



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

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

**PROYECTO DE RESTAURACION DE ZONAS DEGRADADAS
POR ACTIVIDAD MINERA EN
VILLAR DEL ARZOBISPO (VALENCIA)**



MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

01084

**"PROYECTO DE RESTAURACION DE ZONAS DEGRADADAS
POR ACTIVIDAD MINERA EN
VILLAR DEL ARZOBISPO (VALENCIA)"**

INDICE

	PAGINA
1. INTRODUCCION	1
2. ALCANCE DEL ESTUDIO	2
3. METODOLOGIA DE LOS TRABAJOS REALIZADOS	5
4. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO	7
4.1. Situación Geográfica	7
4.2. Rasgos estructurales y litoestratigráficos	7
4.3. Climatología	9
4.4. Hidrología superficial	11
4.5. Hidrogeología	11
4.6. Edafología	13
4.7. Cultivos y aprovechamientos. Usos del suelo	13
4.8. Vegetación	13
4.9. Unidades Geoambientales	14
5. METODOLOGIA DE RESTAURACION	15
5.1. Características de las escombreras	15
5.2. Principales alteraciones producidas por las escombreras	18
5.3. Criterios a seguir en la restauración	20
5.4. Estudio de estabilidad	22
5.5. Trabajos a realizar	29
5.6. Costes unitarios de los trabajos de restauración	35
6. DESCRIPCION DE LAS ESCOMBRERAS	
7. ESTUDIO GEOMECANICO DE LA CANTERA "CABEZO DE LA ERMITA"	
ANEXO I. LISTADOS DE ORDENADOR	

1. INTRODUCCION

El presente proyecto se encuadra dentro del programa de Protección y Corrección de Impactos Mineros de la Dirección General de Industria y Energía de la Generalitat Valenciana.

Forma parte de los trabajos previstos en el convenio de colaboración suscrito entre la citada Dirección General y el Instituto Tecnológico GeoMinero de España.

Ha sido realizado por la empresa Consulting de Ingenieros y Economistas, S.A., en régimen de adjudicación directa, con la colaboración de CIECSA LEVANTE, S.A., bajo la supervisión del Area de Ingeniería GeoAmbiental del ITGE y del Servei de Mines de la Generalitat.

En su ejecución han participado los siguientes técnicos:

D. Alberto Escalada Ingeniero de Minas	Servei de Mines de la Dirección de Industria y Energía
D. Lucas Vadillo Ingeniero de Minas	Area de Ingeniería GeoAmbiental del ITGE
D. Juan Boquera Ingeniero de Minas	CIECSA LEVANTE, S.A
D. Fernando Berlanga Geólogo	CIECSA LEVANTE, S.A.
D. Fernando Alfonso Ingeniero de Minas	CIECSA
D. Carlos Gazapo Ingeniero de Minas	CIECSA
D. Carlos Roger	Ingeniero de Montes
D. Jorge Mompuey	Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

2. ALCANCE DEL ESTUDIO.

El objetivo básico del presente estudio ha sido marcar las directrices de restauración concretas en una serie de estructuras mineras abandonadas, tales como escombreras y explotaciones a cielo abierto.

En total han sido estudiadas ocho escombreras abandonadas, todas ellas en la zona de Villar del Arzobispo e Higuieruelas, así como las labores abandonadas de la C.E. "El Salvador", también en la misma zona. Su emplazamiento se indica en el plano nº 1.

Las escombreras escogidas han sido numeradas según la nomenclatura del Inventario Nacional de Balsas y Escombreras (Provincia de Valencia), realizado por el ITGE en el año 1.988, que consiste en el número militar de la hoja topográfica 1:200.000 seguido de un número entre paréntesis característico de cada escombrera. En dos de ellas se ha modificado esta normativa, pues no figuraban en el citado Inventario, habiendo sido nombradas según la numeración de la escombrera inventariada más cercana, añadiendo el sufijo Bis. Así la relación de escombreras estudiadas es la siguiente:

28-26- (5-11)	28-26- (1-07)
28-26- (5-11) Bis	27-26- (4-09)
28-26- (5-13)	27-26- (4-01)
28-26- (5-15)	27-26- (4-01) bis

En cada una de las escombreras se ha realizado un análisis de la situación actual, describiendo las características de su entorno, la geometría de la estructura, su estabilidad y composición. Así mismo se indican los impactos ambientales que produce y se detallan las medidas de restauración adecuadas. Por último se han efectuado las mediciones de los trabajos de restauración a realizar y se han calculado los precios unitarios de los mismos.



PLANO N° 1

SITUACION DE LAS ESCOMBRERAS E: 1:50.000

En la C.E. "EL SALVADOR" los trabajos realizados han sido similares, salvadas las diferencias existentes. Así pues en el análisis de la situación actual se han descrito las características del entorno y la geometría de los huecos y escombreras abandonados. En cuanto al estudio de estabilidad, éste se ha limitado a las escombreras, pues el hueco de la explotación abandonada presenta una serie de problemas geotécnicos (deslizamientos rotacionales y desprendimiento de masas rocosas), cuya entidad ha aconsejado sean objeto de un estudio específico de estabilidad de taludes, que está en vías de ejecución por la Conselleria de Industria. Así mismo se ha efectuado la descripción de los impactos producidos y determinado las medidas de corrección más apropiadas. En cuanto a las labores de restauración se han propuesto únicamente la remodelación y revegetación de las escombreras que circundan al hueco, pues al carecer de datos precisos sobre la estabilidad de los grandes taludes existentes en el hueco creado, no es posible determinar con exactitud los trabajos necesarios en los taludes ni los movimientos de tierra a efectuar.

El proyecto también ha comprendido un estudio de naturaleza distinta, no relacionado con la restauración de labores a cielo abierto. Se trata del estudio Geomecánico y de estabilidad del macizo rocoso existente en el frente de la cantera "CABEZO DE LA ERMITA", en el término municipal de Liria. Aquí se ha procedido a realizar un levantamiento de las discontinuidades existentes en el frente, determinando su coeficiente de rozamiento interno y efectuando un análisis de la estabilidad del macizo.

3. METODOLOGIA DE LOS TRABAJOS REALIZADOS

El estudio del entorno de cada estructura se ha efectuado mediante una cartografía de los principales parámetros ambientales de su área de influencia, realizada a escala 1: 5.000 sobre la base topográfica existente, publicada a escala 1: 10.000 por la Excm. Diputación Provincial de Valencia. Se ha utilizado la fotointerpretación de fotogramas aéreos de un vuelo reciente del Instituto Nacional de Denominaciones de Origen.

El levantamiento topográfico de las escombreras se ha realizado en siete de ellas con taquímetro, delimitando los perímetros de las plataformas y las cabeceras y piés de los taludes, así como los puntos singulares más importantes. Su representación gráfica se ha realizado por el sistema acotado, mediante puntos acompañados de su cota correspondiente.

Dado que la escombrera 5-11 y la C.E. "El Salvador" son contiguas, y que el conjunto abarca una zona muy amplia con elevada complejidad orográfica, su levantamiento topográfico se ha realizado por restitución de pares estereoscópicos de fotogramas aéreos recientes, con apoyo en campo mediante el levantamiento taquimétrico de puntos singulares.

Sobre estos levantamientos topográficos se han representado las características superficiales de cada estructura, señalando tipo de erosión, cobertura vegetal, accidentes importantes, etc. así como los caminos, cursos de agua y edificaciones próximas.

Así mismo se han realizado una serie de cortes topográficos seriados para cada estructura, sobre los que se han realizado las medidas de sus características geométricas utilizadas en el cálculo de estabilidad de las mismas.

Para este cálculo de estabilidad se ha utilizado el programa Stabl, que lo realiza en dos dimensiones por el método del equilibrio límite.

Tanto esta información gráfica, como la descripción del entorno, las características

geométricas y los resultados de los cálculos de estabilidad de cada estructura, se han recogido en forma de ficha normalizada para facilitar su consulta. En esta ficha se recojen también los impactos ambientales producidos por las estructuras y las medidas correctoras precisas, indicando las mediciones, precios unitarios y presupuesto de las labores de restauración que se proponen.

En el estudio geomecánico de estabilidad de la cantera "Cabezo de la Ermita", se ha procedido a un levantamiento y medición de las discontinuidades existentes, determinando su ángulo de rozamiento interno y cohesión por el índice de Bieniawski y la resistencia a la comprensión simple con un esclerómetro. Se ha considerado la existencia de roturas planares y de cuñas.

4. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO

El análisis de los parámetros que conforman el Medio Físico de la zona de estudio, se ha realizado teniendo en cuenta los recientes estudios que se han llevado a cabo en la Comunidad Valenciana, como son: *"Mapa Geocientífico de la Provincia de Valencia"* y *"Estudios Geoambientales aplicados a la minería en la Comunidad Valenciana"*. Estos Estudios han aportado los datos de carácter regional en los que se enmarcan las observaciones realizadas en campo.

Los parámetros del Medio Físico analizados son: Geología (litología y estratigrafía), climatología, hidrología e hidrogeología, fisiografía y paisaje, edafología, cultivos y aprovechamientos del suelo, vegetación, fauna y recursos culturales.

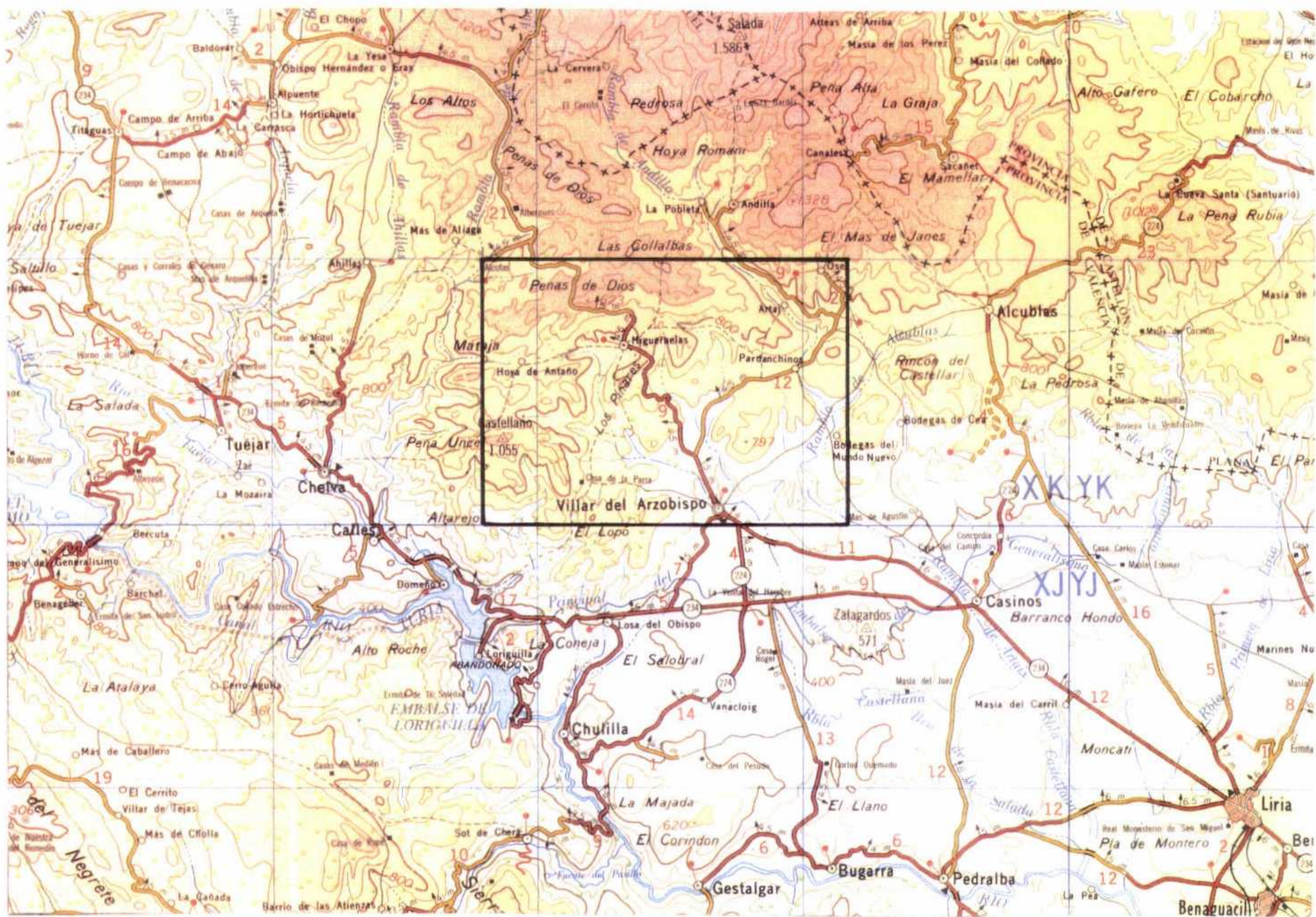
Estos parámetros definen el Medio Físico de la zona en la que se asientan una serie de canteras de caolín y arcillas, y las escombreras que estas explotaciones producen, ocasionando unas perturbaciones y modificaciones del medio que deben ser corregidas, procurando devolver al espacio físico su aspecto original, una vez finalizada la explotación.

4.1. Situación Geográfica.

La zona de estudio se ubica entre las poblaciones de Villar del Arzobispo e Higuera, ambas de Valencia y próximas a los límites provincias de Teruel y Castellón de la Plana (Plano nº 2). Su acceso se realiza a través de la carretera comarcal 234. Comprende una serie de escombreras producidas por explotaciones de caolín y arcillas, muchas de las cuales se encuentran actualmente abandonadas.

4.2. Rasgos estructurales y litoestratigráficos.

Geológicamente la zona de estudio se encuentra dentro de la unidad geológica, "Sector Ibérico Valenciano septentrional" caracterizada por una intensa tectónica de



PLANO Nº 2

SITUACION DE LAS ZONAS DE ESTUDIO

E: 1:200.000

plegamientos y fracturación, y en la que los materiales aflorantes pertenecen principalmente al Mesozoico.

La zona se encuentra enclavada en la parte suroriental de la Cordillera Ibérica, en donde predominan pliegues de dirección NO-SE y NNE-SSO. Plano nº 3.

Litoestratigráficamente, los materiales mesozoicos que se presentan pertenecen al Jurásico y Cretácico, los primeros están formado por sedimentos marinos de plataforma, que han dado lugar a una litología esencialmente carbonatada o margosa.

Discordante sobre estos, se encuentra el Cretácico con facies continentales de arenas y arcillas sobre las que aparecen los sedimentos marinos con facies de calizas y dolomías. La explotación de los materiales detríticos del Cretácico son la causa de las escombreras objetivo de este Proyecto.

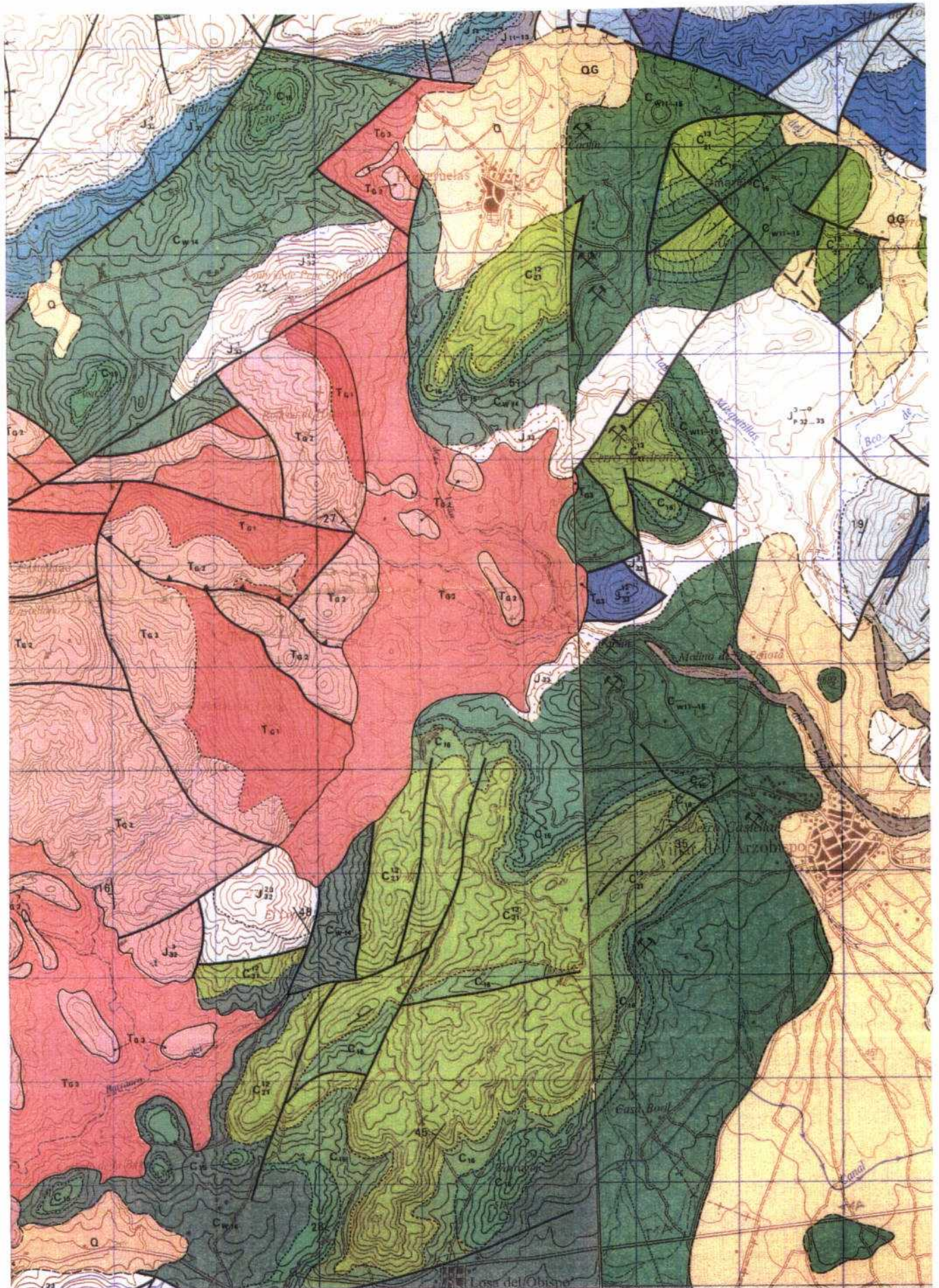
El Cenozoico está igualmente presente con ambientes de transición que representan las sucesivas transgresiones y regresiones del mar.

Los procesos de erosión y sedimentación del Cuaternario han ido modelando el paisaje actual.

4.3. Climatología

Los parámetros analizados son las precipitaciones y las temperaturas. Las estaciones próximas a la zona de estudio son los de CHELVA- ALPUENTE y CASINOS.

Las precipitaciones se caracterizan por su escasez e irregularidad, con la particularidad de su carácter torrencial.



PLANO N°3
MAPA GEOLOGICO DE LA ZONA

Los datos climatológicos (Planos nº 4 y 5) correspondientes a la zona de estudio son:

Precipitación media anual: 450 mm.

Temperaturas: oscilan entre 7º y 10º en invierno y de 20º - 25º en verano.

Por tanto el clima de la zona (según la clasificación de Köpper-Gonzalez Vázquez) es de tipo mediterráneo con inviernos templados y húmedos y veranos secos y soleados, como corresponde a la región de Levante en que se encuentra enclavada.

Este tipo de clima con una elevada evapotranspiración principalmente en los meses de verano, provoca grandes contrastes productivos entre la vegetación de secano y de regadío.

4.4. Hidrología superficial.

La zona de estudio pertenece a la cuenca del Turia. Se encuentra situada en la margen izquierda de este río.

Los principales de agua superficial en la zona de estudio o en sus proximidades son el río Tuéjar, único curso de agua permanente, junto al Turia, y las ramblas de Abejuela, Andilla, Aceña y Castellarda. Igualmente próximo a la zona, al Sur de la misma, se encuentra el Canal principal del Embalse del Generalísimo.

4.5. Hidrogeología.

La importancia de los recursos hídricos subterráneos en la región es relevante, ya que son la fuente no sólo del sector agrícola, sino del abastecimiento a numerosos núcleos urbanos. La zona de estudio y según el mencionado *"Programa Nacional de Estudios Geoambientales Aplicados a la Minería"* se encuentra ubicado en la unidad hidrogeológica del **"Medio Turia"** en un área en la que la permeabilidad por porosidad es media.

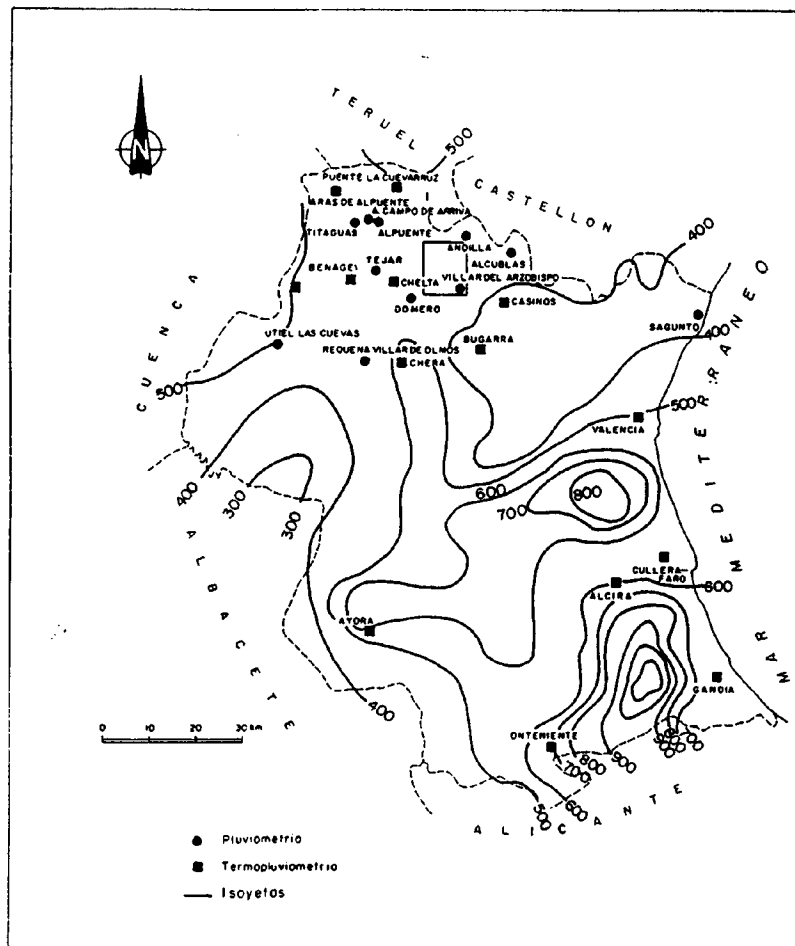


Figura 4. Mapa de isoyetas medias anuales (mm)

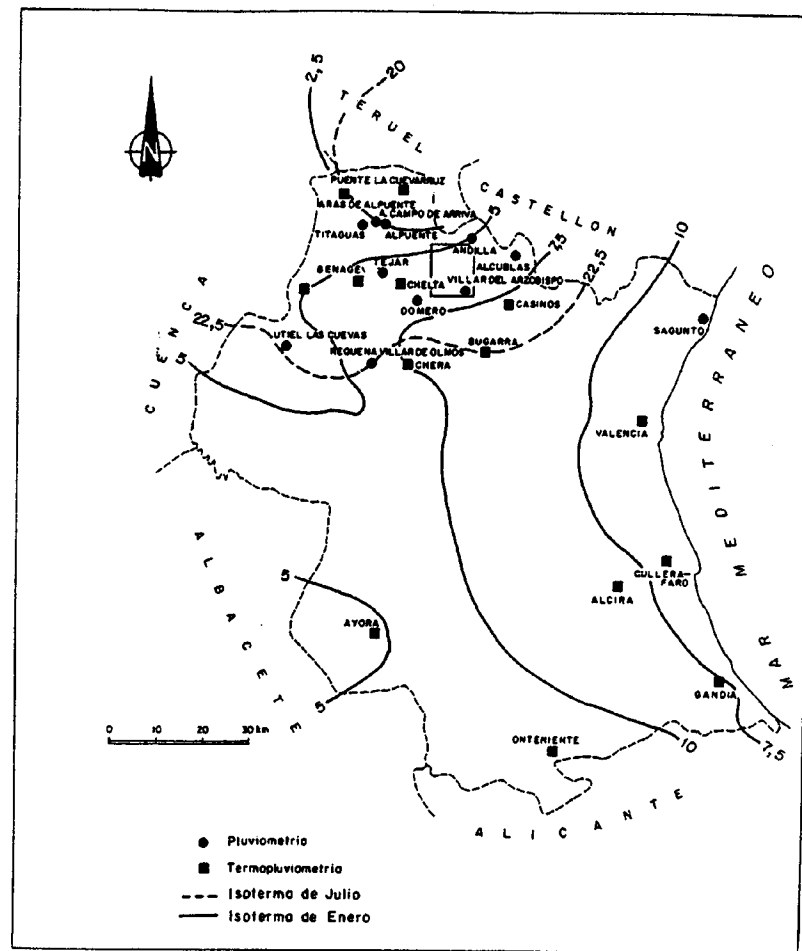


Figura 5. Mapa de isotermas de invierno y verano (°C)

La contaminación tanto de las aguas superficiales como de los acuíferos subterráneos se considera baja en la zona de estudio.

4.6. Edafología.

Los suelos de la zona corresponden principalmente a horizontes calizos, que según la clasificación americana estarían englobados en el orden de los Aridisoles, destacando la asociación Calciorthids/Paleargids.

4.7. Cultivos y aprovechamientos. Usos del suelo.

Los cultivos de la zona concuerdan con los más típicos de toda esta área de la Comunidad, estando representados principalmente por frutales de secano, almendros fundamentalmente algarrobos y olivos, por viñedos y pastizales y por zonas de cultivo de regadío de hortalizas.

Los usos del suelo se resumen en el agrícola y en el minero representado este último por las canteras de caolín y arcillas que caracterizan a la zona.

4.8. Vegetación.

La zona de estudio esta incluida en el Sector Setabense de la Provincia Valenciano-Catalano-Provenzal-Balear, en el cual cabe destacarse tres zonas bioclimáticas: litoral, sublitoral y continental. Las escombreras de Villar del Arzobispo están situadas en la zona bioclimática Sublitoral, caracterizada por temperaturas medias anuales entre 12 y 15° C y la existencia de heladas tardías.

La vegetación climatófila está pues formada por el **Carrascal sublitoral**. (*Bupleuro-Quercetum rotundifoliae ullicetosum parviflorae*), que constituye la vegetación potencial

sobre sustratos calcáreos de la zona sublitoral seca o subhúmeda. En este dominio se pueden suceder las siguientes etapas seriales:

Coscojar semiárido. (*Rhamno-Cocciferetum*). Constituye la vegetación potencial de sustratos calcáreos de la zona sublitoral semiárido. Cuando la ombroclima es seca, actúan como la primera etapa de sustitución de los carrascales semiáridos.

Este coscojar es sustituido por **romerales con aliagas** (*Rosmarino-Erición*), y **tomillares con espliego** (*Aphyllantion*).

Como fase final de la etapa regresiva se presentan **pastizales vivaces** (*Phomido-Brachypodietum retusi*). Son escasos los bosquetes de carrascales, dominando el paisaje los pinos de repoblación (*Pinus halepensis* y *Pinus pinaster*). El estado de conservación de carrascal y coscojar es mejor que en la zona litoral, debido a la menor presión antrópica. De todas formas es más fácil su restauración, ya que los suelos están mejor conservados.

La vegetación edafófila esta representada en la vegetación típica de ríos y ramblas, desarrollándose principalmente los **adelfares** (*Rubo-Nerietum oleandri*) en las ramblas.

4.9. Unidades geoambientales.

Atendiendo a los parámetros ambientales analizados, se han definido las unidades geoambientales como aquellas áreas geográficas con características ambientales (climáticas, geomorfológicas, estructurales, litológicas, edafológicas y de vegetación) homogéneas. Así en la provincia de Valencia y según el estudio "Programa Nacional de Estudios Geoambientales aplicados a la minería", la zona de estudio se encuentra enmarcada en el Ambiente 2 "Relieves Montañosos Serranos-Calderona", Subambiente "Chelva-Villar del Arzobispo" cuyas características ambientales principales han sido ya definidas en los epígrafes anteriores.

5. METODOLOGIA DE LA RESTAURACION

5.1. Características de las escombreras

Las escombreras objeto del estudio son la consecuencia de los vertidos de estériles producidos en las explotaciones de arcilla en el Término Municipal de Villar del Arzobispo.

Las características de estas escombreras son:

- a) La forma geométrica.
- b) Localización topográfica.
- c) Material del que están formados.
- d) Estado actual.

