

ESTUDIOS PREVIOS PARA LA  
RESTAURACION DEL MEDIO NATURAL  
EN EL AREA DE FABERO (LEON)

*Ingeniería GeoAmbiental*



Instituto Tecnológico  
GeoMinero de España

01196

**ESTUDIOS PREVIOS PARA LA RESTAURACION DEL MEDIO NATURAL  
EN EL AREA DE FABERO (LEON)**

	<u>Pags.</u>
1.- INTRODUCCION	1.
2.- OBJETIVOS DEL ESTUDIO	2.
3.- CRITERIOS Y RECOMENDACIONES PARA LA RESTAURACION	5.
3.1.- Criterios para el remodelado de formas	7.
3.1.1.- Escombreras y balsas	9.
3.1.2.- Frentes y taludes de zonas explotadas	16.
4.- CONSIDERACIONES SOBRE LA COMBUSTION DE ESCOMBRERAS Y SU INCIDENCIA AMBIENTAL	20.
5.- VALORACIONES ECONOMICAS	24.
5.1.- Cuadro de precios aplicado	24.
5.2.- Comentarios a los costes	29.
6.- CASOS DE RESTAURACION ESTUDIADOS. PRESUPUESTOS PREVIOS	30.
7.- OTRAS ESTIMACIONES	45.
8.- CONCLUSIONES	50.
9.- BIBLIOGRAFIA	51.

Este estudio ha sido realizado por la Dirección de Aguas Subterráneas y Geología Ambiental del Instituto Tecnológico GeoMinero de España en régimen de contratación con la empresa Equipo de Asistencia Técnica, S.A. (E.A.T.) con la participación del siguiente personal técnico:

**POR EL ITGE:**

D. Lucas VADILLO FERNANDEZ

*Ingeniero de Minas. Director del Estudio  
División de Ingeniería GeoAmbiental*

**POR E.A.T., S.A.:**

D. José Luis SANZ CONTRERAS

*Ingeniero de Minas  
Profesor de Doctorado en la E.T.S.I. Minas  
de la Universidad Politécnica de Madrid*

D. Luis Angel GARCIA VARELA

*Ingeniero Técnico de Minas y Topografía*

## ESTUDIOS PREVIOS PARA LA RESTAURACION DEL MEDIO NATURAL EN EL AREA DE FABERO (LEON)

### 1. INTRODUCCION

Las explotaciones mineras de carbón, tanto subterráneas como de cielo abierto y sus depósitos residuales (escombreras y balsas) así como las instalaciones de tratamiento y de lavado, son el origen de alteraciones ambientales, muy variables en su intensidad, algunas de las cuales adquieren particular importancia por el tipo de perturbaciones e impactos que desencadenan.

La existencia de ciertos condicionantes a la actividad, donde los yacimientos tienen una localización determinada, está obligando a nuevos planteamientos y actitudes respecto al medio natural. Es de aceptación general que hay que proyectar y actuar de forma distinta a épocas anteriores.

Por todo ello, sin olvidar la necesidad económica y social del aprovechamiento de los recursos minerales que la naturaleza dispone, la legislación vigente obliga a las empresas vinculadas con actividades extractivas a cielo abierto, a la elaboración de un Plan de Restauración del espacio natural afectado por las labores mineras de forma que coordinado con el Proyecto de Explotación, se proteja el medio biofísico durante el tiempo que dure la actividad minera y el espacio afectado quede integrado con su entorno.

A este fin, el Instituto Tecnológico y GeoMinero de España, dentro de su "Programa Nacional de Estudios Geoambientales Aplicados a la Minería", ha abordado estos Estudios Previos con la finalidad de orientar una restauración coherente en la zona, y evitar o reducir los impactos ambientales en el área de Fabero (León), sugiriendo recomendaciones para cada uno de los diferentes casos mineros estudiados.

## 2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

En el área de Fabero las numerosas explotaciones mineras, tanto subterráneas como de cielo abierto, potencialmente producen o pueden producir impactos ambientales.

De su caracterización se determina que son los huecos y los movimientos de tierra a cielo abierto, junto a las estructuras tipo balsa o escombrera las que pueden convertir el terreno donde están ubicadas en zonas de difícil ordenación, si no se ha previsto con anterioridad su reintegración. A ello, se suman los posibles efectos, contaminantes, paisajísticos y ecológicos con trascendencia a su entorno.

La restauración de terrenos afectados por las explotaciones mineras tiene como objetivo principal la minimización de los impactos posibles sobre el territorio en que se ubican las zonas extractivas mediante la preparación adecuada del terreno, el remodelado de formas y taludes, el aporte de coberturas vegetales, de modo que las formas finales se integren en el paisaje, a la vez que se justifica la estabilidad de los taludes y el drenaje suficiente del agua superficial y profunda, así como, la preparación del suelo mediante los oportunos aportes, para que se pueda establecer la vegetación más adecuada.

Son objetivos a conseguir, el marcar directrices de restauración concretas, en una serie de casos estructurales elegidos dentro de un amplio abanico cuya procedencia original son, tanto las minas subterráneas como las de cielo abierto, dentro del área del estudio (Fig. 1.), y en situación de abandono.

Considerando la posibilidad de agrupar las estructuras de acuerdo con su procedencia en:



Esc. = 1/50.000. Aprox.

FIG. 1 - AREA DE ESTUDIO

- A.- Zonas extractivas, tipo socavón o descubierta.
- B.- Escombreras de cobertera correspondientes a las anteriores zonas extractivas.
- C.- Escombreras de materiales procedentes de labores subterráneas.
- D.- Escombreras y balsas de materiales de lavadero.
- E.- Estructuras de hormigón o ladrillo correspondientes a instalaciones auxiliares.

El criterio básico de su elección, ha estado condicionado por su afectación a la cuenca visual, dentro de la escala de tiempos del estudio y el ámbito donde se ha desarrollado, en la consideración simultánea de otras alteraciones ambientales que pudieran darse.

Los trabajos en cada caso consistieron en un levantamiento topográfico, junto a un diseño estable y económico, de la estructura, para después prever la viabilidad de captación y recogida de las aguas a través de obras de drenaje de variable dificultad, todo ello enfocado por la posibilidad de corrección de efectos negativos temporales o permanentes. Se concretan, esquematizan y evalúan las labores de revegetación y reforestación con el fin de reducir al máximo el impacto visual creado por la explotación o estructura residual.

Por último, para cada caso se ha efectuado una valoración económica global a nivel de viabilidad de las medidas correctoras que deban emprenderse para conseguir una estructura integrada en su medio natural, socialmente aceptada y capaz de evolucionar positivamente por sí sola con unos mínimos costes de mantenimiento.

### 3. CRITERIOS Y RECOMENDACIONES PARA LA RESTAURACION

Estudios y análisis geoambientales precedentes en los últimos años, referentes a la minería del carbón, permiten aconsejar una serie de criterios y recomendaciones generales para una restauración apropiada del espacio afectado, de manera que se minimicen las alteraciones producidas, en un intento válido de recuperar el terreno e integrarlo con su entorno.

De una caracterización sencilla de impactos ambientales, se concluye que las labores mineras originan en muchos casos, una destrucción de la cubierta vegetal, con desaparición de los distintos horizontes del subsuelo, cambios morfológicos, aumento de la escorrentía, erosión y carga de sedimentos, contaminación de cursos de agua, cambios en el paisaje y en la cuenca visual desde corredores de alta frecuencia de paso, alteraciones de los niveles freáticos, taponamientos o desviaciones de surgencias de agua, etc.

La planificación y diseño de las labores de restauración requieren de un conocimiento profundo de las variables dominantes del ecosistema, a efectos de alcanzar los objetivos básicos de:

- Estabilización de los terrenos
- Protección de recursos hidrológicos e hidrogeológicos
- Reducción del drenaje de efluentes contaminantes
- Reducción y control de la erosión
- Disminución de la incidencia visual e integración en el paisaje de las zonas afectadas.
- La creación de una cubierta vegetal estable, adaptada a los requerimientos previstos para la zona, etc.

Todos estos condicionantes obligan a considerar el remodelado de las estructuras integrado en una planificación global de la restauración, dentro de unos cauces de viabilidad, tanto técnica como económica, en la búsqueda de un equilibrio entre los costes de restitución y la protección integral del medio natural, donde el hombre saca sus recursos de supervivencia y de desarrollo económico-social.

De otra parte, los huecos de explotación y las estructuras residuales en estado de actividad, deben contar con un proyecto, debidamente aprobado por la Administración donde se contemple también su estabilidad definitiva.

Cuando las escombreras exteriores tengan un carácter permanente y exista riesgo para personas o propiedades, deberán ser calculadas sus configuraciones con el factor de seguridad indicado en el Cuadro nº 1

COEFICIENTES DE SEGURIDAD MÍNIMOS REQUERIDOS EN EL PROYECTO DE ESCOMBRERAS			
<b>CASO I</b>			
Implantaciones sin riesgo para personas, instalaciones o servicios $H \leq 15 \text{ m}$ o $V \leq 25.000 \text{ m}^3$ o $H > 15 \text{ m}$ en escombreras en manto			
Pueden constituirse con el ángulo de vertido de los escombros ( $F = 1$ )			
	$F_1$	$F_2$	
$15 < H \leq 30 \text{ m}$ , talud conformado para	1,20	1,10	
$H > 30 \text{ m}$ , talud conformado para	1,30	1,20	
<b>CASO II</b>			
Implantaciones con riesgo moderado.			
	$F_1$	$F_2$	$F_3$
$H \leq 15 \text{ m}$ o $V \leq 25.000 \text{ m}^3$	1,20	1,15	1,00
o $H > 15 \text{ m}$ , en escombreras en manto			
$15 < H \leq 30 \text{ m}$	1,35	1,25	1,10
$H > 30 \text{ m}$	1,45	1,30	1,15
<b>CASO III</b>			
Implantaciones con riesgo elevado.			
Se proscriben las escombreras en manto sin elementos de contención o desviación al pie.			
	$F_1$	$F_2$	$F_3$
$H \leq 20 \text{ m}$	1,40	1,20	1,10
$H \geq 20 \text{ m}$	1,60	1,40	1,20
<b>NOTAS</b>			
— Esta tabla corresponde a escombreras realizadas de acuerdo con estas recomendaciones, relativamente homogéneas y en las que los finos cohesivos o de lavadero no influyen de manera apreciable en la estabilidad			
— Los coeficientes de seguridad corresponden a las situaciones siguientes			
$F_1$ : Escombreras normales, sin efectos de aguas freáticas y en cuya estabilidad no interviene el cemento			
$F_2$ : Escombreras sometidas a filtración, agua en grietas o fisuras y riesgo de deslizamiento por la cimentación			
$F_3$ : Situaciones excepcionales de inundación, riesgo sísmico, etc.			
— Los valores de F indicados son para escombreras exentas o en laderas con inclinaciones hasta el 8 por 100. En el caso de vaguadas encajadas (ancho máx. = altura) puede admitirse una reducción del 10 por 100, llegando al 3 por 100 para vaguadas con ancho máx. = 2,5 veces la altura.			
En laderas de inclinación superior al 8 por 100 los coeficientes F se incrementan en los valores siguientes			
Caso I: $\Delta F = 0,10$			
Caso II: $\Delta F = \sqrt{0,03(n-0,08)}$			
Caso III: $\Delta F = \sqrt{0,07(n-0,08)}$			
siendo $n$ la inclinación de la ladera en tanto por 1, con $n \leq 0$ .			

CUADRO Nº 1

### 3.1. Criterios para el diseño genérico de formas

Tanto los volúmenes de relleno de los huecos como los de los vertederos exteriores de estériles, deberán llevarse a cabo bajo un diseño de taludes finales donde se tenga en cuenta, su forma, su longitud y la pendiente para lograr una cubierta vegetal estable y disminuir los riesgos de escorrentía.

El ángulo de reposo de los estériles depende de la altura de vertido, llegando a alcanzar en mezclas de pizarras y areniscas carbonosas valores próximos a los 38°-40°.

En todos los casos de nueva ejecución, debe ser práctica común la retirada de la vegetación (deforestación y/o desbroce) y el suelo vegetal o cobertura, de la superficie sobre la que se asienta la escombrera. Estos suelos vegetales deberán apilarse cuidadosamente para su utilización posterior como recubrimiento.

Por el efecto desestabilizador del agua que es, además el principal vehículo de contaminación, es necesario diseñar un eficaz sistema de drenaje a partir de datos pluviométricos, de las características de la cuenca receptora, y de las propiedades geotécnicas de los materiales.

Por una parte, el sistema de drenaje debe impedir la intromisión de agua superficial mediante canales de guarda dispuestos ladera arriba. En la evacuación, ladera abajo, deben limitarse las pendientes o intercalar disipadores de energía que eviten una erosión remontante.

Debe facilitarse la salida del agua de lluvia caída sobre el vertedero, impidiendo encharcamientos e infiltraciones, ello se consigue dando pendientes adecuadas a las plataformas y bermas, de manera que las láminas de agua, tampoco accedan a los bordes de los taludes erosionándolos.

Para disipar las presiones intersticiales que pudieran presentarse, deben estar previstos drenajes internos, constituidos a modo de manto con bloques de escollera procedente de las propias escombreras o labores mineras, o, mediante galerías y pozos en configuraciones eficaces.

Todo el sistema de drenaje debe dirigirse a una balsa de decantación dimensionada adecuadamente.

Desde el punto de vista estético los principios generales que han de tenerse en cuenta para remodelar el terreno alterado con vistas a su integración paisajística en el entorno circundante son los siguientes:

- Simular en lo posible la topografía final a la existente en la zona antes de la actuación, y utilizar cuando sea factible los estériles para rellenar huecos y adaptarse a las sinuosidades del relieve.
- Intentar reproducir las formas características del paisaje natural del área donde se ubica la explotación, y evitar la introducción de elementos que denoten artificialidad (líneas rectas, ángulos muy marcados, regularidad de formas geométricas, simetrías, etc.).
- Evitar la colocación de elementos de tamaño desproporcionado respecto a los que definen el paisaje de la zona, respetar la escala.
- Estudiar las características visuales del territorio con el fin de:
  - . Ocultar o alejar los elementos impactantes, especialmente de los puntos principales de observación. La magnitud del impacto visual decrece al aumentar la distancia de observación y con la existencia de obstáculos visuales que disminuyan las "partes vistas" del objeto impactante.
  - . Utilizar el cerramiento visual natural como elemento que sirva de soporte o apoyo "visual" de los elementos impactantes, de modo que éstos no supongan una discontinuidad en el terreno natural y que no sobrepasen la línea del horizonte.
  - . No disminuir el tamaño de la cuenca visual preexistente, introduciendo elementos que por su tamaño o emplazamiento limiten perspectivas.

### 3.1.1. Escombreras y balsas

Las escombreras y balsas producidas por las actividades mineras constituyen uno de los elementos de mayor intrusión en el entorno: provocan cambios en la fisiografía del lugar y cuencas visuales con la consiguiente pérdida de perspectiva. Para conseguir la integración paisajística y minimizar en lo posible las alteraciones visuales y ecológicas que producen, es necesario estudiar con sumo cuidado y de forma particularizada para cada caso, una serie de factores que ayudarán a conseguir dicha integración.

Estas características se pueden resumir en:

- La localización geográfica, haciendo referencia en este punto a las características visuales y calidad del paisaje del entorno donde se sitúan las estructuras, así como la disposición espacial de ésta (localización dispersa, localización única cercana a núcleo urbano, etc.).
- La situación topográfica; estudiando sobre qué unidad fisiográfica se asienta: un fondo de valle, sobre ladera, en un páramo, etc.
- Los caracteres geométricos; con referencia al tamaño y forma de la estructura.
- Las características geotécnicas de los materiales que configuran la escombrera; punto éste muy importante tanto por su influencia en las características visuales (color de los materiales), como en los procesos de erosión (tamaño y composición de los materiales) y establecimiento de la vegetación (calidad de los materiales).
- Estado actual de la escombrera o balsa en cuanto al grado de cubierta vegetal, si tuviera, y a la erosión que se hubiera producido.

Entre los objetivos del análisis del paisaje está el considerar todas aquellas características que tengan relación con los elementos visuales tanto

básicos como complejos, sin preferencias en la respuesta del observador frente al mismo. La forma, la línea, el color, la textura, la escala y el espacio del paisaje circundante, así como otros factores capaces de modificar las características visuales, como la distancia de los focos de observación, la posición del observador, las cuencas visuales, las zonas de apantallamiento, los puntos singulares, la posición frente a la línea de focalización de las miradas, los corredores visuales de alta frecuencia, y aquéllos factores o elementos que van en detrimento de la calidad paisajística del entorno.

De las características nombradas anteriormente, muchas de ellas vienen impuestas de antemano (debido a la localización, tipo de yacimiento, etc.), por ello a la hora de acondicionar paisajísticamente una escombrera son los caracteres geométricos de ésta, así como su situación topográfica (este factor muchas veces con limitaciones), las variables principales sobre las que se puede incidir para realizar un diseño integrador.

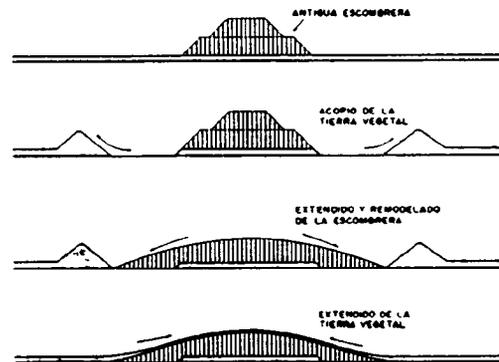
Evidentemente, a igualdad del resto de factores, la integración paisajística será tanto más sencilla cuanto menor sea el volúmen de los estériles. Si el volúmen es pequeño la integración no plantea problemas, simplemente será necesario realizar una pequeña remodelación y un posterior tratamiento que en la mayoría de los casos consiste en el aporte de tierra vegetal y un tratamiento revegetativo.

Si el volúmen de materiales estériles aumenta, la recuperación y modelado a posteriori va creciendo en dificultad desde el punto de vista técnico, a la vez que económicamente se hace más costosa. Por ello, deberá estudiarse como criterio prioritario, un diseño de viabilidad del relleno de los huecos de antiguas explotaciones próximas, y en las labores en actividad el aplicar una minería de transferencia (carbón).

Hay que tener en cuenta criterios de escala, es decir, la relación existente entre el tamaño de un objeto y la implantación donde se sitúa. Por ello a la hora de dimensionar una escombrera, los distintos emplazamientos (abiertos, cerrados, localizados, etc.) y la orientación que se le dé en el espacio,

permitirán mayores o menores volúmenes.

Siempre que se quiera reducir la altura de una escombrera hay un aumento de la superficie afectada, como en el ejemplo que aparece en la fig nº 1.



**Fig. nº 1.- Fases a seguir en la remodelación y cobertura con tierra vegetal (Bradshaw, 1980)**

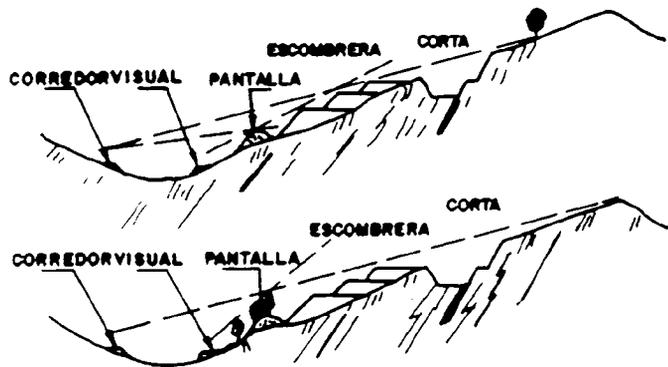
Se puede proceder a la remodelación de una escombrera repartiendo su volúmen sobre una superficie mayor, debiendo ser retirada, en caso de existir la tierra vegetal de la nueva superficie a ocupar, de forma que pueda extenderse de nuevo sobre la escombrera remodelada.

La Fig. nº 1 es también indicativa, de la mala práctica, pues se tapa y queda inutilizable para su uso posterior la tierra vegetal o material de cobertera que, por otra parte, es necesario retirar para asegurar la estabilidad del vertedero en situaciones de pendiente elevada del nivel de apoyo. La remodelación así planteada resulta más laboriosa y costosa.

En la ubicación de los vertederos se tendrán en cuenta los criterios básicos apuntados: ocultación, aprovechando obstáculos naturales del terreno; alejamiento de los focos principales de observación (carreteras, pueblos...); no tapar vistas panorámicas; etc. En los terrenos ondulados y montañosos la intrusión visual disminuye si las escombreras se apoyan en las laderas, lo cual puede

ser considerado un buen emplazamiento siempre y cuando no lleguen a cegarse los valles o a taponar las líneas de drenaje superficial naturales.

Otra técnica para la ocultación o enmascaramiento de escombreras es la creación de pantallas. Las escombreras de menor tamaño o una pequeña proporción de estériles, pueden en ocasiones ser utilizados, si se emplazan y diseñan adecuadamente, como pantallas que dificulten la observación de elementos visualmente desfavorables (grandes escombreras, hueco, infraestructura, edificios auxiliares, etc.). (Fig. nº 2).



**Fig. nº 2.- Pantallas visuales. Su tamaño y la implantación de vegetación mejoran la estética del paisaje.**

Otras recomendaciones y criterios de actuación serían:

- Evitar que la altura de la escombrera sobrepase la cota topográfica del entorno, para que no se focalice con la línea de cumbres, teniendo siempre un cerramiento visual más apto para absorberla e integrarla.
- Tener en cuenta la distancia de la escombrera a los focos principales de observación, pues distancia y tamaño de la escombrera están directamente relacionados. Así, una escombrera de pequeñas dimensiones pero cercana al

punto de observación es más impactante que una escombrera de mayor tamaño o mayor distancia visual, ya que ésta se ve más difusa, y además, es más frecuente encontrar obstáculos naturales que disminuyan su visibilidad (ITGE, 1987).

En cuanto a la forma exterior, lo fundamental para la integración paisajística de la estructura será intentar reproducir las existentes en el entorno natural, acercándonos a configuraciones topográficas originales.

Salvo casos excepcionales, no conviene la reperfilación de formas troncocónicas, el dejar aristas y superficies planas de acabado y el redondear taludes en planta o en alzado (los perfiles convexos presentan menos riesgos de erosión que los cóncavos, en caso de no poder modelar un perfil totalmente convexo, deberán adoptarse perfiles mixtos).

Las bermas de gran anchura pueden ser una remodelación desfavorable, si no están justificadas desde la perspectiva de estabilidad de la estructura. Para el establecimiento de la vegetación, basta con abanalamientos más estrechos (1,5-3 m).

Cuando sean imprescindibles para asegurar la estabilidad y control de la erosión de la escombrera se recomienda que:

- Sean lo más estrechas posible
- Tengan bordes redondeados
- No sean equidistantes ni totalmente paralelas
- Si la superficie de la escombrera es grande procurar que cada berma no la atraviese transversalmente por completo; hacer que las bermas desaparezcan gradualmente (en este caso es necesario prever el drenaje del agua de escorrentía que se canaliza por la berma).

Como norma de buena práctica, y consecuente con los criterios prioritarios de restauración, es recomendable reducir el ángulo del talud de las escombreras cuando éste sea excesivo, y disminuir su longitud, ya que ambos parámetros aumentan la erosión del terreno.

Debe, pues, prevalecer el criterio de rebajar en lo posible la pendiente del vertido. Si nos atenemos a los límites operativos de un bulldozer ligero, convencional, lo ideal es situar la pendiente final entre los  $16^\circ$  y  $20^\circ$ . Valores que, por otra parte, pueden resultar antieconómicos y no favorables en cuanto a ocupación de espacio.

A medida que aumentamos la pendiente las condiciones de mantenimiento del pastizal van a empeorar, debiéndose entonces incorporar masas vegetales y forestales, sobre todo en aquéllas zonas de montaña donde se prevean efectos de fuerte erosión (nival). (Fig. nº 3).

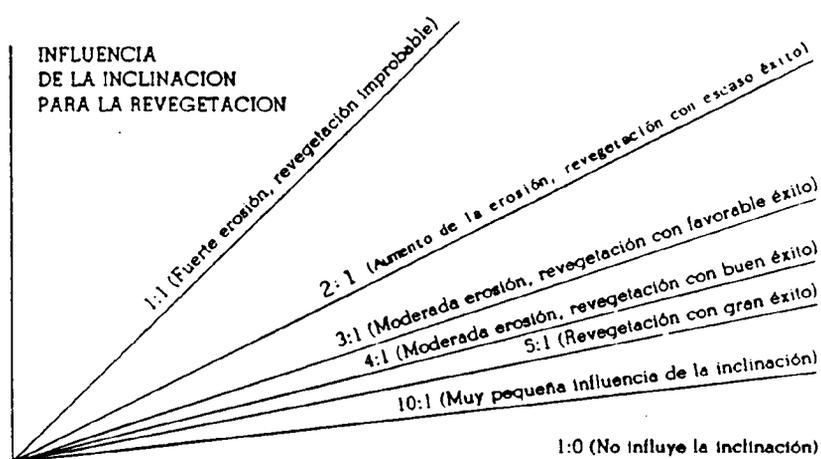


Fig. nº 3.- Influencia de la inclinación para la revegetación.

