slates
- Size-Grading: Heterometric
- Compaction: None
- Drainage: no

REMARKS

The volume of spoil generated by this open pit mine can not be calculated. Because spoil from different mines, has been accumulated in this holow and surroundings.



ENVIRONMENTAL CHARACTERIZATION

GENERAL DATA:

- COVER: HIGH MIDDLE LOW
- MATURITY: HIGH MIDDLE LOW
- NATURALITY: HIGH MIDDLE LOW
- LANDFORM TYPE: HILLY MOUNTAINOUS FLAT WAVED

HABITAT DESCRIPTION:

Mountainous environmental covered by herbaceous and bushy vegetation, where species as *Genista florida*, *Halimun alussoides*, or *Cytisus scoparius* predominate.

COLONIZING FLORAL SPECIES:

- SPECIES DESCRIPTION: Gramineas, *Rumex sp.* appear at the faces'scree. Short size birches together with piornos (*Genista sp.*) are also seen at the spoil dumps of this exploitation following a dispersed pattern.

ENVIRONMENTAL IMPACT

IDENTIFICATION OF IMPACTS (*)

		PIT	SPOIL DUMP	EQUIP.	ROADS	TOTAL VALUE
WATER	Watershed modification	3	3		3	9
	Water quality					
GEOLOGICAL PROCESSES	Waterflows					
	Erosión - Sedimentation	3	3		2	8
	Landslides	4	4			8
SOILS	Soil loss	3	3		2	8
VEGETACIÓN	Elimination of vegetation	3	3		2	8
FAUNA	Effects on animal species	3	3		2	8
LAND USES	Effects on tracks					
	Loss of agricultural soils	1	1		1	3
NATURAL PROTECTED AREAS	Effects on protected areas					
	Visibility from protected areas					
LANDSCAPE	Morphological changes	3	3		2	8
	Changes on the chromatic structure	3	3		2	8
VISIBILITY	Visual impact	1	1		1	3
SOCIOCULTURAL HERITAGE	Effects on cultural heritage					

(*) 1: COMPATIBLE 2: MODERATE 3: SEVERE 4: CRITICAL

VISIBILITY (*)

Urban sites: Other urban areas: Roads: LV

(*) LV: Slightly Visible V: Visible HV: Highly Visible

REMARKS:

This open pit mine has not been subjected to any kind of preventive or corrective measure as regards the environmental impacts caused



Instituto Geológico
y Minero de España

SMALL COAL OPENCAST MODELLING CECA-98
FILE I: GENERAL DATA

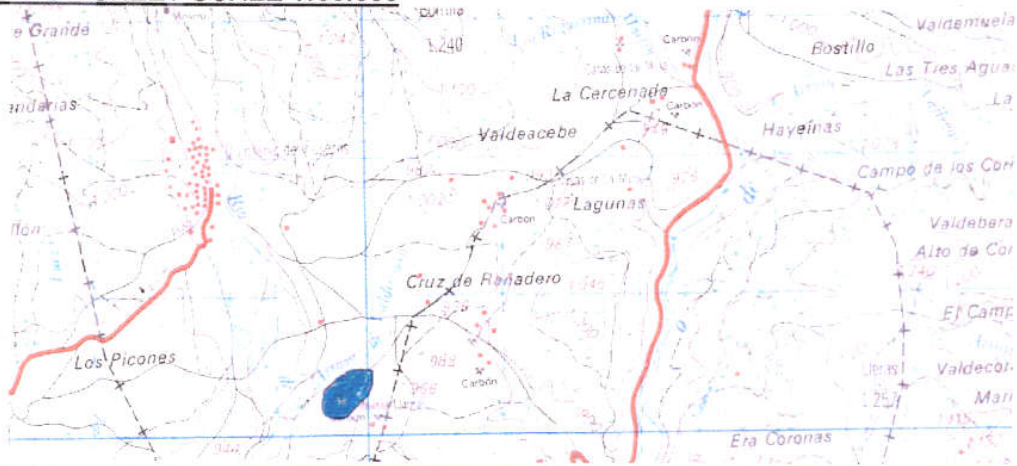
Key: 110870001
Date: 19/05/1999

GENERAL DATA:

GEOGRAPHIC SHEET. SCALE 1/50.000: 1108 OCTANT: 7 OPEN PIT NUMBER: 0001
COLLIERY: Milagros y otras COMPANY: ANTRACITAS DE ARLANZA
PROVINCE: LEÓN MUNICIPAL DISTRICT: FOLGOSO PLACE: QUINTANA DE FUSEROS
TIME ZONE: 29
UTM GEOGRAPHIC COORDINATES: X: 719.800 Y: 4730.200 Z: 950
STATUS: OPERATIVE NOT OPERATIVE ABANDONED
SURROUNDINGS USAGE:

- | | |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> MINING | <input checked="" type="checkbox"/> BUSHES |
| <input type="checkbox"/> MOSTLY BARE SOIL | <input type="checkbox"/> BUSHY TREES |
| <input type="checkbox"/> URBAN | <input type="checkbox"/> FOREST TREES |

LOCATION SHEET SCALE 1:50.000



ACCESS TO THE OPEN PIT

Bembibre is reached by road N-IV. Setting out of this locality, road LE-467 takes to the village called "Toreno", from where another road sets out due east connecting the village of "Villar de las Traviesas", "Noceda", "Cabanillas" and "Quintana de Fuseros". The open pit mine is situated southeast of this village, as shown in the map above, and it is accessed by mining road.

PICTURE:



TYPES OF FILES AVAILABLE

- FILE II: GEOLOGICAL CHARACTERIZATION
- FILE III: OPEN MINE PIT CHARACTERIZATION
- FILE IV: SPOIL DUMP CHARACTERIZATION
- FILE V: ENVIRONMENTAL VALUATION



GENERAL DATA:

- Name of the series of strata: Petra
- Place: Quintana de Fuseros
- Original ground slope: 16 °

STRUCTURAL AND LITHOLOGICAL DATA

- Real thickness of series of the strata: 0,4 m
- Dip direction: 350
- Dip: 28

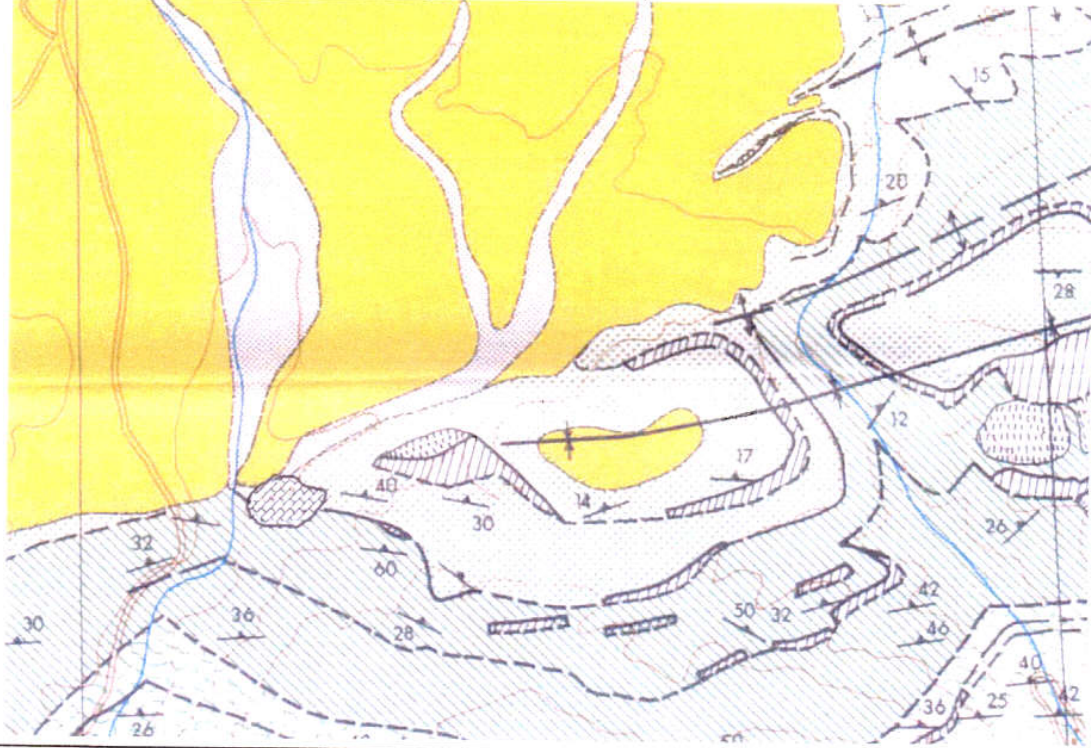
COAL SEAM 1: Capa Estrecha

- Real thickness: 0,4 m

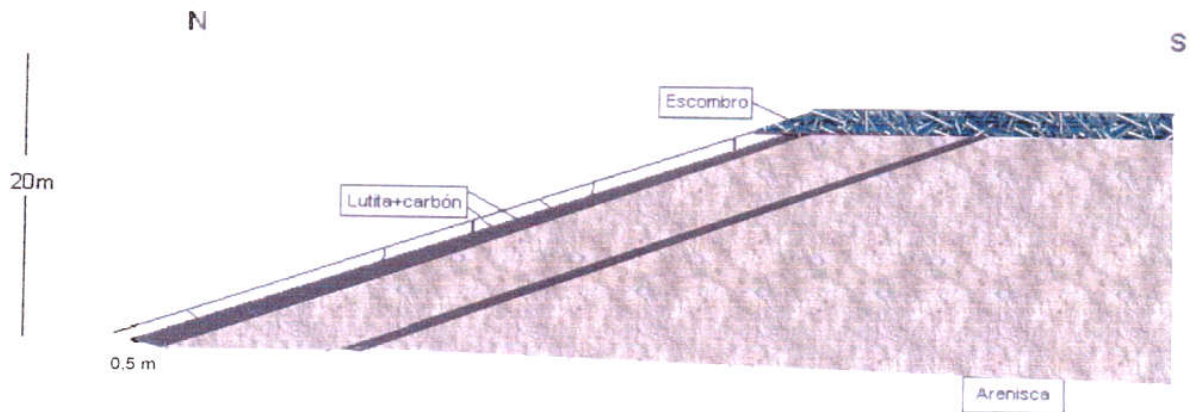
Base: shale

Top: shale

GEOLOGICAL FIELD MAPPING (Scale 1: 25,000)



GEOLOGICAL CROSS SECTION



REMARKS

Open pit mine with a scarce coal outcrop.



GENERAL DATA

- Total area occupied on the horizontal: 6 Ha
- Maximum height of the pit : 25 m
- Highwall. 40 m
- Length: 400 m

¿Is there backfill? YES NO

- Open pit with dip parallel to slope
- Open pit with dip orthogonal to slope
- Top mine

- Maximum height of benches: 25 m
- Number of benches: 1

REMARKS

It is estimated a production below 10.000 T with an average ratio of 25.



Instituto Geológico
y Minero de España

FILE IV: SPOIL DUMP CHARACTERIZATION

Key: 110870001

Date: 19/05/1999

GENERAL DATA OF THE SPOIL DUMP

• Type of site:

Flat

Slope

Valley

Hollow

- Construction method: Non-arranged dumping
- Occupied area: 4 Ha
- Spoil type: Sandstone, slate.
- Size-Grading: Extended
- Compaction: NONE
- Drainage: NO
- Problems observed: Everything, disorder.

REMARKS

Restoration: It is not well defined if the recontoured area belongs to this hollow.



ENVIRONMENTAL CHARACTERIZATION

GENERAL DATA:

- COVER: HIGH MIDDLE LOW
- MATURITY: HIGH MIDDLE LOW
- NATURALITY: HIGH MIDDLE LOW
- LANDFORM TYPE: HILLY MOUNTAINOUS FLAT WAVED

HABITAT DESCRIPTION:

Environment consisting of a birch broom covering. This is a forest degraded stage. Nonetheless there are still wooded patches in the surrounding, where the oak-tree is the dominant specie.

The exploitation proximity to the river, favours the presence of hydrophilic species like willows.

COLONIZING FLORAL SPECIES:

No colonising species can be found at this exploitation which is still working and where earthworks are constant. Vegetation can only be seen in some abandoned faces where some species slide down along the walls together with vegetable soil; this phenomena is known as "scatting



planting.

ENVIRONMENTAL IMPACT

IDENTIFICATION OF IMPACTS (*)

		PIT	SPOIL DUMP	EQUIP.	ROADS	TOTAL VALUE
WATER	Watershed modification	2	2		1	5
	Water quality	1	1		1	3
GEOLOGICAL PROCESSES	Waterflows	2	2		1	5
	Erosión - Sedimentation	2	2		1	5
	Landslides	2	1		1	4
SOILS	Soil loss	1	1		1	3
VEGETATION	Elimination of vegetation	2	2		1	5
FAUNA	Effects on animal species	2	2		1	5
LAND USES	Effects on tracks					
	Loss of agricultural soils					
NATURAL PROTECTED AREAS	Effects on protected areas					
	Visibility from protected areas					
LANDSCAPE	Morphological changes	2	2		1	5
	Changes on the chromatic structure	2	2		1	5
VISIBILITY	Visual impact	1	2		1	4
SOCIOCULTURAL HERITAGE	Effects on cultural heritage					

(*) 1: COMPATIBLE 2: MODERATE 3: SEVERE 4: CRITICAL

VISIBILITY (*)

Urban sites: LV Other urban areas: Roads: LV

(*) LV: Slightly Visible V: Visible HV: Highly Visible

EXISTING PREVENTIVE AND CORRECTIVE ACTIONS

No preventive and corrective measures have been carried out in order to prevent environmental impacts.



Instituto Geológico
y Minero de España

SMALL COAL OPENCAST MODELLING CECA-98
FILE I: GENERAL DATA

Key: 110730001

Date: 5-11-1998

GENERAL DATA:

GEOGRAPHIC SHEET. SCALE 1/50.000: 11-7 OCTANT: 3 OPEN PIT NUMBER: 0001

COLLIERY: Lumajo PROVINCE: León MUNICIPAL DISTRICT: Villablino

PLACE: Robles

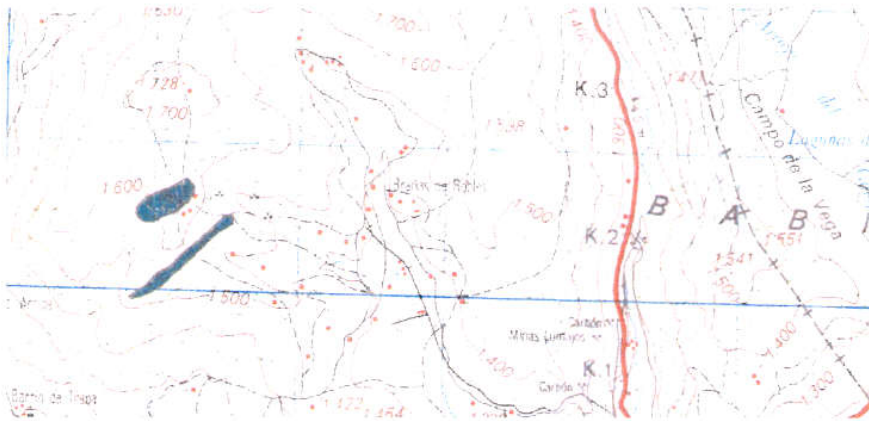
TIME ZONE: 29 UTM GEOGRAPHIC COORDINATES. X:721.100 Y: 4760.500 Z: 1600

STATUS: OPERATIVE NOT OPERATIVE ABANDONED

SURROUNDINGS USAGE:

- | | |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> MINING | <input checked="" type="checkbox"/> BUSHES |
| <input type="checkbox"/> MOSTLY BARE SOIL | <input type="checkbox"/> BUSHY TREES |
| <input type="checkbox"/> URBAN | <input type="checkbox"/> FOREST TREES |

LOCATION SHEET SCALE 1:50.000



ACCESS TO THE OPEN PIT:

Parallel to the road that goes from Villaseca de Laciana to Lumajo, at the distance of 1 kilometer from the left side, leads a haulage road due north-west, reaching a spot 1600 m distant from the open pit.

PICTURE:



TYPES OF FILES AVAILABLE

- FILE II: GEOLOGICAL CHARACTERIZATION
- FILE III: OPEN MINE PIT CHARACTERIZATION
- FILE IV: SPOIL DUMP CHARACTERIZATION
- FILE V: ENVIRONMENTAL VALUATION



GENERAL DATA:

- Name of the series of strata: Lumajo
- Place: Robles
- Original ground slope: 2-4 °

STRUCTURAL AND LITHOLOGICAL DATA

- Dip direction: 170
- Dip: 45
- Length of the run: 600 m
- Number of coal seams: 4

COAL SEAM 1: CAPA 1

- Real thickness: 1,2 m
- Intermediate material thickness:
Top: arenisca Base: lutita

COAL SEAM 2: CAPA A

- Real thickness: 0,70 m
- Intermediate material thickness:
Top: shale Base: shale

COAL SEAM 3 CAPA 1

- Real thickness : 1,5 m
- Intermediate material thickness:
Top: shale Base: shale

COAL SEAM 4 CAPA 3

- Real thickness: 0, 7 m
- Intermediate material thickness:
Top: shale Base: shale



GENERAL DATA

- Total area occupied on the horizontal: 282.743 m²
- Maximum height of the pit : 50 m
- Platform width: 150 m
- Length: 600 m
- Is there backfill? YES: NON:
- Open pit with dip parallel to slope
- Open pit with dip orthogonal to slope
- Cutting pit mining with orthogonal seams to level
- Top mine
- Others (specify):
- Highwall:
- Number of benches: 1

REMARKS

A small amount of spoil has been deposited in the mine hollow. It is estimated that 20.000 T were exploited at this open pit mine. The mine hollow which exploits the surface coal blocks of the inside mining has an 8,5 m average depth. Starting from this depth, the coal blocks have been exploited, and consequently, the ratio are very small: bellow 4 m³/T.



Instituto Geológico
y Minero de España

FILE IV: SPOIL DUMP CHARACTERIZATION

Key: 110730001
Date: 4-11-98

GENERAL DATA OF THE SPOIL DUMP

- Type of site:

Flat

Slope

Valley

Hollow

- Construction method: Non-arranged dumping

- Total slope angle: 37 ° Total maximum height : 20 m Number of benches: 1

- Spoil type: sandstones and slates

- Size-Grading: Heterometric

- Compaction: None

REMARKS



ENVIRONMENTAL CHARACTERIZATION

GENERAL DATA:

- COVER: HIGH MIDDLE LOW
- MATURITY: HIGH MIDDLE LOW
- NATURALITY: HIGH MIDDLE LOW
- LANDFORM TYPE: HILLY MOUNTAINOUS FLAT WAVED

The altitud of this zone (1600 m) added to low temperatures, impedes trees from growing while heaths and others bushes cover the ground. The grassland is used for animal grazing. Nonetheless there is ploughed land where reafforestation may possibly be done in the future.

COLONIZING FLORAL SPECIES:

- SPECIES DESCRIPTION: *G. Tridentata*, *Lolium perenne*, como gramíneas predominantes se pueden encontrar *Agrostis sp*, *Festuca arvadínacea*...

The mine hollow has partially been filled with spoil which is being colonized by the mentioned vegetation following a dispersed pattern.

ENVIRONMENTAL IMPACT

IDENTIFICATION OF IMPACTS (*)

		PIT	SPOIL DUMP	EQUIP.	ROADS	TOTAL VALUE
WATER	Watershed modification	3	2			4
	Water quality	3	3			6
GEOLOGICAL PROCESSES	Waterflows					
	Erosión - Sedimentation	2	3			5
	Landslides					
SOILS	Soil loss	1	1		1	3
VEGETACIÓN	Elimination of vegetation	2	2		1	5
FAUNA	Effects on animal species	2	2			4
LAND USES	Effects on tracks					
	Loss of agricultural soils	1	1			2
NATURAL PROTECTED AREAS	Effects on protected areas					
	Visibility from protected areas					
LANDSCAPE	Morphological changes	3	2			5
	Changes on the chromatic structure	3	3			6
VISIBILITY	Visual impact					
SOCIOCULTURAL HERITAGE	Effects on cultural heritage					

(*) 1: COMPATIBLE 2: MODERATE 3: SEVERE 4: CRITICAL

VISIBILITY (*)

Urban sites: Other urban areas: Roads: LV

(*) LV: Slightly Visible V: Visible HV: Highly Visible

REMARKS:

No preventive and corrective actions have been carried out to prevent environmental impacts.

TASK 21

**MODELOS DE EXPLOTACIÓN
Y
DISEÑOS GEOMÉTRICOS**

TASK 21

**GEOMETRICAL DESIGN OF SMALL OPEN PIT COAL (SOPC)
EXPLOITATION MODELS**

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN	1
2.- CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA	1
2.1.- GEOLOGÍA DEL YACIMIENTO	2
2.1.1.- <u>Litoestratigrafía</u>	2
2.1.1.1.- Precámbrico	2
2.1.1.2.- Cámbrico	3
2.1.1.3.- Ordovícico	3
2.1.1.4.- Silúrico	5
2.1.1.5.- Carbonífero	5
2.1.1.6.- Cretácico	10
2.1.1.7.- Terciario	10
2.1.1.8.- Cuaternario	11
2.1.2.- <u>Tectónica</u>	11
2.1.2.1.- Cuenca del Bierzo	12
2.1.2.2.- Cuenca de Villablino	14
2.2.- LITOTIPOS PRESENTES	15
2.2.1.- <u>Ensayos de carga puntual</u>	16
2.2.2.- <u>Ensayos de laboratorio</u>	20
2.2.3.- <u>Propiedades mecánicas de la roca matriz</u>	21
2.3.- ESTUDIO DE LA FRACTURACIÓN	28
2.3.1.- <u>Ensayos "tilt-test"</u>	30
2.3.2.- <u>Propiedades mecánicas de las discontinuidades</u>	31
3.- DEFINICIÓN DE SITUACIONES CARACTERÍSTICAS EN EL YACIMIENTO	32
3.1.- EXPLOTACIONES SELECCIONADAS	32
3.2.- SITUACIONES GEOLÓGICAS TIPO EN EL YACIMIENTO	35
3.2.1.- <u>Elementos estructurales</u>	36
3.2.2.- <u>Análisis estructural de las explotaciones tipo</u>	37
3.3.- SITUACIONES GEOTÉCNICAS TIPO	39

4.- ANÁLISIS DE ESTABILIDAD	49
4.1.- ESTABILIDAD DE TALUDES DE EXPLOTACIÓN	50
4.1.1.- <u>Análisis previos de estabilidad</u>	50
4.1.2.- <u>Análisis tensodeformacional</u>	75
4.1.2.1.- Modelización numérica en elastoplasticidad	75
4.1.2.2.- Modelo numérico de cálculo.....	79
4.1.2.3.- Resultados obtenidos.....	80
4.2.- ESTUDIO DE LA ESTABILIDAD DE LAS ESCOMRERAS.....	87
4.2.1.- <u>Metodología</u>	87
4.2.2.- <u>Resultados de cálculo</u>	93

APÉNDICES

APÉNDICE I. ENSAYOS TILT TEST

APÉNDICE II. ENSAYOS FRANKLIN

MODELIZACIÓN MINERO-AMBIENTAL DE MICROCORTAS EN LEÓN

1.- INTRODUCCIÓN

En este documento se presentan los resultados obtenidos en la Tarea 21: **“Diseño geométrico de los modelos de explotación”**.

Fundamentalmente los trabajos realizados se refieren a:

- la caracterización geotécnica de los cuatro litotipos existentes, mediante ensayos geotécnicos;
- al análisis de las tres situaciones tipo definidas en la tarea anterior, mediante quince cálculos de estabilidad que dan origen a tres ábacos de diseño; o
- al análisis mediante siete cálculos tenso-deformacionales; y
- al análisis de las escombreras estériles.

2.- CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

En este apartado se presentan los resultados de la caracterización geotécnica efectuada.

Esta caracterización ha tenido como punto de partida el conocimiento de la geología del yacimiento y se ha realizado tanto para la roca matriz, como para las discontinuidades estructurales más relevantes.

La caracterización de la roca matriz se ha basado en la realización de ensayos de carga puntual, válidos por la ISRM para estimar la resistencia a compresión simple de una roca.

Dadas las características del macizo rocoso que en este caso posee una acusada anisotropía impuesta por la estratificación, y ante la existencia de algunas familias

de fracturación que pueden considerarse regionales, se ha hecho mucho hincapié en la caracterización de la estratificación y de las discontinuidades existentes.

2.1.- GEOLOGÍA DEL YACIMIENTO

Las cuencas carboníferas del Bierzo y Villablino se localizan al suroeste de los materiales precámbricos que constituyen el núcleo del antiformal de Narcea, dentro del dominio del Alto Sil en la zona Asturoccidental-Leonesa.

La edad de ambas cuencas es Estefaniense.

2.1.1.- Litoestratigrafía

Los materiales estefanienses de la cuenca carbonífera del Bierzo yacen discordantes sobre materiales que abarcan desde el Precámbrico hasta el Silúrico y están cubiertos en algunos lugares por depósitos terciarios y cretácicos; estos últimos son de poca extensión y están restringidos al extremo oriental de la cuenca.

Los límites de la cuenca de Villablino son, por el norte una discordancia que pone en contacto los materiales estefanienses con depósitos Precámbricos y Paleozoicos, el límite sur corresponde a una falla de gran recorrido que secciona la cuenca.

2.1.1.1.- Precámbrico

Está constituido por una monótona serie pizarrosa que debe formar parte de la serie de techo del Precámbrico del antiformal de Narcea.

Se localizan en la parte más oriental de la cuenca del Bierzo, y limitando la mayor parte de la cuenca de Villablino.

2.1.1.2.- Cámbrico

Discordante sobre el núcleo precámbrico del antiformal de Narcea, se distribuye en tres formaciones bien diferenciadas.

a) Areniscas de Candana-Herrería (Cámbrico inferior):

Se trata de una serie detrítica que suele comenzar por un conglomerado de base de poca potencia y cuyos cantos raramente superan los 5 cm. El resto de la sucesión está constituida esencialmente por cuarcitas y areniscas entre las que se intercalan pizarras verdosas y pequeños niveles dolomíticos en la mitad inferior de la formación.

Se localizan en el extremo más oriental de la zona del Bierzo y junto al área centro-occidental de la cuenca de Villablino.

b) Caliza de Vegadeo (Cámbrico inferior-medio):

Se trata de una formación constituida por calizas y dolomías en general masivas que en esta zona aparecen muy tectonizadas y con afloramientos reducidos.

Se localizan en las mismas zonas que la formación anterior, extremo oriental del Bierzo y centro-occidental de Villablino.

c) Serie de Los Cabos (Cámbrico superior- Ordovícico inferior)

Se trata de una formación muy potente que puede llegar a superar los 5.000 m de espesor. Está constituida por una sucesión de pizarras, areniscas y cuarcitas; estas últimas son el componente esencial de la parte superior de la serie.

Esta serie se localiza en la zona oriental de la cuenca del Bierzo y en la zona occidental de la cuenca de Villablino.

2.1.1.3.- Ordovícico

Está integrado por cuatro formaciones:

a) Serie de Los Cabos (Cámbrico superior-Ordovícico inferior)

Descrita en el apartado anterior

b) Pizarras de Luarca (Ordovícico medio):

Se trata de una potente serie masiva de pizarras negras que alcanzan los 800 m de espesor.

Esta formación se localiza junto a la cuenca del Bierzo y bastante alejada de la cuenca de Villablino.

En la zona norte de la cuenca del Bierzo alcanza su mayor potencia. Hacia el Este, cuando la formación entra en contacto con el Estefaniense, experimenta un progresivo adelgazamiento, que no corresponde a un adelgazamiento real de la serie sino que cada vez está cubierta en mayor medida por el carbonífero.

Al sur de la cuenca del Bierzo el espesor de esta formación aparece muy reducido, posiblemente debido más a causas tectónicas que sedimentarias.

c) Formación Agüeira (Ordovícico superior):

Está constituida esencialmente por grauvacas y pelitas en facies turbidíticas, no siendo rara la presencia de areniscas y cuarcitas. Generalmente la parte alta presenta características más finas, pizarrosas.

Se localizan junto a la cuenca del Bierzo, con una gran extensión alrededor de la misma.

d) Cuarcita de Vega (Ordovícico superior):

Está formado por un banco cuarcítico cuyo espesor no llega a superar en algún caso los 60 m.

2.1.1.4.- Silúrico

Se localiza en la zona del Bierzo, constituido por una potente serie de ampelitas y cuarcitas, dominando claramente las primeras en esta zona.

La edad es Llandovery inferior-medio.

2.1.1.5.- Carbonífero

Los materiales del Carbonífero corresponden a facies continentales discordantes sobre estratos que van del Precámbrico al Silúrico.

Forman una potente serie de gran monotonía que en algunas zonas supera los 4.000 m de espesor.

Está constituida por brechas y pudingas que corresponden a depósitos torrenciales de borde de cuenca; y areniscas, lutitas y capas de carbón de centro de cuenca. La edad de la serie es Estefaniense B-C.

A continuación se describe de forma detallada la estratigrafía de las zonas estudiadas.

a) Zona del Bierzo.

Se ha dividido en cuatro subzonas para su estudio:

- Oriental (Valdesamario)
- Central (Noceda- Santa Cruz)
- Sur (Torre-Bembibre)
- Occidental (Fabero-Matarrosa)

a.1) Subzona Bierzo Oriental (Valdesamario)

Se trata de una potente serie de hasta 4.000 m de espesor, fundamentalmente continental con algunos niveles lacustres.

– Carbonífero al oeste del río Boeza

- **Bloque de Tremor de Arriba:**

De base a techo se diferencian los siguientes tramos: tramo basal, constituido por conglomerados con potencias de hasta 300 m; tramo La Espina, con potencia máxima de 400 m y capas de carbón (22,23,24 y 25) de 0,2 a 0,8 m; tramo Tremor fundamentalmente fluvial con escasas intercalaciones lacustres, con potencia de 350 m y capas de carbón de potencia máxima 0,9 m; tramo de Las Regueras de 800-900 m de potencia, donde las facies lacustres adquieren gran importancia y con capas de carbón de hasta 1,8 m de potencia; tramo de Rodrigatos con 450 m de espesor, los niveles lacustres son muy importantes, se encuentran tres capas de carbón de 0,3-0,5 m de potencia; tramo del Boeza que ocupa el núcleo del Sinclinal de Las Regueras con potencias sobre los 300-500 m, es fundamentalmente fluvial a excepción de un pequeño nivel lacustre que se localiza a techo de la capa Ancha de Boeza; tramo de Ancha situado en el núcleo del Sinclinal de Las Regueras, en el se reconocen tres capas de carbón de 0,4-0,6 m de potencia.

- **Bloque Almagarinos:**

Se diferencian los siguientes tramos: tramo conglomerático de 350 m de potencia, de naturaleza cuarcítica y discordante sobre el ordovícico; tramo de Almagarinos fluvial con escasas intercalaciones lacustres, con potencia de 400 m y con cinco capas de carbón con potencias de 0,4-0,6 m; tramo Valvecuevo fluvial areniscoso con intercalaciones lacustres, con potencia de 375-450 m y tres capas de carbón de 0,5 m de potencia; tramo Valdilín de 350 m de potencia con base areniscosa pasando a lutítica a techo, contiene una capa de carbón; tramo Valdeloso de más de 500 m de potencia con pequeñas capas de carbón a base.

– Carbonífero al Oeste del Rio Boeza

La potencia visible es del orden de 2.000 m. Se han reconocido cinco capas de carbón con potencias no superiores a los 0,75 m.

a.2) Subzona Bierzo central (Noceda- Santa Cruz)

En el carbonífero de esta subzona se diferencian varios bloques.

- Bloque de Santa Cruz:

Se diferencian los siguientes tramos: tramo de Matarrosa con potencias de 90-100 m, su naturaleza es arenosa-conglomerática a base evolucionando a términos más finos hacia techo; tramo Villamartín discordante sobre el substrato, con potencias de 0-200 m, constituido por areniscas, lutitas, algún nivel conglomerático y capas de carbón de 0,55 m de potencia; tramo de Bustiriegas con potencia media de 350 m, constituido por areniscas fluviales con intercalaciones de lutitas lacustres y pantanosas con pasos de carbón de 0,6-0,7 m de potencia; tramo de Cazadoras de 200 m de potencia, constituido por areniscas, lutitas y capas de carbón de 0,35-0,8 m de potencia.

- Bloque de Librán

Los tramos diferenciados son: tramo basal de 220 m de potencia constituido por conglomerados de cantos cuarcíticos, areniscas e intercalaciones de lutitas; tramo Méndez con 430 m de potencia constituido por areniscas con pasos de carbón de 0,3-0,6 m de potencia; tramo de Alinos de 450 m de potencia, constituido por areniscas y de escaso interés minero; tramo de Jesifa de 250-300 m de potencia, es una serie detrítica con materiales gruesos a base que evolucionan a términos más finos, entre los que se encuentran niveles carbonosos de 0,15-0,6 m de espesor; tramo de Lomba con potencias de 550 m, constituido por materiales detríticos con dos pasos de carbón de 0,2 y 0,5 m de potencia.

- **Bloque de Tremor de Arriba**

Se diferencian los siguientes tramos: tramo de Valdegalén detrítico con espesores de 950 m; tramo Cinchos-Petra de 350 m de potencia, a base se alternan niveles lacustres con capas de carbón de 0,6 m de potencia, hacia techo se encuentran areniscas y conglomerados con lutitas; tramo Amalia de 170 m de potencia, constituido por areniscas con episodios lacustres y capas de carbón de 0,4-0,7 m de potencia; tramo de Melendreras de 70 m de potencia constituido por lutitas que pasan a niveles areniscosos y con paquetes de carbón de 1,35 m en conjunto.

a.3) Subzona Bierzo Sur (Torre-Bembibre)

Potente serie muy rica en flora fósil, en la cual existen depósitos de naturaleza continental y muy escasamente marinas.

Los tramos litológicos-mineros diferenciados se definen a continuación: tramo basal de 80-200 m de potencia, constituido por depósitos de abanico aluvial grano decrecientes; tramo de las Anchas de 180 m de potencia, constituido por areniscas y pudingas con intercalaciones de lutitas y pasos de carbón de 0,4-0,8 m de potencia; tramo de las Estrechas de 280-320 m de potencia, constituida por una alternancia de areniscas y pizarras con intercalaciones de pasos de carbón de 95 m de potencia; tramo Chuchú-Navaleo de 400 m de potencia, constituido fundamentalmente por lutitas con fuertes variaciones laterales y capas de carbón de 0,6-0,9 m de potencia; tramo de Torre de 300 m de potencia, constituido por pudingas y micropudingas a base y lutitas a techo, con una capa de carbón de 0,45-0,65 m de potencia; tramo Sarita de 200-225 m de potencia de naturaleza detrítica con grandes variaciones laterales; tramo la Nueva de 350 m de potencia, detrítico a base y lutítico a techo; tramo Constancia de 140 m de potencia; tramo superior de más de 200 m de potencia con tres pasos de carbón de escaso interés.

a.4) Subzona Bierzo occidental (Fabero-Matarrosa)

De muro a techo se han diferenciado una serie de tramos.

- **Bloque de Fabero-Santa Cruz**

Tramo Basal de 200 m de potencia constituido por conglomerados, areniscas y lutitas; tramo Villamar con 500 m de potencia, esencialmente fluvial con algunos niveles lacustres y con capas de carbón de 0,3-0,9 m de potencia; tramo de Internacionales de 150-200 m de potencia, esencialmente fluvial con intercalaciones lacustres y con seis capas de carbón de 0,3-0,55 m de potencia, tramo de Valdeferrera de 180 m de potencia, similar al anterior con aumento de niveles lacustres a techo; tramo Jarrinas de 60 m de potencia, muy homogéneas con bancos de arenisca; tramo Fabero de 130 m de potencia; tramo Superior de 110 m de potencia, ocupa el núcleo del sinclinal de Fabero, constituido fundamentalmente por areniscas.

- **Bloque de Langre**

Tramo de Muries de más de 500 m y características fluviales; tramo de Perdiz de 370 m de potencia, eminentemente fluvial con escasas intercalaciones lacustres y dos capas de carbón de 0,8 y 0,75 m de potencia; tramo de Langre de más de 650 m de potencia, constituido por areniscas a base pasando a lutitas a techo.

- **Bloque de Tremor de Arriba**

Tramo Valdegalén de 950 m de potencia, detrítico; tramo Cinchos-Petra de 350 m de potencia, a base alternan niveles lacustres y pantanosos con capas de carbón de 0,6 m de potencia, hacia techo se encuentran areniscas y conglomerados con lutitas; tramo Amalia de 170 m de potencia, constituido por areniscas con episodios lacustres y capas de carbón de 0,4-0,9 m de potencia, tramo de Melendreras de 70 m de potencia, constituido por lutitas que pasan a niveles areniscosos y con paquetes de carbón de 1,35 m en conjunto.

b) Zona Villablino

La sedimentación se inicia con unos conglomerados que afloran de manera discontinua, adquiriendo mayor desarrollo en la parte occidental. Por lo general son de aspecto brechoide y es probable que se hayan depositado en un medio fluviotorrencial o similar los rellenos de fondo de valle.

A continuación se deposita el tramo inferior formado por una secuencia ciclotemática en la que aparecen bastantes capas de carbón.

Encima se sitúa un nivel conglomerático de hasta 150 m de espesor que adquiere mayor desarrollo en la parte occidental de la cuenca.

A continuación se deposita el tramo superior, constituido por una secuencia ciclotemática, con desarrollo de abundantes capas de carbón y globalmente similar al tramo inferior, aunque se observa un mayor predominio de términos de tamaño más grueso.

La potencia total de la serie estafaniense varía de un sitio a otro, y se calculan valores que oscilan entre 2.500 y 3.000 m.

El medio de sedimentación es predominantemente continental, probablemente corresponda a un medio lacustre, desarrollado en un área tectónicamente activa, con la presencia de importantes sistemas de canales fluviales, llanuras de inundación, pantanos, etc.

2.1.1.6.- Cretácico

Aparece únicamente en el extremo oriental de la cuenca del Bierzo, y está constituido por arenas y gravas de la denominada facies Utrillas.

2.1.1.7.- Terciario

Se localizan fundamentalmente en la cuenca del Bierzo recubriendo parcialmente al carbonífero y a los materiales que constituyen el zócalo sobre el que se apoya.

Está constituido por sedimentos de origen continental arenosos y arcillosos entre los que pueden intercalarse gravas. En la parte occidental de la cuenca del Bierzo son frecuentes los niveles margosos y algunas delgadas pasadas calcáreas.

2.1.1.8.- Cuaternario

Se diferencian depósitos de piedemonte, derrubios de ladera, depósitos aluviales y rellenos antrópicos, siendo de mayor extensión los dos últimos.

Los depósitos aluviales se localizan en los valles de los ríos y están constituidos fundamentalmente por arenas y gravas.

Los rellenos antrópicos corresponden en su mayor parte a las escombreras generadas en las zonas de explotación.

2.1.2.- Tectónica

Los materiales precarboníferos que bordean las cuencas forman parte de las zonas internas de las cadenas Galaico-Astur-Leonesa, localizándose en la parte posterior del Arco Asturiano.

La estructura de estos materiales adopta una posición en sinclinatorio, denominado sinclinatorio de Vega.

La deformación durante la Orogenia Hercínica de estos materiales se desarrolló en etapas (fases) sucesivas:

- 1) Formación de pliegues vergentes al Norte con esquistosidad de flujo de plano axial.
- 2) Emplazamiento de mantos y formación de estructuras asociadas.
- 3) Formación de pliegues de plano axial sub-vertical.

Las fallas constituyen dos sistemas principales, uno paralelo a las estructuras de primera fase y otro transversal.

La formación de las estructuras del zócalo precarbonífero tuvo lugar entre el Devónico superior y el Westfaliense.

Con posterioridad a las fases fundamentales que dieron lugar a la estructura del zócalo la deformación continúa, aunque con menos importancia, produciendo nuevas estructuras, entre ellas las que afectan al carbonífero de las cuencas.

La estructura del carbonífero es sencilla en líneas generales; presenta una tectónica de cobertera en la que los materiales estefanienses se han adaptado a las deformaciones del zócalo, siendo sin lugar a dudas las fallas los accidentes más importantes. La tectónica de carbonífero se trata con más profundidad en los siguientes apartados.

La estructura que presentan los materiales post-carboníferos (cretácicos y terciarios) es muy simple, apareciendo los depósitos en posición horizontal o subhorizontal.

La presencia de fracturas afectando a estos materiales, hace pensar en la actuación en la cuenca de movimientos de deformación relativamente recientes, integrados en la Orogenia Alpina.

2.1.2.1.- Cuenca del Bierzo

La tectónica de las cuatro subzonas diferenciadas en la cuenca del Bierzo se detalla a continuación:

a) Subzona Bierzo oriental (Valdesamario)

Se diferencian dos subáreas.

La primera subárea al este del río Boeza, en la que se distinguen dos bloques.

El Bloque Tremor de Arriba constituido por un sinclinal apretado, limitado al norte y sur por fallas que han actuado hundiendo el carbonífero. Hacia el oeste esta estructura se suaviza. Todas las estructuras principales tienen direcciones E-O.

El Bloque de Almagarinos se encuentra separado del anterior bloque por una fractura importante (Cadín-Valdesamario). Las estructuras son de dirección este-oeste con inmersión al oeste y con pendientes fuertes en el este que hacia el oeste se suavizan. El límite sur está delimitado por la falla de Folgoso.

La subárea al oeste del río Boeza aparece como una fosa tectónica de orientación este-oeste y limitada por fallas al norte y al sur.

b) Subzona Bierzo central (Noceda-Santa Cruz)

Los materiales estafanienses aparecen discordantes sobre el Ordovícico-Silúrico y se pueden diferenciar tres unidades tectónicas bien individualizadas, separadas por grandes fracturas.

La unidad bloque de Tremor de Arriba, aparece como una zona ondulada afectada por fallas longitudinales y transversales, siendo las más importantes las que limitan al norte y al sur.

El bloque de Librán también limitado por fallas importantes, falla de Tombrio-La Espina y al norte falla de Matarrosa.

El bloque de Santa Cruz está limitado al norte y al este por materiales ordovícicos y silúricos sobre los que el Estafaniense es discordante.

El límite sur está constituido por la más septentrional de las fallas que forman el complejo de fracturas de Matarrosa.

La estructura general de bloque es un sinclinal.

c) Subzona Bierzo sur (Torre-Bembibre)

Los buzamientos son variables, siendo altos en el tramo de las Anchas y en la mitad del Chuchú-Navaleo, llegando a veces a invertirse. En el resto de las series las pendientes son sensiblemente inferiores.

d) Subzona Bierzo occidental (Fabero-Matarrosa)

El bloque Fabero-Santa Cruz abarca la parte septentrional de la zona. Esta limitado al norte por un complejo sistema de fallas que junto al río Sil se reduce a una única falla denominada Falla del Acueducto. El límite sur está formado por la prolongación de las fracturas de Matarrosa que han determinado un movimiento de elevación del bloque Fabero-Santa Cruz respecto al bloque Langre. El límite oriental es la falla del río Sil.

La situación general del bloque corresponde a un amplio sinclinal cuyo flanco sur, junto al complejo de fracturas de Matarrosa evoluciona a un anticlinal en el que su flanco sur prácticamente ha desaparecido.

El sinclinal de Fabero presenta un eje de dirección oeste sureste-este noroeste, asimétrico y mientras el flanco sur es suave, el norte presenta mayor pendiente y se encuentra afectado por ligeras ondulaciones.

El bloque de Langre está limitado por importantes fallas. Al norte por el complejo de fracturas Matarrosa y al sur por la falla de Tombrio- La Espina.

La estructura general es de anticlinal que se continua al sur por el sinclinal de Murias. Este anticlinal presenta un flanco norte suave que se extiende hasta el complejo de fracturas de Matarrosa en cuyas proximidades se dobla iniciando la formación de un sinclinal. El flanco sur del sinclinal se encuentra verticalizado y queda afectado por la falla Tombrio- La Espina.

El bloque de Tremor de Arriba está limitado al norte por la falla Tombrio- La Espina y al sur por la falla Candín-Valdesamario que pone en contacto el Carbonífero con las ampelitas silúricas. Gran parte de este bloque está cubierto por depósitos terciarios.

2.1.2.2.- Cuenca de Villablino

El estafaniense de esta zona forma un sinclinal de flancos asimétricos, con orientación Este-oeste.

El flanco norte presenta un buzamiento medio de 40-45°, mientras que en el flanco sur los estratos se encuentran verticalizados, llegando incluso a invertirse.

Esta estructura está limitada por el sur con una falla inversa que desliza el substrato sobre el estafaniense, eliminando el flanco sur en gran parte de su recorrido.

El contacto del flanco norte con el substrato se realiza de manera discordante.

El sistema de fracturación presenta fallas de dirección preferente suroeste-este y otros sistemas que parecen alcanzar menos desarrollo, con direcciones noroeste-sureste y norte-sur.

La tectónica de fracturación hace que el trazado del eje del sinclinal sufra continuos desplazamientos y es particularmente intensa en las áreas orientales.

Superpuestos a la estructura general, existen algunos pliegues de menor entidad que en general aparecen fallados a lo largo del plano axial, en especial los sinclinales.

2.2.- LITOTIPOS PRESENTES

Se han agrupado las litologías existentes en litotipos de propiedades mecánicas y litológicas similares.

Como se ha visto, la serie estratigráfica es de una gran monotonía. Aparece, desde el punto de vista litológico, como una alternancia de areniscas y lutitas con pasos de carbón. La composición mineralógica y la clasificación petrológica prácticamente no varía.

Por tanto, se pueden simplificar todas las litologías existentes en tres litotipos: areniscas, lutitas y carbón.

Las **areniscas** son en general litarenitas de matriz muy escasa, siendo la abundancia de matriz pelítica inversamente proporcional al tamaño de grano. Los granos son angulosos y subangulosos con índices de redondeamiento que va de

0,1 a 0,5. Presentan una ligera heterometría que aumenta en los de mayor tamaño. En las areniscas es frecuente la presencia de estructuras de paleocanales, estratificación cruzada, ripples, etc., y la presencia de troncos vegetales fosilizados.

Las **lutitas** engloban el conjunto de materiales detríticos cuyo tamaño de grano está por debajo de las arenas.

Los términos de granulometría más gruesa se encuadran en las limolitas. Presentan un alto contenido en granos de cuarzo subangulosos (próximos al 50%), cloritoide (de escaso a dominante), moscovita y biotita. La matriz es fundamentalmente pelítica, muy poco recristalizada.

La fracción fina está dentro del grupo de las arcillitas, cuya composición es similar a la que presenta la matriz de las limolitas.

El **carbón** se clasifica en el grupo de las antracitas. Dentro de las dos cuencas los pasos de carbón son muy numerosos, siendo de mayor espesor en la cuenca de Villablino.

Presentan ordinariamente a muro suelos de vegetación bien desarrollados de naturaleza lutítica y más raramente arenisca. Esta característica indica el carácter autóctono de los carbones, formados "in situ" por acumulación de restos vegetales que prácticamente no han sufrido transporte o este ha sido mínimo.

Se han tomado muestras representativas de los tres litotipos en las diferentes micocortas seleccionadas, para efectuar los ensayos geotécnicos previstos, cuyos resultados han sido el punto de partida de la caracterización geotécnica efectuada.

2.2.1.- Ensayos de carga puntual

Durante los trabajos de campo se recolectaron muestras representativas de los tres litotipos citados para realizar ensayos de carga puntual. Con estas muestras se han efectuado un total de 363 ensayos de carga puntual.

En el ensayo Franklin se somete a la muestra de roca a un proceso de carga progresiva entre dos piezas de acero de forma cónica, perfectamente alineados. La rotura debe producirse por tracción en un plano diametral que contenga a los dos punzones que cargan la muestra.

La ventaja fundamental de este ensayo es que permite realizar pruebas sobre cualquier tipo de muestra sin que necesariamente sea cilíndrica, y además, dado el tamaño de la prensa este ensayo puede realizarse "in situ".

La Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas (ISRM) ha normalizado este ensayo, aceptándolo como válido para determinar la resistencia a compresión de la roca intacta.

Si P es la fuerza ejercida sobre la muestra en el momento de la rotura y D es la distancia entre los dos punzones, se define como Índice de Carga Puntual o Índice Franklin, al valor resultante de la expresión:

$$I_F = \frac{P}{D^2} \quad (1)$$

Como se ha indicado con anterioridad este índice se relaciona con la resistencia a compresión simple de la roca intacta (σ_c), mediante una constante que varía entre 17,5 y 25, en función del diámetro de la muestra, tomándose 22,5 como el valor más habitual (50 mm) de forma que

$$\sigma_c (MPa) = 22,5 I_F \quad (2)$$

Para evitar el empleo de muestrás cilíndricas y de un diámetro dado y para realizar un mejor ajuste de la resistencia a compresión simple, BROOK (1.977) propuso la expresión:

$$\sigma_c (MPa) = 12,5 \cdot T_{500} \quad (3)$$

donde T_{500} es el índice de carga obtenido en un ensayo Franklin realizado con una muestra de 500 mm² de sección transversal. Este índice T_{500} puede ser estimado mediante la expresión:

$$T_{500} = 211,5 \cdot \left(\frac{P}{A^{0,75}} \right) \quad (4)$$

Siendo P la fuerza aplicada en el ensayo en el momento de la rotura (MN) y A la superficie de la muestra afectada en la rotura (mm).

En la realización de este trabajo se ha estimado la resistencia a compresión simple σ_c mediante la expresión de BROOK, si bien en los casos en los que la rotura de la muestra se produce en un plano diametral se ha aplicado la aproximación original de FRANKLIN. Los resultados son muy similares en ambos casos.

Se consideran válidos 234 de los 363 ensayos efectuados.

En el Cuadro 2.2.1.I se muestran los resultados de los ensayos.