5.1.1. Las formas geométricas: El tipo de modelado que presentan la mayor parte de las escombreras, corresponden a la típica forma de pirámide truncada, en ocasiones escalonadas, con regularidad de formas geométricas, líneas rectas y ángulos muy marcados: plataformas y bermas horizontales y taludes de pendientes pronunciadas. En la mayor parte de los casos, las escombreras se encuentran a media ladera, por lo que su forma está condicionada por esta circunstancia.

El volumen de material que forma las escombreras es con frecuencia importante. En general, la altura de las mismas alcanza los 25 m., mientras que la pendiente de los taludes, similar en todas ellas, oscila entre 25 y 40°.

5.1.2. La localización topográfica: El área donde están ubicadas la mayor parte de las escombreras presenta una topografía de formas suaves y pequeños barrancos, con una altura de unos 200 m sobre el nivel del mar.

Toda el área está salpicada de numerosas explotaciones. La ubicación de las escombreras no sigue ninguna pauta, aunque preferentemente se localizan en las zonas más llanas y en ocasiones rellenando plazas de cantera ya abandonadas. Una parte del terreno está ocupado de forma indiscriminada por las explotaciones y sus correspondientes escombreras.

5.1.3. El material: Los materiales que constituyen el estéril corresponden a los niveles de arena, arenisca y arcilla que están intercalados con las formaciones arcillosas y caolínferas útiles. El vertido en las escombreras, se hace por medio de volquetes. Son materiales finos, bastante heterogéneos, entre los que se intercalan pequeños bloques irregulares.

Para la estimación de sus parámetros geotécnicos se han adoptado las indicaciones del *"Manual para el diseño y construcción de escombreras y presas de residuos mineros"*. Así, considerando un material de naturaleza silíceo-arcillosa, de capacidad media, forma redondeada, tamaño arena, granulometría media y nivel de tensiones bajo, se estima un ángulo de rozamiento interno de 34° . Respecto al coeficiente de cohesión se ha estimado que tendrá valores intermedios entre terrenos sueltos, coeficiente de cohesión $C = 0$, y escasamente compactados coeficiente de cohesión $C = 0,1$.

El contraste cromático de las escombreras con los frentes de las explotaciones es mínimo, ya que tanto éstas como las escombreras presentan un color claro muy similar. Por lo contrario, ambas contrastan con el verdor de la vegetación natural que cubre la zona.

5.1.4. Estado actual: En general, el grado de cubierta vegetal que presentan las escombreras es escasa, e incluso algunas están totalmente desprovistas de ella. Esto es debido a la dificultad que tiene la vegetación para implantarse y arraigar, a

causa de la fuerte pendiente de los taludes.

Fundamentalmente, las especies que están colonizando las escombreras son herbáceas, comenzando siempre por el pie del talud o por la plataforma superior.

En las escombreras más antiguas, además de las herbáceas, hay algunas plantas leñosas, pertenecientes al matorral típico de esta zona.

La erosión que presentan las escombreras es intensa, debido a la fuerte pendiente de los taludes y el tipo de material que la constituye, en general fino y poco compacto. Todas ellas presentan pequeñas cárcavas y abarrancamientos, que en algunos casos llegan a alcanzar dimensiones importantes.

5.2. Principales alteraciones producidas por las escombreras.

El impacto ambiental originado por las escombreras, teniendo en cuenta los parámetros medioambientales afectados así como las alteraciones que producen, puede catalogarse como **Impacto Ambiental Alto**. (*"Programa Nacional de Estudios Geoambientales aplicados a la minería"*).

Las principales alteraciones que producen las estructuras de Villar del Arzobispo son de dos tipos.

- Alteraciones morfológicas y de impacto visual.
- Alteraciones sobre la cobertura vegetal.

Alteraciones morfológicas y de impacto visual. Este tipo de estructura producen un cambio morfológico notable en la orografía de la zona debido a sus grandes dimensiones y formas abruptas que contrastan con el contorno. Esto mismo provoca un fuerte **impacto visual**, pues en algunos casos la cuenca visual de recepción es grande ya que se divisan desde carreteras y pueblos, incrementándose este impacto por el contraste cromático de los materiales.

Alteración sobre la cobertura vegetal. Se produce tanto en el suelo como en la vegetación, al no procederse, en prácticamente ningún caso, a la restauración del suelo y no llevarse a cabo ningún proceso de revegetación.

OTRAS ALTERACIONES.

Otras alteraciones medioambientales producidas por las estructuras están relacionadas con los procesos geológicos de erosión-sedimentación y con los riesgos geológicos derivados de ellos.

Así, en algunos casos se producen alteraciones del drenaje de las aguas de escorrentía, ya que se provoca la interrupción o desviación de cursos de agua, modificando los perfiles de equilibrio, con el riesgo consiguiente de acumulaciones de aguas en las depresiones así creadas.

Por otra parte, las características de los materiales puestos al descubierto por los trabajos mineros, junto con la morfología de las estructuras y el régimen de precipitaciones favorece el desencadenamiento de procesos de erosión, que son un grave fenómeno que afecta a todo el Levante y en especial a la Comunidad Valenciana. Además la sedimentación de los materiales arrastrados produce la colmatación de la red de drenaje natural.

Debe destacarse también la desestabilización de las estructuras que conlleva un riesgo de deslizamientos e incluso del colapso de la estructura. Las características de los materiales arcillosos, con un ángulo de rozamiento interno muy bajo, y que se ve fácilmente alterado por la influencia de la agua, aumentan este tipo de riesgo geológico.

5.3. Criterios a seguir en la restauración

El modelado y la revegetación son las dos acciones a seguir para la reinsertión de las escombreras en el paisaje del entorno, con el menor impacto ambiental posible.

Estas acciones deberían haberse llevado a cabo a priori y no a posteriori, como es nuestro caso, evitando que las escombreras alcancen la gran extensión y volumen que actualmente tienen.

Con la realización de estos trabajos se pretende lograr el recubrimiento de las superficies de materiales movidos, altamente visibles, evitando los fenómenos de erosión y deslizamiento. Por otra parte, el adecuado drenado de las escombreras evitará los problemas derivados de la alteración de la escorrentía superficial y los propios riesgos de estabilidad de la estructura.

El remodelado de la estructura se realizará suavizando perfiles y ángulos, evitando taludes con pendiente media superior a 25-30º, y limitando su longitud, en lo posible, a menos de 25 m, ya que pendientes y longitudes mayores dificultan la implantación de la vegetación, aumentando y agravando los problemas de erosión superficial.

Este modelado se completará con una adecuada revegetación que conduzca a la reimplantación de la vegetación potencial autóctona de la zona, que en este caso es "El Carrascal Sublitoral".

La vegetación ayuda a fijar el suelo, evitando la erosión, contribuyendo en gran medida a minimizar el impacto visual, tanto en el aspecto de cuenca de recepción, como en el aspecto cromático de este tipo de materiales.

Como primer paso de la revegetación, está la implantación de una cobertera vegetal,

para así, a continuación proceder a la regeneración del suelo, siguiendo la evolución natural de la vegetación. En las plataformas, este tapiz vegetal estará constituido por especies herbáceas las cuales deberán ajustarse a los siguientes criterios:

- Que el sistema radical desarrollado forme una red que sujete las tierras y sea de crecimiento rápido.
- Que sea frugal, es decir, que se alimente con nutrientes comunes, y necesite poca cantidad de ellos.
- Que se adapte fácilmente al suelo y condiciones del medio ambiente.
- Que sean accesibles y económicas.

A continuación se procederá a la implantación de especies arbustivas autóctonas, tales como romero, tomillo, pirocanto, etc

Como complemento y en una etapa posterior, se implantarán especies arbóreas autóctonas, tales como *Quercus ilex* y *Pinus halepensis* principalmente.

En los taludes la revegetación se basará en especies arbustivas implantadas en bancos o alcorques excavados al efecto. Esta especies corresponderán al cortejo florístico del Carrascal.

5.4. Estudio de la estabilidad

El estado actual de la zona presenta un conjunto de acopios de origen antrópico relativamente reciente, en los que se llegan a observar hasta tres capas superpuestas.

En puntos determinados se sitúan los dos accidentes más significativos a tener en cuenta:

- 1) Posible presencia de agua infiltrando el suelo por la presencia de algún arroyo o charca.
- 2) Cortas de origen minero, con ángulos de talud semi-estables a considerar.

5.4.1. Características Geotécnicas de los terrenos: El estudio de estabilidad de los taludes presentes y previstos se ha realizado en base a una caracterización geotécnica de los terrenos observados en la zona, a saber:

a) **Terreno Natural:** Suelo que sirve de base a los rellenos antrópicos, compuesto principalmente por arenas arcillosas compactadas, de las que se han considerado los siguientes parámetros:

- Densidad Natural: $\delta = 1,9 \text{ t/m}^3$
- Densidad Seca: $\delta_d = 1,7 \text{ t/m}^3$
- Densidad Saturada: $\delta_{\text{sat}} = 2,0 \text{ t/m}^3$
- Cohesión: $c' = 0,5 \text{ t/m}^2$
- Angulo de Rozamiento Interno: $\phi' = (36-40)^\circ$

Asimismo, se ha considerado el suelo seco, sin nivel freático apreciable, por lo que se ha estimado un coeficiente de presión de poros:

$$R_n = 0 - 0,1$$

b) **Rellenos Antrópicos (escombreras):** Suelo de características muy heterogéneas, producto típico del vertido de residuos producidos por el hombre. Se han considerado los siguientes parámetros geotécnicos:

- Densidad natural: $\delta = 1,7 \text{ t/m}^3$
- Densidad seca: $\delta_d = 1,6 \text{ t/m}^3$
- Densidad saturada: $\delta_{\text{sat}} = 1,8 \text{ t/m}^3$
- Cohesión: $c' = 0 - 0,1 \text{ t/m}^2$

Dependiendo de la zona a estudiar y de la presencia o no de agua y humedades.

- Angulo de Rozamiento Interno: $\phi' = 34^\circ$

Asimismo, se ha considerado el suelo totalmente seco, sin nivel freático apreciable, salvo las zonas adyacentes, algún arroyo o charca, por lo que se ha estimado un coeficiente de presión de poros:

$$R_n = 0$$

5.4.2. Observaciones previas: Se observa que los taludes actuales de la mayoría de los rellenos oscilan alrededor de los 35° (talud cercano al natural de 34°), y, considerando una compactación escasa o nula de los vertidos, se puede adelantar que la estabilidad de las escombreras con ángulos mayores del citado será estricta (coeficiente de seguridad cercano a la unidad) o precaria (coeficiente de seguridad menor de la unidad); mientras que los que presentan ángulos menores tendrán un coeficiente de seguridad de deslizamiento muy superior.

5.4.3. Cálculo de la estabilidad: Los cálculos de estabilidad se han efectuado mediante el programa de ordenador STABL, que ejecuta cálculos reiterados de balance de estabilidad de superficies de rotura, preferentemente circulares, (los más desfavorables, salvo casos claros de estratificación o lajosidad), por el método de Bishop (modificado por Carter).

Dicho programa calcula un número determinado de hipótesis (en nuestro caso, 100 círculos de deslizamiento posibles por cada geometría estudiada), y da como resultado el coeficiente de seguridad de los 10 círculos más desfavorables frente al deslizamiento. Los cálculos realizados y resultados obtenidos en cada una de las escombreras se indican en el apartado "*Cálculos de Estabilidad*" de sus respectivas fichas.

Un resumen de los resultados obtenidos se puede observar en el cuadro adjunto, donde se desglosan las informaciones más pertinentes resultantes de cada hipótesis de cálculo.

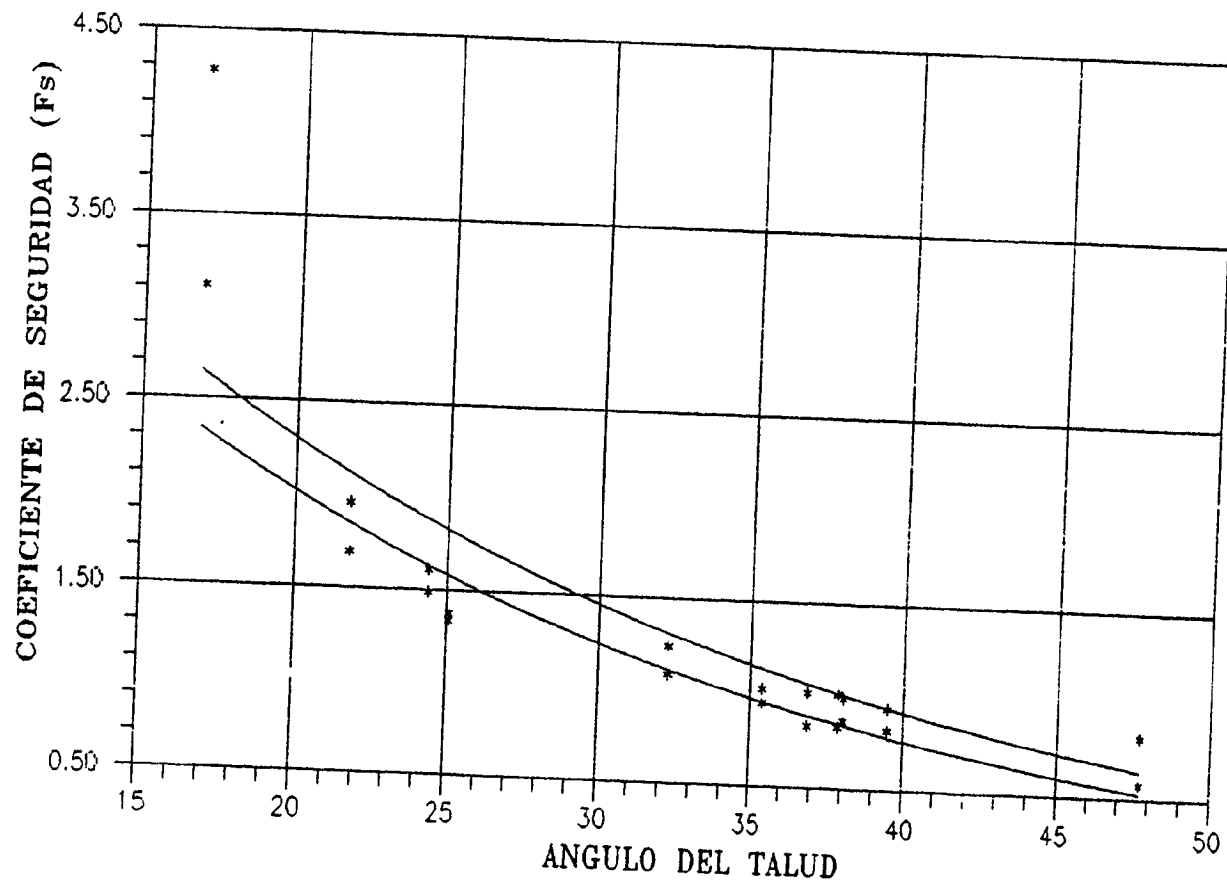
El listado exhaustivo de las salidas de ordenador de cada caso se incluye en el anejo "Salidas de ordenador" al final de este informe.

HIPOTESIS CLAVE	ESCOMBRERA No	ANGULO TALUD	COHESION (suelo 2)	GENERAL /BANCO	CASO OBSERVACIONES	ABSCISAS CIRCULO	COEF. SEG. (Fs)
VILLAR-01	Escomb. (1-7)	(24.40)*	c'=0	General	-	(15,48)	1.488
VILLAR-02	Escomb. (1-7)	(24.40)*	c'=0	Banco 5m.	Pié	(15,21)	1.49-1.61
VILLAR-03	Escomb. (1-7)	(24.40)*	c'=0	Banco 5m.	Intermedio	(22,25)	1.20-1.31
VILLAR-04	Escomb. (1-7)	(24.40)*	c'=0.1	Banco 5m.	Intermedio	(22,25)	1.37-1.61
VILLAR-05	Estruc. (4-9)	(39.47)*	c'=0	General	1ª Terraza	(31,45)	0.824-0.894
VILLAR-06	Estruc. (4-9)	(25.08)*	c'=0	General	1ª+2ª Terraza	(28,56)	1.336-1.810
VILLAR-07	Corta (V-V')	(47.72)*	c'=0	General	Con agua (N.F.)	(20,24)	0.578-0.761
VILLAR-08	Corta(VI-VI')	(36.87)*	c'=0	General	Con agua (N.F.)	(13,20)	0.837-0.976
VILLAR-09	Escomb. (5-13)	(32.27)*	c'=0	General	Sin bancos	(19,31)	1.088-1.230
VILLAR-10	Escomb. (5-15)A	(40-45)*	c'=0	General	Ladera izq.(A)	(17,32)	1.019-1.253
VILLAR-11	Escomb. (5-15)A'	(37.87)*	c'=0	General	Ladera dcha(A')	(17,26)	0.835-1.083
VILLAR-12	Escomb. (4-1)Bis	(21.80)*	c'=0	General	1º Paquete	(15,27)	1.695-2.065
VILLAR-13	Escomb. (4-1)Bis	(16.90)*	c'=0	General	2º Paquete	(55,68)	3.111-4.410
VILLAR-14	Escomb. (4-1)	(38.04)*	c'=0	General	-	(35,53)	0.865-0.980
VILLAR-15	Escomb. (5-11)	(35.38)*	c'=0	General	-	(24,52)	0.953-1.009
VILLAR-16	Escomb. (5-11)	(35.38)*	c'=0	Banco 5m.	Intermedio	(26,31)	0.783-1.010
VILLAR-17	Estruc. (4-9)	(39.47)*	c'=0.1	General	1ª Terraza	(29,46)	0.942-0.972
VILLAR-18	Estruc. (4-9)	(25.08)*	c'=0.1	General	1ª+2ª Terraza	(28,57)	1.373-1.862
VILLAR-19	Corta (V-V')	(47.72)*	c'=0.1	General	Con agua (N.F.)	(19,24)	0.834-0.917
VILLAR-20	Corta(VI-VI')	(36.87)*	c'=0.1	General	Con agua (N.F.)	(10,21)	1.016-1.141
VILLAR-21	Escomb. (5-13)	(32.27)*	c'=0.1	General	Sin bancos	(17,31)	1.241-1.472
VILLAR-22	Escomb. (5-15)A	(40-45)*	c'=0.1	General	Ladera izq.(A)	(17,33)	1.035-1.301
VILLAR-23	Escomb. (5-15)A'	(37.87)*	c'=0.1	General	Ladera dcha(A')	(18,26)	1.011-1.216
VILLAR-24	Escomb. (4-1)Bis	(21.80)*	c'=0.1	General	1º Paquete	(14,28)	1.958-2.215
VILLAR-25	Escomb. (4-1)Bis	(16.90)*	c'=0.1	General	2º Paquete	(55,68)	4.279-4.448
VILLAR-26	Escomb. (4-1)	(38.04)*	c'=0.1	General	-	(36,51)	0.989-1.056
VILLAR-27	Escomb. (5-11)	(35.38)*	c'=0.1	General	-	(18,53)	1.029-1.074
VILLAR-28	Escomb. (5-11)	(35.38)*	c'=0.1	Banco 5m.	Intermedio	(26,30)	0.981-1.160

5.4.4. Consideraciones generales: Del estudio realizado se desprende:

- La Estabilidad General de los rellenos y/o vertidos sobre la zona en cuestión se encuentra en muchos casos en sus características estrictas (coeficientes de seguridad en el entorno de la unidad).
- La posible introducción de maquinaria para el tratamiento de las laderas originará inestabilidades en aquellos vertidos cuyo ángulo actual es mayor del natural (34-35°).
- Deberá realizarse un tratamiento previo de los taludes, en base a suavizar sus ángulos (mediante retos de brazo largo o similar), previamente a la entrada de maquinaria circulante por las laderas.
- Los bancos a ejecutar, para implantación de vegetación, se acometerán con un espaciamiento mínimo de 5 m (medidos en horizontal sobre perfil de ladera).
- Asimismo, la parte subhorizontal de dichos bancos se ejecutará con una ligera pendiente hacia el exterior de la ladera, para facilitar la evacuación de posibles volúmenes de agua provenientes de pluviometría o riego.
- Si estas partes horizontales se ejecutaran sin pendiente, o a contrapendiente, será necesario prever canalizaciones o drenajes capaces de evacuar el agua sobrante de lluvia o riego, antes de que su infiltración masiva afecte la estabilidad del talud tratado.
- Una red de drenaje es aconsejable en cualquier caso, ya que el agua infiltrada en exceso (aquella que la vegetación implantada sea incapaz de absorber) puede afectar negativamente la estabilidad, ya de por sí estricta, de la zona de vertidos.

- Se adjunta un gráfico de doble entrada relacionando el ángulo del talud (en escombrera) con el coeficiente de seguridad frente al deslizamiento que se puede esperar en circunstancias normales (sin agua o freáticos apreciables).



5.5. Trabajos a realizar:

Los trabajos a realizar la rehabilitación de las escombreras consisten principalmente en el modelado de las estructuras, en el drenaje adecuado de la escorrentía superficial y en la revegetación de plataformas y taludes.

Los trabajos específicos a realizar en cada una de ellas se detallan en el apartado "*Medidas de Restauración*", de la ficha correspondiente a cada escombrera.

A continuación se describen de forma general los distintos trabajos de restauración.

5.5.1. Modelado de estructuras: Las estructuras a rehabilitar serán remodeladas variando su forma geométrica y disminuyendo la pendiente de los taludes, con el fin de disminuir el impacto visual y facilitar el drenaje natural y la implantación de la vegetación, disminuyendo así los efectos de la erosión.

Los trabajos a realizar son los siguientes:

a) **Modificación del perfil.**

En las escombreras que presentan problemas de inestabilidad debido a la excesiva pendiente de sus taludes, se procederá a modificar su perfil efectuando los movimientos de tierra necesarios.

En las escombreras de altura inferior a 10-15 m, en las que la configuración del entorno lo permita, se disminuirá la pendiente del talud, vertiendo tierra de la cabeza del mismo al pie de la estructura, de modo que se obtenga un talud más tendido del orden de 25°-30°, llegando incluso a retirar la totalidad de la escombrera, en caso de existir huecos adecuados en las inmediaciones. Para este trabajo deberá

utilizarse un Bull-Docer tipo Cartepillar D-7 o similar.

Cuando por la configuración del terreno no sea posible verter al pié del talud, o en un hueco próximo, se procederá a la apertura de bancos de 2,5 m de altura, espaciados convenientemente para obtener un talud general de 25º-30º. El trabajo deberá ser relizado con pala retroexcavadora, operando desde la cabeza del talud, que arranque el material y lo cargue sobre volquete para su traslado en un vertedero próximo. El tipo de máquina recomendable es una pala retroexcavadora Cartepillar 428 o similar.

b) Allanado de plataforma superior.

Se procederá a eliminar las irregularidades del terreno provocadas por los vertidos de los volquetes que dan lugar a una topografía en pequeños montículos.

La nivelación de la superficie se realizará con una pendiente que respete las líneas generales del drenaje natural de las aguas, siempre que este drenaje se efectúe de forma conveniente. En caso contrario se procederá a realizar las obras de drenaje que se describen más abajo. El trabajo se realizará con un Bull-Docer Cartepillar D-7 o similar.

c) Perfilado del borde del talud.

Se retirará el muro de guarda o "quitamiedos" que existe en algunas de las escombreras en el borde del talud, y se procederá a rebajar la cabeza del talud, suavizando sus ángulos y eliminando aristas vivas. De este modo se disminuirá la pendiente del talud, aumentando su estabilidad y se aminorará el impacto visual producido por la morfología de la escombrera. Para este trabajo se utilizará una pala retroexcavadora modelo Cartepillar 428 o similar.

d) Despedregado y Escarificado.

La superficie de plataforma resultante será preparada para la revegetación mediante un despedregado y escarificado del terreno, eliminando así los cantos de materiales duros y evitando los efectos de la compactación del suelo. El trabajo será realizado por una pala tipo Cartepillar 428 o similar, provista de pala retroexcavadora y cuchara cargadora.

e) Apertura de bancos en talud.

Cuando los taludes presenten una cierta entidad, se procederá a abrir en ellos bancos con un espaciamiento de 5 m en horizontal. Su anchura será de 1,5 a 2 m, disponiéndose con una suave pendiente hacia el exterior de la ladera, para facilitar la evacuación de las aguas superficiales e impedir su acceso al interior del talud.

El objeto de estos bancos será doble. Por un lado permitirán obtener superficies horizontales en el talud, donde se pueda implantar la vegetación. Por otro lado dividen la superficie del talud en tramos, facilitando la retención de las aguas de escorrentía por la vegetación e impidiendo que alcancen velocidad elevada.

Su apertura se efectuará con un Bull-Docer Cartepillar D-7 o similar.

5.5.2. Obras de drenaje: Cuando el drenaje natural existente sea insuficiente o se produzca de modo no conveniente para la estabilidad de los taludes o los procesos de erosión, deberán realizarse obras de drenaje de las aguas de escorrentía superficial.

Tendrán una doble finalidad. En primer lugar deberán conseguir que las aguas de escorrentía no penetren en el interior del talud, evitando los problemas de inestabilidad que se producirían al humedecer materiales arcillosos. En segundo lugar deberán conducir las aguas adecuadamente protegiendo los cauces por donde circulen, de modo que se eviten los problemas de erosión.

Las obras previstas son la apertura de cunetas de guarda y perimetrales, que impidan el acceso de las aguas a la escombrera, y, cunetas de drenaje y bajantes, que recojan el agua de las plataformas y las conduzcan a la red de drenaje sin erosionar la superficie del talud.

En los tramos que se considere conveniente, estas cunetas estarán revestidas con elementos de hormigón prefabricados, recibidas en el terreno de modo que impermeabilicen y protejan a la cuneta.

La apertura de cunetas se efectuará con una pala retroexcavadora Cartepillar 428 o similar.

5.5.3. Revegetación: Se efectuará la revegetación de plataforma y taludes.

En este último caso la revegetación se hará en bancos, cuando estos hayan sido efectuados, o en banquetas en aquellas partes que no sea posible la apertura de bancos.

a) **Plataformas:**

Se efectuará la implantación de árboles y arbustos en hoyos, distribuidos en cuadros de 2,25 m de lado, equivalentes a una densidad de 2.000 piés por Ha. Las dimensiones de cada hoyo serán 30 cm x 30 cm x 30 cm.

Una vez abiertos los hoyos se depositará en cada uno de ellos 1,5 l de

mantillo vegetal, procediéndose a continuación a la plantación.

La distribución por Ha. de las especies a implantar será la siguiente:

1.000 *Pinus halepensis*

500 *Quercus ilex*

500 Arbustos autóctonos (romero, tomillo, pirocanto)

Se efectuará un riego a pié inmediatamente después de la plantación, repitiéndose a los 15 y 30 días.

b) **Bancos:** Se efectuará la implantación de árboles y arbustos en hoyos, con una separación de 2 m a lo largo de todo el banco. Las dimensiones de cada hoyo serán de 30 cm x 30 cm x 30 cm. Una vez abiertos los hoyos se depositan en cada uno de ellos 1,5 l de mantillo vegetal procediéndose a continuación a la plantación.

Las especies a implantar serán *Pinus halepensis* y arbustos autóctonos (romero, tomillo y pirocanto), colocando un árbol y un arbusto alternativamente.

Se efectuará un riego a pié inmediatamente después de la plantación, repitiéndose a los 15 y 30 días.

c) **Banquetas en talud:** En los taludes en que no sea posible la apertura de bancos con maquinaria, se procederá a realizar una serie de banquetas abiertas manualmente, distribuidas el tresbolillo en cuadros de 2 m de lado. Serán de forma de segmento circular con dimensiones de 1 m de largo y 0,80 m en la parte más ancha.

En el centro se efectuará un hoyo de 30 cm x 30 cm x 30 cm, en el que se depositarán 1,5 l de mantillo vegetal, procediéndose a continuación a la plantación.

Las especies a implantar serán *Pinus halepensis* y arbustos autóctonos (romero, tomillo y pirocanto), alternando árboles y arbustos.

Inmediatamente después de la plantación se efectuará un riego a pié, que se repetirá a los 15 y 30 días.

5.6. Costes Unitarios de los trabajos de restauraciónA) Acondicionamiento del terreno- Allanado de plataforma (m²)

Maquinaria a utilizar: Bull-docer orugas CAT D-7 o similar.

Precio: 8.500 pts/hora

Rendimiento: 550-600 m²/hora

Coste unitario = 15 pts/m²

- Perfilado cabeza del talud (m l)

Maquinaria a utilizar: Pala cargadora sobre ruedas con retro CAT 428 o similar.

Precio: 5.500 pts/hora

Rendimiento unitario: 25 metros lineales/hora

Coste unitario = 220 pts/m.l

- Escarificado y despedregado (m²)

Maquinaria a utilizar: Pala cargadora sobre ruedas con retro CAT 428 o similar.