Cuando por los oportunos cálculos de estabilidad, se optase por forzar los taludes medios de la estructura hasta los máximos ángulos posibles, o aumentar las alturas de los niveles de vertido por encima de los 15 m, muy posiblemente deba recurrirse a unir en un mismo talud los estériles sin distinción de bermas importantes.

Se aconseja, entonces, dejar pequeñas anchuras de bermas: 1-2 m con un 3-5% de pendiente hacia el interior del talud, con la especial función de interrumpir la erosión. Sin embargo, esta disposición en bancos, aumenta la filtración al reducir la escorrentía, circunstancia a tener muy presente en aquéllas estructuras donde se constaten signos de deslizamiento por disminución del ángulo interno de fricción de los residuos.

La forma uniforme de los taludes, sin prominencias convexas, son los que dan menor cantidad de sedimentos, con cambios de forma más lenta que otras alternativas. Los efectos erosivos quedan mitigados en un alto porcentaje con el arraigo de una vegetación adecuada.

Sin embargo, las condiciones impuestas por el medio natural, la implantación, el tipo de explotación, la naturaleza y las propiedades de los estériles, los usos del suelo previstos, etc., de cada caso concreto, podrán aconsejar variar estos valores. Así para los usos del suelo el Cuadro Nº 2 recoge una pendiente media de actuación.

USOS PREVISTOS PARA EL SUELO	PENDIENTE MEDIA (%)
— Cultivos agrícolas intensivos	< 5
— Cultivos agrícolas extensivos	5-12
— Cultivos arbóreos y dehesas	12-20
— Utilización forestal	> 20

**Cuadro nº 2.- Pendiente media de actuación para usos previstos para el suelo.**

Para conseguir la integración paisajística de la escombrera los criterios esbozados deben complementarse normalmente con el recubrimiento de su superficie con cobertera o tierra vegetal (contribuye a evitar el contraste cromático que frecuentemente produce el estéril) y posterior introducción de vegetación.

Además, el empleo de vegetación y forestación como pantalla visual puede ser muy práctico para amortiguar el efecto producido por defectos del modelo o para disminuir partes vistas.

Para finalizar, hay que tener en cuenta a la hora del modelado de escombreras lo ya reseñado sobre estabilidad y drenaje, pues tan importante y a veces más que la mimetización de las escombreras en el entorno, es adecuar el diseño para facilitar un drenaje natural del agua superficial; "Un buen planteamiento puede ser la fijación inicial de las rutas de drenaje más convenientes y proyectar la remodelación del terreno de forma que encaje con dicha red de drenaje" (Macrae, 1983).

Por esto en el modelado no sólo se debe tener en cuenta las pendientes, sino también la morfología del entorno, de manera que las escombreras tiendan también a reproducirla, conservando incluso la salida natural de las vaguadas.

### **3.1.2. Frentes y taludes de las zonas explotadas**

Los factores y elementos a considerar para el diseño de los taludes finales de los huecos son básicamente los ya apuntados en el apartado anterior. Sin embargo, en este caso las posibilidades de actuación son más limitadas debido, por un lado, a que el emplazamiento es un factor geológico fijo e inamovible, y por otro, a que por las características de los materiales el modelado en general es más difícil.

Aunque no sea la situación más frecuente, habrá ocasiones en que sea posible rellenar el hueco total o parcialmente con estériles de la propia explotación o de una cercana, o de utilizarlo como vertedero de residuos de procedencia no minera (en este caso habrá que estudiar previamente en profundidad -

el riesgo de contaminación). Rellenar es la solución que permite acercarse más al estado original del terreno y, por tanto, minimizar el impacto paisajístico, por lo que no debe rechazarse como alternativa a considerar.

Aun cuando el relleno del hueco no sea viable, los métodos de explotación para las situaciones de actividad pueden, con frecuencia, diseñarse para reducir el impacto visual. Como en el caso de la creación de escombreras, la restauración progresiva de los taludes según lleguen a su posición final de proyecto, reducirá la porción visible a los frentes activos. En algunas ocasiones el avance de la excavación podrá orientarse de forma que la parte activa no sea visible desde los puntos principales de observación. La restauración progresiva permite usar la cobertera (si se hubiera almacenado) o los estériles directamente, sin necesidad de acopiarlos en escombreras.

Las opciones de tratamiento de taludes y huecos, (propuestas por Coppin y Bradshaw, 1982) pueden sintetizarse en:

- Relleno total
- Relleno parcial para reducir pendiente
- Relleno puntual selectivo
- Descabezamiento de los bancos
- Creación de pendiente continua con los estériles
- Introducción de la vegetación

Los taludes banqueados presentan mayores posibilidades de recuperación que los de frente único; la implantación de arbolado en los bancos ayuda a romper la continuidad del talud y mejora su apariencia. En cualquier caso siempre es aconsejable intentar disminuir la pendiente del talud de corta y dejar pequeñas repisas que favorezcan la acumulación de finos y faciliten el establecimiento de vegetación.

En ocasiones, se realizan pequeñas voladuras con cargas puntuales de explosivo con el fin de abrir los hoyos necesarios para la implantación posterior y aumentar la fracturación natural del terreno para facilitar el enraizamiento de las especies vegetales.

También se realizan voladuras especiales en casos de materiales litológicos no ripables cuando se desea descabezar los bancos para romper la linealidad y geometría de los taludes. En estos casos las voladuras se proyectan, por lo general, con varias filas de barrenos a diferente profundidad, con el fin de conseguir el corte previsto.

Cuando se utilicen explosivos debe tomarse la precaución de no afectar a la integridad estructural y estabilidad general de los taludes, pues de lo contrario, el tratamiento de éstos podría ser más perjudicial que beneficioso.

Los taludes creados pueden recubrirse con cobertera y revegetarse, lo que integrará notablemente con su entorno.

Lógicamente, con una planificación combinada de la restauración de la zona de explotación y de las estructuras residuales se consigue una mayor efectividad y rentabilidad económica.

En ocasiones, se plantea el problema de falta de un sustrato adecuado para el establecimiento y desarrollo de una vegetación. Evidentemente una solución consiste en retirar, antes de que se inicie la actividad, las capas fértiles de terreno y conservarlas apiladas para su posterior utilización como recubrimiento. Es muy importante, si los costes lo permiten, separar cada uno de los horizontes de suelo existentes, para que no se rebajen las cualidades de cada capa, al mezclarse entre sí.

La retirada, manejo de las capas, y su acopio posterior sobre todo la de tierra vegetal, debe hacerse con cuidado para evitar su deterioro por compactación, alteración de la estructura edáfica, muerte de los microorganismos

aerobios, riesgo de formación de sustancias tóxicas, reducción del ciclo normal de los compuestos nitrogenados, etc.

Como medidas básicas para prevenir la compactación se aconseja:

- evitar manipular la tierra cuando esté húmeda, sobre todo si se trata de materiales arcillosos;
- evitar el paso repetido de maquinaria sobre ella;
- evitar el acopio de estos materiales en escombreras de gran altura ( $h \leq 3$  m);
- seleccionar cuidadosamente la maquinaria a emplear;
- sembrar la superficie de los montones acopiados si la tierra vegetal va a estar almacenada durante un largo período de tiempo.

Esta última medida ayudará además a preservar y/o mejorar sus características edáficas y a protegerlas contra la erosión hídrica y eólica.

#### 4. CONSIDERACIONES SOBRE LA COMBUSTION DE ESCOMBRERAS Y SU INCIDENCIA AMBIENTAL

Las rocas que acompañan al carbón son areniscas y pizarras fundamentalmente.

En estos materiales, resultan conocidos los fenómenos de combustión espontánea de estériles, tanto en focos localizados como afectando a la totalidad de la escombrera.

Las alteraciones ambientales principales derivadas de los procesos de autocombustión pueden agruparse en:

- La eliminación de reservas carboníferas, residuales, potencialmente recuperables por procesos de relavado.
- La producción de gases nocivos.
- La modificación de las condiciones de estabilidad de la escombrera.

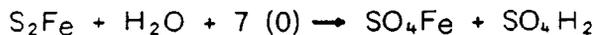
Una vez finalizado el proceso de ignición, las estructuras quemadas, adquieren una notable cimentación entre sus partículas, debido a la fusión de los materiales de naturaleza arcillosa. En estados intermedios del proceso, pueden producirse situaciones de colapso, o generación de gases con escape ocluido, con aumento de las presiones intersticiales que pueden minorar las condiciones de estabilidad de la escombrera.

En el riesgo de ignición inciden las concentraciones de carbón, y azufre de los estériles, las condiciones climáticas de la zona de implantación, el índice de huecos, así como otros factores de tipo constructivo.

Los estériles con cierto contenido en carbón, a temperatura ambiente son oxidados, a velocidad lenta pero continua, en un proceso exotérmico, que necesita la disipación energética en forma de calor. Si ello no se produce, el proceso se cataliza, con elevación de la temperatura y aumento de la aceleración en la reacción físico-química.

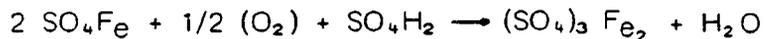
Una vez alcanzada la temperatura en el foco de estériles, el aporte de oxígeno, teóricamente necesario, por medio del aire atmosférico, es fundamental para que el proceso se active completa o incompletamente. En cualquier caso, son factores determinantes, la permeabilidad suficiente en la masa de estériles y la presencia de determinadas bacterias aerobias, con un grado de humedad específico.

Los estériles piritosos son también oxidados en determinadas condiciones físico-químicas, produciéndose la reacción exotérmica básica:

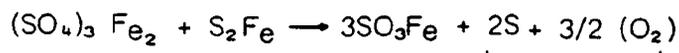


El desarrollo bacteriano, favorecido con la presencia de fósforo y nitrógeno, acelera considerablemente la oxidación pirítica.

La velocidad del proceso en condiciones normales es lenta, pero activa, mediante la acción catalítica de agentes aerobios (tiobacilos), que posibilitan la reacción:



El sulfato férrico formado es reducido por las concentraciones piríticas presentes en los estériles en la forma:



El azufre liberado favorece la combustión espontánea salvo que se convierta en ácido sulfúrico:



Si el oxígeno aportado a través del aire no es el "teóricamente necesario" para la oxidación de la pirita existe el riesgo de una hidrogenación del azufre, que intensifica la alteración ambiental, al ser de un nivel de toxicidad mayor.

Evidentemente, en el control y evolución del proceso, juega un papel fundamental la granulometría de los estériles, ya que ello condiciona el índice de huecos de la masa, y por tanto el aire a circular por los intersticios.

Para una concentración de carbón determinada en los estériles existe un índice de huecos óptimo que eleva el riesgo de combustión de los mismos.

En la alteración ambiental producida por estos gases de combustión de residuos carbonosos, tiene especial relevancia la dirección de los vientos dominantes y su persistencia sobre zonas habitadas, así como, el lugar de implantación de la escombrera, puesto que, su comportamiento, en cuanto a la difusión de los mismos, es distinto si se verifica en condiciones de topografía exenta o de ubicaciones del tipo vaguada.

En el orden de las acciones correctoras a emprender, ante una escombrera en combustión, pueden adoptarse medidas de:

- Eliminación de la vegetación y materiales susceptibles de combustión de la escombrera.
- Compactar los residuos en tongadas no superiores a 0,50-0,80 m, dependiendo de los equipos de compactación.

- Intercalar niveles terrosos horizontales, periódicamente entre los residuos, sin comprometer la estabilidad de la estructura.
- Eliminación de tamaños gruesos que puedan dar lugar a huecos importantes que faciliten la aireación de los residuos.
- Evitar el vertido de maderas y otros residuos (basuras, etc.) junto a los estériles carbonosos.
- La adopción de medidas de seguridad, para el personal que va a desarrollar los trabajos.

## 5. VALORACIONES ECONOMICAS

### 5.1. Cuadro de precios aplicado

Con el objeto de efectuar una valoración económica de los trabajos de restauración a emprender en cada caso, se han englobado bajos los siguientes conceptos, una serie de operaciones que a continuación se detallan:

#### Movimiento de estériles en remodelado de la estructura

Comprende trabajos de retirada o aporte de estériles para rebajar o recuperar una berma o hueco, con medios mecánicos del tipo bulldozer, retroexcavadora, etc.

#### Reperfilado de la estructura en taludes y superficies horizontales

Se incluyen los trabajos de descabezamiento de taludes y perfilado de superficies, tanto horizontales como con pendiente, realizado con medios mecánicos del tipo bulldozer, y motoniveladora.

#### Espaldón de fracción gruesa extendida en talud y/o pie de la estructura

Comprende el aporte y extendido de estériles gruesos, tamaño superior a 15 cm y no mayores de 40 cm, procedentes de la propia escombrera o de mina. Deben ser materiales angulosos, de elevada resistencia y de gran permeabilidad.

### Refinado y compactación de superficies en estériles

Se engloba, dentro de este concepto, el conjunto de labores de compactación y regularización de estériles en superficie, hasta alcanzar la densidad exigible con los equipos mecánicos y técnicos adecuados.

La dirección de las obras, a la vista de las características que presentan los estériles y de los equipos de compactación, podrá indicar el mínimo número de pasadas a dar por tongada, así como el espesor de ésta. En principio deberá contarse con un mínimo de 3-4 pasadas.

No deberán efectuarse trabajos de compactación, cuando los estériles por efecto de la lluvia o por cualquier otro motivo tengan una humedad superior en dos unidades a la óptima o cuando se presenten zonas encharcadas o con exceso de agua.

### Demolición de paramentos de hormigón

Constituye el conjunto de trabajos de derribo por medios mecánicos o mediante perforación y voladura de muros, pilares y cimentaciones de hormigón, y su carga y transporte a vertedero.

### Demolición de muros y obras de ladrillo

Se engloban los trabajos de demolición por medios mecánicos de muros de fábrica de ladrillo o/y mampostería, incluyendo retirada, carga y transporte a vertedero.

### Sistema drenante

Se incluyen el conjunto de obras de excavación e instalación de elementos y materiales drenantes, necesarios para asegurar el drenaje de la estructura, de acuerdo con un diseño técnico adecuado y dentro de las especificaciones requeridas para estos materiales. Se consideran dos costes en función del grado de complejidad.

Un sistema drenante complejo está constituido por más de un elemento drenante: un canal perimetral, un dren de fondo, un núcleo drenante, drenajes laterales, chimeneas, etc. Algunos ejemplos de ambos sistemas se reflejan en las figuras n.ºs. 4 y 5.

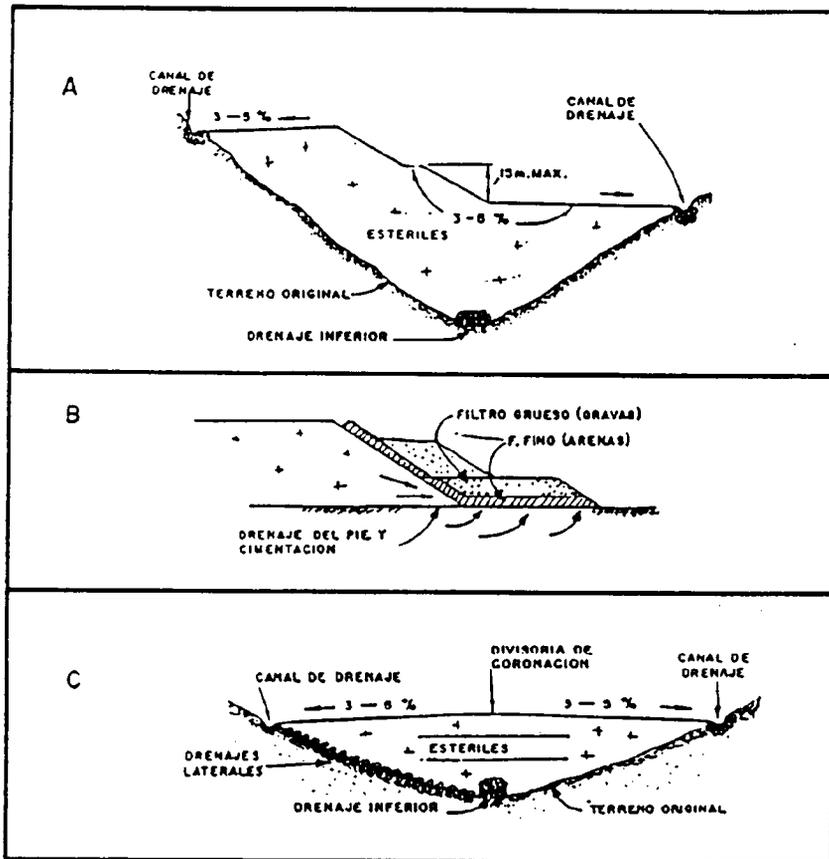
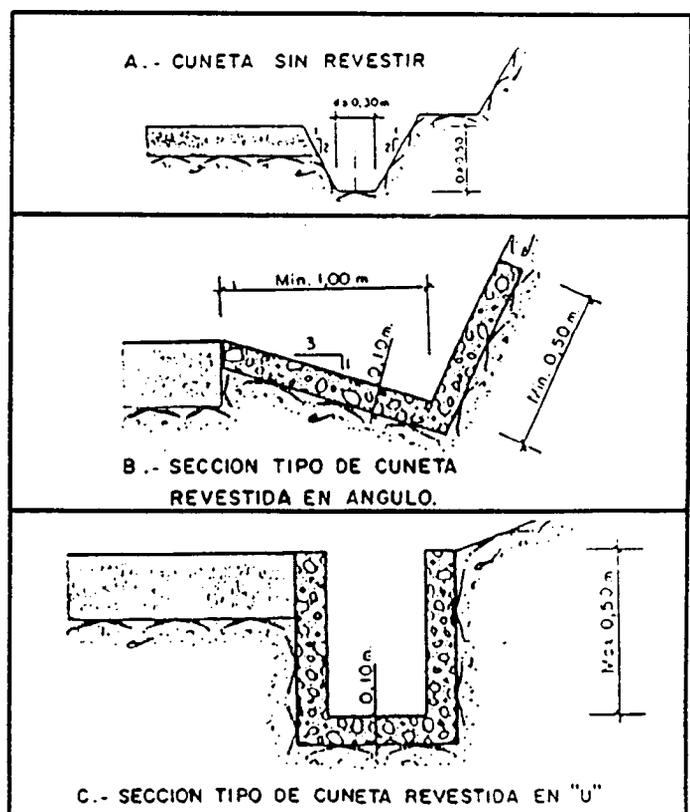


FIG. n.º 4. SISTEMAS DRENANTES COMPLEJOS.

FIG. n.º 5. SISTEMAS DRENANTES SENCILLOS



C.- SECCION TIPO DE CUNETA REVESTIDA EN "U"

### Aporte y extendido de suelo vegetal

Se define esta unidad de obra como el conjunto de operaciones - de situar en los lugares y cantidades indicados, la tierra vegetal y/o de cobertera necesarias.

Se incluyen la carga y transporte desde el acopio, así como el extendido; se supone realizado por los mismos equipos que efectúan el modelado y reperfilado.

### Tratamiento de colonización vegetal (siembra)

Se establecen dentro de este concepto, el conjunto de tratamientos de colonización que mejor se ajusten a las características morfológicas que se definen cada uno de los casos estudiados, con las semillas o mezclas de ellas, aconsejadas para cada caso.

Se han considerado la mano de obra indirecta y los medios auxiliares correspondientes.

### Suministro y colocación forestal

Comprende el conjunto de trabajos de suministro e instalación de las unidades arbóreas aconsejadas en cada caso, introducidas en el hoyo superficial con aporte de tierra vegetal.

Se considera la mano de obra indirecta y los medios auxiliares, así como una densidad media de plantaciones.

### Cerramiento con valla protectora

Comprende el suministro y colocación de un cerramiento metálico y estable de la estructura.

Dejándose a la dirección de las obras, según las características de la estructura y su entorno, la elección del más adecuado y su opción a instalarlo o no.

Mantenimiento y control de las instalaciones

Se engloban el conjunto de trabajos necesarios a realizar anualmente, para que las medidas de restauración emprendidas cumplan sus objetivos, sin señales de abandono y/o deterioro.

Estas unidades de obra han sido valoradas a Pts. años 1989, en la forma siguiente:

<u>Ud</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>Precio Unit.</u>
M <sup>3</sup>	Movimiento de estériles en remodelado de estructura, de acuerdo con las recomendaciones efectuadas	150.-
M <sup>2</sup>	Reperfilado de la estructura en taludes y superficies horizontales, con bulldozer, retroexcavadora, motoni-veladora	170.-
M <sup>3</sup>	Espaldón de fracción gruesa extendida en talud y/o -pié de la estructura	800.-
M <sup>2</sup>	Refinado y acabado mediante compactación de superficies en estériles	150.-
M <sup>3</sup>	Demolición de paramentos de hormigón	8.000.-
M <sup>3</sup>	Demolición de muros y obras de ladrillo	3.500.-
M.L.	Sistema drenante complejo	7.500.-
M <sup>2</sup>	Aporte y extendido de suelo vegetal	45.-
M <sup>2</sup>	Tratamiento para la colonización vegetal (siembra)	70.-
M <sup>2</sup>	Suministro y colocación forestal	450.-
M.L.	Cerramiento con valla protectora y su colocación	3.000.-

P.A.	Mantenimiento y control de la estructura e instalaciones	50.000.-
M.L.	Sistema drenante sencillo	2.000.-
P.A.	Instalaciones de decantación y tratamiento	500.000.-

## 5.2. Comentarios a los costes

En primer lugar, como resulta lógico pensar, los costes van a depender de las condiciones del lugar a restituir, por ello, cuando se intente la comparación de los costes por Ha de los distintos casos, deberán evaluarse así mismo los condicionantes de similitud y los inconvenientes existentes desde las distintas perspectivas que pueden presentarse en cada estructura.

En nuestro caso, en el coste de cada concepto, se han incluido exclusivamente los trabajos de restauración no poderándose en los mismos los derivados de un plan de protección ambiental.

Tampoco se han considerado los gastos correspondientes a estudios puntuales de determinación de impactos, climatología, estabilidad, edafología, ejecución de ensayos, dirección y supervisión de obras, la posible necesidad de compra de maquinaria, etc. que en algún caso podría plantearse.

Aún con la dificultad que entraña una valoración de este tipo, la definición de precios que se indica, es el resultado de una ponderación sobre los distintos costes operativos facilitados de una parte por los contratistas de la zona y de otra de estudios puntuales de restauración.

## 6. CASOS DE RESTAURACION ESTUDIADOS. PRESUPUESTOS PREVIOS

Los estudios fueron los siguientes:

- Escombrera de Tiembra
- Escombrera de Interior-Mina Julia
- Edificaciones. Mina de Fabero
- Balsas. Minas de Fabero
- Escombrera lavadero. Mina Julia
- Escombrera cielo abierto. Alicia
- Socavón - Alicia
- Socavón - Cardenio Hnos.
- Escombrera interior - La Reguera
- Escombrera mina y lavadero - La Reguera
- Escombrera de mina - La Reguera
- Escombrera Pozo Viejo
- Escombrera de lavadero de Pozo Viejo
- Escombrera de interior - Minas de Fabero.



TIPO DE ESTRUCTURA : Escombrera

MINERAL : Antracita (carbón)

DENOMINACION : TIEMPERA

HOJA M.T.N. 1008

COORDENADAS U.T.M.

x = 697400

y = 4740200

z = 960

DESCRIPCION

Superficie (m<sup>2</sup>): 10.417

Volumen (m<sup>3</sup>): 41.567

Toludes (°): 42-43

Tipo de estériles: Pizarras y areniscas  
Emplazamiento: Vaguada  
Granulometría: predominan los finos  
Incipiente vegetación natural

La cuenca de recepción de la vaguada drena a través de la estructura

ALTERACIONES AMBIENTALES

Cuenca visual

Paísaje

Morfología

Aguas: Contaminación de aguas superficiales

Suelos: Desaparición de horizontes: vegetal y de transición

ESTABILIDAD

Se observan problemas erosivos, con definición de dos grandes cárcavas. Agradecería de material. En épocas de fuertes lluvias podrían llegar hasta la escombrera, ocasionando la pérdida de material.