ZONA	LITOLOGÍA	Nº DE ENSAYOS	σ_c (MPa)	CV (%)
FABERO-MATARROSA	LUTITA III	20	101,74	25
NOCEDA-STA. CRUZ	LUTITA III	21	76,82	21
TORRE-BEMBIBRE	LUTITA IV	18	41,39	28
VALDESAMARIO	LUTITA III	18	100,39	28
VILLABLINO	LUTITA III	32	86,37	27
TOTAL/MEDIA	LUTITA	109	81,34	30
FABERO-MATARROSA	ARENISCA IV	15	49,88	27
NOCEDA-STA. CRUZ	ARENISCA II-N	22	113,02	25
TORRE-BEMBIBRE	ARENISCA III-IV	17	76,9	25
VILLABLINO	ARENISCA III-IV	25	46,47	28
TOTAL/MEDIA	ARENISCA	79	71,57	43
FABERO-MATARROSA	CARBÓN II	5	55,39	7
NOCEDA-STA. CRUZ	CARBÓN IV	12	21,35	26
TORRE-BEMBIBRE	CARBÓN IV	21	23,45	30
VILLABLINO	CARBÓN IV	8	16,41	19
TOTAL/MEDIA	CARBÓN	46	29,15	49

Cuadro 2.2.1.I.- Ensayos de carga puntual.

En el Anejo II se muestra el listado de los ensayos efectuados.

2.2.2.- Ensayos de laboratorio

Además de los ensayos Franklin, detallados en el anterior apartado, se han realizado ensayos de compresión simple y triaxiales, y se ha determinado la densidad, el coeficiente de Poisson (ν) y el módulo de Young (E), de lutitas y areniscas.

En el Cuadro 2.2.2.1 se muestra el resultado de los ensayos efectuados.

ENSAYO Nº	SITUACIÓN	LITOLÓGÍA	D (t/m ³)	σ_1 (kp/cm ²)	σ_3 (kp/cm ²)	ν	E (Mpa)
1	GAIZTARRO	LUTITA		255,9	-85,3		
2	GAIZTARRO	LUTITA		655,0			
3	GAIZTARRO	LUTITA		554,0			
4	GAIZTARRO	LUTITA		251,1	-83,7		
5	FABERO	LUTITA		250,0			
6	FABERO	LUTITA		145,8	-48,6		
7	FABERO	LUTITA		167,7	-55,9		
8	FABERO	LUTITA		312,0			
9	FABERO	LUTITA		255,0			
10	FABERO	LUTITA		200,1	-66,7		
11	FABERO	LUTITA		831,0			
12	FABERO	LUTITA		280,0			
13	FABERO	LUTITA		354,0	-118,0		
14	TORENO	ARENISCA		1071,0			
15	TORENO	LUTITA		529,0			
16	TORENO	ARENISCA	2,67	896,4			
17	TORENO	ARENISCA	2,66	652,7		0,15	12250
18	TORENO	ARENISCA	2,67	318,4			
19	TORENO	ARENISCA	2,53	774,0			

20	TORENO	LUTITA	2,69	90,5	-30,0		
21	TORENO	LUTITA	2,64	256,6		0,28	5950
22	TORENO	ARENISCA	2,64	205,5	-68,5		
23	TORENO	LUTITA	2,69	117,6	-39,2		
24	TORENO	ARENISCA	2,67	271,9	-90,0		
25	TORENO	LUTITA	2,67	157,3	-52,4		
MEDIA		LUTITA	2,67	314,58	-64,42	0,28	5950
MEDIA		ARENISCA	2,64	598,50	-79,25	0,15	12250

Cuadro 2.2.2.- Ensayos de laboratorio.

2.2.3.- Propiedades mecánicas de la roca matriz

Para caracterizar el macizo rocoso se ha empleado la clasificación de BIENIAWSKI, que, en esencia, permite asignar a cada tipo de terreno un índice de calidad denominado ROCK MASS RATIO (R.M.R.) que depende de:

- Resistencia a compresión simple de la roca matriz.
- Condiciones del diaclasado.
- Efecto del agua.
- Posición relativa de la excavación respecto a las diaclasas.

Para tener en cuenta la incidencia de estos factores se definen una serie de parámetros, asignándoles unas determinadas valoraciones, la suma en cada caso nos dará el índice de calidad RMR; cuyo rango de variación está comprendido entre 0 y 100.

En el **Cuadro 2.2.3.I** se muestran los criterios de valoración para aplicar la clasificación de Bieniawski.

En función del RMR obtenido los macizos rocosos se clasifican en las cinco siguientes categorías:

- I Roca muy buenaRMR entre 81 y 100
- II Roca buena.....RMR entre 61 y 80
- III Roca mediaRMR entre 41 y 60
- IV Roca malaRMR entre 21 y 40
- V Roca muy malaRMR menor que 20

En este caso se ha obtenido el RMR en las microcortas escogidas como las más representativas de todas las situaciones posibles.

En el **Cuadro 2.2.3.II** se muestran los resultados de esta estimación.

1) PARÁMETROS DE CALIFICACION

RMR (1) RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE DE LA ROCA INTACTA							
VALOR (Kg/cm ²)	> 2500	1000- 2500	500- 1000	250- 500	50-250	10-50	< 10
VALORACION	5	4	3	2	1	0	0

RMR (2+3) RgD Y SEPARACIÓN ENTRE DIACLASAS																	
JUNTAS METRO	POR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
VALORACION		40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25
JUNTAS METRO	POR		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
VALORACION			17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3
JUNTAS METRO	POR		31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
VALORACION			2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

RMR (4)	RUGOSIDAD DE LAS DIACLASAS				
PERSISTENCIA	< 1 m	1 – 3 m	3 – 10 m	10 – 20 m	20 m
	5	4	3	2	1
ABERTURA	0	< 0,1 mm	0,1 – 1 mm	1 – 5 mm	5 mm
	5	4	3	2	1
RUGOSIDAD	MUY RUGOSA	RUGOSA	LIGER. RUGOSA	LISA	ESPEJO DE
	5	4	3	2	1

RELLENO	NO HAY	DURO CON ESPESOR < 5 mm	DURO CON ESPESOR > 5 mm	BLANDO CON ESPESO R < 5 mm	BLANDO CON ESPESOR > 5 mm
	NO AFECTAD O	LIGERO	MODERADO	ALTO	DESCOMP UESTO

RMR (5)	EFECTO DEL AGUA				
ESTADO	SECO	LIGERAM. HUMEDO	HUMEDO	GOTEAND O	CHORREAN DO
VALORACIÓN	15	10	7	4	0

II) CORRECCIÓN SEGÚN LA ORIENTACIÓN DE LA OBRA

Dirección perpendicular al eje del túnel				Dirección paralela al eje del túnel		Buzam. mi. 0°-20° cualqu ier direcci ón
Excavación hacia buzamiento		Excavación contra buzamiento		Buzam. 45-90	Buzam. 20-45	
Buzam. 45-90	Buzam. 20-45	Buzam. 45-90	Buzam. 20-45			
Muy favorable	Favorable	Media	Desfavorable	Muy desfavorable	Media	Media

Cuadro 2.2.3.I.- Clasificación de Bieniawski (1.979)

BIERZO	AREA	MICROCORT A	LITOTIPO	RMR (1)	RMR (2+3)	RMR (4)	RMR (5)	RM R
	VALDESAMA RÍO	IMPENSADA 1		CUARCITA	7	27	8	10
LUTITA				4	29	14	15	62
IMPENSADA 1 Y OTRAS			CUARCITA	12	31	11	15	69
			LUTITA +CUARCITA	7	27	16	15	65
TORRE- BEMBIBRE	C/25 FRENTE E		LUTITA +CARBÓN	4	24	13	10	51
			LUTITA +ARENISCA	7	27	15	10	59
	C/25 FRENTE ⊙		LUTITA +CARBÓN	2	25	10	7	44
			ARENISCA +LUTITA	4	28	11	7	50
	SANTIBAÑEZ		LUTITA +CARBÓN	4	27	11	15	57
NOCEDA-STA. CRUZ	DEL PORVENIR		LUTITA +CARBÓN	4	31	8	15	58
	ANTRACITAS ARLANZA		LUTITA +CARBÓN	4	24	14	15	57
FABERO- MATARROSA	FONTORIA		LUTITA +CARBÓN	3	15	11	10	39
	PEÑARROSA S		LUTITA +ARENISCA	4	26	9	15	54

VILLABLINO	VILLABLINO 1	LUTITA +CARBÓN	4	25	9	15	53
	VILLABLINO 2	LUTITA +CARBÓN	4	17	7	15	43
	VILLABLINO 3	ARENISCA	7	31	15	15	68
		LUTITA	4	22	7	15	48

Cuadro 2.2.3.II.- RMR.

El siguiente paso en la caracterización geotécnica supone asignar propiedades mecánicas al terreno; partiendo de los ensayos y de la clasificación geotécnica realizada.

Las características geomecánicas del macizo rocoso vienen determinadas por el criterio de rotura de HOEK y BROWN. Dicho criterio relaciona las tensiones máxima y mínima correspondientes a un estado de rotura mediante expresión:

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \sqrt{m \sigma_3 \sigma_c + S \sigma_c^2} \quad (5)$$

en donde σ_c es la resistencia a compresión simple de la roca intacta y m y s son función de la litología de la roca y del estado del macizo caracterizado por el RMR.

Dicha dependencia viene dada, para un macizo rocoso confinado por las expresiones de Priest y Brown:

$$m = m_1 e^{[(RMR - 100)/28]} \quad s = e^{[(RMR - 100)/9]} \quad (6)$$

siendo m_1 un parámetro dependiente de la litología de la roca. Su valor puede tomarse, en primera aproximación, de la bibliografía, pudiendo determinarse, en cada caso concreto, mediante ensayos triaxiales en laboratorio.

En el caso de taludes o macizos rocosos sin confinar las expresiones de Priest y Brown toman la forma

$$m = m_i e^{[(RMR - 100)/14]} \quad s = e^{[(RMR - 100)/6]} \quad (7)$$

Los programas de cálculo empleados tienen la posibilidad de utilizar el criterio de rotura de Hoek y Brown, sin embargo, gran parte de los programas de cálculo disponibles, así como la mayoría de las fórmulas analíticas utilizan el criterio de Mohr-Coulomb, definido por la cohesión y ángulo de fricción del macizo rocoso.

Una vez estimados m y s se pueden calcular los valores de la cohesión y fricción del macizo rocoso, ya que existe una relación para un determinado nivel de presión de confinamiento representado por la presión σ , la curva de resistencia intrínseca envolvente de los estados tensionales últimos definidos por el criterio de HOEK y BROWN; puede sustituirse por una recta definida por el ángulo de rozamiento y la cohesión determinada por las siguientes expresiones:

$$C = (\operatorname{ctg} \varphi - \cos \varphi) \cdot \frac{m \sigma_c}{8} - \sigma \operatorname{tg} \varphi$$
$$\varphi = \operatorname{artg} \left[4 h \cos^2 \left(30 + \frac{1}{3} \operatorname{arc} \operatorname{sen} (h^{-3/2}) \right) - 1 \right]^{-1/2} \quad (8)$$

en donde

$$h = 1 + 16 (m \sigma + s \sigma_c) / 3 m^2 \sigma_c$$

Con ello quedan definidos los valores de cohesión y fricción para un entorno específico de presiones sobre el terreno.

La resistencia a compresión simple del macizo rocoso, σ_{cs} , viene dada, a partir de la de la roca intacta σ_c^i y el parámetro s de Hoek y Brown, por la fórmula:

$$\sigma_{cs} = \sqrt{s} \sigma_c^i \quad (9)$$

El módulo de elasticidad se puede estimar, a falta de ensayos "in situ", a partir de la expresión de Serafín Pereira:

$$E = 10^{[(RMR-10)/40]} \text{ (GPa)} \quad (10)$$

El coeficiente de Poisson se estima en base a la experiencia en este tipo de materiales, tomándose habitualmente el mismo que el determinado en ensayos de laboratorio para la roca intacta.

En el **Cuadro 2.2.3 III** se presentan las propiedades asignadas a los diferentes tipos de terrenos siguiendo la metodología descrita. En todos los casos se ha considerado la presión de confinamiento que correspondería a una profundidad de unos 50 m, que se considera representativa para las condiciones medias de las microcortas existentes.

2.3.- ESTUDIO DE LA FRACTURACIÓN

En este apartado se presentan los resultados de los trabajos realizados para caracterizar tanto la estratificación como las fracturas principales existentes.

Debido a la importancia que la estratificación juega en el comportamiento mecánico de este tipo de terrenos, se ha hecho mucho hincapié en esta caracterización y se han realizado ensayos de tipo "tilt-test".

A continuación se resumen los resultados obtenidos.

	ROCA INTACTA		MACIZO ROCOSO						
	σ_c^i (MPa)	m_i	RMR	E (MPa)	ν	m	s	C (MPa)	ϕ (°)
ARENISCAS	59,8	15	58	12250	0,15	0,746	0,000911	0,4	36
LUTITAS	31,5	7	51	5950	0,28	0,211	0,000283	0,16	28
CARBÓN	15	5	40	2175	0,33	0,068	0,000045	0,04	17

Cuadro 2.2.3.III.- Propiedades geomecánicas de los litotipos

2.3.1.- Ensayos "tilt-test"

Los ensayos de tipo "tilt test" son muy sencillos de efectuar pero permiten estimar de una manera bastante fiable el ángulo de fricción del material ensayado.

Para la realización de este ensayo se requieren tres muestras de testigo. Dos de ellas en contacto tangencial se fijan a la superficie de una tabla, y la tercera se sitúa encima de los dos testigos con objeto de que pueda deslizar libremente sobre ellos.

Simpson (1981) demostró que el ángulo α en el que la muestra libre empieza a deslizar está relacionado con el ángulo básico de fricción mediante la expresión:

$$\phi_b = \text{atan}(1,155 \tan \alpha) \quad (11)$$

Se han efectuado series de 10 ensayos sobre muestras de lutita, arenisca y carbón.

En el Cuadro 2.1.1.I se muestran los resultados obtenidos.

LITOLÓGÍA	ÁREA	Nº ENSAYOS	α (°) MEDIO	ϕ_b (°) MEDIO	CV (%)
ARENISCA	FABERO- MATARROSA	50	38,3	31,8	7,5
ARENISCA	NOCEDA-STA. CRUZ	60	37	41,1	15
ARENISCA	TORRE- BEMBIBRE	60	32,7	36,6	18
ARENISCA	VALDESAMARIO	10	31	34,8	6,7
ARENISCA	VILLABLINO	90	31,4	35,2	18
LUTITA	FABERO- MATARROSA	60	23,5	26,6	9,4

LUTITA	NOCEDA-STA. CRUZ	60	18,5	21	26
LUTITA	TORRE- BEMBIBRE	60	25,9	29,3	11,5
LUTITA	VALDESAMARIO	60	30,5	34,2	16
LUTITA	VILLABLINO	100	29,2	32,8	23
CARBÓN	FABERO- MATARROSA	30	15	17,3	21
CARBÓN	NOCEDA-STA. CRUZ	50	12,5	14,3	16
CARBÓN	TORRE- BEMBIBRE	60	13,6	15,6	17,8
CARBÓN	VILLABLINO	30	18,9	21,5	19
ARENISCA	MEDIA	270	32,4	36,2	18
LUTITA	MEDIA	340	25,3	28,6	24
CARBÓN	MEDIA	170	14,4	16,6	24

Cuadro 2.3.1.I.- Ensayos tilt test.

Como puede observarse los valores de los coeficientes de variación, sin rechazar ningún ensayo, son bajos; lo cual garantiza la validez y fiabilidad de estos ensayos.

En el **Anejo I** se incluyen las series de ensayos efectuados.

2.3.2.- Propiedades mecánicas de las discontinuidades

Una vez determinadas las características principales de las familias de juntas predominantes en el yacimiento, y realizados los ensayos tilt test sobre muestras de las discontinuidades más representativas, se puede proceder a la caracterización de las discontinuidades estructurales y estratificación.

Como resultado de los ensayos "tilt-test" realizados, en el **Cuadro 2.3.2.I** se muestran las propiedades mecánicas de las familias de discontinuidades diferenciadas en los trabajos de campo.

3.- DEFINICIÓN DE SITUACIONES CARACTERÍSTICAS EN EL YACIMIENTO

Las características del yacimiento dependen fundamentalmente de la estructura geológica y del estado de fracturación del macizo rocoso, (diaclasas, pliegues, fallas...). Estas estructuras influyen sobre la explotabilidad y el rendimiento de la capa beneficiable, pudiendo determinar la rentabilidad o no del yacimiento.

3.1.- EXPLOTACIONES SELECCIONADAS

La zona del Bierzo está situada en el cuadrante noroccidental de la provincia de León. Comprende la depresión del Bierzo con las cuencas carboníferas de Valdesamario, Tremor, Torre del Bierzo y Fabero, bajo el área de influencia de la central térmica compostilla II.

La zona de Villablino está situada en el cuadrante noroccidental de la provincia de León y comprende el área del alto Sil, también dentro del área de influencia de la central térmica de compostilla II.

ZONA	FAMILIA	FRICCIÓN (°)	CONTINUIDAD (m)	JRC	ESPACIADO (mm)	RIGIDEZ NORMAL kn (MPa/m)	RELLENO
VALDESAMARINO	ESTRATIFICACIÓN	34,2	>20	4-6	200-600	1-5	LIMO
TORREMEMBIBRE	DIACLASADO REGIONAL		1-10	6-8	VARIABLE	>5	LIMO
NOCEDA-STA. CRUZ	ESTRATIFICACIÓN	29,3	>20	4-6	200-600	<1	
FABEROMATARROSA	DIACLASADO REGIONAL		1-10	6-8	VARIABLE	1-5	
VILLABLINO I	ESTRATIFICACIÓN	21	>20	4-6	60-1000	1-5	
VILLABLINO I	DIACLASADO REGIONAL		1-10	6-8	VARIABLE	1-5	LIMO
VILLABLINO II	ESTRATIFICACIÓN	26,6	>20	4-6	60-200	1-5	LIMO

	ÓN			8-10			
VILLABLINO II	DIACLASADO REGIONAL		3-10	6-8	VARIABLE	1-5	ARENA
VILLABLINO III	ESTRATIFICACIÓN	32,8	>20	4-6	60-200	<1	LIMO ARCILLA
VILLABLINO III	DIACLASADO REGIONAL		1-10	4-6	VARIABLE	1-5	LIMO ARCILLA

Cuadro 2.3.2.I.- Propiedades mecánicas de la estratificación y de la fracturación regional

En el Cuadro 3.1.1 se muestran las explotaciones seleccionadas dentro de estas dos zonas.

ZONA	SUBZONA	EXPLOTACIÓN
BIERZO	VALDESAMARIO	IMPENSADA 1
		IMPENSADA 1 Y OTRAS
	TORRE-BEMBIBRE	C/25
		SANTIBÁÑEZ
		DEL PORVENIR
	NOCEDA-SANTA CRUZ	ANTRACITAS ARLANZA
		FONTORIA
	FABERO-MATARROSA	PENARROSAS
		VILLABLINO 1
	VILLABLINO	VILLABLINO 2
VILLABLINO 3		

Cuadro 3.1.1.- Explotaciones seleccionadas.

3.2.- SITUACIONES GEOLÓGICAS TIPO EN EL YACIMIENTO

En este apartado se describen las situaciones geológicas tipo que pueden presentarse en los yacimientos de carbón de las cuencas del Bierzo y Villablino (León), bajo la óptica de las implicaciones que tienen en la explotación minera.

En especial se analizan los diferentes elementos estructurales en el yacimiento, definiendo situaciones estructurales tipo que sean representativas, así como, sus condicionantes a la hora de definir los diferentes métodos de explotación minera.

3.2.1.- Elementos estructurales

Para el laboreo minero de yacimientos de pizarra deben tenerse en cuenta la disposición espacial de los siguientes elementos estructurales:

- Estratificación (S_0). Relacionada íntimamente con la geometría del yacimiento por la colocación espacial de los niveles litológicos.
- Pliegues y fallas. Estas estructuras mayores vienen definidas por la tectónica de la zona.
- Diaclasas. Estas estructuras menores son las que controlan el estado de fracturación del macizo rocoso.

Los elementos estructurales de las diferentes zonas estudiadas se detallan a continuación.

- Subzona Bierzo oriental (Valdesamario). La estructura principal tiene dirección E-O con buzamientos variables entre 40 y 60° (hacia el sur en las explotaciones estudiadas). Las familias de fracturas medidas tienen la siguiente orientación, 337/70°, 118/50°, 90/35°-85°, 20/45° y 260/82°.
- Subzona Bierzo central (Noceda-Santa Cruz). La estructura general del bloque es un sinclinal. La orientación de la estratificación es E-O con buzamientos variables de 28° a 45° N-S. Las familias de fracturas detectadas tienen la siguiente orientación, 330/80°, 30/48°-85°, 265/62° y 220/80°.
- Subzona Bierzo Sur (Torre-Bembibre). La estratificación tiene dirección E-O con buzamientos muy variables, desde 7° a 80° hacia el

N. Las familias de diaclasas medidas tienen la siguiente orientación, 330/75°, 130/20°, 75/70°, 360/60° y 240/30°-75°.

- Subzona Bierzo Occidental (Fabero-Matarrosa). La estructura general es de un anticlinal. La orientación de la estratificación es SE-NO con buzamientos suaves (10°-28°) tanto al E como al O. Las familias de fracturas medidas son, 145/70°, 85/80°, 275/85° y 202/58.

- Villablino. La estructura de la zona es un sinclinal de flancos asimétricos con orientación E-O. Los buzamientos son variables desde 35 a 80° tanto al Norte como al Sur. Las familias de diaclasas detectadas tienen la siguiente orientación, 300/40°, 80/70°, 10/40°-80° y 270/75°.

3.2.2.- Análisis estructural de las explotaciones tipo

Como consecuencia de todos los factores citados anteriormente y de cara a una caracterización geológica y geotécnica, se han elegido explotaciones tipo representativas de las microcortas existentes en el Bierzo y Villablino. Las microcortas escogidas son representativas de todos los posibles casos que estructuralmente se pueden presentar, así como de la totalidad de la extensión geográfica del área en estudio.

En el **Cuadro 3.2.2.I** se presenta una síntesis del análisis estructural de estas microcortas tipo.

MICROCORTA	DIRECCIÓN			BUZAMIENTO			
	S _o	TALUD	S _o TALUD	S _o	TALUD	S _o /TALUD	
IMPENSADA 1	N 165° E	NO 90° E	⊥	40° S _o	60° N	⊥	
IMPENSADA 1 Y OTRAS	NO 90° E	NO 90° E	=	60° S	60° S	=	
C/25	FRENTE E	NO 80° E	NO 50° E	=	30 NO	55 NO	=
	FRENTE O	N 118 E	N 110° E	=	7° NE	65° NE	=
SANTIBAÑEZ	NO 92° E	NO 90° E	=	84° N	65° N	=	
DEL PORVENIR	N 124° E	N 110° E	=	45° S _o	60° NE	⊥	
ANTRACITAS ARLANZA	NO 80° E	NO 80° E	=	28° NO	30° NO	=	
FONTORIA	N 175° E	NO 65° E	⊥	10° E	65° SE	=	
PEÑARROSAS	NO 40° E	N 170° E	⊥	28° NO	80° E	⊥	
VILLABLINO 1	NO 80° E	NO 80° E	=	80° S	70° S	=	
VILLABLINO 2	NO 60° E	NO 60° E	=	70° NO	60° N	=	
VILLABLINO 3	NO 98° E	NO 10° E	⊥	35° S	65° NO	⊥	

Cuadro 3.2.2.I.- Principales características de las explotaciones seleccionadas.

Desde el punto de vista de la explotación minera los elementos estructurales que van a condicionar el ataque, dirección y avance de los frentes, son la estratificación y la topografía del terreno. En función de estos dos elementos estructurales principales, existen cuatro posibles situaciones características en las explotaciones.

- a) Estratificación dispuesta paralela o subparalela a la ladera con buzamiento en el mismo sentido. Este caso es el más favorable y el que más frecuente en las explotaciones.
- b) Estratificación dispuesta paralela o subparalela a la ladera con buzamiento contrario a la misma. Este caso se da en una de las explotaciones estudiadas.
- c) Estratificación dispuesta subortogonalmente a la ladera, con buzamiento en el mismo sentido. Se encuentra en una de las explotaciones estudiadas.
- d) Estratificación dispuesta subortogonalmente a la ladera, con buzamiento contrario a la misma. Este caso se estudia en tres de las explotaciones.

3.3.- SITUACIONES GEOTÉCNICAS TIPO

En este apartado se describen las situaciones geotécnicas tipo, que pueden sintetizarse en las microcortas de carbón de las cuencas del Bierzo y Billabliño.

Fundamentalmente la estabilidad de una explotación va a estar ligada a la estratificación, la fracturación o diaclasado, y a la presencia de coluviones y/o zonas

Para llevar a cabo el análisis de la estabilidad local de los taludes, es necesario identificar los mecanismos de rotura posibles a favor de las discontinuidades existentes en el macizo rocoso.

La identificación de la forma de los bloques presentes en el macizo puede hacerse con ayuda de las técnicas de proyección estereográfica, analizando a partir de los diagramas de círculos máximos las características de los bloques generados. La primera herramienta a utilizar, una vez identificados los bloques, la

constituye el análisis cinemático, que consiste en el estudio de la posibilidad de movimiento de los bloques identificados con independencia de las fuerzas físicas que actúan sobre ellos, es decir qué bloques presentan una dirección posible de deslizamiento.

La configuración de los principales tipos de bloques inestables en taludes han sido referidos por Hoek y Bray (1981) según se presenta en la **Figura 3.3.1.a**. Los tipos más comunes de rotura según dicha figura son:

- a) Deslizamiento plano.
- b) Deslizamiento en cuña.
- c) Rotura por vuelco ("Toppling").
- d) Rotura circular.

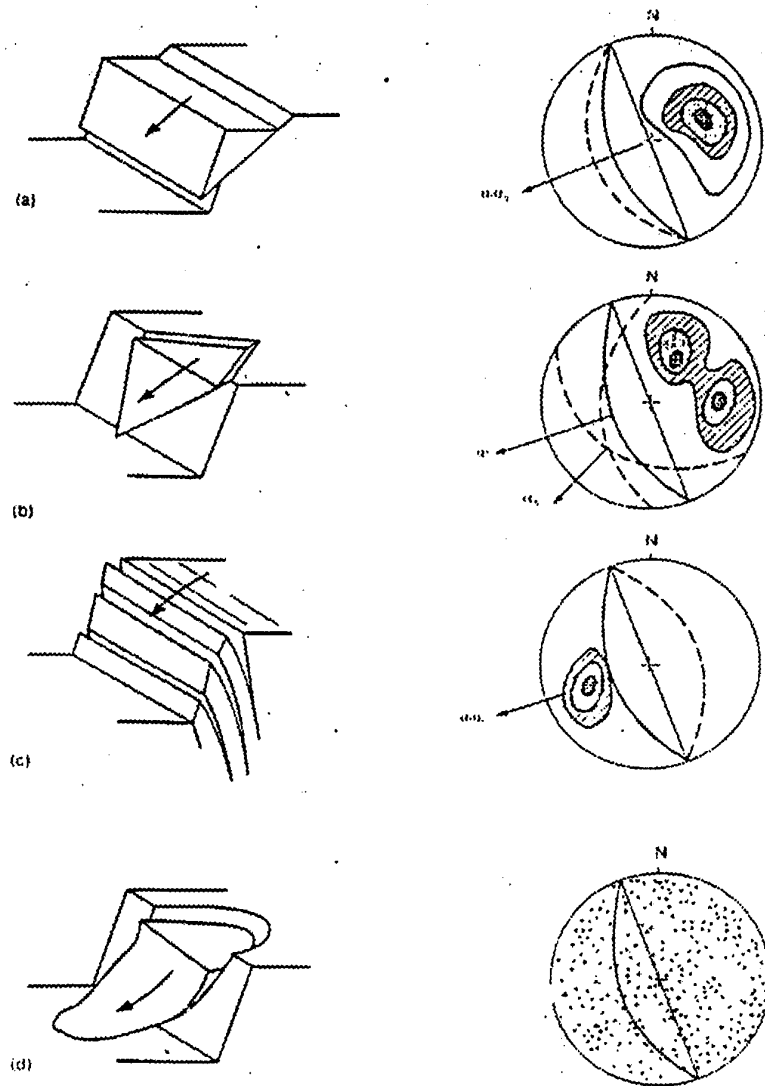
La formación de bloques que deslicen de forma plana se ve favorecida por la presencia de las direcciones de fracturación. Por ello en cada caso sería necesario analizar la posibilidad de que los bloques formados pueden deslizarse dentro de la excavación. Dicho análisis debería hacerse para cada una de las orientaciones del talud previstas, y en su caso, de los buzamientos del mismo.

En la rotura en cuña propiamente dicha, el deslizamiento de los bloques se produce a través de la línea de intersección de los dos planos de debilidad. Sin embargo, muchas roturas aparentemente "en cuña", corresponden a deslizamientos planos favorecidos por la "liberación" del bloque a favor de un plano de debilidad.

Las roturas por vuelco son posibles cuando, a similitud de las roturas planas, el plano de debilidad presenta, una dirección prácticamente paralela a la del talud ($\pm 30^\circ$), siendo el buzamiento contrario. Este tipo de rotura exige que exista deslizamiento en los planos de debilidad, es decir que siendo α el buzamiento del talud, δ el de los planos de debilidad, y ϕ el ángulo de fricción del plano de debilidad; se debe cumplir:

$$(90 - \delta) + \phi < \alpha$$

Finalmente, la rotura circular se da en suelos, materiales homogéneos y macizos rocosos fuertemente diaclasados y sin organización aparente de la red de diaclasas, o fuertemente meteorizadas. Por ello este tipo de inestabilidad va a estar restringido a materiales de recubrimiento cuaternario y a las zonas de alteración.



LEYENDA		
Concentración de pilas		α_1 Dirección de buzam.
Círculo máximo del plano del talud		α_2 Deslizamiento
Círculos máximos de las discontinuidades		α_3 Toppling

Figura 3.3.1.a Principales tipos de bloques inestables en taludes (Hoek-Bray 1981)

Para analizar la estabilidad de estas explotaciones, a partir del RMR obtenido, se ha estimado el valor del índice SMR (Slope Mass Ratio) propuesta por Romana (1985), como una aplicación del RMR a taludes.

La clasificación SMR se basa en aplicar al RMR cuatro factores correctores (F1, F2, F3, y F4) que dependen de:

- Orientación de las discontinuidades y el talud (F1)
- Buzamiento de las discontinuidades y el talud (F 2)
- Relación entre la cara libre y el buzamiento de la discontinuidad (F 3)
- Método de excavación utilizado (F 4)

de manera que el índice final se obtiene como:

$$SMR = RMR - (F1 \times F2 \times F3) + F4$$

En el **Cuadro 3.3.2.I** se muestran los criterios de valoración de los parámetros, F1, F2 y F3. El **Cuadro 3.3.2.II** muestra los valores que toma el factor de corrección F4.

La **Figura 3.3.2.a** muestra la clasificación de los taludes y las medidas correctoras que son aplicables en función del valor del índice SMR.

En el **Cuadro 3.3.2.III** se muestran los resultados de esta clasificación.

Como síntesis puede concluirse que existen tres situaciones características en todos los taludes estudiados:

METODO	TALUD NATURAL	PRECORTE	VOLADURA SUAVE	VOLADURA O MECANICO	VOLADURA DEFICIENTE
F ₁	+15	+10	+8	0	-8

Cuadro 3.3.2.II.- Factor de ajuste según el método de excavación (Romana, 1985)

		PROTECCION	REFUERZO	HORMIGON	
100	Ia				
	Ib				SANEO
80	IIa	ZANJA DE PIE REDES	BULONAJE PUNTUAL BULONAJE SISTEMATICO	PUNTUAL	(ZANJA O VALLA) (BULONAJE OCASIONAL)
	IIb				ESTABLE
60	IIIa	ZANJA DE PIE REDES	BULONAJE PUNTUAL BULONAJE SISTEMATICO	PUNTUAL	ZANJA Y/O RED BULONAJE GUNITA OCASIONAL
	IIIb				PARCIALMENTE ESTABLE
40	IVa	ZANJA DE PIE REDES	BULONAJE PUNTUAL BULONAJE SISTEMATICO	PUNTUAL	ANCLAJES GUNITA SISTEMATICA (MURO) COSTILLAS DE HORMIGON DRENAJE (REEXCAVACION)
	IVb				INESTABLE
20	Va	ZANJA DE PIE REDES	BULONAJE PUNTUAL BULONAJE SISTEMATICO	PUNTUAL	MURO DE GRAVEDAD MURO ANCLADO REEXCAVACION
	Vb				COMPLETAM. INESTABLE
0					

Figura 3.3.2.a.- Métodos de corrección de taludes según el intervalo del SMR.

MICROCORTA		TIPO DE ROTURA	SMR	CLASE	OBSERVACIONES
<i>Instituto Geológico y Minero de España (I.G.M.E.)</i>					
IMPENSAD 1		P/T	52-70	III _a -II _b	Parcialmente estable
IMPENSADA 1 Y OTRAS		P/T	62-77	II _b -II _a	Estable
C/25	FRENTE E	P/T	51-67	III _a -II _b	Parcialmente estable
	FRENTE O	P	52-92	III _a -I _a	Parcialmente estable
SANTIBAÑEZ		P/T	57-61	III _a	Parcialmente estable
DEL PORVENIR		P/T	58-78	III _a -II _a	Parcialmente estable
ANTRACITAS ARLANZA		P	57-77	III _a -II _a	Parcialmente estable
FONTORIA		P/T	39-44	IV _a -III _b	Inestable
PEÑARROSAS		P/T	55-100	III _a -I _a	Parcialmente estable
VILLABLINO 1		P/T	59-78	III _a -II _a	Estable
VILLABLINO 2		P/T	43-86	III _b -I _b	Parcialmente estable
VILLABLINO 3		P/T	48-74	III _b -II _a	Parcialmente estable

Cuadro 3.3.2.III.- Clasificación SMR de los taludes estudiados

- a) Estratificación dispuesta en la dirección de la cara libre del talud y buzamiento en el mismo sentido de la cara libre del talud.

En este caso se producen roturas planas que frecuentemente hacen inestable el talud. La relación entre el buzamiento de la estratificación con la pendiente del talud resulta crítica en esta situación.

- b) Estratificación dispuesta en la dirección de la cara libre del talud y buzamiento en sentido contrario a la cara libre del talud. En este caso si la suma del buzamiento de la estratificación y de la pendiente del talud es mayor de 110° se produce rotura por vuelco.

- c) Estratificación dispuesta perpendicularmente a la cara libre del talud. La estabilidad del talud en este caso está condicionada por la intensidad y orientación del diaclasado.

4.- ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

El análisis realizado acerca de la estabilidad de las explotaciones de microcortas en León se ha dividido en dos estudios diferenciados.

El primero de ellos analiza la estabilidad de los taludes de explotación utilizando dos métodos diferentes de análisis:

- Análisis previos estabilidad para rotura circular de los taludes utilizando el programa en 2D de SLIDE, de la Universidad de Toronto.
- Análisis tensodeformacional realizado por el Método de las Diferencias Finitas, mediante el program Flac.

En el segundo estudio se ha analizado la estabilidad de las escombreras.

4.1.- ESTABILIDAD DE TALUDES DE EXPLOTACIÓN

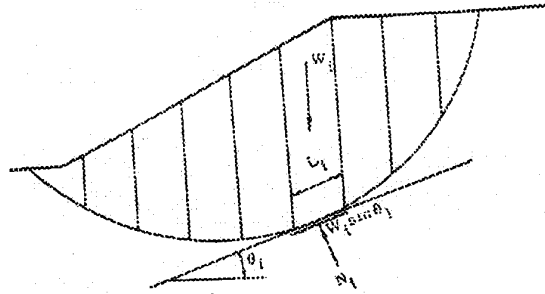
4.1.1.- Análisis previos de estabilidad

Para cada una de las tres situaciones tipo consideradas, se han realizado nueve análisis de estabilidad, variando la altura del talud y el buzamiento.

a) Metodología

Estos análisis de estabilidad se han realizado aplicando el mecanismo de rotura de taludes, conocido como rotura circular, aplicable para el caso en el que las partículas de masa rocosa que componen el talud son pseudohomogéneas y lo suficientemente pequeñas comparadas con las dimensiones del talud.

Los métodos existentes para estudiar la rotura circular los ha desarrollado la mecánica de suelos, asumiendo la mayoría de dichos métodos una línea de rotura de directriz circular. Los métodos disponibles (FELLENIOUS, BISHOP, JAMBU) suelen descomponer la superficie potencial a deslizar del talud, en rebanadas verticales, formulando el equilibrio de fuerzas y momentos, según se muestra en la **Figura 4.1.1.I.**



$$F = \frac{\sum_{i=1}^n (c L_i + W_i \cos \theta_i \tan \phi)}{\sum_{i=1}^n (W_i \sin \theta_i)}$$

Figura 4.1.1.I.- Descomposición de rebanadas de un talud para el análisis mediante equilibrio.

b) Límite de rotura circular

Para el estudio de las roturas circulares identificadas, se ha utilizado el programa de ordenador SLIDE, de la Universidad de Toronto, que aplica el método BISHOP. Este programa permite adoptar cualquier geometría de talud y tener en cuenta distintos tipos de terrenos. Para salvar el inconveniente de tener que asumir una superficie determinada de rotura, el programa analiza todos los posibles radios de las superficies de rotura que tienen como centro puntos de una amplia región.

Para el diseño geométrico del talud se ha considerado una pendiente natural del terreno de 20°, altura del talud de 60 m, 40 m y 20 m e inclinaciones de 80°, 60° y

40° para cada una de las situaciones tipo. Por tanto se han realizado 9 análisis para cada una de las tres situaciones, es decir, un total de 27 análisis.

Las propiedades geotécnicas asignadas a las lutitas varían para cada una de las tres situaciones tipo. Estos valores se han estimado a partir de los valores obtenidos en el apartado 3.2.3 (Propiedades mecánicas de la roca matriz). En el Cuadro 4.1.1.a se reflejan estos valores.

LITOTIPO	ρ (t/m ³)	RMR	E (MPa)	ν	C (MPa)	ϕ (°)
LUTITAS	2,67	51	5950	0,28	0,16	28

Cuadro 4.1.1.a.- Propiedades de las lutitas.

A partir de estos valores, lo que se ha hecho es variar el RMR dependiendo de la situación tipo estudiada.

- I) En el caso en que la estratificación está dispuesta en la dirección de la cara libre del talud y buzamiento en el mismo sentido de la cara libre del talud se ha reducido el RMR hasta 39, dando lugar a una cohesión de 0,06 MPa y un ángulo de rozamiento de 22°.
- II) En el caso en que la estratificación está dispuesta en la dirección de la cara libre del talud y buzamiento en sentido contrario a la cara libre del talud se ha reducido el RMR hasta 46 dando una cohesión del terreno de 0,11 MPa y un ángulo de rozamiento de 25°.
- III) En el caso en que la estratificación está dispuesta perpendicularmente a la cara libre del talud, el RMR se ha mantenido en 51, por lo que la cohesión del terreno y el ángulo de rozamiento utilizados para el cálculo han sido 0,16 MPa y 28° respectivamente.

Las propiedades asignadas a las lutitas para el cálculo en cada una de las situaciones vienen reflejadas en el **Cuadro 4.1.1.b.**

SITUACIÓN TIPO		ρ (t/m ³)	RMR	C (MPa)	ϕ (°)
I	Estratificación en la dirección del talud y buzamiento en el mismo sentido.	2,67	39	0,06	22
II	Estratificación en la dirección del talud y buzamiento en sentido contrario	2,67	46	0,11	25
III	Estratificación perpendicular a la cara libre del talud	2,67	51	0,16	28

Cuadro 4.1.1.b.- propiedades de las lutitas aplicadas al cálculo.

b) Resultados de cálculo

Se han analizado un total de 27 casos diferentes. A continuación se exponen los resultados obtenidos.

En el **Cuadro 4.1.1.c** se muestran las características de los diferentes casos analizados y su factor de seguridad.

En todos los casos la pendiente natural del terreno es de 20°.

En las **Figuras 4.1.1.II a 4.1.1.XXVIII** se representan los casos estudiados.

SITUACIÓN TIPO	ALTURA DEL TALUD	ÁNGULO DEL TALUD	F.S.	
I C = 0,06 MPa $\phi = 22^\circ$	60	80	0,446	
		60	0,650	
		40	0,946	
	40	80	0,539	
		60	0,772	
		40	1,092	
	20	80	0,789	
		60	1,104	
		40	1,462	
	II C = 0,11 MPa $\phi = 25^\circ$	60	80	0,635
			60	0,913
			40	1,288
40		80	0,805	
		60	1,128	
		40	1,525	
20		80	1,215	
		60	1,680	
		40	2,096	
III C = 0,16 MPa $\phi = 28^\circ$		60	80	0,815
			60	1,168
			40	1,613
	40	80	1,035	

		60	1,470
		40	1,939
	20	80	1,653
		60	2,232
		40	2,681

Cuadro 4.1.1.c.- Casos analizados y factor de seguridad obtenido.

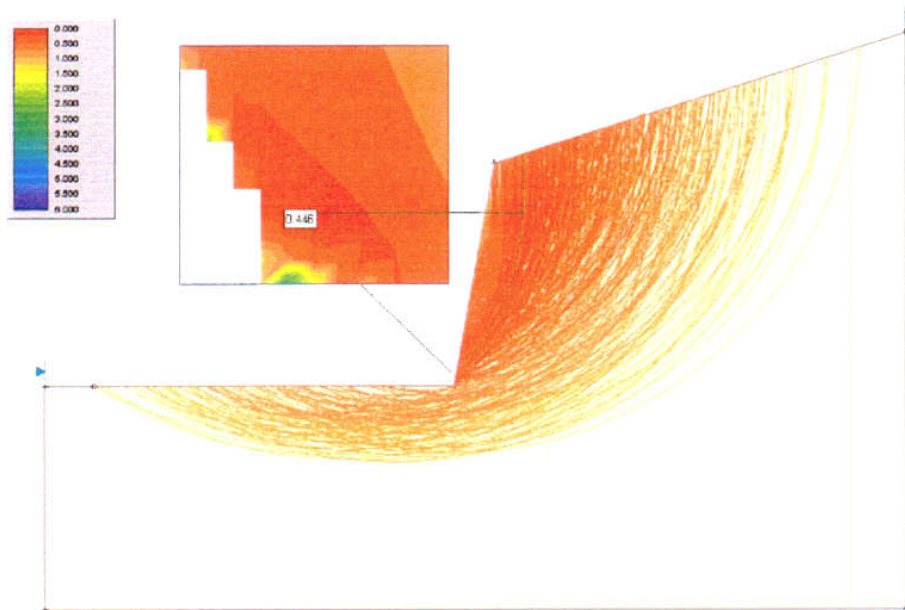


Figura 4.1.1.ii.- Cálculo de estabilidad para la situación tipo I con 80° y 60 m de altura.

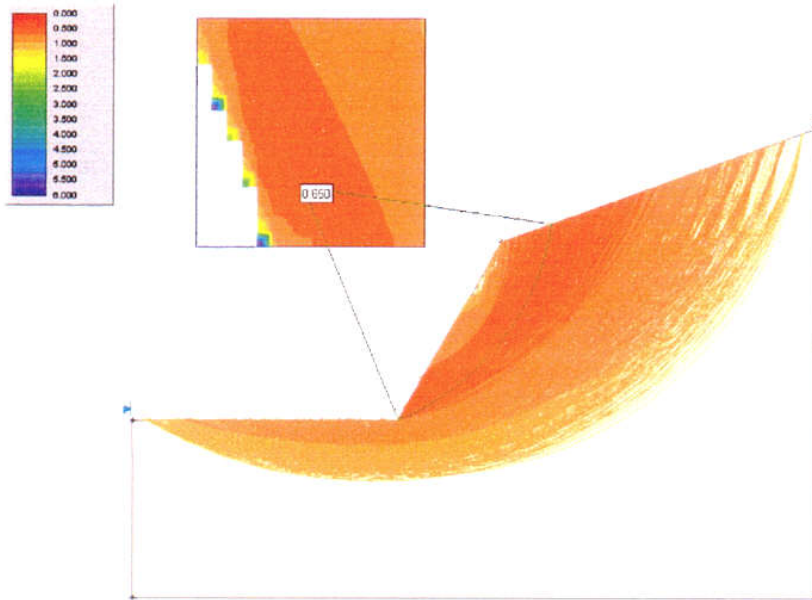


Figura 4.1.1.III.- Cálculo de estabilidad para la situación tipo I con 60° y 60 m de altura.

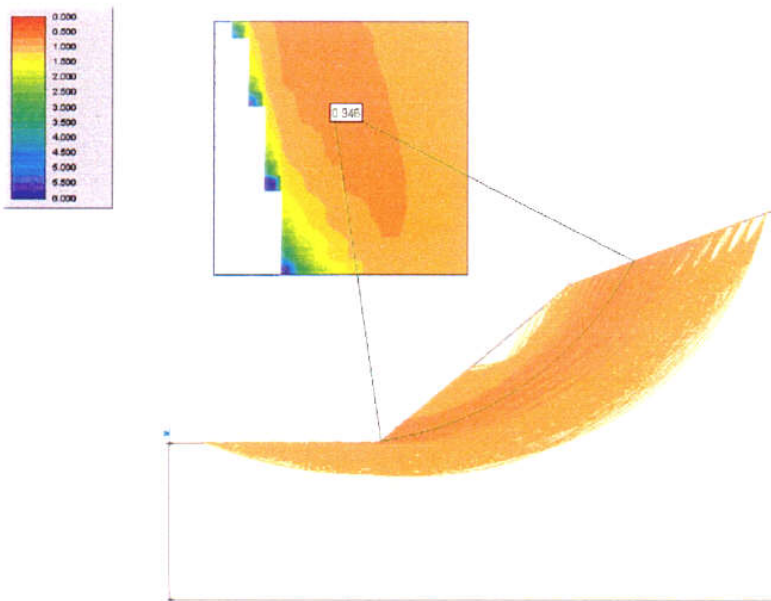


Figura 4.1.1.IV.- Cálculo de estabilidad para la situación tipo I con 40° y 60 m de altura.

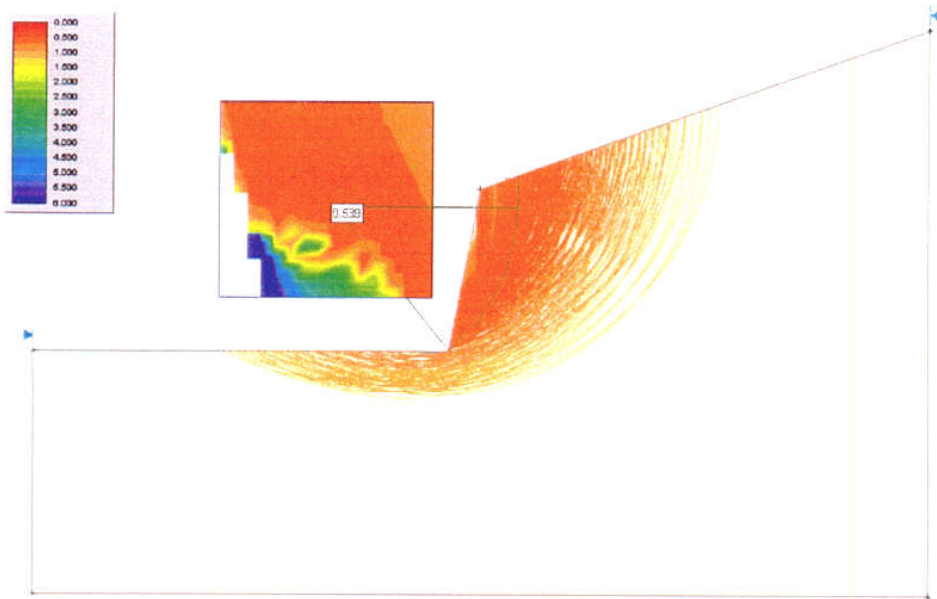


Figura 4.1.1.V.- Cálculo de estabilidad para la situación tipo I con 80° y 40 m de altura.

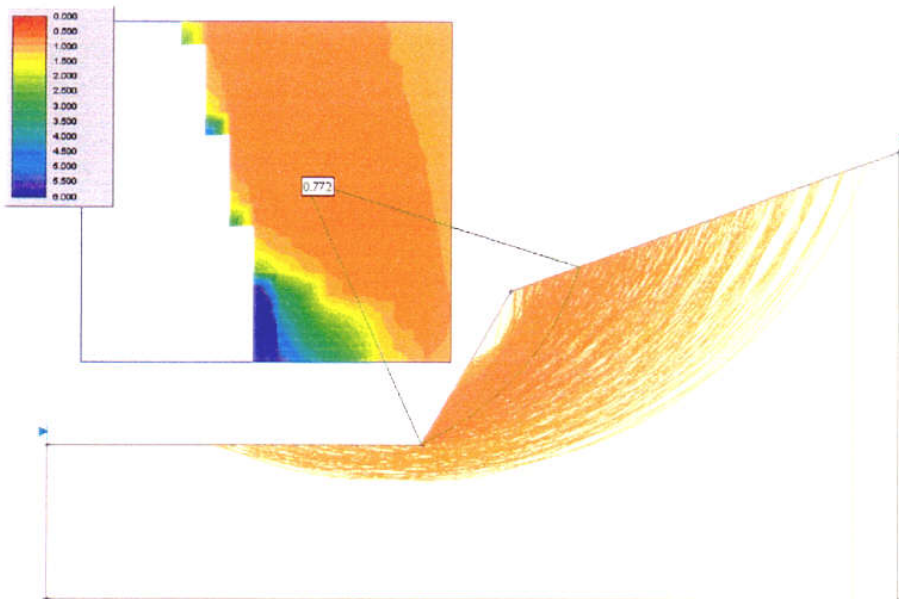


Figura 4.1.1.VI.- Cálculo de estabilidad para la situación tipo I con 60° y 40 m de altura.