Precio: 5.500 pts/hora

Rendimiento: 250 m²/hora

Coste unitario = 22 pts/m²

- Apertura de cunetas (m.l)

Maquinaria a utilizar: Pala cargadora con retro CAT 428 o similar.

Precio: 5.500 pts/hora

Rendimiento: 50 m.l/hora

Coste unitario = 110 pts/m.l

- Revestido de cunetas (m.l)

Material a utilizar: Medias tejas de hormigón prefabricado de 60 cm de largo por 35 cm de ancho.

Precio: 300 pts/unidad

Rendimiento: 2 unidades/m.l

Coste unitario del material: 600 pts/m.l

Transporte a obra: 12,5 pts/unidad = 25 pts/m.l

Mano de obra:

Peón especializado: 1.250 pts/hora

Rendimiento: 4 unidades por hora

Coste unitario: 625 pts/m l

Total coste unitario = 1.250 pts/m l

- Apertura de bancos en talud (m.l)

Anchura de banco: 1,5 - 2 m

Maquinaria a utilizar: Bull-Dozer CAT D-7 o similar

Precio: 8.500 pts/hora

Rendimiento: 30 m/hora

Coste unitario = 284 pts/m l

- Vertido de terrenos a hueco (m³)

Maquinaria a utilizar: Bull-docer CAT D-7 o similar

Precio: 8.500 pts/hora

Distancia media a vertedero: 30 m

Rendimiento: 500 m³/hora

Coste unitario = 17 pts/m³

- Creación de bancos (m³)

Maquinaria a utilizar: Pala cargadora retro CAT 428 o similar.

Precio: 5.500 pts/hora

Rendimiento unitario = 35 m³/hora

Coste unitario: 157 pts/m³

Transporte en volquete a vertedero próximo:

Coste unitario 93 pts/m³

Total coste unitario = 250 pts/m³

B) Revegetación

- Plantación de árboles y arbustos en plataforma (m²)

En cuadro de 2,25 m de lado (2.000 unidades/h)

a) Realización de hoyos y plantación. Dimensión: 30 x 30 x 30

Mano de obra:

Peón: 1.100 pts/hora

Rendimiento: 6 unidades/hora

Coste: 183 pts/unidad

b) Abonado.

Material utilizado: Mantillo vegetal.

Precio: 5 pts/l

Rendimiento: 1,5 l/unidad

Coste: 7,5 pts/unidad

Reparto de mantillo:

Peón: 1.100 pts/h

Rendimiento: 180 l/h

Coste: 6,1 pts/kg

Coste unitario = 9 pts/unidad

Total coste = 16,5 pts/unidad

c) Reparto de plantas.

Peón: 1.100 pts/h

Rendimiento: 60 u/h

Coste unitario = 18,5 pts/unidad

d) Riego.

Material: Tractor con cuba

Precio: 3.000 pts/hora

Peón: 1.100 pts/hora

Rendimiento: 100 u/hora

Coste unitario por riego = 41 pts/unidad

Tres riegos = 123 pts/unidad

e) Plantas.

Pinus halepensis de dos savias en bolsa de plástico
puesto en obra: 25 pts/unidad

Quercus ilex de tres savias en bolsa de plástico
puesto en obra: 50 pts/unidad

Especies arbustivas autóctonas: romero, tomillo,
piracanto, etc: 50 pts/unidad

Total coste unitario por ha. (2.000 unidades)

- Apertura de hoyos y plantación	366.000 pts
- Abonado y reparto	33.000 pts
- Reparto plantas	37.000 pts
- Riego	246.000 pts
- Plantas	
1.000 pinos a 25 pts	25.000 pts
500 encinas	25.000 pts
500 arbustos	25.000 pts
	<hr/>
Coste total por ha.	757.000 pts

Coste total por m² = 75,70 pts

- Plantación de árboles y arbustos en bancos (m)

a) Realización de hoyos y plantación: 183 pts/u

b) Abonado: 16,5 pts/u

c) Reparto de plantas: 18,5 pts/u

d) Riego: 123 pts

e) Plantas:

Pinus halepensis: 25 pts/unidad

Arbustos autóctonos: 50 pts/unidad

Coste total por m de banco:

Un hoyo cada 2 m. intercalando pinos y arbustos:

- Apertura de hoyos y plantación	91,50 pts/m
- Abonado	8,25 pts/m
- Reparto plantas	9,25 pts/m
- Riego	61,50 pts/m
- Pinos	6,25 pts/m
- Arbustos	12,50 pts/m

Total coste por m = 189,25 pts

- Plantación en banquetas (m²)

Distribución: en cuadro de 2 metros de lado al tresbolillo.

Dimensión: 1 m de largo x 0,8 m de ancho, con un hoyo de 30 x 30 x 30.

a) Apertura de banqueta:

Mano de obra:

Peón: 1.100 pts/hora

Rendimiento: 3 unidades /hora

Coste unitario = 367 pts/unidad

- b) Abonado:
16,5 pts/unidad
- c) Reparto de plantas:
18,5 pts/unidad
- d) Realización de hoyos y plantación:
183 pts/unidad
- e) Riego:
123 pts/unidad

Coste unitario = 708 pts/unidad

1 banqueta cada 4 m ² =	177 pts/m ²
Plantas:	
1 pino cada 8 m ² =	3,12 pts/m ²
1 arbusto cada 8 m ² =	6,25 pts/m ²

Total Coste = 186,5 pts/m²

C) Partidas alzadas

- Transporte máquina	150.000 pts
- Dirección obra	350.000 pts
- Imprevistos	10% presupuesto
- Gastos Generales + Beneficio Industrial	22% presupuesto

D) Impuestos

- I.V.A.	12%
----------	-----

6. DESCRIPCION DE LAS ESTRUCTURAS

ESTRUCTURA N°: 5-11

ESTRUCTURA N°: 5-11

* CLAVE (I.N.B.E.): 282650011

* TIPO DE ESTRUCTURA: Escombrera

* DENOMINACION: Filo

* MUNICIPIO: Villar del Arzobispo

* PARAJE: Castellar

* HOJA M.T.N.: 28-26

* COORDENADAS U.T.M.:

X: 6853

Y: 4401

Z: 560

* LONGITUD (m): 115

ANCHURA (m): 30-40

ALTURA (m): 25

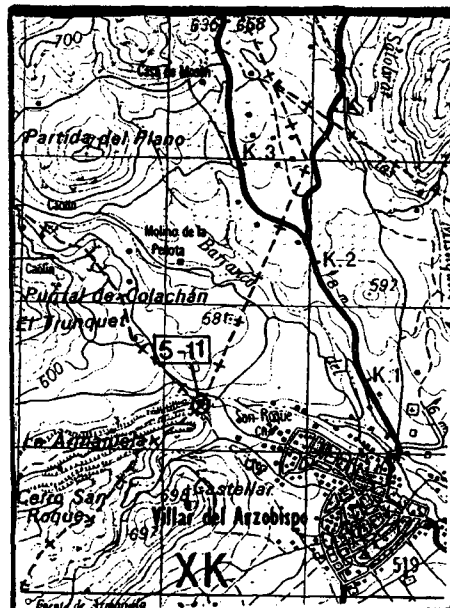
* SUPERFICIE (m²): 7.545

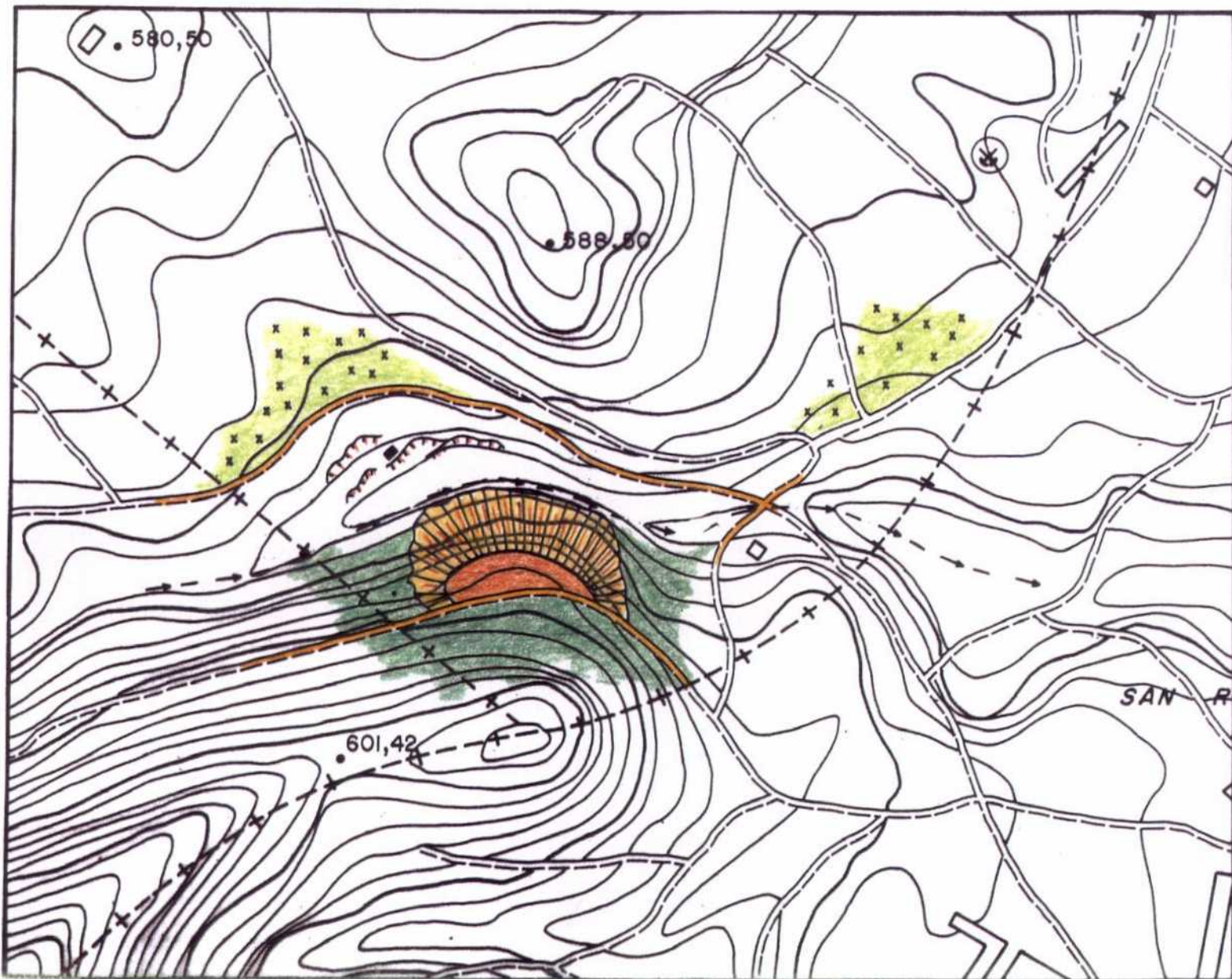
VOLUMEN (m³): 30.000

TALUDES (°): 30-40

* TIPOLOGIA: En ladera

*** CROQUIS DE SITUACION**





LEYENDA

-  PISTA
-  CORTA
-  ESCOMBRERA
-  BOSQUE Y ARBUSTOS
-  CULTIVOS
-  CURSO DE AGUA
-  CASETA
-  CANTERA

Estructura 5-11

Escala 1:5.000

DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA

* ENTORNO:

Escombrera cercana a una zona de explotaciones. Muy próxima al cauce de un arroyo. Zona con abundante vegetación arbustiva.

* MORFOLOGIA:

Se trata de una escombrera en ladera de forma cúbica con su parte superior aplanada de forma irregular por la existencia de montículos de tierra.

* COMPOSICION LITOLÓGICA Y GRANULOMÉTRICA:

Constituida por estériles de arcillas, arenas y arenas caoliníferas de grano fino a medio. Presencia de algunos cantos calcáreos aislados de escasa importancia.

* IMPLANTACION:

- **Naturaleza del sustrato:** Alternancia de arcillas y arenas caoliníferas de colores blancos y rojos, pertenecientes a la facies Weald.
- **Pendiente del sustrato:** Media (17-20°).
- **Recubrimiento del sustrato:** Situada sobre arcillas y suelo vegetal, de baja permeabilidad.












* HIDROLOGIA Y DRENAJE:

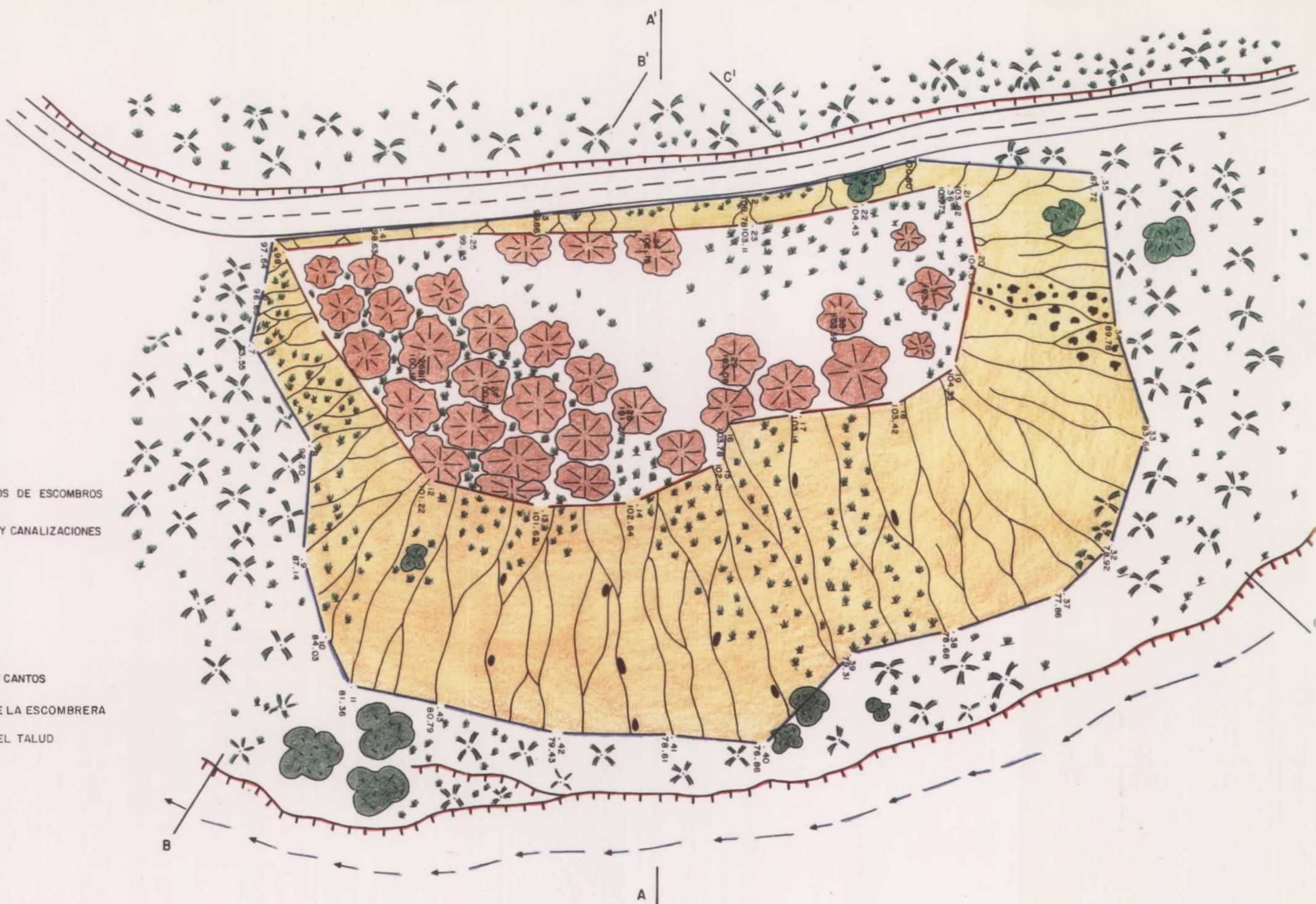
Las aguas de escorrentía lavan las superficies de la escombrera dando lugar a una gran cantidad de formas erosivas: cárcavas y canalizaciones. Son recogidas por el arroyo que transcurre por su base.

El pié del talud está protegido por algunos árboles y arbustos, pero puede verse afectado por las avenidas del arroyo.



LEYENDA

-  PINOS
-  ARBUSTOS
-  HIERBAS
-  MONTICULOS DE ESCOMBROS
-  CARCAVAS Y CANALIZACIONES (EROSION)
-  ESCARPE
-  ARROYO
-  PISTA
-  BLOQUES Y CANTOS
-  LIMITE DE LA ESCOMBRERA
-  BORDE DEL TALUD



SITUACION ORIGINAL

ESTRUCTURA 5-11

ESCALA 1/500

ESTABILIDAD

Grietas: No

Erosión: Sí

Cárcavas: Sí

Se observan problemas erosivos, con definición de gran cantidad de cárcavas y canalizaciones. En época de lluvias se produce un arrastre de finos, que podrían llegar a invadir el curso del arroyo que se encuentra al pie del talud.

* CALCULOS DE ESTABILIDAD:

Su particular geometría de vertido clásico a media ladera hace que su talud sea casi exactamente el natural, obteniéndose coeficientes de seguridad muy aproximados a la unidad.

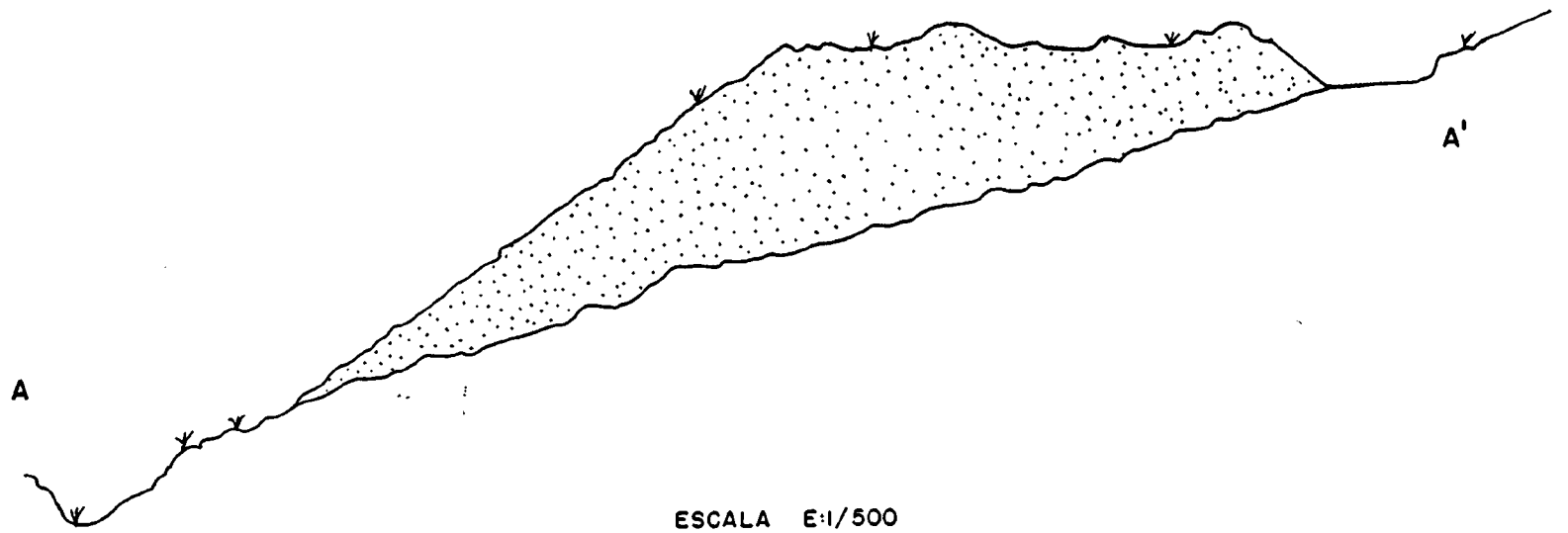
Se han estudiado aquí, tanto el talud general como el particular, con bancos a 5 m de distancia uno de otro.

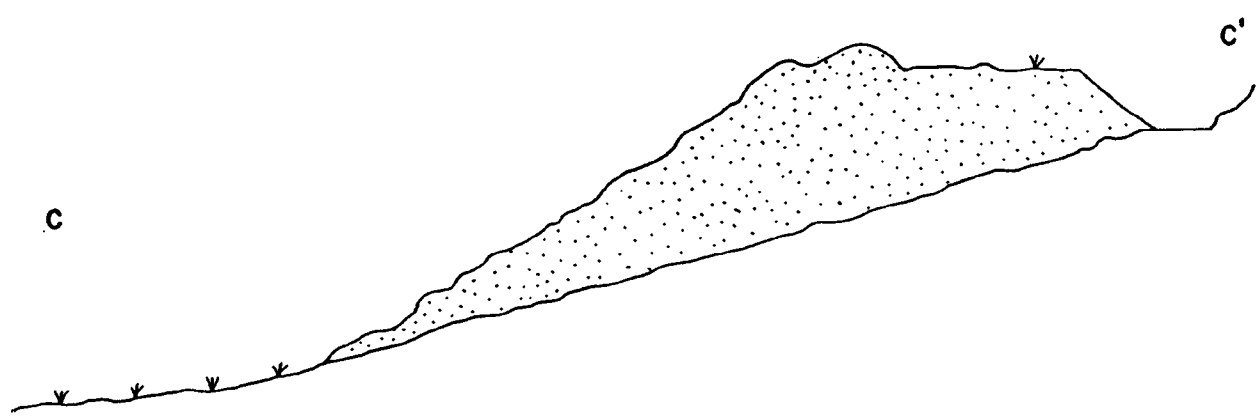
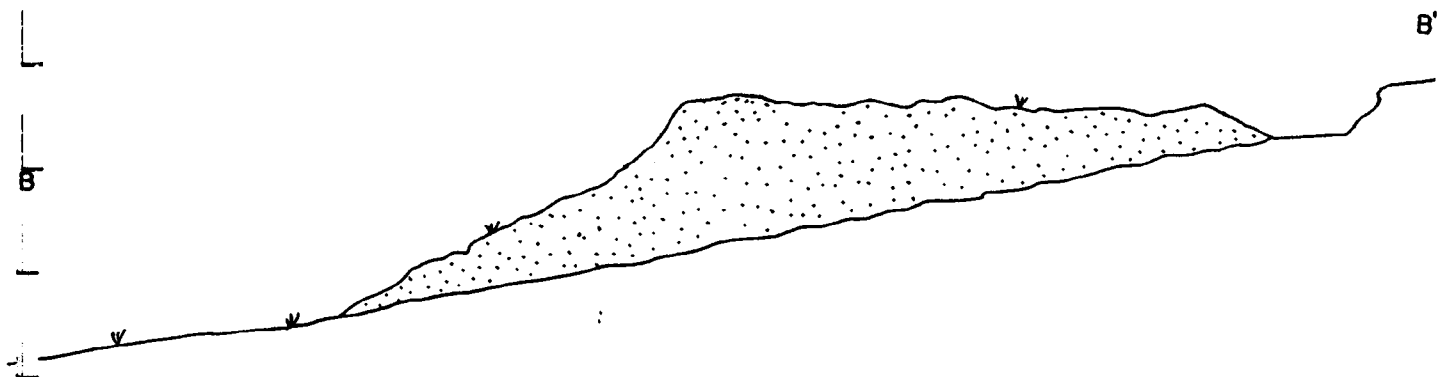
Angulo de talud = 35°:

Resultados:

Talud general	c = 0	F = 0,953-1,009
Talud general	c = 0,1	F = 1,029-1,074
Banco 5 m	c = 0	F = 0,783-1,010
Banco 5 m	c = 0,1	F = 0,981-1,160

Dado que la estabilidad de los bancos a 5 m es solo estricta, no se efectuarán bancos realizándose la revegetación del talud por banquetas abiertas manualmente.





ESCALA E:1/500

ALTERACIONES AMBIENTALES

*** IMPACTO PAISAJISTICO:**

Aunque próxima a un núcleo urbano, su situación hace que el impacto visual sobre él sea nulo. Debido a encontrarse en una vaguada su visibilidad queda reducida a una pequeña zona, pero que afecta a la carretera de Higuieruelas.

*** RED DE DRENAJE:**

La estructura no afecta a la red de drenaje, pero los desprendimientos y productos de erosión podrían perjudicar al curso de un arroyo situado al pie del talud, sobre todo en épocas de fuertes lluvias.

*** PROCESOS DE EROSION-SEDIMENTACION, SUELOS Y VEGETACION:**

La formación de cárcavas y canalizaciones provocan una erosión en las laderas de la escombrera debido a la falta de vegetación.

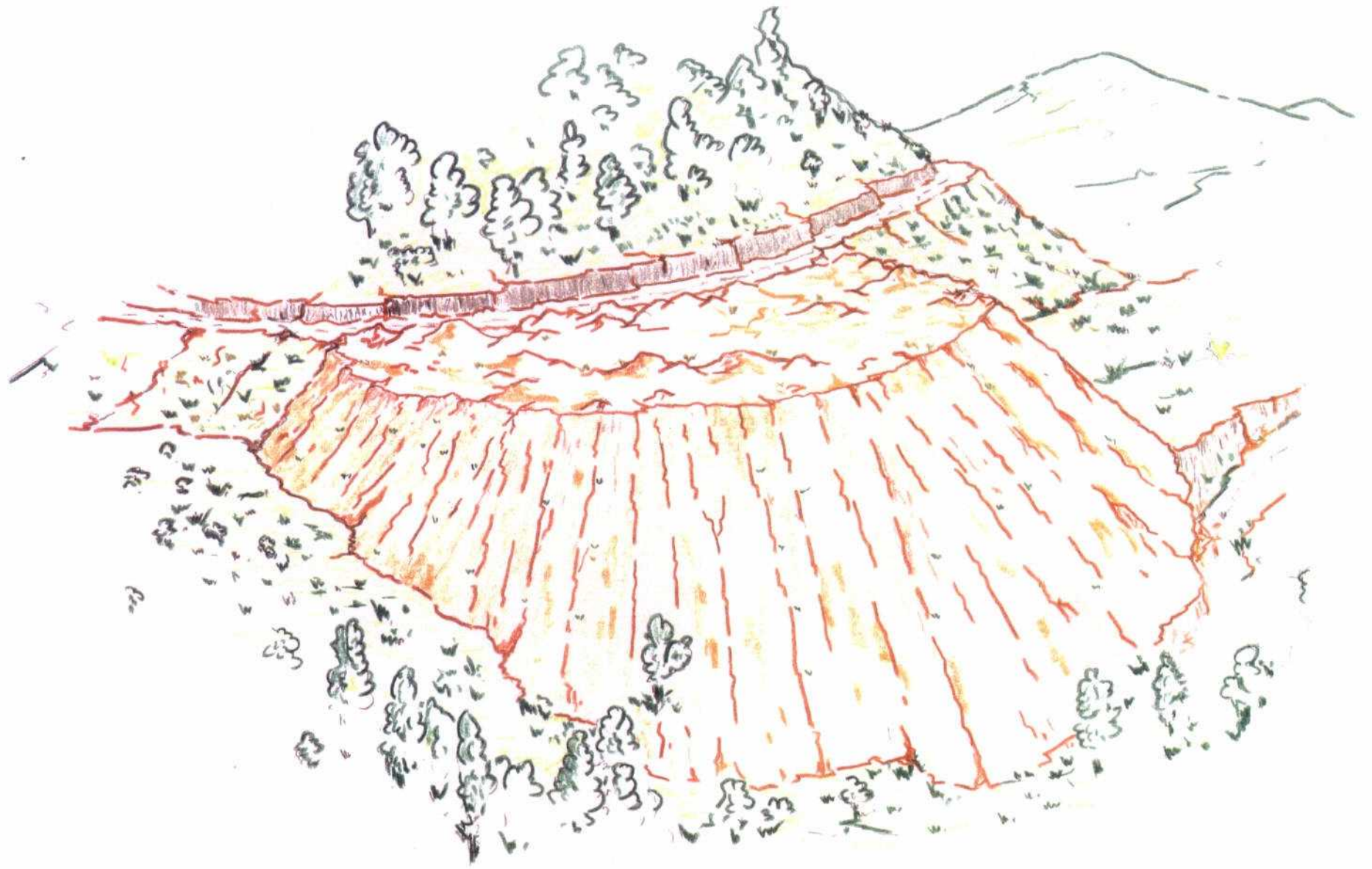
Posible sedimentación de finos en el cauce del arroyo.