TRATAMIENTOS

- Remodelado en bancos de altura 1,10 m y de ancho en cabeza 1 m. Superficie de taludes. Plataforma de la zona con pendiente 1%.
- Colocación en el talud del banco inferior, la fracción más gruesa de estériles (tamaño min. > 10 cm)
- Relleno en la base de la cárcava de material grueso (escollera, tamaño min. > 10 cm)
- Compactación de estériles
- Cuneta perimetral de drenaje en cabeza de la estructura (canal de guarda)
- Cuneta de recogida de aguas en pie de estructura
- Aporte de cubierta vegetal
- Revegetación con especies del lugar
- Instalación de valla protectora en el perímetro de la escombrera
- No debe ocuparse la superficie de la vaguada

COSTE POR HECTAREA .....

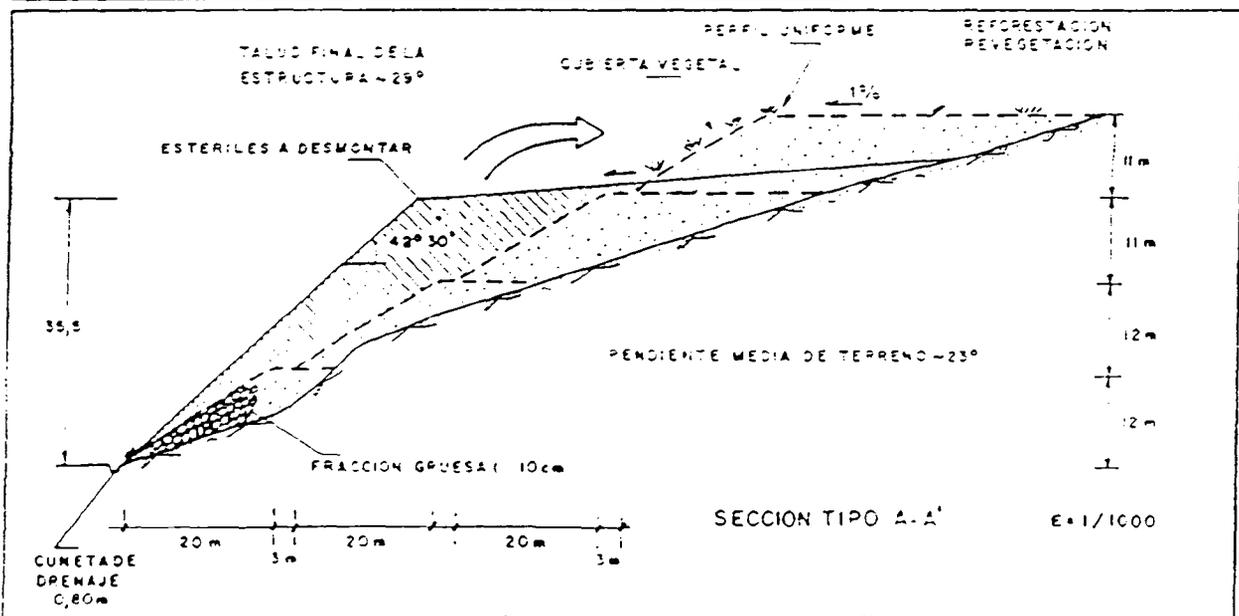
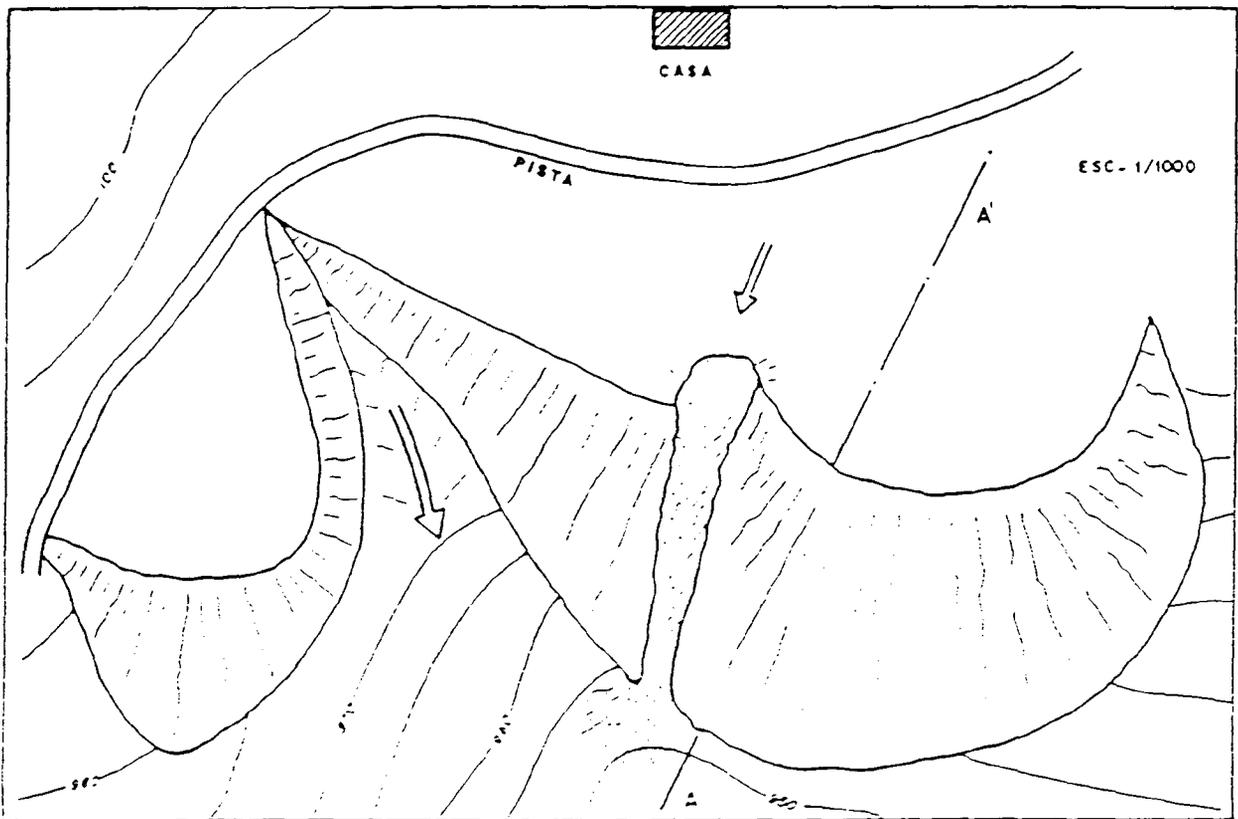
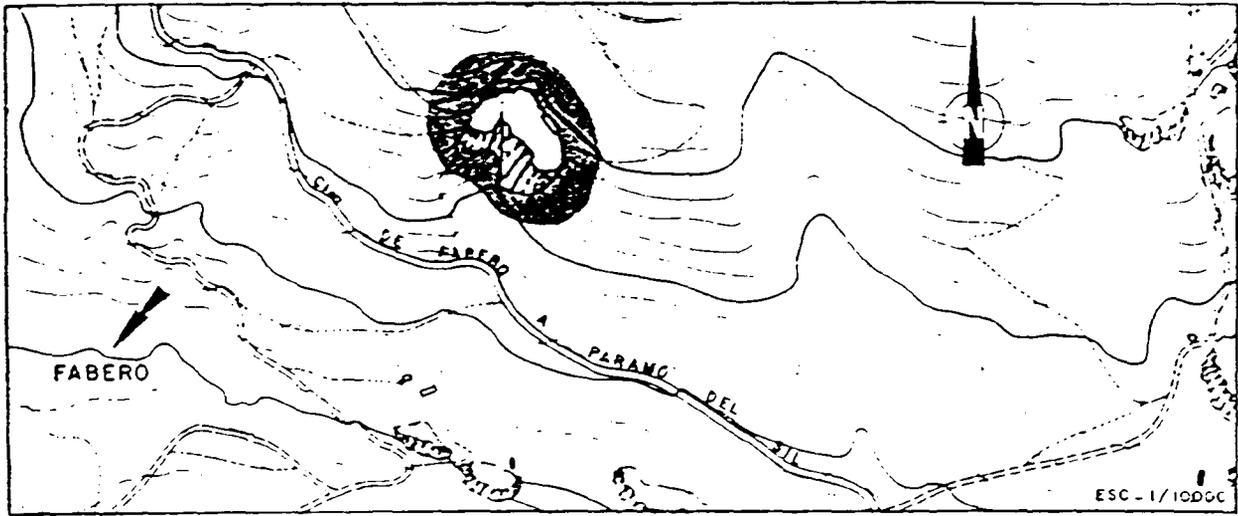
5.328.725 \$

VALORACION ECONOMICA

CONCEPTO	UNIDADES	PRECIO UNIT.	TOTAL
Movimiento de estériles en remodelado de estructura, de acuerdo con las recomendaciones efectuadas	20.674 m <sup>3</sup>	150	3.101.100
Espaldón de fracción gruesa extendida en talud y/o pie de la estructura	75 m <sup>3</sup>	800	60.000
Refinado y acabado mediante compactación de superficies en estériles	2.538 m <sup>2</sup>	150	380.700
Demolición de muros y obras de ladrillo	12 m <sup>3</sup>	3500	42.000
Sistema drenante sencillo	162 ml	2000	324.000
Aporte y extendido de suelo vegetal	10.417 m <sup>2</sup>	45	468.765
Tratamiento para la colonización vegetal (siembra)	10.417 m <sup>2</sup>	70	729.190
Cerramiento con valla protectora y su colocación	127 m	3000	381.000
Mantenimiento y control de la estructura e instalaciones	1,04	50000	52.000
<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>			<b>5.328.725</b>



UBICACION - LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO - SECCION TIPO A RESTAURAR.





TIPO DE ESTRUCTURA : Escombrera

MINERAL : Antracita (carbón)

DENOMINACION : MINA JUDIA

HOJA M.T.N. 1028

COORDENADAS U.T.M. x : 696800

y : 4729300

z : 820

#### DESCRIPCION

Superficie (m<sup>2</sup>): 11.327      Volumen (m<sup>3</sup>): 28.669      Taludes (°) 37-39

Tipo de estéril: Pizarras y areniscas

Emplazamiento: ladera

Granulometría: variable, desde finos hasta tamaño bloque (20-30 cm)

Alteración superficial de los materiales.

Forma parte de un conjunto de escombreras, situadas a dos niveles en la ladera.

Escombrera antigua y abandonada.

#### ALTERACIONES AMBIENTALES

Cuenca visual: Visible desde la carretera de Fabero a Páramo del Sol  
Paisaje  
Aguas: Contaminación superficial  
Suelos

#### ESTABILIDAD

Riesgo: No. Estado: Est. Controlado. OMS: .....

Estable en la configuración actual. En épocas de fuertes lluvias podrán producirse arastras hasta el pie.

#### TRATAMIENTOS

- Destapamiento del talud. Repardado y nivelación. Baxma con pendiente hacia el interior etc.
- Varado de la cubierta vegetal. Estabilización.
- Cuneca perimetral de drenaje a pie de la escombrera
- Revegetación con especies del lugar
- Pantalla visual mediante reforestación en dos alineaciones (árbol de la zona: castaño).

No deberán colgarse con residuos las dos vapaladas situadas a cada lado de la carretera.

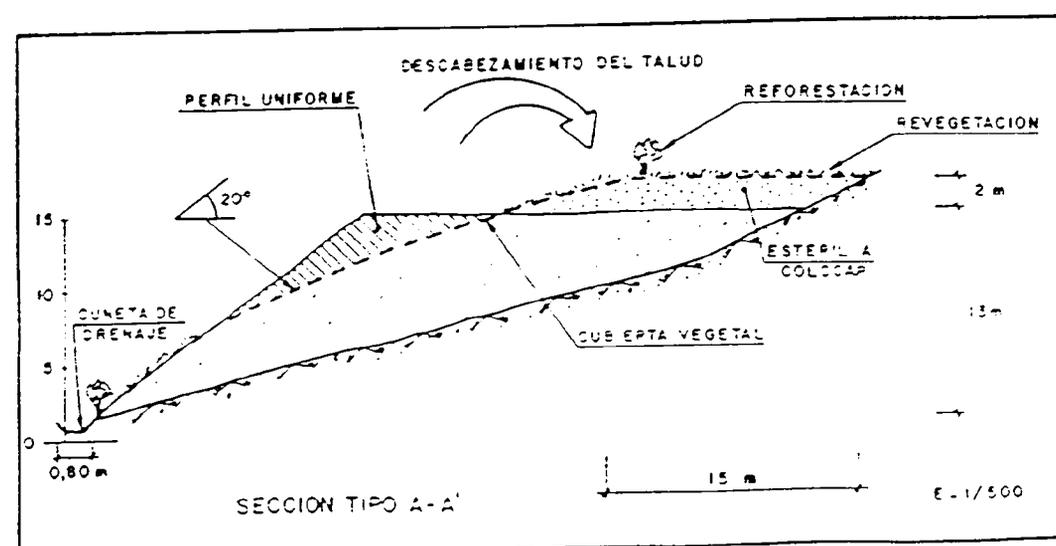
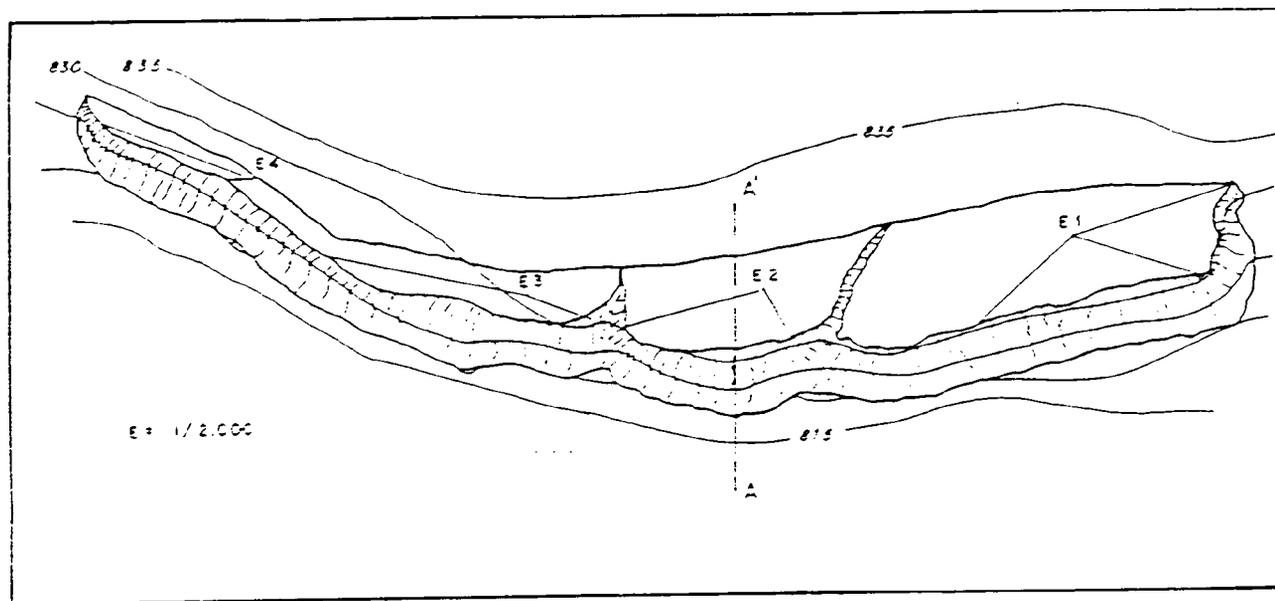
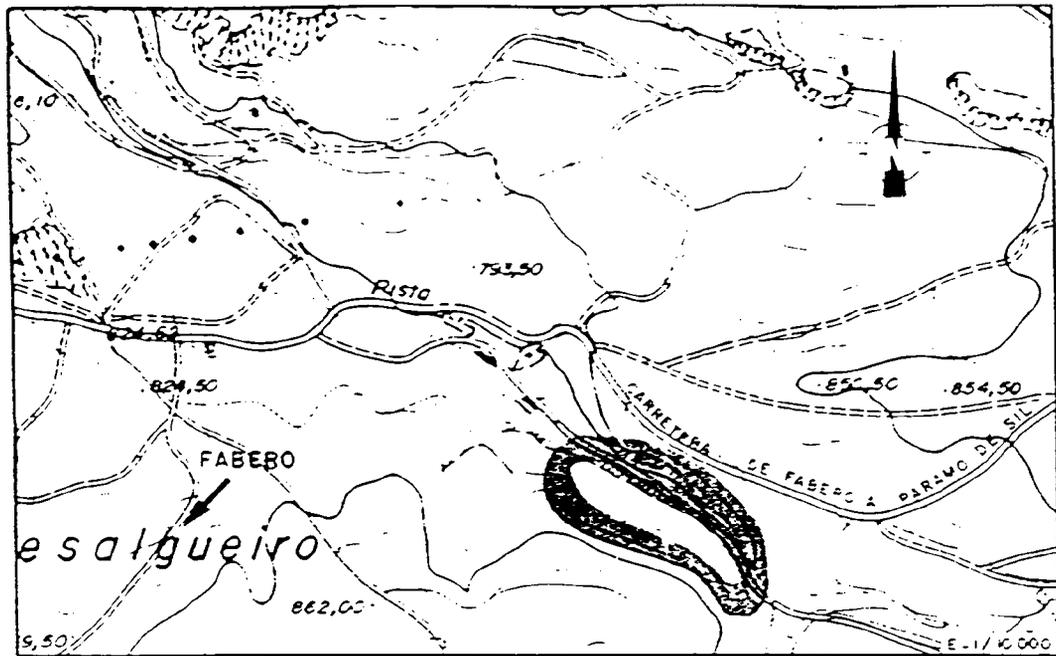
### ESTUDIOS PREVIOS DE RESTAURACION EN FABERO (LEON)



#### VALORACION ECONOMICA

CONCEPTO	UNIDADES	PRECIO UNIT.	TOTAL
. Perfilado de la estructura en taludes y superficies horizontales, con bulldozer, retroexcavadora, motoniveladora	1.581 m <sup>2</sup>	170	268.770
. Sistema drenante sencillo	315 Ml	2000	630.000
. Aporte extendido de suelo vegetal	11.327 m <sup>2</sup>	45	509.715
. Tratamiento para la colonización vegetal (siembra)	11.327 m <sup>2</sup>	70	792.890
. Suministro y colocación forestal	157,90 m <sup>3</sup>	450	70.875
. Mantenimiento y control de la estructura e instalaciones	1,13 P.	50000	56.500
<b>TOTAL PRESUPUESTO HE</b>			<b>2.328.750</b>
<b>COSTE POR HECTAREA .....</b>			<b>2.060.840 P.</b>

UBICACION - LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO - SECCION TIPO A RESTAURAR .





TIPO DE ESTRUCTURA : Edificaciones de lavadero MINERAL : Antracita (carbón)

DENOMINACION : LAVADERO DE MINAS DE FABERO HOJA M.T.N. 1008

COORDENADAS U.T.M. x : 694100 y : 4740150 z : 700

DESCRIPCION

Superficie (m<sup>2</sup>) : 299,64 Volumen (m<sup>3</sup>) : Toluses (P)

Edificios correspondientes a las plantas de tratamiento y lavado. (Lavadero).  
Estructura de hormigón en primera planta y de ladrillo con pilares de hormigón  
en la segunda.  
Conserva en su interior instalaciones mecánicas de tratamiento residualen

ALTERACIONES AMBIENTALES

Visual: Visible desde la población de Bárcena de la Abadía.  
Paisaje

ESTABILIDAD

Estructura estable sin señales de hundimiento de interior

TRATAMIENTOS

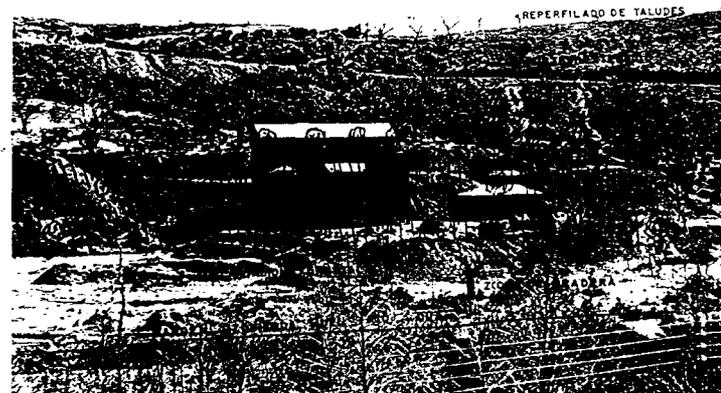
- Demolición de la estructura mediante medios mecánicos o voladura controlada.
- Retirada de escombros a vertedero
- Reperfilado de taludes
- Aporte y extendido de suelo vegetal
- Tratamiento para la colonización vegetal
- Plantación forestal con especies del lugar.

La restauración a realizar será coherente con la de las balsas y escombreras  
colindantes.

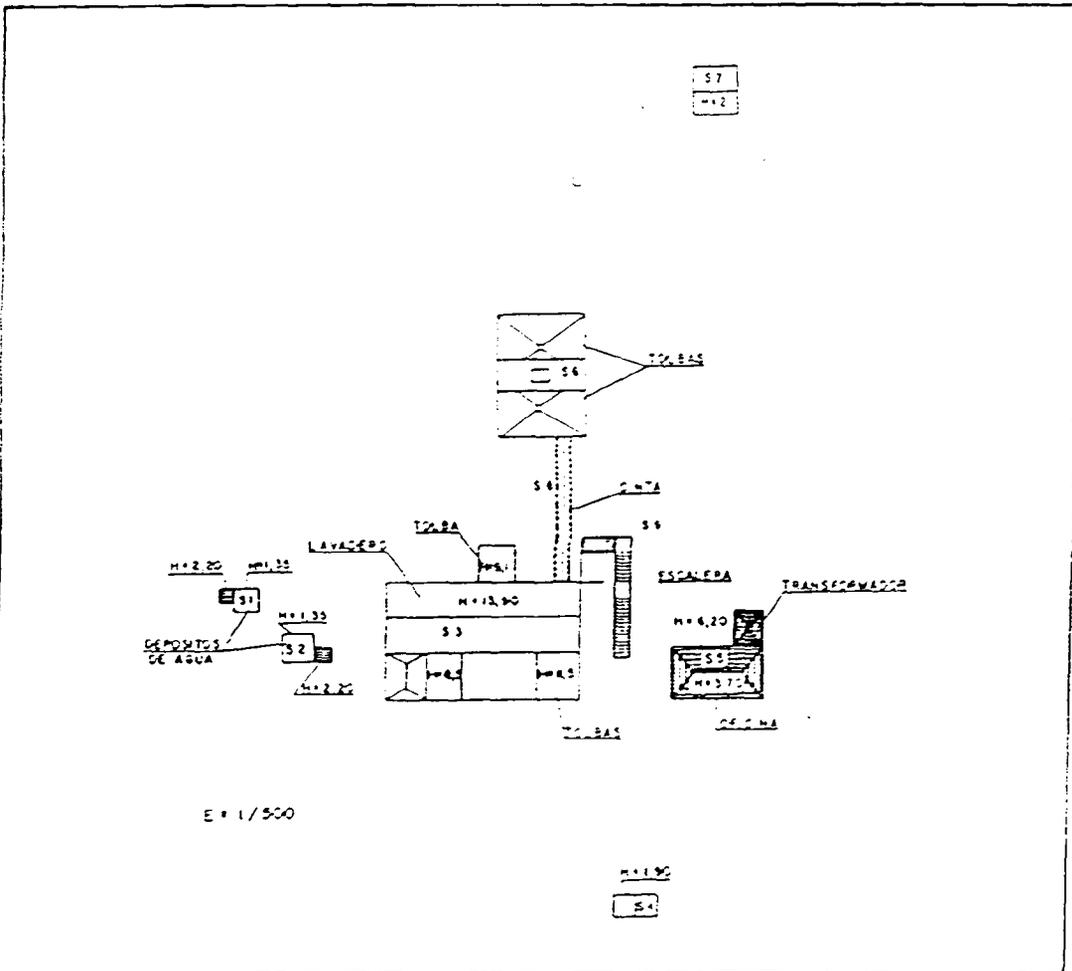
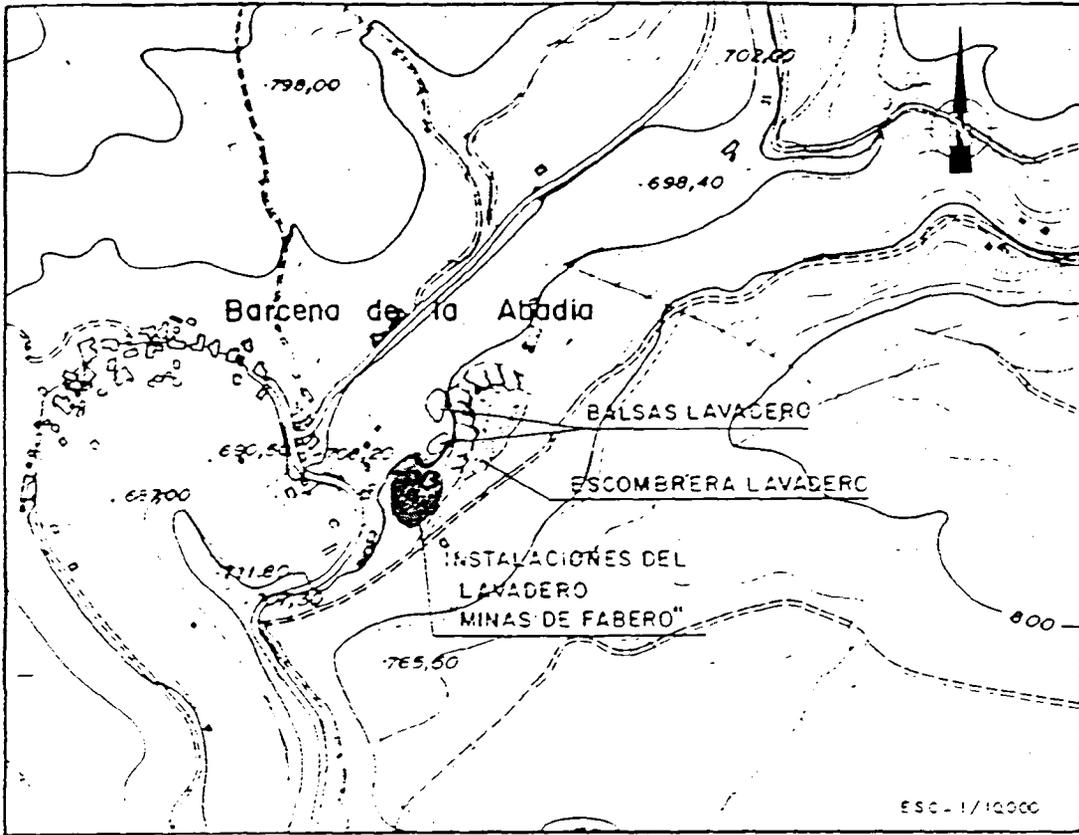
VALORACION ECONOMICA

CONCEPTO	UNIDADES	PRECIOS UNITARIOS	TOTAL
Reperfilado de la estructura en taludes y superficies horizontales, con bulldozer, retroexcavadora, motoniveladora	694 m <sup>2</sup>	170	117.980
Demolición de paramentos de hormigón	150,19 m <sup>3</sup>	8.000	1.201.520
Demolición de muros y obras de ladrillo	113,25 m <sup>3</sup>	3.500	396.375
Aporte y extendido de suelo vegetal	5200 m <sup>2</sup>	45	234.000
Tratamiento para la colonización vegetal (siembra)	5200 m <sup>2</sup>	70	364.000
Suministro y colocación forestal	67,50 m <sup>2</sup>	450	30.375
Mantenimiento y control de la estructura e instalaciones	0,52 P.	50.000	26.000
TOTAL PRESUPUESTO R.			2.370.250
COSTE POR HECTAREA .....			26.632.022 R.