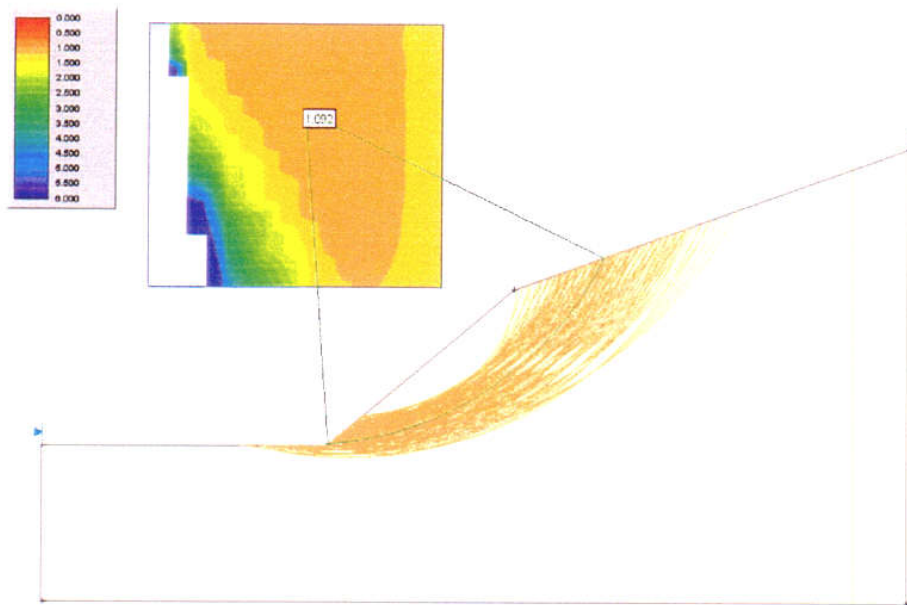


Figura 4.1.1.VII.- Cálculo de estabilidad para la situación tipo I con 40° y 40 m de altura.

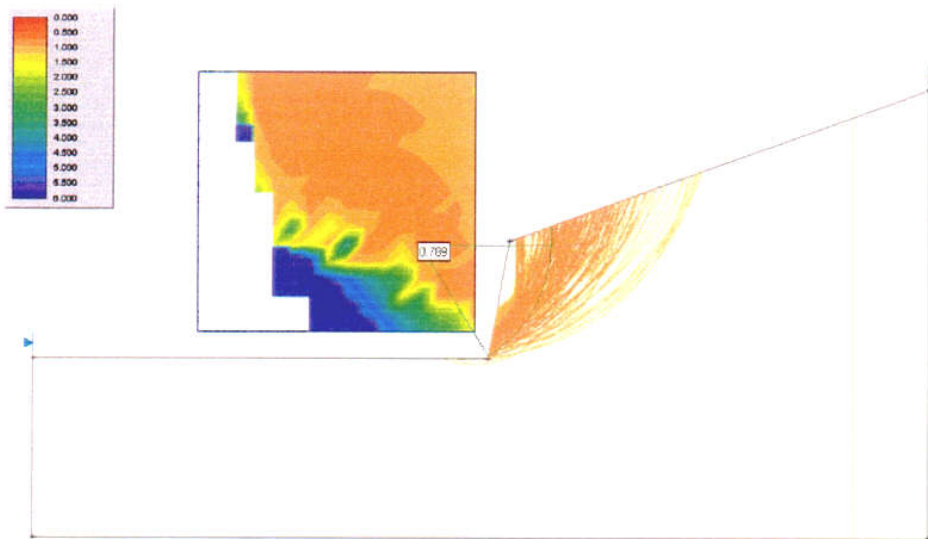


Figura 4.1.1.VIII.- Cálculo de estabilidad para la situación tipo I con 80° y 20 m de altura).

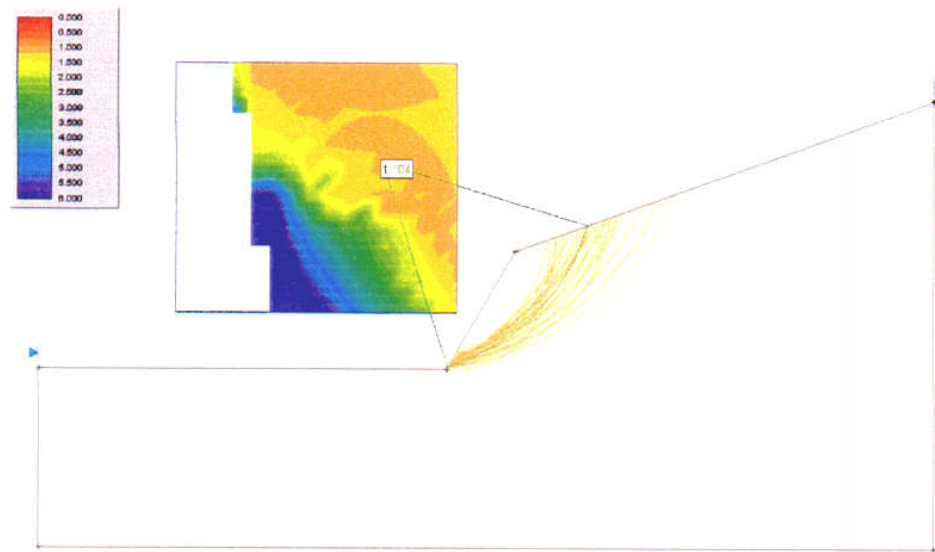


Figura 4.1.1.IX.- Cálculo de estabilidad para la situación tipo I con 60° y 20 m de altura.

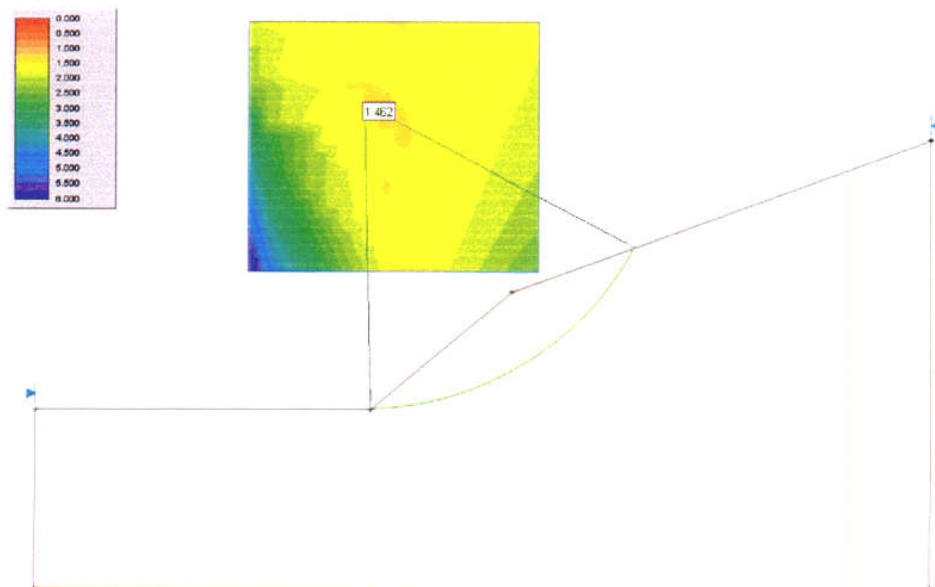


Figura 4.1.1.X.- Cálculo de estabilidad para la situación tipo I con 40° y 20 m de altura.

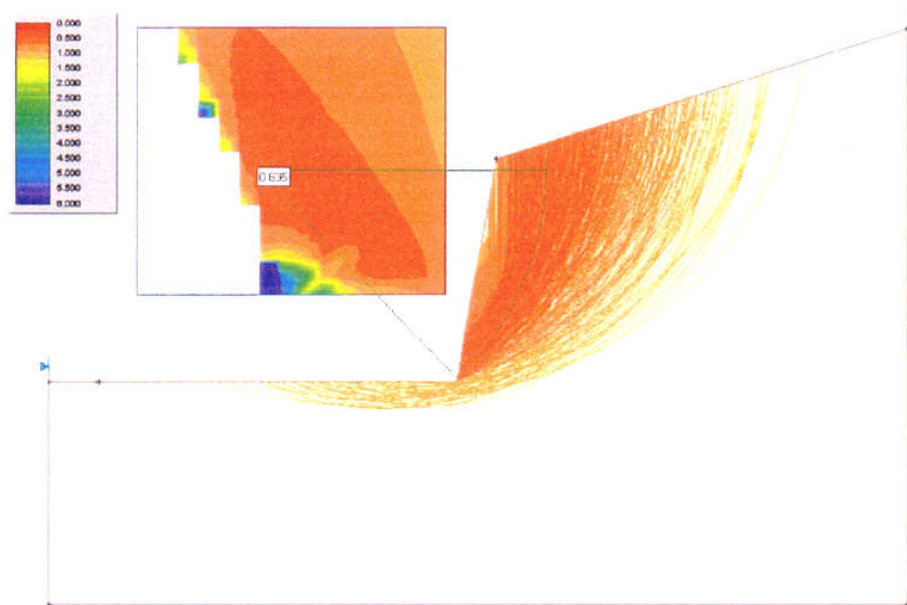


Figura 4.1.1.XI.- Cálculo de estabilidad para la situación tipo II con 80° y 60 m de altura.

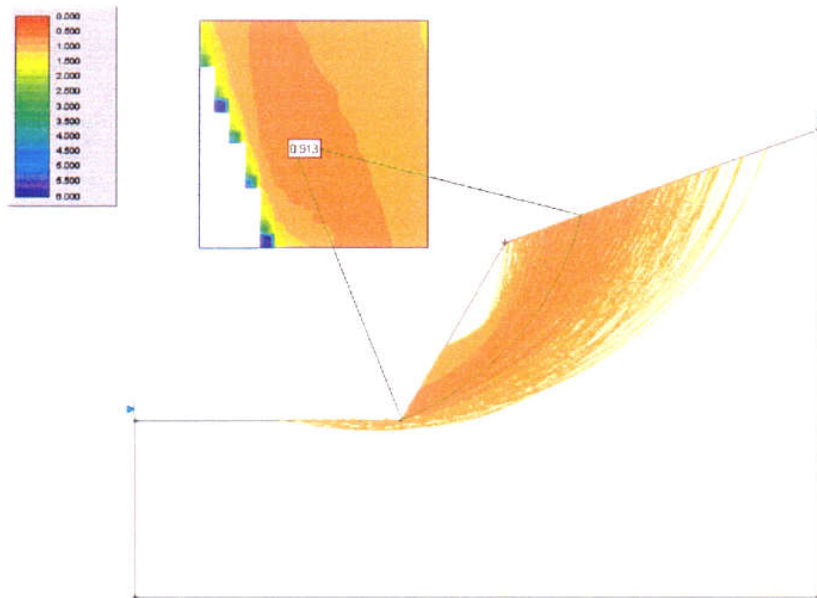


Figura 4.1.1.XII.- Cálculo de estabilidad para la situación tipo II con 60° y 60 m de altura.

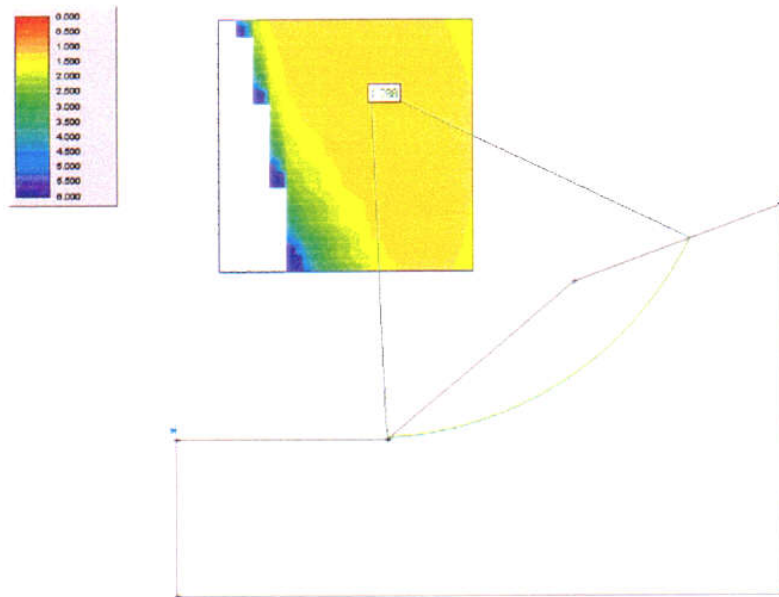


Figura 4.1.1.XIII.- Cálculo de estabilidad para la situación tipo II con 40° y 60 m de altura.

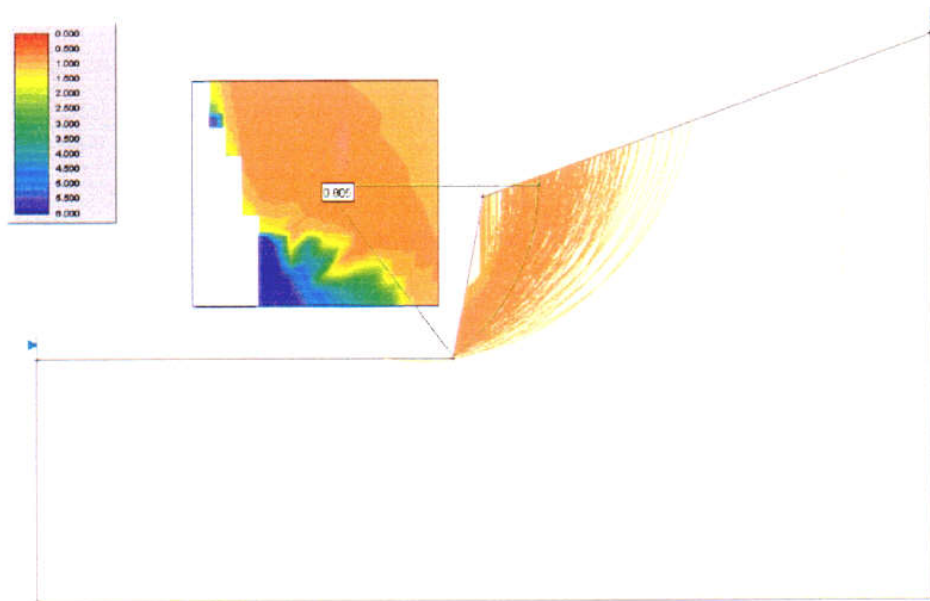


Figura 4.1.1.XIV.- Cálculo de estabilidad para la situación tipo II con 80° y 40 m de altura.

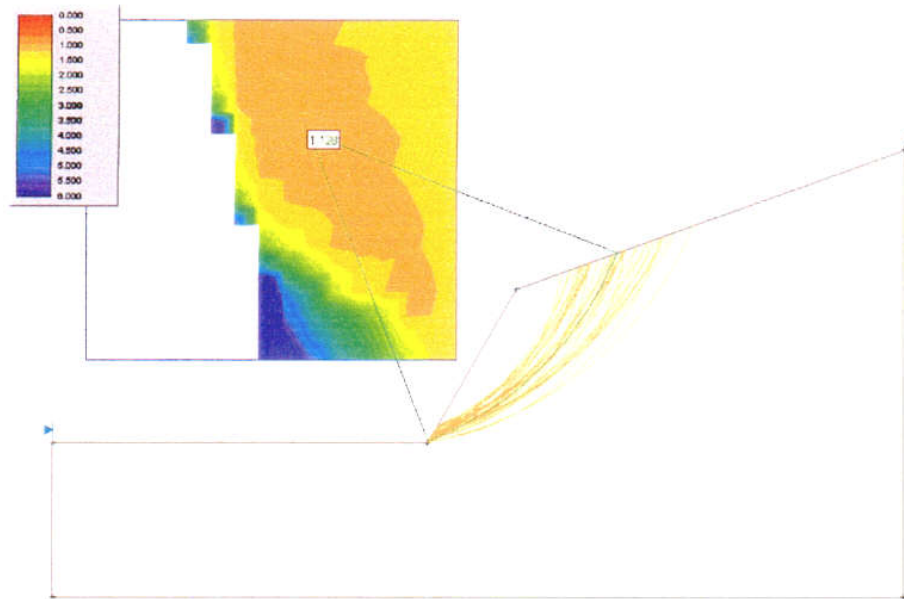


Figura 4.1.1.XV.- Cálculo de estabilidad para la situación tipo II con 60° y 40 m de altura.

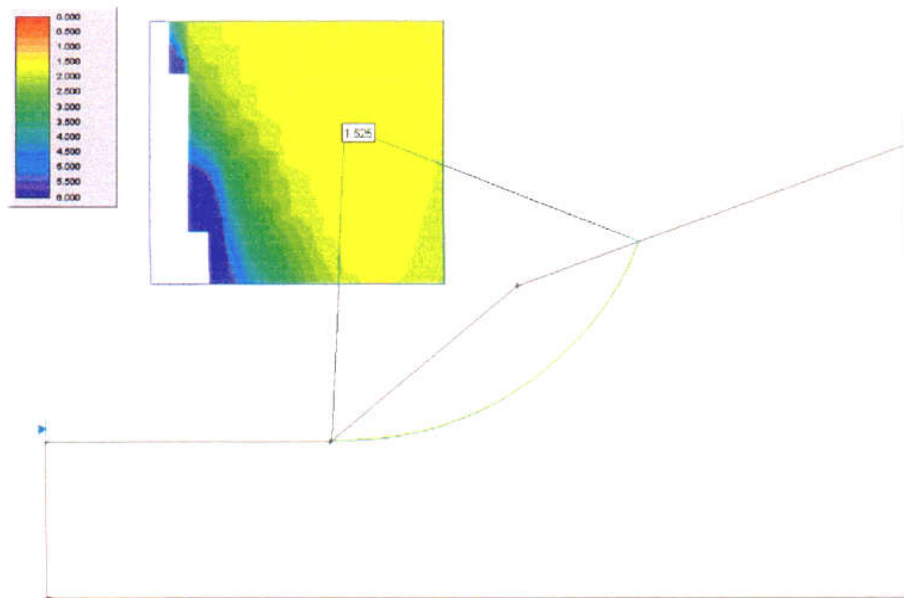


Figura 4.1.1.XVI.- Cálculo de estabilidad para la situación tipo II con 40° y 40 m de altura.

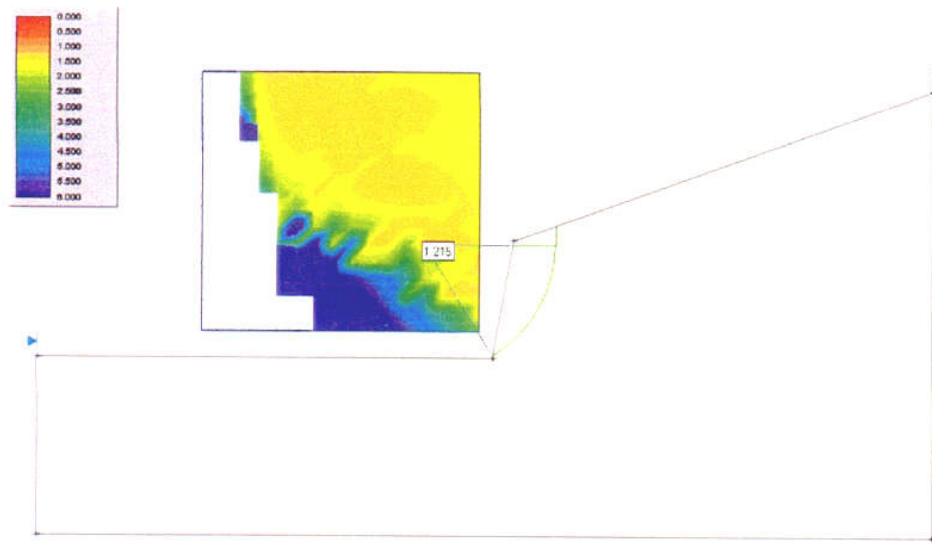


Figura 4.1.1.XVII.- Cálculo de estabilidad para la situación tipo II con 80° y 20 m de altura.

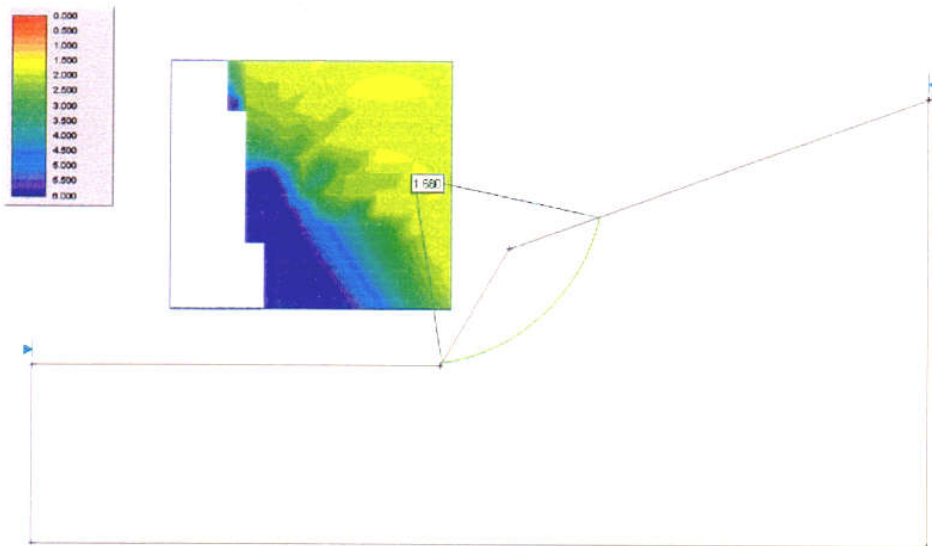


Figura 4.1.1.XVIII.- Cálculo de estabilidad para la situación tipo II con 60° y 20 m de altura.

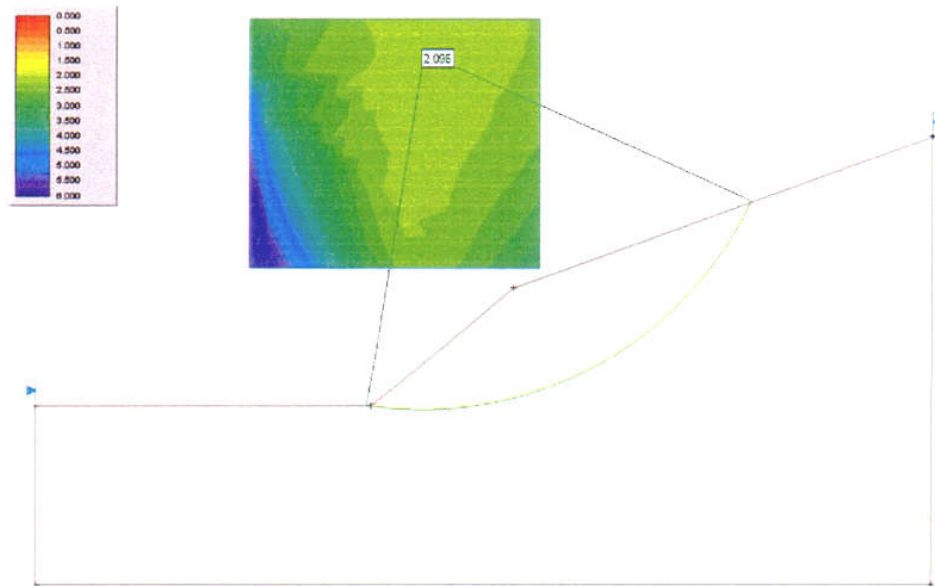


Figura 4.1.1.XIX.- Cálculo de estabilidad para la situación tipo II con 40° y 20 m de altura.

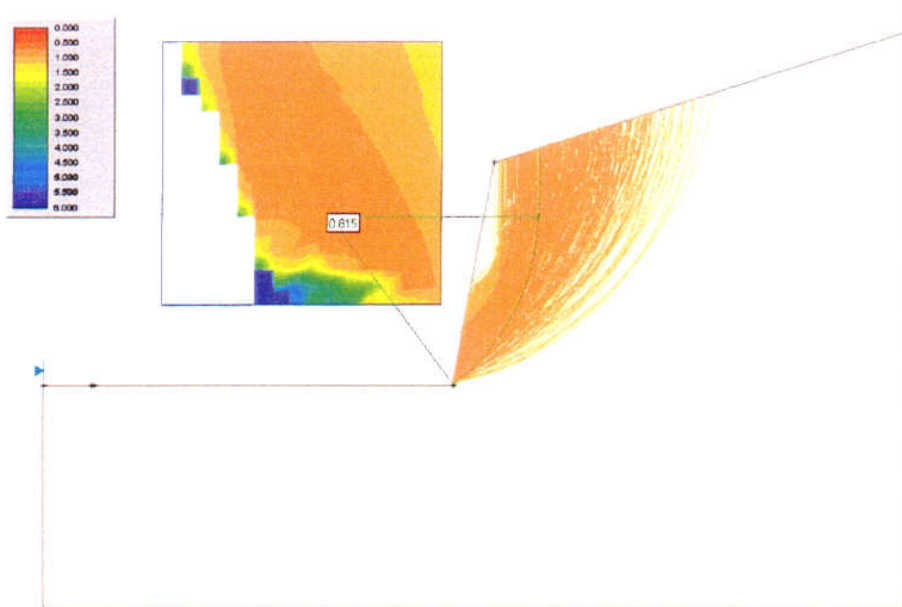


Figura 4.1.1.XX.- Cálculo de estabilidad para la situación tipo III con 80° y 60 m de altura.

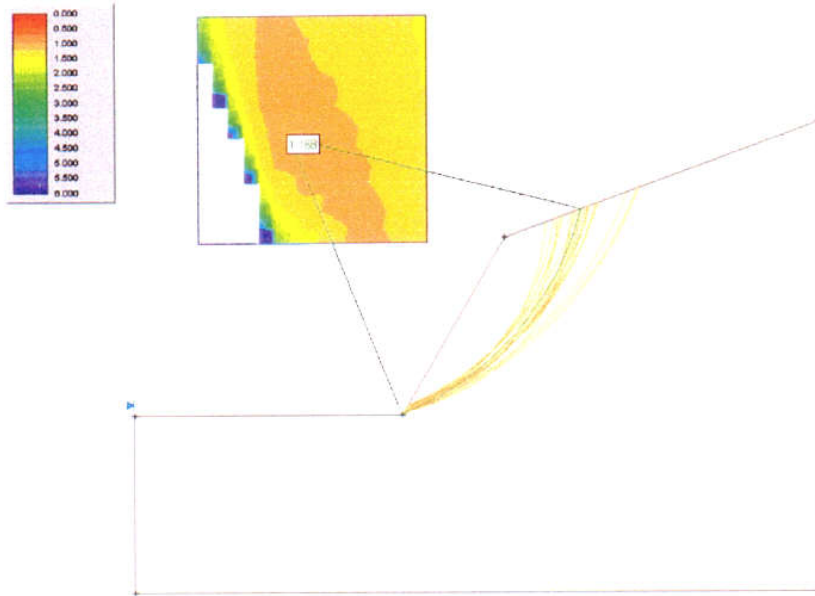


Figura 4.1.1.XXI.- Cálculo de estabilidad para la situación tipo III con 60° y 60 m de altura.

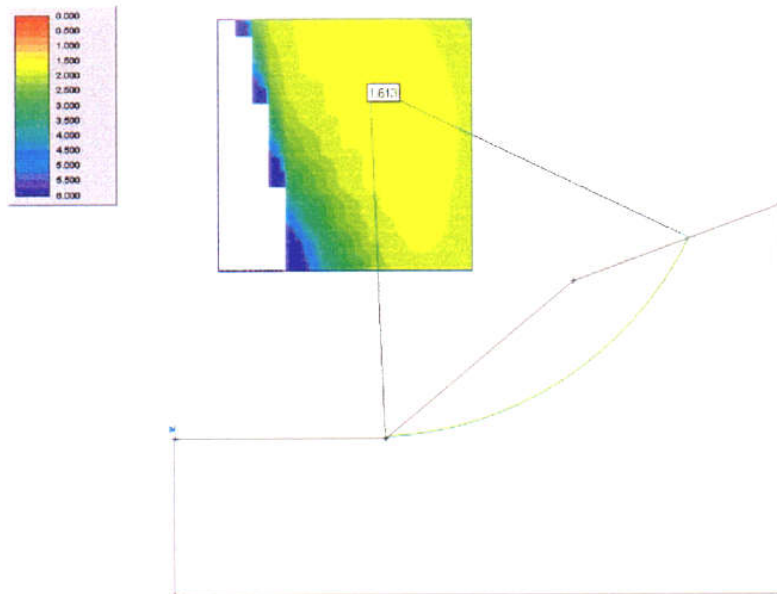


Figura 4.1.1.XXII.- Cálculo de estabilidad para la situación tipo III con 40° y 60 m de altura.

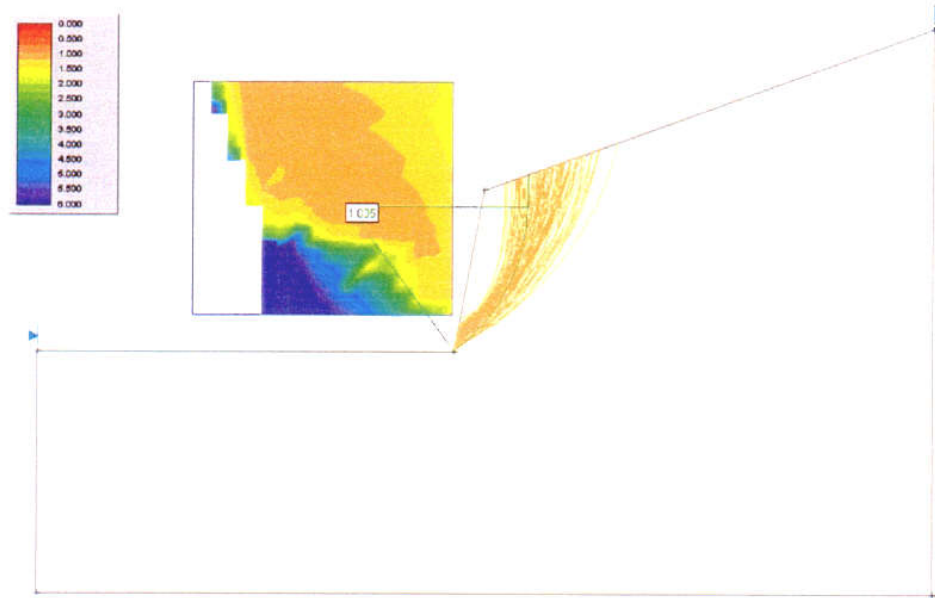


Figura 4.1.1.XXIII.- Cálculo de estabilidad para la situación tipo III con 80° y 40 m de altura.

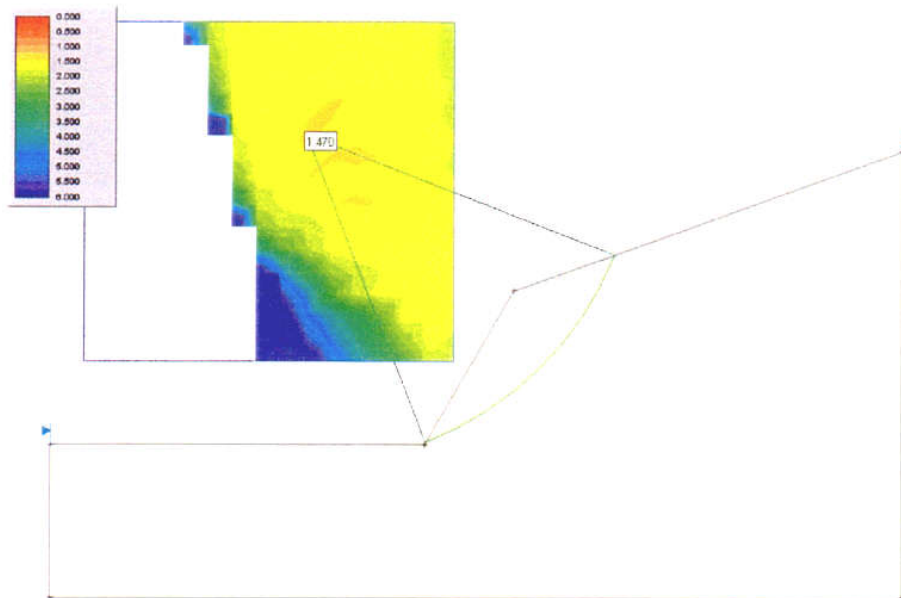


Figura 4.1.1.XXIV.- Cálculo de estabilidad para la situación tipo III con 60° y 40 m de altura.

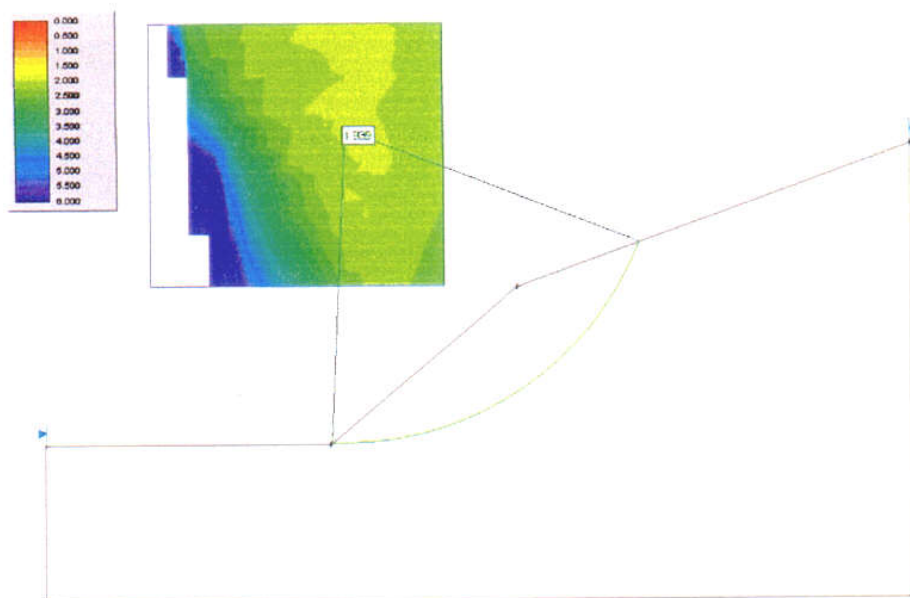


Figura 4.1.1.XXV.- Cálculo de estabilidad para la situación tipo III con 40° y 40 m de altura.

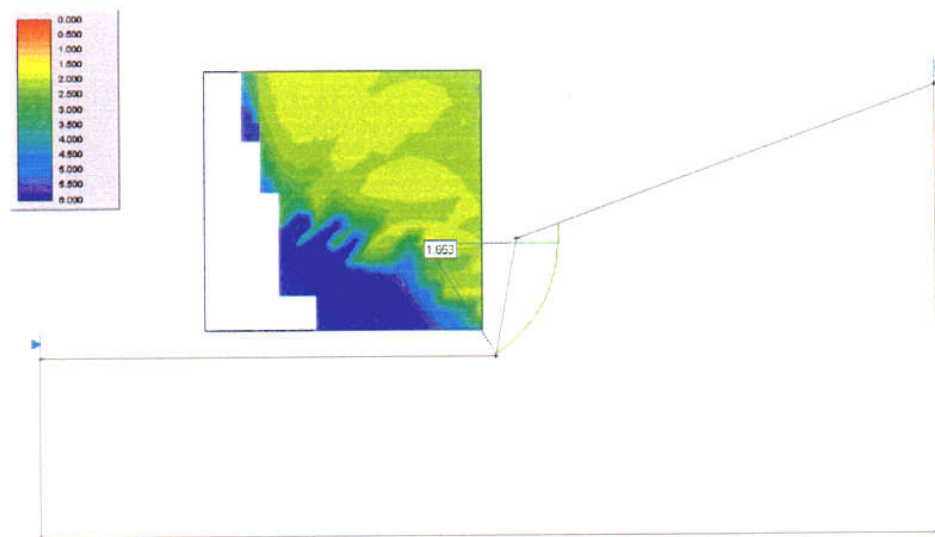


Figura 4.1.1.XXVI.- Cálculo de estabilidad para la situación tipo III con 80° y 20 m de altura.

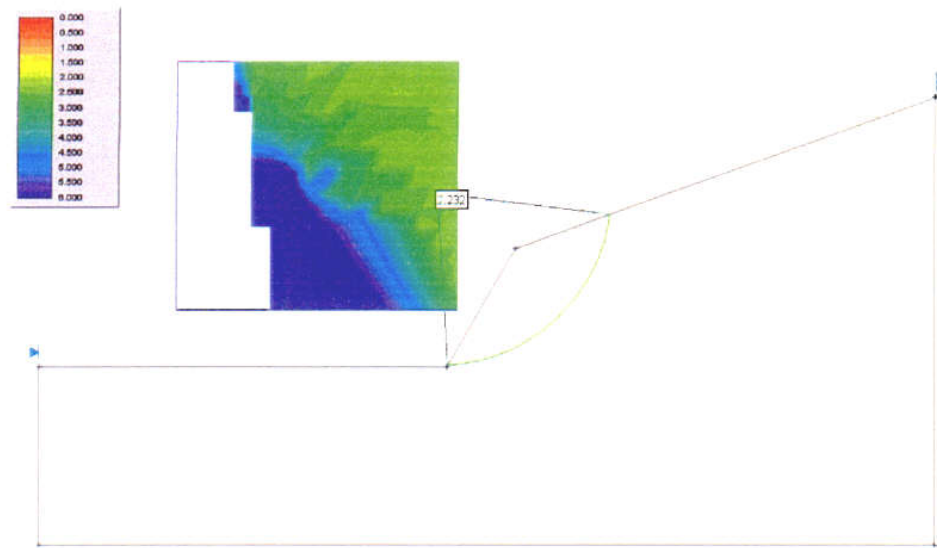


Figura 4.1.1.XXVII.- Cálculo de estabilidad para la situación tipo III con 60° y 20 m de altura.

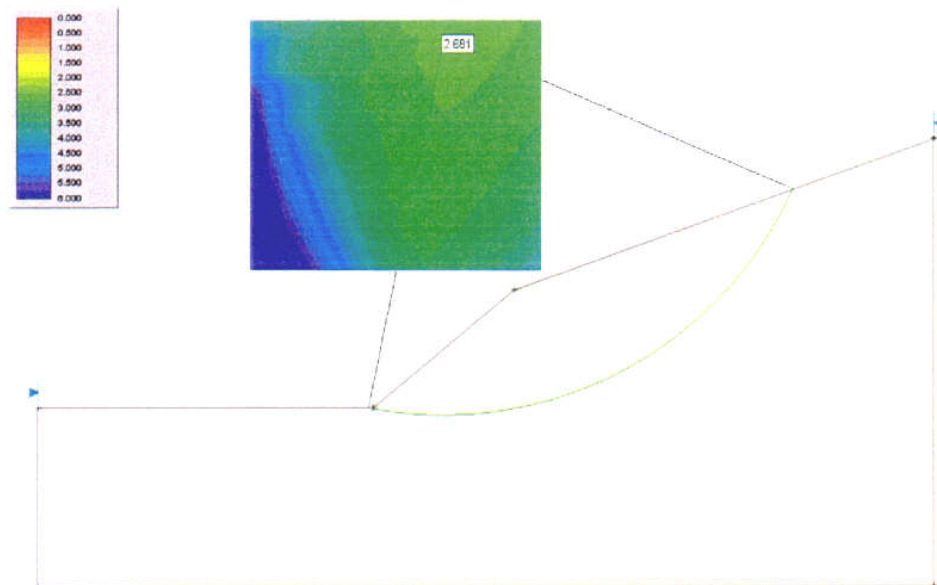


Figura 4.1.1.XXVIII.- Cálculo de estabilidad para la situación tipo III con 40° y 20 m de altura.

En las **Figuras 4.1.1.XXIX a 4.1.1 XXXI** se han representado la distribución de los factores de seguridad obtenidos para las tres situaciones tipo en función de la altura del talud y el buzamiento.

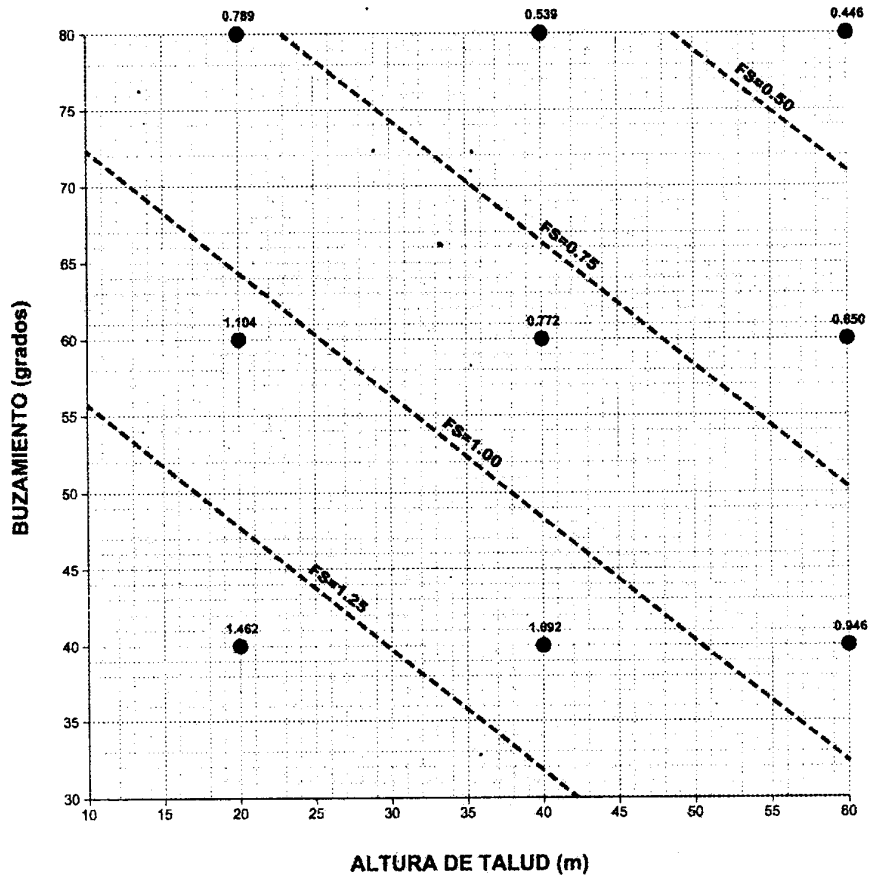


Figura 4.1.1.XXIX.- Distribución de los factores de seguridad para el caso en que la estratificación está dispuesta en la dirección de la cara libre del talud y buzamiento en el mismo sentido.

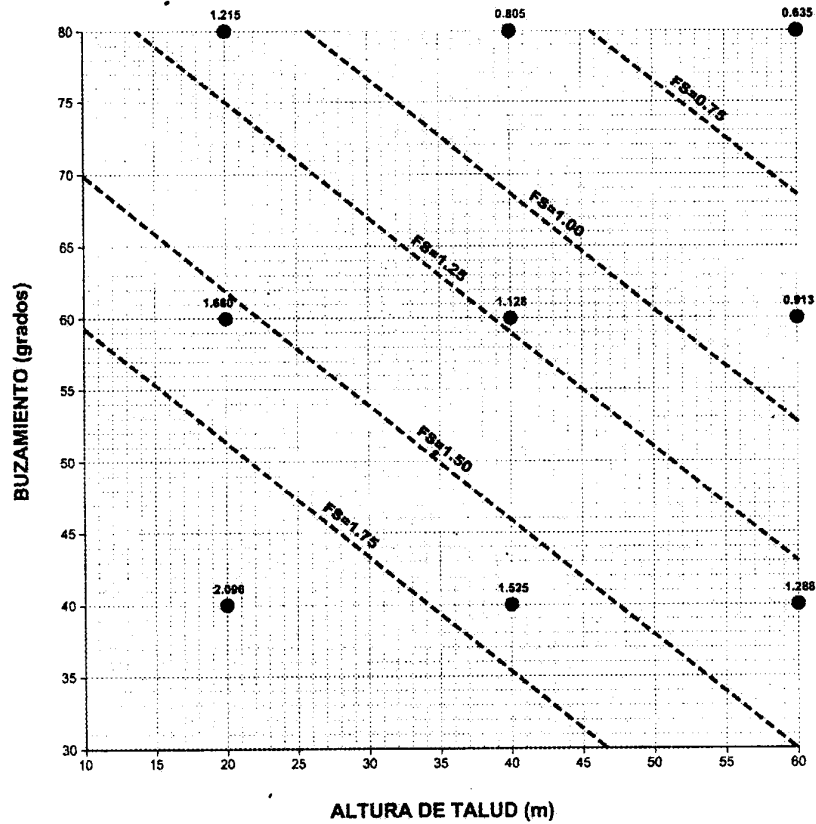


Figura 4.1.1.XXX.- Distribución de los factores de seguridad en el caso en que la estratificación está dispuesta en la dirección del talud y buzamiento en sentido contrario.

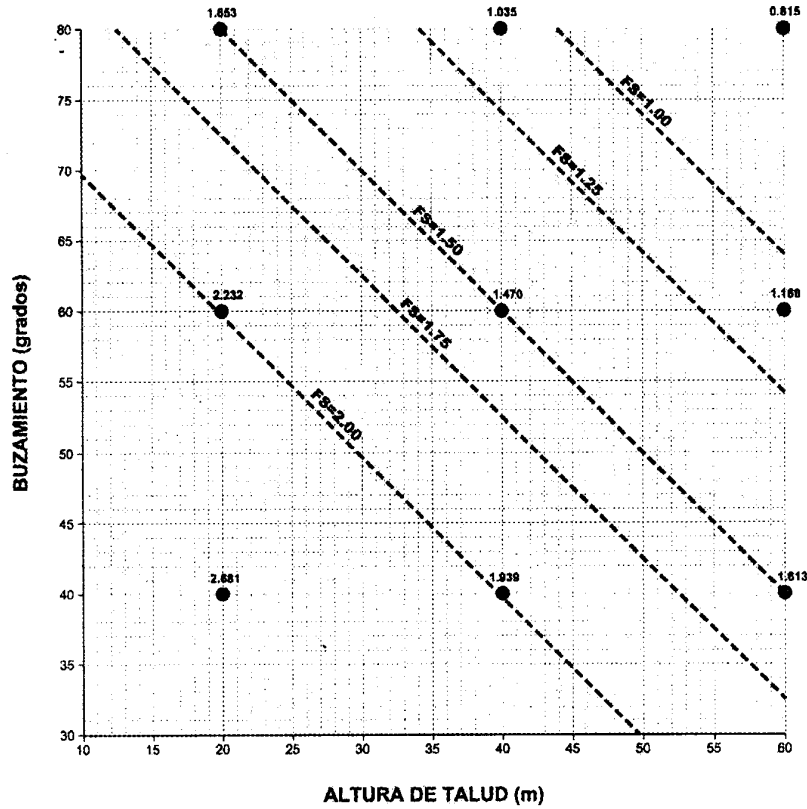


Figura 4.1.1.XXXI.- Distribución de los factores de seguridad en el caso en que la estratificación esté dispuesta perpendicularmente a la cara libre del talud.

4.1.2.- Análisis tensodeformacional

En los siguientes apartados se describen las hipótesis de partida, el proceso de cálculo y los resultados obtenidos para el análisis de sensibilidad de la estabilidad de los taludes de explotación en lutitas.

4.1.2.1.- Modelización numérica en elastoplasticidad

Para el cálculo en elastoplasticidad de la estabilidad de las canteras se ha recurrido a la simulación numérica. Para ello, se ha resuelto un modelo discreto bidimensional que representa el perfil geotécnico que engloba las tipologías más características del terreno. Este modelo se ha resuelto por el Método de Diferencias Finitas mediante el programa FLAC, para la simulación del terreno como un continuo.

El Método de las Diferencias Finitas presenta ciertas ventajas respecto al Método de los Elementos Finitos en el estudio de problemas de grandes deformaciones, en los que la matriz de rigidez generada en el Método de los Elementos Finitos puede no ser invertible. El método de las Diferencias Finitas, al ser una formulación explícita, que se resuelve por iteraciones, permite seguir la evolución del problema incluso hasta el colapso. Evidentemente, si el problema tiene solución, ambos métodos convergen, sin diferencias apreciables, hacia los mismos resultados. Si por el contrario no existe el equilibrio, los cálculos con Elementos Finitos se abortan sin dar información alguna, mientras que los de Diferencias Finitas ofrecen toda la historia hasta el colapso.

a) Programa flac

El programa utilizado en la modelización numérica es el programa FLAC (Versión 4.0, año 2000), que permite simular el comportamiento de suelos, rocas y otros materiales estructurales que se ajustan a modelos elásticos, elastoplásticos y viscoelásticos, en dos dimensiones. También son posibles análisis térmicos o de flujos de agua con posibilidad de interacción mecánica con el terreno.

La forma de la excavación o estructura puede ser ajustada por el usuario prácticamente sin limitaciones. En el código del programa FLAC se contempla la posibilidad de modelizar estructuras como hormigón proyectado, pantallas, vigas, bulones, y anclajes que interaccionan con el terreno y facilitan el análisis de los efectos de estabilización que dichos elementos estructurales tienen sobre excavaciones subterráneas o superficiales.

También es posible modelizar interfases que dotan al modelo continuo de la facilidad de simular juntas o fallas de comportamiento singular, o bien, rozamientos entre la estructura y el terreno.

El programa FLAC permite utilizar uno cualquiera de los siete modelos constitutivos mecánicos:

- (1) Isótropo
- (2) Plasticidad (Mohr-Coulomb)
- (3) Vacío (para simular excavaciones)
- (4) Elástico, Transversalmente isótropo
- (5) Juntas ubicuotas
- (6) "Strain-Softening" (o reblandecimiento)
- (7) Visco elasticidad

y dos tipos de elementos: cuadrilateral de 4 nodos y lineal de 2 nodos.

En la resolución del modelo numérico construido para el cálculo se han utilizado el modelo constitutivo de juntas ubicuotas y de Mohr-Coulomb para el comportamiento de las lutitas.

b) Condiciones de contorno

En toda simulación numérica, no basada en elementos infinitos, es necesario establecer unos límites al modelo. De esta manera se asegura que el efecto de los bordes del mismo no distorsione las zonas que son objeto de la modelización.

El establecimiento de dichos límites en el modelo obliga a fijar unas condiciones en ellos, bien de desplazamiento, bien de presiones.

En general, en problemas en que el modelo llega a la superficie, es preferible definir las condiciones de contorno fijando los desplazamientos.

Frecuentemente, se realiza en primer lugar una pasada de asentamiento para establecer el estado de tensiones "in situ" en todos los elementos del modelo. Este estado suele aceptarse generalmente que está definido por:

$$\sigma_{yy} = \rho \cdot g \cdot h \quad (4.1.2.1.a)$$

donde:

σ_{yy} : Tensión vertical

ρ : Densidad del terreno

g : Aceleración de la gravedad

h : Altura de las tierras

$\sigma_{xx} = \sigma_{zz} = K_0 \sigma_{yy}$: Tensiones horizontales.