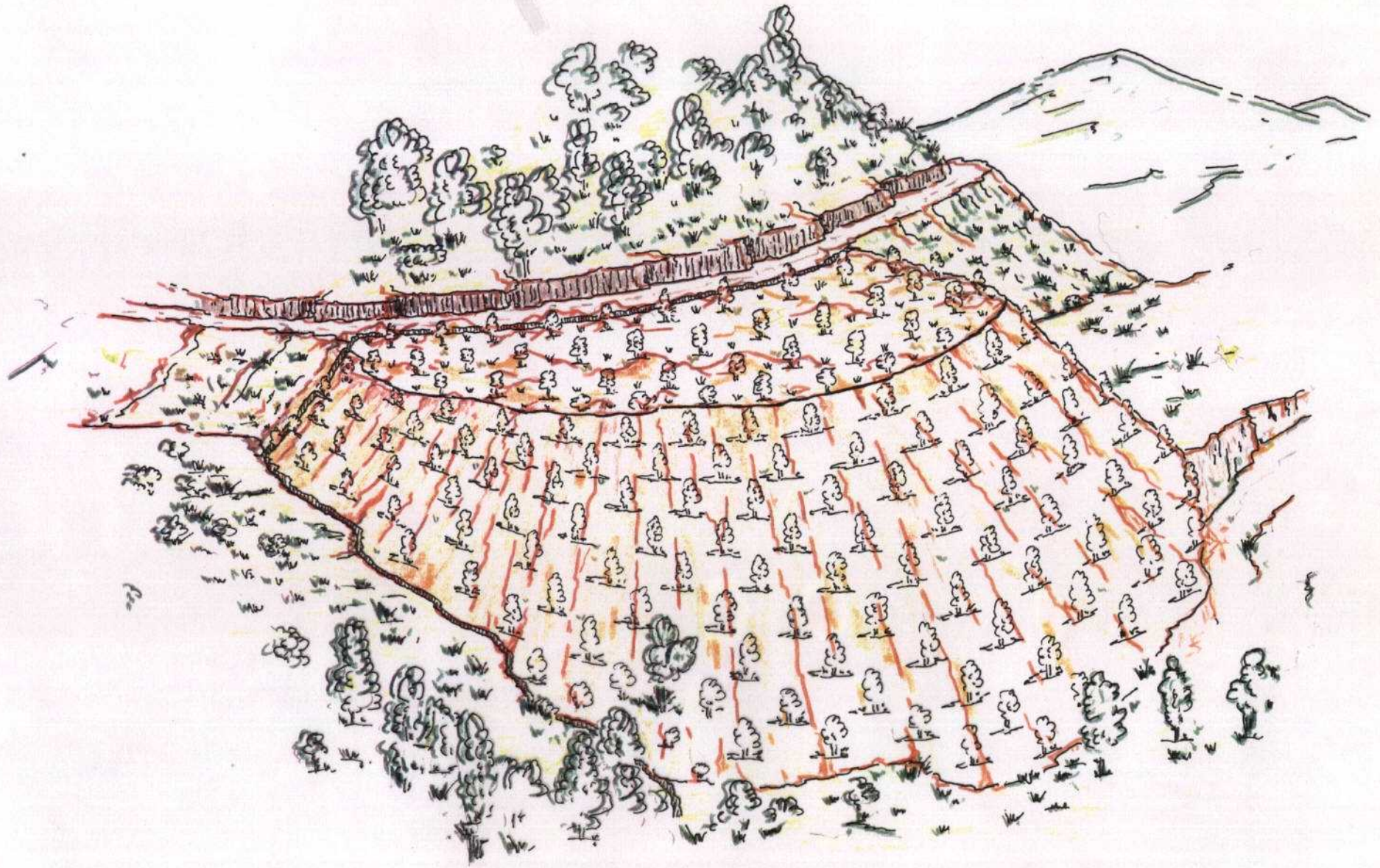
Aparentemente afecta al suelo y a la vegetación por encontrarse en una zona de arbustos.

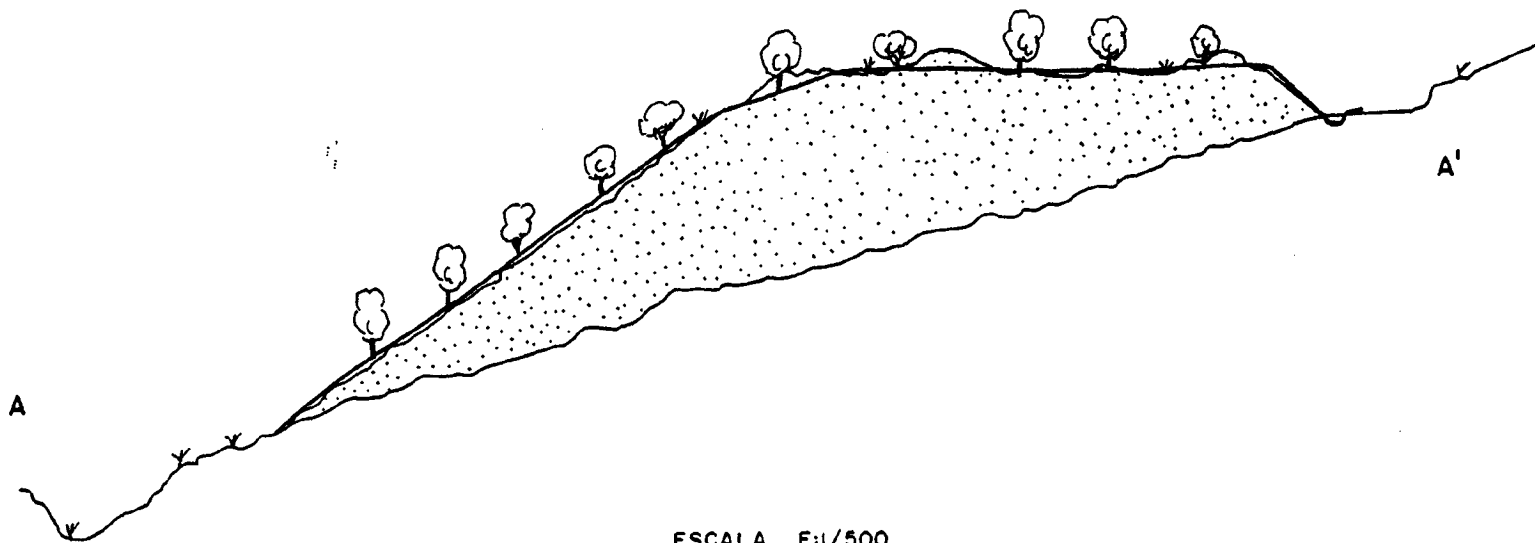
MEDIDAS DE RESTAURACION

Para la restauración de esta escombrera se proponen las siguientes acciones:

- Allanado de la plataforma superior de la escombrera.
- Descabezado del talud, perfilando el borde resultante.
- Escarificado y despedregado de la superficie de la plataforma.
- Creación de una cuneta de guarda, en la parte superior de la escombrera, junto al camino allí existente, para recoger las aguas provenientes de la ladera. Esta cuneta estará revestida.
- Apertura de cunetas perimetrales a ambos lados de la escombrera que faciliten el drenaje y evacuación del agua de escorrentía.
- Revegetación de la plataforma con pinos, encinas y arbustos autóctonos con una densidad de 2.000 piés/ha.
- Revegetación del talud con pinos y arbustos autóctonos plantados al tresbolillo en banquetas.

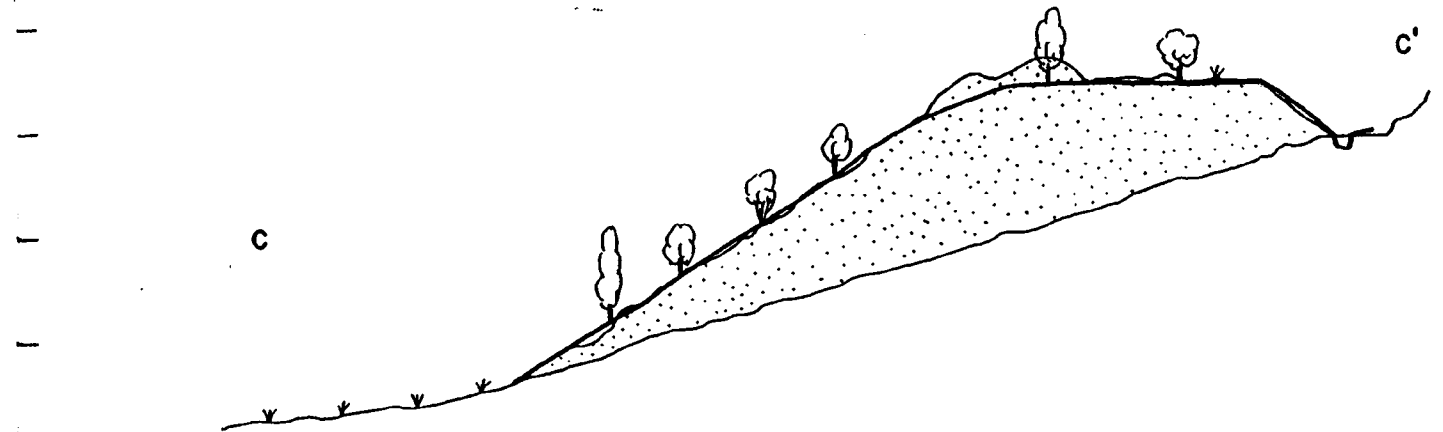
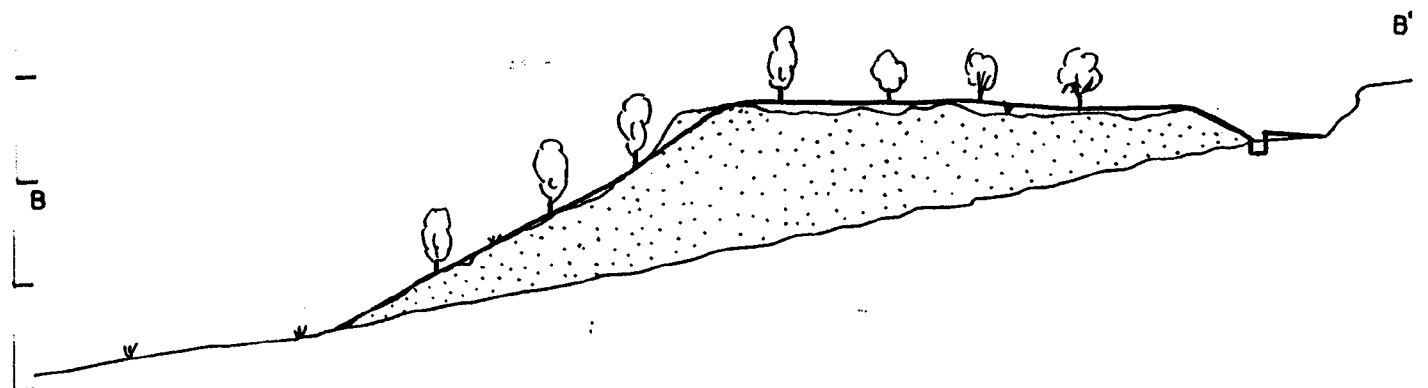






ESCALA E:1/500

—— Perfil restaurado
—— Perfil original



ESCALA E:1/500

— Perfil restaurado
— Perfil original

Mediciones y presupuesto

1.- Acondicionamiento del terreno

- Allanado de plataforma:		
	3.050 m ² x 15 pts/m ² =	45.750 pts
- Perfilado cabeza talud:		
	243 ml x 220 pts/m =	53.460 pts
- Escarificado y despedregado:		
	3.050 m ² x 22 pts/m ² =	67.100 pts
- Apertura de cuneta:		
	353 m x 110 pts/m =	38.830 pts
- Revestimiento de cuneta:		
	105 m x 1.250 pts/m =	131.250 pts

2.- Revegetación

- Plataforma:		
	3.050 m ² x 75,7 pts/m ² =	230.885 pts
- Banquetas en talud:		
	3.925 m ² x 186,5 pts/m ² =	732.012 pts

Dirección de Obra	P.A.	350.000 pts
Transporte maquinaria	P.A.	150.000 pts
		<hr/>
SUMA		1.799.287 pts
10% Imprevistos		179.928 pts
		<hr/>
SUMA		1.979.215 pts
22% Gastos Generales y Beneficio Industrial		435.427 pts
		<hr/>
SUMA		2.414.642 pts
12% I.V.A.		289.757 pts
		<hr/>
	<u>TOTAL</u>	2.704.399 pts



Entorno y vista general de la escombrera.

En la parte inferior se observa la escombrera 5-11 bis.



Base del talud ocupando suelo vegetal



Erosión (cárcavas y canalizaciones) en el talud

ESTRUCTURA N°: 5-11 bis

ESTRUCTURA N°: 5-11 bis

* CLAVE (I.N.B.E.):

* TIPO DE ESTRUCTURA: Escombrera

* DENOMINACION:

* MUNICIPIO: Villar del Arzobispo

* PARAJE: Castellar

* HOJA M.T.N.: 28-26

* COORDENADAS U.T.M.:

X: 6853

Y: 4402

Z: 545

* LONGITUD (m): 250

ANCHURA (m): 15-50

ALTURA (m): 8

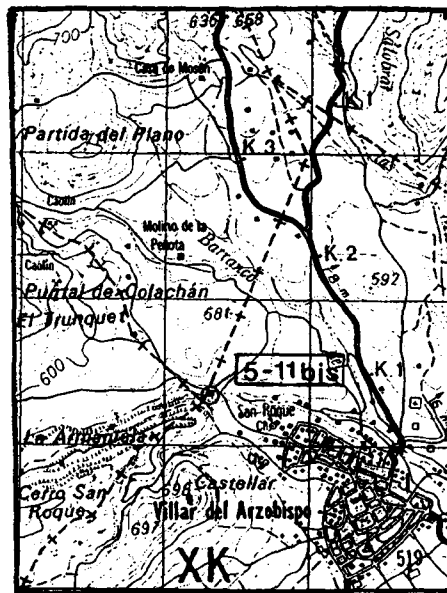
* SUPERFICIE (m²): 6.250

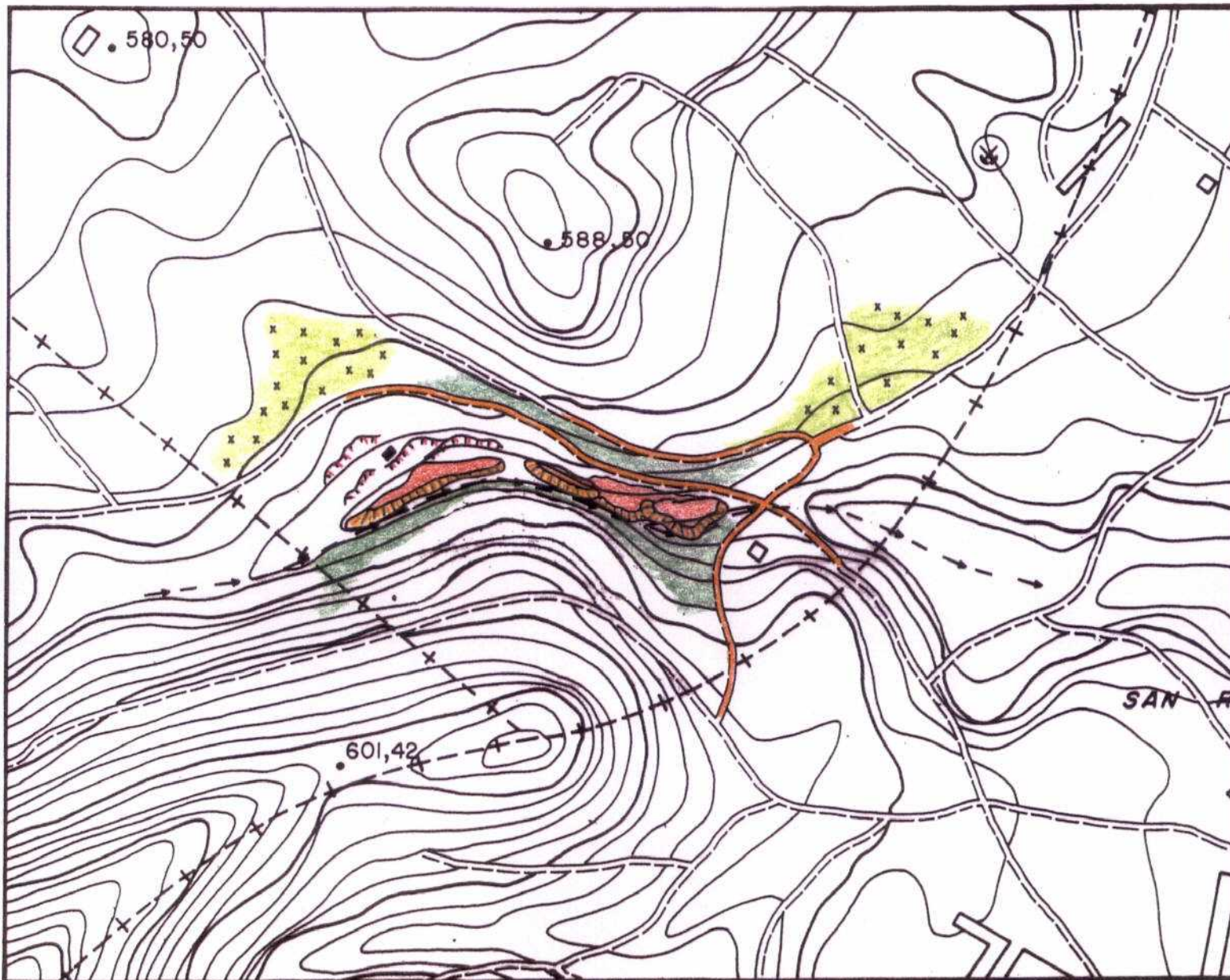
VOLUMEN (m³): 15.600

TALUDES (°): 35-40

* TIPOLOGIA: En ladera

*** CROQUIS DE SITUACION**





LEYENDA

-  PISTA
-  CORTA
-  ESCOMBRERA
-  BOSQUE Y ARBUSTOS
-  CULTIVOS
-  CURSO DE AGUA
-  CASETA
-  CANTERA

Estructura 5-11 bis.

Escala 1:5.000

DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA

* ENTORNO:

En sus inmediaciones existen huecos de explotaciones recientes. Zona en general muy deteriorada. Está junto a una pista con tráfico intenso de vehículos mineros. Ocupa parcialmente el cauce de un arroyo. En las proximidades se desarrolla abundante vegetación arbustiva.

* MORFOLOGIA:

Se trata de una escombrera en ladera con su parte superior aplanada.

* COMPOSICION LITOLOGICA Y GRANULOMETRICA:

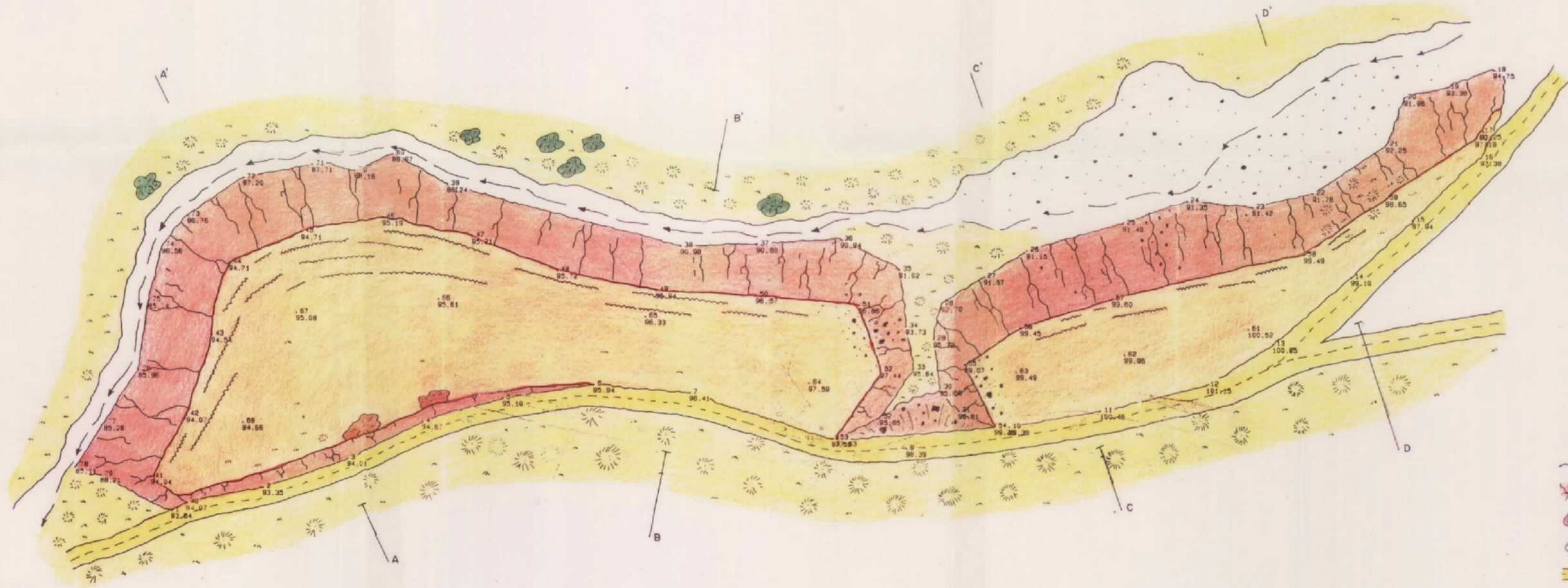
Constituida por estériles de arcillas, arenas y arenas caoliníferas de grano fino a medio. Presencia de algunos cantos calcáreos aislados de escasa importancia.

* IMPLANTACION:

- **Naturaleza del sustrato:** Alternancia de arcillas y arenas caoliníferas de colores blancos y rojos, pertenecientes a la facies Weald.
- **Pendiente del sustrato:** Baja (10-15°).
- **Recubrimiento del sustrato:** Arcillas y suelo vegetal, de baja permeabilidad.

* HIDROLOGIA Y DRENAJE:

Las aguas de escorrentía lavan las superficies de la escombrera dando lugar a una gran cantidad de formas erosivas: cárcavas y canalizaciones. Son recogidas por el arroyo que transcurre por su base.



LEYENDA

-  BORDE DE LA ESCOMBREIRA
-  CARCAVAS Y CANALIZACIONES
-  MONTICULOS DE TIERRA
-  CHARCA
-  PISTA
-  PINOS
-  ARBUSTOS
-  HIERVAS
-  BLOQUES Y CANTOS
-  GRIETAS
-  BORDE DE TALUD

SITUACION ORIGINAL
ESTRUCTURA 5-11bis

ESCALA 1/500

ESTABILIDAD

Grietas: Sí

Erosión: Sí

Cárcavas: Sí

Se observan problemas erosivos, con definición de gran cantidad de cárcavas y canalizaciones. En época de lluvias se produce un arrastre de finos, que podrían llegar a invadir el curso del arroyo que se encuentra al pie del talud.

Existen importantes grietas de tracción en la cabecera del talud, que denotan problemas de inestabilidad.

* CALCULOS DE ESTABILIDAD:

La presencia de las grietas de tracción antes citadas representa un factor importante de inestabilidad, por lo que se ha optado por descargar la cabeza del talud mediante la construcción de dos bancos de 2,5 m de altura y 10 m de retranqueo.

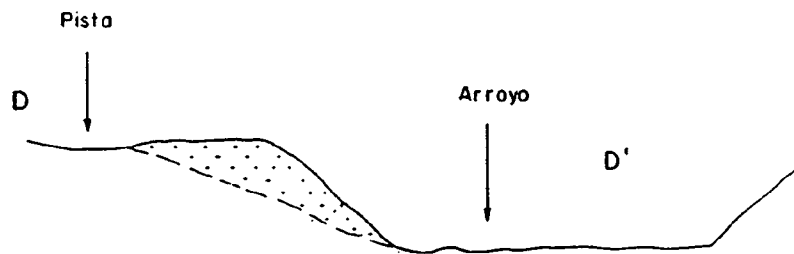
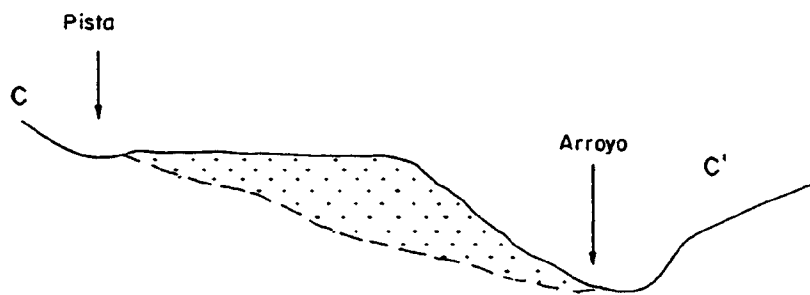
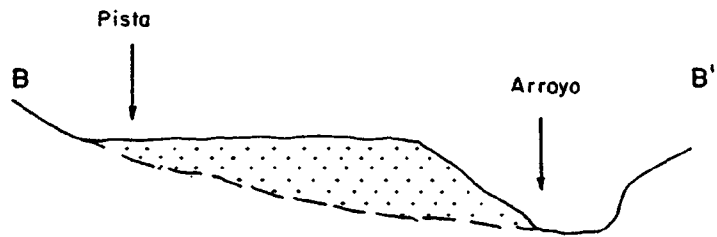
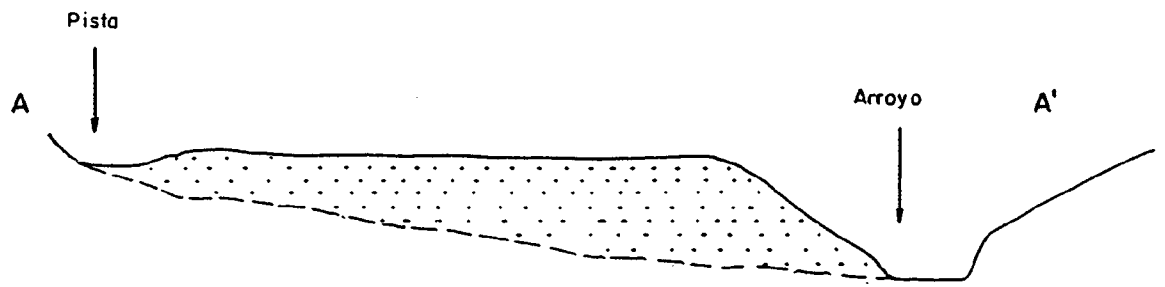
Para el cálculo de estabilidad se ha considerado el terreno algo cohesionado ($C' = 0,1$) con un ángulo de talud de 38° .

La existencia de un curso de agua semipermanente al pie del talud ha obligado a considerar la presencia de una superficie piezométrica cuya altura se ha estimado en 2,5 m. Asimismo se ha considerado que la totalidad del terreno se encuentra húmedo.

Con estas premisas el resultado obtenido es el siguiente:

Talud con bancos $c = 0,1$ $F = 1,809-2,046$

Por lo tanto la estructura, una vez abiertos los bancos, la estructura se considera estable.



ESCALA E. 1/500

ALTERACIONES AMBIENTALES

*** IMPACTO PAISAJISTICO:**

Debido al encontrarse en una vaguada su visibilidad queda reducida a una pequeña zona, dentro de un entorno muy deteriorado. Está contigua a una pista con intenso tráfico minero.

*** RED DE DRENAJE:**

La estructura no afecta a la red de drenaje secundaria, pero ocupa parcialmente el cauce de un arroyo, que transcurre a su pié.

*** PROCESOS DE EROSION-SEDIMENTACION, SUELOS Y VEGETACION:**

La formación de cárcavas y canalizaciones provocan una erosión en las laderas de la escombrera debido a la falta de vegetación.