POSIBLE REUTILIZACION - LUGAR DE ESPARCIMIENTO Y RECREO

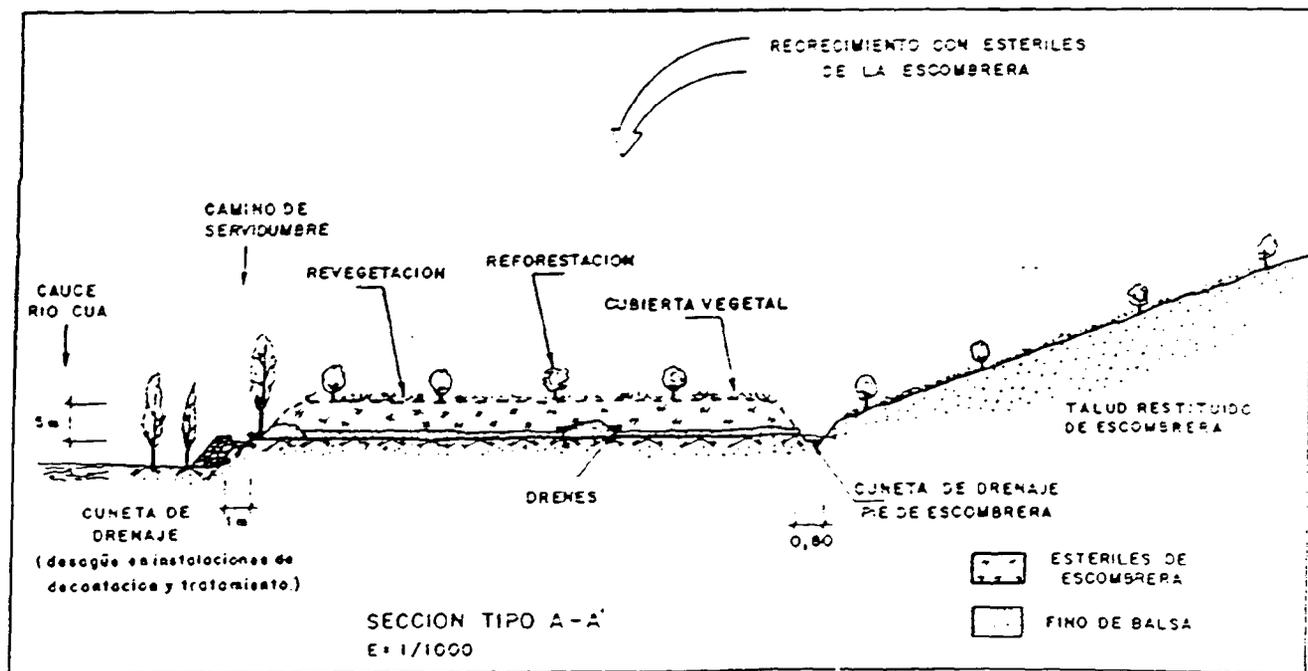
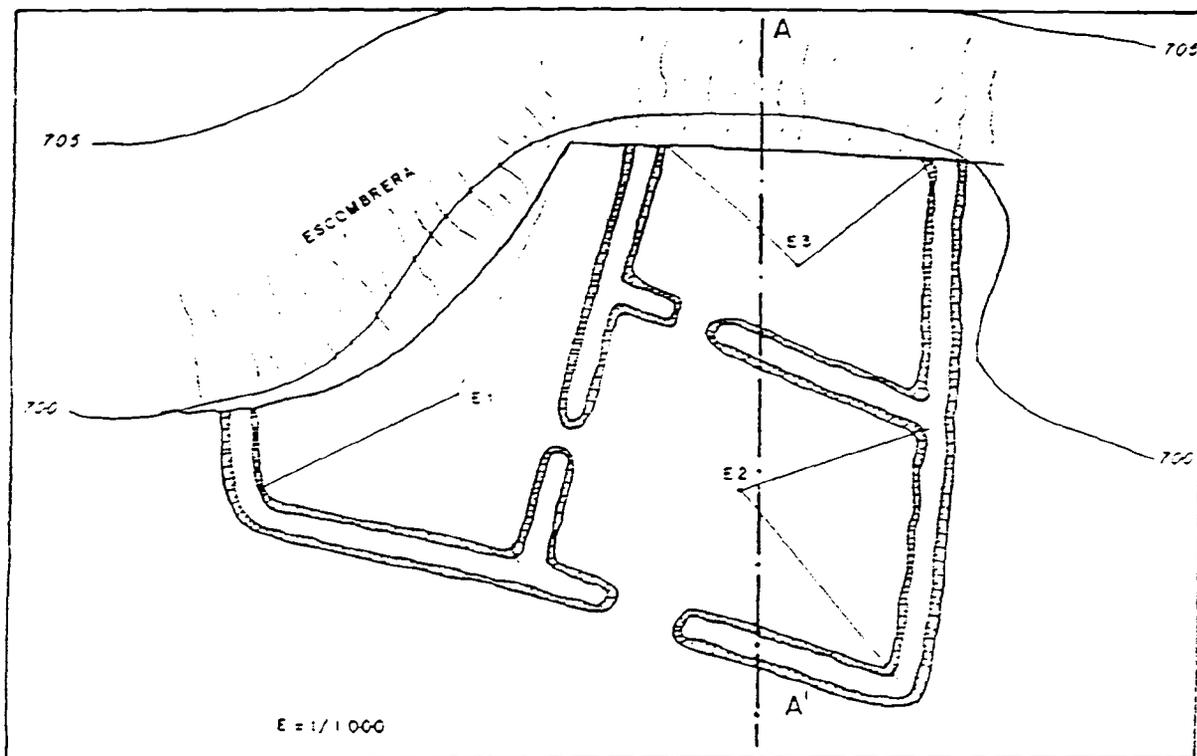
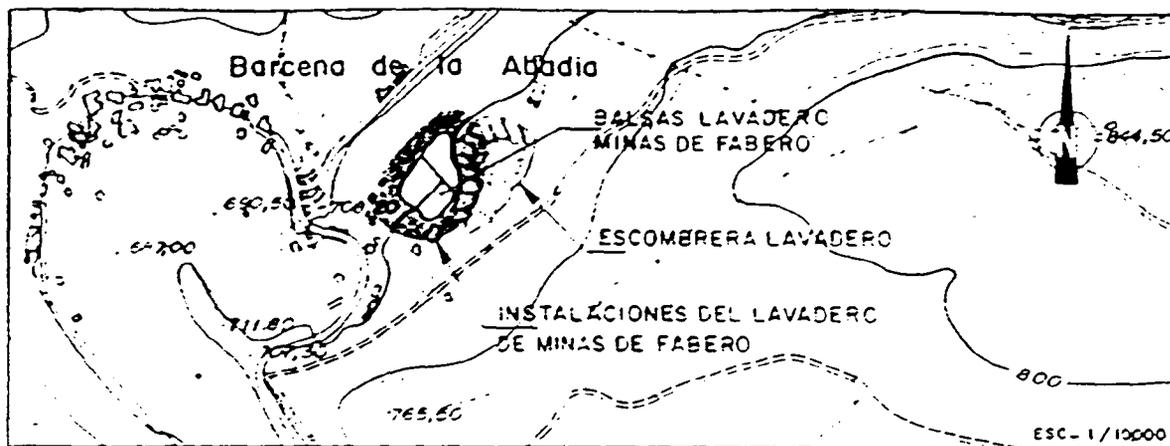


UBICACION - LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO - SECCION TIPO A RESTAURAR .





UBICACION - LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO - SECCION TIPO A RESTAURAR.





TIPO DE ESTRUCTURA : Escobrerera

MINERAL : Antracita (carbón)

DENOMINACION : MINA JULIA

HOJA M.T.N. 1008

COORDENADAS U.T.M.

X = 634280

Y = 4741200

Z = 710

DESCRIPCION

Superficie (m<sup>2</sup>) : 6.838

Volumen (m<sup>3</sup>) : 46.990

Terzetas (°) : 35-30

Tipo de estéril: Pizarras y areniscas  
 Emplazamiento: ladera-llano (mixto).  
 Granulometría predominante: los finos de lavadero, aunque se aprecian escurriduras de material más grueso (tamaño bloque).  
 Forma parte de un conjunto: instalaciones de lavado, escobrereras y balsas.  
 Las aguas de escorrentía lavan las superficies de la escobrerera, remansándose a su pie, en las balsas.  
 Potencia del suelo vegetal en el entorno 0,10-1,35 m.

ALTERACIONES AMBIENTALES

Cuenca visual

Paisaje

Aguas: Contaminación superficial

Suelos: Desaparición de horizontes: vegetal y de transición.

ESTABILIDAD

Riesgos: NO. Erosión. Erosión. Cercos. Excavación mecánica

Estable en la situación actual. Riesgo de daños: BAJO.

TRATAMIENTOS

- Modelado de la escobrerera, hasta talud final 1:1. Retirada de escombros hacia los huecos de explotación no cubiertos y hacia las balsas colindantes.
  - Reperfilado de superficies hasta aproximarse a la pendiente original del terreno
  - Acabado mediante compactación de superficies.
  - Cuneta perimetral de drenaje en cabeza y pie de la escobrerera. Captación de puntos surgentes.
  - Aporte de cubierta vegetal estable (0,30 m)
  - Revegetación con especies del lugar. Posibilidad de pradera
  - Reforestación (densidad media de pies)
- \* La restauración a realizar será coherente con las de la balsa y construcciones de lavado colindantes.

ESTUDIOS PREVIOS DE RESTAURACION EN FABERO (LEON)

VALORACION ECONOMICA

CONCEPTO	UNIDADES	PRECIO UNIT.	TOTAL
Movimiento de estériles en remodelado de estructura, de acuerdo con las recomendaciones efectuadas	24.568,90 m <sup>3</sup>	150	3.685.335
Sistema drenante sencillo	190,50 Ml	2.000	381.000
Aporte extendido de suelo vegetal	4.809,50 m <sup>2</sup>	45	216.427,5
Tratamiento para la colonización vegetal (siembra)	4.809,50 m <sup>2</sup>	70	336.665
Plantación forestal	123,15 m <sup>2</sup>	450	55.417,5
Mantenimiento y control de las instalaciones	0,68 PA	50.000	34.000
TOTAL PRESUPUESTO E			4.708.845

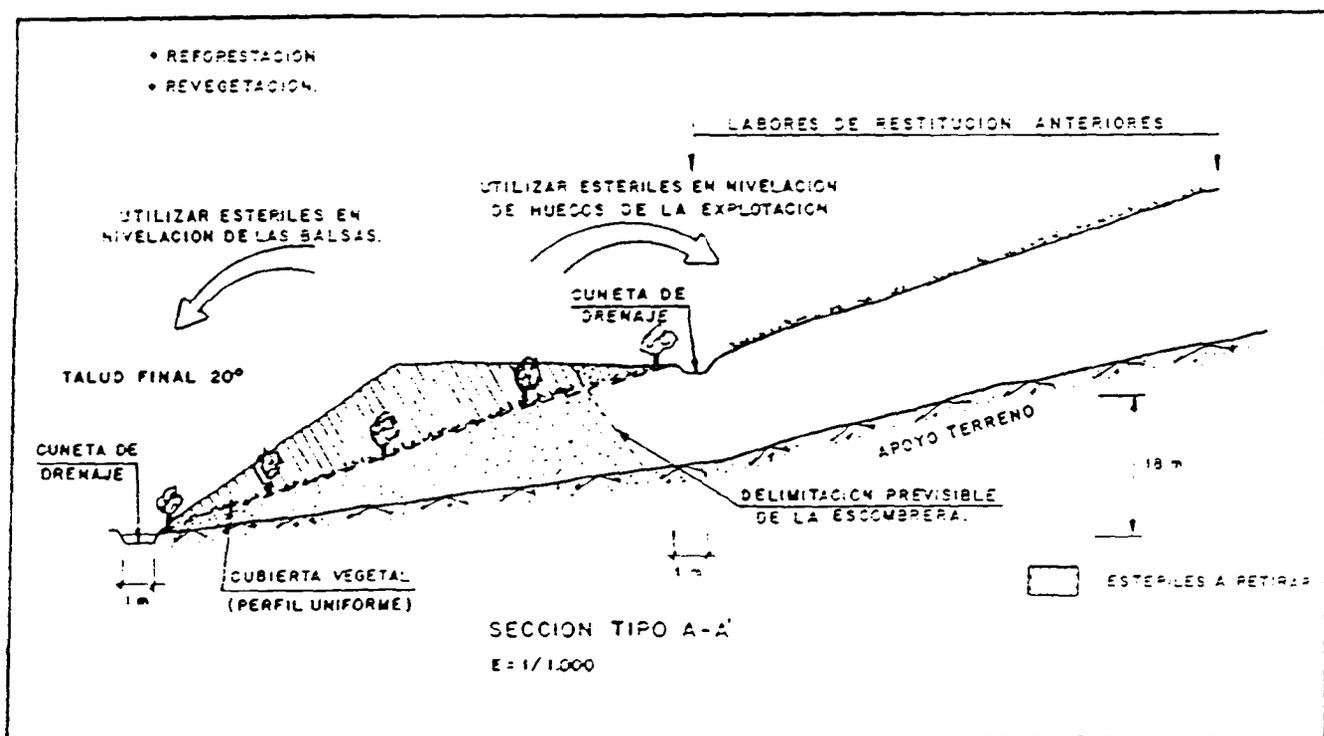
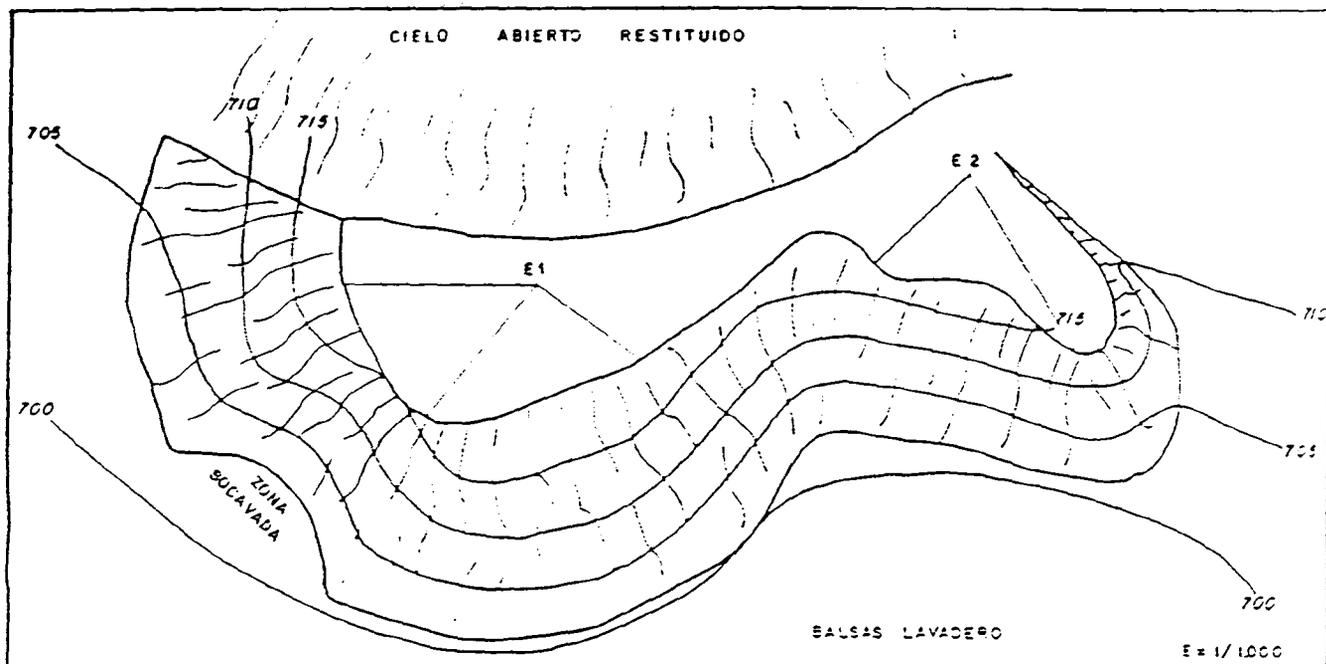
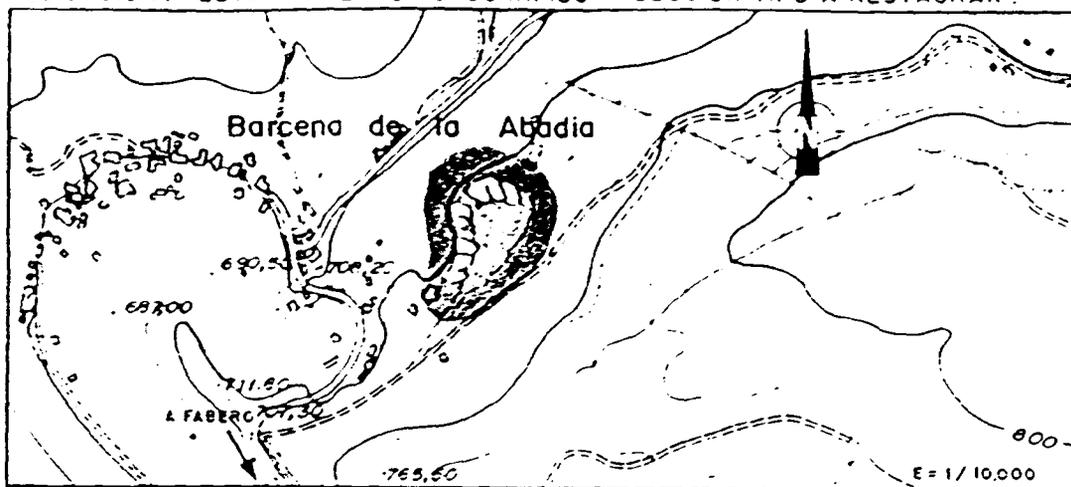
COSTE POR HECTAREA .....

6.924.772 E

POSIBLE REUTILIZACION - LUGAR DE ESPARCIMIENTO Y RECREO



UBICACION - LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO - SECCION TIPO A RESTAURAR.





TIPO DE ESTRUCTURA : Escombrera MINERAL : Antracita (carbón)

DENOMINACION : ALICIA HOJA M.T.N. 1008

COORDENADAS U.T.M. X : 698250 Y : 4740300 Z : 910

DESCRIPCION

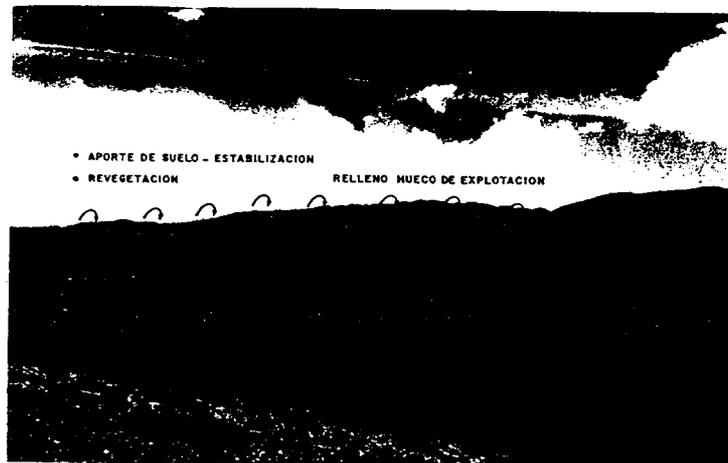
Superficie (m<sup>2</sup>): 10.591 Volumen (m<sup>3</sup>): 11.060 Pendientes (°) 35-36

Tipo de estéril: Pizarras, areniscas y arcillas  
Emplazamiento: ladera

La escombrera corresponde a la descubierta a cielo abierto, que recoge los materiales a techo de la capa.