K_0 : Coeficiente de reparto de tensiones, que en el caso de tensiones elásticas viene dado por:

$$K_0 = \frac{\nu}{1-\nu} \quad (4.1.2.1.b)$$

siendo ν el coeficiente de Poisson.

En los modelos realizados, el coeficiente de reparto de tensiones adoptado es el mismo para el plano del modelo y el eje perpendicular al modelo, siendo en ambos casos

$K_0 = 0,5$.

c) Propiedades de los terrenos

En el presente apartado se presentan las propiedades de las lutitas que han sido utilizadas en los cálculos con el programa FLAC. Se han utilizado dos modelos para los diferentes cálculos. El modelo de juntas ubicuotas ha sido utilizado para 6 casos con distintos buzamientos entre 0 y 180° y un cálculo ha sido realizado con el modelo de Mohr Coulomb.

Para el modelo constitutivo de juntas ubicuotas y el de Mohr-Coulomb, el programa FLAC requiere las siguientes propiedades elastoplásticas para cada uno de los materiales:

- Módulo volumétrico ("Bulk") : K
- Módulo de corte ("Shear") : G
- Cohesión : C
- Ángulo de fricción : ϕ
- Densidad : ρ

El módulo volumétrico ("K") y el módulo cortante ("G") se pueden obtener a partir del módulo de Young ("E") y el coeficiente de Poisson ("v"), aplicando las siguientes expresiones:

$$K = \frac{E}{3(1-2\nu)} \quad (4.1.2.1.c)$$

$$G = \frac{E}{2(1+\nu)} \quad (4.1.2.1.d)$$

Para el modelo de juntas ubicuotas son necesarias, además del buzamiento, las propiedades de las juntas:

- Cohesión : C

- Ángulo de fricción : □

Las propiedades asignadas a las lutitas para el cálculo con el programa FLAC se encuentran reflejadas en el **Cuadro 4.1.2.I.**

LITOTIPO	C (MPa)	ϕ (°)	E (MPa)	ν	ρ (t/m ³)	C (juntas) (MPa)	ϕ (juntas) (°)
LUTITAS	0,16	28	5.950	0,28	2,67	0,08	28

Cuadro 4.1.2.1.I.- Propiedades de las lutitas aplicadas en el cálculo.

4.1.2.2.- Modelo numérico de cálculo

Para la realización del cálculo de la estabilidad de los taludes se ha confeccionado un modelo numérico, que representa el corte transversal de una cantera en lutitas. Para ello, se ha seleccionado una geometría tipo de la explotación que es la que se muestra en la **Figura 4.1.2.2.a.**

Los bancos son de 10 metros de altura y la cara del talud está inclinada 1H:5V. Entre los bancos se ha considerado una berma de 5m de anchura. El terreno tiene un pendiente natural de 20°. Se han considerado 6 bancos en total.

Las dimensiones del modelo de cálculo construido son de 350 m en horizontal y una altura máxima, en la parte superior de la cantera, de 228 m; para lo cual se han empleado un total de 5530 elementos.

Para la resolución del modelo se hace primeramente un cálculo inicial, en el cual se establecen las tensiones originales del terreno. Una vez resuelto este primer estado, se excavan los bancos en seis fases para limitar los desplazamientos debidos al desconfinamiento.

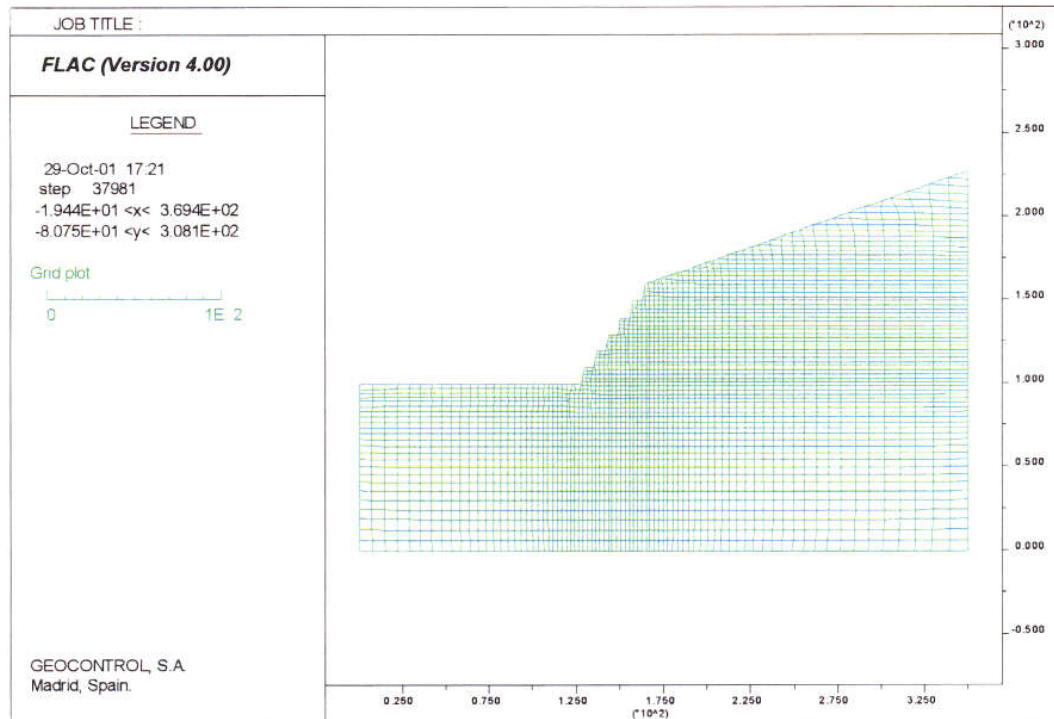


Figura 4.1.2.2.a.- Modelo de cálculo para la cantera.

4.1.2.3.- Resultados obtenidos

En el **Cuadro 4.1.2.3.I** se presentan los diferentes casos y los resultados obtenidos correspondientes.

Se han estudiado 7 casos variando el buzamiento de las lutitas, de 0° a 150° y utilizando el modelo Mohr Coulomb en el último caso.

Los resultados obtenidos son el factor de seguridad del talud, el ángulo del grieta de tracción y la altura de talud estable.

En la **Figura 4.1.2.3.a** se presenta el factor de seguridad en función del buzamiento de las lutitas.

En la **Figura 4.1.2.3.b** se presenta el ángulo de la grieta de tracción en función del buzamiento de las lutitas.

Por lo que se refiere a la altura del talud estable, en la **Figura 4.1.2.3.c** se representan los datos obtenidos en función del buzamiento de las lutitas.

CASO	BUZAMIENTO	F.S.	ANGULO DE LA GRIETA DE TRACCIÓN	ALTURA DE TALUD ESTABLE
1	0°	1.2	40°	65.5 m
2	30°	1.15	42°	60 m
3	60°	1.15	45°	60 m
4	90°	1.05	46°	56 m
5	120°	1.1	38°	59 m
6	150°	1.2	41°	67 m
7	Modelo Mohr Coulomb	1.15	41°	60 m

Cuadro 4.1.2.3.I.– Lista de los cálculos realizados y resultados obtenidos.

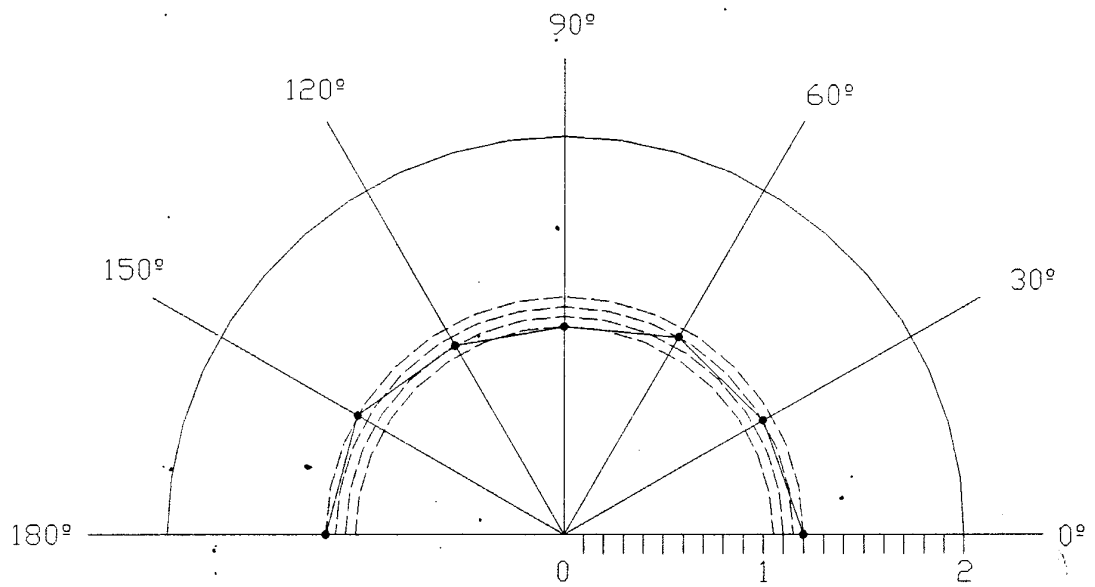


Figura 4.1.2.3.a.- Factor de seguridad en función del buzamiento de las lutitas.

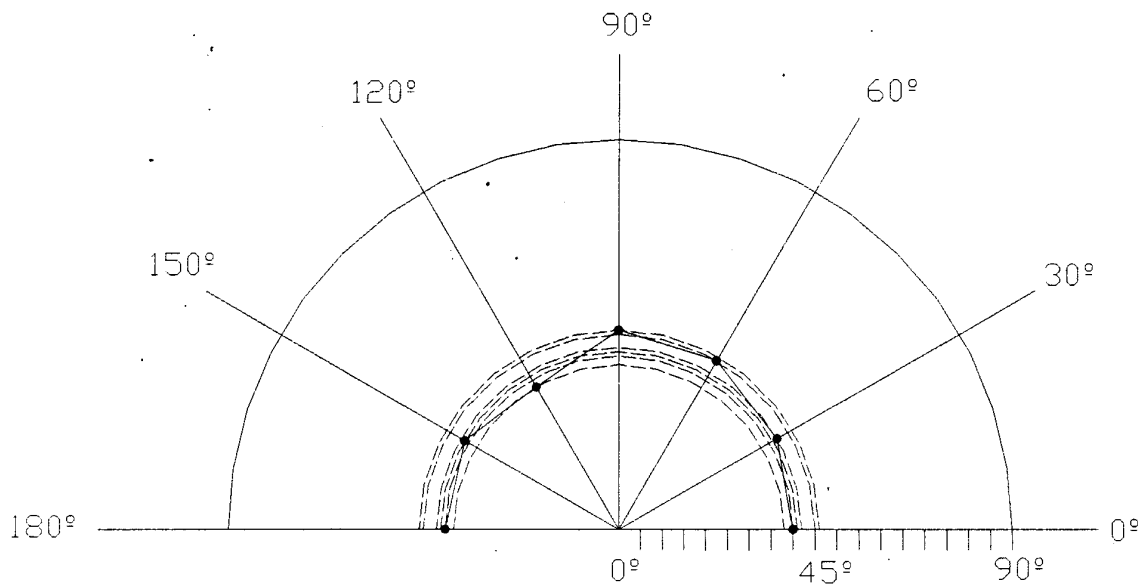


Figura 4.1.2.3.b.- Ángulo de la grieta de tracción en función del buzamiento de las lutitas.

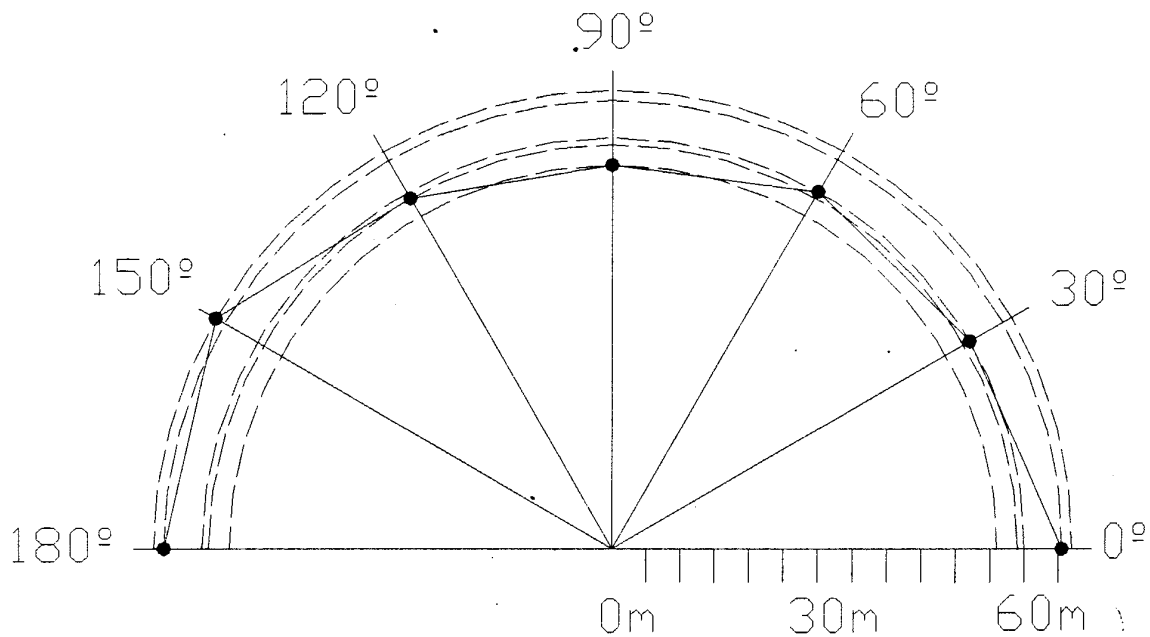


Figura 4.1.2.3.c.- Altura del talud estable en función del buzamiento de las lutitas.

En las Figuras 4.1.2.3.d a 4.1.2.3.j se presentan las deformaciones cortantes que corresponden a cada caso.

Lo que se puede observar es que la estabilidad del talud es mejor para un buzamiento horizontal o igual a 150°. En estos casos el factor de seguridad y la altura de talud estable son los mayores.

A continuación, los casos con una estabilidad regular son los que corresponden a un buzamiento igual a 30° y 60°. En esos casos el factor de seguridad vale 1,15 y la altura de talud estable es de 60 m.

Al final, los casos con la peor estabilidad son los con un buzamiento vertical o igual a 120°. El factor de seguridad vale respectivamente 1,05 y 1,1. La altura de talud estable es menor de 60 m.

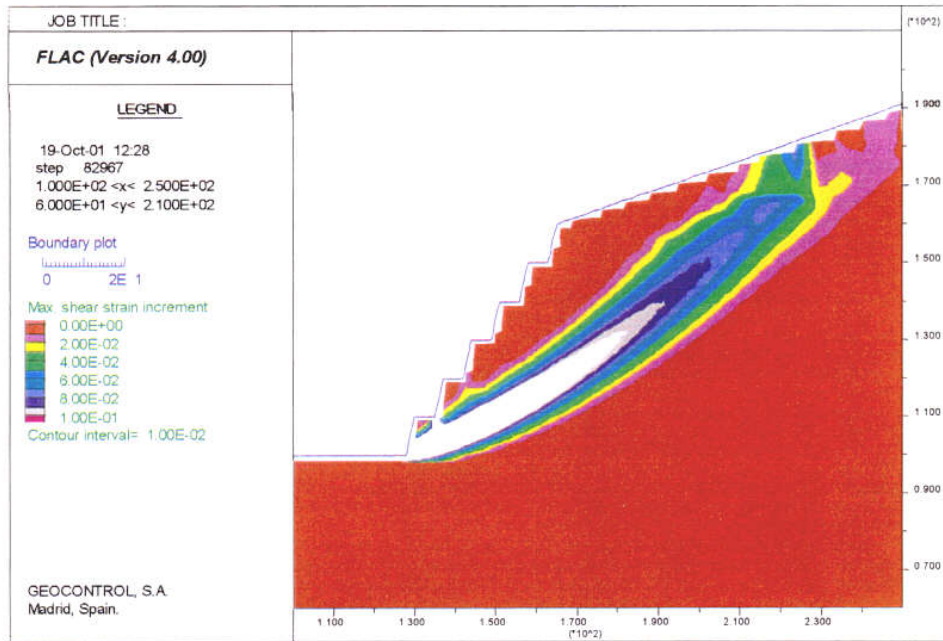


Figura 4.1.2.3.d.- Deformaciones cortantes en el caso 1 ($ja=0^\circ$)

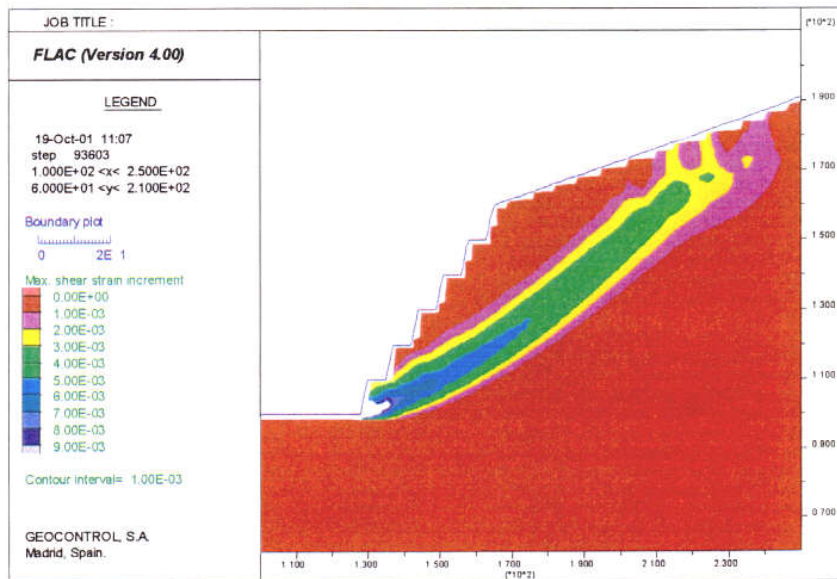


Figura 4.1.2.3.e.- Deformaciones cortantes en el caso 2 ($ja=30^\circ$)

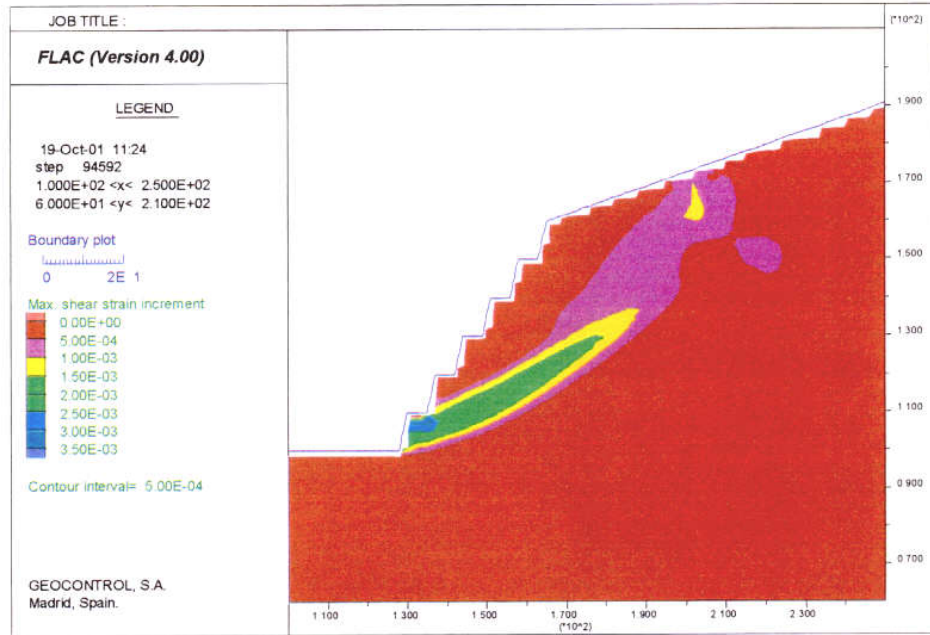


Figura 4.1.2.3.f.- Deformaciones cortantes en el caso 3 ($ja=60^\circ$)

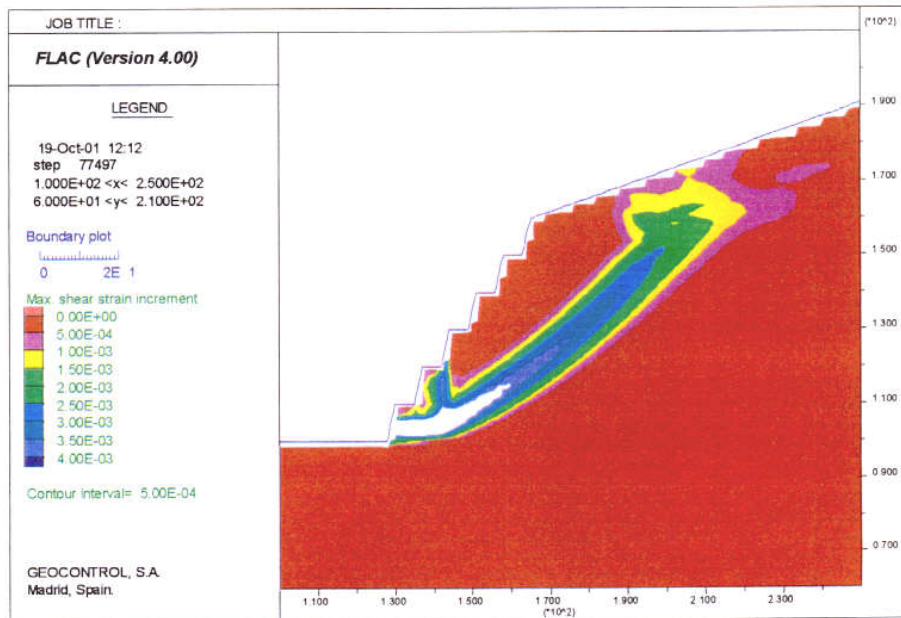


Figura 4.1.2.3.g.- Deformaciones cortantes en el caso 4 ($ja=90^\circ$)

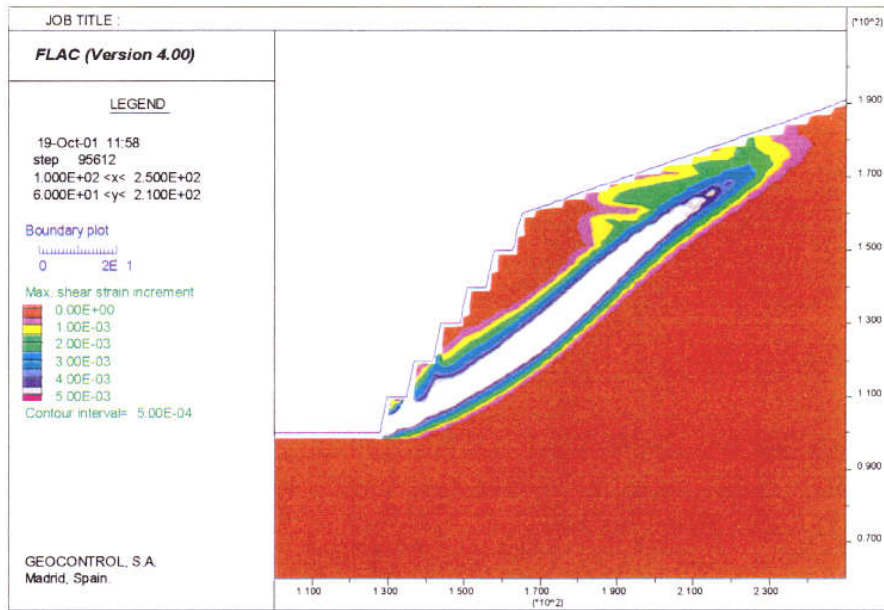


Figura 4.1.2.3.h.- Deformaciones cortantes en el caso 5 ($ja=-120^\circ$)

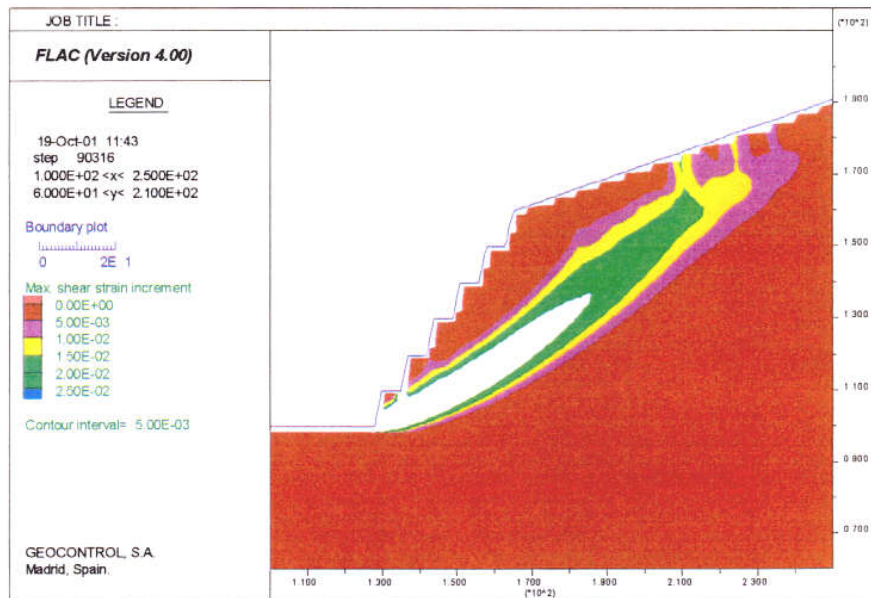


Figura 4.1.2.3.i.- Deformaciones cortantes en el caso 6 ($ja=-150^\circ$)

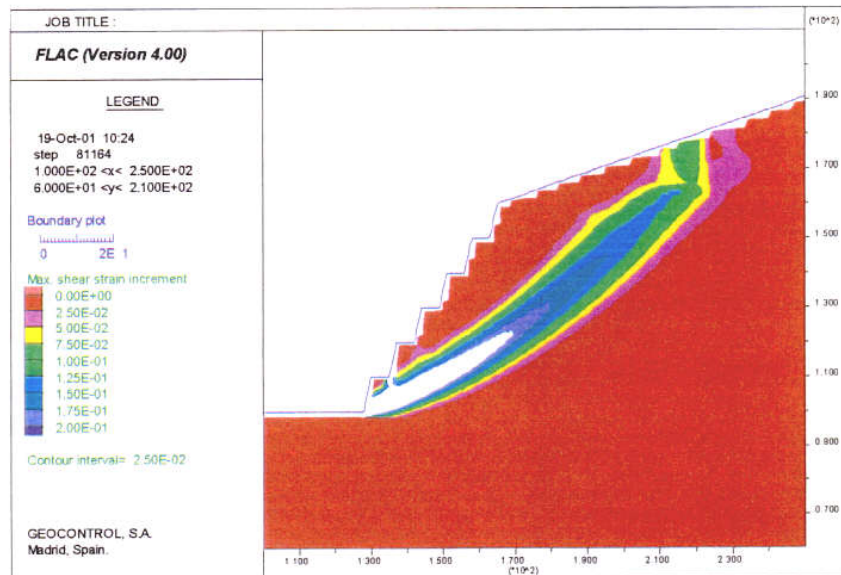


Figura 4.1.2.3.j.- Deformaciones cortantes en el caso 7 (Mohr Coulomb)

4.2.- ESTUDIO DE LA ESTABILIDAD DE LAS ESCOMBRERAS

Se ha realizado un análisis de estabilidad para rotura circular de los taludes que aparecerán en las escombreras, utilizando en programa en 2 D SLIDE, de la Universidad de Toronto. Mediante este programa se han estudiado diversos casos, variando la pendiente del talud y la altura de éste.

4.2.1.- Metodología

El análisis de la estabilidad de las escombreras se ha realizado aplicando el mecanismo de rotura de taludes, conocido como rotura circular, expuesto en el apartado 5.1.1.

Para éste análisis se ha considerado una pendiente del terreno sobre el que se van a asentar las escombreras de 25°.

Así mismo se han estudiado taludes de 60 m, 40 m y 20 m de altura y con buzamientos de 50°, 40° y 30°, por lo que en total se han analizado 9 casos.

Las propiedades geotécnicas asignadas a los dos tipos de terrenos considerados, base y escombrera, se han estimado para el caso de la base, a partir de los valores obtenidos en el apartado 3.2.2 (Propiedades mecánicas de la roca matriz), y se ha considerado que la escombrera se asentará sobre terreno básicamente formado por lutitas.

En el caso de los parámetros relativos al escombro se han estimado a partir de los ensayos "tilt test" efectuados para este trabajo, y modificados aplicando la Tabla I extraída de la Publicación del ITG, manual para el Diseño y construcción de Escombreras y Presas de Residuos Mineros, donde se adopta el criterio por el cual el valor del ángulo de rozamiento interno efectivo, ϕ' , aumenta con: angulosidad de las partículas, el tamaño de las mismas; la buena graduación granulométrica; y la compactación o energía de vertido.

De la misma forma, disminuye con: la altura de escombros; el contenido de finos arcillosos, y la friabilidad o alteración de las rocas.

$$\phi' = (M + \phi'_1 + \phi'_2 + \phi'_3 + \phi'_4) \cdot \alpha$$

Naturaleza	M	silíceas	36°
		carbonatada.....	34°
		esquistosa	32°
		arcillosa	30°
Compacidad	ϕ'_1	suelta.....	- 5°
		media.....	0°
		compacta	+ 5°

Forma y rugosidad	ϕ'_2	angulosa.....	+ 2°
		media.....	0°
		lajosa	- 1°
		redondeada	- 2°
		muy redondeada.....	- 3
Tamaño	ϕ'_3	arena	0
		grava fina.....	1°
		grava gruesa.....	2°
		bloques, bolos	3°
Granulometría	ϕ'_4	uniforme.....	- 3°
		media.....	0°
		extendida.....	+ 3°
Nivel de tensiones (altura de escombros)	α	bajo (H<20 m).....	1,1
		medio (20<H<40 m).....	1,0
		alto (H>40 m).....	0,9

Para las características de las lutitas de las Microcortas, las correcciones a realizar son las siguientes:

- Naturaleza esquistosa (tilt-tes): 32°
- Compacidad suelta: - 5°
- Forma y rugosidad lajosa: - 1°
- Tamaño de bloques, bolos. 3°
- Granulometría extendida: 3°
- Altura de escalones: (60 m) → 0,9
(40 m) → 1
(20 m) → 1,1

Con estas propiedades se obtiene un ángulo de rozamiento efectivo que varía con la altura de los escombros que se considere:

- Si H = 60 m; $\phi = (32 - 5 - 1 + 3 + 3) \cdot 0,9 = 28,8^\circ$
- Si H = 40 m; $\phi = (32 - 5 - 1 + 3 + 3) \cdot 1 = 32^\circ$
- Si H = 20 m; $\phi = (32 - 5 - 1 + 3 + 3) \cdot 1,1 = 35,2^\circ$

Se ha tomado un valor para la cohesión de 0,025 MPa.

En el **Cuadro 4.2.1.1** se muestran los valores utilizados en el estudio realizado mediante el programa SLIDE.

		ρ t/m ³	ϕ (°)	C (MPa)
BASE		2,67	28	0,16
ESCOMBROS	H = 60 m	2,1	28,8	0,025
	H = 40 m	2,1	32	0,025
	H = 20 m	2,1	35,2	0,025

Cuadro 4.2.1.I.- Parámetros geotécnicos de los dos tipos de terrenos considerados.

En las escombrecas de ladera, la estabilidad viene condicionada por la resistencia al corte del contacto con el terreno natural. Para escombrecas homogéneas sin flujo de agua y poco espesor de cimientado blanco, el ángulo de rozamiento requerido en el contacto para el equilibrio estricto ($F = 1$) se puede deducir de la tabla 5.2.1.II extraída de la publicación del ITG, encontrándose con la limitación de considerar los escombros con cohesión cero.

Angulo α (°)	Inclinación de la escombrera β	Angulo rozamiento interno de los escombros δ (°)						
		15	20	25	30	35	40	45
5	5	5	5	5	5	5	5	5
	10	8.3	7.6	7.1	6.7	6.4	6.1	5.9
	15	14.2	10.8	9.6	8.7	7.9	7.3	6.8
	20		17.6	12.7	10.9	9.6	8.6	7.8
	25			20.2	13.8	11.7	10.2	9.3
	30				21.9	14.6	12.1	10.3
	35					22.7	14.8	12.0
	40						22.8	14.6
	45							22.4
10	10	10	10	10	10	10	10	10
	15	14.8	13.0	12.4	11.9	11.5	11.2	10.9
	20		18.9	15.3	14.1	13.2	12.5	11.8
	25			22.1	17.0	15.2	14.0	13.1
	30				24.4	18.0	15.9	14.4
	35					25.8	18.5	16.1
	40						26.3	18.6
	45							26.3
15	15	15	15	15	15	15	15	15
	20		18.7	17.8	17.1	16.6	16.2	16.0
	25			23.6	19.9	18.6	17.8	17.1
	30				26.6	21.3	19.6	18.4
	35					28.6	22.2	20.1
	40						29.7	22.5
	45							30.0
20	20	20	20	20	20	20	20	20
	25		24.6	22.6	21.9	21.4	21.1	21.1
	30			28.3	24.5	23.2	22.4	22.4
	35				31.0	25.7	24.0	24.0
	40					32.7	26.4	26.4
	45						33.6	33.6
25	25	25	25	25	25	25	25	25
	30			29.5	27.4	26.7	26.3	26.3
	35				33.1	29.1	27.9	27.9
	40					35.5	30.1	30.1
	45						36.9	36.9
30	30	30	30	30	30	30	30	30
	35				34.5	32.2	31.5	31.5
	40					37.8	33.7	33.7
	45						40.0	40.0
35	35	35	35	35	35	35	35	35
	40					39.4	37.0	37.0
	45						42.4	42.4
40	40	40	40	40	40	40	40	40
	45						44.3	44.3

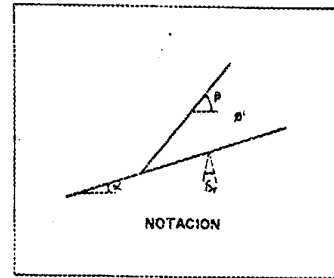


Tabla 4.2.1.II.- Ángulo de rozamiento requerido en el cimientado inclinado de una escombrera para el equilibrio estricto δ_r (FS = 1).

4.2.2.- Resultados de cálculo

Se han analizado un total de 9 casos diferentes y se exponen a continuación los resultados obtenidos.

En el **Cuadro 4.2.2.I** se muestran las características de los diferentes casos estudiados y su factor de seguridad.

ALTURA DE ESCOMBRO (m)	ÁNGULO DE TALUD (°)	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
60	50	0,798
	40	1,013
	30	1,541
40	50	1,004
	40	1,290
	30	1,941
20	50	1,387
	40	1,769
	30	2,810

Cuadro 4.2.2.I.- Casos analizados y factor de seguridad obtenido.

En todos los casos el ángulo de la base del escombros es 25°.

En las **Figuras 4.2.2.a a 4.2.2.i** se representan los casos estudiados.

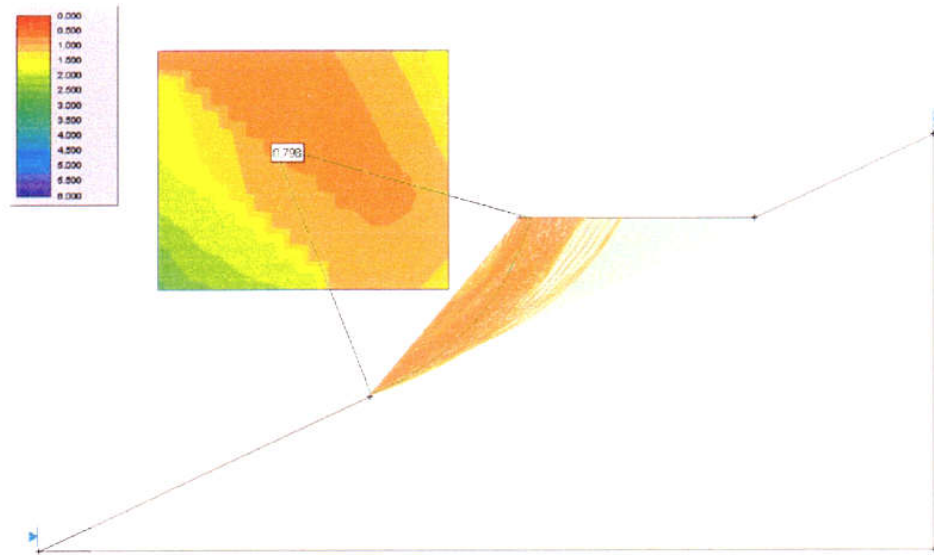


Figura 4.2.2.a.- Cálculo de estabilidad de la escombrera para 50° y 60 m de altura.

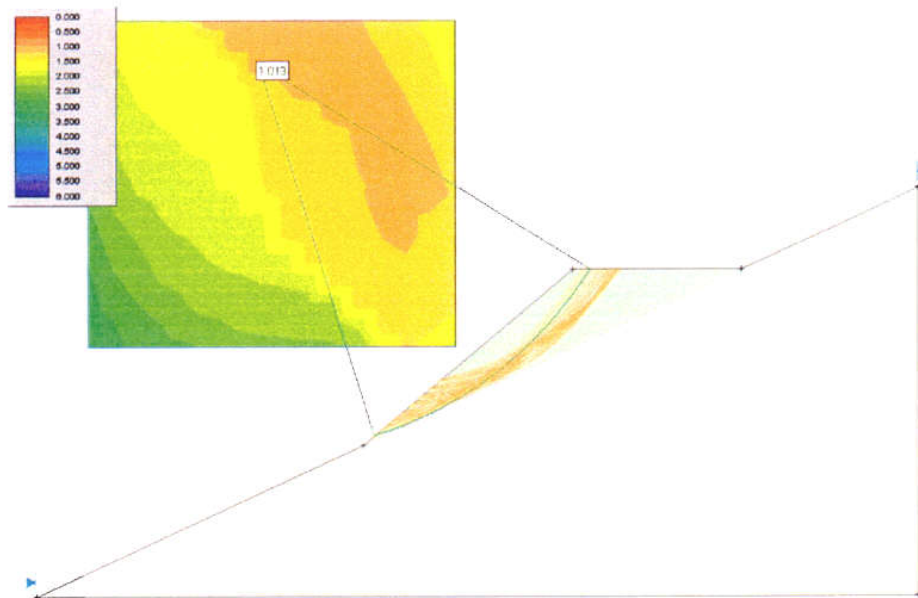


Figura 4.2.2.b.- Cálculo de estabilidad de la escombrera para 40° y 60 m de altura.

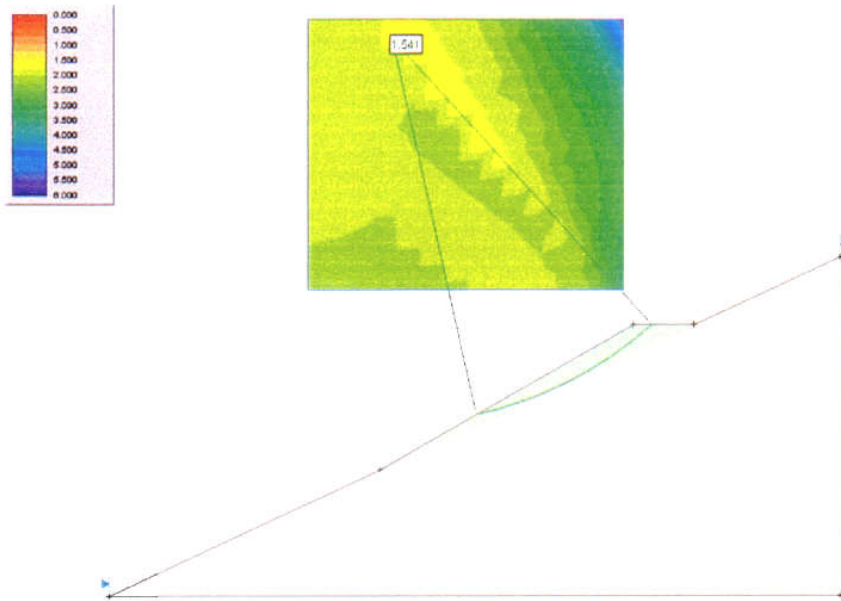


Figura 4.2.2.c.- Cálculo de estabilidad de la escombrera para 30° y 60 m de altura.

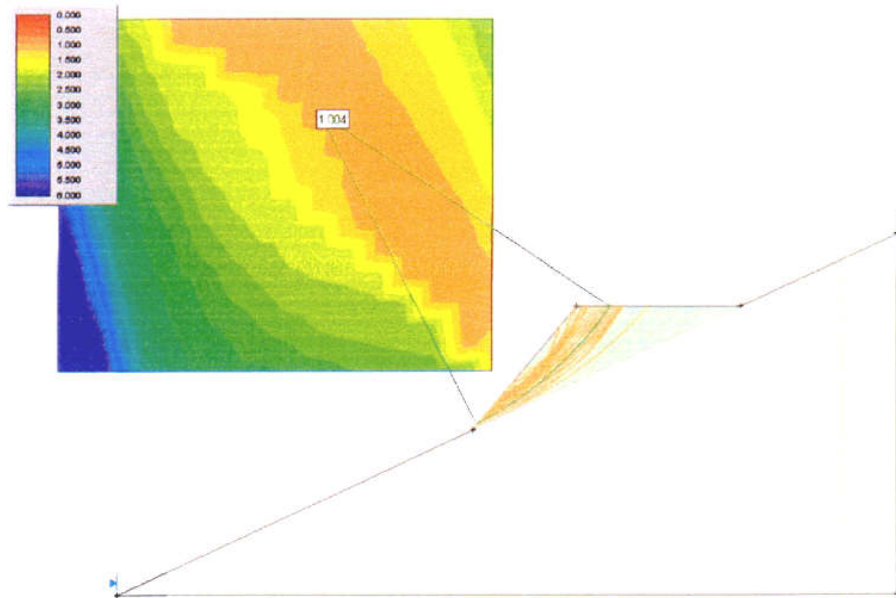


Figura 4.2.2.d.- Cálculo de estabilidad de la escombrera para 50° y 40 m de altura.

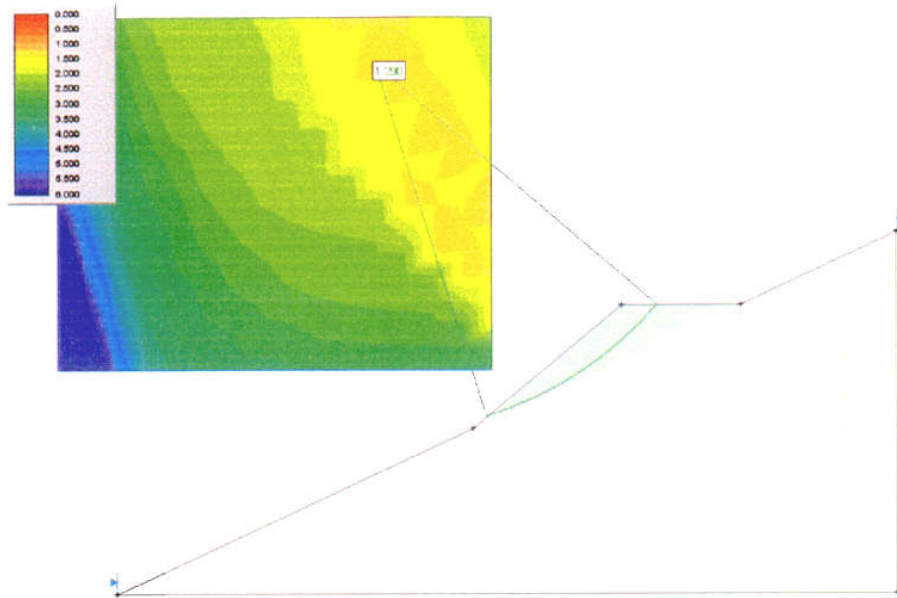


Figura 4.2.2.e.- Cálculo de estabilidad de la escombrera para 40° y 40 m de altura.

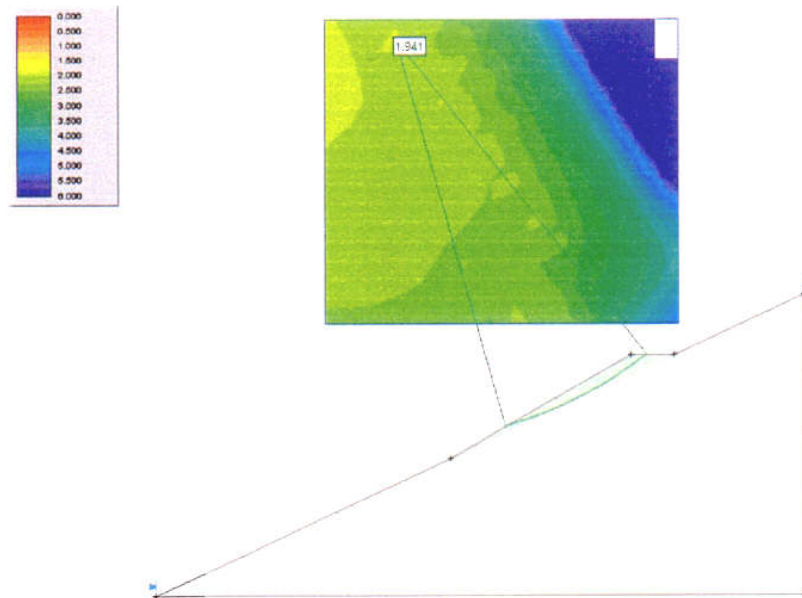


Figura 4.2.2.f.- Cálculo de estabilidad de la escombrera para 30° y 40 m de altura.

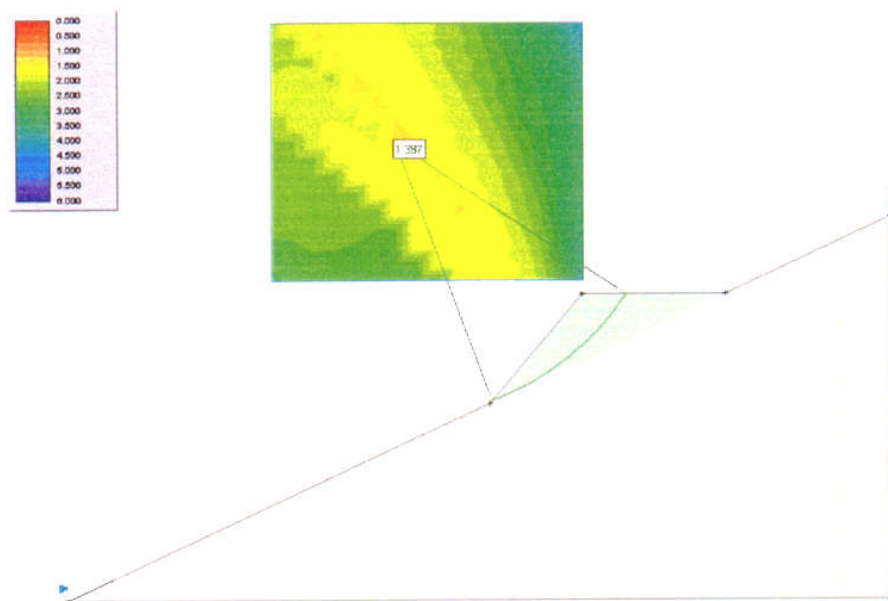


Figura 4.2.2.g.- Cálculo de estabilidad de la escombrera para 50° y 20 m de altura.

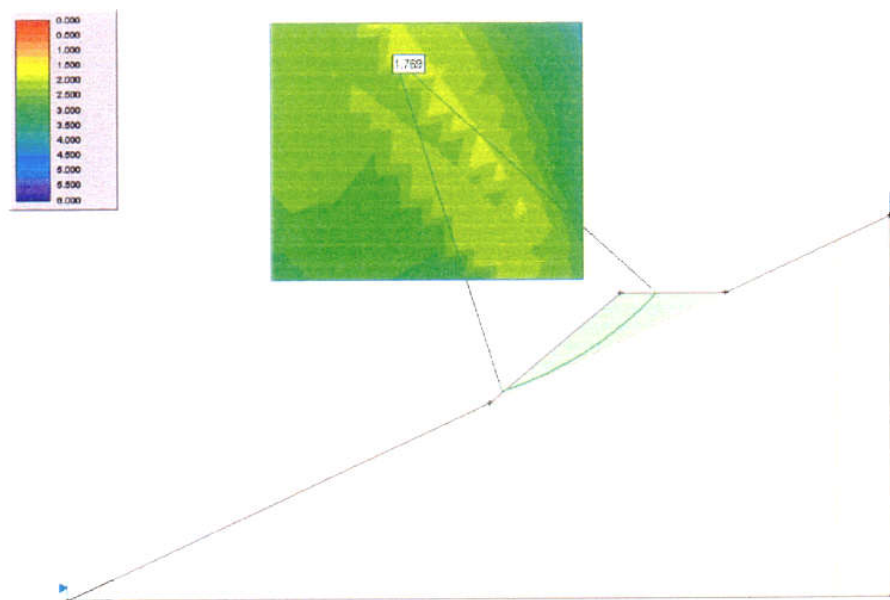


Figura 4.2.2. h.- Cálculo de estabilidad de la escombrera para 40° y 20 m de altura.

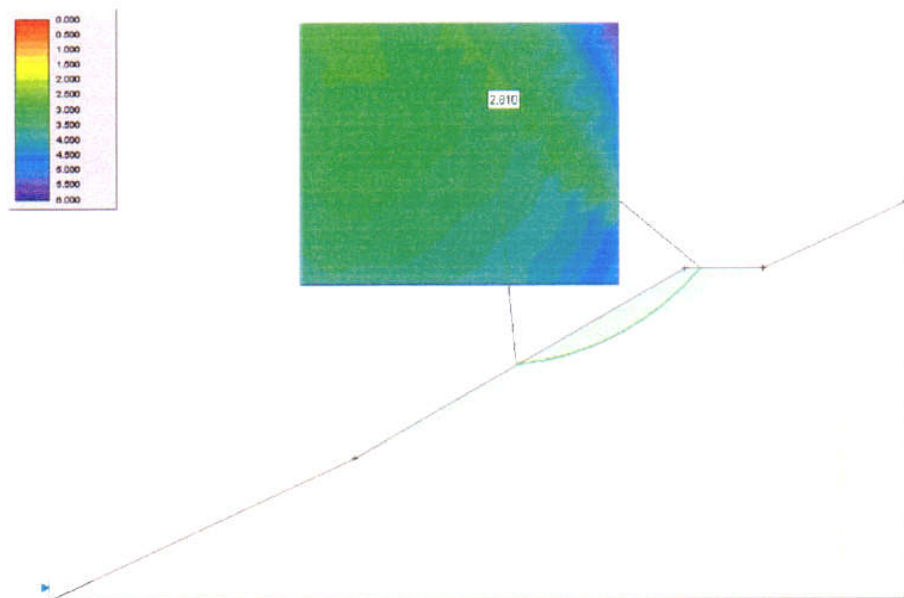


Figura 4.2.2.i.- Cálculo de estabilidad de la escombrera para 30° y 20 m de altura.