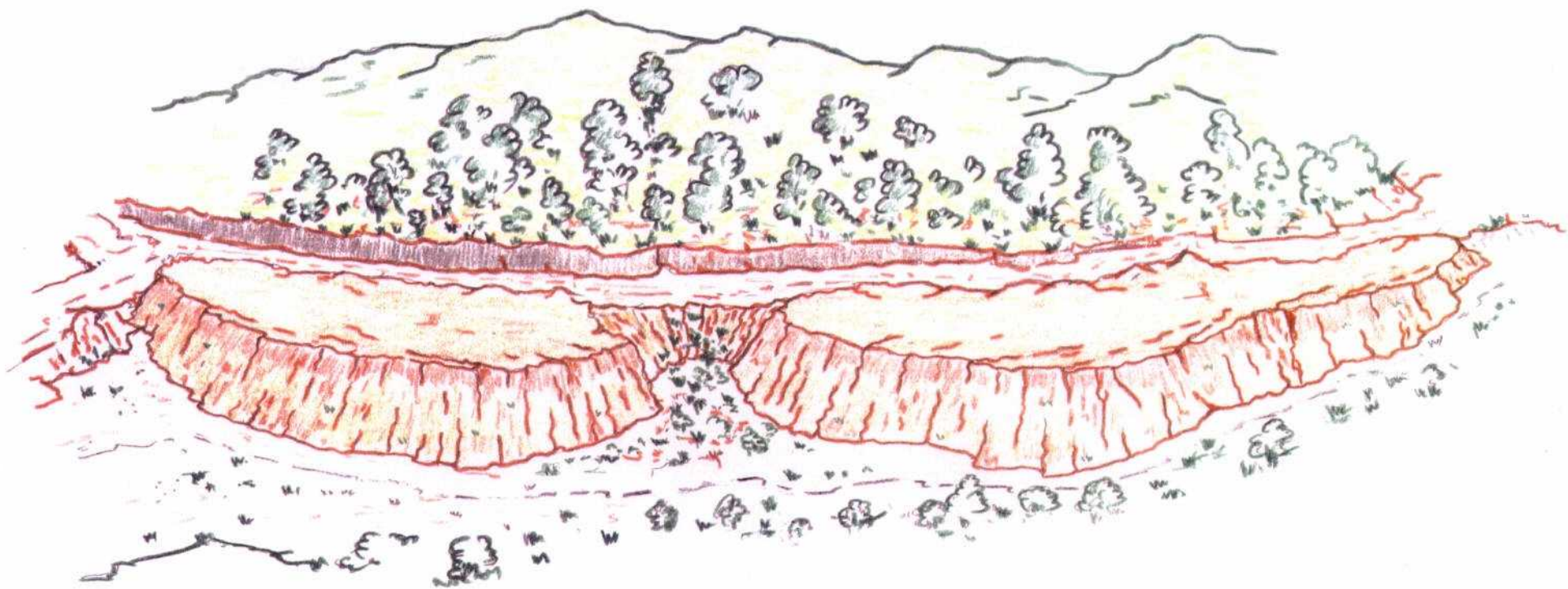
Posible sedimentación de finos en el cauce del arroyo.

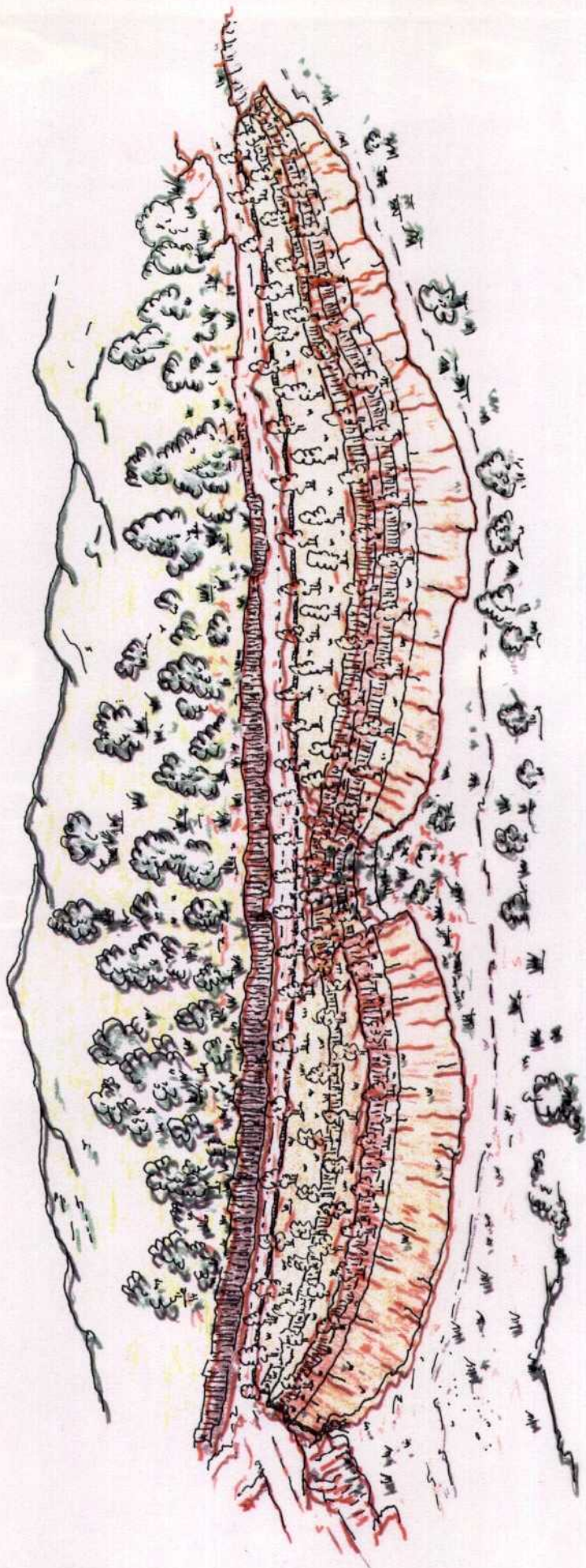
Aparentemente afecta la vegetación por encontrarse en una zona de arbustos.

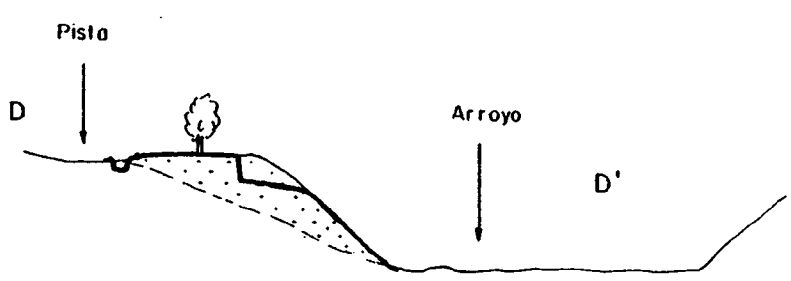
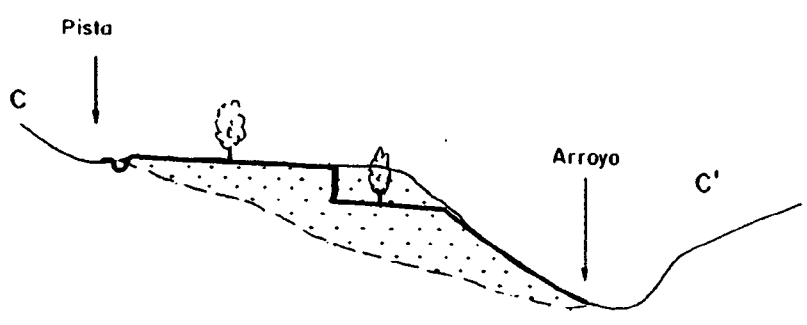
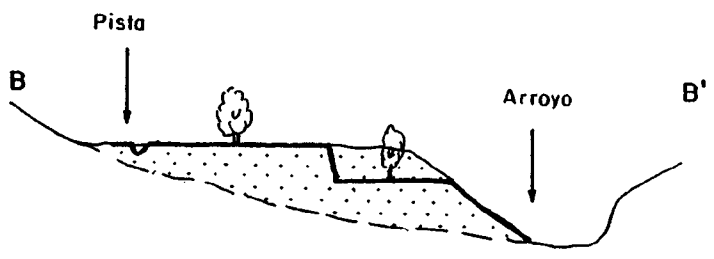
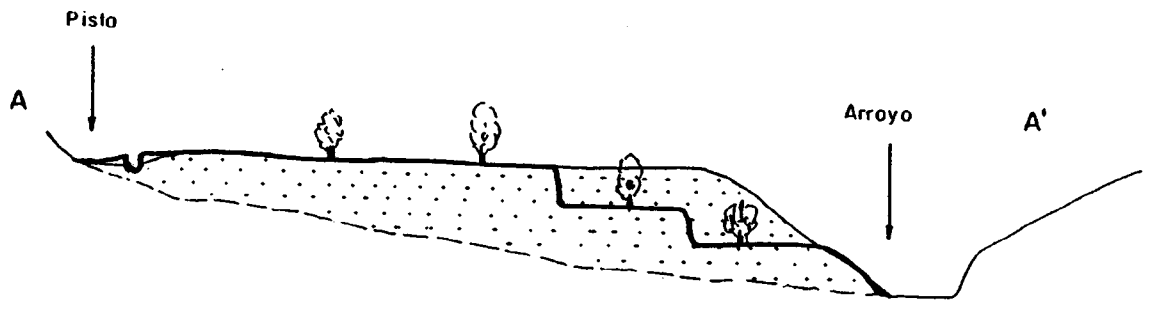
MEDIDAS DE RESTAURACION

Para la restauración de esta escombrera se proponen las siguientes acciones:

- Remodelado del perfil de la escombrera mediante la creación de dos bancos de 2,5 m de altura. El banqueo se efectuará con pala retroexcavadora desde la cabeza del talud, cargando el material sobre volquete que la transportará a una serie de huecos abandonados existentes en las inmediaciones.
- Escarificado y despedregado de la superficie de la plataforma y bancos.
- Creación de una cuneta de guarda en la parte superior de la escombrera en el borde de la pista allí existente. Estará revestida en toda su longitud.
- Revegetación de la plataforma y bancos con pinos, encinas y arbustos autóctonos, con una densidad de 2.000 piés/ha.







ESCALA E. 1/500

—— Perfil restaurado
 - - - - Perfil original

Mediciones y presupuesto

1.- Acondicionamiento del terreno

- Creación de bancos:

$$8.200 \text{ m}^3 \times 250 \text{ pts/m}^3 = 2.050.000 \text{ pts}$$

- Escarificado y despedregado:

$$5.560 \text{ m}^2 \times 22 \text{ pts/m}^2 = 122.320 \text{ pts}$$

- Apertura de cuneta:

$$506 \text{ m} \times 110 \text{ pts/m} = 55.600 \text{ pts}$$

- Revestimiento de cuneta:

$$506 \text{ m} \times 1.250 \text{ pts/m} = 632.500 \text{ pts}$$

2.- Revegetación

- Plataforma y bancos:

$$5.560 \text{ m}^2 \times 75,7 \text{ pts/m}^2 = 420.892 \text{ pts}$$

Dirección obra	P.A.	350.000 pts
Transporte maquinaria	P.A.	150.000 pts
		<hr/>
SUMA		3.781.372 pts
10% Imprevistos		378.137 pts
		<hr/>
SUMA		4.159.509 pts
22% Gastos Generales y Beneficio Industrial		915.092 pts
		<hr/>
SUMA		5.074.601 pts
12% I.V.A.		608.952 pts
		<hr/>
	<u>TOTAL</u>	5.683.553 pts



Plataforma y borde del talud.

En la parte inferior se observa el curso de un arroyo



Borde del talud

ESTRUCTURA N°: 5-13

ESTRUCTURA Nº: 5-13

* **CLAVE (I.N.B.E.):** 282650013

* **TIPO DE ESTRUCTURA:** Escombrera

* **DENOMINACION:** Filo

* **MUNICIPIO:** Villar del Arzobispo

* **PARAJE:** Castellar

* **HOJA M.T.N.:** 28-26

* **COORDENADAS U.T.M.:**

X: 6854

Y: 44009

Z: 570

* **LONGITUD (m):** 250

ANCHURA (m): 20

ALTURA (m): 10

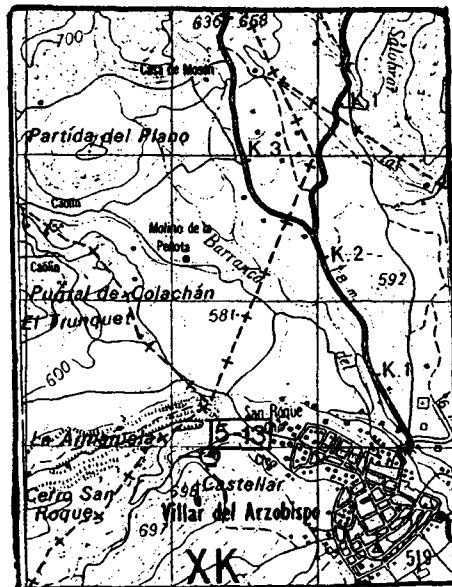
* **SUPERFICIE (m²):** 5.275

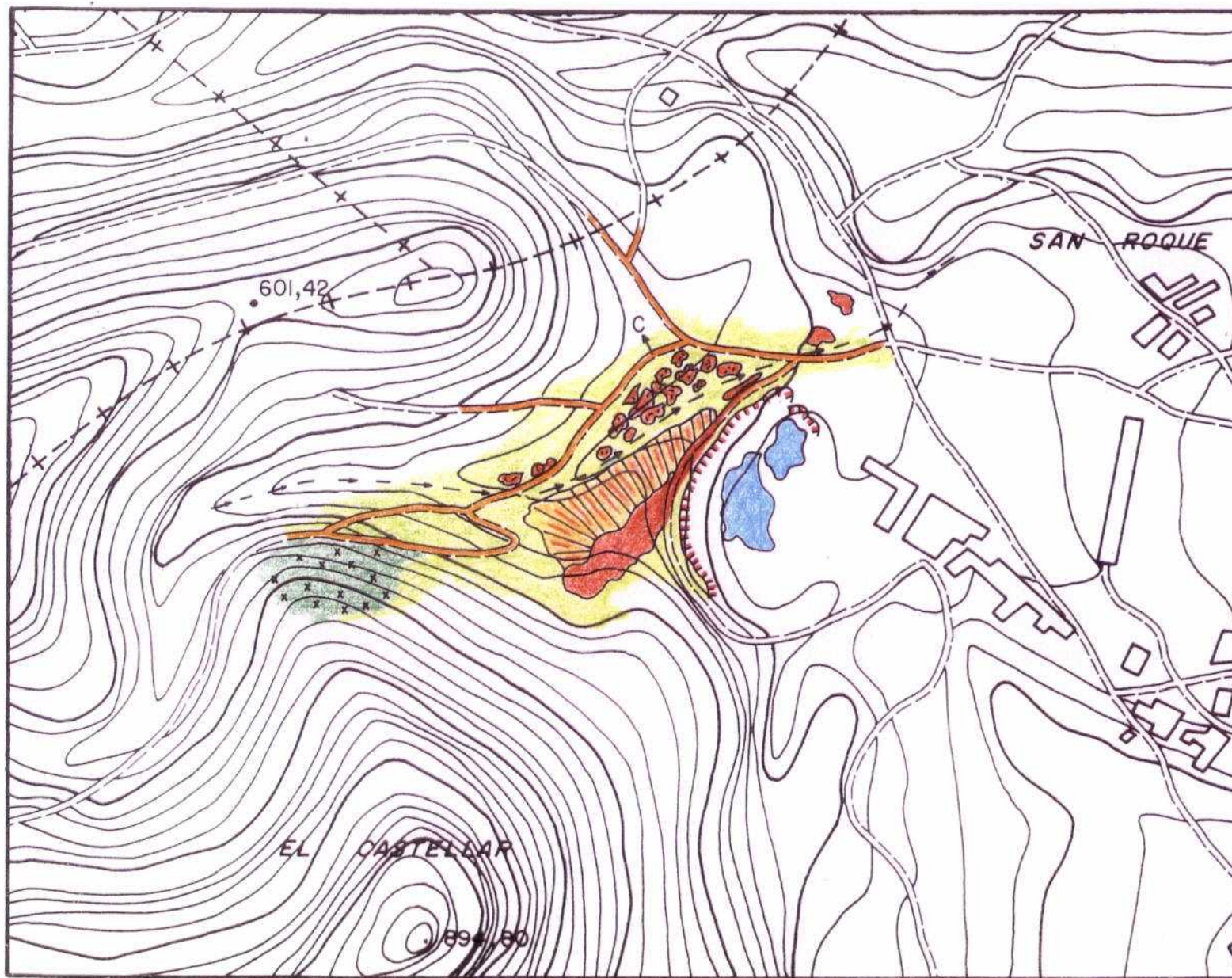
VOLUMEN (m³): 8.000

TALUDES (º): 20-35

* **TIPOLOGIA:** En ladera

* **CROQUIS DE SITUACION**





LEYENDA

-  PISTA
-  CORTA
-  ESCOMBRERA
-  BOSQUE Y ARBUSTOS
-  CHARCA
-  ZONA URBANA
-  CURSO DE AGUA

Estructura 5-13

Escala 1:5.000

DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA

* ENTORNO:

Escombrera cercana de un núcleo urbano (Villar del Arzobispo). Próxima al cauce de un arroyo, así como de otras estructuras y explotaciones (zona minera). En las inmediaciones existe un vertedero incontrolado de R.S.U.

* MORFOLOGIA:

Escombrera en ladera de forma cúbica alargada con su parte superior aplanada.

* COMPOSICION LITOLOGICA Y GRANULOMETRICA:

Constituída por estériles de arcillas, arenas y arenas caoliníferas de grano fino.

* IMPLANTACION:

- **Naturaleza del sustrato:** Alternancia de arcillas y arenas caoliníferas de colores blancos y rojos, pertenecientes a la facies Weald.
- **Pendiente del sustrato:** Baja (10-15°).
- **Recubrimiento del sustrato:** Suelo vegetal de baja permeabilidad.


* HIDROLOGIA Y DRENAJE:

Existe un arroyo que drena la zona y transcurre junto al pié de la escombrera.

El pié del talud está protegido por algunos matorrales y arbustos, pero puede verse afectado por las avenidas de este arroyo.

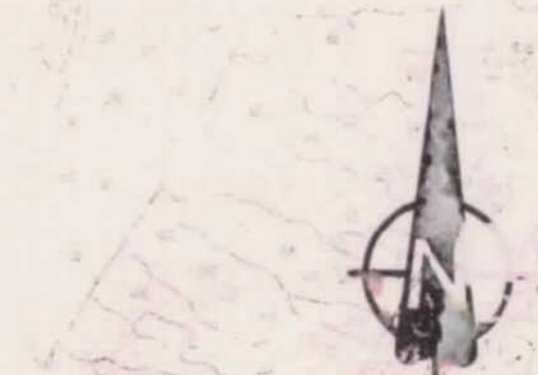


LEYENDA

-  CORTA
-  BORDE DE LA ESCOMBRERA
-  BORDE DEL TALUD DE LA ESCOMBRERA
-  CARCAVAS Y CANALIZACIONES
-  MONTICULOS DE TIERRA
-  ESCOMBROS URBANOS
-  ARROYO
-  CHARCA
-  CASA
-  PISTA
-  LINEA ELECTRICA
-  SUELO VEGETAL
-  PINOS
-  ARBUSTOS
-  HIERBAS

SITUACION ORIGINAL
ESTRUCTURA 5-13

ESCALA 1/500



ESTABILIDAD

Grietas: No

Erosión: Sí

Cárcavas: Sí

Se observan problemas erosivos, con definición de gran cantidad de cárcavas y canalizaciones. En época de fuertes lluvias se produce un arrastre de finos, que podrían llegar a invadir el curso del arroyo que se encuentra al pie del talud.

Tanto la plataforma como el talud están colonizados parcialmente por vegetación espontánea.

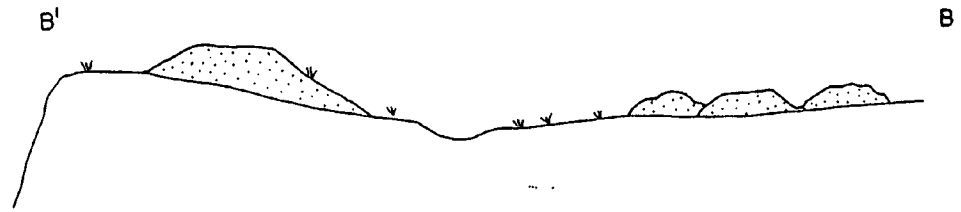
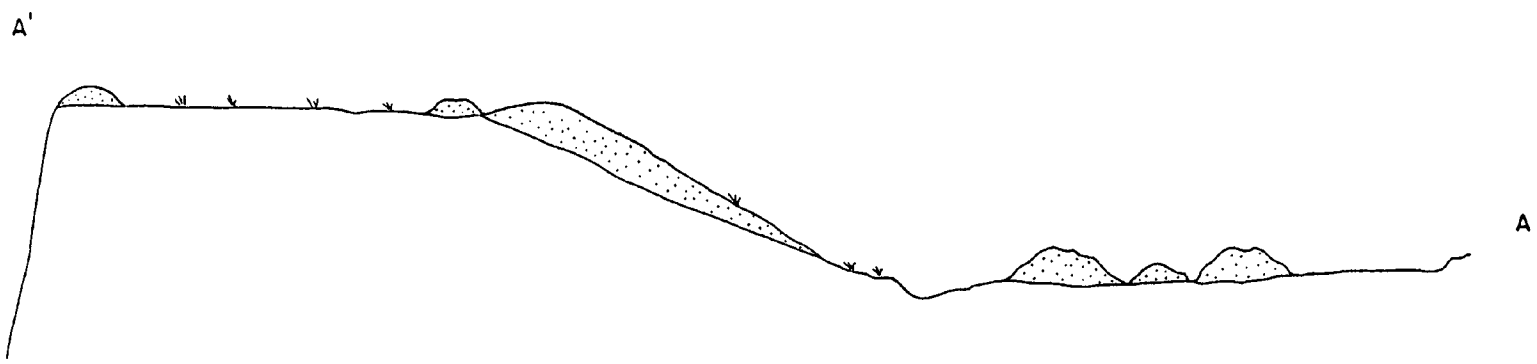
* CALCULOS DE ESTABILIDAD:

En esta escombrera no se ha considerado la posibilidad de efectuar bancos para implantar especies vegetales, estudiándose solamente la estabilidad general del talud, que presenta un ángulo algo inferior al natural, por lo que su factor de seguridad es aceptable.

Ángulo de talud = 32°

Resultados:

Talud general	c = 0	F = 1,088-1,230
Talud general	c = 0,1	F = 1,241-1,472



ESCALA 1:500

ALTERACIONES AMBIENTALES

* IMPACTO PAISAJISTICO:

Zona de explotaciones mineras, lo que origina un impacto morfológico sobre el entorno. Próxima a un núcleo urbano. Por su situación en una ladera, la escombrera no es muy visible.

* RED DE DRENAJE:

Escombrera situada a lo largo del cauce de un arroyo al que afecta en escasa medida.

* PROCESOS DE EROSION-SEDIMENTACION, SUELOS Y VEGETACION:

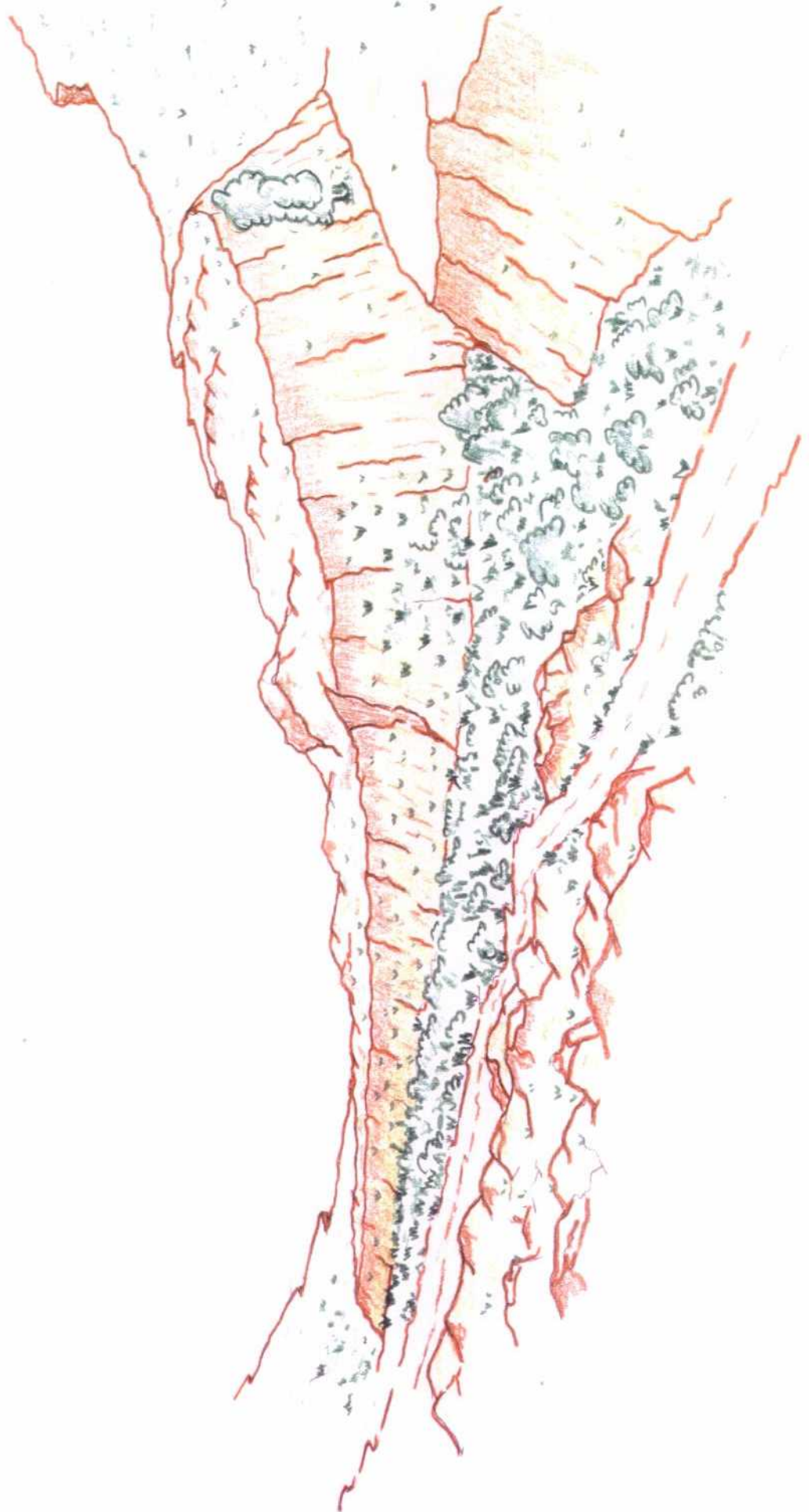
La formación de cárcavas y canalizaciones provocan una erosión en las laderas de la escombrera debido a la falta de vegetación importante, siendo arrastrados los residuos por el barranco situado a su pié.

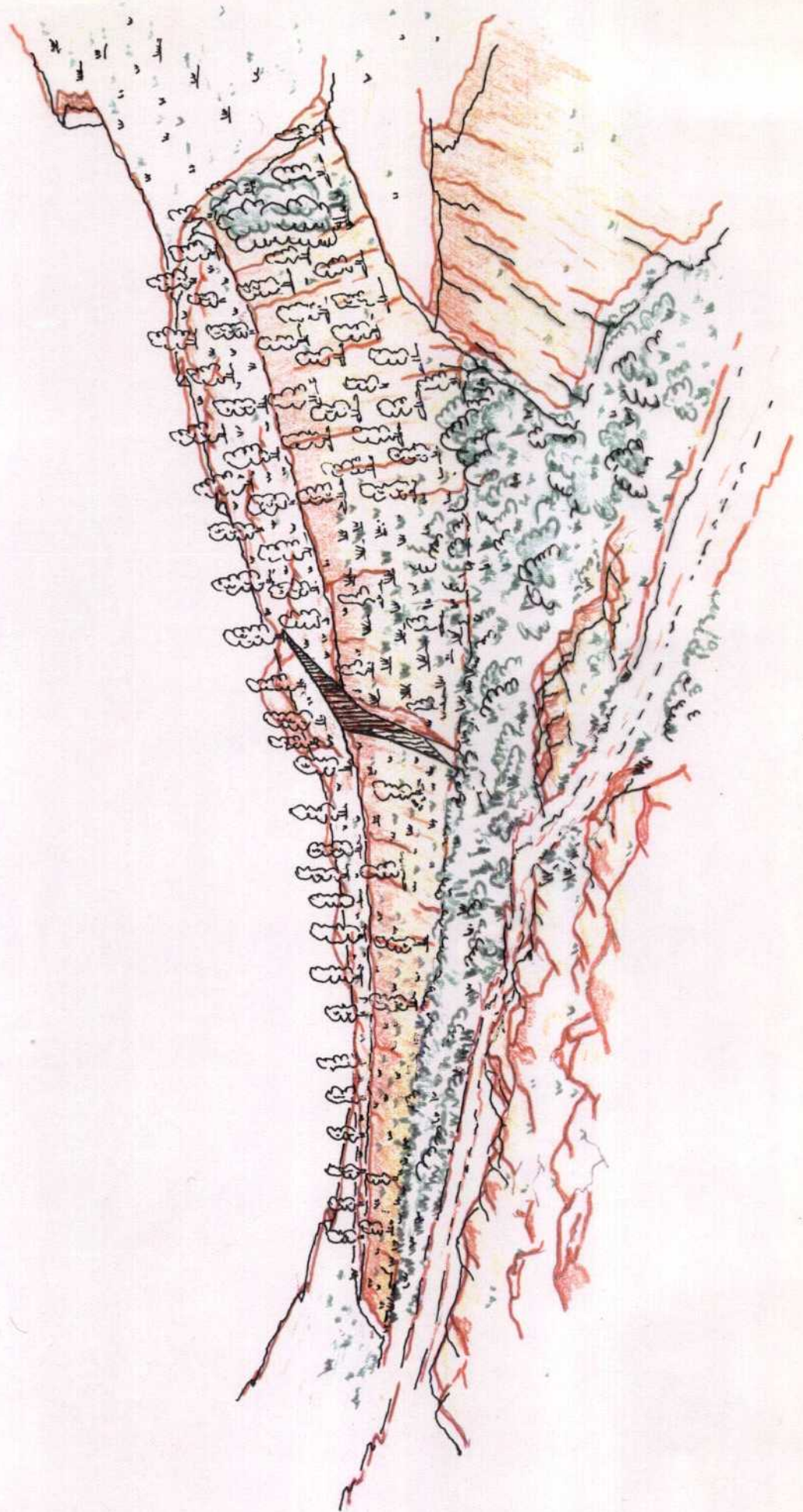
Al encontrarse sobre suelo vegetal (arbustos y matorral) provoca un impacto morfológico por cambio de colorido con el entorno.