Granulometría predominante: los tamaños finos

La potencia del suelo vegetal es < 0,5 m



ALTERACIONES AMBIENTALES

Cuenca visual: Ubicación en la línea de cumbres  
Paisaje: Contraste de color y formas  
Morfología  
Vegetación  
Suelos: Desaparición de los horizontes orgánico y de transición

ESTABILIDAD

Estructura estable. Erosión en la descubierta. Riesgo de daños bajo  
Estable en las condiciones actuales. Riesgo de daños bajo

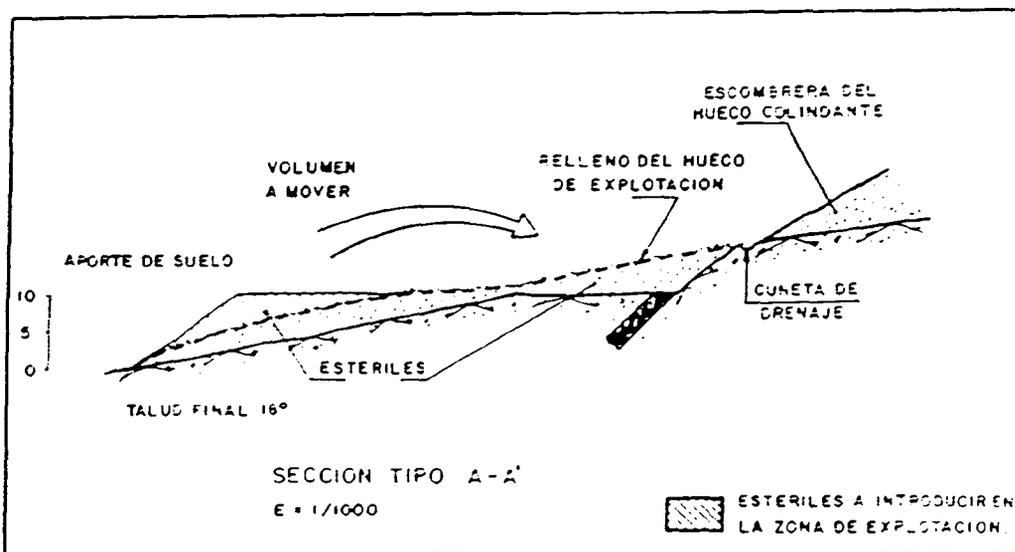
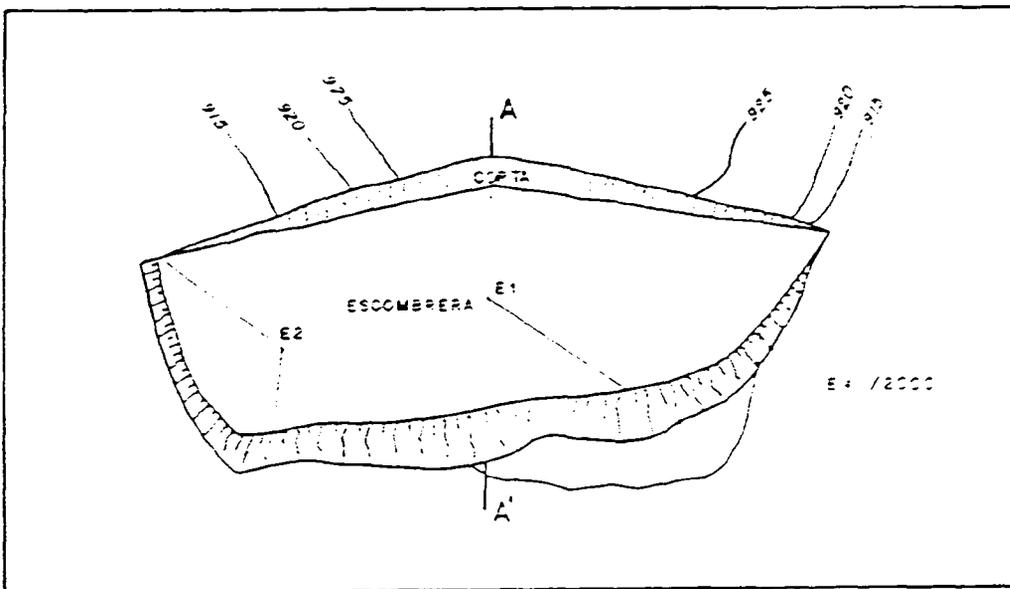
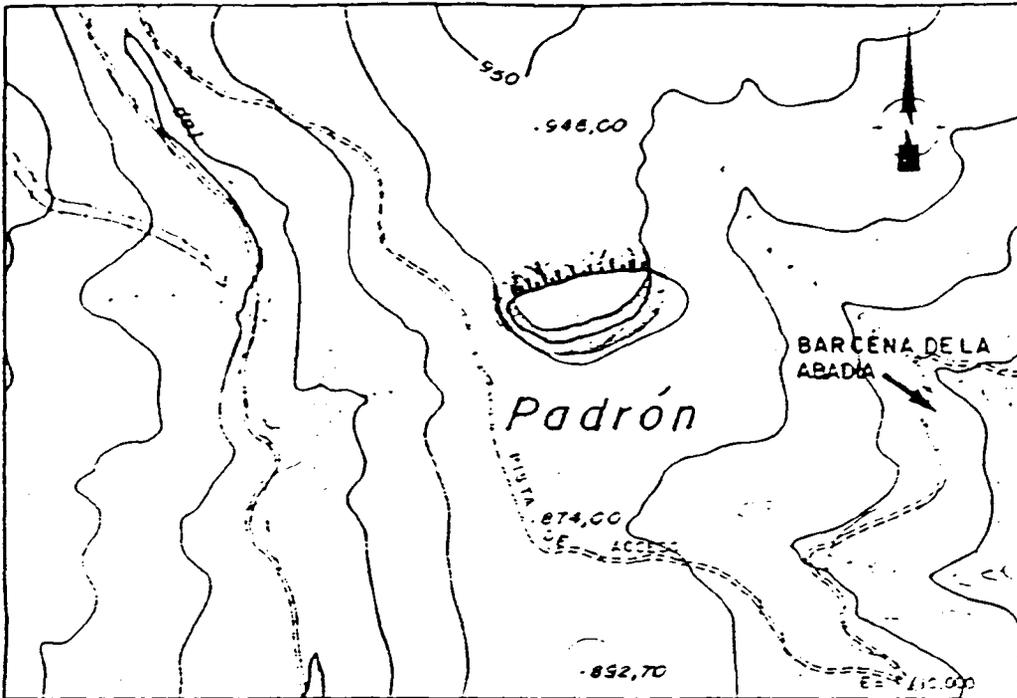
TRATAMIENTOS

- Utilización de parte de los estériles como relleno selectivo de la zona de explotación.
- Reparfilado del talud. Creación de pendiente continua con la topografía del entorno
- Refinado y acabado mediante compactación de superficies
- Cubrimiento con suelo vegetal
- Revagetar con especies del entorno

VALORACION ECONOMICA

CONCEPTO	UNIDADES	PRECIO UNIT.	TOTAL
Movimiento de estériles en remodelado de estructura, de acuerdo con las recomendaciones efectuadas	11.060 m <sup>3</sup>	150	1.659.000
Aporte y extendido de suelo vegetal	13.820 m <sup>2</sup>	45	621.900
Tratamiento para la colonización vegetal (siembra)	13.820 m <sup>2</sup>	70	967.400
Mantenimiento y control de la estructura e instalaciones	1,36 PA 50.000		69.000
TOTAL PRESUPUESTO	R		3.317.300
COSTE POR HECTAREA	.....		3.159.333R

UBICACION - LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO - SECCION TIPO A RESTAURAR .





TIPO DE ESTRUCTURA : Corta

MINERAL : Antracita (carbón)

DENOMINACION : ALICIA

HOJA M.T.N. 1008

COORDENADAS U.T.M. X : 693150

Y : 4740350 Z : 920

#### DESCRIPCION

Superficie (m<sup>2</sup>) : 1.1860

Volumen (m<sup>3</sup>) : 3.016

Taludes (º) 40 en la explotación

Materiales: Pizarras, areniscas y arcillas  
Emplazamiento: ladera

36-37 en la escombrera

Forma parte de un conjunto de pagueras cortas situadas por encima del pueblo de Bárcena de la Abadía

En su entorno se ha implantado la escombrera, constituida por los estériles de la cobertera. Su granulometría predominante son los finos. En los taludes se aprecian escurriduras de tamaño grueso: 10-20 cm. Forma: Sédolajosa.

Espesor de la cobertera vegetal en el entorno: 1,31 m.

#### ALTERACIONES AMBIENTALES

Cuenca visual: Ubicación en la línea de cumbres

Paisaje: Visible desde vías de comunicación.

Morfología

Suelos: Desaparición de los horizontes orgánico y de transición.

#### ESTABILIDAD

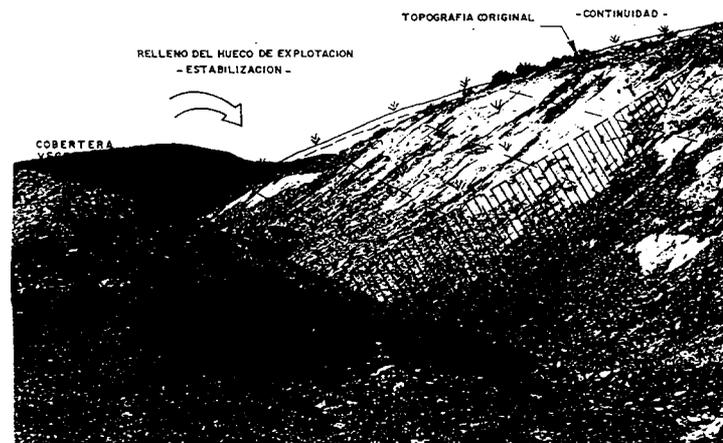
Estabilidad aceptable en los taludes de la explotación. Riesgo de caídas: Bajo.

#### TRATAMIENTOS

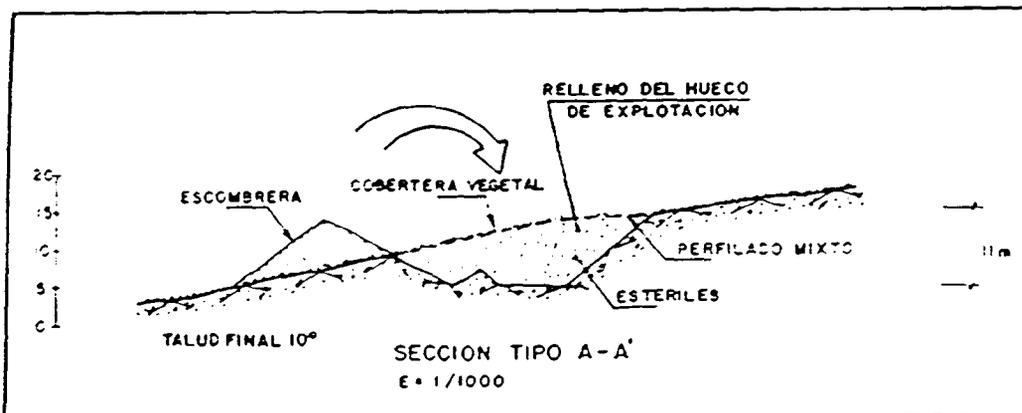
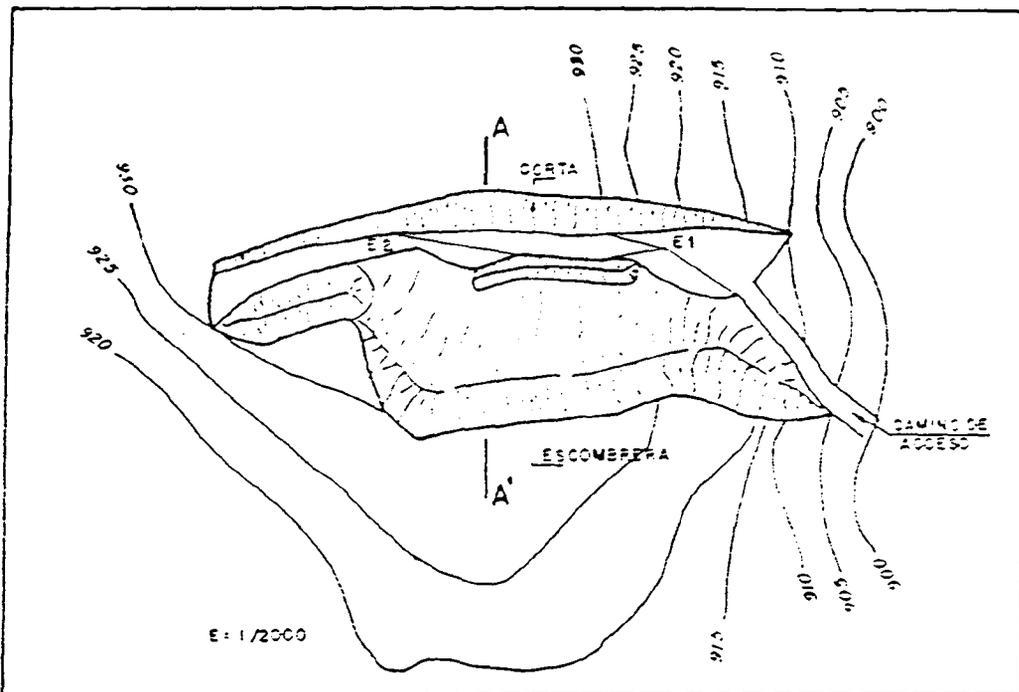
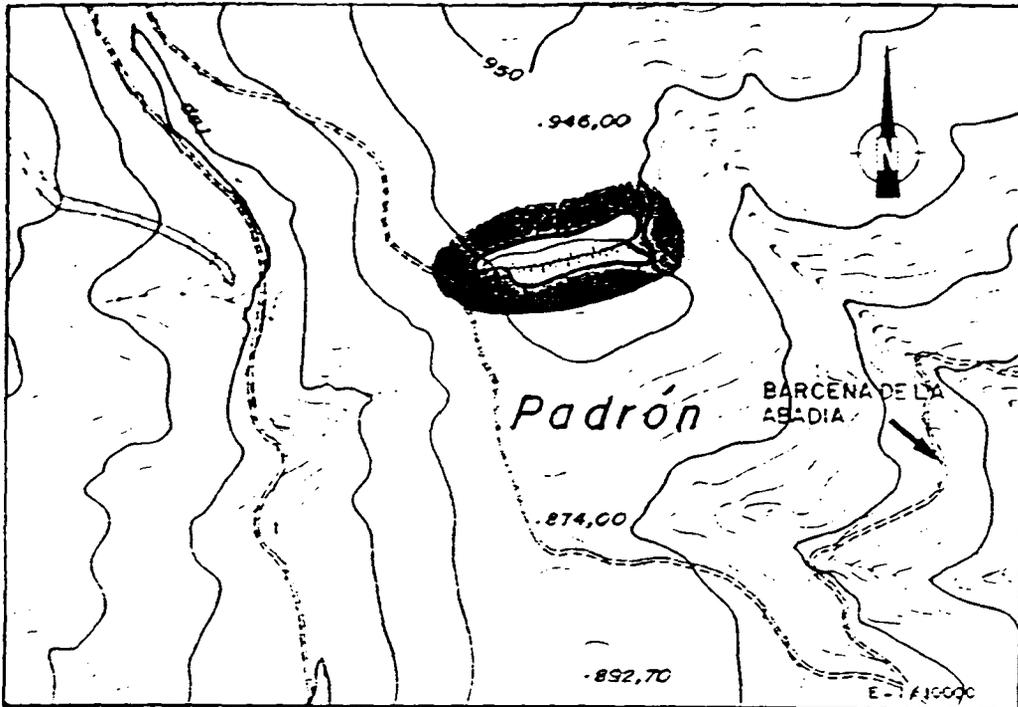
- Utilización de los estériles de la escombrera, como relleno selectivo de la zona de explotación.
- Reperfilado y remodelado del terraplén. Creación de pendiente continua con la topografía del terreno.
- Acabado mediante compactación de superficies
- Cubrimiento con suelo vegetal, en espesor no menor a 0,30 m
- Revegetación con especies del entorno.

#### VALORACION ECONOMICA

CONCEPTO	UNIDADES	PRECIO UNIT.	TOTAL
Movimiento de estériles en remodelado de estructura, de acuerdo con las recomendaciones efectuadas	3.016 m <sup>3</sup>	150	452.400
Aporte y extendido de suelo vegetal	7.265 m <sup>2</sup>	45	326.925
Tratamiento para la colonización vegetal (siembra)	7.265 m <sup>2</sup>	70	508.550
Mantenimiento y control de la estructura e instalaciones	0,72 PA	50.000	36.000
TOTAL PRESUPUESTO R			1.323.875
COSTE POR HECTAREA .....			10.183.653 R



UBICACION - LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO - SECCION TIPO A RESTAURAR.





ESTUDIOS PREVIOS DE RESTAURACION EN FABERO (LEON)

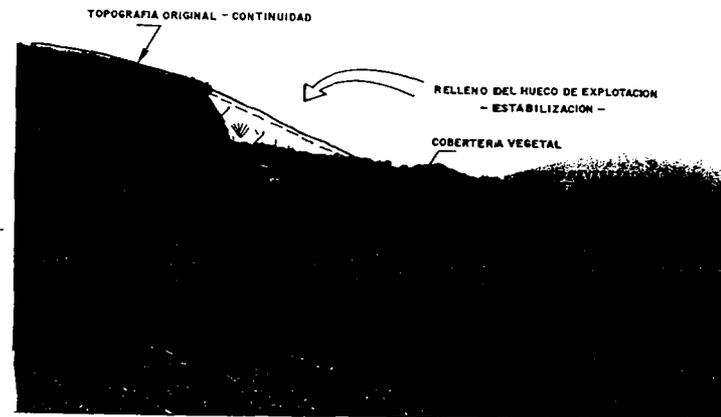
TIPO DE ESTRUCTURA : Explotación MINERAL : Antracita (carbón)  
 DENOMINACION : CARDENIO HERMANOS HOJA M.T.N. 1019  
 COORDENADAS U.T.M. x = 694300 y = 4742400 z = 910  
 DESCRIPCION  
 Superficie (m<sup>2</sup>): 2.945 Volumen (m<sup>3</sup>): 14.437 Taludes (°) 60 en el recubrimiento

Tipo de estéril: Pizarras, areniscas y arcillas  
 Emplazamiento: ladera

Los materiales de cobertura, de naturaleza arcillosa, se encuentran en sus proximidades

El hueco dejado, tiene forma de socavón, con altura limitada por los medios mecánicos extractivos.

Cubierta vegetal de espesor 10,25 m



ALTERACIONES AMBIENTALES

Cuenca visual: Visible desde el corredor visual de la carretera: Fabero-S. Pedro de Paralela.  
 Paisaje: Contraste de color, y alineaciones  
 Morfología: Proximidad a la línea de cumbres  
 Suelos: Removilización no selectiva de horizontes en la zona extractiva

ESTABILIDAD

Algun desprendimiento local en el frente talud dejado en la cobertura.

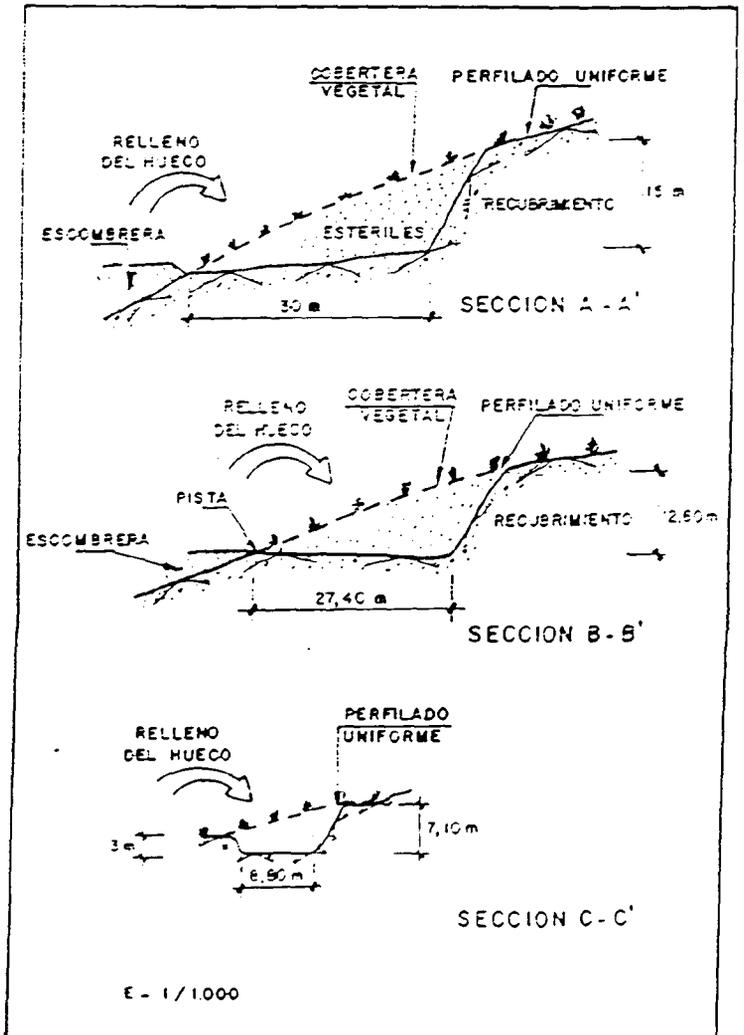
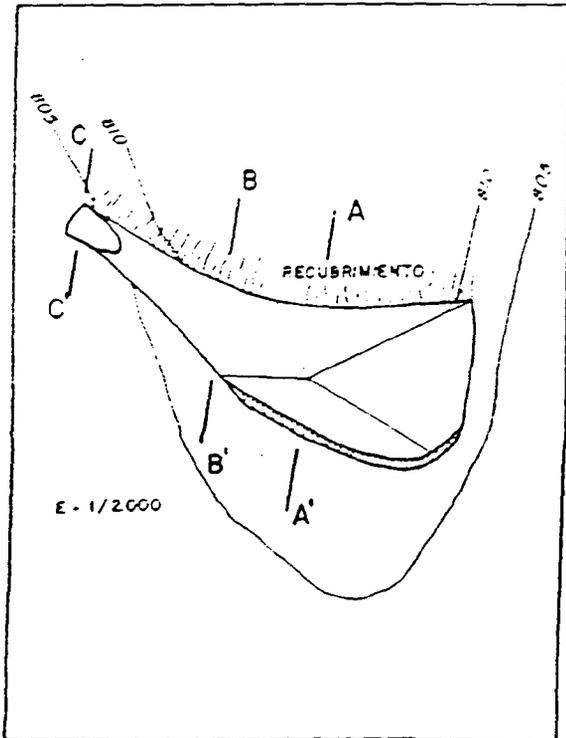
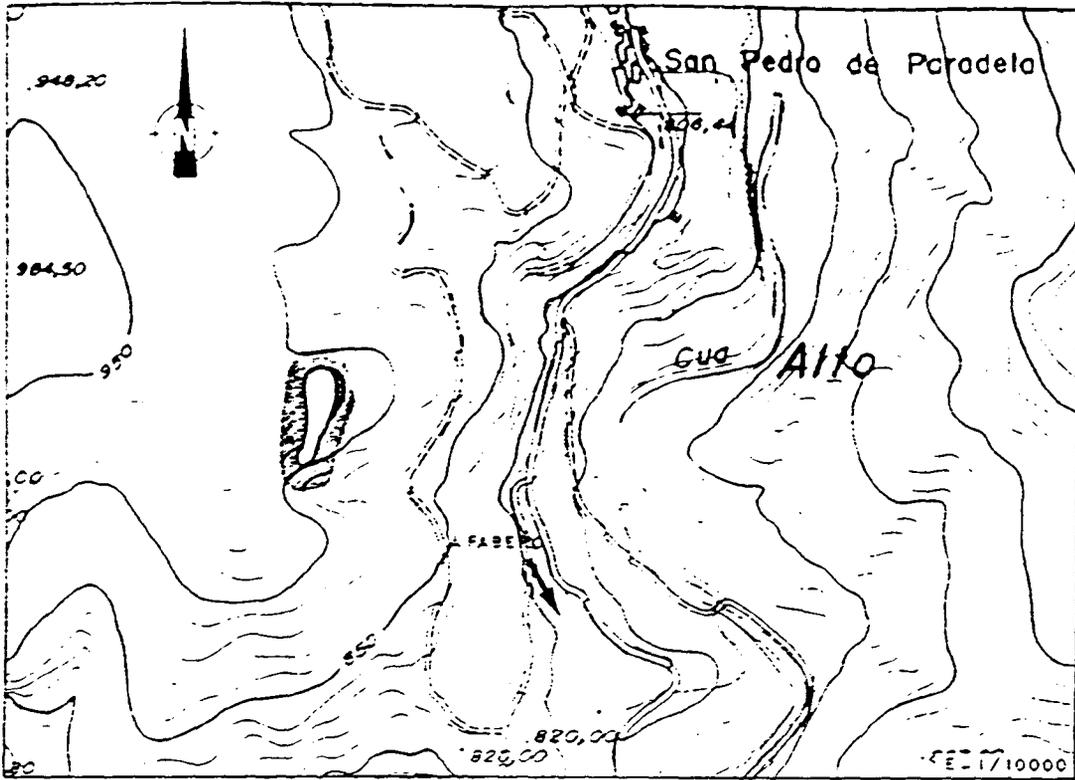
TRATAMIENTOS

- Utilización de los estériles de la escombrera como relleno selectivo de la zona de explotación.
- Modelado, y reperfilado de los taludes. Trazado de pendiente continua con la topografía del entorno
- Refinado y acabado mediante compactación
- Cubrimiento con suelo vegetal
- Revegetar con especies del entorno

DEVELOPACION ECONOMICA

CONCEPTO	UNIDADES	PRECIO UNIT.	TOTAL
Movimiento de estériles en remodelado de estructura, de acuerdo con las recomendaciones efectuadas	14.437 m <sup>3</sup>	150	2.165.550
Aporte y extendido de suelo vegetal	3.063 m <sup>2</sup>	45	137.835
Tratamiento para la colonización vegetal (siembra)	3.063 m <sup>2</sup>	70	214.410
Mantenimiento y control de la estructura e instalaciones	0,30 PA 50.000		15.000
TOTAL PRESUPUESTO P.			2.532.795
COSTE POR HECTAREA .....			8.733.775 P.