En la **Figura 4.2.2.j** se ha representado gráficamente la distribución de los factores de seguridad en función de la altura de talud y su buzamiento.

Como se aprecia en el **Cuadro 4.2.2.I**, para una altura de escombro de 60 m y un ángulo base de 25°, la estabilidad límite de la escombrera se producirá con un ángulo de talud de 40°.

La estabilidad de la escombrera viene condicionada por la resistencia al corte del contacto con el terreno natural, y en el caso que exista un espesor apreciable de terreno blando puede producirse una rotura profunda afectando al pie de la escollera y al cimiento.

Mediante la **Tabla 4.2.1.II** se conoce el ángulo de rozamiento mínimo requerido en el cimiento inclinado de una escombrera.

El MOPT en su Publicación Terraplenes y Pedraplenes aconseja sobre el modo de realizar la base de este tipo de implantaciones, en ladera recubierta por terreno

de peor calidad, coluvial o simplemente los productos de meteorización de la misma roca, para espesores no muy grandes (< 6 m).

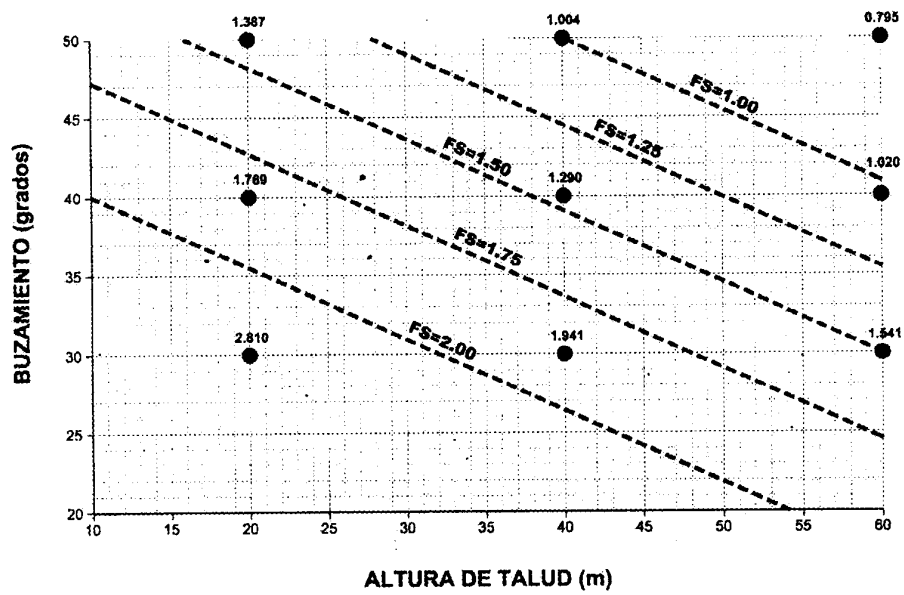


Figura 4.2.2.j.- Distribución de los factores de seguridad en función de la altura del talud y su buzamiento.

El método recomendado es el de su retirada, de manera que se pueda recuperar para la restauración, y permita apoyar la base de la escombrera en terreno firme.

Es aconsejable escalonar la superficie donde se asentará el escombro, interceptando si es posible, la zona de transición de la roca, de manera que se apoye en horizontes considerados lo suficientemente firmes.

La anchura de la berma, debe ser tal que la maquinaria pueda trabajar ampliamente en ellas, y donde se advierta la presencia de agua, se deberá drenar perfectamente el contacto del escombro con la superficie de apoyo.

Como conclusión de los cálculos realizados, la geometría final de la que podrá disponer una escombrera situada en una zona sin riesgo para personas, instalaciones o servicios, de forma que el coeficiente de seguridad sea aceptable y su restauración posible, será la siguiente:

- Altura de banco. 20 m.
- Berma entre dos bancos: 5 m.
- Pendiente de las bermas y explanada: 4%.
- Ángulo de talud de banco. 40°.
- Altura máxima de la escombrera: 60 m.

Para esta geometría final resulta un coeficiente de seguridad de 1,223 como se muestra en la **Figura 4.2.2.k**.

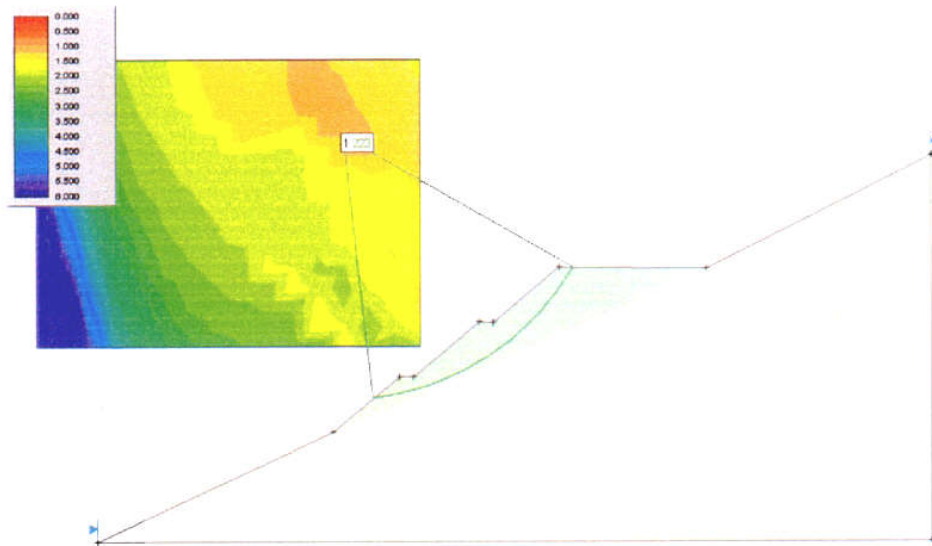


Figura 4.2.2.k.- Geometría límite recomendada para una escombrera situada en una zona sin riesgo para personas, instalaciones o servicios.

APÉNDICES

APÉNDICE I. ENSAYOS TILT TEST

MUESTRA	ZONA	CORTA	MATERIAL	α										
M-1	VALDESAMARIO	Impensada 1 y otras	Lutita IV	36	25	35	36	40	35	30	31	34	28	
M-2	VALDESAMARIO	Impensada 1 y otras	Lutita IV	45	45	37	35	32	30	34	40	30	35	
M-3	VALDESAMARIO	Impensada 1 y otras	Lutita IV	26	30	32	35	30	35	26	26	30	30	
M-4	VALDESAMARIO	Impensada 1 y otras	Lutita IV	20	20	24	30	30	25	24	25	30	30	
M-5	VALDESAMARIO	Impensada 1	Lutita III	29	28	31	30	28	25	29	31	28	28	
M-6	VALDESAMARIO	Impensada 1	Lutita III	30	30	28	28	28	30	30	31	28	30	
M-7	VALDESAMARIO	Impensada 1	Arenisca grano muy fino III	32	33	32	34	33	30	28	32	30	28	
M-8	VILLABLINO	Villablino 1	Lutita III	30	28	31	29	25	30	30	28	30	31	
M-9	VILLABLINO	Villablino 1	Lutita III	28	28	32	32	30	31	28	26	25	30	
M-10	VILLABLINO	Villablino 1	Lutita III	30	30	30	30	28	28	28	31	28	30	
M-11	VILLABLINO	Villablino 1	Lutita III	31	31	30	32	28	29	30	31	31	30	
M-12	VILLABLINO	Villablino 1	Carbón	25	25	22	20	20	22	20	25	25	20	
M-13	VILLABLINO	Villablino 1	Arenisca III	18	30	25	32	30	32	25	25	30	25	
M-14	VILLABLINO	Villablino 1	Arenisca III	20	20	25	25	25	30	30	30	30	30	
M-15	VILLABLINO	Villablino 1	Arenisca III	22	25	24	30	35	25	22	24	30	30	
M-16	VILLABLINO	Villablino 1	Arenisca III	25	25	28	29	29	30	20	25	27	30	
M-17	VILLABLINO	Villablino 2	Lutita III	12	15	20	12	20	12	15	25	25	20	
M-18	VILLABLINO	Villablino 2	Lutita III	20	20	25	15	15	12	20	25	20	15	
M-19	VILLABLINO	Villablino 2	Lutita III	12	15	20	25	25	25	25	22	18	12	
M-20	VILLABLINO	Villablino 2	Arenisca IV-III	30	30	32	32	30	35	35	35	30	32	
M-21	VILLABLINO	Villablino 2	Arenisca IV-III	28	30	28	35	38	35	30	30	32	30	
M-22	VILLABLINO	Villablino 3	Lutita III	30	30	31	33	33	33	33	32	33	28	
M-23	VILLABLINO	Villablino 3	Lutita III	31	31	31	31	31	33	33	33	33	33	
M-24	VILLABLINO	Villablino 3	Lutita III	32	32	32	28	31	33	33	33	28	30	
M-25	VILLABLINO	Villablino 3	Arenisca IV	35	35	40	40	42	35	36	38	38	40	
M-26	VILLABLINO	Villablino 3	Arenisca IV	40	45	30	32	30	35	35	40	35	40	
M-27	VILLABLINO	Villablino 3	Arenisca III	38	38	38	38	40	38	36	38	40	36	
M-28	VILLABLINO	Villablino 3	Carbón	12	15	15	18	20	20	15	15	18	20	
M-29	VILLABLINO	Villablino 3	Carbón	15	15	20	20	14	17	18	20	20	15	

MUESTRA	ZONA	CORTA	MATERIAL	α											
				40	40	45	42	42	45	45	40	45	40		
M-30	NOCEDA - SANTA CRUZ	Del Porvenir (Tremor)	Arenisca III-II	40	40	45	42	42	45	45	40	45	40		
M-31	NOCEDA - SANTA CRUZ	Del Porvenir (Tremor)	Arenisca III-II	40	40	35	45	45	48	40	45	45	30		
M-32	NOCEDA - SANTA CRUZ	Del Porvenir (Tremor)	Arenisca III-II	35	38	40	40	40	48	45	35	48	40		
M-33	NOCEDA - SANTA CRUZ	Del Porvenir (Tremor)	Lutita III	15	12	16	16	15	15	12	16	15	12		
M-34	NOCEDA - SANTA CRUZ	Del Porvenir (Tremor)	Lutita III	12	16	16	16	16	12	12	16	15	12		
M-35	NOCEDA - SANTA CRUZ	Del Porvenir (Tremor)	Lutita III	10	12	12	15	15	15	15	15	15	12		
M-36	NOCEDA - SANTA CRUZ	Del Porvenir (Tremor)	Carbón	10	10	10	15	15	10	15	12	14	15		
M-37	NOCEDA - SANTA CRUZ	Del Porvenir (Tremor)	Carbón	10	10	14	14	14	10	10	10	10	10		
M-38	NOCEDA - SANTA CRUZ	Del Porvenir (Tremor)	Carbón	15	15	15	14	10	14	10	14	15	10		
M-39	NOCEDA - SANTA CRUZ	Antracitas de Arianza (Quintanilla)	Lutita III	22	22	22	25	25	22	24	25	22	20		
M-40	NOCEDA - SANTA CRUZ	Antracitas de Arianza (Quintanilla)	Lutita III	22	22	25	25	22	20	25	22	22	25		
M-41	NOCEDA - SANTA CRUZ	Antracitas de Arianza (Quintanilla)	Lutita III	25	20	25	20	22	25	22	20	25	22		
M-42	NOCEDA - SANTA CRUZ	Antracitas de Arianza (Quintanilla)	Carbón	12	12	12	14	12	10	15	15	12	10		
M-43	NOCEDA - SANTA CRUZ	Antracitas de Arianza (Quintanilla)	Carbón	12	12	12	12	15	15	15	15	12	12		
M-44	NOCEDA - SANTA CRUZ	Antracitas de Arianza (Quintanilla)	Arenisca IV	32	30	32	32	35	35	35	32	30	35		
M-45	NOCEDA - SANTA CRUZ	Antracitas de Arianza (Quintanilla)	Arenisca IV	30	30	35	35	35	35	32	32	30	32		
M-46	NOCEDA - SANTA CRUZ	Antracitas de Arianza (Quintanilla)	Arenisca IV	30	30	30	32	35	35	30	35	32	35		
M-47	FABERO - MATARROSA	Fontoria (Fabero)	Lutita III	20	22	22	22	25	25	23	20	25	25		
M-48	FABERO - MATARROSA	Fontoria (Fabero)	Lutita III	22	22	25	25	25	30	25	22	20	25		
M-49	FABERO - MATARROSA	Fontoria (Fabero)	Lutita III	25	25	25	22	22	20	25	22	22	22		
M-50	FABERO - MATARROSA	Fontoria (Fabero)	Arenisca IV	28	28	28	30	28	28	28	30	28	30		
M-51	FABERO - MATARROSA	Fontoria (Fabero)	Arenisca IV	30	30	30	28	28	28	30	32	32	30		
M-52	FABERO - MATARROSA	Fontoria (Fabero)	Carbón	15	15	12	18	20	20	18	15	18	20		
M-53	FABERO - MATARROSA	Fontoria (Fabero)	Carbón	12	12	12	14	15	12	15	12	14	12		
M-54	FABERO - MATARROSA	Fontoria (Fabero)	Carbón	10	12	15	20	20	20	15	15	12	12		

MUESTRA	ZONA	CORTA	MATERIAL	α										
				25	30	25	25	25	30	32	30	30	25	30
M-55	FABERO - MATARROSA	Peñarrosas	Arenisca III-IV	25	30	25	25	25	30	32	30	30	25	
M-56	FABERO - MATARROSA	Peñarrosas	Arenisca III-IV	30	30	25	25	30	30	30	25	25	30	
M-57	FABERO - MATARROSA	Peñarrosas	Arenisca III-IV	30	25	25	28	28	28	28	30	28	26	
M-58	FABERO - MATARROSA	Peñarrosas	Lutita III	22	22	22	20	25	25	25	25	25	22	
M-59	FABERO - MATARROSA	Peñarrosas	Lutita III	20	20	20	25	28	25	25	28	22	25	
M-60	FABERO - MATARROSA	Peñarrosas	Lutita III	25	25	25	25	22	22	22	22	25	25	
M-61	TORRE - BEMBIBRE	C-25	Arenisca grano muy fino III	25	30	30	30	25	25	25	32	30	22	
M-62	TORRE - BEMBIBRE	C-25	Arenisca grano muy fino III	25	30	25	20	25	25	20	30	35	35	
M-63	TORRE - BEMBIBRE	C-25	Arenisca grano muy fino III	35	35	32	32	30	35	32	30	26	25	
M-64	TORRE - BEMBIBRE	C-25	Carbón	10	10	12	12	10	15	15	15	10	12	
M-65	TORRE - BEMBIBRE	C-25	Carbón	15	15	14	15	15	15	12	12	12	15	
M-66	TORRE - BEMBIBRE	C-25	Carbón	18	15	15	18	15	18	15	15	12	15	
M-67	TORRE - BEMBIBRE	C-25	Lutita III	25	25	25	25	26	26	26	26	25	25	
M-68	TORRE - BEMBIBRE	C-25	Lutita III	28	28	28	25	20	20	25	25	20	25	
M-69	TORRE - BEMBIBRE	C-25	Lutita III	20	30	30	25	25	25	26	25	25	24	
M-70	TORRE - BEMBIBRE	Santiesteban	Arenisca III-IV	32	32	40	40	40	40	35	35	40	36	
M-71	TORRE - BEMBIBRE	Santiesteban	Arenisca III-IV	40	40	45	40	28	35	35	40	38	38	
M-72	TORRE - BEMBIBRE	Santiesteban	Arenisca III-IV	30	30	35	35	35	40	40	40	38	35	
M-73	TORRE - BEMBIBRE	Santiesteban	Lutita III	28	28	28	30	30	28	25	25	25	25	
M-74	TORRE - BEMBIBRE	Santiesteban	Lutita III	25	25	25	28	28	28	30	20	28	30	
M-75	TORRE - BEMBIBRE	Santiesteban	Lutita III	25	28	25	32	32	32	20	20	25	25	
M-76	TORRE - BEMBIBRE	Santiesteban	Carbón	12	12	12	15	18	15	15	15	18	18	
M-77	TORRE - BEMBIBRE	Santiesteban	Carbón	10	10	10	14	14	10	10	15	16	14	
M-78	TORRE - BEMBIBRE	Santiesteban	Carbón	15	15	12	12	14	12	12	10	10	12	

APÉNDICE II. ENSAYOS FRANLIN

OBRA Nº: 01156

PETICIONARIO: GEOCONTROL

DENOMINACION: MICROCORTAS

ENSAYO DE CARGA PUNTUAL FRANKLIN

MUESTRA	TIPO	DIMENSIONES mm	CARGA Kg	I_p N/mm ²	$I_{p(50)}$ N/mm ²
M-1	Fragmento	97.1 x 33.7	1038.6	2.45	2.74
"	"	47.4 x 16.3	692.44	6.91	5.60
"	"	37.4 x 11.9	490.48	8.49	6.08
"	"	29.4 x 12.1	288.52	6.25	4.25
"	"	27.3 x 11.7	317.37	7.66	5.09
M-3	Fragmento	51.6 x 24.4	807.85	4.94	4.47
"	"	51.3 x 19.4	1024.2	7.93	6.81
"	"	52.3 x 32.8	980.96	4.41	4.27
"	"	51.4 x 18.4	418.35	3.41	2.89
"	"	58.4 x 19.3	375.07	2.56	2.26
M-4	Fragmento	35.7 x 20.4	259.66	2.75	2.20
"	"	57.4 x 22.1	894.41	5.43	4.92
"	"	57.9 x 10.4	750.15	9.60	7.36
"	"	67.3 x 22.1	1067.5	5.53	5.20
"	"	21.4 x 15.7	331.79	7.61	5.11
M-5	Fragmento	99.7 x 30.6	2596.6	6.56	7.24
"	"	57.2 x 31.4	1904.2	8.17	8.01
"	"	42.7 x 21.7	980.96	8.16	6.89
"	"	50.1 x 22.6	406.92	2.75	2.43
"	"	22.3 x 12.5	548.18	15.1	9.77
M-6	Fragmento	64.1 x 19.3	779.00	4.85	4.37
"	"	72.6 x 17.5	721.30	4.37	3.97
"	"	35.7 x 10.0	634.74	13.7	9.33
"	"	35.7 x 12.4	66.359	11.5	8.26
"	"	34.2 x 11.9	577.04	10.9	7.67

OBRA N°: 01156
PETICIONARIO: GEOCONTROL
DENOMINACION: MICROCORTAS

ENSAYO DE CARGA PUNTUAL FRANKLIN

MUESTRA	TIPO	DIMENSIONES mm	CARGA Kg	I _p N/mm ²	I _{p(50)} N/mm ²
M-7	Fragmento	83.1 x 55.7	1312.7	2.19	2.65
"	"	61.3 x 40.0	1255.0	3.94	4.15
"	"	61.4 x 29.7	346.22	1.46	1.44
"	"	44.7 x 33.2	461.63	2.40	2.25
"	"	60.3 x 17.0	403.92	3.04	2.62
M-8	Fragmento	77.3 x 29.2	750.15	2.56	2.64
"	"	45.4 x 23.7	346.22	2.48	2.17
"	"	59.7 x 26.3	490.48	2.41	2.29
"	"	29.5 x 22.8	461.63	5.29	4.16
"	"	42.5 x 18.5	663.59	6.50	5.29
M-9	Fragmento	92.4 x 52.5	2914.0	4.63	5.67
"	"	48.3 x 24.1	1586.8	10.5	9.34
"	"	61.3 x 27.4	1009.8	4.63	.47
"	"	82.1 x 40.5	432.78	1.00	1.13
"	"	48.3 x 19.3	980.96	8.11	6.86
M-10	Fragmento	65.7 x 18.4	432.78	2.76	2.47
"	"	54.6 x 11.3	461.63	5.76	4.44
"	"	27.6 x 20.4	403.92	5.53	4.17
"	"	50.7 x 20.1	461.32	3.49	3.01
"	"	25.3 x 18.9	432.78	6.97	5.07
M-12	Fragmento	65.3 x 29.7	201.96	0.80	0.80
"	"	55.3 x 20.8	317.37	2.13	1.88
"	"	45.3 x 27.1	346.22	2.17	1.96
"	"	65.2 x 13.8	144.26	1.24	1.04
"	"	35.1 x 12.4	288.52	5.11	3.64

OBRA Nº: 01156
 PETICIONARIO: GEOCONTROL
 DENOMINACION: MICROCORTAS

ENSAYO DE CARGA PUNTUAL FRANKLIN

MUESTRA	TIPO	DIMENSIONES mm	CARGA Kg	I_p N/mm ²	$I_{p(50)}$ N/mm ²
M-13	Fragmento	57.6 x 25.4	317.37	1.73	1.1
"	"	29.3 x 24.7	173.11	1.84	1.47
"	"	29.2 x 21.8	173.11	2.10	1.63
"	"	37.6 x 20.3	201.96	2.04	1.65
"	"	33.7 x 12.9	173.11	3.07	2.19
M-14	Fragmento	130.7 x 25.3	490.48	1.14	1.29
"	"	113.0 x 13.2	173.11	0.89	0.84
"	"	41.6 x 13.7	173.11	2.34	1.77
"	"	29.1 x 40.3	259.66	1.71	1.52
"	"	23.4 x 75.2	201.96	0.88	0.86
M-15	Fragmento	95.4 x 36.4	403.92	0.90	1.02
"	"	50.4 x 30.2	721.30	3.65	3.45
"	"	41.4 x 36.9	548.18	2.76	2.61
"	"	89.3 x 36.9	548.18	1.28	1.44
"	"	42.9 x 36.2	548.18	2.72	2.58
M-17	Fragmento	127.2 x 31.0	288.52	0.56	0.66
"	"	83.4 x 22.6	721.30	2.95	2.92
"	"	33.4 x 16.9	317.37	4.33	3.27
"	"	65.0 x 17.4	634.74	4.32	3.82
"	"	44.3 x 28.9	923.26	5.56	5.05
M-18	Fragmento	90.3 x 22.7	807.85	3.04	3.07
"	"	45.9 x 18.6	721.30	6.51	5.40
"	"	53.2 x 16.4	548.18	4.84	4.03
"	"	65.3 x 10.4	605.89	6.87	5.41
"	"	54.2 x 20.7	721.30	4.95	4.37

OBRA Nº: 01156

PETICIONARIO: GEOCONTROL

DENOMINACION: MICROCORTAS

ENSAYO DE CARGA PUNTUAL FRANKLIN

MUESTRA	TIPO	DIMENSIONES mm	CARGA kg	I_c N/mm²	I_{c(50)} N/mm²
M-19	Fragmento	215.3 x 18.4	750.15	1.46	1.71
"	"	45.9 x 27.3	750.15	4.61	4.17
"	"	81.4 x 18.7	288.52	1.46	1.38
"	"	65.6 x 18.2	923.26	5.96	5.33
"	"	77.4 x 17.9	634.74	3.53	3.26
M-20	Fragmento	73.1 x 54.2	1211.7	2.36	2.76
"	"	55.1 x 33.7	461.63	1.92	1.89
"	"	46.5 x 32.4	836.70	4.28	4.03
"	"	58.2 x 65.9	908.83	1.83	2.12
"	"	75.6 x 31.2	317.37	1.04	1.08
M-21	Fragmento	45.3 x 22.7	403.92	3.03	2.62
"	"	105.3 x 22.1	663.59	2.20	2.28
"	"	27.4 x 22.1	577.04	7.34	5.63
"	"	22.8 x 21.4	519.33	8.20	6.00
"	"	27.4 x 21.4	548.18	6.97	5.35
M-22	Fragmento	42.3 x 29.3	557.04	3.46	3.12
"	"	38.3 x 25.4	721.30	5.71	4.88
"	"	37.4 x 22.5	721.30	6.60	5.46
"	"	44.0 x 18.3	557.04	5.33	4.36
"	"	60.0 x 13.2	432.78	4.21	3.43
M-23	Fragmento	103.4 x 32.7	317.37	0.72	0.82
"	"	32.4 x 15.9	317.37	4.75	3.51
"	"	42.3 x 39.1	490.48	2.28	2.20
"	"	30.0 x 27.3	288.52	2.71	2.23
"	"	99.4 x 27.4	490.48	1.39	1.49

OBRA N°: 01156
 PETICIONARIO: GEOCONTROL
 DENOMINACION: MICROCORTAS

ENSAYO DE CARGA PUNTUAL FRANKLIN

MUESTRA	TIPO	DIMENSIONES mm	CARGA kg	I _s N/mm ²	I _{s(50)} N/mm ²
M-24	Fragmento	74.1 x 22.5	721.30	3.33	3.21
"	"	25.3 x 20.7	692.44	10.19	7.57
"	"	70.2 x 25.4	1240.6	5.36	5.25
"	"	30.2 x 15.9	721.30	11.57	8.43
"	"	37.2 x 26.3	1154.0	9.09	7.77
M-25	Fragmento	60.3 x 52.2	389.50	0.95	1.06
"	"	53.2 x 28.4	201.96	1.03	0.97
"	"	37.2 x 31.4	259.66	1.71	1.52
"	"	41.2 x 30.0	230.81	1.44	1.30
"	"	26.4 x 25.3	259.66	3.00	2.35
M-26	Fragmento	84.2 x 40.6	605.89	1.37	1.55
"	"	59.5 x 41.3	259.66	0.81	0.86
"	"	40.7 x 35.2	403.92	2.17	2.02
"	"	42.3 x 34.1	432.78	2.31	2.16
"	"	56.2 x 36.8	346.22	1.29	1.30
M-27	Fragmento	77.0 x 68.1	1024.2	1.50	1.88
"	"	43.7 x 25.6	779.00	5.37	4.73
"	"	85.4 x 55.1	1038.6	1.70	2.07
"	"	57.2 x 36.3	923.26	3.43	3.47
"	"	44.2 x 17.3	923.26	9.30	7.52
M-28	Fragmento	64.1 x 60.3	57.70	0.12	0.13
"	"	62.3 x 35.4	115.40	0.40	0.41
"	"	45.2 x 33.1	144.26	0.74	0.70
"	"	50.2 x 25.7	144.26	0.86	0.78
"	"	37.2 x 28.1	115.40	0.85	0.74

OBRA Nº: 01156
 PETICIONARIO: GEOCONTROL
 DENOMINACION: MICROCORTAS

ENSAYO DE CARGA PUNTUAL FRANKLIN

MUESTRA	TIPO	DIMENSIONES mm	CARGA kg	I _s N/mm ²	I _{s(50)} N/mm ²
M-29	Fragmento	45.3 x 37.9	317.37	1.42	1.38
"	"	42.3 x 16.9	490.48	5.29	4.21
"	"	67.4 x 28.9	173.11	0.68	0.68
"	"	49.2 x 40.0	144.26	0.56	0.57
"	"	34.2 x 19.7	230.81	2.64	2.07
M-30	Fragmento	115.7 x 25.3	1226.2	3.23	3.56
"	"	37.2 x 25.7	1037.5	8.60	7.32
"	"	45.7 x 34.8	1211.7	5.87	5.60
"	"	21.3 x 18.4	557.04	10.95	7.32
"	"	26.3 x 20.3	721.30	10.41	7.77
M-31	Fragmento	38.3 x 19.9	1211.7	12.25	9.90
"	"	58.2 x 47.9	2221.6	6.14	6.64
"	"	54.3 x 30.7	1500.3	6.93	6.68
"	"	55.7 x 32.8	865.56	3.65	3.59
"	"	33.3 x 29.4	692.44	5.45	4.66
M-32	Fragmento	86.4 x 39.4	2423.5	5.49	6.21
"	"	56.3 x 29.2	2163.9	10.14	9.74
"	"	44.3 x 24.2	1154.0	8.29	7.24
"	"	40.3 x 22.5	1413.7	12.01	10.10
"	"	32.4 x 25.1	721.30	6.83	5.60
M-33	Fragmento	49.0 x 22.4	980.96	6.89	6.04
"	"	54.7 x 25.9	288.52	1.57	1.46
"	"	55.3 x 26.8	577.04	3.00	2.82
"	"	56.9 x 15.8	577.04	4.95	4.15
"	"	33.6 x 12.4	201.96	3.73	2.63

OBRA Nº: 01156
 PETICIONARIO: GEOCONTROL
 DENOMINACION: MICROCORTAS

ENSAYO DE CARGA PUNTUAL FRANKLIN

MUESTRA	TIPO	DIMENSIONES mm	CARGA kg	I_p N/mm ²	$I_{p(50)}$ N/mm ²
M-34	Fragmento	52.7 x 26.6	519.33	2.85	2.65
"	"	64.3 x 17.8	750.15	5.05	4.47
"	"	45.9 x 16.7	519.33	5.22	4.22
"	"	96.2 x 19.2	605.89	2.53	2.49
"	"	25.2 x 14.3	403.92	8.64	5.90
M-36	Fragmento	156.3 x 58.3	230.81	0.20	0.28
"	"	137.2 x 55.8	201.96	0.20	0.28
"	"	64.2 x 40.3	317.37	0.95	1.01
"	"	54.7 x 31.2	230.81	1.04	1.01
"	"	42.9 x 53.2	230.81	0.78	0.81
M-37	Fragmento	70.4 x 36.8	230.81	0.69	0.73
"	"	85.3 x 46.9	230.81	0.44	0.52
"	"	80.4 x 45.7	259.66	0.54	0.63
"	"	90.2 x 35.6	230.81	0.55	0.62
"	"	33.4 x 22.6	259.66	2.65	2.14
M-38	Fragmento	115.3 x 48.1	230.81	0.32	0.41
"	"	63.2 x 48.3	201.96	0.51	0.56
"	"	41.4 x 28.3	201.96	1.33	1.18
"	"	25.4 x 22.1	230.81	3.17	2.39
"	"	35.3 x 25.2	230.81	2.00	1.67
M-39	Fragmento	83.2 x 24.4	1125.2	4.27	4.30
"	"	47.3 x 27.2	692.40	4.15	3.77
"	"	56.9 x 33.8	692.40	2.77	2.76
"	"	42.1 x 26.7	557.01	3.82	3.37
"	"	35.9 x 16.4	548.18	7.17	5.47

OBRA Nº: 01156
 PETICIONARIO: GEOCONTROL
 DENOMINACION: MICROCORTAS

ENSAYO DE CARGA PUNTUAL FRANKLIN

MUESTRA	TIPO	DIMENSIONES mm	CARGA Kg	I _c N/mm ²	I _{c(50)} N/mm ²
M-40	Fragmento	74.2 x 30.7	865.56	2.93	3.03
"	"	64.3 x 12.3	461.63	4.50	3.67
"	"	54.8 x 21.9	403.92	2.59	2.32
"	"	50.3 x 27.2	634.74	3.57	3.30
"	"	72.4 x 15.6	692.44	4.72	4.17
M-41	Fragmento	74.6 x 12.4	403.92	3.36	2.84
"	"	15.4 x 75.3	577.04	3.83	3.41
"	"	83.2 x 18.3	403.92	2.04	1.93
"	"	44.3 x 17.9	577.04	5.61	4.57
"	"	40.4 x 17.6	548.18	5.94	4.73
M-42	Fragmento	61.4 x 50.2	403.92	1.01	1.12
"	"	32.1 x 26.0	346.22	3.20	2.64
"	"	58.4 x 30.3	317.37	1.38	1.35
"	"	32.4 x 25.1	403.92	3.83	3.14
"	"	57.4 x 27.8	375.07	1.81	1.73
M-43	Fragmento	47.3 x 20.8	432.78	3.39	2.90
"	"	91.4 x 70.7	432.78	0.52	0.67
"	"	83.4 x 41.2	403.92	0.91	1.03
"	"	62.4 x 52.9	461.63	1.08	1.21
"	"	56.2 x 33.9	461.63	1.87	1.85
M-44	Fragmento	62.4 x 33.8	1442.6	5.27	5.36
"	"	37.9 x 31.4	779.00	5.04	4.51
"	"	32.7 x 32.3	605.89	4.42	3.84
"	"	118.3 x 35.4	1442.6	2.65	3.15
"	"	55.3 x 44.7	1471.4	4.59	4.83

OBRA Nº: 01156
PETICIONARIO: GEOCONTROL
DENOMINACION: MICROCORTAS

ENSAYO DE CARGA PUNTUAL FRANKLIN

MUESTRA	TIPO	DIMENSIONES mm	CARGA kg	I _c N/mm ²	I _{c(50)} N/mm ²
M-45	Fragmento	125.3 x 67.0	1500.3	1.38	1.91
"	"	61.3 x 42.4	1269.4	3.76	4.01
"	"	70.2 x 37.4	1269.4	3.73	3.98
"	"	35.7 x 34.2	663.59	4.19	3.76
"	"	42.3 x 25.7	779.00	5.52	4.83
M-46	Fragmento	90.3 x 55.4	1182.9	1.82	2.25
"	"	95.7 x 55.4	577.04	0.84	1.05
"	"	40.5 x 32.8	923.26	5.35	4.90
"	"	37.2 x 28.3	1038.6	7.60	6.61
"	"	32.9 x 25.8	577.04	5.24	4.34
M-47	Fragmento	83.1 x 11.3	461.63	3.79	3.21
"	"	60.4 x 14.3	548.18	4.89	4.07
"	"	44.1 x 14.6	403.92	5.60	4.22
"	"	60.3 x 11.7	432.78	4.73	3.75
"	"	27.4 x 11.9	317.37	7.50	5.01
M-48	Fragmento	37.4 x 18.1	403.92	4.60	3.62
"	"	73.2 x 18.9	1009.8	5.62	5.20
"	"	70.4 x 20.2	1269.4	6.88	6.40
"	"	23.2 x 47.9	865.56	6.00	5.28
"	"	26.9 x 18.2	577.04	9.08	6.64
M-49	Fragmento	33.4 x 29.6	923.26	7.20	6.17
"	"	27.2 x 22.4	894.41	11.31	8.69
"	"	33.7 x 22.9	201.96	2.02	1.63
"	"	55.3 x 12.7	1154.0	12.66	10.05
"	"	27.3 x 12.4	706.87	16.09	10.83

OBRA Nº: 01156
 PETICIONARIO: GEOCONTROL
 DENOMINACION: MICROCORTAS

ENSAYO DE CARGA PUNTUAL FRANKLIN

MUESTRA	TIPO	DIMENSIONES mm	CARGA kg	I_p N/mm ²	$I_{p(50)}$ N/mm ²
M-50	Fragmento	67.3 x 14.1	259.66	2.11	1.79
"	"	53.1 x 16.7	144.26	3.25	2.56
"	"	74.3 x 12.9	288.52	2.32	1.97
"	"	70.2 x 20.1	144.26	0.79	0.73
"	"	125.9 x 87.4	346.22	0.24	0.36
M-51	Fragmento	64.2 x 27.1	634.74	2.81	2.74
"	"	55.3 x 29.4	865.56	4.10	3.93
"	"	90.4 x 38.3	548.18	1.22	1.39
"	"	90.8 x 33.7	490.48	1.23	1.36
"	"	57.3 x 22.3	779.00	4.70	4.26
M-52	Fragmento	80.4 x 16.1	490.48	2.92	2.66
"	"	77.2 x 15.3	461.63	3.01	2.69
"	"	76.4 x 14.5	403.92	2.81	2.47
"	"	69.2 x 10.0	432.78	4.82	3.81
"	"	55.4 x 5.30	259.66	6.81	4.44
M-53	Fragmento	57.9 x 22.4	432.78	2.57	2.34
"	"	70.3 x 11.4	779.00	7.49	6.12
"	"	66.9 x 19.3	432.78	2.58	2.35
"	"	81.2 x 44.3	86.55	0.19	0.21
"	"	59.3 x 16.3	732.78	3.45	2.94
M-55	Fragmento	142.8 x 38.9	692.44	0.96	1.21
"	"	118.2 x 36.4	346.22	0.62	0.74
"	"	37.1 x 18.2	461.63	5.27	4.14
"	"	56.4 x 23.2	230.81	1.36	1.24
"	"	30.0 x 25.6	461.63	4.63	2.75

OBRA Nº: 01156
PETICIONARIO: GEOCONTROL
DENOMINACION: MICROCORTAS

ENSAYO DE CARGA PUNTUAL FRANKLIN

MUESTRA	TIPO	DIMENSIONES mm	CARGA kg	I_p N/mm ²	$I_{p(50)}$ N/mm ²
M-56	Fragmento	112.1 x 42.4	750.15	1.22	1.48
"	"	58.2 x 31.3	663.59	2.81	2.76
"	"	40.3 x 28.1	432.78	2.94	2.60
"	"	52.3 x 21.3	346.22	2.39	2.11
"	"	35.2 x 25.6	403.92	3.45	2.90
M-57	Fragmento	100.4 x 32.1	663.59	1.59	1.77
"	"	56.9 x 23.3	490.48	2.85	2.61
"	"	53.7 x 23.6	403.92	2.46	2.23
"	"	52.9 x 28.6	490.48	2.50	2.36
"	"	27.5 x 24.8	403.92	4.56	3.90
M-58	Fragmento	200.2 x 98.3	86.55	0.03	0.06
"	"	67.4 x 26.5	865.56	3.73	3.66
"	"	72.5 x 30.2	1154.0	4.06	4.16
"	"	97.2 x 55.4	86.55	0.12	0.16
"	"	56.4 x 21.7	432.78	2.72	2.45
M-59	Fragmento	70.4 x 32.5	1269.4	4.27	4.42
"	"	65.4 x 35.6	317.37	1.05	1.09
"	"	110.4 x 25.9	1356.0	3.65	3.98
"	"	38.9 x 22.1	980.96	8.79	7.30
"	"	32.7 x 25.2	721.30	6.74	5.55
M-60	Fragmento	62.4 x 32.9	346.11	1.30	1.31
"	"	32.4 x 29.6	894.41	7.19	6.12
"	"	33.7 x 30.6	692.44	5.17	4.48
"	"	33.4 x 20.0	865.56	9.98	7.83
"	"	50.7 x 16.3	577.04	5.92	4.82

OBRA Nº: 01156
 PETICIONARIO: GEOCONTROL
 DENOMINACION: MICROCORTAS

ENSAYO DE CARGA PUNTUAL FRANKLIN

MUESTRA	TIPO	DIMENSIONES mm	CARGA kg	I _c N/mm ²	I _{c(50)} N/mm ²
M-61	Fragmento	60.3 x 52.2	389.50	0.95	1.06
"	"	102.4 x 29.6	461.63	1.17	1.29
"	"	35.6 x 23.2	346.22	3.23	2.66
"	"	70.4 x 30.2	259.66	0.94	0.96
"	"	74.2 x 25.7	288.52	1.17	1.16
M-62	Fragmento	37.2 x 25.7	1009.8	2.33	1.98
"	"	82.3 x 41.3	1182.9	2.68	3.03
"	"	79.3 x 48.2	1269.4	2.56	2.97
"	"	74.6 x 34.1	432.78	1.31	1.39
"	"	52.4 x 29.6	1154.0	5.73	5.44
M-63	Fragmento	62.1 x 24.3	750.15	3.83	3.61
"	"	32.1 x 17.6	923.26	12.59	9.51
"	"	44.3 x 19.0	375.07	3.43	2.84
"	"	44.8 x 21.3	259.66	2.10	1.78
"	"	69.2 x 37.8	779.00	2.29	2.45
M-64	Fragmento	39.1 x 23.4	317.37	2.67	2.25
"	"	34.7 x 24.2	173.11	1.59	1.31
"	"	35.2 x 14.1	317.37	4.93	3.62
"	"	51.3 x 20.2	230.81	1.72	1.49
"	"	118.2 x 46.3	115.40	0.16	0.20
M-65	Fragmento	70.3 x 62.1	230.81	0.41	0.49
"	"	57.3 x 24.6	201.96	1.10	1.02
"	"	61.4 x 46.3	173.11	0.47	0.51
"	"	70.8 x 30.2	201.96	0.73	0.74
"	"	58.3 x 28.7	317.37	1.46	1.41

OBRA Nº: 01156
 PETICIONARIO: GEOCONTROL
 DENOMINACION: MICROCORTAS

ENSAYO DE CARGA PUNTUAL FRANKLIN

MUESTRA	TIPO	DIMENSIONES mm	CARGA kg	I_p N/mm ²	$I_{p(50)}$ N/mm ²
M-66	Fragmento	42.3 x 37.1	346.22	1.70	1.22
"	"	68.2 x 35.2	288.52	0.93	0.97
"	"	77.4 x 11.5	144.26	1.25	1.05
"	"	47.3 x 9.5	86.55	1.48	1.06
"	"	51.2 x 13.6	144.26	1.60	1.26
M-67	Fragmento	112.3 x 41.7	115.40	0.19	0.23
"	"	71.4 x 36.2	836.70	2.49	2.65
"	"	61.3 x 34.2	692.44	2.54	2.58
"	"	91.4 x 33.7	865.56	2.17	2.40
"	"	83.4 x 41.9	288.52	0.64	0.72
M-68	Fragmento	81.9 x 27.6	605.89	2.07	2.13
"	"	100.3 x 28.7	692.44	1.85	2.02
"	"	50.3 x 20.7	403.92	2.99	2.59
"	"	65.8 x 25.4	259.66	1.20	1.15
"	"	45.3 x 26.9	461.63	2.92	2.62
M-69	Fragmento	57.3 x 20.8	779.00	5.17	4.62
"	"	27.6 x 21.8	432.78	5.54	4.25
"	"	55.9 x 17.6	490.48	3.84	3.29
"	"	61.7 x 20.8	779.00	4.68	4.25
"	"	21.4 x 16.2	317.37	7.05	4.77
M-70	Fragmento	76.4 x 31.2	1009.8	3.26	3.41
"	"	75.4 x 20.7	403.92	1.99	1.89
"	"	47.3 x 23.4	201.96	1.41	1.24
"	"	24.1 x 23.3	461.63	6.33	4.78
"	"	48.3 x 19.2	375.07	3.12	2.63

OBRA Nº: 01156
 PETICIONARIO: GEOCONTROL
 DENOMINACION: MICROCORTAS

ENSAYO DE CARGA PUNTUAL FRANKLIN

MUESTRA	TIPO	DIMENSIONES mm	CARGA Kg	I _s N/mm ²	I _{s(50)} N/mm ²
M-71	Fragmento	64.2 x 26.1	721.30	3.32	3.20
"	"	67.3 x 22.4	317.37	1.62	1.53
"	"	60.0 x 24.3	634.74	3.35	3.14
"	"	55.2 x 21.3	1269.4	8.32	7.41
"	"	51.3 x 24.2	375.07	2.33	2.10
M-72	Fragmento	81.3 x 22.3	750.15	3.19	3.13
"	"	59.4 x 18.6	577.04	4.02	3.54
"	"	59.7 x 26.1	1067.5	5.28	5.01
"	"	46.3 x 45.2	1038.6	2.32	2.67
"	"	85.3 x 20.3	692.44	3.08	3.00
M-73	Fragmento	50.4 x 19.8	288.52	2.23	1.91
"	"	89.3 x 12.4	288.52	2.01	1.76
"	"	69.4 x 32.7	437.78	1.49	1.54
"	"	66.4 x 11.9	317.37	3.09	2.52
"	"	85.3 x 14.6	288.52	1.78	1.61
M-74	Fragmento	45.30 x 38.1	288.52	1.29	1.25
"	"	102.4 x 40.9	461.63	0.85	1.01
"	"	45.4 x 36.2	317.37	1.49	1.43
"	"	64.3 x 31.2	317.37	1.22	1.22
"	"	36.3 x 24.9	144.26	1.23	1.03
M-75	Fragmento	70.2 x 54.2	288.52	0.58	0.68
"	"	54.2 x 25.7	346.22	1.92	1.77
"	"	55.3 x 32.1	144.26	0.63	0.61
"	"	38.2 x 14.3	173.11	2.44	1.83
"	"	65.3 x 26.4	259.66	1.16	1.13

OBRA N°: 01156
 PETICIONARIO: GEOCONTROL
 DENOMINACION: MICROCORTAS

ENSAYO DE CARGA PUNTUAL FRANKLIN

MUESTRA	TIPO	DIMENSIONES mm	CARGA Kg	I _c N/mm ²	I _{c(50)} N/mm ²
M-76	Fragmento	27.6 x 12.9	57.70	1.25	0.85
"	"	40.1 x 37.2	173.11	0.89	0.84
"	"	65.3 x 55.2	144.26	0.31	0.35
"	"	43.2 x 13.7	57.70	0.75	0.57
"	"	36.2 x 31.2	57.70	0.39	0.35
M-77	Fragmento	51.3 x 36.4	317.37	1.31	1.29
"	"	51.2 x 22.7	173.11	1.15	1.02
"	"	42.3 x 28.1	259.66	1.68	1.50
"	"	29.2 x 25.6	173.11	1.78	1.44
"	"	35.3 x 19.6	173.11	1.93	1.52
M-78	Fragmento	115.2 x 63.9	86.55	0.09	0.12
"	"	61.2 x 31.2	144.26	0.58	0.58
"	"	43.1 x 22.7	288.52	2.27	1.94
"	"	47.9 x 36.3	173.11	0.77	0.75
"	"	49.2 x 36.3	259.66	1.28	1.22

Ficha Nº 6:

Incluye los datos referentes a la caracterización geotécnica del yacimiento así como los aspectos concernientes a la estabilidad de los frentes de la explotación.

- **Datos geotécnicos generales del yacimiento:** estructuras, fracturación, resistencia a compresión simple, meteorización, estructura del macizo rocoso, drenaje, permeabilidad y erosionabilidad.
- **Estación geomecánica:** se han tomado los datos de las principales familias de fracturas existentes (dirección de buzamiento, buzamiento, espaciado, continuidad, apertura, rugosidad, relleno y presencia de agua).
- **Caracterización del macizo rocoso (RMR):** depende de la resistencia a compresión simple de la roca matriz, de las condiciones del diaclasado y del efecto del agua. Su rango de variación está comprendido entre 0 y 100.
- **Caracterización del frente de explotación (SMR):** depende del RMR y de la orientación de las familias de fracturas con respecto a el frente de explotación.
- **Comportamiento del frente de explotación:** se indica el estado de los frentes de explotación actuales y los tipos de inestabilidades observados.
- **Perfil transversal:** por último se incluye un perfil geológico-geotécnico del frente en el que se observa tanto la altura y materiales explotados como la relación de las familias de fracturas con respecto al frente.