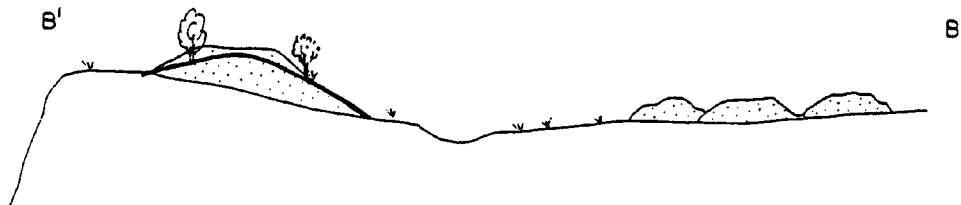
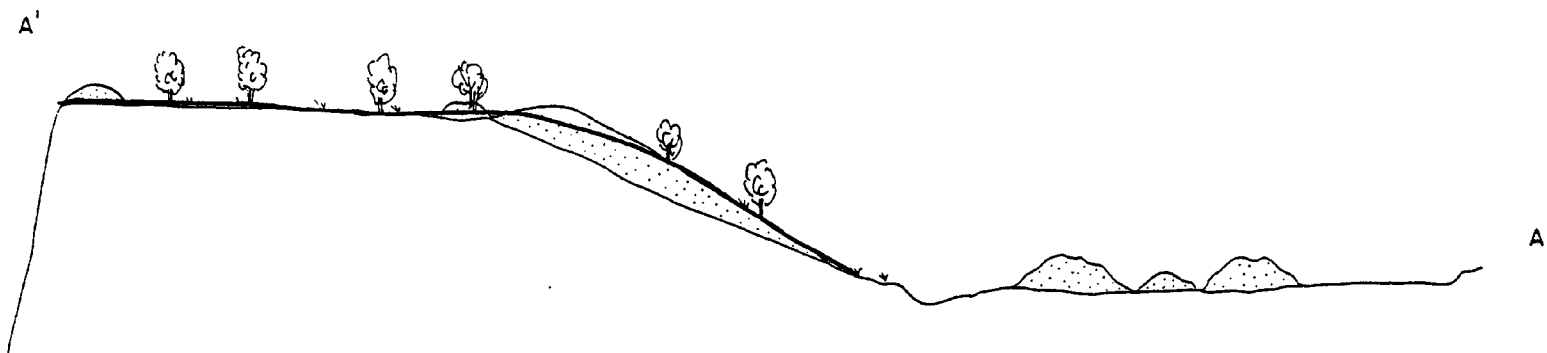
MEDIDAS DE RESTAURACION

Para la restauración de esta escombrera se proponen las siguientes acciones:

- Allanada de la plataforma superior. Dado el buen estado de esta parte de la escombrera, en parte revegetada naturalmente, se estima que sólo habrá que allanar el 25% de la superficie.
- Perfilado del borde del talud, corrigiendo los surcos de erosión que se producen en algunos puntos.
- Escarificado y despedregado de la plataforma superior. Por los motivos antes citados se estima que sólo habrá que actuar sobre el 30% de la superficie.
- Apertura de cuneta para drenar las aguas recogidas en la plataforma superior, que serán conducidas sobre el talud por una bajante formada por una cuneta revestida adecuadamente.
- Revegetación de un 50% de la superficie de la plataforma, considerando que el resto está cubierto superficialmente con la vegetación natural.
- Revegetación en banquetas de un 40% de la superficie de los taludes.







ESCALA 1:500

—— Perfil restaurado
 Perfil original

Mediciones y presupuesto

1.- Acondicionamiento del terreno

- Allanado plataforma (25% de superficie total):		
7.782 m ² x 0,25 x 15 pts/m ²		29.182 pts
- Perfilado borde talud:		
545 m x 220 pts/m		119.900 pts
- Escarificado y despedregado (30% de superficie total):		
7.782 m ² x 0,3 x 22 pts/m ²		51.361 pts
- Apertura de cuneta:		
100 m x 110 pts/m		11.000 pts
- Revestimiento de cuneta:		
20 m x 1.250 pts/m		25.000 pts

2.- Revegetación

- Plataforma (50% de superficie total):		
7.782 m ² x 0,5 x 75,7 pts/m ² =		294.549 pts
- Taludes (40% de superficie total):		
2.745 m ² x 0,4 x 186,5 pts/m ²		204.777 pts

Dirección de Obra	P.A.	350.000 pts
Transporte maquinaria	P.A.	150.000 pts
		<hr/>
SUMA		1.235.769 pts
10% Imprevistos		123.577 pts
		<hr/>
SUMA		1.359.346 pts
22% Gastos Generales y Beneficio Industrial		299.056 pts
		<hr/>
SUMA		1.658.402 pts
12% I.V.A.		199.008 pts
		<hr/>
	<u>TOTAL</u>	1.857.410 pts



Entorno y vista general



Talud con abundante vegetación espontanea



Contraste entre zona colonizada y zona de cárcavas.

ESTRUCTURA Nº: 5-15

ESTRUCTURA N°: 5-15

* CLAVE (I.N.B.E.): 282650015

* TIPO DE ESTRUCTURA: Escombrera

* DENOMINACION:

* MUNICIPIO: Villar del Arzobispo

* PARAJE: Colachán

* HOJA M.T.N.: 28-26

* COORDENADAS U.T.M.:

X: 684550

Y: 4401850

Z: 590

* LONGITUD (m): 70-100

ANCHURA (m): 25-50

ALTURA (m): 5-13

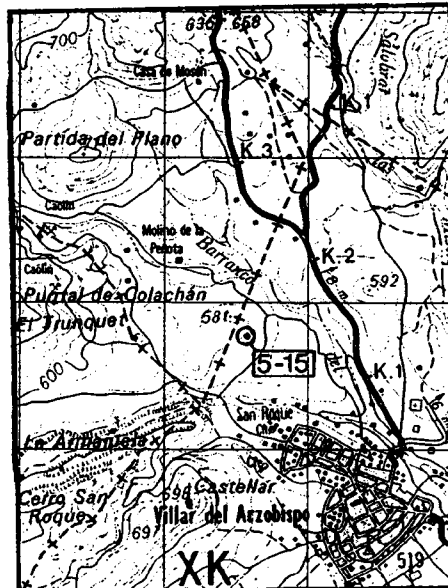
* SUPERFICIE (m²): 6.350

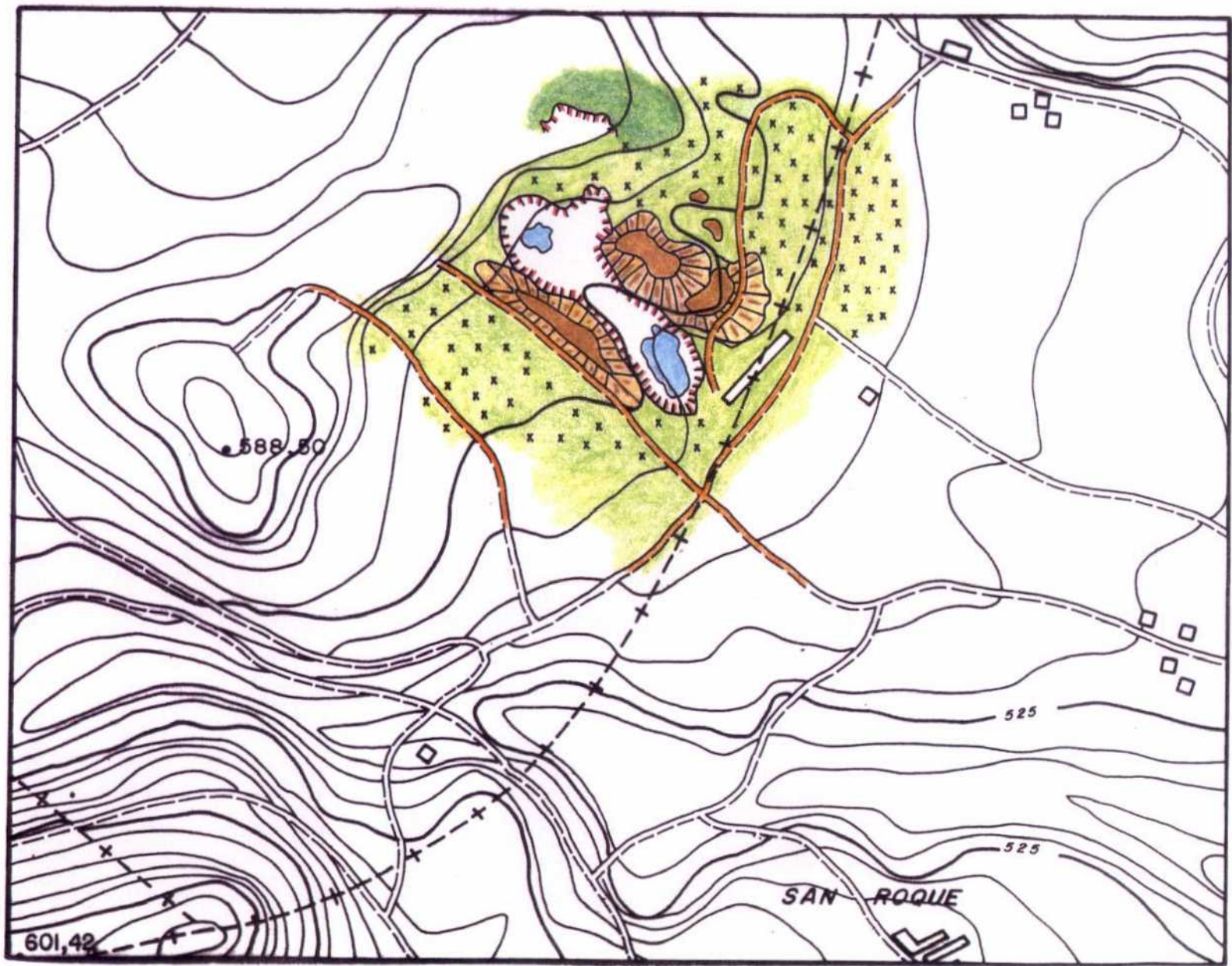
VOLUMEN (m³): 25.000

TALUDES (°): 20-35

* TIPOLOGIA: En llanura.

*** CROQUIS DE SITUACION**





LEYENDA

-  PISTA.
-  CORTA.
-  ESCOMBRERA.
-  BOSQUE Y ARBUSTOS.
-  ZONA DE CULTIVOS.
-  CHARCAS
-  GRANJA

Estructura 5-15

Escala 1:5.000

DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA

* ENTORNO:

Grupo de tres escombreras alrededor de un hueco minero, en un entorno agrícola con zonas de cultivos. Cabe señalar la presencia de una granja en las inmediaciones.

* MORFOLOGIA:

Tres escombreras exentas con formas cónicas aplanadas en su parte superior, una de ellas se presenta de forma escalonada con una plataforma intermedia.

* COMPOSICION LITOLOGICA Y GRANULOMETRICA:

Constituída por estériles de arcillas y arenas con alguna proporción de caolín. Presencia de cantos aislados de composición margosa.

* IMPLANTACION:

- **Naturaleza del sustrato:** Alternancia de arcillas y arenas caoliníferas de colores blancos y rojos, pertenecientes a la facies Weald.
- **Pendiente del sustrato:** Subhorizontal.
- **Recubrimiento del sustrato:** Arcillas y suelo vegetal de baja permeabilidad.

* HIDROLOGIA Y DRENAJE:

En el hueco de explotación existe una charca, posiblemente relacionada con el nivel freático. Hay un pozo abierto en las proximidades.

Por el NE de las estructuras transcurre un barranco que constituye el único drenaje de la zona.



LEYENDA

- CARCAVAS Y ACANALAMIENTOS
- MONTICULOS DE TIERRA
- PISTA
- CHARCA
- PINOS
- ARBUSTOS
- HIERBAS
- CORTA
- CASA
- LIMITE DE ESCOMBRENAS
- BORDE DEL TALUD

SITUACION ORIGINAL
ESTRUCTURA 5-15
ESCALA 1/500

JANUARI
27-2

1921

ESTABILIDAD

Grietas: No

Erosión: Sí

Cárcavas: Sí

Se observan problemas erosivos de escasa importancia.

Al estar situadas en una plataforma llana los problemas de inestabilidad son pequeños.

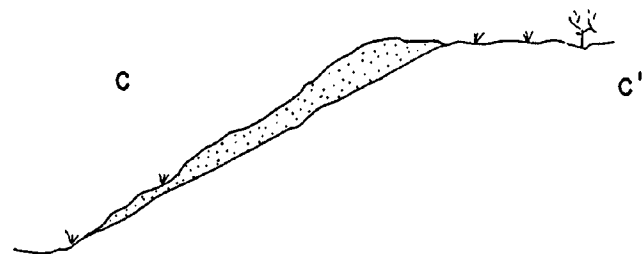
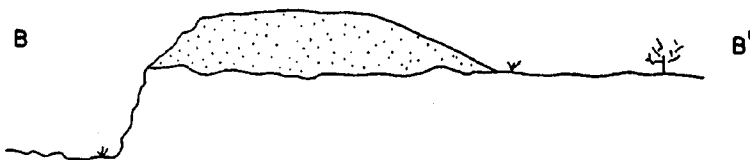
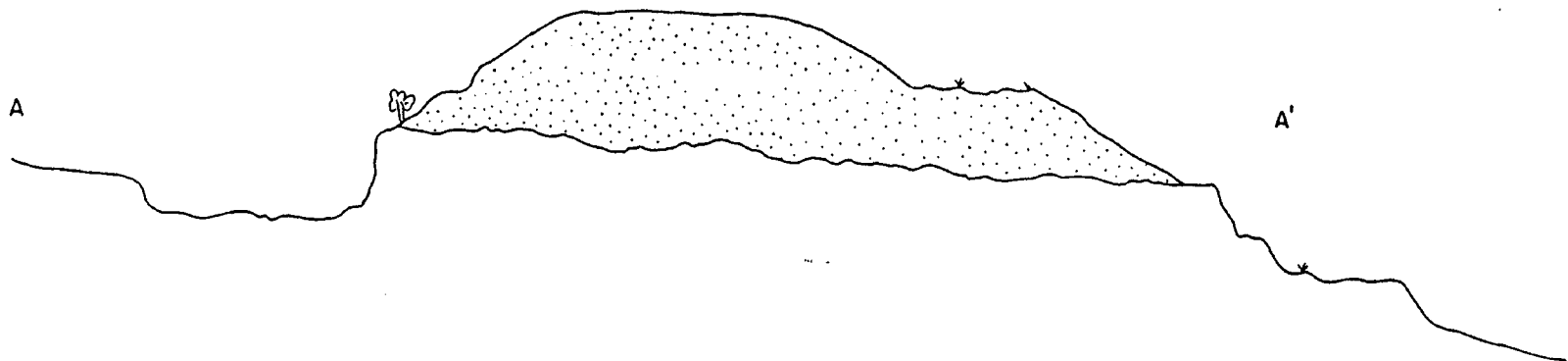
* CALCULOS DE ESTABILIDAD:

El ángulo del talud de los rellenos es bastante cercano al natural, pero la estabilidad se ve afectada por una zona de talud procedente de una corta artificial, lo que hace elevar un poco el ángulo de talud medio resultante, y, por consiguiente, bajar el valor del coeficiente de seguridad de deslizamiento, que, en este caso, contemplará círculos de deslizamiento que afectan a ambos tipos de terreno (natural y relleno).

Angulo de talud = 40-45°

Resultados:

Talud general	c = 0	F = 1,019-1,253
Talud general	c = 0,1	F = 1,035-1,301



ESCALA E: 1/500

ALTERACIONES AMBIENTALES

* IMPACTO PAISAJISTICO:

Presenta un impacto visual y morfológico con el entorno que le rodea debido al contraste de material estéril con zonas agrícolas (cultivos). Es visible desde la carretera de Villar a Higuieruelas.

* RED DE DRENAJE:

El impacto a la red de drenaje es nulo.

* PROCESOS DE EROSION-SEDIMENTACION, SUELOS Y VEGETACION:

Los procesos de erosión-sedimentación se limitan a lo mencionado sobre la formación de cárcavas y canalizaciones.

El suelo se ve afectado por situarse la estructura en una zona de cultivos.

MEDIDAS DE RESTAURACION

En esta estructura se proponen tres medidas distintas para cada una de las escombreras que la componen.

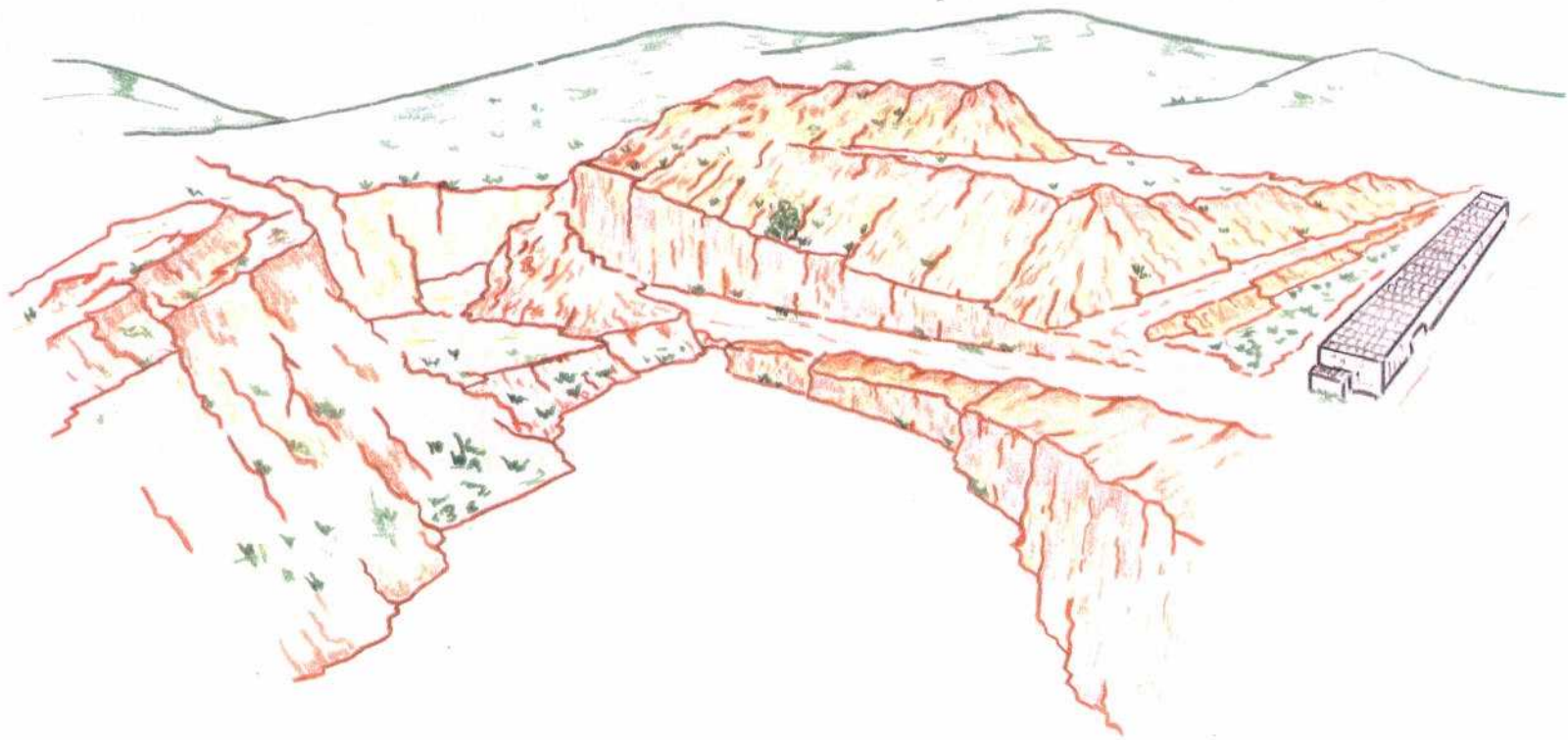
En la escombrera 1 (ver plano 1:500 adjunto), se propone:

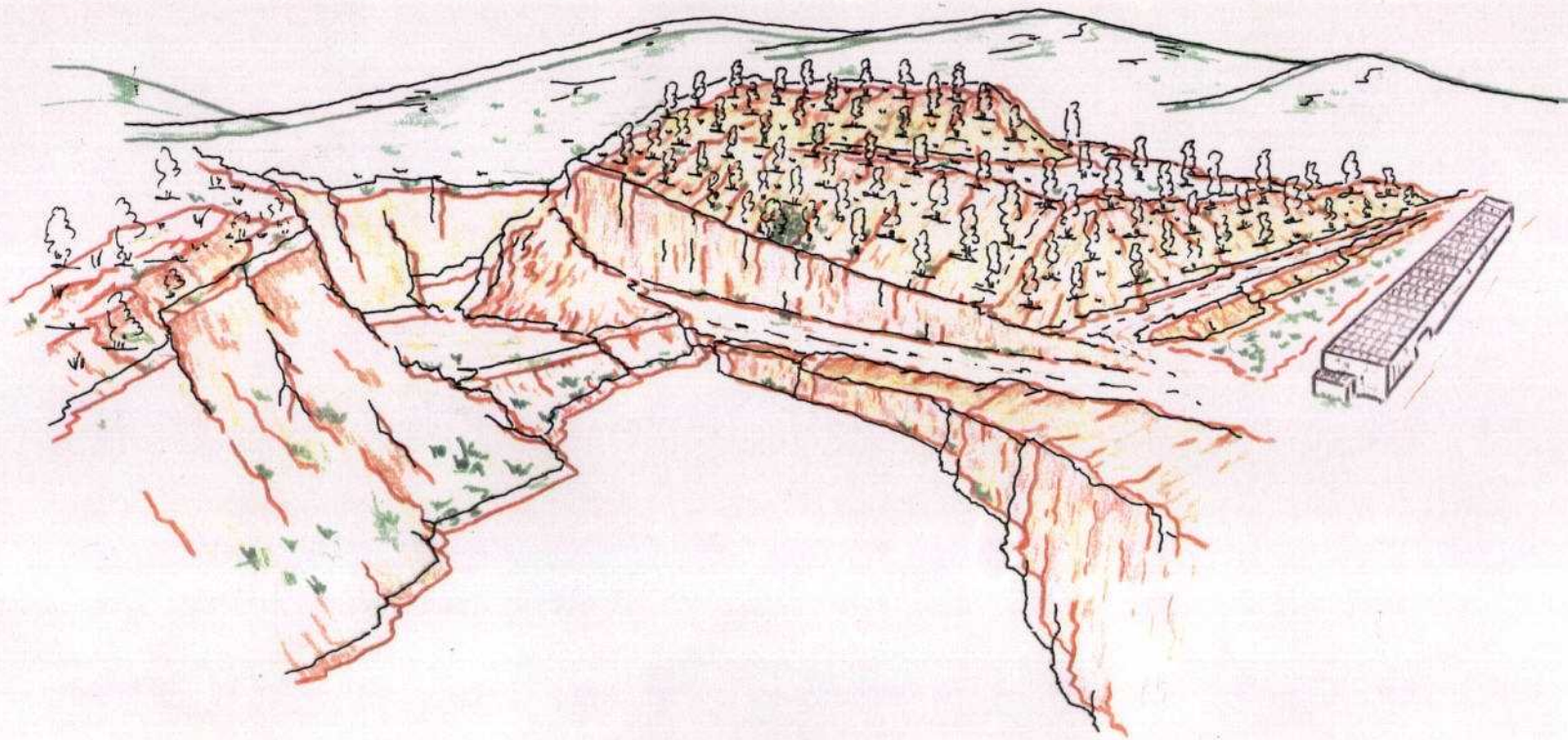
- Allanado de las dos plataformas.
- Perfilado del borde del talud.
- Escarificado y despedregado de la superficie.
- Revegetación de las plataformas con pinos, encinas y arbustos autóctonos, con una densidad de 2.000 piés/ha.
- Revegetación en banquetas de los taludes, implantando pinos y arbustos autóctonos.

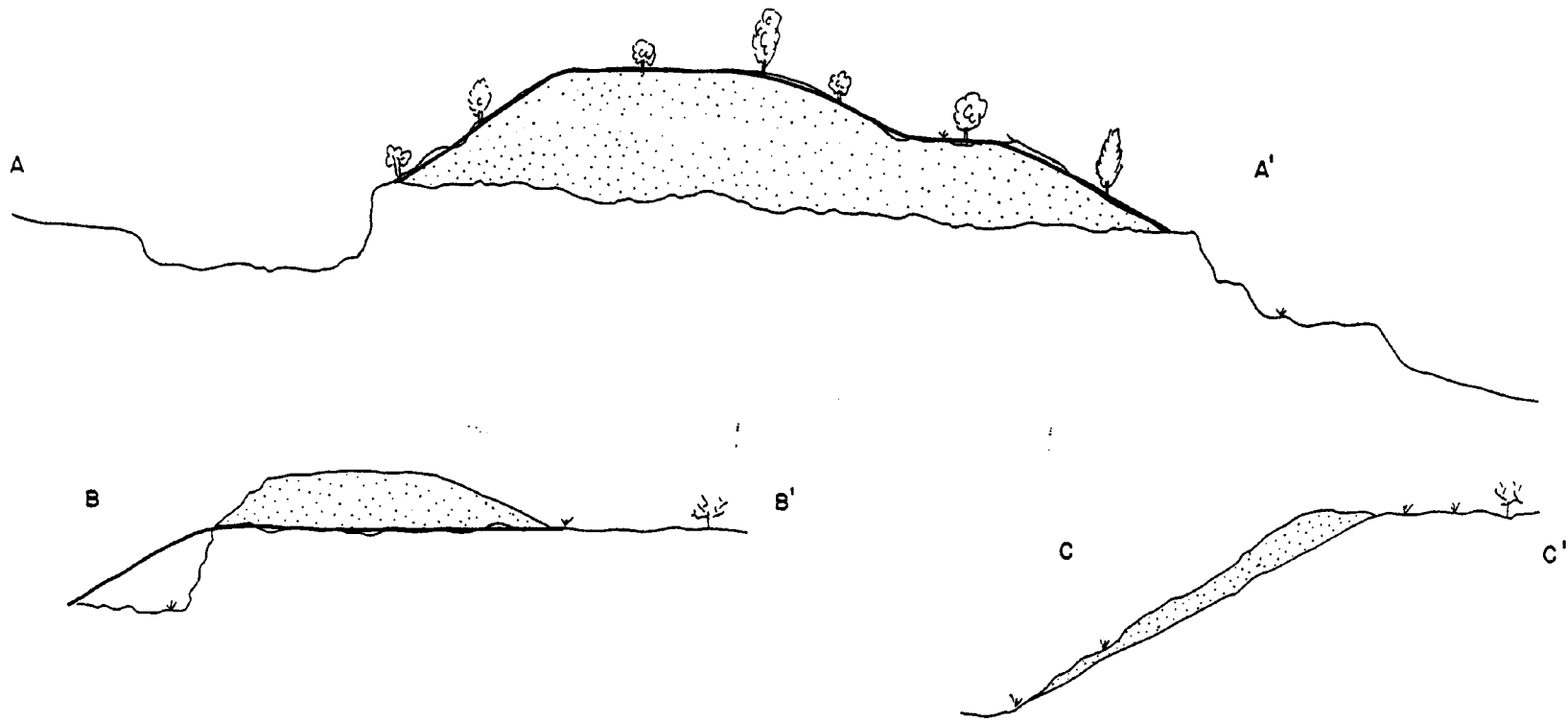
En la escombrera 2 (ver plano 1:500 adjunto), es de tamaño reducido, pero su situación la hace muy visible. Además está situada en el borde de un hueco abandonado, hoy en día usado como vertedero municipal. Por ello se propone su desmantelamiento, procediendo a empujar y verter los materiales al citado hueco.