UBICACION - LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO - SECCION TIPO A RESTAURAR



E - 1/1000



TIPO DE ESTRUCTURA : Escombrera

MINERAL : Antracita (carbón)

DENOMINACION : LA REQUERA

HOJA M.T.N. 1008

COORDENADAS U.T.M.

X = 695050

Y = 4737250

Z = 740

DESCRIPCION

Superficie (m<sup>2</sup>) 9.637

Volumen (m<sup>3</sup>) 33.732

Taludes (º) 37-38

Tipo de estéril: Pizarras y areniscas

Implazamiento: vaguada

Granulometría: En superficie predominan las fracciones más gruesas, de naturaleza arenisocosa.

La escombrera podría haber inducido el deslizamiento posterior.

Inestabilidad generalizada de laderas. Movimientos profundos de los materiales arcillosos con gravas.

Inadecuada implantación de la estructura.

ALTERACIONES AMBIENTALES

Cuenca visual: Visible desde el núcleo de Fabero y vías de comunicación

Paisaje

Aguas: Contaminación superficial

Morfología

Suelos

La vaguada recoge las aguas de lixiviación de un vertedero de r.p.m. situado en zona superior.

ESTABILIDAD

Graves... Inestabilidad del recubrimiento

La cuenca podría drenar hacia el interior de la escombrera, reteniendo ésta el agua. Esto provoca un ascenso del nivel freático que puede desestabilizar a la estructura y a la formación terciaria.

TRATAMIENTOS

- Remodelado en bancos de altura (0,10 m) y ancho en cabeza (3 m) con pendiente 1/4
- Ocupación de las laderas de ambas márgenes, con los estériles a desmontar
- Colocar drenes, tipo manto, en las laderas de la vaguada, fracción gruesa (tamaño min. > 10 cm)
- Colocar en el talud del banco inferior la fracción más gruesa (tamaños superiores a 15 cm) a modo de espaldón
- Cuneta perimetral de drenaje en cabeza de la estructura (canal de guarda)
- Cuneta de recogida de aguas en pie de la estructura
- Aporte de cubierta vegetal. Revegetación
- Pantalla visual. Reforestación en bancadas
- Instalación de valla protectora en el perímetro de la escombrera

COSTE POR HECTAREA .....

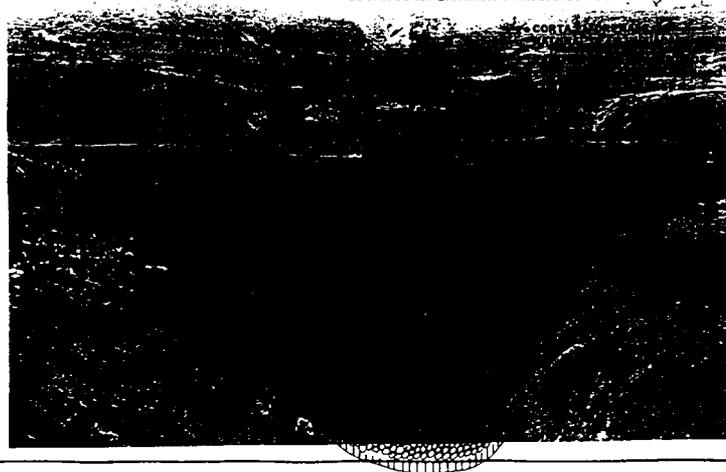
4.114.652 \$

VALORACION ECONOMICA

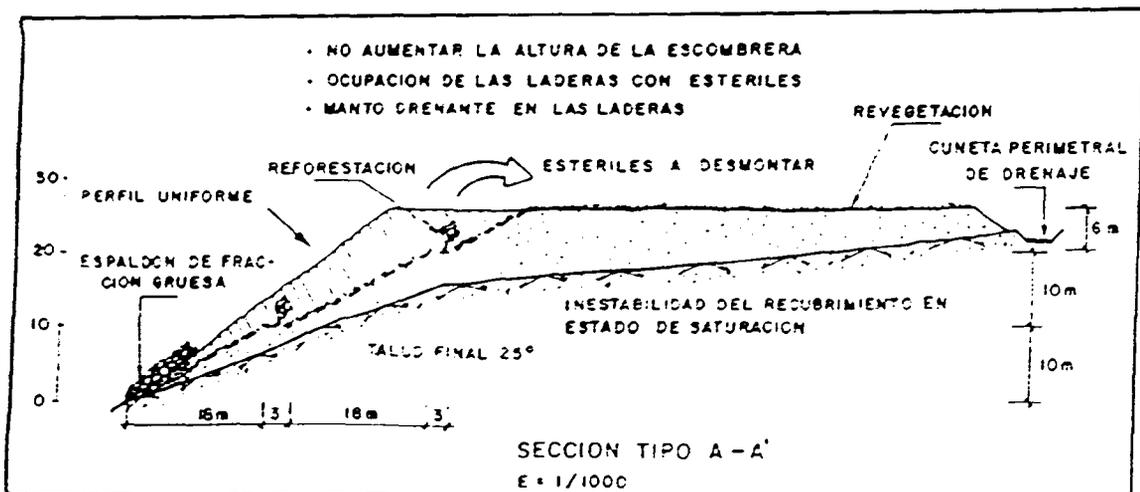
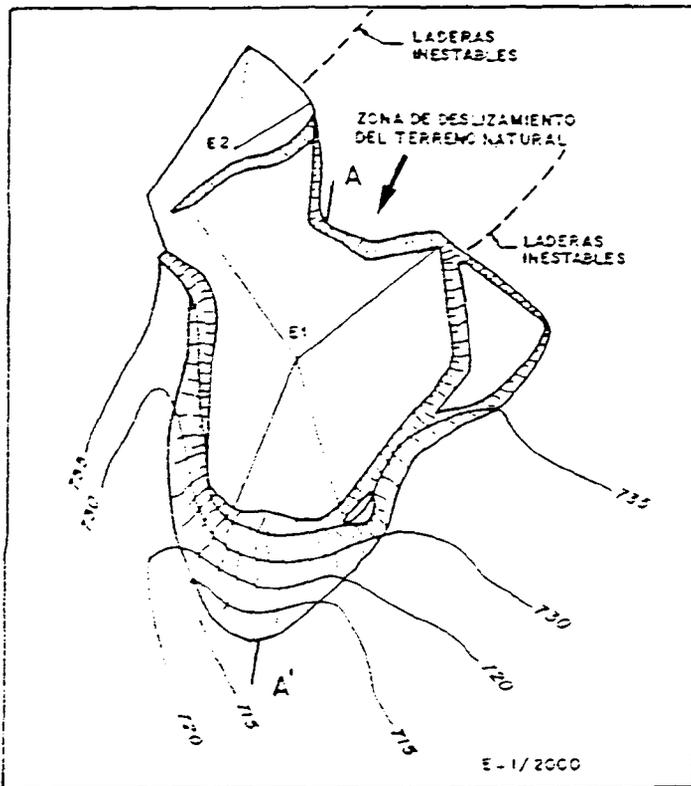
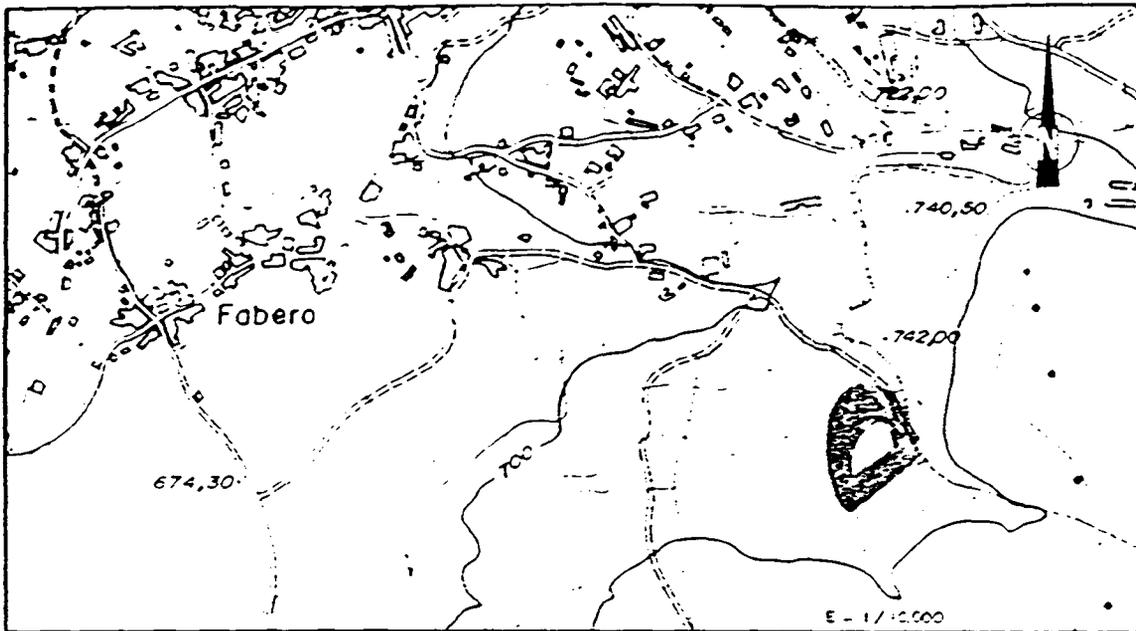
CONCEPTO	UNIDADES	PRECIO UNIT.	TOTAL
Movimiento de estériles en remodelado de estructura, de acuerdo con las recomendaciones efectuadas	6.261 m <sup>3</sup>	150	939.150
Reperfilado de la estructura en taludes y superficies horizontales, con bulldozer, retroexcavadora, motoniveladora	3.465 m <sup>2</sup>	170	589.050
Espaldón de fracción gruesa extendida en talud y/o pie de la estructura	235,30 m <sup>3</sup>	800	188.240
Sistema drenante complejo	75 M1	7.500	562.500
Aporte y extendido de suelo vegetal	9.637 m <sup>2</sup>	45	433.665
Tratamiento para la colonización vegetal (siembra)	9.637 m <sup>2</sup>	70	674.590
Suministro y colocación forestal	19,25 m <sup>2</sup>	450	8.662,5
Cerramiento con valla protectora y su colocación	236 M1	3.000	708.000
Mantenimiento y control de la estructura e instalaciones	0,96 PA	50.000	48.000

TOTAL PRESUPUESTO \$ 4.114.652,5

LUGAR DE IMPLANTACION INADECUADO POR :



UBICACION - LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO - SECCION TIPO A RESTAURAR.





ESTUDIOS PREVIOS DE RESTAURACION EN FABERO (LEON)

REUTILIZACION POSIBLE: ZONA VERDE/AREAS DE JUEGOS/TERRENOS PARA CAMPOS DE DEPORTE.

TIPO DE ESTRUCTURA : Escombrera MINERAL : Antracita (carbón)

DENOMINACION : LA REGUEPA HOJA M.T.N. 1002

COORDENADAS U.T.M. X = 695010 Y = 4737500 Z = 740

DESCRIPCION

Superficie (m<sup>2</sup>): 71.773 Volumen (m<sup>3</sup>): 753.243,5 Taludes (°) 37-38

Tipo de estéril: pizarra y arenisca  
Emplazamiento: mixto-ladera con amplio apoyo en la vaguada  
Granulometría: no uniforme, junto a zonas predominantes de finos aparecen otras de fracciones más gruesas. Tamaño máx. 15-20 cm.  
Se configuran dos niveles de vertido.

Canalización somera del arroyo que la atraviesa y posteriormente la bordea por su pie.

En algunas zonas, a modo de manto de recubrimiento, se han vertido materiales arcillosos. En su superficie se encuentran la línea eléctrica, la tubería, y el ferrugarril de boca-mina.



VALORACION ECONOMICA

CONCEPTO	UNIDADES	PRECIO UNIT.	TOTAL
Movimiento de estériles en remodelado de estructura, de acuerdo con las recomendaciones efectuadas	48.165 m <sup>3</sup>	150	7.224.750
Reperfilado de la estructura en taludas y superficies horizontales, con bulldozer, retroexcavadora, motoniveladora	42.380 m <sup>2</sup>	170	7.204.600
Refinado y acabado mediante compactación de superficies en estériles	42.380 m <sup>2</sup>	150	6.357.000
Sistema drenante complejo	695 M1	7.500	5.212.500
Sistema drenante sencillo	547 M1	2.000	1.094.000
Aporte y extendido de suelo vegetal	71.773 m <sup>2</sup>	45	3.229.785
Tratamiento para la colonización vegetal (siembra)	71.773 m <sup>2</sup>	70	5.024.110
Suministro y colocación forestal	396,65 m <sup>2</sup>	450	178.492,5
Cerramiento con valla protectora y su colocación	1.507 M1	3.000	4.521.000
Mantenimiento y control de la estructura e instalaciones	7,17PA	50.000	358.500
TOTAL PRESUPUESTO R.			45.436.737,5

ALTERACIONES AMBIENTALES

Cuenca visual: Visible desde el propio núcleo y vías de comunicación.  
Paisaje  
Morfología  
Aguas: Contaminación superficial  
Suelos: Desaparición de horizontes, directo y de transición.

ESTABILIDAD

Drenas: 150 m, Erosión: 50 m, Cortados: 100 m, Cueva: 100 m

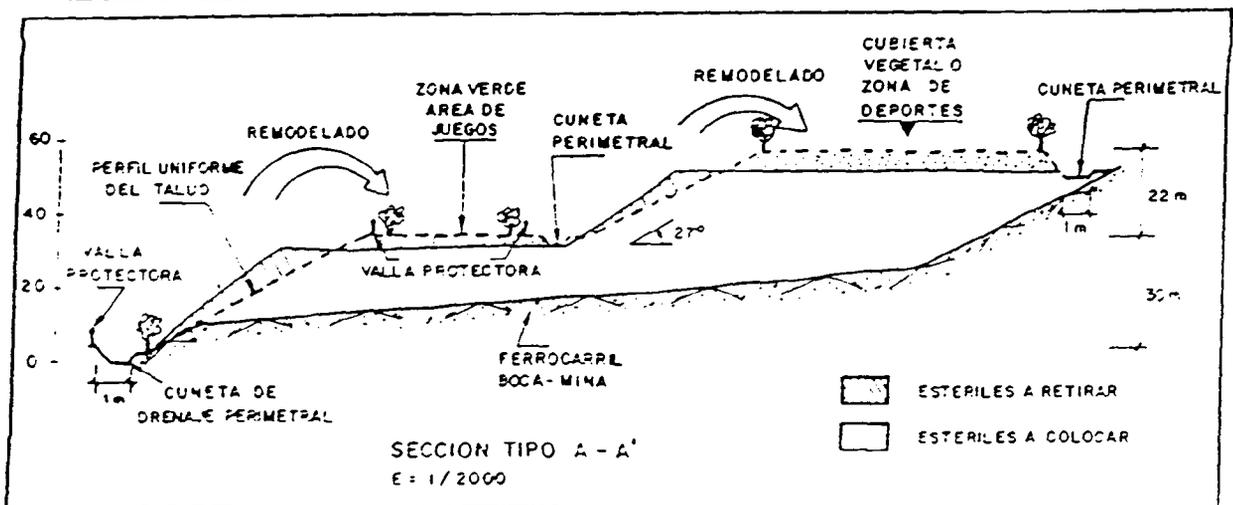
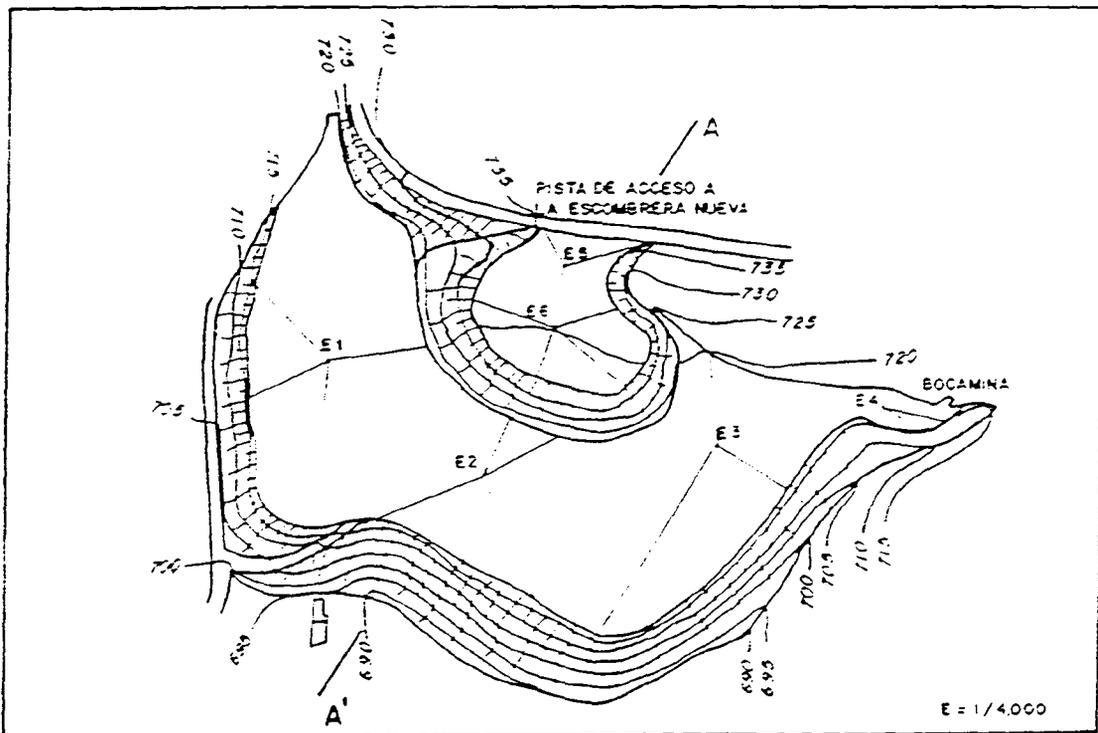
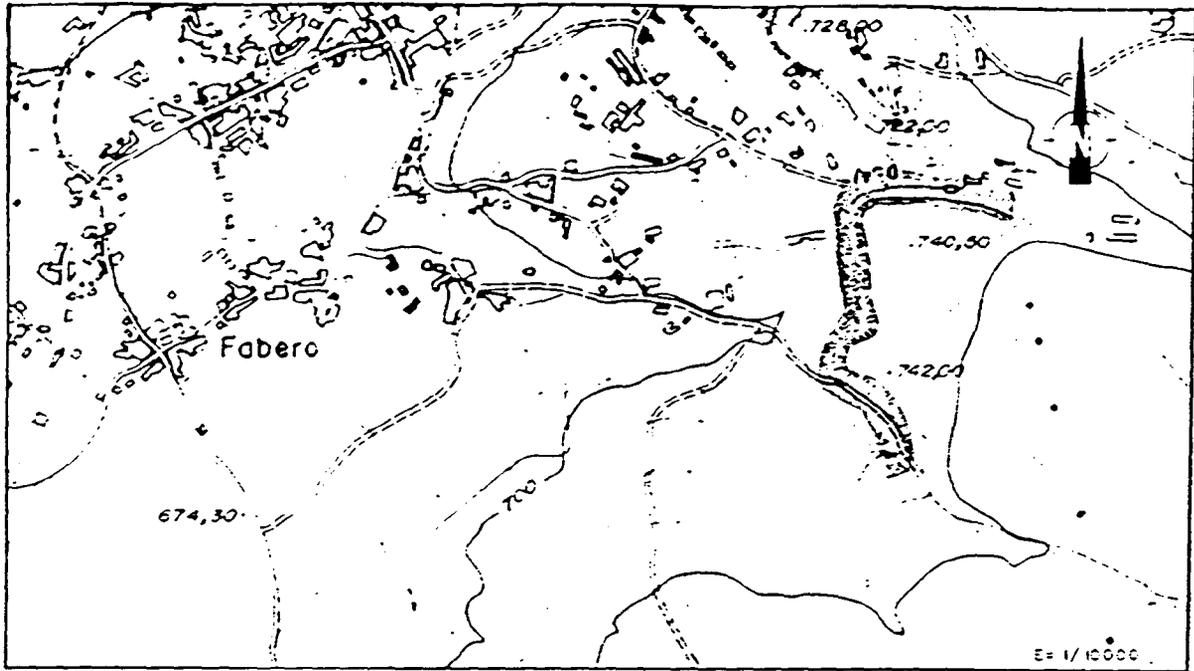
En las zonas de mayor altura su estabilidad podría verse afectada con la variación del nivel freático. Capacidad portante del sustrato de apoyo: baja.

TRATAMIENTOS

- Remodelado en dos niveles, con pendientes controladas hacia las zonas de captación de aguas. Reperfilado de taludes.
- Acabado mediante compactación de superficies
- Cuneta perimetral de drenaje en cabeza de la estructura (canal de guarda)
- Cuneta de recogida de aguas de escorrentía en el pie del 2º nivel
- Cuneta perimetral de drenaje en pie de la estructura
- Aporte de cubierta vegetal. Revegetación.
- Pantalla visual. Reforestación en cada nivel, y en el pie de la estructura.
- Instalación de valla protectora en el perímetro de la vía del ferrocarril, en el perímetro de la cabeza de cada nivel y a pie de escombrera.

COSTE POR HECTAREA ..... 1.001.100 R

UBICACION - LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO - SECCION TIPO A RESTAURAR.





TIPO DE ESTRUCTURA : Escobrerera MINERAL : Antracita (carbón)

DENOMINACION : LA RESUEPA HOJA M.T.N. : 1-15

COORDENADAS U.T.M. X = 694930 Y = 4737600 Z = 745

DESCRIPCION

Superficie (m<sup>2</sup>) : 16.143 Volumen (m<sup>3</sup>) : 35.725 Troncos (n.º) : 35-37

Tipo de estériles: pizarras y arenisca  
Empozamiento: Llano-ladera

Granulometría variable. Se aprecia un manto de tamaños más gruesos. La capa más superficial se encuentra alterada.

Por su superficie discurre el transporte por ferrocarril desde Benamina al lavadero.  
En algunas zonas próximas a su pie existen casas y huertas

Escobrerera antigua y abandonada.

A través de su núcleo se da paso a una carretera.

ALTERACIONES AMBIENTALES

Cuenca visual: Visible desde el propio núcleo de Fabero  
Paisaje  
Morfología  
Vegetación

ESTABILIDAD

Grados de estabilidad: Estable, Condiciones favorables. Causas: ...

En las condiciones actuales, la escobrerera es estable. Su riesgo de daños es bajo, si el mantenimiento de las condiciones drenantes está controlado.

TRATAMIENTOS

Condición restrictiva: Mantenimiento del servicio de transporte por ferrocarril.

- Reperfilado de taludes
- Colocación a pie de talud de la fracción gruesa (tamaño mín. 10 cm)
- Aporte de suelo estable en potencia suficiente para el arraigo de vegetación.
- Cuneta perimetral de drenaje a pie de talud y recogida de aguas de escorrentía en berma.
- Revegetación mediante hidrosiembra
- Reforestación con tres alineaciones de árboles. Pantalla visual
- Instalación de valla protectora a pie de estructura.