ANEXO. SITUACIONES TIPO DE MINICORTAS



DATOS GEOTÉCNICOS

ESTRUCTURAS: -
 FRACTURACIÓN (fr / m³): 25
 RESISTENCIA: R3 (250-500 kp/cm²)
 METEORIZACIÓN: III-IV
 ESTRUCTURA MEDIO ROCOSO: laminar
 DRENAJE / PERMEABILIDAD: malo/baja
 EROSIONABILIDAD: baja

Clave: 110870001
 Fecha: 22/8/00
 Nombre: ANTRACITAS DE ARLANZA
 Área: NOCEDA - SANTA CRUZ

GEOMECAÍNICA

TIPO DE PLANO	So	J1	J2	J3	J4
DIR. DE BUZAMIENTO	350	15	220	340	265
BUZAMIENTO	28	80	80	85	62
ESPACIADO (mm)	50	2000	2000	1000	500
CONTINUIDAD (m)	>20	1-3	1-3	<1	1-3
APERTURA (mm)	<1	<1	1-5	<1	1-5
RUGOSIDAD	4-6	6-8	6-8	6-8	6-8
RELLENOS	-	-	limo	-	limo
AGUA	seco				

CARACTERIZACION DEL MACIZO ROCOSO. RMR

		A	B	C	D	A	B	C	D
RMR 1	RESISTENCIA A COMP. SIMPLE	R3				4			
RMR 2+3	JUNTAS POR METRO	D1				14			
		D2				28			
		D3				34			
		Media	8	0	0	0	24	0	0
RMR 4	ESTADO DE LAS JUNTAS	Continuidad	1-3			4			
		Apertura	<1			4			
		Rugosidad	6-8			3			
		Relleno	limo			2			
		Meteorización	IV			1			
	Suma					14	0	0	0
RMR 5	PRESENCIA DE AGUA	seco				15			
SUMA TOTAL						57	0	0	0

ESTABILIDAD DEL TALUD.SMR

	CASO	FRACTURA=	FRACTURA=				FRACTURA=				
			S0	J1	J2	J3	S0	J1	J2	J3	
F1	j- s j- s-180°	P	j	350	15	220	340	1,00	0,15	0,15	0,85
			s	350	350	350	350				
F2	βj	P	βj	28	80	80	85	0,40	1,00	1,00	1,00
F3	βj-βs βj+βs	P	βj	28	80	80	85	-50	0	0	0
			βs	28-30	28-30	28-30	28-30				
F4	METODO DE EXCAVACION DE TALUDES		voladura o mecánica				0	0	0	0	
SMR= RMR - (F1 x F2 x F3) + F4							77	57	57	57	

CASO: P = Caída plana
 T = Caída por vuelco
 P/T = Indiferente

j = dirección de buzamiento de la fractura
 s = dirección de buzamiento del talud

βj = buzamiento fractura
 βs = buzamiento talud

OBSERVACIONES:

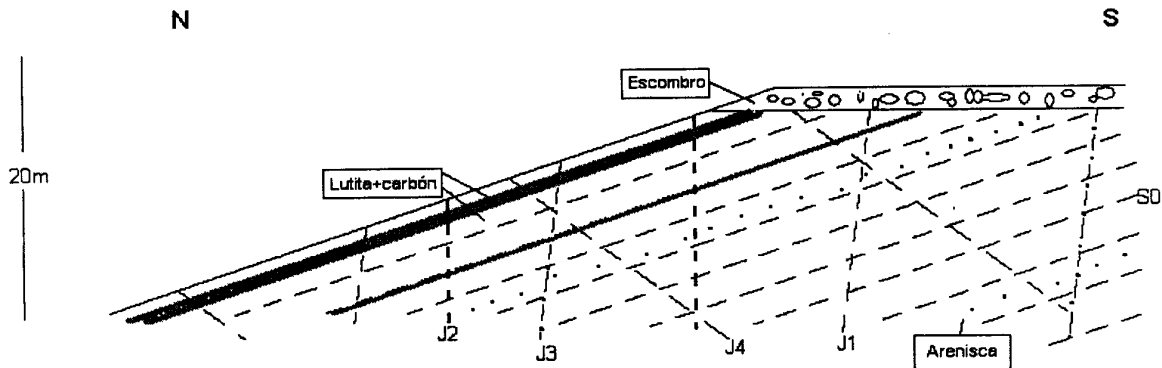
COMPORTAMIENTO DEL TALUD DEL FRENTE

ESTABILIDAD GENERAL: EXCELENTE BUENA MEDIA MALA MUY MALA

TIPOS DE INESTABILIDAD OBSERVADOS:

- | | | |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| | <input type="checkbox"/> ROTURA DE TALUD | |
| <input type="checkbox"/> ROTACIONALES | <input type="checkbox"/> ROTURA DE PIE | |
| 1. DESLIZAMIENTOS | <input type="checkbox"/> ROTURA DE BASE | <input type="checkbox"/> EXTENSIONES LATERALES |
| | <input type="checkbox"/> CUÑA DIRECTA | |
| | <input type="checkbox"/> TRANSLACIONALES | <input type="checkbox"/> CUÑA INVERSA |
| | <input type="checkbox"/> BLOQUES | |
| 2. VUELCOS | <input type="checkbox"/> VUELCO POR FLEXION | <input checked="" type="checkbox"/> CHINEOS |
| | <input type="checkbox"/> VUELCO DE BLOQUES | <input checked="" type="checkbox"/> BLOQUES MEDIOS |
| | <input type="checkbox"/> VUELCO MIXTO | <input type="checkbox"/> BLOQUES GRANDES |
| | <input type="checkbox"/> REPTACIONES | <input type="checkbox"/> REGUEROS Y CARCAVAS |
| 4. COLADAS | <input type="checkbox"/> DERRUBIOS | <input type="checkbox"/> DERRUBIOS IMPORTANTES |
| | <input type="checkbox"/> DE BARRO | <input type="checkbox"/> EROSION DIFERENCIAL |
| 6. OTROS | <input type="checkbox"/> ALTERACION SUPERFICIAL | <input type="checkbox"/> GRIETAS DE TRACCION |
| | | 3. DESPRENDIMIENTOS |
| | 5. EROSIVOS | |

PERFIL TRANSVERSAL





DATOS GEOTÉCNICOS

ESTRUCTURAS: pliegue en codo
 FRACTURACIÓN (fr / m³): 25
 RESISTENCIA: R4-R3 (250-1000kp/cm²)
 METEORIZACIÓN: III
 ESTRUCTURA MEDIO ROCOSO: tabular
 DRENAJE / PERMEABILIDAD: malo/baja
 EROSIONABILIDAD: baja

Clave:
 Fecha: 23/8/00
 Nombre: C/25 FRENTE E
 Área: TORRE - BEMBIBRE

GEOMECÁNICA

TIPO DE PLANO	S0	J1	J2	J3	J4
DIR. DE BUZAMIENTO	350	45	250	330	280
BUZAMIENTO	30	65	40	75	85-90
ESPACIADO (mm)	20-50	200	2000	1000	2000
CONTINUIDAD (m)	>20	1-3	1-3	3-10	<1
APERTURA (mm)	<1	1-5	1-5	1-5	1-5
RUGOSIDAD	4-6	6-8	6-8	6-8	8-10
RELLENOS	-	-	-	-	-
AGUA	ligeramente húmedo				

CARACTERIZACION DEL MACIZO ROCOSO. RMR

		A	B	C	D	A	B	C	D
RMR 1	RESISTENCIA A COMP. SIMPLE	R3	R4			4	7		
RMR 2+3	JUNTAS POR METRO	D1	20	10		14	22		
		D2	3	2		29	31		
		D3	2	2		31	31		
		Media	8	5	0	0	24,67	28	0
RMR 4	ESTADO DE LAS JUNTAS	Continuidad	1-3	1-3		4	4		
		Apertura	1-5	1-5		1	1		
		Rugosidad	6-8	6-8		3	3		
		Relleno	limo	III		2	4		
		Meteorización	III	no		3	3		
	Suma					13	15	0	0
RMR 5	PRESENCIA DE AGUA	ligeramente húmedo				10	10		
SUMA TOTAL						52	60	0	0

ESTABILIDAD DEL TALUD.SMR

CASO	FRACTURA=	S0	J1	J2	J3	S0	J1	J2	J3		
F1	j-s j-s-180°	P/T	j	350	45	250	330	0,15	0,15	0,15	0,70
			s	320	320	320	320				
F2	βj	P/T	βj	30	65	40	75	0,70	1,00	1,00	1,00
F3	βj-βs βj+βs	P/T	βj	30	65	40	75	-60	-50	0	0
			βs	50-60	50-60	50-60	50-60				
F4	METODO DE EXCAVACION DE TALUDES			voladura o mecánica				0	0	0	0
SMR= RMR - (F1 x F2 x F3) + F4						57-65	59-67	51-59	50-58		

CASO: P = Caída plana
 T = Caída por vuelco
 P/T = Indiferente

j = dirección de buzamiento de la fractura βj = buzamiento fractura
 s = dirección de buzamiento del talud βs = buzamiento talud

OBSERVACIONES:

A=lutita+carbón, B=lutita + arenisca. Se observan surgencias en el contacto pudingas-arenisca

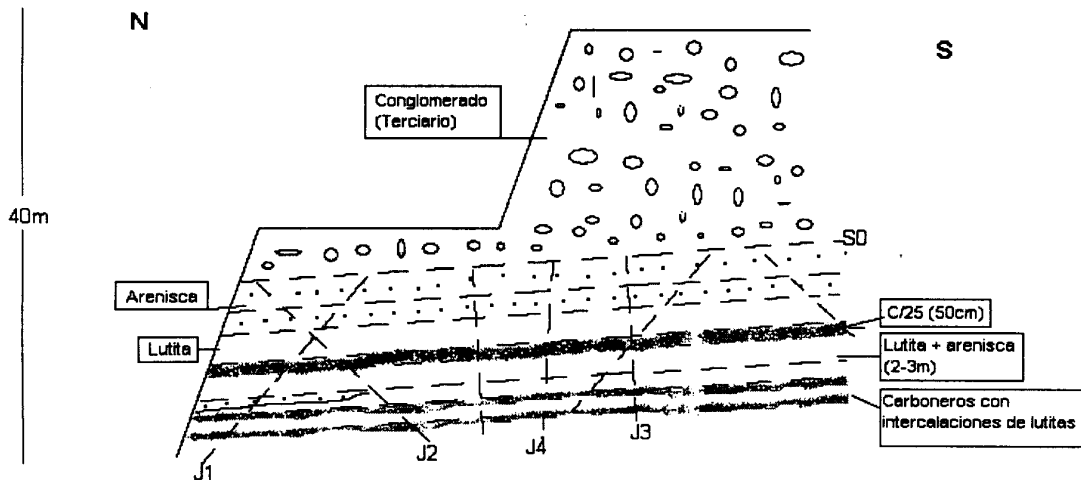
COMPORTAMIENTO DEL TALUD DEL FRENTE

ESTABILIDAD GENERAL: EXCELENTE BUENA MEDIA MALA MUY MALA

TIPOS DE INESTABILIDAD OBSERVADOS:

- | | | | | |
|-------------------|-------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| | <input type="checkbox"/> | ROTURA DE TALUD | | |
| | <input type="checkbox"/> | ROTACIONALES | <input type="checkbox"/> | ROTURA DE PIE |
| 1. DESLIZAMIENTOS | <input type="checkbox"/> | ROTURA DE BASE | <input type="checkbox"/> | EXTENSIONES LATERALES |
| | <input checked="" type="checkbox"/> | TRANSLACIONALES | <input checked="" type="checkbox"/> | CUÑA DIRECTA |
| | | | <input type="checkbox"/> | CUÑA INVERSA |
| | | | <input type="checkbox"/> | BLOQUES |
| 2. VUELCOS | <input type="checkbox"/> | VUELCO POR FLEXION | <input checked="" type="checkbox"/> | CHINEOS |
| | <input type="checkbox"/> | VUELCO DE BLOQUES | 3. DESPRENDIMIENTOS | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | <input type="checkbox"/> | VUELCO MIXTO | | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | <input type="checkbox"/> | REPTACIONES | | <input type="checkbox"/> |
| 4. COLADAS | <input type="checkbox"/> | DERRUBIOS | 5. EROSIVOS | <input type="checkbox"/> |
| | <input type="checkbox"/> | DE BARRO | | <input type="checkbox"/> |
| 6. OTROS | <input type="checkbox"/> | ALTERACION SUPERFICIAL | <input type="checkbox"/> | GRIETAS DE TRACCION |
| | | | | |

PERFIL TRANSVERSAL





FICHA VI: CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

DATOS GEOTÉCNICOS

ESTRUCTURAS: pliegue de rodilla

FRACTURACIÓN (fr / m³): 23

RESISTENCIA: R3-R2 (50-500kp/cm²)

METEORIZACIÓN: IV

ESTRUCTURA MEDIO ROCOSO: tabular

DRENAJE / PERMEABILIDAD: mediocre/baja

EROSIONABILIDAD: baja

Clave:

Fecha: 23/8/00

Nombre: C/25 FRENTE O

Área: TORRE - BEMBIBRE

GEOMECÁNICA

TIPO DE PLANO	S0	J1	J2			
DIR. DE BUZAMIENTO	28	60	0			
BUZAMIENTO	7	65	60			
ESPACIADO (mm)	50-100	1000	1000			
CONTINUIDAD (m)	>20	1-3	3-10			
APERTURA (mm)	<1	>5	>5			
RUGOSIDAD	6-8	4-6	6-8			
RELLENOS	-	-	-			
AGUA	húmedo					

CARACTERIZACION DEL MACIZO ROCOSO. RMR

		A	B	C	D	A	B	C	D
RMR 1	RESISTENCIA A COMP. SIMPLE	R2	R3			2	4		
RMR 2+3	JUNTAS POR METRO	D1	20	10		14	22		
		D2	2	1		31	34		
		D3	1	2		34	31		
		Media	8	4	0	0	25	28	0
RMR 4	ESTADO DE LAS JUNTAS	Continuidad	3-10	3-10		2	2		
		Apertura	>5	1-5		0	1		
		Rugosidad	6-8	6-8		3	3		
		Relleno	no	no		4	4		
		Meteorización	IV	IV		1	1		
	Suma				10	11	0	0	
RMR 5	PRESENCIA DE AGUA	húmedo				7	7		
SUMA TOTAL						44	50	0	0

ESTABILIDAD DEL TALUD.SMR

F1	CASO	FRACTURA=	S0			J1			J2		
			S0	J1	J2	S0	J1	J2	S0	J1	J2
F1	j-s j-s-180°	P	j	28	60	0	0,85	0,15	0,70		
			s	20	20	20					
F2	βj	P	βj	7	65	60	0,15	1,00	1,00		
F3	βj-βs βj+βs	P	βj	7	65	60	-60	-50	-60		
			βs	65	65	65					
F4	METODO DE EXCAVACIÓN DE TALUDES		voladura o mecánica			0	0	0			
SMR= RMR - (F1 x F2 x F3) + F4						52-58	52-58	86-92			

CASO: P = Caída plana
T = Caída por vuelco
P/T = Indiferente

j = dirección de buzamiento de la fractura βj = buzamiento fractura
s = dirección de buzamiento del talud βs = buzamiento talud

OBSERVACIONES:

A= lutitas con capas de carbón, B= arenisca y lutitas



DATOS GEOTÉCNICOS

ESTRUCTURAS: -
 FRACTURACIÓN (fr / m³): 54
 RESISTENCIA: R2-3 (50-500 kp/cm²)
 METEORIZACIÓN: III-II
 ESTRUCTURA MEDIO ROCOSO: tabular
 DRENAJE / PERMEABILIDAD: bueno/baja
 EROSIONABILIDAD: baja

Clave: 110870001
 Fecha: 22/8/00
 Nombre: FONTORIA
 Área: FABERO - MATARROSA

GEOMECÁNICA

TIPO DE PLANO	So	J1	J2	J3		
DIR. DE BUZAMIENTO	85	95	150	275		
BUZAMIENTO	10	88	72	85		
ESPACIADO (mm)	50	1000	500	600		
CONTINUIDAD (m)	>20	3-10	1-3	3-10		
APERTURA (mm)	1-5	1-5	1-5	1-5		
RUGOSIDAD	4-6	4-6	6-8	6-8		
RELLENOS	-	-	-	-		
AGUA	Ligeramente húmedo					

CARACTERIZACION DEL MACIZO ROCOSO. RMR

		A	B	C	D	A	B	C	D
RMR 1	RESISTENCIA A COMP. SIMPLE	R2-R3				3			
RMR 2+3	JUNTAS POR METRO	D1	50			6			
		D2	1			34			
		D3	3			29			
		Media	18	0	0	0	15	0	0
RMR 4	ESTADO DE LAS JUNTAS	Continuidad	3-10			2			
		Apertura	1-5			1			
		Rugosidad	4-6			1			
		Relleno	no			4			
		Meteorización	III			3			
	Suma					11	0	0	0
RMR 5	PRESENCIA DE AGUA	Lig. Húmedo				10			
SUMA TOTAL						39	0	0	0

ESTABILIDAD DEL TALUD.SMR

	CASO	FRACTURA=	S0	J1	J2	J3	S0	J1	J2	J3	
			F1	j-s j-s-180°	P/T	j s	350 350	15 350	220 350	340 350	1,00
F2	βj	P/T	βj	28	80	80	85	0,40	1,00	1,00	1,00
F3	βj-βs βj+βs	P/T	βj	28	80	80	85	-50	0	0	0
			βs	28-30	28-30	28-30	28-30				
F4	METODO DE EXCAVACIÓN DE TALUDES						0	0	0	0	
SMR= RMR - (F1 x F2 x F3) + F4							40	39	44	39	

CASO: P = Caída plana
 T = Caída por vuelco
 P/T = Indiferente

j = dirección de buzamiento de la fractura
 s = dirección de buzamiento del talud

βj = buzamiento fractura
 βs = buzamiento talud

OBSERVACIONES:

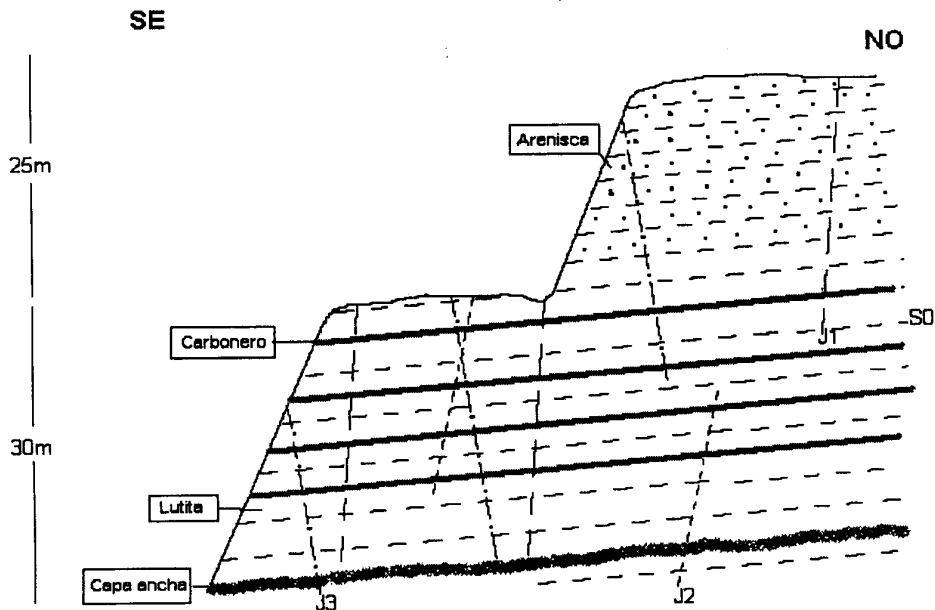
COMPORTAMIENTO DEL TALUD DEL FRENTE

ESTABILIDAD GENERAL: EXCELENTE BUENA MEDIA MALA MUY MALA

TIPOS DE INESTABILIDAD OBSERVADOS:

- | | | | |
|-------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| | <input type="checkbox"/> ROTACIONALES | <input type="checkbox"/> ROTURA DE TALUD | <input type="checkbox"/> ROTURA DE PIE |
| 1. DESLIZAMIENTOS | <input type="checkbox"/> TRANSLACIONALES | <input type="checkbox"/> ROTURA DE BASE | <input type="checkbox"/> EXTENSIONES LATERALES |
| | | <input type="checkbox"/> CUÑA DIRECTA | |
| | | <input type="checkbox"/> CUÑA INVERSA | |
| | | <input type="checkbox"/> BLOQUES | |
| 2. VUELCOS | <input type="checkbox"/> VUELCO POR FLEXION | <input type="checkbox"/> VUELCO DE BLOQUES | <input checked="" type="checkbox"/> CHINEOS |
| | <input type="checkbox"/> VUELCO MIXTO | 3. DESPRENDIMIENTOS | <input checked="" type="checkbox"/> BLOQUES MEDIOS |
| | <input type="checkbox"/> REPTACIONES | | <input checked="" type="checkbox"/> BLOQUES GRANDES |
| 4. COLADAS | <input type="checkbox"/> DERRUBIOS | 5. EROSIVOS | <input type="checkbox"/> REGUEROS Y CARCAVAS |
| | <input type="checkbox"/> DE BARRO | | <input type="checkbox"/> DERRUBIOS IMPORTANTES |
| 6. OTROS | <input type="checkbox"/> ALTERACION SUPERFICIAL | <input type="checkbox"/> GRIETAS DE TRACCION | <input type="checkbox"/> EROSION DIFERENCIAL |

PERFIL TRANSVERSAL





DATOS GEOTÉCNICOS

ESTRUCTURAS: pliegues
 FRACTURACIÓN (fr / m³): 5
 RESISTENCIA: R4 (500-1000kp/cm²)
 METEORIZACIÓN: IV
 ESTRUCTURA MEDIO ROCOSO: tabular
 DRENAJE / PERMEABILIDAD: mediocre/baja
 EROSIONABILIDAD: baja

Clave: 120870001
 Fecha: 21/8/00
 Nombre: IMPENSADA 1
 Área: VALDESAMARIO

GEOMECÁNICA

TIPO DE PLANO	S0	J1	J2	J3		
DIR. DE BUZAMIENTO	255	118	345	85		
BUZAMIENTO	40-45	50	60	50		
ESPACIADO (mm)	300	2000	400	200		
CONTINUIDAD (m)	>20	1-3	3-10	1-3		
APERTURA (mm)	1-5	>5	>5	1-5		
RUGOSIDAD	6-8	6-8	8-10	6-8		
RELLENOS	limo	limo	limo	limo		
AGUA	ligeramente humedo					

CARACTERIZACION DEL MACIZO ROCOSO. RMR

		A	B	C	D	A	B	C	D
RMR 1	RESISTENCIA A COMP. SIMPLE	R4				7			
RMR 2+3	JUNTAS POR METRO	D1				25			
		D2				29			
		D3				28			
		Media	5	0	0	0	27,33	0	0
RMR 4	ESTADO DE LAS JUNTAS	Continuidad	3-10			2			
		Apertura	>5			0			
		Rugosidad	6-8			3			
		Relleno	limo			2			
		Meteorización	IV			1			
	Suma					8	0	0	0
RMR 5	PRESENCIA DE AGUA	ligeramente humedo				10			
SUMA TOTAL						52	0	0	44

ESTABILIDAD DEL TALUD.SMR

CASO			FRACTURA=				S0	J1	J2	J3	
F1	j-s	P/T	j	255	118	345	85	0,15	0,15	0,70	0,15
	j-s-180°		s	0	0	0	0				
F2	βj	P/T	βj	45	50	60	50	1,00	1,00	1,00	1,00
F3	βj-βs	P/T	βj	45	50	60	50	-6	0	-25	-50
	βj+βs		βs	60	60	60	60				
F4	MÉTODO DE EXCAVACIÓN DE TALUDES			voladura o mecánica				0	0	0	0
SMR = RMR - (F1 x F2 x F3) + F4							53,2	52,3	69,8	59,8	

CASO: P = Caída plana
 T = Caída por vuelco
 P/T = Indiferente

j = dirección de buzamiento de la fractura βj = buzamiento fractura
 s = dirección de buzamiento del talud βs = buzamiento talud

OBSERVACIONES:

La explotación ha terminado en esta corta, quedando únicamente el muro de cuarcitas ordovícicas. Se observan importantes derrubios de bloques con un tamaño en general de 30x30cm. Las capas están algo replegadas buzando de 10 a 45°.

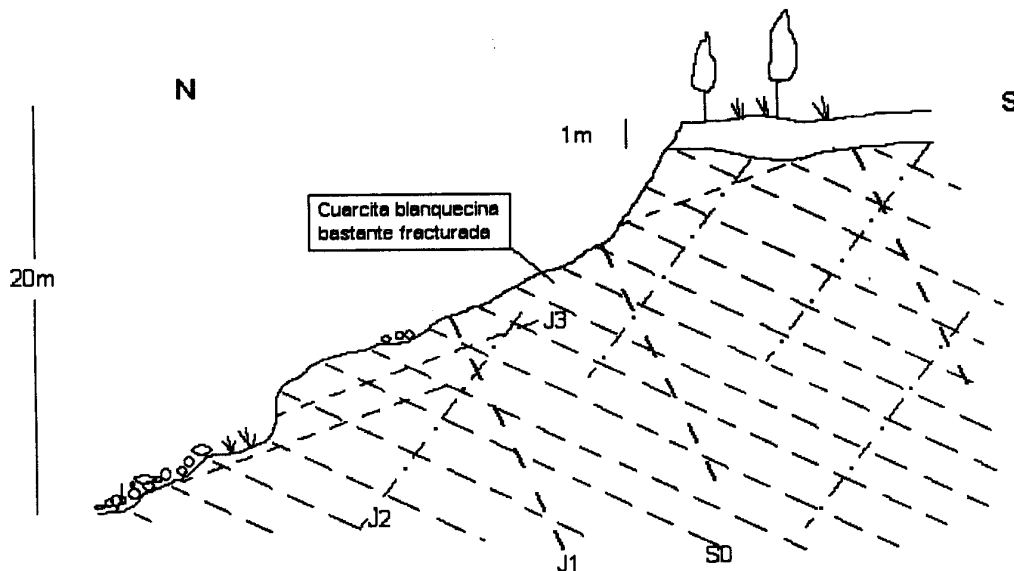
COMPORTAMIENTO DEL TALUD DEL FRENTE

ESTABILIDAD GENERAL: EXCELENTE BUENA MEDIA MALA MUY MALA

TIPOS DE INESTABILIDAD OBSERVADOS:

- | | | | | |
|-------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| | <input type="checkbox"/> | ROTURA DE TALUD | | |
| | <input type="checkbox"/> | ROTACIONALES | <input type="checkbox"/> | ROTURA DE PIE |
| 1. DESLIZAMIENTOS | <input type="checkbox"/> | TRANSLACIONALES | <input type="checkbox"/> | ROTURA DE BASE |
| | | | <input type="checkbox"/> | CUÑA DIRECTA |
| | | | <input type="checkbox"/> | CUÑA INVERSA |
| | <input type="checkbox"/> | BLOQUES | <input type="checkbox"/> | EXTENSIONES LATERALES |
| 2. VUELCOS | <input type="checkbox"/> | VUELCO POR FLEXION | <input checked="" type="checkbox"/> | CHINEOS |
| | <input type="checkbox"/> | VUELCO DE BLOQUES | <input checked="" type="checkbox"/> | BLOQUES MEDIOS |
| | <input type="checkbox"/> | VUELCO MIXTO | <input checked="" type="checkbox"/> | BLOQUES GRANDES |
| | <input type="checkbox"/> | REPTACIONES | <input checked="" type="checkbox"/> | REGUEROS Y CARCAVAS |
| 4. COLADAS | <input type="checkbox"/> | DERRUBIOS | <input checked="" type="checkbox"/> | DERRUBIOS IMPORTANTES |
| | <input type="checkbox"/> | DE BARRO | <input type="checkbox"/> | EROSION DIFERENCIAL |
| 6. OTROS | <input type="checkbox"/> | ALTERACION SUPERFICIAL | <input type="checkbox"/> | GRIETAS DE TRACCION |
| | | | | |

PERFIL TRANSVERSAL





DATOS GEOTÉCNICOS

ESTRUCTURAS: -
 FRACTURACIÓN (fr / m³): 10
 RESISTENCIA: R3-R5(250-2500kp/cm²)
 METEORIZACIÓN: III-IV
 ESTRUCTURA MEDIO ROCOSO: tabular
 DRENAJE / PERMEABILIDAD: malo/baja
 EROSIONABILIDAD: baja

Clave: 120870002
 Fecha: 21/8/00
 Nombre: IMPENSADA 1 Y OTRAS
 Área: VALDESAMARIO

GEOMECAÍNICA

TIPO DE PLANO	S0	J1	J2	J3	J4	J5
DIR. DE BUZAMIENTO	175-190	97	260	10-30	330	80
BUZAMIENTO	50-70	35	82	40-50	80	85
ESPACIADO (mm)	200	300	1000	500-1000	4000	4000
CONTINUIDAD (m)	>20	3-10	3-10	3-10	3-10	1-3
APERTURA (mm)	<1	<1	<1	1-5	1-5	<1
RUGOSIDAD	4-6	6-8	6-8	6-8	6-8	6-8
RELLENOS	-	-	-	-	-	-
AGUA	seco					

CARACTERIZACION DEL MACIZO ROCOSO. RMR

		A	B	C	D	A	B	C	D
RMR 1	RESISTENCIA A COMP. SIMPLE	R3	R5	R4		4	12	7	
RMR 2+3	JUNTAS POR METRO	D1	6	4	10	26	28	22	
		D2	2	2	2	31	31	31	
		D3	2	1	2	31	34	31	
		Media	3	2	5	0	29,33	31	28
RMR 4	ESTADO DE LAS JUNTAS	Continuidad	3-10	3-10	1-3	2	2	4	
		Apertura	<1	1-5	<1	4	1	4	
		Rugosidad	4-6	6-8	6-8	1	3	3	
		Relleno	no	no	no	4	4	4	
		Meteorización	III	IV	IV	3	1	1	
	Suma					14	11	16	0
RMR 5	PRESENCIA DE AGUA	seco				15	15	15	
SUMA TOTAL						62	69	66	0

ESTABILIDAD DEL TALUD.SMR

	CASO	FRACTURA=	S0	J1	J2	J3	S0	J1	J2	J3	
			F1	j-s j-s-180°	P/T	j s	180 180	97 175	260 175	20 190	1,00
F2	βj	P/T	βj	60	35	82	45	1,00	0,70	1,00	1,00
F3	βj-βs βj+βs	P/T	βj	60	35	82	45	0	-60	0	0
			βs	60	50	50	70				
F4	METODO DE EXCAVACION DE TALUDES			voladura o mecánica				0	0	0	0
SMR= RMR - (F1 x F2 x F3) + F4							68-77	62	62,3	70-74	

CASO: P = Caída plana
 T = Caída por vuelco
 P/T = Indiferente

j = dirección de buzamiento de la fractura βj = buzamiento fractura
 s = dirección de buzamiento del talud βs = buzamiento talud

OBSERVACIONES:

A=lutitas, B=cuarcita, C=lutita+cuarcita. Corta ya restaurada y revegetada. Prácticamente solo aflora el muro cuarcítico ordovícico.

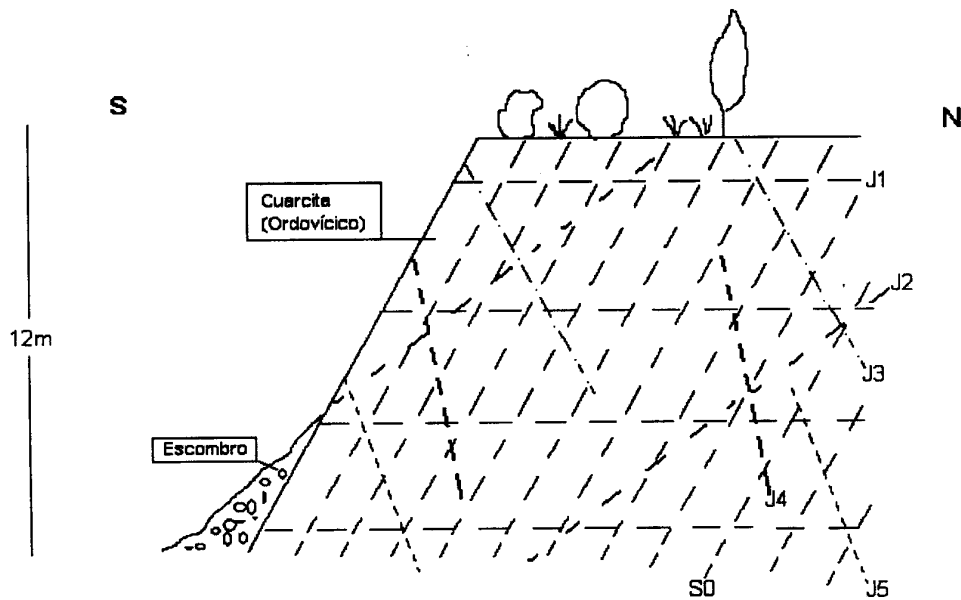
COMPORTAMIENTO DEL TALUD DEL FRENTE

ESTABILIDAD GENERAL: EXCELENTE BUENA MEDIA- MALA MUY MALA

TIPOS DE INESTABILIDAD OBSERVADOS:

- | | | | | | |
|---------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| | <input type="checkbox"/> ROTACIONALES | <input type="checkbox"/> ROTURA DE TALUD | <input type="checkbox"/> ROTURA DE PIE | <input type="checkbox"/> ROTURA DE BASE | <input type="checkbox"/> EXTENSIONES LATERALES |
| 1. DESLIZAMIENTOS | <input type="checkbox"/> TRANSLACIONALES | <input type="checkbox"/> CUÑA DIRECTA | <input type="checkbox"/> CUÑA INVERSA | <input type="checkbox"/> BLOQUES | |
| 2. VUELCOS | <input type="checkbox"/> VUELCO POR FLEXION | <input type="checkbox"/> VUELCO DE BLOQUES | <input type="checkbox"/> VUELCO MIXTO | <input type="checkbox"/> REPTACIONES | <input checked="" type="checkbox"/> CHINEOS |
| 3. DESPRENDIMIENTOS | <input type="checkbox"/> DERRUBIOS | <input type="checkbox"/> DERRUBIOS IMPORTANTES | <input type="checkbox"/> DE BARRO | <input type="checkbox"/> ALTERACION SUPERFICIAL | <input checked="" type="checkbox"/> BLOQUES MEDIOS |
| 4. COLADAS | <input type="checkbox"/> DERRUBIOS | <input type="checkbox"/> DERRUBIOS IMPORTANTES | <input type="checkbox"/> DE BARRO | <input type="checkbox"/> ALTERACION SUPERFICIAL | <input checked="" type="checkbox"/> BLOQUES GRANDES |
| 5. EROSIVOS | <input type="checkbox"/> DERRUBIOS | <input type="checkbox"/> DERRUBIOS IMPORTANTES | <input type="checkbox"/> DE BARRO | <input type="checkbox"/> ALTERACION SUPERFICIAL | <input checked="" type="checkbox"/> REGUEROS Y CARCAVAS |
| 6. OTROS | <input type="checkbox"/> DERRUBIOS | <input type="checkbox"/> DERRUBIOS IMPORTANTES | <input type="checkbox"/> DE BARRO | <input type="checkbox"/> ALTERACION SUPERFICIAL | <input type="checkbox"/> EROSION DIFERENCIAL |
| | <input type="checkbox"/> GRIETAS DE TRACCION | | | | |

PERFIL TRANSVERSAL





DATOS GEOTÉCNICOS

ESTRUCTURAS: -
 FRACTURACIÓN (fr / m³): 7
 RESISTENCIA: R3(250-500 kp/cm²)
 METEORIZACIÓN: III-IV
 ESTRUCTURA MEDIO ROCOSO: bloques
 DRENAJE / PERMEABILIDAD: malo/baja
 EROSIONABILIDAD: baja-media

Clave: 110880001
 Fecha: 21/8/00
 Nombre: DEL PORVENIR
 Área: NOCEDA - SANTA CRUZ

GEOMECÁNICA

TIPO DE PLANO	S0	J1	J2	J3			
DIR. DE BUZAMIENTO	214	50	320	30			
BUZAMIENTO	45	48	80	84			
ESPACIADO (mm)	1000	800	600	500			
CONTINUIDAD (m)	> 20	3-10	3-10	1-3			
APERTURA (mm)	1-5	1-5	> 5	< 1			
RUGOSIDAD	4-6	4-6	4-6	6-8			
RELLENOS	-	limo	limo	-			
AGUA	seco						

CARACTERIZACION DEL MACIZO ROCOSO. RMR

		A	B	C	D	A	B	C	D
RMR 1	RESISTENCIA A COMP. SIMPLE	R3				4			
RMR 2+3	JUNTAS POR METRO	D1				28			
		D2				31			
		D3				34			
		Media	2	0	0	0	31	0	0
RMR 4	ESTADO DE LAS JUNTAS	Continuidad	3-10			2			
		Apertura	1-5			1			
		Rugosidad	4-6			1			
		Relleno	limo			2			
		Meteorización	III-IV			2			
	Suma					8	0	0	0
RMR 5	PRESENCIA DE AGUA	seco				15			
SUMA TOTAL						58	0	0	0

ESTABILIDAD DEL TALUD.SMR

	CASO	FRACTURA=	S0				S0				
			J1	J2	J3	S0	J1	J2	J3		
F1	j-s j-s-180°	P/T	j	214	50	320	30	0,15	0,40	0,15	0,85
			s	20	20	20	20				
F2	βj	P/T	βj	45	48	80	84	1,00	1,00	1,00	1,00
F3	βj-βs βj+βs	P/T	βj	45	48	80	84	-6	-50	0	0
			βs	50-70	50-70	50-70	50-70				
F4	METHODS OF EXCAVATION OF SLOPES			0	0	0	0	0	0	0	
SMR= RMR - (F1 x F2 x F3) + F4				58,9	78	58	58				

CASO: P = Caida plana
 T = Caida por vuelco
 P/T = Indiferente

j = dirección de buzamiento de la fractura
 s = dirección de buzamiento del talud

βj = buzamiento fractura
 βs = buzamiento talud

OBSERVACIONES:

Explotación en varios frentes a favor y en contra de la estratificación (So)

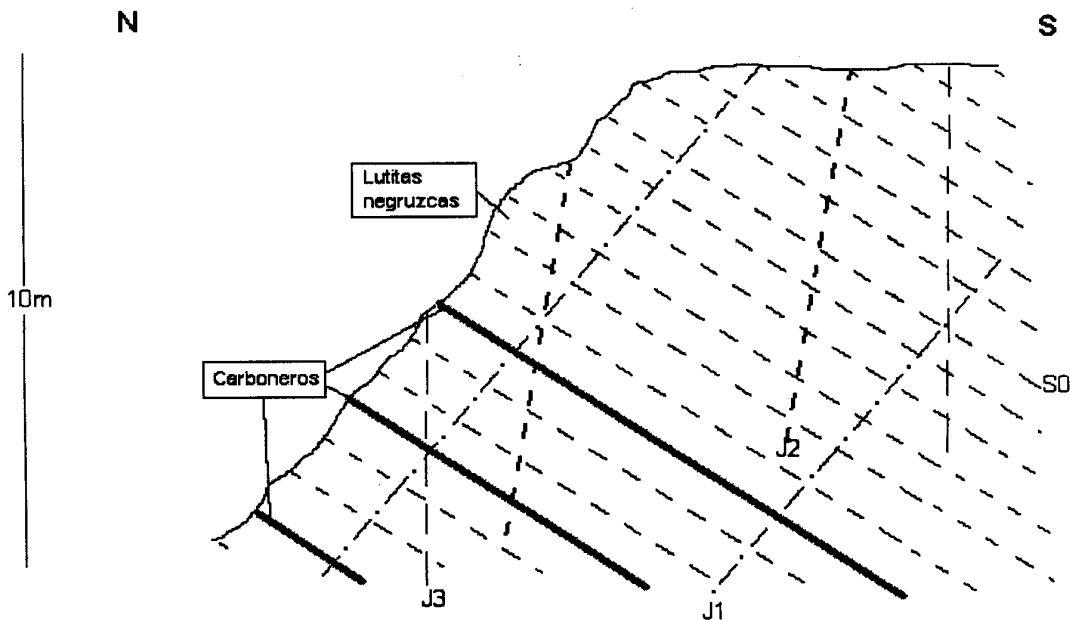
COMPORTAMIENTO DEL TALUD DEL FRENTE

ESTABILIDAD GENERAL: EXCELENTE BUENA MEDIA- MALA MUY MALA

TIPOS DE INESTABILIDAD OBSERVADOS:

- | | | | | |
|-------------------|-------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| | <input type="checkbox"/> | ROTURA DE TALUD | | |
| | <input type="checkbox"/> | ROTACIONALES | <input type="checkbox"/> | ROTURA DE PIE |
| 1. DESLIZAMIENTOS | <input type="checkbox"/> | ROTURA DE BASE | <input type="checkbox"/> | EXTENSIONES LATERALES |
| | <input checked="" type="checkbox"/> | TRANSLACIONALES | <input checked="" type="checkbox"/> | CUÑA DIRECTA |
| | | | <input type="checkbox"/> | CUÑA INVERSA |
| | <input type="checkbox"/> | BLOQUES | | |
| 2. VUELCOS | <input type="checkbox"/> | VUELCO POR FLEXION | <input checked="" type="checkbox"/> | CHINEOS |
| | <input type="checkbox"/> | VUELCO DE BLOQUES | 3. DESPRENDIMIENTOS | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | <input type="checkbox"/> | VUELCO MIXTO | | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | <input type="checkbox"/> | REPTACIONES | | <input type="checkbox"/> |
| 4. COLADAS | <input type="checkbox"/> | DERRUBIOS | 5. EROSIVOS | <input type="checkbox"/> |
| | <input type="checkbox"/> | DE BARRO | | <input type="checkbox"/> |
| 6. OTROS | <input type="checkbox"/> | ALTERACION SUPERFICIAL | <input type="checkbox"/> | GRIETAS DE TRACCION |
| | | | | |

PERFIL TRANSVERSAL





DATOS GEOTÉCNICOS

ESTRUCTURAS: -
 FRACTURACIÓN (fr / m³): 17
 RESISTENCIA: R3 (250-500kp/cm²)
 METEORIZACIÓN: IV
 ESTRUCTURA MEDIO ROCOSO: tabular
 DRENAJE / PERMEABILIDAD: malo/baja
 EROSIONABILIDAD: media

Clave: 110810001
 Fecha: 22/8/00
 Nombre: PEÑARROSAS
 Área: FABERO - MATARROSA

GEOMECAÍNICA

TIPO DE PLANO	S0	J1	J2	J3	J4
DIR. DE BUZAMIENTO	310	145	140	75	202
BUZAMIENTO	28	80	65	75	58
ESPACIADO (mm)	100	600	500	400	30-50
CONTINUIDAD (m)	>20	3-10	3-10	1-3	3-10
APERTURA (mm)	<1	1-5	1-5	>5	1-5
RUGOSIDAD	8-10	6-8	6-8	6-8	6-8
RELLENOS	limo	arena	arena	arena	arena
AGUA	seco				

CARACTERIZACION DEL MACIZO ROCOSO. RMR

		A	B	C	D	A	B	C	D
RMR 1	RESISTENCIA A COMP. SIMPLE	R3				4			
RMR 2+3	JUNTAS POR METRO	D1				20			
		D2				29			
		D3				31			
		Media	6	0	0	0	26	0	0
RMR 4	ESTADO DE LAS JUNTAS	Continuidad	3-10			2			
		Apertura	1-5			1			
		Rugosidad	6-8			3			
		Relleno	arena			2			
		Meteorización	IV			1			
	Suma					9	0	0	0
RMR 5	PRESENCIA DE AGUA	seco				15			
SUMA TOTAL						54	0	0	0

ESTABILIDAD DEL TALUD.SMR

		CASO		FRACTURA=				S0	J1	J2	J3
F1	j-s j-s-180°	P/T	j	310	145	140	75	0,15	0,15	0,15	1,00
			s	80	80	80	80				
F2	βj	P/T	βj	28	80	65	75	1,00	1,00	1,00	1,00
F3	βj-βs βj+βs	P/T	βj	28	80	65	75	-6	-25	-60	-50
			βs	80	80	80	80				
F4	METODO DE EXCAVACIÓN DE TALUDES			voladura o mecánica				0	0	0	0
SMR= RMR - (F1 x F2 x F3) + F4								54,9	57,8	63	100

CASO: P = Caída plana
 T = Caída por vuelco
 P/T = Indiferente

j = dirección de buzamiento de la fractura βj = buzamiento fractura
 s = dirección de buzamiento del talud βs = buzamiento talud

OBSERVACIONES:

Arenisca con niveles lutíficos con capas de carbón menores a 30cm. Existe minería subterránea anterior. Los taludes se sujetan muy mal. En dos semanas termina la explotación y la corta será restaurada.

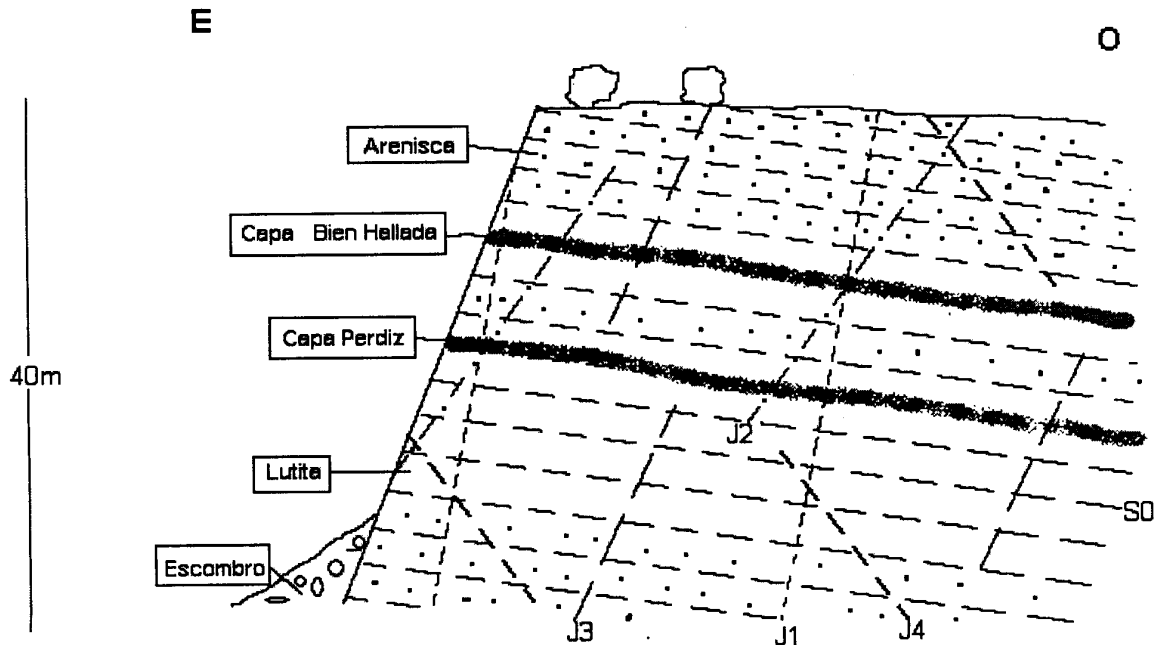
COMPORTAMIENTO DEL TALUD DEL FRENTE

ESTABILIDAD GENERAL: EXCELENTE BUENA MEDIA MALA MUY MALA

TIPOS DE INESTABILIDAD OBSERVADOS:

- | | | | | |
|-------------------|-------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| | <input checked="" type="checkbox"/> | ROTURA DE TALUD | | |
| | <input checked="" type="checkbox"/> | ROTACIONALES | <input type="checkbox"/> | ROTURA DE PIE |
| 1. DESLIZAMIENTOS | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | ROTURA DE BASE |
| | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | CUÑA DIRECTA |
| | <input checked="" type="checkbox"/> | TRANSLACIONALES | <input type="checkbox"/> | CUÑA INVERSA |
| | <input type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | BLOQUES |
| | <input type="checkbox"/> | VUELCO POR FLEXION | <input checked="" type="checkbox"/> | CHINEOS |
| 2. VUELCO | <input type="checkbox"/> | VUELCO DE BLOQUES | 3. DESPRENDIMIENTOS | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | <input type="checkbox"/> | VUELCO MIXTO | | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | <input type="checkbox"/> | REPTACIONES | | <input type="checkbox"/> |
| 4. COLADAS | <input type="checkbox"/> | DERRUBIOS | 5. EROSIVOS | <input type="checkbox"/> |
| | <input type="checkbox"/> | DE BARRO | | <input type="checkbox"/> |
| 6. OTROS | <input type="checkbox"/> | ALTERACION SUPERFICIAL | <input type="checkbox"/> | GRIETAS DE TRACCION |

PERFIL TRANSVERSAL





DATOS GEOTÉCNICOS

ESTRUCTURAS: fallas
 FRACTURACIÓN (fr / m³): 14
 RESISTENCIA: R3 (250-500kp/cm²)
 METEORIZACIÓN: IV-III
 ESTRUCTURA MEDIO ROCOSO: laminar
 DRENAJE / PERMEABILIDAD: malo/baja
 EROSIONABILIDAD: baja

Clave:
 Fecha: 23/8/00
 Nombre: SANTIBAÑEZ
 Área: TORRE - BEMBIBRE

GEOMECÁNICA

TIPO DE PLANO	S0	J1	J2	J3	J4
DIR. DE BUZAMIENTO	2	85	240	130	240
BUZAMIENTO	84	72	75	20	30
ESPACIADO (mm)	50	500	1000	2000	2000
CONTINUIDAD (m)	>20	1-3	1-3	1-3	1-3
APERTURA (mm)	<1	1-5	1-6	1-7	1-8
RUGOSIDAD	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6
RELLENOS	-	-	-	-	-
AGUA	seco				

CARACTERIZACION DEL MACIZO ROCOSO. RMR

		A	B	C	D	A	B	C	D
RMR 1	RESISTENCIA A COMP. SIMPLE	R3				4			
RMR 2+3	JUNTAS POR METRO	D1	10			22			
		D2	2			31			
		D3	2			31			
		Media	5	0	0	0	27	0	0
RMR 4	ESTADO DE LAS JUNTAS	Continuidad	1-3			4			
		Apertura	1-5			1			
		Rugosidad	4-6			1			
		Relleno	no			4			
		Meteorización	IV			1			
	Suma					11	0	0	0
RMR 5	PRESENCIA DE AGUA	seco				15			
SUMA TOTAL						57	0	0	0

ESTABILIDAD DEL TALUD.SMR

	CASO	FRACTURA=	S0				J3				
			S0	J1	J2	J3	S0	J1	J2	J3	
F1	j-s j-s-180°	P/T	j	2	85	240	130	1,00	0,15	0,15	0,15
			s	0	0	0	0				
F2	βj	P/T	βj	84	72	75	20	1,00	1,00	1,00	1,00
F3	βj-βs βj+βs	P/T	βj	84	72	75	20	0	-6	-25	0
			βs	60-70	60-70	60-70	60-70				
F4	METODO DE EXCAVACIÓN DE TALUDES		voladura o mecánica				0	0	0	0	
SMR= RMR - (F1 x F2 x F3) + F4							57	57,9	60,8	57	

CASO: P = Caída plana
 T = Caída por vuelco
 P/T = Indiferente

j = dirección de buzamiento de la fractura βj = buzamiento fractura
 s = dirección de buzamiento del talud βs = buzamiento talud

OBSERVACIONES:

Zona afectada por fallas que varían bruscamente la orientación de los estratos. Destaca la falla de San Andrés al oeste, que limita la explotación.