La escombrera 3 (ver plano 1:500 adjunto), es también de pequeño tamaño, pero su situación, prácticamente dentro del hueco abandonado allí existente, la hace invisible desde el entorno.

Por ello se propone no tomar ninguna medida específica, pues en un espacio corto de tiempo quedará integrada en los vertidos urbanos que se están realizando en el hueco.







ESCALA E: 1/500

—— Perfil restaurado
 ——— Perfil original

Mediciones y presupuesto

1.- Acondicionamiento del terreno

- Allanado plataformas:		
1.908 m ² x 15 pts/m ² =		28.620 pts
- Perfilado borde talud:		
290 m x 220 pts/m =		63.800 pts
- Escarificado y despedregado:		
1.908 m ² x 22 pts/m ² =		41.976 pts
- Empuje y vertido de estructura 2 al hueco:		
8.435 m ³ x 17 pts/m ³ =		143.395 pts

2.- Revegetación

- Plataforma:		
1.908 m ² x 75,7 pts/m ²		144.436 pts
- Banquetas en talud:		
2.676,5 m ² x 186,5 pts/m ²		499.167 pts

Dirección de Obra	P.A	350.000 pts
Transporte maquinaria	P.A	150.000 pts
SUMA		1.421.394 pts
10% Imprevistos		142.139 pts
SUMA		1.563.533 pts
22% Gastos Generales y Beneficio Industrial		343.977 pts
SUMA		1.907.510 pts
12% I.V.A.		228.901 pts
<u>TOTAL</u>		2.136.411 pts



Vista general



Vista general de la corta



Escombreras y corta



Revegetación y erosión (cárcavas) en los taludes.

ESTRUCTURA N°: 1-7

ESTRUCTURA N°: 1-7

* CLAVE (I.N.B.E.): 282610007

* TIPO DE ESTRUCTURA: Escombrera

* DENOMINACION:

* MUNICIPIO: Higuieruelas

* PARAJE: Barranco de las Mistiquillas

* HOJA M.T.N.: 28-26

* COORDENADAS U.T.M.:

X: 684200

Y: 4405900

Z: 730

* LONGITUD (m): 108

ANCHURA (m): 30-50

ALTURA (m): 10-15

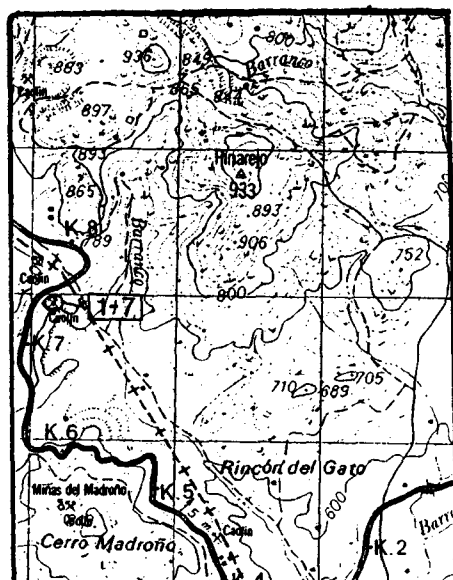
* SUPERFICIE (m²): 6.015

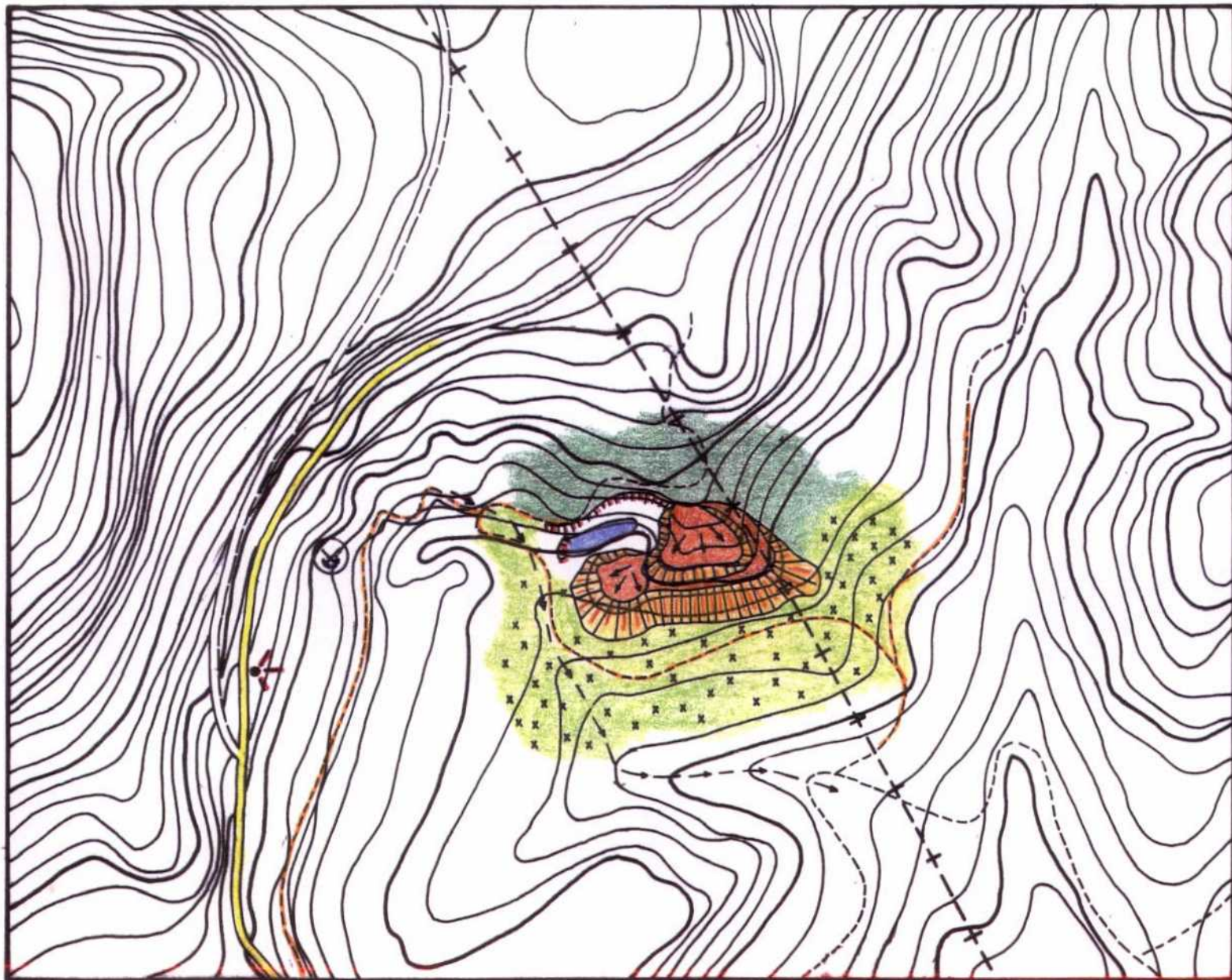
VOLUMEN (m³): 8.000

TALUDES (°): 25-35





* TIPOLOGIA: En ladera

* CROQUIS DE SITUACION





LEYENDA

-  CARRETERA
-  PISTA
-  CORTA
-  ESCOMBRERA
-  BOSQUE Y ARBUSTOS
-  CULTIVOS
-  CHARCA
-  CURSO DE AGUA
-  CANTERA
-  Pto. de IMPACTO VISUAL

Estructura 1-7

Escala 1:5.000

DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA

* ENTORNO:

La estructura se encuentra alejada de núcleos urbanos, contrastando en un paisaje caracterizado por la abundancia de pinos y vegetación autóctona de tipo matorral. A pié de escombrera se hallan zonas de cultivos.

* MORFOLOGIA:

Cuatro escombreras de formas cúbicas con su parte superior aplanada. Las dos situadas más hacia el Este se presentan de forma escalonada, separadas por una plataforma intermedia. Entre ambos grupos existe una zona de material revuelto casi "in situ".

* COMPOSICION LITOLOGICA Y GRANULOMETRICA:

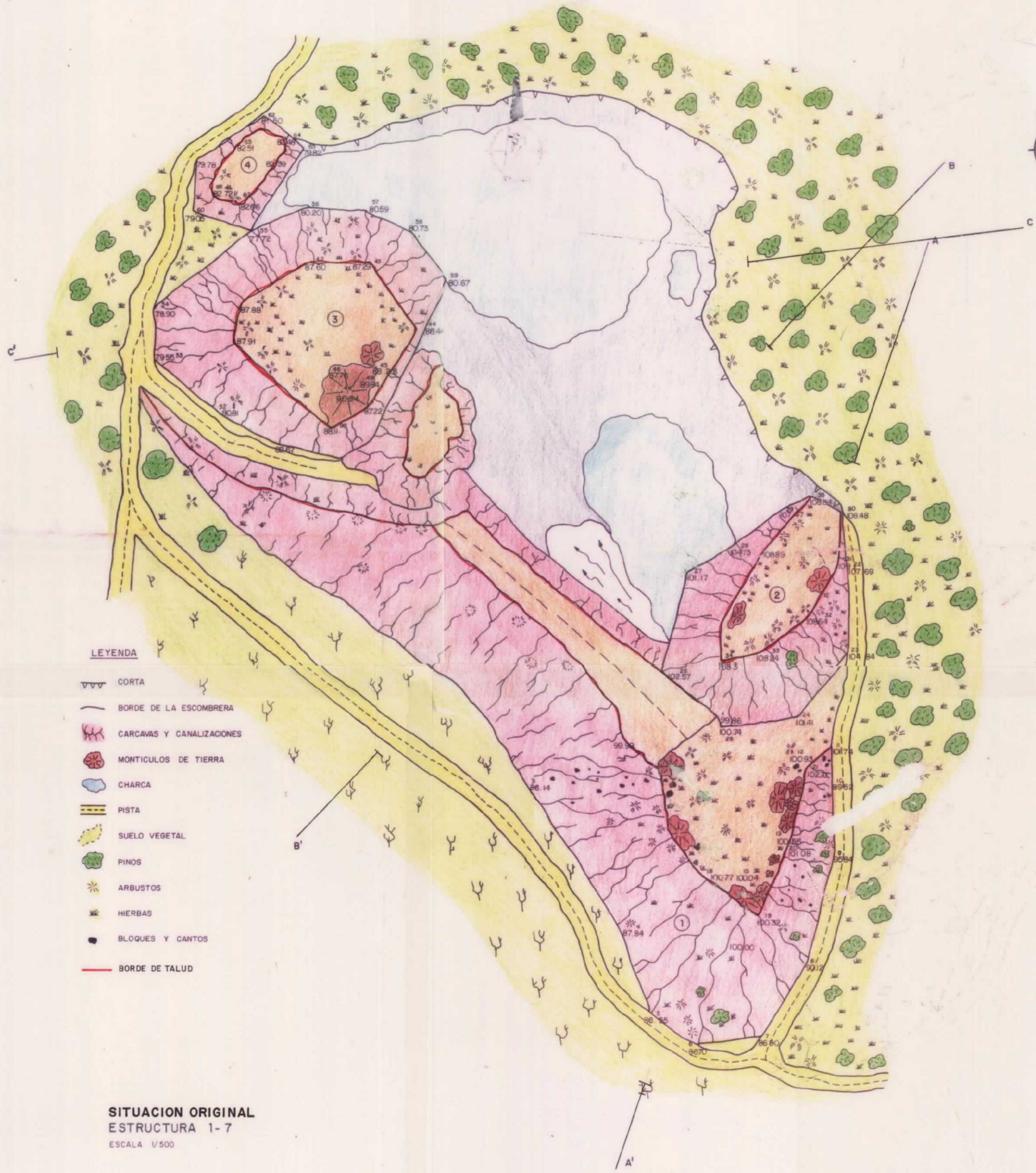
Constituidas por materiales de tipo arcillo-arenosos, así como de arenas caoliníferas de grano fino. Presencia de algunos cantos aislados de composición calcárea a pié de talud.

* IMPLANTACION:

- **Naturaleza del sustrato:** Alternancia de arcillas y arenas caoliníferas de colores blancos y rojos, pertenecientes a la facies Weald.
- **Pendiente del sustrato:** Baja (15-20°).
- **Recubrimiento del sustrato:** Suelo vegetal de baja permeabilidad.

* HIDROLOGIA Y DRENAJE:

Presencia de dos charcas de pequeño tamaño a pié de las escombreras. Las aguas de escorrentía lavan las superficies de las estructuras dando lugar a formas erosivas de cárcavas y canalizaciones. Escasa red de drenaje. Por el suroeste discurre un arroyo.



- LEYENDA**
- CORTA
 - BORDE DE LA ESCOMBRERA
 - CARCAVAS Y CANALIZACIONES
 - MONTICULOS DE TIERRA
 - CHARCA
 - PISTA
 - SUELO VEGETAL
 - PINOS
 - ARBUSTOS
 - HIERBAS
 - BLOQUES Y CANTOS
 - BORDE DE TALUD

SITUACION ORIGINAL
ESTRUCTURA 1-7
ESCALA 1/500

ESTABILIDAD

Grietas: No

Erosión: Sí

Cárcavas: Sí

Se observan problemas erosivos, con definición de gran cantidad de cárcavas y canalizaciones. En épocas de fuertes de lluvias se produce un arrastre de finos, que podrían llegar a invadir totalmente las zonas de cultivos próximas a las escombreras. Las estructuras parecen estables en las condiciones actuales.

* CALCULOS DE ESTABILIDAD:

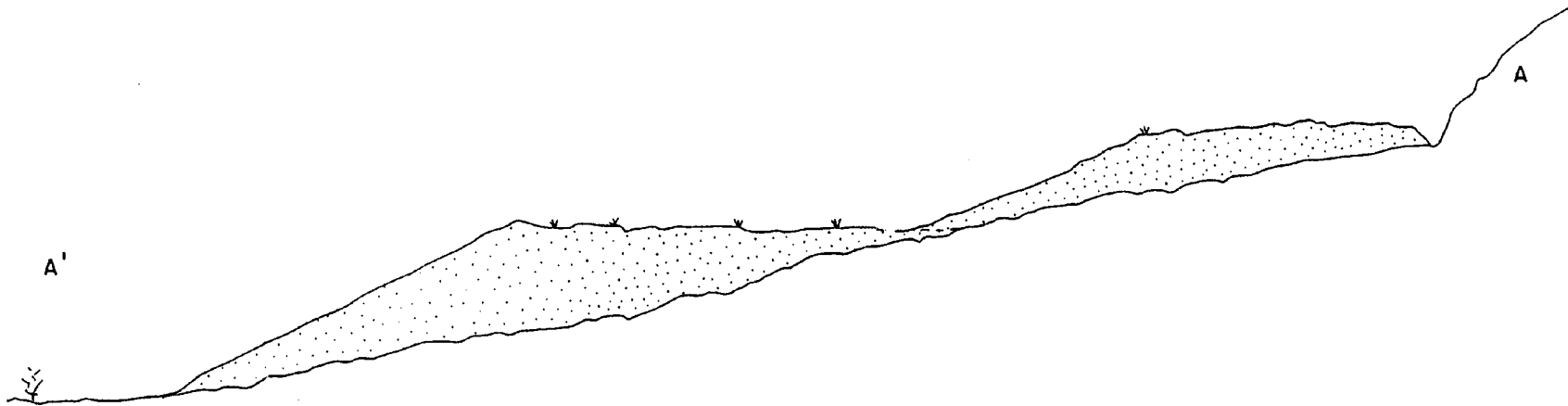
Con un ángulo de talud actual de $(24-40)^\circ$, se han calculado los posibles deslizamientos:

- A lo largo de todo el talud (con cohesión del terreno 2 (relleno), nula e igual a $0,1 \text{ t/m}^2$).
- En los posibles bancos excavados para los futuros implantes vegetales (tanto en el pie del talud, como a altura intermedia)

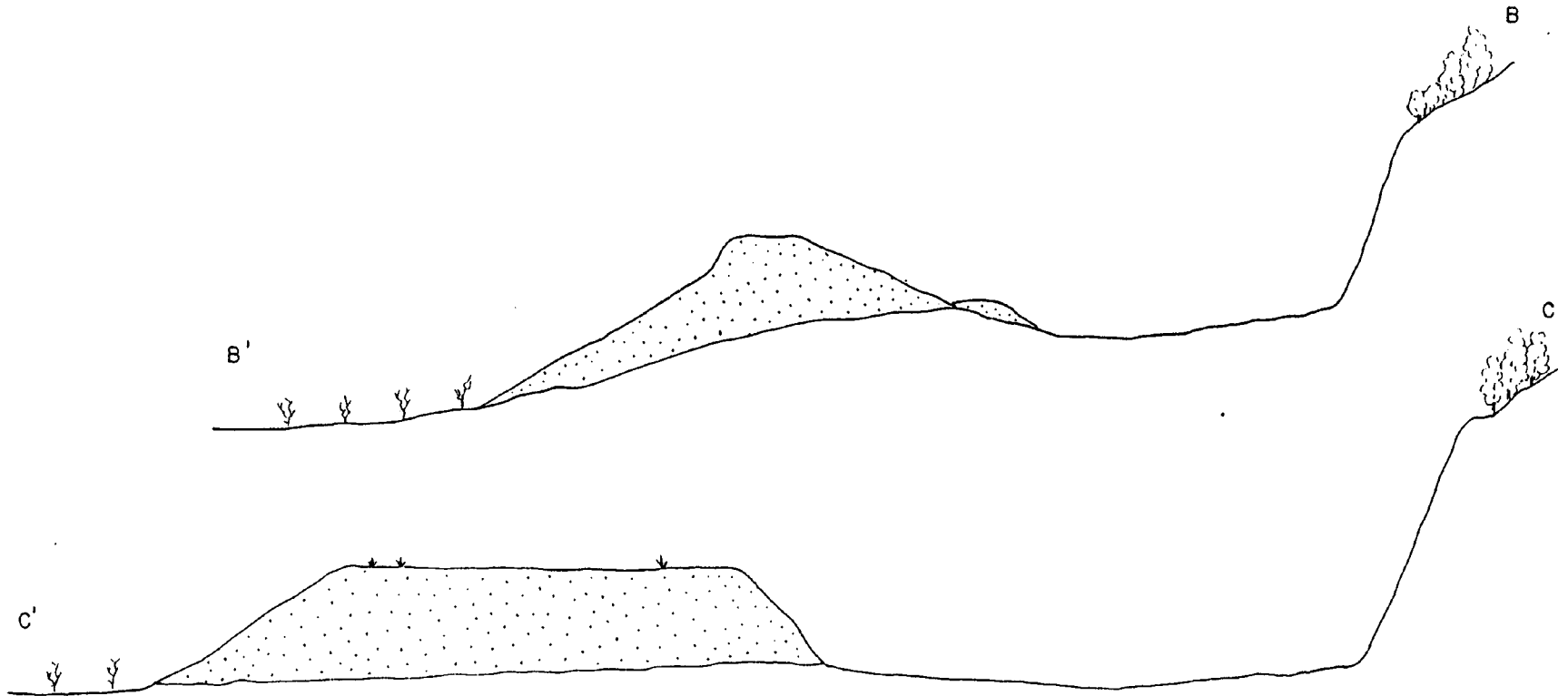
Angulo del talud = 24°

Resultados:

Talud general	c = 0	F = 1,488
Banco 5 m en pie	c = 0	F = 1,49-1,61
Banco 5 m intermedio	c = 0	F = 1,20-1,31
Banco 5 m intermedio	c = 0,1	F = 1,37-1,61



ESCALA E:1/500



ESCALA . 1:500

ALTERACIONES AMBIENTALES

*** IMPACTO PAISAJISTICO:**

Visible parcialmente desde la carretera de Villar del Arzobispo a Higuieruelas, presentando un impacto visual por contraste con el entorno que la rodea.

*** RED DE DRENAJE:**

Presencia de charcas en la zona de explotación, siendo el impacto en la red de drenaje nulo, por ser ésta inexistente.

*** PROCESOS DE EROSION-SEDIMENTACION, SUELOS Y VEGETACION:**

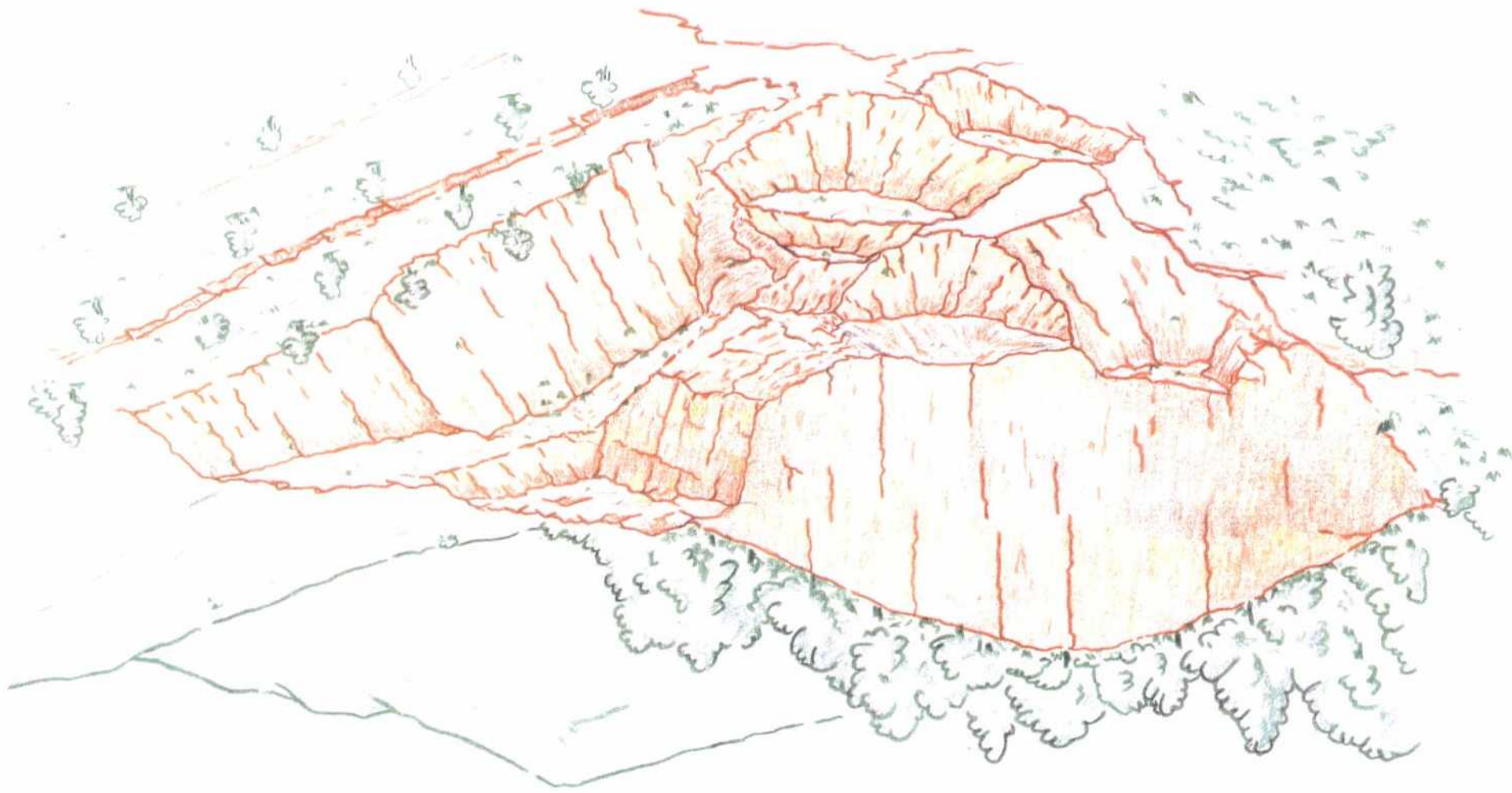
La formación de cárcavas y canalizaciones provocan una erosión en las laderas de las escombreras debido a la falta de vegetación.

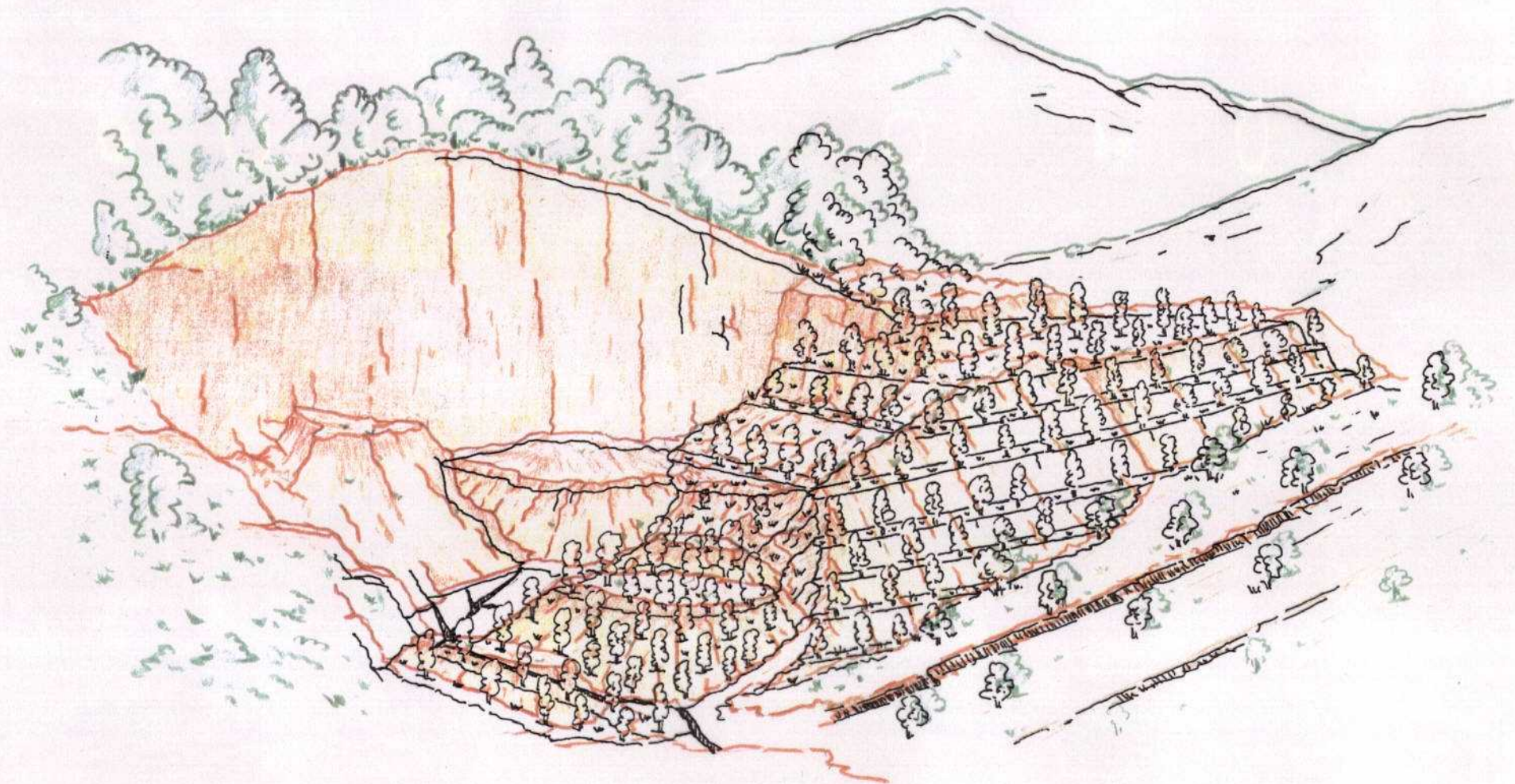
Al estar próximas a una zona de cultivos, éstos están siendo invadidos por materiales finos de tonos claros (caolín).