VALORACION ECONOMICA

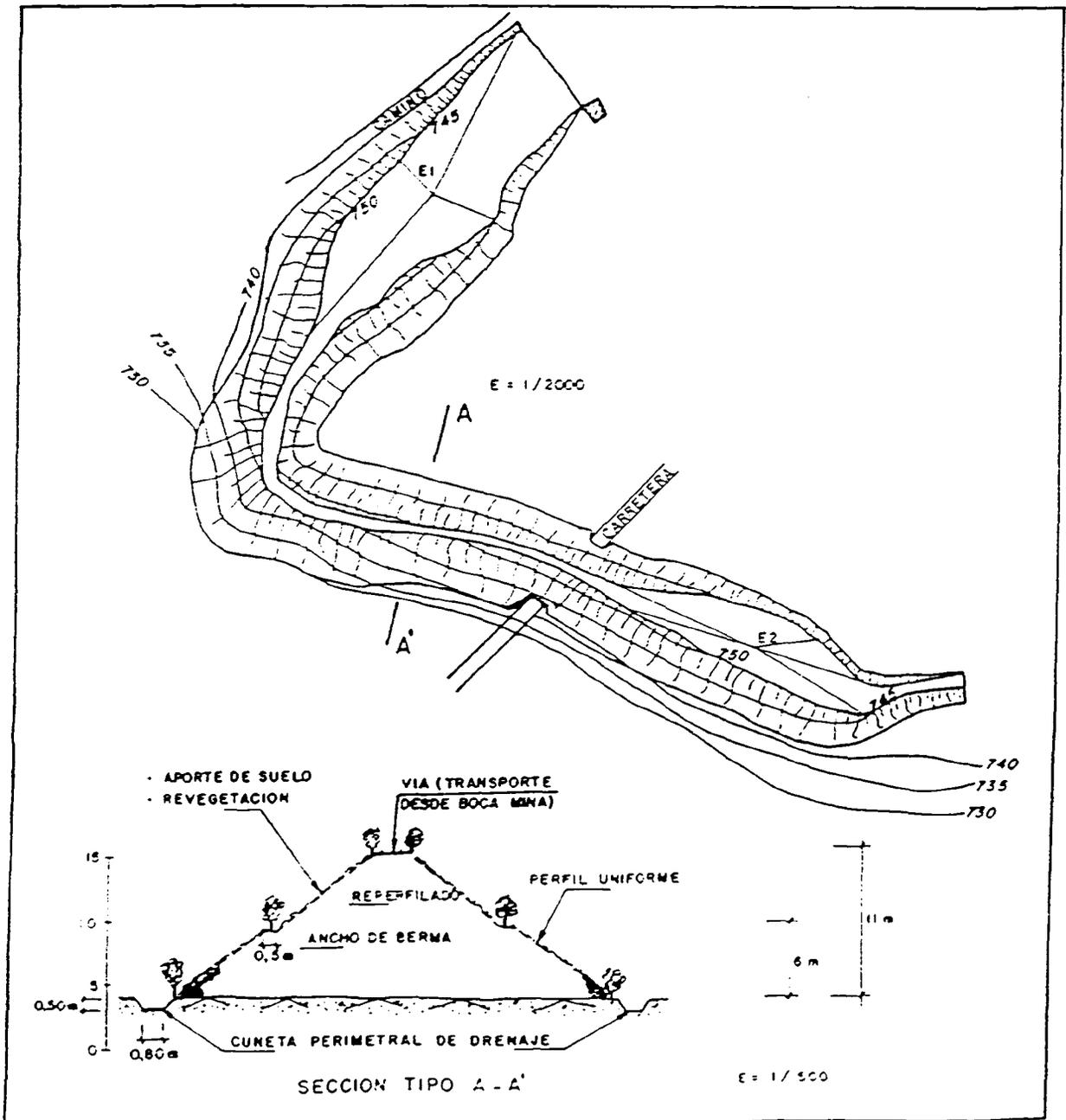
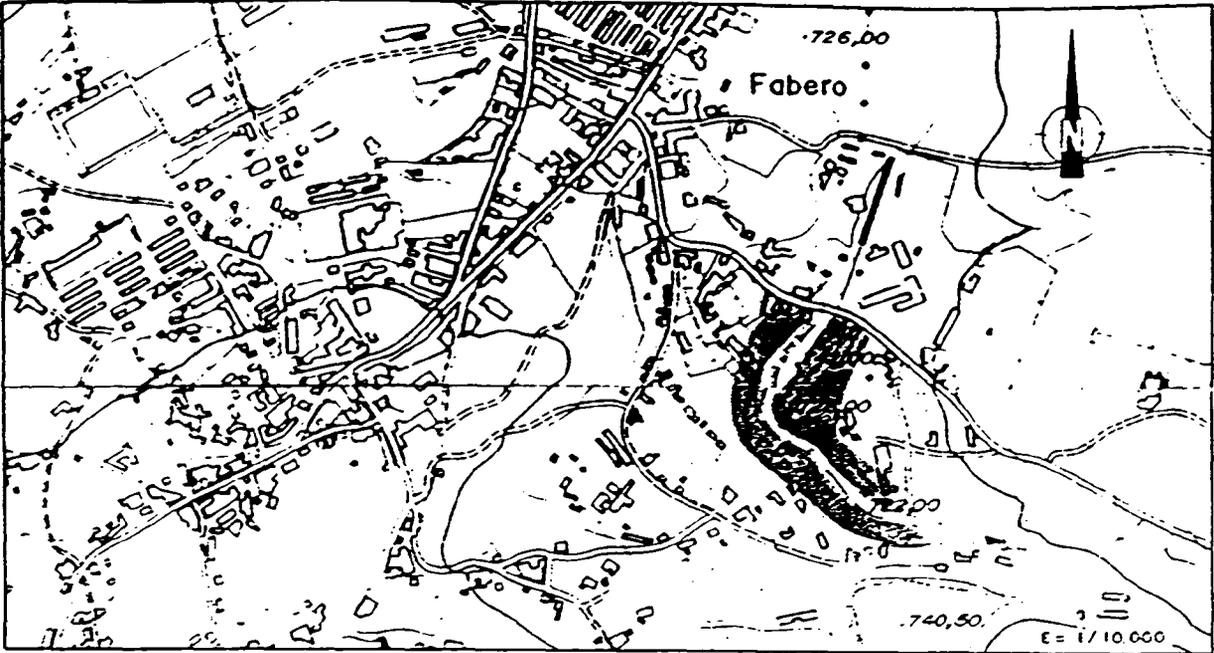
CONCEPTO	UNIDADES	PRECIO UNIT.	TOTAL
Reperfilado de la estructura en taludes y superficies horizontales, con bulldozer, retroexcavadora, motoniveladora	7.082 m <sup>2</sup>	170	1.203.940
Espaldón de fracción gruesa extendida en talud y/o pie de la estructura	473,20 m <sup>3</sup>	800	378.560
Sistema drenante sencillo	432,50 ML	2.000	865.000
Aporte y extendido de suelo vegetal	7.082 m <sup>2</sup>	45	318.690
Tratamiento para la colonización vegetal (siembra)	7.082 m <sup>2</sup>	70	495.740
Suministro y colocación forestal	245,95 m <sup>2</sup>	450	110.677,5
Cerramiento con valla protectora y su colocación	432,50 ML	3.000	1.297.500
Mantenimiento y control de la estructura e instalaciones	1,60 PA	50.000	80.000
TOTAL PRESUPUESTO R.			4.750.107,5

COSTE POR HECTAREA ....

2.968.817 R.



UBICACION - LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO - SECCION TIPO A RESTAURAR.





TIPO DE ESTRUCTURA : Escombrera MINERAL : Antracita (carbón)

DENOMINACION : ESCOMBRERA POZO VIEJO HOJA M.T.N. 1008

COORDENADAS U.T.M. X = 695000 Y = 4739850 Z = 750

#### DESCRIPCION

Superficie (m<sup>2</sup>): 6.921 Volumen (m<sup>3</sup>): 21.775 Taludes (°) 36-38

Tipo de estériles: pizarras, areniscas y finos de lavado  
Emplazamiento: llano-ladera (pendiente inferior al 5%)

Escombrera antigua constituida por residuos procedentes del lavado de la antracita.  
Granulometría uniforme, predominantemente fina.

En superficie se observan zonas de encharcamiento (sin drenaje), así como otras que han sufrido un proceso de combustión.

Entorno: terrenos de pastizal.

#### ALTERACIONES AMBIENTALES

Cuenca visual: Visible desde el núcleo de Lillo del Bierzo y la Ctra. de acceso desde Fabero.

Paisaje.

Morfología

Aguas: contaminación superficial.

Suelo.

#### ESTABILIDAD

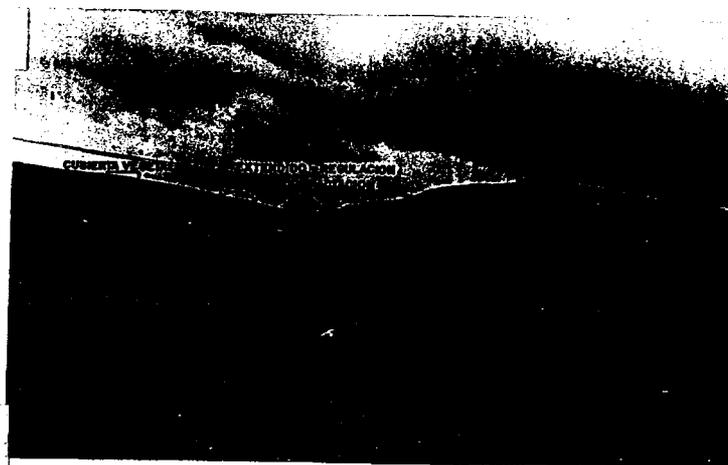
Grietas....., Erosión....., Cercos....., Otras..... Zonas socavadas mecánicamente

Escombrera estable en la configuración actual. Riesgo de daños: bajo

#### TRATAMIENTOS

- Modelado en un nivel de altura media (8 m). Extendido de estériles. Regularización de la capa superficial con estériles gruesos de mina (tamaño mín. 10 cm)
- Acabado mediante compactación de estériles.
- Aporte de suelo en potencia suficiente (0,30 m)
- Cuneta perimetral de drenaje a pie de escombrera
- Revegetación: siembra de pastizal.
- Pantalla visual: Reforestación en el pie de la escombrera.
- Instalación de valla protectora en el perímetro de la escombrera.

#### ESTUDIOS PREVIOS DE RESTAURACION EN FABERO (LEON)

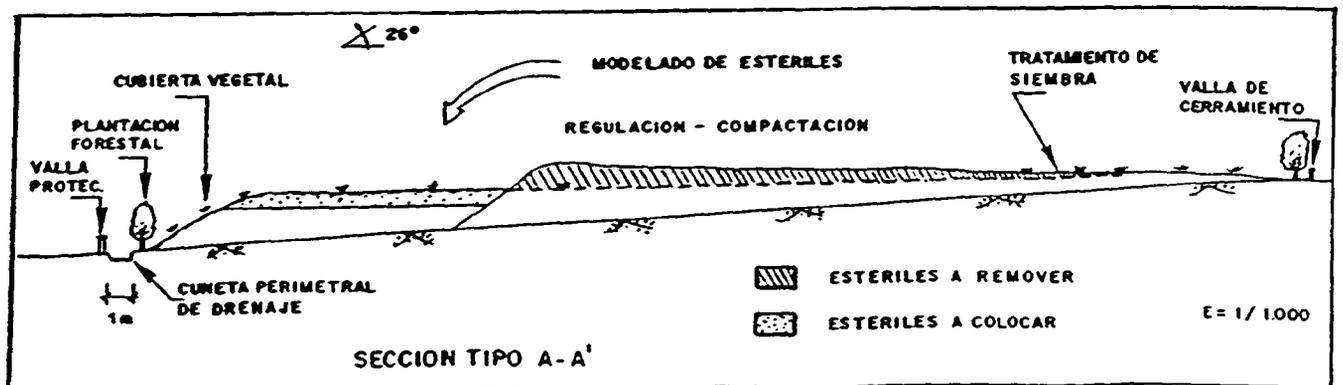
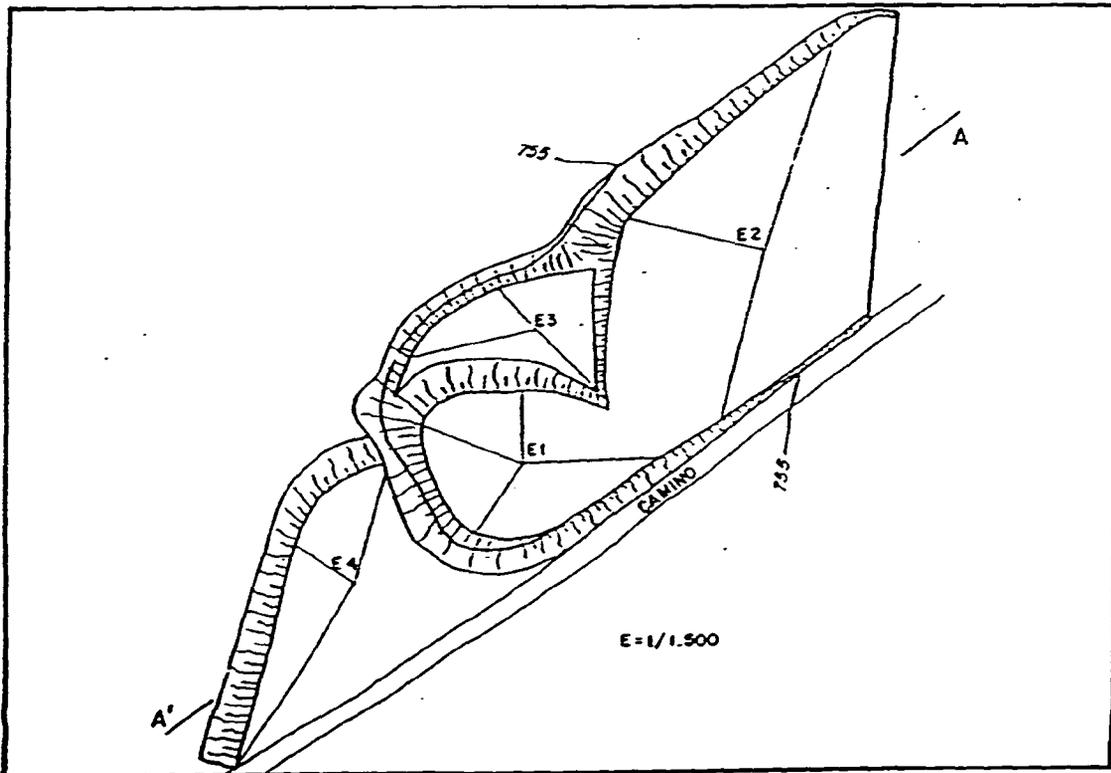
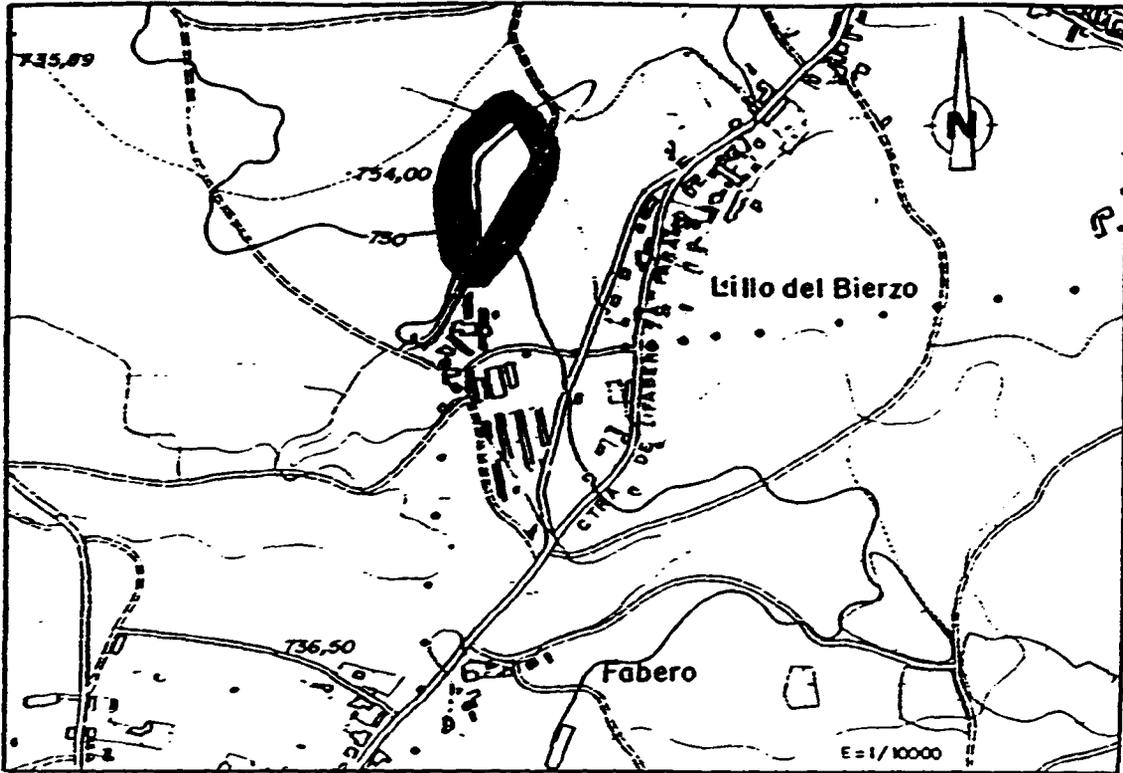


#### VALORACION ECONOMICA

CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO UNIT.	TOTAL
Movimiento de estériles en remodelado de estructura, de acuerdo con las recomendaciones efectuadas	5.158 m <sup>3</sup>	150	773.700
Refinado y acabado mediante compactación de superficies en estériles	4.870 m <sup>2</sup>	150	730.500
Sistema drenante sencillo	192 Ml	2.000	384.000
Aporte y extendido de suelo vegetal	7.091 m <sup>2</sup>	45	319.095
Tratamiento para la colonización vegetal (siembra)	7.091 m <sup>2</sup>	70	496.370
Suministro y colocación forestal	48 m <sup>2</sup>	450	21.600
Cerramiento con valla protectora y su colocación	192 Ml	3.000	576.000
Mantenimiento y control de la estructura e instalaciones	0,69 PA	50.000	34.500
TOTAL PRESUPUESTO R			3.335.765
COSTE POR HECTAREA .....			4.834.442 R.

REUTILIZACION POSIBLE: PASTIZALES Y HUERTAS.

UBICACION - LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO - SECCION TIPO A RESTAURAR.





TIPO DE ESTRUCTURA : Escombrera

MINERAL : Antracita (carbón)

DENOMINACION : POZO VIEJO

HOJA M.T.N. 1008

COORDENADAS U.T.M. x = 694850

y = 4739050 z = 740

### DESCRIPCION

Superficie (m<sup>2</sup>): 27.126 Volumen (m<sup>3</sup>): 266.537 Taludes (°) 35-36

Tipo de estéril: pizarras y areniscas  
Implantación: llano-ladera (pendiente media < 5%)

Estériles procedentes de la mina subterránea y de lavadero

Granulometría variable: Zonalmente pueden distinguirse fracciones homogéneas en tamaños finos o gruesos.

Escombrera de implantación antigua, con vertidos ocasionales. En algunas zonas se aprecian estériles rojos, consecuencia de un proceso de combustión. Próxima a terrenos utilizados como huerta y praderas.

En algunas superficies se han vertido una cobertera de materiales arcillosos. Incipiente vegetación.

### ALTERACIONES AMBIENTALES

Cuenca visual: Visible desde la población de Fabero y desde la Ctra. de Fabero a Páramo del Sil.

Paisaje.

Morfología.

Aguas: Contaminación superficial. Lixiviación

Suelos

### ESTABILIDAD

Grietas... NO, Erosión... SI, Corcevas....., Otras..... Retenciones de aguas en zonas

Estable en las condiciones actuales. Riesgo de daños: bajo

### TRATAMIENTOS

- Remodelado en un banco. Regularización. Reperfilado de taludes
- Compactación de estériles
- Colocación en el tercio inferior del talud la fracción más gruesa (t.min. >10 cm)
- Cuneta perimetral de drenaje
- Aporte de cubierta vegetal
- Revegetación con especies del lugar (pastizal)
- Instalación de valla protectora en el perímetro de la escombrera
- Pantalla visual. Reforestación en el contorno inferior de la estructura

## ESTUDIOS PREVIOS DE RESTAURACION EN FABERO (LEON)

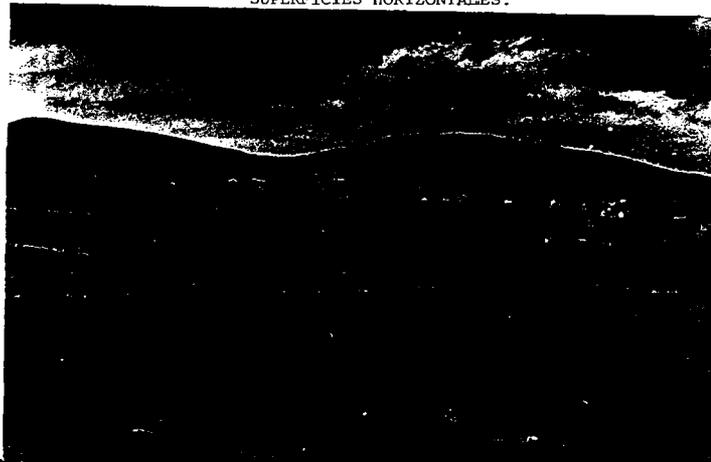
### VALORACION ECONOMICA

CONCEPTO	UNIDADES	PRECIO UNIT.	TOTAL
Movimiento de estériles en remodelado de estructura, de acuerdo con las recomendaciones efectuadas	21.875,25 m <sup>3</sup>	150	3.281.287,5
Refinado y acabado mediante compactación de superficies en estériles	13.660 m <sup>2</sup>	150	2.049.000
Sistema drenante complejo	60 Ml	7.500	450.000
Sistema drenante sencillo	468 Ml	2.000	936.000
Aporte y extendido de suelo vegetal	27.126 m <sup>2</sup>	45	1.220.670
Tratamiento para la colonización vegetal (siembra)	27.126 m <sup>2</sup>	70	1.898.820
Suministro y colocación forestal	132 m <sup>2</sup>	450	59.400
Cerramiento con valla protectora y su colocación	528 Ml	3.000	1.584.000
Mantenimiento y control de la estructura e instalaciones	2,71 PA	50.000	135.500
TOTAL PRESUPUESTO R			11.614.677,5

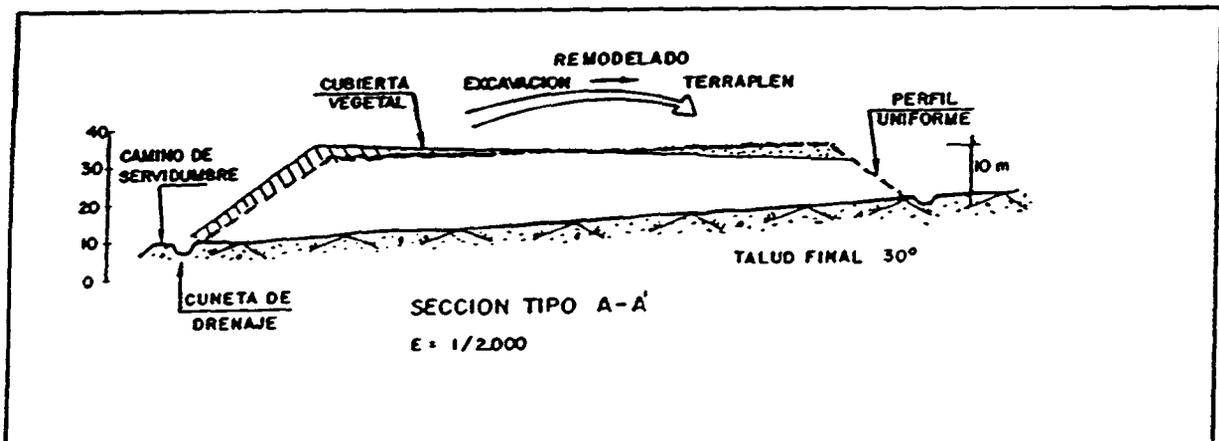
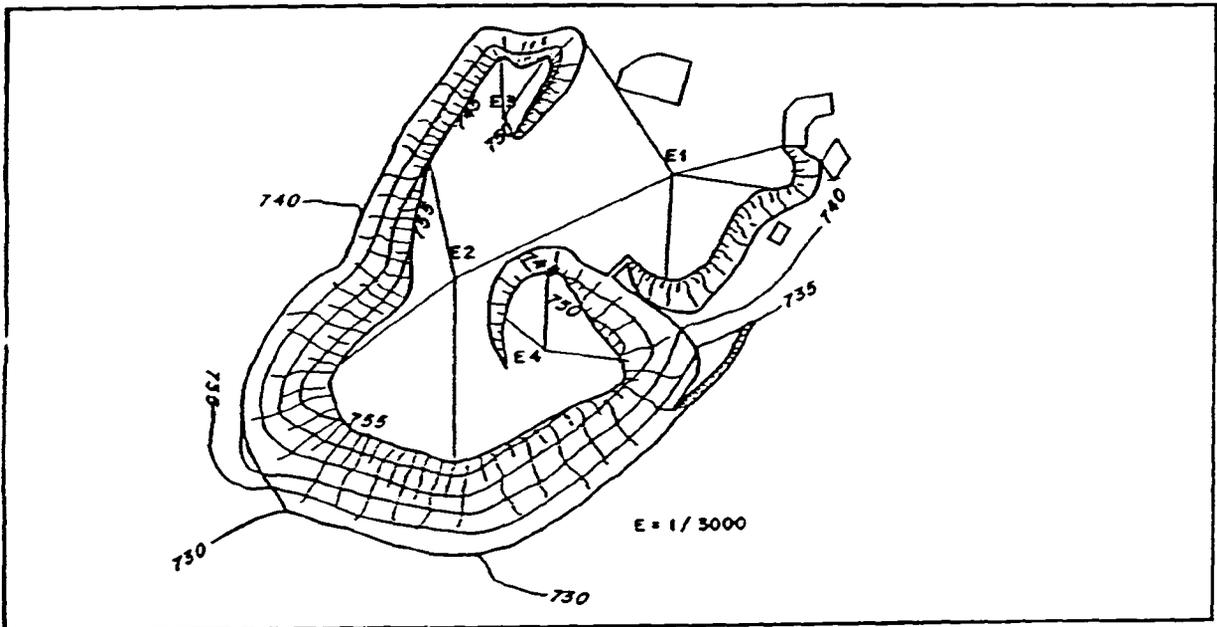
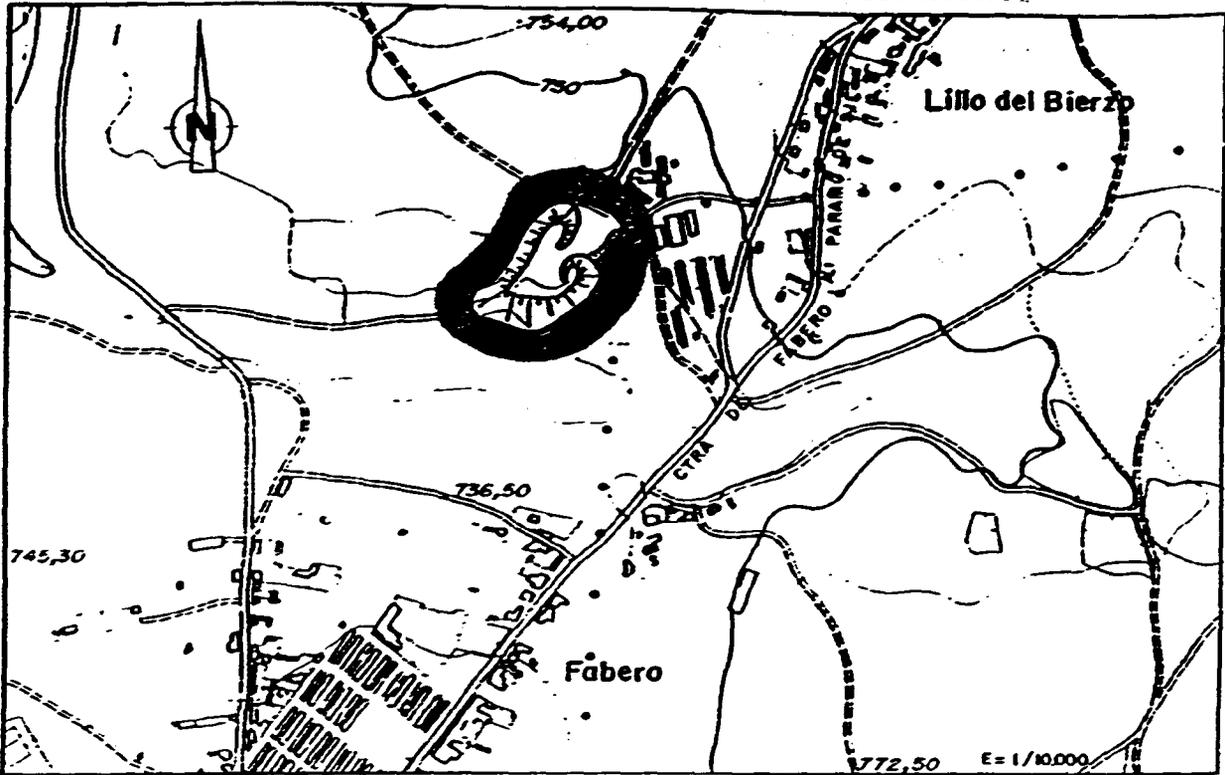
COSTE POR HECTAREA ...