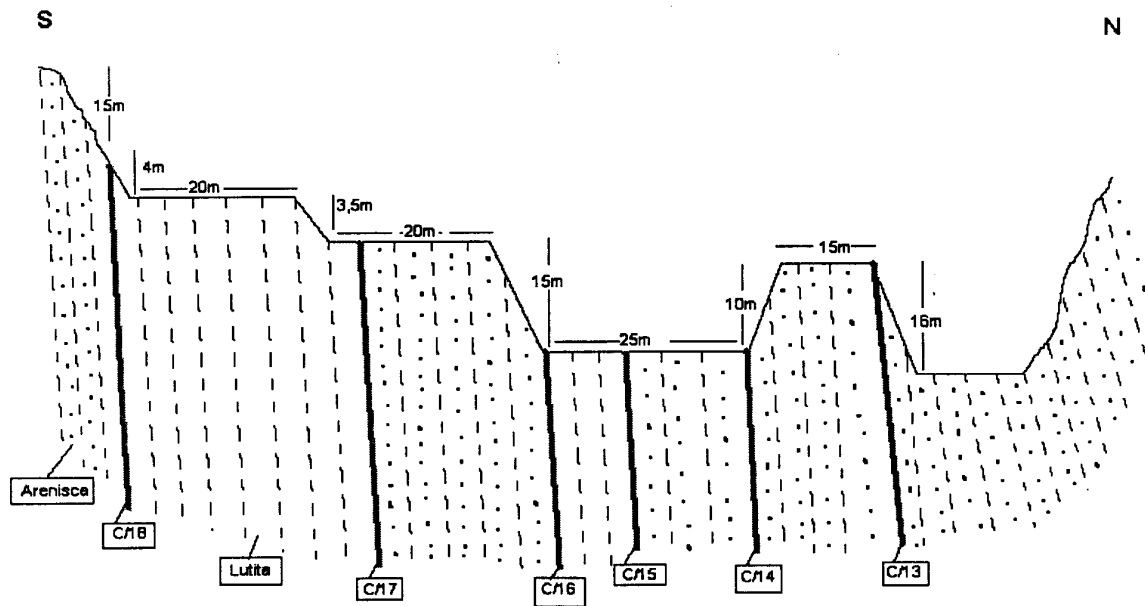
COMPORTAMIENTO DEL TALUD DEL FRENTE

ESTABILIDAD GENERAL: EXCELENTE BUENA MEDIA MALA MUY MALA

TIPOS DE INESTABILIDAD OBSERVADOS:

- | | | | |
|-------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| | <input type="checkbox"/> ROTACIONALES | <input type="checkbox"/> ROTURA DE TALUD | <input type="checkbox"/> ROTURA DE PIE |
| 1. DESLIZAMIENTOS | <input type="checkbox"/> ROTURA DE BASE | <input type="checkbox"/> CUÑA DIRECTA | <input type="checkbox"/> EXTENSIONES LATERALES |
| | <input type="checkbox"/> TRANSLACIONALES | <input type="checkbox"/> CUÑA INVERSA | <input type="checkbox"/> BLOQUES |
| 2. VUELCOS | <input type="checkbox"/> VUELCO POR FLEXION | <input type="checkbox"/> VUELCO DE BLOQUES | <input checked="" type="checkbox"/> CHINEOS |
| | <input type="checkbox"/> VUELCO MIXTO | 3. DESPRENDIMIENTOS | <input checked="" type="checkbox"/> BLOQUES MEDIOS |
| | <input type="checkbox"/> REPTACIONES | | <input type="checkbox"/> BLOQUES GRANDES |
| 4. COLADAS | <input type="checkbox"/> DERRUBIOS | 5. EROSIVOS | <input type="checkbox"/> REGUEROS Y CARCAVAS |
| | <input type="checkbox"/> DE BARRO | | <input type="checkbox"/> DERRUBIOS IMPORTANTES |
| 6. OTROS | <input type="checkbox"/> ALTERACION SUPERFICIAL | <input type="checkbox"/> GRIETAS DE TRACCION | <input type="checkbox"/> EROSION DIFERENCIAL |

PERFIL TRANSVERSAL





DATOS GEOTÉCNICOS

ESTRUCTURAS: piiegues
 FRACTURACIÓN (fr / m³): 20
 RESISTENCIA: R3 (250-500kp/cm²)
 METEORIZACIÓN: III
 ESTRUCTURA MEDIO ROCOSO: tabular
 DRENAJE / PERMEABILIDAD: malo/baja
 EROSIONABILIDAD: media

Clave:
 Fecha: 24/4/01
 Nombre: VILLABLINO 1
 Área: VILLABLINO

GEOMECÁNICA

TIPO DE PLANO	S0	J1	J2	J3		
DIR. DE BUZAMIENTO	170	100	20	270		
BUZAMIENTO	80	70	40	70		
ESPACIADO (mm)	<100	400	1000	400		
CONTINUIDAD (m)	>20	1-3	1-3	1-3		
APERTURA (mm)	<1	1-5	1-5	1-5		
RUGOSIDAD	4-6	4-6	6-8	6-8		
RELLENOS	limo	-	-	limo		
AGUA	seco					

CARACTERIZACION DEL MACIZO ROCOSO. RMR

		A	B	C	D	A	B	C	D
RMR 1	RESISTENCIA A COMP. SIMPLE	R3				4			
RMR 2+3	JUNTAS POR METRO	D1	15			17			
		D2	2			31			
		D3	3			29			
		Media	7	0	0	0	25	0	0
RMR 4	ESTADO DE LAS JUNTAS	Continuidad	3-10			2			
		Apertura	1-5			1			
		Rugosidad	4-6			1			
		Relleno	limo			2			
		Meteorización	III			3			
	Suma					9	0	0	0
RMR 5	PRESENCIA DE AGUA	seco				15			
SUMA TOTAL						53	0	0	0

ESTABILIDAD DEL TALUD.SMR

F1	CASO	P/T	FRACTURA=	S0	J1	J2	J3	S0	J1	J2	J3
F1	j- s j- s-180°	P/T	j	170	100	20	270	1,00	1,00	1,00	0,85
			s	170	170	170	170				
F2	βj	P/T	βj	80	70	40	70	1,00	1,00	1,00	1,00
F3	βj-βs βj+βs	P/T	βj	80	70	40	70	-6	-25	-6	-25
			βs	70	70	70	70				
F4	METODO DE EXCAVACIÓN DE TALUDES			voladura o mecánica				0	0	0	0
SMR= RMR - (F1 x F2 x F3) + F4								59	78	59	74,3

CASO: P = Caída plana
 T = Caída por vuelco
 P/T = Indiferente

j = dirección de buzamiento de la fractura
 s = dirección de buzamiento del talud

βj = buzamiento fractura
 βs = buzamiento talud

OBSERVACIONES:

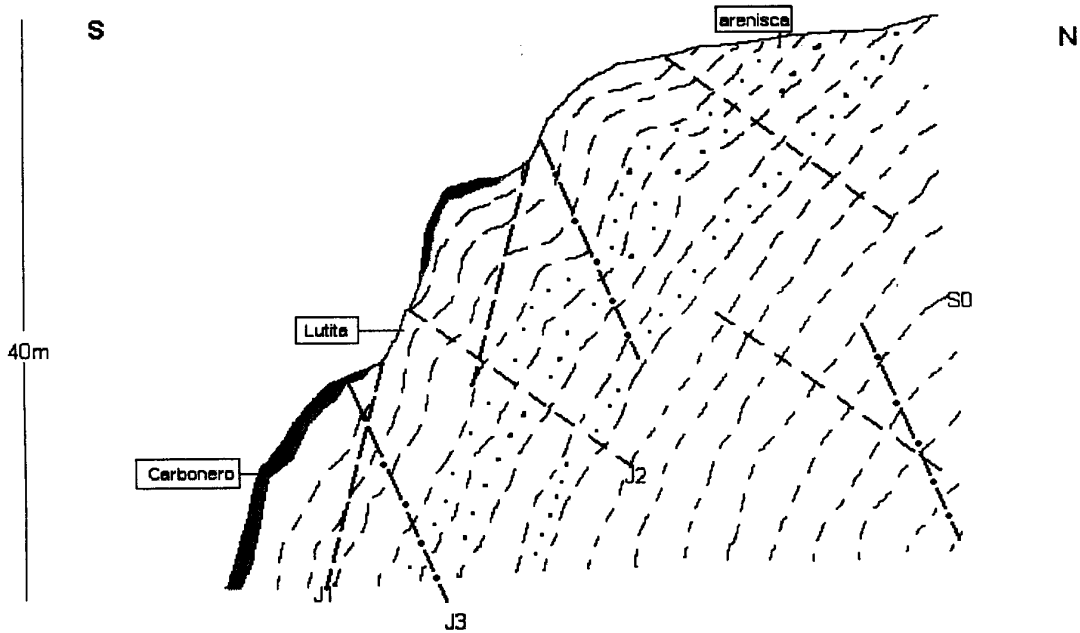
COMPORTAMIENTO DEL TALUD DEL FRENTE

ESTABILIDAD GENERAL: EXCELENTE BUENA MEDIA MALA MUY MALA

TIPOS DE INESTABILIDAD OBSERVADOS:

- | | | | | | |
|---------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| | <input type="checkbox"/> ROTACIONALES | <input type="checkbox"/> ROTURA DE TALUD | <input type="checkbox"/> ROTURA DE PIE | <input type="checkbox"/> ROTURA DE BASE | <input type="checkbox"/> EXTENSIONES LATERALES |
| 1. DESLIZAMIENTOS | <input checked="" type="checkbox"/> TRANSLACIONALES | <input checked="" type="checkbox"/> CUÑA DIRECTA | <input checked="" type="checkbox"/> CUÑA INVERSA | <input type="checkbox"/> BLOQUES | |
| 2. VUELCOS | <input type="checkbox"/> VUELCO POR FLEXION | <input type="checkbox"/> VUELCO DE BLOQUES | <input type="checkbox"/> VUELCO MIXTO | <input type="checkbox"/> REPTACIONES | <input checked="" type="checkbox"/> CHINEOS |
| 3. DESPRENDIMIENTOS | <input type="checkbox"/> DERRUBIOS | <input type="checkbox"/> DE BARRO | <input type="checkbox"/> ALTERACION SUPERFICIAL | <input type="checkbox"/> DERRUBIOS IMPORTANTES | <input checked="" type="checkbox"/> BLOQUES MEDIOS |
| 4. COLADAS | <input type="checkbox"/> DERRUBIOS | <input type="checkbox"/> DE BARRO | <input type="checkbox"/> ALTERACION SUPERFICIAL | <input type="checkbox"/> DERRUBIOS IMPORTANTES | <input checked="" type="checkbox"/> BLOQUES GRANDES |
| 5. EROSIVOS | <input type="checkbox"/> DERRUBIOS | <input type="checkbox"/> DE BARRO | <input type="checkbox"/> ALTERACION SUPERFICIAL | <input type="checkbox"/> DERRUBIOS IMPORTANTES | <input type="checkbox"/> REGUEROS Y CARCAVAS |
| 6. OTROS | <input type="checkbox"/> DERRUBIOS | <input type="checkbox"/> DE BARRO | <input type="checkbox"/> ALTERACION SUPERFICIAL | <input type="checkbox"/> DERRUBIOS IMPORTANTES | <input type="checkbox"/> EROSION DIFERENCIAL |
| | | | | <input type="checkbox"/> GRIETAS DE TRACCION | |

PERFIL TRANSVERSAL





DATOS GEOTÉCNICOS

ESTRUCTURAS: -
 FRACTURACIÓN (fr / m³): 47
 RESISTENCIA: R3 (250-500kp/cm²)
 METEORIZACIÓN: III-IV
 ESTRUCTURA MEDIO ROCOSO: tabular
 DRENAJE / PERMEABILIDAD: malo/baja
 EROSIONABILIDAD: alta

Clave:
 Fecha: 24/4/01
 Nombre: VILLABLINO 2
 Área: VILLABLINO

GEOMECAÁNICA

TIPO DE PLANO	S0	J1	J2	J3		
DIR. DE BUZAMIENTO	330	240	65	300		
BUZAMIENTO	70	80	75	40		
ESPACIADO (mm)	50	1000	1000	<1000		
CONTINUIDAD (m)	>20	>20	1-3	1-3		
APERTURA (mm)	<1	1-5	1-5	<1		
RUGOSIDAD	4-6	6-8	4-6	4-6		
RELLENOS	-	arcilla	arcilla	-		
AGUA	seco					

CARACTERIZACION DEL MACIZO ROCOSO. RMR

		A	B	C	D	A	B	C	D
RMR 1	RESISTENCIA A COMP. SIMPLE	R3				4			
RMR 2+3	JUNTAS POR METRO	D1	40			6			
		D2	4			28			
		D3	3			29			
		Media	16	0	0	0	17	0	0
RMR 4	ESTADO DE LAS JUNTAS	Continuidad	3-10			2			
		Apertura	1-5			1			
		Rugosidad	4-6			1			
		Relleno	arcilla			2			
		Meteorización	IV			1			
	Suma					7	0	0	0
RMR 5	PRESENCIA DE AGUA	seco				15			
SUMA TOTAL						43	0	0	0

ESTABILIDAD DEL TALUD.SMR

	CASO	FRACTURA=	S0	J1	J2	J3	S0	J1	J2	J3	
F1	j-s j-s-180°	P/T	j	330	240	65	300	1,00	1,00	1,00	1,00
			s	330	330	330	330				
F2	βj	P/T	βj	70	80	75	40	1,00	1,00	1,00	0,85
F3	βj-βs βj+βs	P/T	βj	70	80	75	40	-6	0	-25	-50
			βs	60	60	60	60				
F4	METODO DE EXCAVACIÓN DE TALUDES			voladura o mecánica				0	0	0	0
SMR= RMR - (F1 x F2 x F3) + F4							49	43	68	85,5	

CASO: P = Caída plana
 T = Caída por vuelco
 P/T = Indiferente

j = dirección de buzamiento de la fractura
 s = dirección de buzamiento del talud

βj = buzamiento fractura
 βs = buzamiento talud

OBSERVACIONES:

Arenisca, lutitas y carbón. Fuerte alteración superficial por gelifracción.

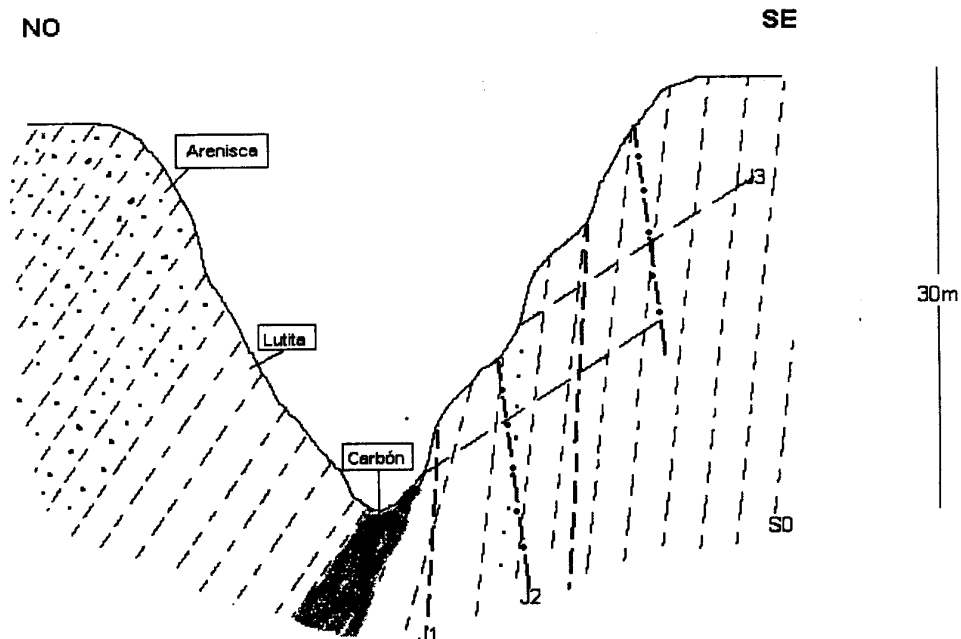
COMPORTAMIENTO DEL TALUD DEL FRENTE

ESTABILIDAD GENERAL: EXCELENTE BUENA MEDIA MALA MUY MALA

TIPOS DE INESTABILIDAD OBSERVADOS:

- | | | | | |
|-------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | <input type="checkbox"/> | ROTURA DE TALUD | | |
| | <input type="checkbox"/> | ROTACIONALES | <input type="checkbox"/> | ROTURA DE PIE |
| 1. DESLIZAMIENTOS | <input type="checkbox"/> | ROTURA DE BASE | <input type="checkbox"/> | EXTENSIONES LATERALES |
| | <input type="checkbox"/> | TRANSLACIONALES | <input type="checkbox"/> | CUÑA INVERSA |
| | | | <input type="checkbox"/> | BLOQUES |
| | <input type="checkbox"/> | VUELCO POR FLEXION | <input type="checkbox"/> | CHINEOS |
| 2. VUELCOS | <input type="checkbox"/> | VUELCO DE BLOQUES | 3. DESPRENDIMIENTOS | <input type="checkbox"/> |
| | <input type="checkbox"/> | VUELCO MIXTO | | <input type="checkbox"/> |
| | <input type="checkbox"/> | REPTACIONES | | <input type="checkbox"/> |
| 4. COLADAS | <input type="checkbox"/> | DERRUBIOS | 5. EROSIVOS | <input type="checkbox"/> |
| | <input type="checkbox"/> | DE BARRO | | <input type="checkbox"/> |
| 6. OTROS | <input type="checkbox"/> | ALTERACION SUPERFICIAL | <input type="checkbox"/> | GRIETAS DE TRACCION |

PERFIL TRANSVERSAL





DATOS GEOTÉCNICOS

ESTRUCTURAS: -
 FRACTURACIÓN (fr / m³): 29-2
 RESISTENCIA: R3-R4 (250-1000kp/cm²)
 METEORIZACIÓN: III-IV
 ESTRUCTURA MEDIO ROCOSO: tabular
 DRENAJE / PERMEABILIDAD: malo/baja
 EROSIONABILIDAD: media-alta

Clave:
 Fecha: 24/4/01
 Nombre: VILLABLINO3
 Área: VILLABLINO

GEOMECÁNICA

TIPO DE PLANO	S0	J1	J2			
DIR. DE BUZAMIENTO	188	360	270			
BUZAMIENTO	35	80	75			
ESPACIADO (mm)	1000-50	<1000	<1000			
CONTINUIDAD (m)	>20	3-10	3-10			
APERTURA (mm)	1-5	1-5	1-5			
RUGOSIDAD	4-6	6-8	6-8			
RELLENOS	arcilla	-	-			
AGUA	seco					

CARACTERIZACION DEL MACIZO ROCOSO. RMR

		A	B	C	D	A	B	C	D
RMR 1	RESISTENCIA A COMP. SIMPLE	R4	R3			7	4		
RMR 2+3	JUNTAS POR METRO	D1	2	25		31	11		
		D2	2	2		31	31		
		D3	2	2		31	31		
		Media	2	10	0	0	31	22	0
RMR 4	ESTADO DE LAS JUNTAS	Continuidad	3-10	3-10		2	2		
		Apertura	1-5	1-5		1	1		
		Rugosidad	6-8	4-6		3	1		
		Relleno	-	arcilla		6	2		
		Meteorización	III	IV		3	1		
	Suma				15	7	0	0	
RMR 5	PRESENCIA DE AGUA	seco	seco			15	15		
SUMA TOTAL						68	48	0	0

ESTABILIDAD DEL TALUD.SMR

	CASO	FRACTURA=	S0	J1	J2		S0	J1	J2
F1	j- s j- s-180°	P/T	j	188	360	270	1,00	0,15	1,00
			s	280	280	280			
F2	βj	P/T	βj	35	80	75	1,00	1,00	1,00
F3	βj-βs βj+βs	P/T	βj	35	80	75	0	0	-6
			βs	65	65	65			
F4	MÉTODO DE EXCAVACIÓN DE TALUDES			voladura o mecánica			0	0	0
SMR= RMR - (F1 x F2 x F3) + F4							48-68	48-68	54-74

CASO: P = Caída plana
 T = Caída por vuelco
 P/T = Indiferente

j = dirección de buzamiento de la fractura βj = buzamiento fractura
 s = dirección de buzamiento del talud βs = buzamiento talud

OBSERVACIONES:

Arenisca(A) y lutitas (B) con niveles métricos de carbón.

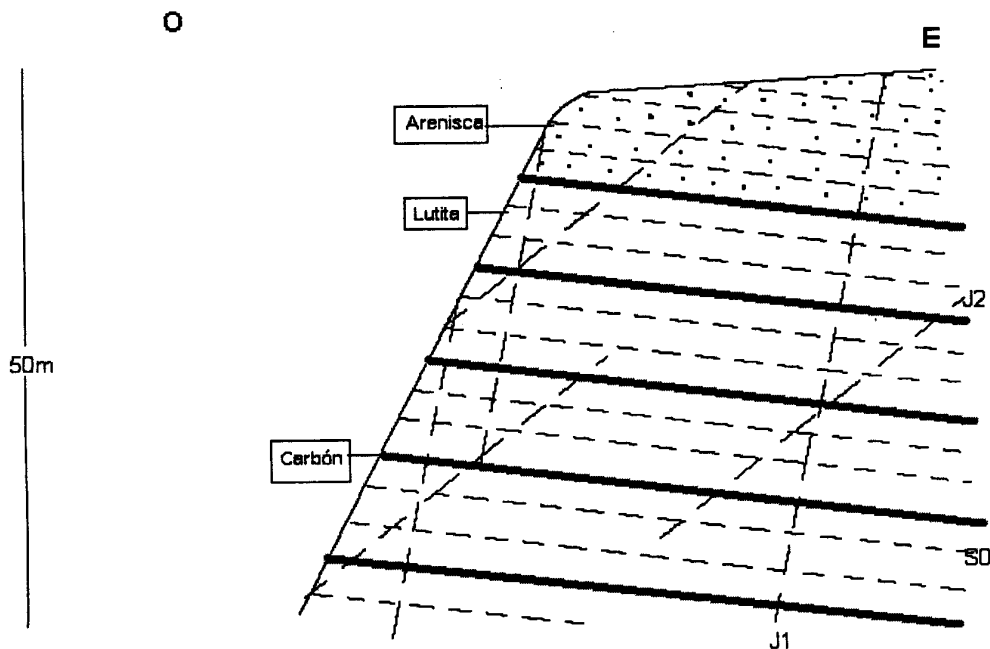
COMPORTAMIENTO DEL TALUD DEL FRENTE

ESTABILIDAD GENERAL: EXCELENTE BUENA MEDIA MALA MUY MALA

TIPOS DE INESTABILIDAD OBSERVADOS:

- | | | | | | |
|-------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| | <input type="checkbox"/> ROTACIONALES | <input type="checkbox"/> ROTURA DE TALUD | <input type="checkbox"/> ROTURA DE PIE | <input type="checkbox"/> ROTURA DE BASE | <input type="checkbox"/> EXTENSIONES LATERALES |
| 1. DESLIZAMIENTOS | <input checked="" type="checkbox"/> TRANSLACIONALES | <input checked="" type="checkbox"/> CUÑA DIRECTA | <input type="checkbox"/> CUÑA INVERSA | <input type="checkbox"/> BLOQUES | |
| 2. VUELCOS | <input type="checkbox"/> VUELCO POR FLEXION | <input type="checkbox"/> VUELCO DE BLOQUES | <input type="checkbox"/> VUELCO MIXTO | <input type="checkbox"/> REPTACIONES | <input checked="" type="checkbox"/> CHINEOS |
| 4. COLADAS | <input type="checkbox"/> DERRUBIOS | <input type="checkbox"/> DE BARRO | 3. DESPRENDIMIENTOS | <input checked="" type="checkbox"/> BLOQUES MEDIOS | <input checked="" type="checkbox"/> BLOQUES GRANDES |
| 6. OTROS | <input type="checkbox"/> ALTERACION SUPERFICIAL | <input type="checkbox"/> GRIETAS DE TRACCION | 5. EROSIVOS | <input type="checkbox"/> REGUEROS Y CARCAVAS | <input type="checkbox"/> DERRUBIOS IMPORTANTES |
| | | | | <input type="checkbox"/> EROSION DIFERENCIAL | |

PERFIL TRANSVERSAL



TASK 22

RESTAURACIÓN DE MINICORTAS

**TASK 22: DEFINITION OF THE CRITERIA AND MODELS FOR THE ENVIRONMENTAL
AND LANDSCAPE RESTORATION**

TASK 22: DEFINITION OF THE CRITERIA AND MODELS FOR THE ENVIRONMENTAL AND LANDSCAPE RESTORATION

INDICE

1.- CRITERIOS Y MODELOS DE RESTAURACIÓN

- 1.1.- Análisis de usos futuros de los terrenos alterados**
- 1.2.- Antecedentes sobre revegetación en la zona de estudio**
- 1.3.- Análisis de la problemática que presentan las áreas alteradas**
- 1.4.- Mejora de las condiciones del medio en las superficies finales de explotación**

**ANEXO AL CAPÍTULO DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA Y PAISAJÍSTICA.
CATÁLOGO DE ESPECIES ARBUSTIVAS Y ARBÓREAS SELECCIONADAS**

BIBLIOGRAFÍA

1.- CRITERIOS Y MODELOS DE RESTAURACIÓN

1.1.- Análisis de usos futuros de los terrenos alterados

La revegetación es, en la generalidad de los casos que se han estudiado, no sólo un medio para minimizar el impacto paisajístico, sino también el fin perseguido en el proceso de rehabilitación de los terrenos. Esta conclusión se deriva del análisis comparativo de los diferentes usos posibles que *a priori* pueden asignarse a los terrenos afectados y después del examen de todas las características normalmente presentes, especialmente los condicionantes topográficos y los usos del suelo del entorno de las explotaciones estudiadas

En vista de la importancia que adquiere el factor topografía o forma del terreno, se hace necesario, aunque sea someramente, efectuar un análisis individualizado de los diferentes usos posibles, partiendo de la morfología final de los terrenos. Por el tipo de explotación, se sabe que nunca podrán realizarse rellenos masivos con materiales estériles, ni remodelado de la geometría final de los frentes salvo en situaciones muy puntuales.

Teniendo en cuenta estas puntualizaciones se puede ya, a partir de las características más generales, hacer una primera evaluación de los usos que pueden ser recomendables para los terrenos alterados.

- **Uso agrícola**

Existen diversos valores máximos del valor de la pendiente que son considerados límites para el uso agrícola según los diferentes autores.

Cuando se repone la tierra vegetal y la pedregosidad es baja o nula superficialmente puede llegar a admitirse este uso sobre superficies con 7° de pendiente máxima. Sin embargo, dadas las características de los suelos

nativos es de suponer que, incluso donde se aporte tierra vegetal, la pedregosidad superficial será alta. Para suelos de alta pedregosidad se establecen criterios más exigentes, fijando el límite de pendiente según el valor más comúnmente admitido de 5°. La explotación supone a veces la creación de áreas llanas donde antes había segmentos de ladera o zonas onduladas culminantes. La existencia actual y futura de éstas permitiría el uso agrícola siempre y cuando se garantice un mínimo de calidad de los suelos recuperados. Esto no podrá darse nunca por el tipo de suelos presentes: pedregosos, infértiles, ácidos, y eso en el caso de que pudieran recubrirse todas las superficies finales con suelos nativos.

Por otro lado, las superficies modificadas, por el tipo de explotaciones que estamos considerando, nunca serán muy extensas, estando además siempre situadas en entornos alejados de poblaciones con vegetación natural o forestal.

Por último, las posibilidades que ofrece el clima de la zona de estudio son muy limitadas en seco, lo que aconseja, junto con todas las consideraciones anteriores, descartar el uso agrícola.

- **Pastizales y prados**

La creación de pastizales y prados estará limitada también a las zonas llanas o casi llanas de suficiente superficie, puesto que las pendientes parciales o totales de los frentes finales de explotación serán siempre excesivas (aceptando un límite máximo de 15° como límite adecuado para este uso).

El establecimiento de pastizales es posible en muchas superficies de la zona y, de hecho, es casi el único paso que se ha dado en algunos proyectos de restauración. En general, la calidad del suelo nunca será elevada y los pastizales o prados que pudieran implantarse han de ser vistos, más que como un aprovechamiento definitivo o a corto plazo, como un uso muy temporal que ayude a la protección y mejora de las propiedades de los suelos.

- **Uso forestal**

Normalmente suele admitirse un máximo de pendiente para establecer un aprovechamiento forestal de 35°. Las superficies de frentes pueden ser descartadas, aunque, como en el caso anterior, no ha de descartarse en el resto de superficies. No obstante, aunque las exigencias en calidad del sustrato son menores para el establecimiento de explotaciones forestales que para explotaciones agrícolas, la rentabilidad de las mismas dependerá en buena medida de las mejoras edáficas introducidas, dadas las pobres condiciones en las que quedarán las superficies finales, casi siempre sin suelo o con poco espesor de suelo.

Otro impedimento importante que el sustrato puede ofrecer en relación con la explotación forestal deriva de las dificultades mecánicas para la instauración masiva de árboles, por lo que sólo puede recomendarse si se realizan importantes movimientos de tierra para suavizar las formas del terreno en los contactos de huecos y escombreras y en los taludes de éstas.

- **Conservación de la naturaleza. Recuperación de vegetación natural.**

Tanto por las generalizadas limitaciones del sustrato en todas las superficies finales, la práctica imposibilidad de introducir intensas mejoras edáficas, así como las particulares condiciones topográficas de los frentes, éste será el objetivo que, con carácter generalizado, puede ser más recomendable en todos los tipos de superficies a recuperar. La vegetación natural, por su variedad en requerimientos ecológicos, ofrece mayores posibilidades de superar los impedimentos impuestos por un medio altamente desfavorable, tanto por las condiciones edáficas como por el largo periodo frío.

La reintroducción de la vegetación natural, o la de carácter forestal que por motivos de conservación de suelos se introduzca en las futuras superficies a afectar, puede además entenderse como una compensación, siempre y cuando

las actuaciones que sea necesario llevar a cabo para alcanzar este objetivo se realicen con corrección y medios suficientes.

La introducción de fauna sobre los terrenos alterados debe ir íntimamente ligada a la regeneración de la cubierta vegetal y será sin duda un magnífico indicador de la recuperación ecológica de los mismos. Puede favorecerse directamente dicha introducción, si bien, se considera que la generación de cierta variedad en el tipo de especies vegetales a promover, siguiendo como modelo la vegetación propia del lugar y del entorno, podría ser suficiente para alcanzar este objetivo.

- **Zonas de recreo**

Los usos recreativos pueden diferenciarse en dos tipos que básicamente guardan relación con la superficie afectada y la proximidad a núcleos urbanos.

El planteamiento de un tipo de uso recreativo intensivo o deportivo ha de basarse en serios estudios de viabilidad, oportunidad, ubicación y población potencialmente beneficiada. Debería por tanto integrarse en planes más amplios de promoción o desarrollo de equipamientos de esta clase.

El uso recreativo extensivo o educacional puede ser ubicado en posiciones más alejadas de núcleos de población. En este tipo de planteamiento cabe también cierta variedad de posibilidades que van desde la adecuación de zonas de descanso o de observación, zonas de acampada o albergue, u otras.

También en estos casos sería recomendable la elaboración del programa o proyecto de restauración dentro de un marco más amplio, como pueden ser planes de desarrollo turístico, que incluyan la promoción de infraestructuras de diversa índole y se basen en estudios detallados de adecuación. En este caso, es posible que sean necesarios tratamientos paisajísticos más ambiciosos que la simple reintroducción de un manto vegetal.

En ambos casos ha de estar perfectamente garantizada la estabilidad y minimizada la posibilidad de que se produzcan accidentes.

- **Vertederos de residuos**

Los costes de impermeabilización que llevarían asociados eliminan cualquier oportunidad de adecuar los terrenos afectados para la recepción de residuos. Además, el entorno predominantemente rural condiciona que pueda darse algún hueco de explotación próximo a una población suficientemente importante.

Los dos últimos usos considerados están condicionados por factores externos que guardan relación con la planificación territorial, superando el ámbito geográfico de la superficie afectada por una minicorta. El resto está predominantemente condicionado por la topografía final y los factores ambientales.

Para proyectos concretos no ha de descartarse un análisis de alternativas de uso futuro en el que entren todas las estudiadas y alguna otra, pero la recuperación de la vegetación nativa es, de un modo general, el objetivo más recomendable en todos los tipos de superficies a rehabilitar.

El análisis de la capacidad productiva de los terrenos alterados excluye claramente el cultivo, por razones de topografía y clima. Como mucho es razonable admitir pastizales (con un largo periodo de estabilización) o el aprovechamiento forestal a largo plazo. Por otro lado, las limitaciones impuestas por el largo periodo frío en toda la zona condicionan la revegetación, siendo recomendable la mezcla de especies y tipos fisiológicos propias de formaciones de vegetación nativa lo más evolucionadas posible.

La rehabilitación de los terrenos deberá considerarse completa cuando los posibles riesgos asociados con una minicorta hayan sido reducidos o eliminados y el área se vea cubierta, evolucionando favorablemente hacia el

objetivo marcado de un manto vegetal de carácter silvestre. Para conseguir este objetivo se considera necesario planificar un proceso de varias fases, con un seguimiento de al menos cinco años.

En los frentes, el objetivo principal será la integración paisajística en el menor plazo posible, haciendo uso de vegetación natural más variada que en huecos y escombreras. En estos últimos se debe intentar alcanzar la fase ecológica más avanzada presente entre la vegetación del entorno y la mejora de la calidad del suelo.

1.2.- Antecedentes sobre revegetación en la zona de estudio

A continuación se expone información relativa a las actuaciones llevadas a cabo para recuperar terrenos afectados por minería a cielo abierto en toda la zona. Igualmente se han recopilado datos relativos a la colonización natural en cortas mineras abandonadas.

Toda esta información ha sido de gran utilidad, junto con el estudio del medio, para fijar los criterios de restauración y diseñar los modelos y procedimientos a seguir.

En las proximidades de la corta denominada Fontoria (Cuenca de Fabero) se han efectuado, en las denominadas Área 4 y Sector de Sorbeda, bastantes labores de restauración. Las operaciones realizadas incluyeron importantes aportes de fertilizantes químicos, enmiendas calizas y materia orgánica sobre capas de tierra vegetal extendidas sobre los estériles. Sobre las superficies preparadas se sembraron o hidrosembraaron mezclas de semillas de especies pratenses (gramíneas y leguminosas). Posteriormente, en sucesivas campañas, se plantaron además especies arbóreas, principalmente pinos (*Pinus pinaster*) y, en menor medida, castaños bravos (*Castanea sativa*), robles (*Quercus pyrenaica*, *Q. robur*), chopos (*Populus sp.*) y salgueiras (*Salix sp.*) (Escribano Bombín *et al*, 1993).

Los mejores resultados de estas campañas se obtuvieron con las siguientes especies: *Lolium rigidum*, *Vicia sativa* y *Trifolium subterraneum*. En menor medida y de forma aislada aparecen también plantas de *Festuca stolonifera*, *Lotus corniculatus* y *Dactylis glomerata*. Por el contrario, se observó una gran mortalidad y un bajo desarrollo en los pinos, así como una colonización espontánea de chopos, sauces y abedules.

También se han realizado algunas labores en Impensada (valle de Valdesamario), aunque con escaso éxito. Se observa en esta corta que la restauración realizada no consideró suficientemente aspectos como la mejora de las propiedades edáficas y la hidrología superficial. Curiosamente, el IGME, entonces ITGE (ITGE, 1997), realizó un anteproyecto para la restauración de dicha corta en el que se trataron exhaustivamente ambos aspectos de capital importancia. En el mencionado trabajo se propone, en primer lugar, un movimiento de tierras enfocado a allanar en lo posible el hueco de explotación enrasando con la carretera y dejando pendientes aproximadas de 3 y 7 °. Asimismo, se plantea la construcción de dos canales de drenaje para encauzar el agua de dos arroyos interceptados por el hueco de explotación.

Para la revegetación de la zona se sugiere:

- En las zonas de mayor pendiente (más del 35% de media) y peor accesibilidad, así como en las escombreras y taludes, la hidrosiembra con una mezcla de gramíneas y leguminosas.
- En aquellas zonas con pendientes moderadas y de fácil acceso, la realización de labores agrícolas, enmiendas y siembra mecanizada de una mezcla de gramíneas y leguminosas.

En ambas zonas, después del primer ciclo de crecimiento de hierba, se proponen plantaciones con especies arbóreas y arbustivas tales como el melojo, el brezo, la retama y el piorno o vegetación de ribera en los terrenos con mayor disponibilidad de agua.

- En la franja que queda a ambos lados del canal principal de drenaje, se propone la plantación de especies arbóreas y arbustivas, que protejan los márgenes frente a la erosión. Estas especies serían las mismas que las citadas anteriormente para la segunda etapa de revegetación.
- En las zonas de muy difícil acceso y más alejadas, únicamente se proponen operaciones ligeras de remodelado y plantaciones efectuadas manualmente.

En otro trabajo dedicado a la recuperación ambiental de escombreras de pizarra en la comarca de La Cabrera (Arranz et al., 1994), colindante con El Bierzo, y con predominio de terrenos situados en el piso supramediterráneo, se recogen también algunas recomendaciones. Las escombreras de pizarra son infértiles y en ellas predominan los elementos gruesos sobre los finos, y los que se producen se cuelean o pierden. En estas condiciones, las semillas no pueden verse arrojadas y las plantas tienen que soportar la desecación total en los meses secos debido a la abundancia de huecos. Sin embargo, se consiguieron establecer ejemplares de roble (*Quercus petraea*) y de abedul (*Betula pubescens*), ambas presentes en nuestra zona, las cuales pueden alcanzar capas húmedas en profundidad gracias al potente sistema radicular.

Bradshaw & Chadwick (1980), citados en Arranz et al. (1994), refiriéndose a la problemática más amplia de las canteras de rocas ácidas, sobre las que se presupone un medio muy pobre, sugieren una serie de especies de las que se recogen a continuación algunas presentes en la zona de estudio.

Cuando el substrato es extremadamente pobre, ya sea en frentes o escombreras: *Calluna vulgaris*, *Deschampsia flexuosa* y *Vaccinium myrtillus*. Si el substrato es ligeramente más rico o se añaden finos y algo de fertilidad: *Rumex acetosa*, *Teucrium scorodonia* y *Betula pubescens*.

De éstas, se puede destacar la brechina (*Calluna vulgaris*) por su capacidad de colonizar zonas umbrosas y su poder tapizante y también el género *Rumex* que promueven la fijación de nitrógeno atmosférico a través de simbiosis rizosféricas.

Otras plantas que se recomiendan en el mencionado estudio y que son naturales en la zona serían aquellas especies leñosas con buena capacidad para rebrotar de raíz y por ello, comúnmente reconocidas para la fijación y estabilización de terrenos: el serbal de cazadores (*Sorbus aucuparia*), el mostajo (*Sorbus aria*), el arce (*Acer pseudoplatanus*), el majuelo (*Crataegus monogyna*), el endrino (*Prunus spinosa*) y el mismo melojo (*Quercus pyrenaica*). Para la creación de pantallas visuales se citan especies de gran porte como el castaño (*Castanea sativa*) y el roble (*Quercus petraea*). Como mejorantes de la fertilidad del suelo, por la capacidad de fijar nitrógeno en asociación, ya sea actinorriza o bacteriorriza, estarían: el aliso (*Alnus glutinosa*) y las leguminosas arbustivas y herbáceas.

Por último, se señala el papel mejorador de las propiedades edáficas que tienen las gramíneas en asociación con leguminosas: *Poa*, *Phleum*, *Lolium*, *Dactylis*, etc...

Por otro lado, en las diferentes visitas de campo realizadas, se han anotado diversas observaciones:

- La presencia casual de *Lupinus angustifolius* en la escombrera de Quintana de Fuseros con buen aspecto y grado de desarrollo.
- La presencia de *Populus nigra* en la mayoría de las explotaciones visitadas. En las más antiguas éstos llegan a alcanzar los 3-4 m. También es muy frecuente encontrar *Salix atrocinerea*.
- En los derrubios del talud del frente de la mina de Impensada, en el valle de Valdesamario, entran muy bien de forma espontánea *Halymium umbellatum* y *Halymium alysoides*. Otras especies arbustivas frecuentes son: *Cytisus scoparius*, *Chamaespartium tridensatum*, *Erica sp.*, *Genista florida* y *Rubus*

ulmifolius. Puntualmente, es posible encontrar *Quercus pyrenaica*, incluso en algunas pistas. Por último, entre las especies herbáceas más interesantes destacan *Dactylis glomerata*, *Lolium perenne*, *Trifolium pratense*, *Melilotus officinalis* y *Festuca sp.*

Las plantas colonizadoras de escombreras en la zona de Villablino son principalmente:

- Arbóreas: - *Salix cantabrica*
 - *Betula celtiberica*
- Arbustivas: - *Genistella tridendata*
 - *Genista florida*
 - *Halimium alysoides*
- Herbáceas: - *Rumex acetosella*
 - *Lolium perenne*
 - *Festuca rubra*
 - *Deschampsia flexuosa*
 - *Agrostis sp.*
 - *Corynephorus canescens*

El hábitat dominante en el entorno de las escombreras a las que se acaba de hacer referencia en el área de Villablino es un matorral con presencia de *Genistella tridendata*, *Genista florida ssp. polygaliphylla*, *Halimium alysoides* y *Salix cantabrica*.

1.3.- Análisis de la problemática que presentan las áreas alteradas

Tal y como se han definido, en las minicortas objeto de este estudio no es posible realizar transferencia de estériles y el relleno total de los huecos finales, una vez agotada la explotación, no es viable. Ocasionalmente, se ha observado un relleno completo de un hueco con estériles procedentes de explotaciones

vecinas y la reconstrucción de una topografía semejante a la original, pero lo normal es y será que finalizada la extracción de carbón en una minicorta quede un hueco, una o varias escombreras y un frente final.

La construcción de pistas y accesos lleva a veces asociados algunos problemas importantes, tales como: la aparición de procesos de erosión, la alteración de la calidad de las aguas superficiales por arrastre de finos, el impacto visual y la generación de polvo. La causa de todos estos problemas estriba en la deficiente construcción de estos viales. En general, finalizada la explotación y si una pista ha perdido utilidad, pueden realizarse prácticas de restauración semejantes a las que se han diseñado para el resto de los terrenos afectados.

Los frentes reconocidos muestran un solo banco de gran altura más o menos alterado (a veces, nada). En ellos no se han detectado graves problemas de estabilidad. Sin embargo, si existen problemas de generación de sedimentos y derrubios, aunque en ningún caso afectan a áreas externas a las minicortas. Si existe a veces incidencia visual importante sobre vías de comunicación.

En terminos generales, la rehabilitación completa de los mismos es imposible. La solución parcial de los problemas a ellos asociados es compleja y pasa por medidas costosas que incluirían: importantes movimientos de tierra para tapar en lo posible las superficies vistas, hidrosiembras en las zonas de acumulación de derrubios, apantallamientos alejados de los propios frentes, creación de diques en la base para que se acumulen finos, plantaciones en puntos concretos, etc.

En los frentes de las minicortas que se realicen siguiendo los modelos que se proponen en este proyecto, los problemas de estabilidad quedan eliminados con el propio diseño, pero pueden darse problemas menores de generación de derrubios y sedimentos, así como de incidencia visual. No obstante, han de ser considerados aparte por varios motivos. Desde el punto de vista de la problemática que ofrecen ante la revegetación deben ser considerados sitios difíciles. Por otro lado, dada la pequeña superficie en planta que ocupan,

pueden aplicarse medidas más intensivas para su restauración, reservando otras menos intensivas para el resto de superficies.

Según el modelo propuesto, los frentes de las minicortas poseerán bermas accesibles que pueden permitir el aporte de tierra. Se recomienda destinar la mayor cantidad posible de buen suelo para crear capas o montones en los bancos. Igualmente, si es posible realizar movimientos de estériles, estos deben realizarse de modo que se formen rellenos apoyados sobre el pie de los frentes.

En los huecos y escombreras visitadas existen diferentes grados de recuperación ambiental, guardando relación estrecha con las características superficiales. Siempre la pedregosidad superficial es muy elevada (muchas veces superior al 50%). La compactación es también un problema muy extendido.

Se observa que los estériles de colores más oxidados proporcionan mejores resultados ante la colonización espontánea (matiz Munsell de 10 YR o más rojizos). Los estériles negros o grises suelen contener sulfuros y en ellos se generan ambientes muy ácidos, visualizándose colores rojizos o amarillentos en las caras de los cantos y en la matriz de pizarras en proceso de alteración.

La restauración de huecos y escombreras futuros ha de pasar por una mejora importante de las propiedades edáficas. Un aspecto fundamental a considerar será la elección de los materiales que ocuparán las capas más superficiales y que han de servir como medio de enraizamiento. Otro aspecto clave es la minimización de la compactación, de modo que puedan obtenerse las mejores condiciones para el crecimiento radicular y se favorezca la introducción y el desarrollo de la vegetación arbórea autóctona.

Si se quiere preservar la mayor cantidad posible de suelo para su aporte sobre los frentes, debe separarse una cantidad suficiente de estériles seleccionados

(de colores pardos o pardo-amarillentos) para recubrir el resto de superficies. Un espesor de estériles seleccionados de 80 cm sería lo ideal. Si hubiera suelo

sobranante, puede también extenderse o distribuirse (como si se tratara de una enmienda) sobre las superficies finales remodeladas y recubiertas de estériles adecuados.

También se ha observado que de forma natural y ocasionalmente se forman lagunas que ofrecen un interesante complemento de cara a la diversificación de hábitats, apareciendo vegetación palustre espontáneamente. Por otro lado, pueden tener valor de cara a la mejora de la calidad de las aguas por retención y depuración. En el futuro, cabe plantear también la construcción de lagunas artificiales a imitación de las naturales, tal y como más adelante se explica.

1.4.- Mejora de las condiciones del medio en las superficies finales de explotación

Gestión de la tierra vegetal.

Todo aquel material superficial identificado como suelo formado sobre los recubrimientos que hayan de ser retirados en una futura explotación debe retirarse y conservarse para su empleo preferente en los frentes. Los suelos de la zona presentan espesores variables aunque nunca serán profundos. La diferenciación de horizontes es escasa, si bien los más superficiales pueden contener bastante materia orgánica. Por las características de los suelos y de la topografía, no es operativo separar horizontes, siendo más razonable retirar y conservar el *solum* completo. En cualquier caso, esta combinación de capas de suelo puede servir para mejorar y estabilizar las inhóspitas condiciones que ofrecen los frentes de explotación y todas aquellas superficies en las que no se puedan realizar mejoras intensivas.

Con respecto al manejo de la tierra vegetal en el futuro se recomienda lo siguiente:

- Será aconsejable la realización de estudios previos para reconocer los espesores de suelo en las zonas en las que vayan a ser retirados. Esta información permitirá evaluar volúmenes y planificar el arranque, mantenimiento y reinstalación.
- Como se ha explicado, en general, no parece recomendable intentar separar los horizontes superficiales más ricos en materia orgánica de los profundos, puesto que la mayoría de los suelos presentes en la zona son delgados y poco diferenciados lo que se traduce en que esta operación no puede resultar operativa. La presencia de piedras incluídas en la matriz, o de fragmentos arrancados de los afloramientos rocosos durante la retirada del suelo, no ha de tener incidencia negativa dado el futuro aprovechamiento del terreno y el efecto favorable de los elementos gruesos durante el tiempo que dure el almacenamiento.
- No se deben superar en los acopios alturas de 3 m para minimizar la destrucción de la estructura y el deterioro biológico. Este límite es elevado en relación con los que suelen ser recomendados en la bibliografía, y se justifica por las texturas arenosas, la elevada pedregosidad.
- Se deben planificar las diferentes labores de modo que los acopios de tierra vegetal permanezcan como tales el mínimo de tiempo posible.

Se deben realizar las labores de arranque en épocas secas. Las labores de extendido deberán hacerse un poco antes de las épocas favorables para la implantación de la vegetación.

Desde el momento en el que sea posible iniciar labores de restauración sobre alguna superficie, será de la mayor importancia llevar un control del volumen del que se puede disponer. Este volumen puede determinar la estrategia de utilización de la tierra, por ejemplo: si no se dispone de suficiente volumen para

recubrir toda la superficie, puede interesar emplearla preferentemente en áreas sensibles por su alta visibilidad o por existir un especial interés en restablecer una vegetación densa y variada.

Los acopios de tierra se deben establecer en zonas sensiblemente llanas y lo suficientemente extensas como para que los mismos no puedan suponer impedimento alguno para las operaciones de extracción y transporte. Si dichas superficies tienen algo de caída, convendrá crear un caballón perimetral con el material de asiento del acopio para frenar las posibles pérdidas por arrastre del agua de escorrentía. Los propios acopios deben conformarse en forma de artesa, cuya superficie superior tenga ligera pendiente hacia los laterales para impedir que se formen zonas de encharcamiento sobre los mismos.

Sobre los acopios es interesante implantar una cubierta herbácea de mantenimiento. Dicha cubierta debe proporcionar protección y enriquecimiento, para lo cual interesa que sea rústica y poco exigente, de gran biomasa, con presencia de leguminosas y de enraizamiento profundo. Puede servir la formación herbácea que con carácter general se recomienda más adelante.

La formación mixta puede durar más de un año por auto-resiembra, siendo conveniente enterrar cada dos años mediante labor de arado de vertedera, preparando después el terreno para volver a sembrar.

Los beneficios del mantenimiento de una cubierta herbácea sobre los acopios se irán diluyendo con la profundidad de los mismos. Por esta razón, cuando vaya a ser empleada la tierra, convendrá realizar el arranque mediante la apertura de un frente vertical. De este modo, durante el propio arranque se realizará una mezcla que se sumará a la producida durante la carga, descarga y extendido. Si no es empleado todo el material del acopio, puede retocarse el frente hasta dejar un talud semejante a los demás y sembrarse sobre dicho nuevo talud para mantenerlo protegido.

Tratamiento de los frentes

El recubrimiento de las bermas de los frentes con el mejor suelo posible se considera prioritario. La mezcla de horizontes producida durante el arranque redonda en una dilución del contenido orgánico del suelo, por lo que puede ser recomendable que, durante su reposición o después, se realice una enmienda orgánica.

La mejora húmica del suelo a aportar se realizará con un aporte a tanto alzado de 10.000 kg por ha de superficie en planta, de estiércol maduro con cama de ganado vacuno. El estiércol de vacuno es el material orgánico que presenta mayores posibilidades de encontrarse en la zona, y es apropiado por dejar a medio plazo un buen residuo húmico de carácter bastante permanente.

El objetivo de la adición de estiércol es proporcionar un incremento en el nivel de materia orgánica, aunque sea bajo, que pueda permitir una cierta mejora de la estructura por agregación. En este sentido, el aporte debe predominar en superficie. El aporte de 10.000 kg/ha de estiércol puede a su vez suponer por cada ha unos 850 kg de humus, además de un aporte añadido de N, P₂O₅ y K₂O como resultado de la mineralización. A efectos de cálculo para la fertilización inorgánica, estos incrementos en la reserva de nutrientes no deben ser considerados dado que no es posible saber en que momento pasarán a estar disponibles.

Las condiciones de traficabilidad en frentes aconsejan que la mezcla de material orgánico y el suelo se realice con anterioridad al aporte de éste. Es posible recibir el estiércol en el punto de almacenamiento del suelo y mezclarlo para después realizar el aporte conjuntamente. La desproporción de volúmenes de ambos tipos de materiales aconseja que esta mezcla se haga en el momento de la carga de los camiones que lo transportarán al frente, calculando el número de cazos necesarios de estiércol que deberán volcarse sobre la tierra ya introducida en el

camión, en función de las previsiones que se tengan de tierra disponible para los frentes. Los frentes han de tener bermas accesibles y en ellas será posible efectuar descargas de materiales con camiones ligeros y recolocarlos con retroexcavadoras pequeñas. En la base, al pie del primer banco es factible trabajar con maquinaria mayor.

Los aportes de fertilizantes que se realicen posteriormente en los frentes se localizarán en los puntos de plantación o se mezclarán en el caldo de hidrosiembra. Lo más tempranamente posible después de los aportes de tierra deben iniciarse las siembras y plantaciones. Como se comenta más adelante, lo ideal es que un frente quede preparado para recibir hidrosiembras y plantaciones en octubre.

Huecos y escombreras

Si en los frentes se da prioridad a los aspectos paisajísticos, la recuperación de huecos y escombreras se debe orientar a la mejora de la calidad del suelo y la progresiva reintroducción de la vegetación natural en varias fases. El establecimiento de una vegetación herbácea inicial es muy importante como primer paso para la protección y el futuro desarrollo del sistema suelo-vegetación. El manejo de la vegetación herbácea en las primeras fases permitirá alcanzar un medio más favorable en tres años.

Las escombreras y superficies superiores de los huecos deben quedar recubiertas con estériles seleccionados procedentes de areniscas o lutitas de colores pardos o pardo-amarillentos (de matiz 10 YR o más rojizos si los hubiera, preferentemente mezclados). Si existen reservas de suelo para aportar sobre dichas superficies, se han de distribuir después de un enriquecimiento orgánico semejante al realizado con las tierras vertidas en las bermas de los frentes.

Si quedan superficies recubiertas sólo con estériles seleccionados han de practicarse mejoras aportando una cantidad de estiércol de 30.000 kg/ha. Las enmiendas orgánicas podrían ser aportadas en las bermas de escombreras y

superficies sensiblemente llanas utilizando un remolque estercolador de descarga trasera. Sin embargo, dado que en ese caso sería necesario realizar carga al remolque desde el punto en que se deposite el estiércol servido, puede ser más interesante mezclar el estiércol con el estéril durante la carga de los últimos camiones, calculando la proporción volumétrica precisa para mantener la dosis recomendada. Una relación estimada orientativa entre los volúmenes de estéril

seleccionado y los de estiercol es 80/1. Otra posibilidad es la distribución del abono orgánico en montones por toda la superficie para su posterior esparcido manual con palas.

El siguiente paso a dar sobre las superficies finales es un descompactado superficial con arado ripper. El descompactado profundo tiene un efecto poco duradero por efecto de la reconsolidación. El descompactado ha de realizarse siempre sobre la última capa distribuida, para evitar posteriores pases de maquinaria pesada. Preferentemente, y salvo en aquellas porciones de terreno donde sea imposible se realizará siguiendo las curvas de nivel.

Se recomienda también realizar un abonado de fondo de manera que se incrementen los niveles de dentro de los 30 cm superiores en unas 7 ppm para el P y en 40 ppm para el K, con unos 390 kg/ha de P_2O_5 y 1200 kg/ha de K_2O .

Una fórmula de abonado podría ser:

- Fosfato diamónico, $PO_4H(NH_4)_2$. Abono algo acidificante con cierto contenido en N amoniacal. El riesgo de pérdida de este nitrógeno es asumible dado el bajo nivel esperable de nitrificación por falta de actividad biológica. Proporciona un 18 % de N y un 46 % de P_2O_5 . El aporte necesario es de unos 850 kg/ha de abono.
- Sulfato potásico, SO_4K_2 . Abono que proporciona, además del potasio cierta cantidad de azufre. La riqueza en K es del 50 % por lo que se necesitarán 2400 kg/ha.

En todas las zonas donde sea posible, el abonado se mezclará con los primeros centímetros de suelo al que seguirá, la preparación de la cama de siembra con labores agrícolas.

La siembra de pratenses será aquí parte del proceso de mejora de la calidad del suelo. la idea es que cuanto más calidad tenga el substrato más

posibilidades hay de alcanzar una vegetación variada y de buen desarrollo. Así, después de seleccionar los estériles más adecuados (o recubrir con suelo nativo) y mejorar las propiedades de este substrato, conviene introducir vegetación protectora y mejorante. Si se destina la mayoría del suelo original a la rehabilitación de los frentes, la mayor parte de la superficie quedará recubierta de un material de baja fertilidad. Especialmente problemática será la falta de N, a pesar de que, como se ha recomendado, se cuenta con una fertilización inicial que ayudará al establecimiento del primer manto vegetal. Sin embargo, no es práctico continuar fertilizando en años sucesivos, por lo que los requerimientos de N deben derivarse de la fijación biológica. En este sentido, es conocido el beneficioso efecto de una pradera mixta de gramíneas y leguminosas en las primeras fases. Si se asume que el establecimiento inicial ha sido bueno, la productividad del sistema a largo plazo pasa por la acumulación de materia orgánica que funcione como reserva de nutrientes, el enriquecimiento en nitrógeno y el mantenimiento de las leguminosas en la composición. La pradera implantada el primer año se enterrará como abonado en verde, para volver a sembrar, dejando ya esta segunda pradera durante dos años sin alterar. En el apartado siguiente se tratan los aspectos relativos a la implantación de una cubierta herbácea inicial.

Las siembras deben recubrirse con un mulch. Además del interés que ofrece el empleo de mulch para controlar la erosión, en toda la zona puede ser muy útil como aislante de las bajas temperaturas. El mulch puede ayudar a moderar las bajas temperaturas invernales disminuyendo el grado en el que el suelo puede helarse. Debe ser aplicado después de que el suelo ya se haya helado, pero antes de que las más bajas temperaturas posibles se alcancen. Estas

condiciones pueden darse en noviembre. El mulch protector debe ser material suelto, como paja o heno, pues proporciona protección sin compactarse excesivamente por el peso de la nieve. Se recomienda distribuir dosis de 1200 a 1800 kg/ha después de la siembra de pratenses.

- **REVEGETACION**

La variabilidad climática en la zona de estudio abarca desde los pisos subhúmedo a hiperhúmedo y desde el piso Supramediterráneo inferior hasta el Alpino, siendo toda ella un territorio de transición entre las regiones Mediterránea y Eurosiberiana.

Encinares de *Quercus ilex ssp. rotundifolia*, rebollares de *Quercus pyrenaica*, robledares de *Quercus petraea* y abedulares de *Betula celtiberica* representan la vegetación potencial más representativa.

Hacia el sudoeste, en el área de Brañuelas, la vegetación pasa gradualmente desde los encinares por debajo de los 1000 m de altitud a los rebollares, al igual que ocurre en los alrededores de Fontoria. Los rebollares son la vegetación potencial típica en el resto de áreas del Bierzo y en el Valle de Valdesamario. Robledales y abedulares son propios de todo el área de Villablino en transición con los enebrales rastreros en las zonas más altas (Lumajo). Esta información ha de tenerse en consideración si se quieren alcanzar los objetivos de recuperación de la vegetación natural.

Sin embargo, cabría plantearse en este momento si merece la pena promover especies cabecera de las series. Evidentemente las formaciones climax presuponen un medio edáfico no degradado que está muy lejos del que encontramos en los frentes, plazas de corta y escombreras, e incluso del que se extiende en gran parte del territorio actualmente. En cualquier caso, se habrá ganado mucho si se conserva, mantiene y redistribuye abundante tierra vegetal en los frentes, donde si creemos que se debe intentar desde el principio la introducción de árboles y arbustos climáticos y otros, atendiendo a criterios

paisajísticos y extremando los cuidados. Para el resto de superficies, por razones económicas puede ser más factible planificar un proceso tendente a la mejora de la calidad del suelo. Aun así, las nuevas condiciones originadas en el proceso de rehabilitación pueden condicionar un futuro estado climax distinto del original.

Por otro lado, se sabe que para que una formación boscosa sea estable debe tener un área mínima y un mínimo número de componentes. Sin embargo, no se cuentan con guías para establecer tales mínimos. Por ello, puede no tener demasiado sentido, desde este punto de vista, promover especies de bosque que formen parte de la cabeceras de las series cuando el área de la explotación es muy pequeña o se encuentra rodeada de fases más degradadas. Además, puede esperarse que las especies climácicas irán introduciéndose naturalmente si se inicia un proceso sucesional. En numerosos casos, dentro de la zona de estudio se ha visto que el establecimiento de una cubierta herbácea mediante siembra da paso en uno o dos años a la proliferación espontánea de matorral de leguminosas, lo que supone un importante avance en la restauración de la vegetación natural y, por esta razón, como ya se ha comentado, el primer paso será la implantación de una pradera. La época ideal de siembra en toda la zona de estudio es el mes de octubre, lo que debe ser considerado a la hora de planificar todas las labores preparatorias.

Normalmente se suele abusar de las dosis de siembra de especies herbáceas y si se quiere proporcionar espacio para que la colonización o introducción de especies seriales se produzca no deben superarse dosis de 60-80 kg/ha de especies pratenses por su elevada competitividad frente a los árboles y arbustos. La posible falta de cobertura que se deriva de una baja densidad herbácea puede desencadenar fenómenos erosivos, pero el control de estos fenómenos debe hacerse tomando medidas estructurales que reduzcan el grado y longitud de las pendientes o el diseño por zonas concretas del laboreo del terreno (creación de caballones, terrazas, etc.), así como el control de sedimentos al exterior del área a restaurar. Sin embargo, como la primera pradera se enterrará, donde sea posible, pueden emplearse dosis fuertes de

120-150 kg/ha el primer año, pudiendo valer esto para los caldos de hidrosiembra destinados a zonas concretas de taludes de escombreras o frentes. Puede incluso plantearse la posibilidad de frenar el proceso de evolución de la vegetación por las razones que sean (paisajísticas, preservación de zonas de acceso, etc.), para lo cual puede sembrarse a altas dosis con gran proporción de especies encespedantes. La garantía de conseguir este objetivo no será completa, salvo que se haya reservado para estas zonas suelo de gran calidad o se haya mejorado mucho el existente. En la tabla siguiente se describe una mezcla de pratenses que puede ser empleada en toda la zona de estudio. Se trata de una mezcla de diez especies (cuatro gramíneas y cinco leguminosas, y un cereal como tutor). Algunas de ellas son típicas de las mezclas de praderas que se siembran en la zona de estudio y todas están presentes de modo espontáneo o son cultivadas. En anejos se aporta un listado de plantas herbáceas que puede permitir la modificación o diversificación de la mezcla propuesta y, a su vez, orientar a los responsables ambientales de la administración o empresas mineras a la realización de ensayos de campo.

TABLA

ESPECIES	DOSIS BAJA (kg/ha)	DOSIS ALTA (kg/ha)
<i>Secale cereale</i> (tutor)	20	10
<i>Dactylis glomerata</i>	15	8
<i>Festuca arundinacea</i>	15	8
<i>Lolium perenne</i>	10	6
<i>Phleum pratense</i>	10	6
<i>Lotus corniculatus</i>	10	6
<i>Lupinus angustifolius</i>	15	8

<i>Trifolium pratense</i>	10	6
<i>Trifolium repens</i>	10	6

Se ha explicado que en todas aquellas zonas en las que sea posible realizar un descompactado, preparación de la cama de siembra y siembra convencional, el planteamiento general previsto será sembrar una pradera para enterrar en el segundo año y volver a sembrar. En las zonas de mayor pendiente, en las que el laboreo agrícola convencional no es posible puede estudiarse la posibilidad de crear caballones o aterrazamientos con bulldozer, a semejanza de cómo se realiza en terrenos forestales, realizando posteriormente hidrosiembras con objeto de establecer praderas que no se enterrarán.

Todas aquellas porciones de terreno con pendientes tan fuertes como para que no puedan realizarse mejoras intensivas del sustrato han de considerarse intermedias entre las situaciones más favorables y los frentes. En ellas, al año siguiente de la realización de hidrosiembras se recomienda realizar plantaciones de especies arbustivas leguminosas, creando agrupamientos o alineamientos de modo que todas las líneas de flujo de la escorrentía superficial sobre la pendiente sean interceptadas por lo menos en algún punto. Al cuarto año, realizando aclareos en rodal, pueden plantarse más especies arbustivas y arbóreas pioneras (como los alisos) sobre todas las superficies creando franjas o bosquetes con densidades nunca superiores a 2500 pies/ha y efectuando la plantación por medios manuales con mejoras orgánicas en el hoyo.

En los frentes, sobre los montones o apilamientos de tierra se deberán plantar árboles, arbustos y trepadoras desde el momento en que sea posible después de realizados. Preferiblemente deben realizarse todas las tareas previas para plantar en el mes de octubre o noviembre. En anejos se proporciona una descripción de todas las especies leñosas de interés en la zona de estudio que

plantar en el mes de octubre o noviembre. En anejos se proporciona una descripción de todas las especies leñosas de interés en la zona de estudio que

son comercializadas habitualmente en viveros. Salvo excepciones, la mayoría de especies leñosas introducidas en terrenos mineros han sido plantadas antes que sembradas.

En la tabla siguiente se enumeran con algunas recomendaciones las especies que pueden ser empleadas en todas las plantaciones, recordando que es mejor diversificar en frentes y acudir a especies mejoradoras y pioneras en el resto de superficies.

<u>ESPECIES</u>	<u>OBSERVACIONES</u>
<u>Area de Villablino</u>	
<i>Acer pseudoplatanus</i> (Arce común)	Mejorante, pionera, zonas deprimidas y márgenes de canales.
<i>Alnus glutinosa</i> (Aliso)	Pionera
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i> (Gayuba)	Setos
<i>Betula celtiberica</i> (Abedul)	Setos
<i>Clematis vitalba</i> (Clemátide)	Frentes en umbría, gran porte
<i>Cornus sanguinea</i> (Cornejo)	Setos
<i>Corylus avellana</i> (Avellano)	Vaguadas, zonas deprimidas
<i>Crataegus monogyna</i> (Majuelo)	Base de bancos
<i>Cytisus scoparius</i> (Escoba)	Apantallamientos
<i>Erica arborea</i> (Brezó Blanco)	Base de frentes
<i>Euonymos europaeus</i> (Bonetero)	Setos
<i>Fagus sylvatica</i> (Haya)	Setos
<i>Frangula alnus</i> (Arraclán)	Márgenes de canales
<i>Fraxinus excelsior</i> (Fresno de hoja grande)	Base de frentes, bancos
<i>Genista florida</i> (Piorno)	Setos
<i>Hedera helix</i> (Hiedra)	Setos
<i>Juglans regia</i> (Nogal)	Setos
<i>Ligustrum vulgare</i> (Aligustre)	Setos
<i>Malus sylvestris</i> (Manzano silvestre)	Setos
<i>Populus nigra</i> (Chopo)	Setos
<i>Pinus sylvestris</i> (Pino silvestre)	Setos
<i>Prunus insitia</i> (Endrino grande)	Setos
<i>Prunus spinosa</i> (Endrino)	Márgenes de canales, zonas deprimidas
<i>Pyrus cordata</i> (Peral silvestre)	Márgenes de canales, zonas deprimidas
<i>Pyrus piraster</i> (Piruétano)	Márgenes de canales, zonas deprimidas
<i>Quercus petraea</i> (Roble albar)	Márgenes de canales, zonas deprimidas
<i>Quercus pyrenaica</i> (Melojo, Carballo)	Base de frentes
<i>Rhamnus alpinus</i> (Pudio)	Frentes en umbría y zonas elevadas
<i>Rhamnus catharticus</i> (Espino cerval)	Mejorante, pionera, zonas deprimidas, márgenes de canales
<i>Rosa canina</i> (Escaramujo)	Área de Brañuelas por debajo de 1000 m
<i>Rubus ulmifolius</i> (Zarzamora)	Área de Brañuelas, base de frentes
<i>Ruscus aculeatus</i> (Rusco)	Setos
<i>Salix alba</i> (Sauce blanco)	Setos
<i>Salix angustifolia</i> (Sarga)	Frentes en solana

<i>Salix cantabrica</i>	Setos
<i>Salix purpurea</i> (Sargatillo)	Setos, base de frentes, áreas deprimidas
<i>Salix salviifolia</i> (Bardaguera blanca)	Bancos de frentes
<i>Sambucus nigra</i> (Saúco)	Base de frentes
<i>Sorbus aucuparia</i> (Serbal de cazadores)	Setos
<i>Tilia cordata</i> (Tilo de hoja pequeña)	Frentes, apantallamientos
<i>Ulmus glabra</i> (Olmo de montaña)	Frentes, apantallamientos
<i>Vaccinium myrtillus</i> (Arándano)	Setos
<i>Viburnum opulus</i> (Mundillo)	Setos
<u>Área del Bierzo</u>	
<i>Alnus glutinosa</i> (Aliso)	Setos
<i>Arbutus unedo</i> (Madroño)	Área de Brañuelas por debajo de 1000m
<i>Castanea sativa</i> (Castaño)	Setos
<i>Clematis vitalba</i> (Clemátide)	Setos
<i>Cornus sanguinea</i> (Cornejo)	Áreas deprimidas, márgenes de canales
<i>Crataegus monogyna</i> (Majuelo)	Áreas deprimidas, márgenes de canales
<i>Cytisus scoparius</i> (Escoba)	Áreas deprimidas, márgenes de canales
<i>Daphne gnidium</i> (Torvisco)	Áreas deprimidas, márgenes de canales
<i>Erica arborea</i> (Brezo Blanco)	Áreas deprimidas, márgenes de canales
<i>Euonymus europaeus</i> (Bonetero)	Base de frentes
<i>Frangula alnus</i> (Arraclán)	Mejorante, pionera, zonas deprimidas, márgenes de canales
<i>Fraxinus angustifolia</i> (Fresno de hoja pequeña)	Setos
<i>Genista florida</i> (Piorno)	Zonas deprimidas
<i>Hedera helix</i> (Hiedra)	Bancos de frentes
<i>Juglans regia</i> (Nogal)	Base de frentes
<i>Ligustrum vulgare</i> (Aligustre)	Setos
<i>Malus sylvestris</i> (Manzano silvestre)	Setos, base de frentes, áreas deprimidas
<i>Populus nigra</i> (Chopo)	Setos
<i>Pinus sylvestris</i> (Pino silvestre)	Setos
<i>Pinus nigra</i> (Pino salgareño)	Setos
<i>Prunus spinosa</i> (Endrino)	Setos
<i>Pyrus cordata</i> (Peral silvestre)	Setos
<i>Pyrus piraster</i> (Piruétano)	Setos
<i>Quercus ilex ssp. rotundifolia</i> (Encina)	Áreas deprimidas, márgenes de canales
<i>Quercus pyrenaica</i> (Melojo, Carballo)	Áreas deprimidas, márgenes de canales

<i>Retama sphaerocarpa</i> (Retama)	Áreas deprimidas, márgenes de canales
<i>Rosa canina</i> (Escaramujo)	Áreas deprimidas, márgenes de canales
<i>Rubus ulmifolius</i> (Zarzamora)	
<i>Ruscus aculeatus</i> (Rusco)	
<i>Salix alba</i> (Sauce blanco)	
<i>Salix atrocinerea</i> (Sarga negra)	
<i>Salix angustifolia</i> (Sarga)	
<i>Salix fragilis</i> (Mimbrera)	
<i>Sambucus nigra</i> (Saúco)	
<i>Sorbus aria</i> (Mostajo)	
<i>Sorbus aucuparia</i> (Serbal de cazadores)	
<i>Tilia cordata</i> (Tilo de hoja pequeña)	
<i>Ulmus minor</i> (Olmo común)	
<i>Viburnum opulus</i> (Mundillo)	
Área de Valdesamario	
<i>Alnus glutinosa</i> (Aliso)	
<i>Cytisus scoparius</i> (Escoba)	
<i>Erica arborea</i> (Brezó Blanco)	
<i>Frangula alnus</i> (Arraclán)	
<i>Fraxinus angustifolia</i> (Fresno de hoja pequeña)	
<i>Genista florida</i> (Piorno)	
<i>Hedera helix</i> (Hiedra)	
<i>Juglans regia</i> (Nogal)	
<i>Malus sylvestris</i> (Manzano silvestre)	
<i>Populus nigra</i> (Chopo)	
<i>Pinus sylvestris</i> (Pino silvestre)	
<i>Pinus nigra</i> (Pino salgareño)	
<i>Prunus spinosa</i> (Endrino)	
<i>Pyrus cordata</i> (Peral silvestre)	
<i>Quercus pyrenaica</i> (Melojo, Carballo)	
<i>Retama sphaerocarpa</i> (Retama)	
<i>Rosa canina</i> (Escaramujo)	
<i>Rubus ulmifolius</i> (Zarzamora)	
<i>Ruscus aculeatus</i> (Rusco)	
<i>Salix atrocinerea</i> (Sarga negra)	
<i>Salix angustifolia</i> (Sarga)	
<i>Salix purpurea</i> (Sargatillo)	
<i>Salix salviifolia</i> (Bardaguera blanca)	
<i>Sambucus nigra</i> (Saúco)	

• **ELEMENTOS AUXILIARES PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA Y PAISAJÍSTICA**

En las superficies en proceso de restauración o en las partes superiores de los frentes, puede considerarse necesario realizar cerramientos para impedir el paso de personas o animales.

En este caso, la elección de un cerramiento artificial es totalmente desaconsejable, por su mayor coste y menor duración, que un seto o vallado vivo constituido por una combinación de arbustos leñosos, especies con capacidad de enmarañarse y con defensas punzantes. Además, desde el punto de vista ecológico es incuestionable la mayor idoneidad de los setos vivos.

Entre las especies que pueden ser empleadas para la creación de setos o vallados vivos se pueden citar, con validez para toda la zona de estudio:

- *Cornus sanguinea*
- *Corylus avellana*
- *Crataegus monogina*
- *Euonymus europaeus*
- *Frangula alnus*
- *Hedera helix*
- *Malus sylvestris*
- *Prunus insitia*
- *Prunus spinosa*
- *Pyrus cordata*
- *Pyrus pyraeaster*
- *Rosa canina*
- *Rubus ulmifolius*
- *Ruscus aculeatus*
- *Sambucus nigra*

La plantación de plántulas de estas especies ha de realizarse mediante la apertura manual o mecánica de hoyos circunscritos a las franjas de terreno que se quieren convertir en infranqueables. La tierra extraída de los hoyos puede enriquecerse con estiércol hecho o mantillo.

Si se dispone de semillas de las especies que se quieren promover como formadoras de setos se puede emplear un sistema tradicional recomendado por Ramón-Laca (1996). Se necesita una cuerda rugosa que se impregna de una sustancia pegajosa (pasta de harina de yeros o cualquier otra) a la que se adhieren las semillas. Después de impregnada se deja secar y se lleva al terreno al final del invierno, enterrándose ligeramente. De este modo se puede disponer de más tiempo en otoño para la realización del resto de prácticas de revegetación. También puede enriquecerse la tierra extraída del pequeño surco necesario para enterrar la cuerda.

Otro aspecto que a considerar es la creación de barreras de vegetación en márgenes de canales, cuando estos sean necesarios. Las barreras vegetales en los márgenes proporcionan una protección de los mismos, mejoran la calidad de las aguas y contribuyen a crear diversidad funcionando como corredores para la fauna. Las plantaciones en los márgenes pueden hacerse con escasa mejoras en el suelo extraído de las zanjas u hoyos de plantación, pues las especies apropiadas son poco exigentes salvo en lo referente a la humedad edáfica. Se pueden emplear fresnos, alisos, sauces, mimbreras, chopos, olmos, etc.

También puede ser interesante en determinadas zonas crear lagunas, las cuales diversifican el hábitat y contribuyen a la mejora de la calidad de las aguas. Si se considera la construcción durante los movimientos de tierra, no generan significativos costes adicionales. Puede considerarse la construcción de varias lagunas conectadas por canales recubiertos de encachado de piedra.

Las pautas que deben seguirse para la construcción de lagunas son:

- Deben construirse como depresiones del terreno, sin diques ni bermas, en posiciones deprimidas y bajas con respecto al entorno natural o alterado.
- Se deben construir en estériles seleccionados no compactados y situados sobre capas de estéril compactado.
- Conviene establecer vegetación palustre para mejorar los servicios ambientales de la laguna
- Los sedimentos que vayan acumulándose en el fondo servirán como medio de enraizamiento en las orillas, siempre que no se supere un máximo de profundidad de 1 m.
- La parte topográficamente inferior puede tener pendiente variable, incluso fuerte en algún punto, pero en la zona superior o de aguas arriba de la laguna no debe superarse un 2% de pendiente, siendo conveniente que la mayor parte de las orillas tengan pendientes suaves.

ANEXO AL CAPÍTULO DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA Y PAISAJÍSTICA

CATÁLOGO DE ESPECIES ARBUSTIVAS Y ARBÓREAS SELECCIONADAS

A continuación, se describen una serie de especies arbustivas y arbóreas que se sabe están presentes en las diferentes áreas de la zona de estudio (Galán Cela *et al.*, 1998.; Ruiz de la Torre, 1979). Todas ellas pueden adquirirse en viveros comerciales.

Acer pseudoplatanus (Arce común)

Árbol de hasta 20-30 m de talla. Se sitúa con preferencia en fondos de valle y vaguadas frescas, de suelo profundo. Crece en suelos calizos o silíceos. Puede considerarse como indicador de suelo fértil si se ve con cierta frecuencia en un monte. No tolera grandes periodos de sequía. Resiste los

fríos invernales intensos, también los calores de verano siempre que tenga abundante agua. Es propia de hayedos y robledales de *Quercus robur* y *Q. petraea*.

Alnus glutinosa (Aliso)

Árbol de 17-22 m de altura. Prefiere suelos sueltos y fértiles, aunque se ha utilizado mucho en suelos degradados. Requiere humedad permanente, mejor con aguas renovadas o corrientes. Muy poco o nada tolerante a la presencia de caliza en el sustrato, aparece con mayor abundancia sobre suelos silíceos, o mejor, en suelos ácidos o neutros. Especie de luz. Capaz de desarrollarse en un amplio espectro de regímenes térmicos. Se mezcla con árboles de riberas y vaguadas húmedas, apareciendo en compañía de fresnos, chopos, sauces, arces, cerezos, serbales, arraclanes, acebos, olmos, tilos, robles, álamos, madresevas, etc.

Arbutus unedo (Madroño)

Arbusto o arbolillo de 1-5 m de talla. Es indiferente en cuanto a la naturaleza química del sustrato, creciendo mejor sobre suelos sueltos, profundos y frescos. Le perjudican las fuertes heladas. Se encuentra en bosques de encinas, alcornoques y quejigos, también en pinares y en jarales o brezales, muchas veces sobre suelos pedregosos o en roquedos, en climas no excesivamente fríos ni secos.

Arctostaphylos uva-ursi (Gayuba)

Mata perennifolia, rastrera, que levanta pocos centímetros del suelo. Aparece en todo tipo de suelos, con cierto frescor. Especie tapizante, ideal para terraplenes y taludes.

Betula celtiberica (Abedul)

Árbol que puede alcanzar 20 m. Es exigente en agua, no soporta los periodos de sequía estival pero resiste bien los fríos invernales intensos. De umbría. Se desarrolla muy mal sobre suelos calizos. Colonizadora e invasora de suelos pedregosos, incendiados o deforestados en áreas de montaña. Se puede encontrar mezclada con *Quercus robur*, *Q. petraea*, *Q. pyrenaica*, *Fagus sylvatica*, *Populus tremula*, *Pinus sylvestris*, *Abies alba*, etc.

Castanea sativa (Castaño)

Árbol corpulento, capaz de alcanzar 35 m. El castaño es mesotermo, higrófilo y orófilo. Prefiere sustratos silíceos aunque también vive sobre calizas, cuando el clima da lugar a un intenso lavado de bases. Se da mejor en suelos sueltos, profundos, sustanciosos, sin excesiva acumulación de sales solubles. No soporta los suelos encharcados ni los climas continentales extremos. Suele tener escasas especies asociadas, pues la abundancia de taninos en su humus excluye a muchos posibles competidores.

Clematis vitalba (Clemátide)

Planta leñosa y trepadora. Exigente en humedad. Tolera todo tipo de suelos. Frecuentemente se encuentra en la vegetación de sotos, vaguadas y galerías.

Cornus sanguinea (Cornejo)

Arbolillo o arbusto de un máximo de 4-5 m de altura. Frecuente en lugares frescos y bien regados, bordes de bosque, sotos, orillas de ríos, en general protegida de la sequía y de la fuerte insolación. Indiferente al tipo de suelo.

Corylus avellana (Avellano)

Arbusto elevado de hasta 8 m. Prefiere suelos frescos, sueltos, silíceos y, en cuanto a situación topográfica, los valles y laderas de las montañas y las colinas y vaguadas de los pisos inferiores. Se da preferentemente en umbría, aunque tolera bien el calor. Requiere precipitaciones medias o abundantes, faltando en climas áridos o semiáridos de verano cálido y seco. Tiene gran importancia forestal por su valor protector, siendo muy indicado para plantar en laderas húmedas, ya que fija muy bien el terreno. En el norte peninsular es fundamentalmente un componente del bosque caducifolio, mezclándose con *Fagus sylvatica*, *Quercus robur*, *Q. petraea* y *Tilia platyphyllos*, o en la vegetación de ribera con *Fraxinus angustifolia*, *Fraxinus excelsior*, *Frangula alnus* y *Cornus sanguinea*.

Crataegus monogyna (Majuelo)

Arbusto o arbolillo de poca talla, 2-4 m. Se da en todo tipo de suelos, aunque crece mejor en los suelos sueltos y frescos. Se da tanto en climas fríos como cálidos.

Cytisus scoparius (Escoba)

Arbusto muy ramificado de hasta 2 m. No prospera bien en zonas de suelos calizos o muy térmicas. Se desarrolla preferentemente en suelos silíceos. Forma parte de bosques de encinas, melojos y quejigos.

Cytisus striatus (Escobón)

Arbusto de hasta 3 m, muy ramificado. Asociado a suelos ácidos frescos, en laderas y colinas degradadas de alcornocales, quejigares y robledales de melojo.

Daphne gnidium (Torvisco)

Arbusto o mata rastrera que no suele superar los 40 cm de altura. Aparece en todo tipo de suelos, especialmente en los degradados, áridos, secos y pedregosos. Resistente a la sequía y aridez. Especie colonizadora en áreas devastadas por el fuego y la erosión en ambiente mediterráneo.

Erica arborea (Brezo Blanco)

Mata o arbusto generalmente de unos 2-4 m de talla. Francamente silicícola, aparece en suelos desprovistos de cal. Requiere cierta humedad y frescura. Suele aparecer en barrancos, umbrías, vaguadas, márgenes de cursos de agua y lugares de matorral más o menos espeso.

Euonymos europaeus (Bonetero)

Arbusto o arbolillo de hasta 7 m de altura, pero que rara vez sobrepasa los 4 m en la península. Muy exigente en agua y tolerante a un amplio rango de temperaturas. Puede desarrollarse tanto en suelos calizos como silíceos. Frecuentemente en setos, sotos, en claros de hayedos, robledales, rebollares, alisedas y otras formaciones de ribera.

Fagus sylvatica (Haya)

Árbol de gran talla (hasta 35-40 m). Es indiferente a la naturaleza química del suelo, aunque abunda más sobre calizas. No soporta la sequía estival fuerte pero tampoco los suelos permanentemente encharcados, por lo que la humedad que necesita puede provenir de las precipitaciones o brumas. Llega a vivir en suelos rocosos, secos y permeables siempre y cuando el ambiente sea húmedo. Resiste intensos fríos invernales. El haya forma diferentes tipo de monte sobre distintos suelos, caracterizándose por sus especies asociadas: *Fraxinus excelsior* y geófitas en rendsinas, *Tilia* y *Acer* en suelos pardos, *Quercus robur* y *Q.petraea* en suelos lixiviados, etc.

Frangula alnus (Arraclán)

Arbusto de hasta 5 m. Especie exigente en agua, bastante tolerante a los fríos invernales. Calcífuga. Se mezcla con *Alnus glutinosa*, *Salix atrocinerea*, *S. salviifolia*, etc. en los bosques de galería. También acompaña a planifolios no ligados a cauces de agua como *Quercus pyrenaica*, *Q. robur* y *Q. petraea*.

Fraxinus angustifolia (Fresno de hoja pequeña)

Árbol caducifolio de hasta 25 m. Especie muy exigente en agua. Vive en márgenes de ríos, arroyos, pies de ladera y fondos de valles frescos, con el agua freática cerca de la superficie. Tolera un amplio espectro de temperaturas, desde los fríos invernales hasta los calores del verano. Puede desarrollarse tanto en suelos calizos como en silíceos. Se mezcla con un amplio espectro de especies como *Populus alba*, *Alnus glutinosa*, *Salix alba*, *S. Salviifolia*, *S. Atrocinerea* etc.

Fraxinus excelsior (Fresno de hoja grande)

Árbol de hasta 30 m. Es muy exigente en agua y relativamente tolerante a los fríos invernales. Soporta mal los ambientes secos y calurosos del verano. Puede desarrollarse en suelos calizos o silíceos. En los cauces se mezcla con el aliso y diversos sauces; en partes bajas de laderas y valles, con el haya, el roble albar, etc.

Genista florida (Piorno)

Mata o arbusto de hasta 3 m. Especie propia de ambientes frescos, resistente a los fríos invernales y poco tolerante a los suelos calizos. Vive en el sotobosque de pinares y caducifolios, o forma matorrales con otras leguminosas arbustivas y otras especies como los brezos.

Hedera helix (Hiedra)

Especie tapizante y trepadora. Se da en todo tipo de suelos frescos y umbrosos.

Juglans regia (Nogal)

Árbol de poco más de 20 m Aparece sobre suelos frescos, sueltos, silíceos o calizos. No le van los suelos excesivamente húmedos, compactos, secos o yesosos. Resiste bien la insolación estival.

Ligustrum vulgare (Aligustre)

Arbusto de hasta 5 m. Es exigente en agua, tolerante a los fríos invernales e indiferente a la naturaleza del suelo. En setos y espinares. Propia de ambientes de robledales, hayedos e incluso quejigares.

Malus sylvestris (Manzano silvestre)

Árbol de 8-12 m. Crece en todo tipo de suelos frescos, aunque prefiere los silíceos. En setos de ambiente atlántico. Resiste los ambientes fríos. Normalmente por encima de los 600 m.

Populus nigra (Chopo)

Árbol que puede llegar a 30 m de altura. Tolera mejor los fríos invernales que *Populus alba*. Indiferente en cuanto a la naturaleza petrológica del sustrato, rehuye los suelos salinos. Requiere cierta humedad, con renovación de agua, por lo que prefiere terrenos sueltos, ligeros y profundos. Por esta misma razón se sitúa junto a las aguas corrientes superficiales, sobre corrientes subterráneas poco profundas o al menos sobre suelos húmedos y frescos. Se emplea mucho en plantaciones de protección de riberas.

Pinus sylvestris (Pino silvestre)

Árbol que puede alcanzar hasta 30-40 m de talla. Soporta bien las nevadas invernales y las heladas tardías, pero no los veranos excesivamente calurosos. En cuanto al sustrato, no es exigente, tolerando tanto los calizos como los yesosos o síliceos, aunque alcanza mayor desarrollo sobre formaciones arenosas, frescas y profundas. Aparece en todo tipo de suelos con algo de humedad en laderas y cumbres de montañas. Requiere mucha luz para su buen desarrollo. Sus acompañantes típicos son el *Juniperus communis* y la gramínea *Nardus stricta*. En sus claros entran a colonizar *Genista florida*, *G.cinerea*, *Adenocarpus decorticans*, *Cytisus purgan* y *Buxus sempervivens*.

Pinus nigra (Pino salgareño)

Árbol generalmente de 30-40 m de talla que puede alcanzar hasta los 50 m. Prefiere los sustratos calizos, pudiendo vivir también en los síliceos. Resistente a la sequía y a los grandes fríos invernales.

Prunus insitia (Endrino grande)

Arbusto o arbolillo de 2 a 4 m. Es indiferente en cuanto a la naturaleza del suelo pero requiere en éste cierto grado de humedad. Suele formar parte de setos, espinares y orlas de bosques caducifolios de ribera.

Prunus spinosa (Endrino)

Arbusto de 1 a 2 m de talla que en ocasiones puede alcanzar los 4-6 m. Aparece en forma de matorrales densos o bien mezclada en bosques aclarados y setos, en terrenos soleados, en ocasiones pobres y pedregosos. Frecuente en los bordes de caminos. Es indiferente edáfica. Es una planta invasora que puede perjudicar la regeneración espontánea de las masas forestales.

Pyrus cordata (Peral silvestre)

Arbusto o arbolillo de hasta 8 m Prefiere un clima húmedo, conviviendo con carballos o hayas en valles frescos hasta 1000 m, o en orlas espinosas con majuelos, endrinos y zarzas. También puede encontrarse en bordes de cauces junto a especies de carácter ripícola. Crece preferentemente sobre suelos ácidos, también sobre pizarras, en suelos algo degradados y expuestos.

Pyrus piraster (Piruétano)

Especie parecida a la anterior. Requiere bastante humedad y aparece de forma aislada en lugares sombríos cerca de cursos de agua. Prefiere los suelos silíceos.

Quercus Ilex ssp. rotundifolia (Encina)

Árbol de hasta 25 m de talla. Indiferente en cuanto a suelos, vive tanto sobre sustratos calizo como silíceo o arenoso suelto. Rehuye los terrenos encharcados y tolera mal los margosos o arcillosos excesivamente compactados. Prefiere tierras sustanciosas, sueltas y profundas, pero acepta sustratos mediocres e incluso pobres. Resistente a la sequía y a la continentalidad, tolera una gran sequedad en el aire. Resiste fuertes calores y fríos. Indiferente a la exposición, en la mitad Norte de la Península prefiere las solanas. Se asocia con *Juniperus oxycedrus*, *Pistacia terebinthus*, *Arbutus unedo*, *Crataegus monogyna*, *Daphne gnidium*, *Jasminum fruticans*, *Asparagus acutifolius*, etc.

Quercus petraea (Roble albar)

Árbol de hasta 18-35 m Indiferente en cuanto a la naturaleza del sustrato, soporta e incluso prefiere los sustratos calizos, viviendo tanto en suelos

fértiles como ácidos oligotróficos y a veces muy secos. Tolera terrenos pedregosos, incluso rocosos si hay lluvias abundantes. No admite terrenos compactados ni encharcados ya que necesita aireación en el suelo. Es menos resistente al frío que el roble común (*Q. robur*) pero requiere menos calor en verano. Generalmente forma masas puras, aunque a menudo aparece hibridado con otros robles, especialmente *Q. robur*. Se mezcla muy frecuentemente con el haya en las zonas colindantes y aparece acompañada por tilos, arces, serbales, *Crataegus*, *Amelanchier*, *Ilex*, *Rhamnus catártica*, *Corylus avellana*, *Ribes sp.* etc.

Quercus pyrenaica (Melojo, Carballo)

Árbol de hasta 20-25 m de altura. Busca suelos silíceos, aunque en ocasiones aparece sobre terrenos calizos descarbonatados en zonas lluviosas. Requiere cierto grado de humedad y soporta bien las bajas temperaturas invernales. También presenta una gran resistencia a la continentalidad y amplitud térmica diaria o estacional. Puede vivir en todas las exposiciones. Frecuentemente se asocia con *Sarothamnus vulgaris*, *Crataegus monogyna*, *Calluna vulgaris*, *Erica scoparia* y *E. arborea*, *Cistus salvifolius*, *Halimium umbellatum*, *Lavandula pedunculata*, *Thymus mastichina* y *T. zygis*, *Cistus laurifolius*, etc. Tiene un importante papel protector del suelo.

Retama sphaerocarpa (Retama)

Mata que puede alcanzar los 3 m. Especie xerófila, tolerante a los fríos invernales y a los calores estivales. Crece tanto en suelos calizos como en silíceos e incluso en zonas incultas, pedregales, terrenos secos, eriales, etc. Forma matorrales muy extensos, por lo general en encinares degradados.

Rhamnus alpinus (Pudío)

Arbusto o mata que puede alcanzar los 4 m de talla. Requiere cierto grado de humedad en el suelo por lo que suele verse en las vaguadas y riberas de arroyos. Tolera muy mal la sequía veraniega pero soporta los fríos invernales. Puede desarrollarse en suelos calizos o silíceos. Propia de bosques de frondosas y coníferas siempre y cuando exista una cierta iluminación. Suele hallarse asociado a aligustres, fresnos, majuelos, mostajos, avellanos, arces, boneteros, cerezos, rosales y zarzas.

Rhamnus catharticus (Espino cerval)

Mata, arbusto o arbolillo de 2 a 5 metros. Suele encontrarse en lugares frescos, donde no falte humedad en el suelo y prefiere que éste sea suelto. Acompaña frecuentemente a fresnos, serbales, acebos y otras especies de temperamento análogo. Es típica como componente de las formaciones de ribera, encontrándose normalmente en las vaguadas y orroyos de los montes de *Quercus faginea*, *Q. pyrenaica*, *Q. petraea* y *Fagus sylvatica*. Tolera bien los fríos invernales y puede habitar tanto en suelos calizos como silíceos.

Rosa canina (Escaramujo)

Arbusto de unos 2 m que se encuentra en bordes de caminos, laderas y praderas soleadas, sotobosques y lindes de bosques. Vive en todo tipo de suelos. Resistente a la sequía. Aparece en prados soleados, setos y linderos.

Rubus ulmifolius (Zarzamora)

Arbusto de hasta 3 m., con tallos arqueados y aguijones fuertes. Indiferente al sustrato. Ocupa bordes de camino, setos, bordes de cauces. En zonas muy altas y frías es sustituida por otras del mismo género.

Ruscus aculeatus (Rusco)

Habita en todo tipo de suelos frescos. Es una especie propia de setos y espinares.

Salix alba (Sauce blanco)

Árbol de hasta 15-25 m. Es propio de orillas de ríos, sustratos aluviales encharcados, etc. Resiste bien la insolación estival y el clima cálido.

Salix atrocinerea (Sarga negra)

Arbusto o arbolillo de hasta 9 m de talla. Se sitúa en riberas de cursos de agua, vaguadas y prados húmedos, aunque también puede darse en lugares relativamente secos como setos, bosques, etc. Resiste bien la insolación estival.

Salix angustifolia (Sarga)

Arbusto de 1-6 m de talla que puede alcanzar hasta 12 m Aparece en riberas de arroyos, barrancos umbríos y torrentes de montaña preferentemente sobre suelos calizos. También es resistente a la insolación estival.

Salix fragilis (Mimbrera)

Árbol de 8-15 m de talla. Orillas de ríos y suelos húmedos. Resiste bien la insolación estival y el clima térmico.

Salix purpurea (Sargatillo)

Arbusto de hasta 5-6 m Muy exigente en agua, frecuentemente en orillas de cauces y suelos muy frescos. Poco tolerante a los fríos invernales, pero resistente a la insolación estival.

Salix salviifolia (Bardaguera blanca)

Arbusto de unos 5-6 m Requiere suelos húmedos o estacionalmente encharcados en zonas de altitud media y baja. Resistente a la insolación estival y al clima térmico.

Salix triandra

Arbusto de hasta 5-6 m que se da en orillas de ríos y lugares húmedos de los bosques, desde bajas altitudes hasta bosquetes de montaña.

Sambucus nigra (Saúco)

Arbusto o arbolillo de 2 a 5 m de talla. Es indiferente en cuanto a la naturaleza mineralógica del suelo, pero lo necesita suelto y jugoso. Vive siempre en lugares frescos y húmedos como las orillas de los ríos, donde forma parte de la vegetación de ribera. Resiste bien las altas temperaturas. Crece rápidamente en sus primeros años, por lo que puede perjudicar a otras especies.

Sorbus aria (Mostajo)

Árbol de 8 a 20 m de altura. Vive en toda clase de suelos, aunque mejor si no son muy compactos ni demasiado húmedos. Normalmente es parte integrante de los bosques de coníferas de montaña, apareciendo con frecuencia intercalado en los bosques de *Q. faginea* y *Q. ilex*. Especie

exigente en agua pero muy tolerante a los fríos invernales. Es indiferente a la naturaleza del suelo aunque prefiere los calcáreos. Por la fortaleza de sus raíces es muy útil como especie fijadora y estabilizadora de taludes y laderas.

Sorbus aucuparia (Serbal de cazadores)

Arbolillo de 8-10 m de talla que incluso puede llegar a los 15-20 m Indiferente en cuanto a suelos, aunque los prefiere sueltos y frescos, mejor si son silíceos. Requiere ambientes frescos y húmedos. Habita en los bosques de robles y hayas, así como en los pinares. Resiste muy bien los fríos invernales.

Tilia cordata (Tilo de hoja pequeña)

Árbol de hasta 30 m. Especie muy exigente en agua, no tolera las altas temperaturas estivales y raramente los fríos intensos. Puede habitar tanto en suelos calizos como silíceos, siempre que sean muy fértiles. Es propia de ambientes de ribera, hayedos y robledales. Resiste muy bien la sombra.

Tilia platyphyllos (Tilo de hoja grande)

Árbol de hasta 35 m Especie muy exigente en humedad, tolerante a un amplio espectro de ambientes térmicos, salvo a las elevadas temperaturas estivales. Puede habitar indistintamente en suelos calizos o silíceos, siempre que sean ricos y fértiles. Propia de ambientes de haya, roble y avellano.

Ulmus glabra (Olmo de montaña)

Árbol de hasta 25 m de talla en España. Busca terrenos fértiles, ligeros y frescos. Tolerancia relativamente bien el frío y se puede desarrollar en suelos calizos o silíceos. Requiere un cierto grado de humedad en el suelo y en el

ambiente y suele darse en las laderas umbrosas. A lo largo de su área se asocia con *Q. robur*, *Q. petraea*, *Q. pubescens*, *Fagus sylvatica*, *Tilia platyphyllos*, *Acer pseudoplatanus*, *A. platanoides*, *A. campestre*, *Fraxinus excelsior*, *Fraxinus ornus*, *Sorbus aucuparia*, *Pinus sylvestris*, *Abies alba*, *Carpinus betulus*, etc.

Ulmus minor (Olmo común)

Árbol de hasta 15-20 m en España. Es muy exigente en agua, por lo que habita en zonas en permanente contacto con la capa freática. Tolera todo tipo de suelos, salvo los salinos, pero es más frecuente en los de naturaleza caliza. Requiere terrenos sueltos y de bastante fondo, frescos y fértiles y climas templados. Es un árbol de sombra que resiste bien los grandes calores estivales. Las especies más frecuentes asociadas con el olmo común son: *Populus alba*, *P. nigra*, *Celtis australis*, *Alnus glutinosa*, *Fraxinus angustifolia*, *Acer monspesulanum*, *Q. faginea*, *Salix alba*, *S. Atrocineria*, *S. Eleagnos*, *C. Monogyna*, *Sambucus nigra*, *Rhamnus catártica*, etc. Es típica especie ripícola en los dominios de la encina y el quejigo.

Vaccinium myrtillus (Arándano)

Mata que puede alcanzar los 50 cm como máximo.

Viburnum opulus (Mundillo)

Arbusto que puede alcanzar los 3 m Crece en el ambiente de bosques caducifolios y en zonas húmedas a lo largo de los ríos. Requiere un clima fresco y un cierto grado de humedad edáfica.

A continuación se enumera una lista de especies herbáceas de interés en labores de restauración válida para toda la zona de trabajo. Se indica el medio en el que es más común encontrar cada una de las especies y se

añade una N al final de dicho comentario cuando se refiere a planta leguminosa fijadora de nitrógeno.

- *Agrostis durieui*: céspedes en rellanos de rocas silíceas.
- *Agrostis stolonifera*: pastizales.
- *Bromus erectus*: pastizales.
- *Bromus rubens*: prados y pastizales.
- *Bromus rigidus*: pastizales y suelos degradados.
- *Coronilla mínima*: prados y pastizales, N.
- *Cynodon dactylon*: lugares pisoteados.
- *Dactylis gromerata*: prados, pastizales y terrenos alterados.
- *Festuca arundinacea*: prados de siega.
- *Festuca indigesta*: pastizales de altura.
- *Festuca pratensis*: prados de siega.
- *Festuca rubra*: prados y pastizales.
- *Holcus lannatus*: prados de siega.
- *Hordeum murinum*: ruderal.
- *Juncus effusus*: pastizales encharcados.

- *Lathyrus pratensis*: prados de siega, N.
- *Lathyrus niger*: ruderal, N.
- *Lolium perenne*: prados.
- *Lotus corniculatus*: céspedes terofíticos, prados, pastizales y terrenos degradados, N.
- *Medicago sativa*: cultivos, ruderal, N.
- *Melilotus officinalis*: prados, N.
- *Ornithopus compressus*: prados, N.
- *Phalaris arundinacea*: terrenos encharcados.
- *Phleum pratense*: prados de siega.
- *Poa pratensis*: prados de siega.
- *Poa trivialis*: prados encharcados.
- *Trifolium glomeratum*: céspedes terofítico, N.
- *Trifolium pratense*: prados, N.
- *Trifolium repens*: prados, N.
- *Trifolium striatum*: céspedes terofíticos, N.
- *Trifolium subterraneum*: prados de siega, N.

- *Typha angustifolia*: bordes de charcas y lagunas.
- *Typha latifolia*: bordes de charcas y lagunas.
- *Vicia cracca*: pastizales y prados, N.
- *Vicia lutea*: melojares, N.
- *Vicia sativa*: cultivos, prados de siega, ruderal, N.

BIBLIOGRAFÍA

Arranz, J. C, B. Martínez-Plédel, R. Diéguez de la Barrera. 1994. Criterios de Restauración Ambiental de los terrenos afectados por la explotación de pizarra en la Comarca de La Cabrera (LEÓN). Actas del IX Congreso Internacional de Minería y Metalurgia. León.

Bradshaw, A. D. & M. J. Chadwick. 1980. *The Restoration of Land*. Blackwell. Oxford.

Escribano Bombín, M^a. M., J. Izaguirre, C. Macías. 1993. Restauración de escombreras en la Cuenca de Fabero. *Rev. Ingeopres*, nº 12. Madrid. pp: 37-42.

ITGE. 1997. Estudio de Recuperación Ambiental de la Zona Minera Tremor-Valdesamario, Bierzo Oriental.(León). Tomo IV. Madrid. No publicado.

Galán Cela, P., R. Gamarra Gamarra, J. I. García Viñas. 1998. *Árboles y arbustos de la Península Ibérica e Islas Baleares*. Ediciones Jaguar. Madrid.

Ruiz de la Torre, J. 1979. *Árboles y arbustos*. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes de Madrid- Fundación Conde del Valle de Salazar. Madrid.