4.285.859 R

REUTILIZACION POSIBLE: TERRENO PARA HUERTAS Y PASTIZALES EN LAS SUPERFICIES HORIZONTALES.



UBICACION - LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO - SECCION TIPO A RESTAURAR.





REUTILIZACION POSIBLE: PASTIZALES Y HUERTAS EN LAS SUPERFICIES  
HORIZONTALES

TIPO DE ESTRUCTURA : Escombrera

MINERAL : Antracita (Carbón)

DENOMINACION : MINAS DE FABERO

HOJA M.T.N. 1008

COORDENADAS U.T.M. X = 695850 Y = 4739300 Z = 780

DESCRIPCION

Superficie (m<sup>2</sup>): 7.479 Volumen (m<sup>3</sup>): 29.105 Taludes (°) 37-41

Tipo de estériles: Pizarras y areniscas  
Emplazamiento: ladera

Granulometría variable: En superficies vistas predominan los tamaños gruesos sobre los finos. Se observan estériles rojos, consecuencia de procesos de combustión. Meteorización de la capa más superficial de los residuos Estructura modificada por el trazado de la vía de acceso que pasa a su pie

Vertidos puntuales de fracciones granulométricas gruesas en zonas de estériles con taludes forzados.

Restos de edificaciones abandonadas en su plataforma superior  
Entorno: Terrenos con huertas y pastizales.

ALTERACIONES AMBIENTALES

Cuenca visual: Visible desde la ctra. de Lillo del Bierzo a Otero de Naraguantes.  
Paisaje.  
Morfología.  
Aguas. Contaminación superficial.  
Suelos.

ESTABILIDAD

Grietas... Si, Erosión... Si, Cercovos..., Otros...

Son apreciables grietas en borde de talud (distancia 1-2 m) con salto en el material granular de 15-20 cm.

TRATAMIENTOS

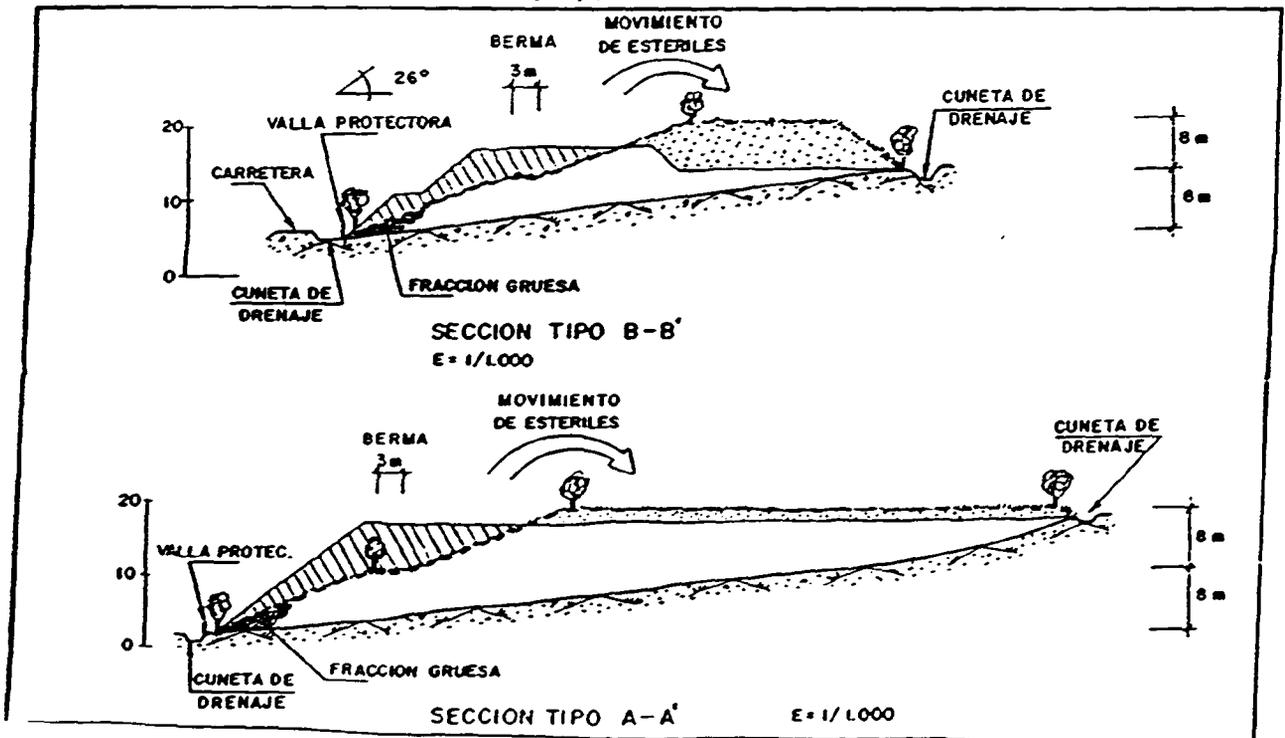
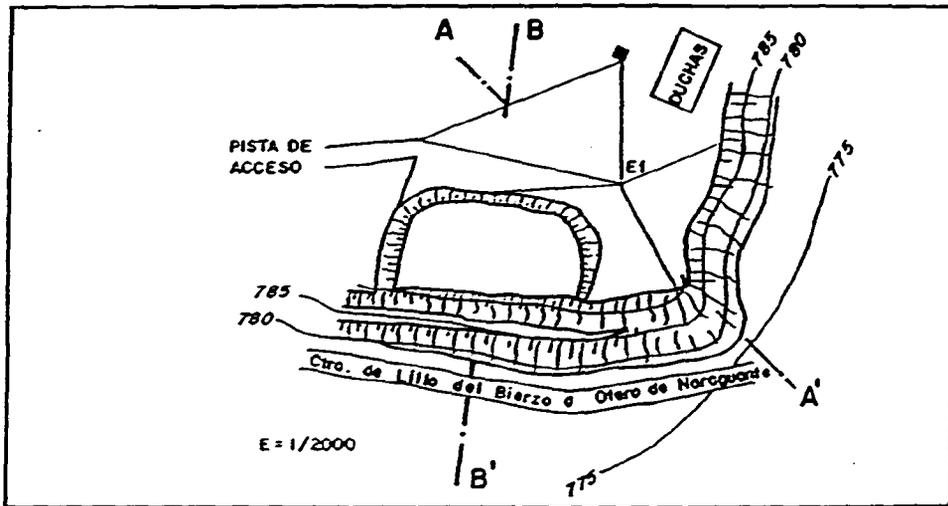
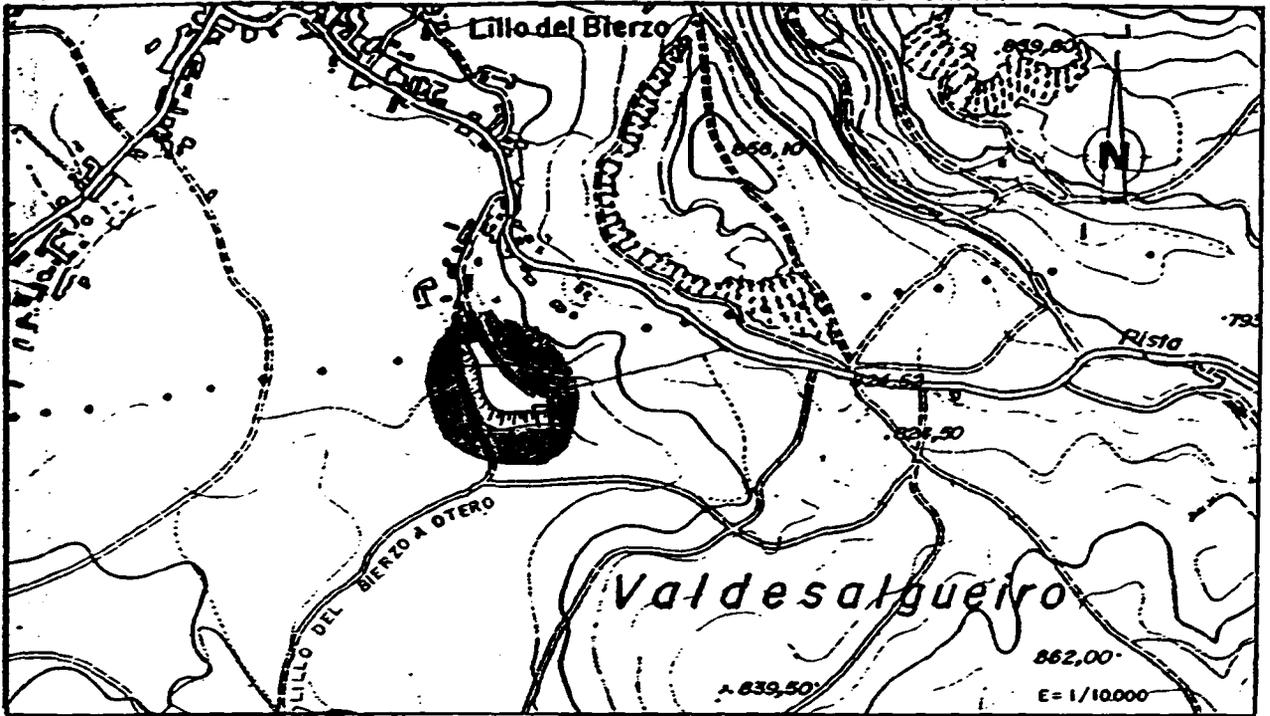
- Modelado en dos niveles. Reperfilado de taludes. Berma con pendiente 1% hacia el interior.
- Colocación en el talud del nivel inferior de la fracción más gruesa (selección de tamaño min. >10 cm)
- Compactación de estériles en ambos niveles.
- Aporte de suelo para el arraigo de pastizal.
- Cuneta perimetral de drenaje a pie de la escombrera.
- Revegetación: siembra de pastizal.
- Pantalla visual mediante reforestación de tres alineaciones (tipo de árbol de la zona: castaño)
- Instalación de valla protectora en el perímetro de la escombrera



VALORACION ECONOMICA

CONCEPTO	UNIDADES	PRECIO UNIT.	TOTAL
Movimiento de estériles en remodelado de estructura, de acuerdo con las recomendaciones efectuadas	11.929 m <sup>3</sup>	150	1.789.350
Refinado y acabado mediante compactación de superficies en estériles	1.915 m <sup>2</sup>	150	287.250
Sistema drenante complejo	109 ml	7.500	817.500
Demolición de muros y obras de ladrillo	27 m <sup>3</sup>	3.500	94.500
Aporte y extendido de suelo vegetal	7.479 m <sup>2</sup>	45	336.555
Tratamiento para la colonización vegetal (siembra)	7.479 m <sup>2</sup>	70	523.530
Suministro y colocación forestal	115,75 m <sup>2</sup>	450	52.087,5
Cerramiento con valla protectora y su colocación	174 ml	3.000	522.000
Mantenimiento y control de la estructura e instalaciones	0,74 PA	50.000	37.000
TOTAL PRESUPUESTO R.			4.459.772,5
COSTE POR HECTAREA .....			6.026.720 R

UBICACION - LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO - SECCION TIPO A RESTAURAR.



## 7. OTRAS ESTIMACIONES

Las valoraciones económicas estimadas para cada uno de los casos estudiados se resumen en el Cuadro nº 3 siguiente:

ESTRUCTURA	SUPERFICIE (Ha)	PRESUPUESTO TOTAL (Ptas.)	COSTE POR SUPERFICIE (Ptas./Ha)
Escombrera de Tiembra	1,041	5.538.755	5.325.725
Mina Julia. Escombrera de Interior	1,13	2.328.750	2.060.840
Minas de Fabero. Edificaciones	0,089	2.370.250	26.632.022
Minas de Fabero. Balsas	0,50	3.647.850	7.295.700
Alicia. Escombrera cielo abierto	1,05	3.317.300	3.159.333
Alicia. Socavón	0,13	1.323.875	10.183.653
Cardenio Hnos. Socavón	0,29	2.532.795	8.733.775
La Reguera. Escombrera de Interior	0,96	4.151.858	4.324.852
Mina Julia. Escombrera de Lavadero	0,68	4.708.845	6.924.772
La Reguera Mina y Lavadero	7,17	40.404.737	5.635.249
La Reguera. Mina	1,60	4.750.108	2.968.817
Escombrera Pozo Viejo	0,69	3.335.765	4.834.442
Escombrera Pozo Viejo-Lavadero	2,71	11.614.678	4.285.859
Minas de Fabero. Escombrera de Interior	0,74	4.459.773	6.026.720

CUADRO Nº 3

Con carácter puramente orientativo, se pueden valorar en primera aproximación los costes globales de restauración de las estructuras tipo escombrera en la provincia de León y más localmente en la hoja topográfica de Vega de Espinareda (M.T.N. 10-08), que comprende la zona de Fabero.

Tales valoraciones predictivas deben apoyarse en los datos existentes de las estructuras estudiadas, las cuales constituyen un muestreo parcial del conjunto existente.

Seleccionando exclusivamente aquéllos casos de restauración de escombreras, y descomponiendo su presupuesto en dos partes, que de una forma simplificada podemos agrupar en una, correspondiente a los trabajos de movimiento de residuos, reperfilado de superficies y taludes, y labores de drenaje a efectuar, y otra, a los trabajos de revegetación, reforestación y mantenimiento.

Si adoptamos como ratios representativos de ambos presupuestos parciales, su valor dividido por el volúmen total de residuos implantado, obtenemos el Cuadro nº 4, que a continuación se expone; en donde, también se refleja, el ratio correspondiente al presupuesto parcial de los trabajos de revegetación y reforestación dividido por la superficie exterior de la estructura.

El valor medio de los índices  $M_2$ ,  $R_2$  y  $R_1$  que se obtienen son:

$$\bar{M}_2 = 63,76 \text{ Ptas./m}^3$$

$$\bar{R}_2 = 39,17 \text{ Ptas./m}^3$$

$$\bar{R}_1 = 1.652.200 \text{ Ptas./Ha}$$

### RATIOS

$M_2$  = Cociente entre el presupuesto parcial correspondiente a los trabajos de movimiento de estériles, refinado y acabado de superficies y taludes, y labores de drenaje, y el volumen total de residuos implantado.

$R_2$  = Cociente entre el presupuesto parcial correspondiente a trabajos de revegetación, reforestación y mantenimiento, y el volumen total de residuos implantado.

$R_1$  = Cociente entre el presupuesto parcial correspondiente a los trabajos de revegetación, reforestación y mantenimiento y la superficie exterior de la estructura.

ESTRUCTURA	M <sub>2</sub> (Pts./m <sup>3</sup> )	R <sub>2</sub> (Pts./m <sup>3</sup> )	R <sub>1</sub> (Pts./Ha)
Escombrera de Tiembra	94,01	39,23	1.566.719,5
Mina Julia. Escombrera de Interior	31,34	49,87	1.263.233,21
Mina Julia. Escombrera de Lavadero	86,53	13,67	940.717,42
La Reguera. Escombrera de Interior	67,56	55,52	1.944.877,98
La Reguera. Mina y Lavadero	35,96	17,67	1.854.798,31
La Reguera Mina	43,87	41,27	1.431.969,83
Escombrera Pozo Viejo	86,71	66,47	2.091.856,93
Escombrera Pozo Viejo Lavadero	25,19	18,37	1.806.191
Minas de Fabero. Escombrera de Interior	102,68	50,54	1.969.441,09

CUADRO Nº 4

Nota:

M<sub>2</sub> y R<sub>2</sub>: Ratios: Cociente entre la valoración económica parcial correspondiente y el volumen total de estériles implantado

R<sub>1</sub>: Ratio : Cociente entre la valoración económica correspondiente a los trabajos de revegetación, reforestación mantenimiento y la superficie exterior de la estructura.

De otra parte, con base a los datos estimados que se recogen en el Inventario de Balsas y Escombreras de León, los volúmenes de escombros depositados, tanto en el ámbito provincial, como en la zona de Vega de Espinareda, han sido:

- Volúmen total de residuos de carbón depositados en las escombreras de León:

$$V_T = 143.891.000 \text{ m}^3$$

- Volúmen total de residuos de carbón depositados en escombreras ubicadas dentro de la hoja de Vega de Espinareda, M.T.N.: 10-08. (Comprende la cuenca carbonífera de Fabero y las implantaciones en ambas márgenes del río Sil, que delimita la hoja):

$$V_t = 14.072.815 \text{ m}^3$$

Ello supone, al aplicar los ratios anteriores, y con carácter puramente orientativo por las simplificaciones efectuadas, unos presupuestos parciales y globales del orden de:

**VEGA DE ESPINAREDA (HOJA TOPOGRAFICA: 10-08)**

▪ Valoración del movimiento de residuos, reperfilado y ejecución de labores de drenaje	897.282.684 Ptas.
▪ Valoración de los trabajos de revegetación, reforestación y mantenimiento	551.232.163 Ptas.
▪ Presupuesto total	<u>1.448.514.847 Ptas.</u>

**PROVINCIA DE LEON**

*Valoración del movimiento de resíduos, reperfilado y ejecu- ción de labores de drenaje	9.174.490.160 Ptas.
*Valoración de los trabajos de revegetación, reforestación y mantenimiento	5.636.210.470 Ptas.
*Presupuesto total	<u>14.810.700.530 Ptas.</u>

## 8. CONCLUSIONES

- Las explotaciones mineras de carbón, tanto subterráneas como de cielo abierto, sus depósitos residuales y las instalaciones de tratamiento y lavado, afectan al medio natural de la zona de Fabero (León), desencadenando alteraciones ambientales muy variables en su intensidad.
- En este Estudio se han considerado una serie de casos atendiendo a su importancia, representatividad y magnitud de la alteración(es) ambiental(es) producidas, marcándose directrices de restauración concretas.
- En todos los casos, los trabajos se enfocaron bajo la perspectiva de un diseño estable y económico, en la consideración simultánea de las alteraciones ambientales más intensas. A nivel de estudio previo se ha efectuado una valoración económica de las medidas correctoras que deben emprenderse, para conseguir una estructura integrada en su medio natural, socialmente aceptada y capaz de evolucionar positivamente por sí sola con unos mínimos costes de mantenimiento (véase apartado 6).
- Del análisis de los presupuestos obtenidos se desprende el importante sobrecoste que supone el ejecutar estas labores de restauración, una vez finalizadas las actividades, sobre las que en teoría podrían haberse realizado dentro de una sencilla planificación de las labores extractivas.
- En base a los datos que se disponen, los costes de restauración de las balsas y las escombreras en la provincia de León se evalúan en 14.810.700.530 pts., y más concretamente, en la hoja topográfica de Vega de Espinareda, que comprende la cuenca carbonífera de Fabero, y las implantaciones en ambas márgenes del río Sil, que se delimitan en la hoja, en: 1.448.514.847 pts (véase - apartado 7).

## 9. BIBLIOGRAFIA

- AGUILO, M. y DIAZ SEGOVIA, A.: El paisaje. Una metodología para la evaluación de la fragilidad visual. Curso de Restauración de Terrenos en minería a cielo abierto. Fundación Gómez-Pardo. Madrid, 1984.
- ARTIEDA, J.I. y LORENZO, J.: Minería energética y medio ambiente. Industria Minera. Junio, 1983.
- BELLO-MORALES, A.: Tratamiento estético, paisajístico y funcional de las carreteras, 1986.
- ESCRIBANO, R.: Recuperación: el proceso de la sucesión. Curso de Restauración de Terrenos en minería a cielo abierto. Fundación Gómez-Pardo. Madrid, 1984.
- GARCIA-ANDRES, T.: Recuperación: Técnicas para la restauración de la vegetación. Curso de Restauración de Terrenos en minería a cielo abierto. Fundación Gómez-Pardo. Madrid, 1984.
- GONZALEZ-ALONSO, S.: Recuperación para la vegetación. Descripción del medio. Factores que influyen en el establecimiento de la cubierta vegetal. Curso de Restauración de Terrenos en minería a cielo abierto. Fundación Gómez-Pardo. Madrid.
- GONZALEZ-ALONSO, S., AGUILO, M. y RAMOS, A.: Directrices y Técnicas para la estimación de impactos. Universidad Politécnica de Madrid, 1983.
- ITGE: Inventario Nacional de Balsas y Escombreras. Provincia de León, 1989. (Informe sin publicar).

ITGE: Manual para el diseño y construcción de Balsas y Escombreras de residuos mineros.

ITGE: Estudios Geoambientales para la Restauración del Medio Natural.

ITGE: Determinación de Parámetros Geoambientales, base para la Restauración del espacio natural afectado por las explotaciones mineras en la Cuenca del Bierzo.

LOPEZ, C. y SANZ CONTRERAS, J.L.: Alteraciones en el medio ambiente producidas por explotaciones de recursos minerales. Canteras y Explotaciones, 1986.

LORENZO AGUDO, J.: La Minería de superficie y el paisaje. Fundación Gómez-Pardo, 1989.

RAMOS, A.: Recuperación: El problema bajo una visión ecológica. Objetivos y Dificultades.

SANZ CONTRERAS, J.L.: Métodos de Evaluación del impacto ambiental. Identificación de Alteraciones. Curso de Restauración de Terrenos. Fundación Gómez-Pardo, 1984.

SANZ CONTRERAS, J.L.: Métodos de Evaluación del Impacto Ambiental producido por los depósitos de Estériles Mineros. F. Gómez-Pardo, 1989.

VADILLO FERNANDEZ, L.: Elaboración de Planes de Restauración. F. Gómez-Pardo, 1989.