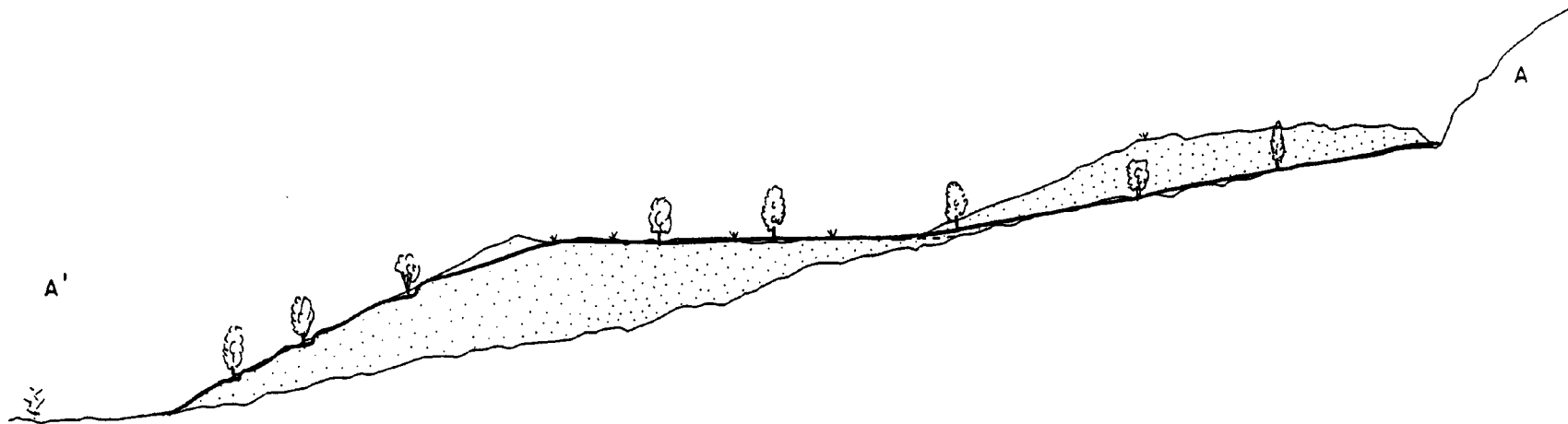
MEDIDAS DE RESTAURACION

Para la restauración de esta escombrera se proponen las siguientes acciones:

- Vertido de la estructura 2 (ver plano 1:500 adjunto) en el hueco de la explotación.
- Allanado y remodelado de dicho hueco.
- Allanado de la plataforma superior de la escombrera.
- Perfilado del borde del talud.
- Despedregado y escarificado de la plataforma superior de la escombrera.
- Apertura de cuneta de drenaje para hueco de la explotación.
- Apertura de bancos en talud.
- Revegetación de una parte del talud de la estructura 3 (ver plano 1:500 adjunto) con banquetas, implantando pinos y arbustos autóctonos.
- Revegetación de la plataforma con pinos, encinas y arbustos autóctonos.
- Revegetación de los bancos, implantando pinos y arbustos autóctonos.

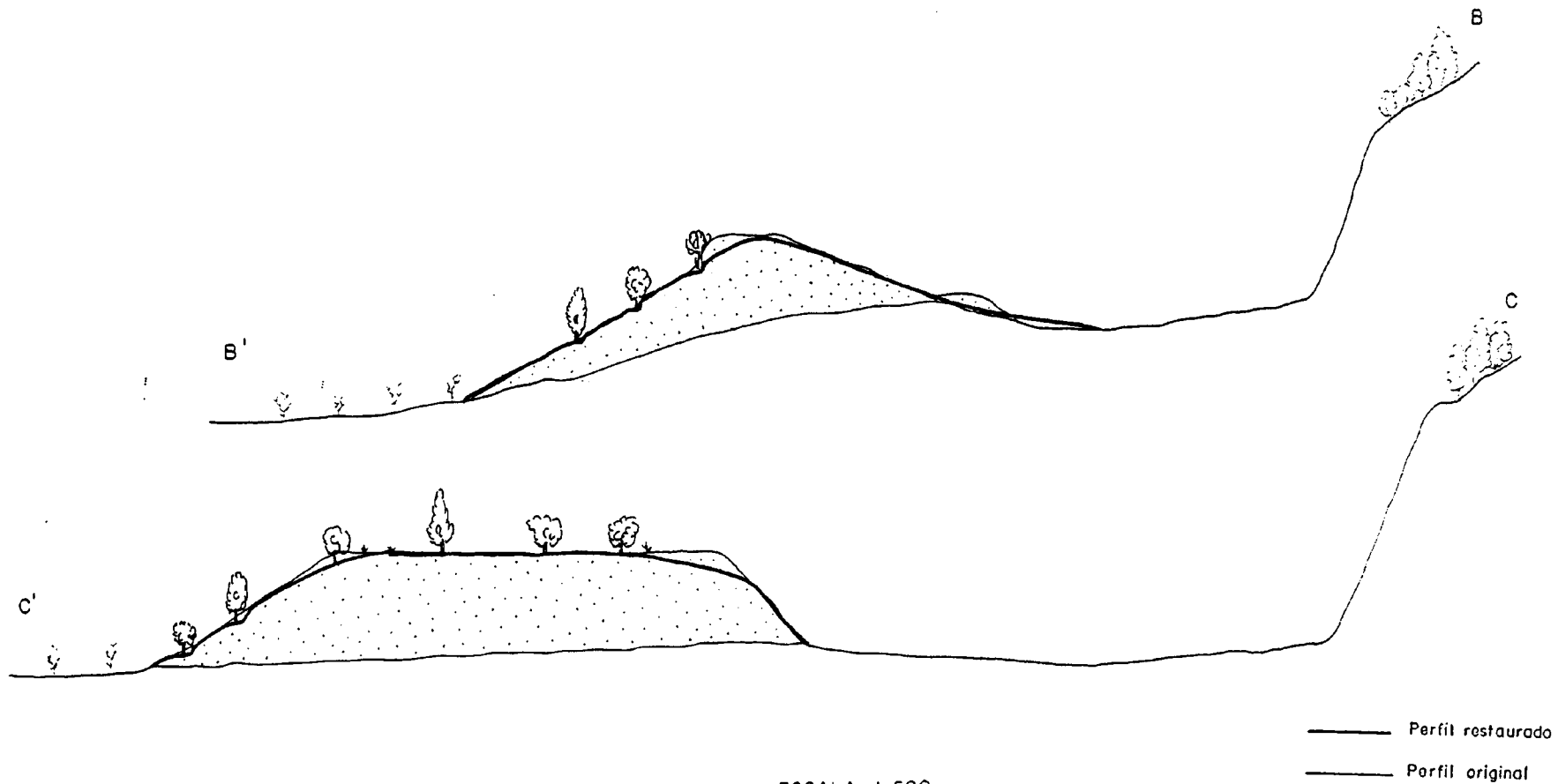






ESCALA E:1/500

—— Perfil restaurado
—— Perfil original



ESCALA . 1 500

Mediciones y presupuesto

1.- Acondicionamiento del terreno

- Vertido de tierra a hueco (estructura nº 2)		
	$2.370 \text{ m}^3 \times 17 \text{ pts/m}^3 =$	40.290 pts
- Allanado del hueco de la explotación: precio: 15 pts/m ² x 1,5 (coeficiente de dificultad)		
	$3.600 \text{ m}^2 \times 22,5 \text{ pts/m}^2 =$	81.000 pts
- Allanado plataforma:		
	$3.856 \text{ m}^2 \times 15 \text{ pts/m}^2 =$	57.840 pts
- Escarificado y despedregado:		
	$3.856 \text{ m}^2 \times 22 \text{ pts/m}^2 =$	84.832 pts
- Perfilado borde talud:		
	$274 \text{ m} \times 220 \text{ pts/m} =$	60.280 pts
- Cuneta revestida (apertura + revestimiento):		
	$100 \text{ m} \times 1.360 (110 + 1.1250) \text{ pts/m} =$	136.000 pts
- Apertura bancos en talud:		
	$750 \text{ m} \times 284 \text{ pts/m} =$	213.000 pts

2.- Revegetación

- Plataforma:		
	$3.856 \text{ m}^2 \times 75,7 \text{ pts/m}^2 =$	291.899 pts
- Bancos:		
	$750 \text{ m} \times 189, 25 \text{ pts/m} =$	141.937 pts
- Banquetas en talud (estructura 3):		
	$890 \text{ m}^2 \times 186,5 \text{ pts/m}^2 =$	165.985 pts

Dirección Obra	P.A.	350.000 pts
Transporte maquinaria	P.A.	150.000 pts
SUMA		1.773.063 pts
10% Imprevistos		177.306 pts
SUMA		1.950.369 pts
22% Gastos Generales y Beneficio Industrial		429.081 pts
SUMA		2.379.450 pts
12% I.V.A.		285.534 pts
TOTAL		2.664.984 pts



Entorno y vista general



Charca en el fondo de la corta



Erosión (cárcavas) en los taludes



Formación de cárcavas en los taludes

ESTRUCTURA N°: 4-1

ESTRUCTURA N°: 4-1

* CLAVE (I.N.B.E.): 27264001

* TIPO DE ESTRUCTURA: Escombrera

* DENOMINACION:

* MUNICIPIO: Higuieruelas

* PARAJE: Puntalico de Elorza.

* HOJA M.T.N.: 28-26

* COORDENADAS U.T.M.:

X: 6812

Y: 44082

Z: 1050

* LONGITUD (m): 120

ANCHURA (m): 70

ALTURA (m): 8-20

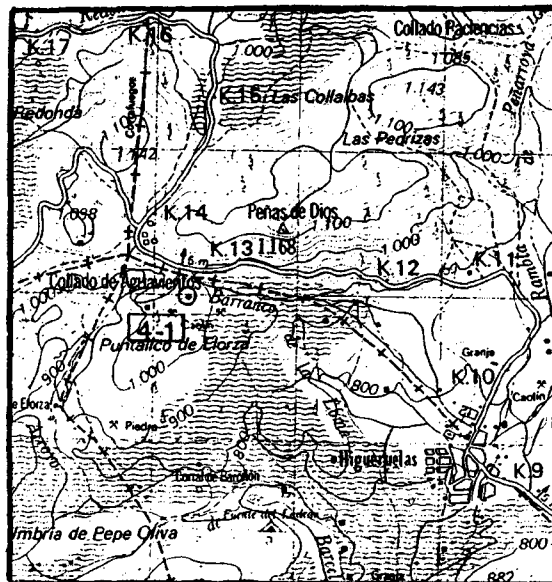
* SUPERFICIE (m²): 4.680

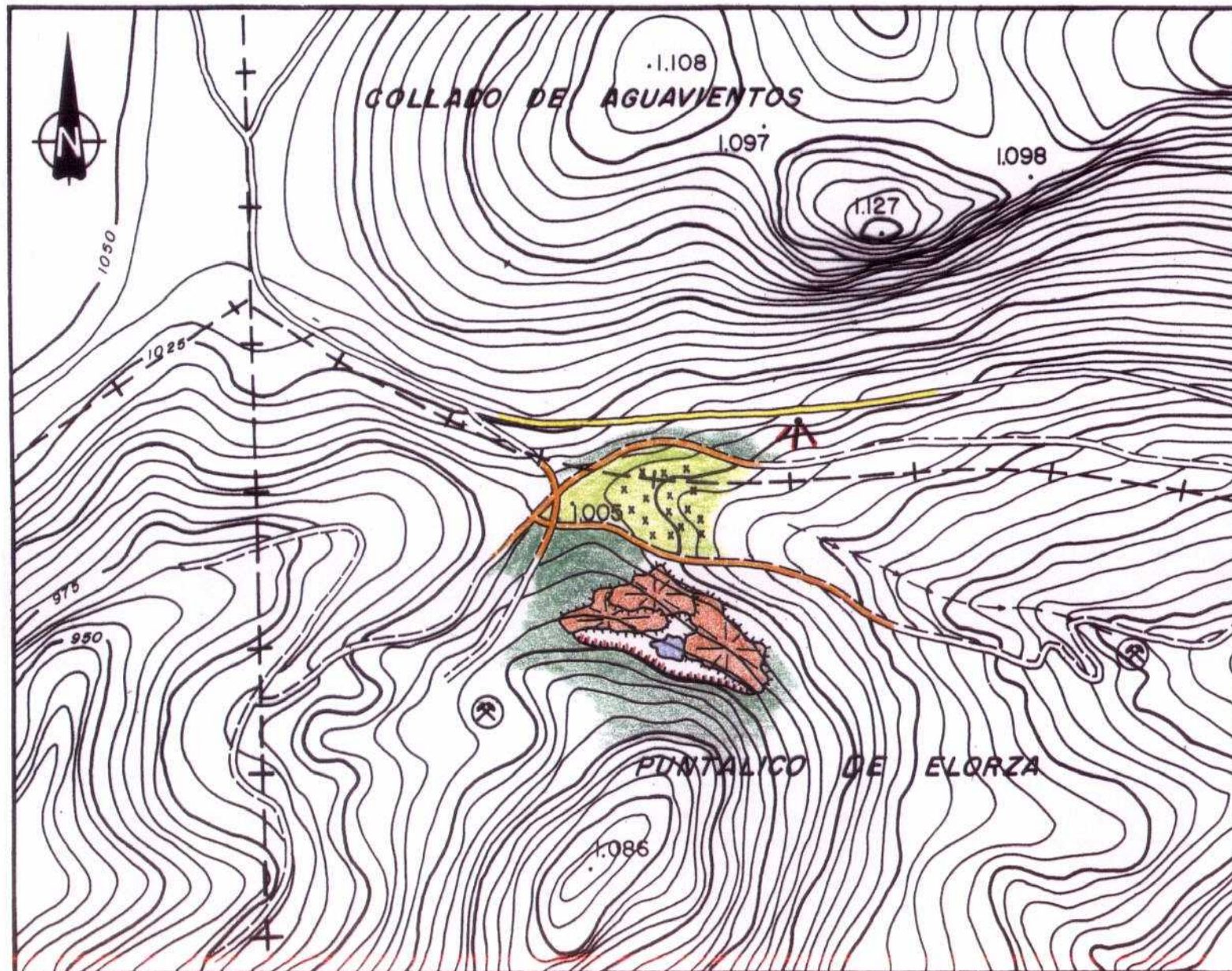
VOLUMEN (m³): 3.000

TALUDES (°): 25-35






* TIPOLOGIA: En ladera.

* CROQUIS DE SITUACION





LEYENDA

-  CORTA.
-  ESCOMBRERA.
-  CHARCA
-  BOSQUE Y ARBUSTOS.
-  PISTA.
-  CARRETERA.
-  CANTERAS PROXIMAS.
-  ZONA DE CULTIVO.
-  CURSO DE AGUA
-  PUNTO DE IMPACTO VISUAL

Estructura 4 - 1

Escala 1: 5.000

DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA

* ENTORNO:

Situada dentro de una corta en una zona de bosque y matorral apartada de núcleos urbanos. Muy próxima a dicha estructura se encuentran varias explotaciones abandonadas, así como la carretera a La Yesa.

* MORFOLOGIA:

Cuatro escombreras de pequeño tamaño, de formas cónicas, con su parte superior aplanada.

* COMPOSICION LITOLOGICA Y GRANULOMETRICA:

Constituidas por materiales arcillo-arenosos, así como de arenas caoliníferas de grano fino.

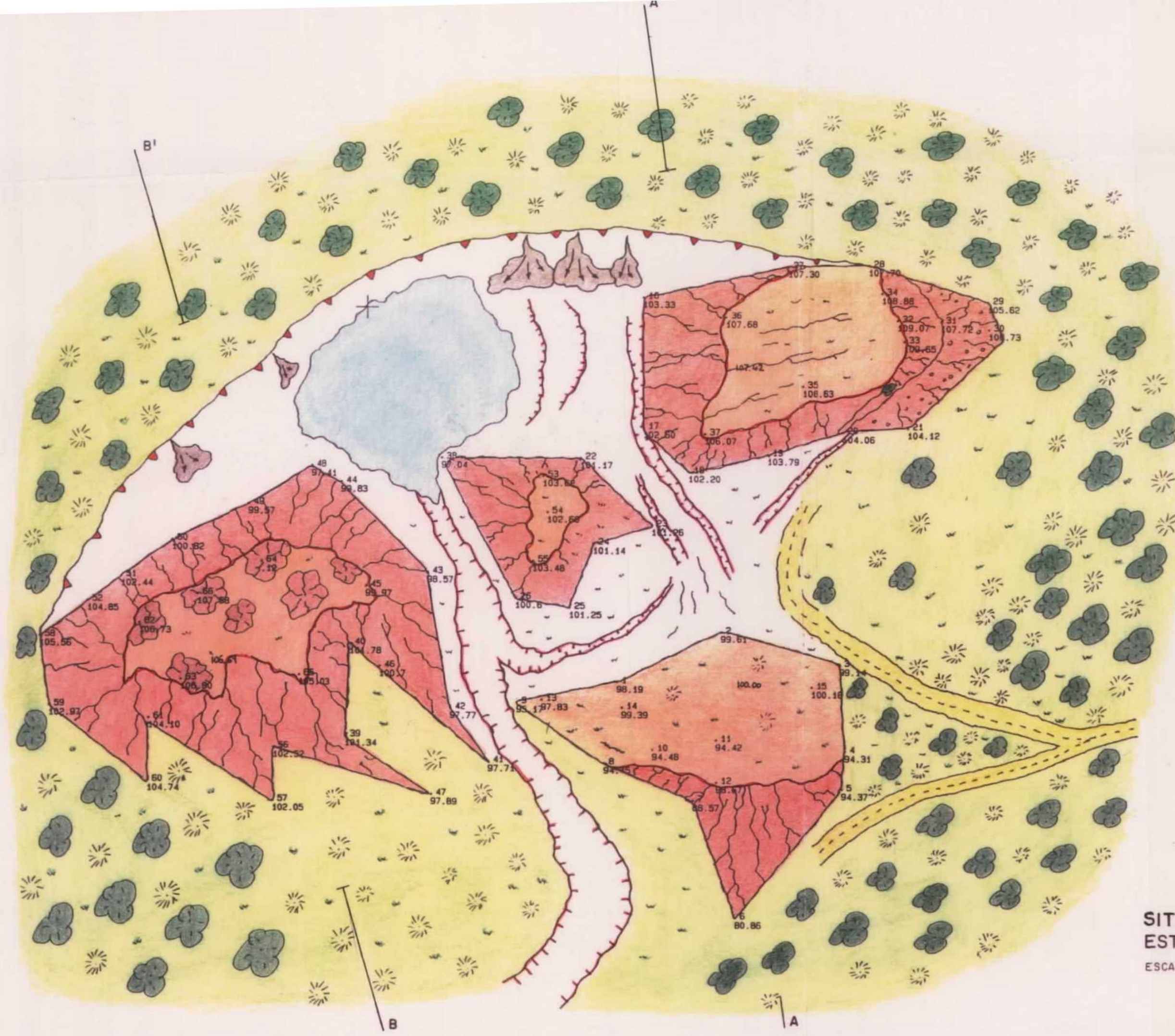
* IMPLANTACION:











- **Naturaleza del sustrato:** Arcillas limolíticas con intercalaciones de areniscas de tonalidades claras pertenecientes a la facies Weald.
- **Pendiente del sustrato:** Baja (5-15°).
- **Recubrimiento del sustrato:** Arcillas de baja permeabilidad.

* HIDROLOGIA Y DRENAJE:

Presencia de una charca en la parte inferior de la corta. Las aguas de escorrentía lavan las superficies de la escombrera dando lugar a formas erosivas de cárcavas y canalizaciones. Formación de un pequeño barranco en medio de la explotación.

El drenaje general se efectúa por un arroyo situado al Norte



- LEYENDA**
-  CARCAVAS Y ACANALAMIENTOS
 -  MONTICULOS DE TIERRA
 -  PISTA
 -  PINOS
 -  ARBUSTOS
 -  HIERBAS
 -  ESCARPE
 -  CHARCA
 -  LIMITE ESCOMBRERA
 -  BORDE TALUD

**SITUACION ORIGINAL
ESTRUCTURA 4-1**
ESCALA 1/500

ESTABILIDAD

Grietas: No

Erosión: Sí

Cárcavas: Sí

Se observan problemas erosivos con definición de gran cantidad de cárcavas y canalizaciones. La erosión ha originado un pequeño barranco que afecta a parte de las escombreras.

Al estar situadas en una plataforma llana los problemas de inestabilidad son pequeños.

* CALCULOS DE ESTABILIDAD:

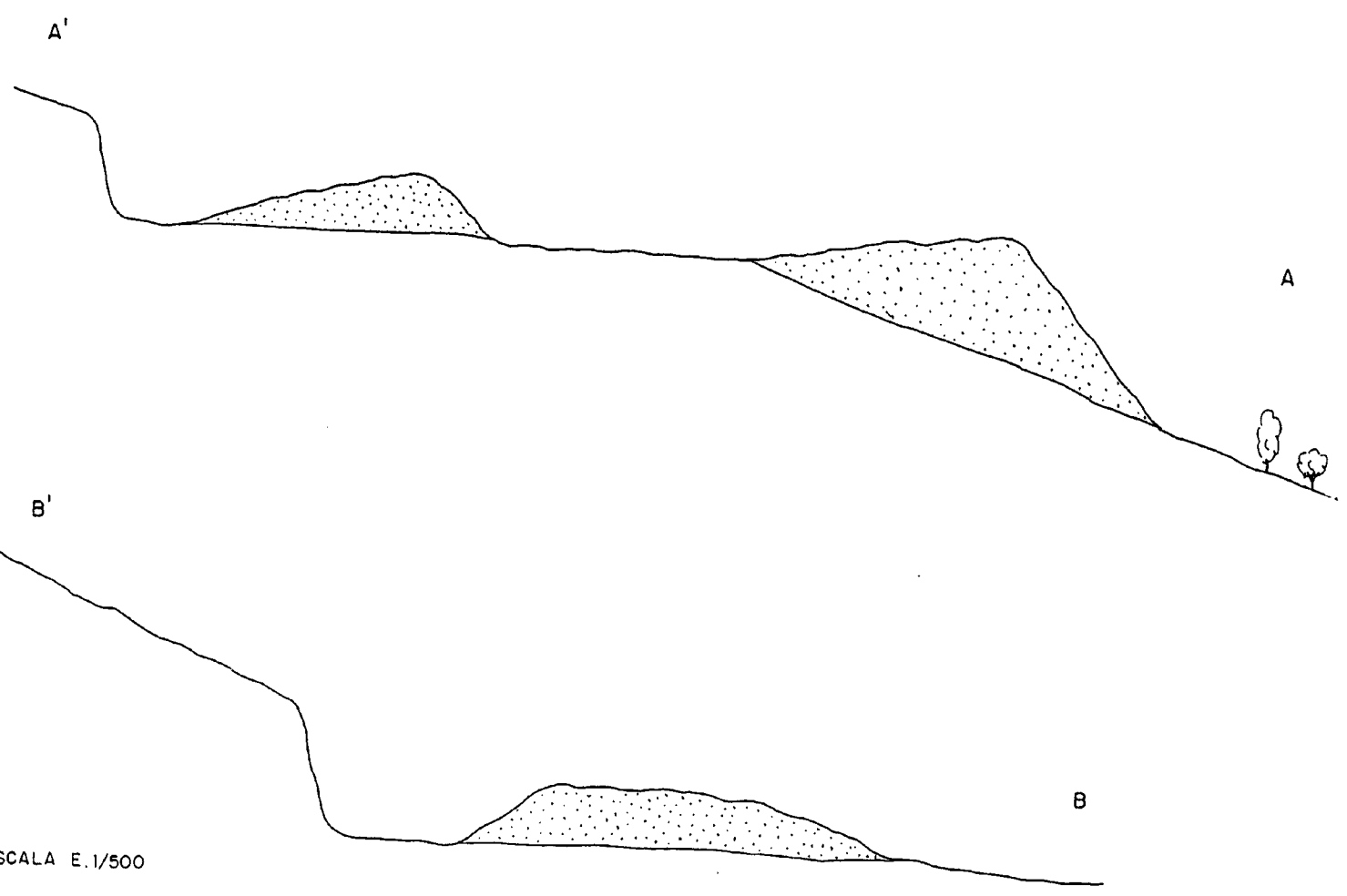
Presenta un talud inclinado algún grado más que el natural, por lo que su estabilidad se ve afectada, con valores algo inferiores a la unidad.

Angulo de talud = 38°

Resultados:

Talud General	c = 0	F = 0,865-0,980
Talud General	c = 0	F = 0,989-1,056

La estructura es estable pero solo estrictamente.



ESCALA E. 1/500

ALTERACIONES AMBIENTALES

* IMPACTO PAISAJISTICO:

Impacto visual y morfológico. Parcialmente visible desde la carretera de Higueruelas a La Yesa. Alteración del paisaje medio-alto.

* RED DE DRENAJE:

Presencia de una charca en la zona de explotación, pero el impacto en la red de drenaje es nulo.

* PROCESOS DE EROSION-SEDIMENTACION, SUELOS Y VEGETACION:

La formación de cárcavas y canalizaciones provocan una erosión en las laderas de las escombreras debido a la falta de una vegetación importante, lo que puede dar lugar a un arrastre de materiales.

El suelo se ve afectado por el emplazamiento de la escombrera, lo que provoca un contraste con el entorno.

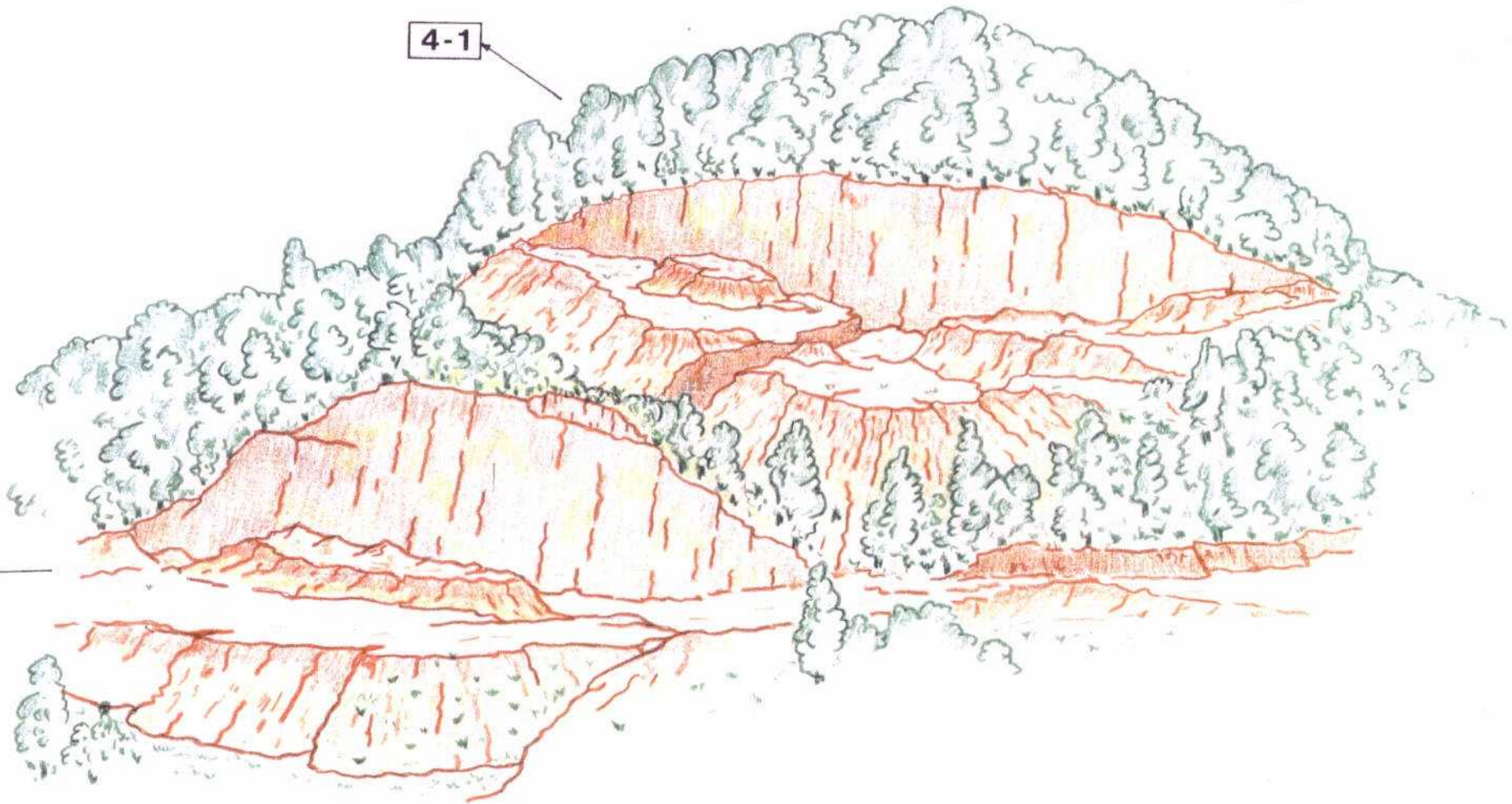
MEDIDAS DE RESTAURACION

Para la restauración de esta escombrera se proponen las siguientes acciones:

- Allanado de la zona superior (ver plano 1:500 adjunto). Dada la existencia de tres pequeñas escombreras junto a un hueco abandonado, se propone remodelar y allanar el conjunto de la zona, incluyendo plaza del hueco y escombreras.
- Escarificado y despedregado de la superficie obtenida.
- Realización de una cuneta revestida de drenaje, para evitar la acumulación de agua en la zona del hueco.
- Perfilado del borde del talud de la escombrera inferior (ver plano 1:500 adjunto).
- Revegetación de la plataforma obtenida con pinos, encinas y arbustos autóctonos, con una densidad de 2.000 piés/ha.
- Revegetación en banquetas del talud de la escombrera inferior, implantando pinos y arbustos autóctonos.

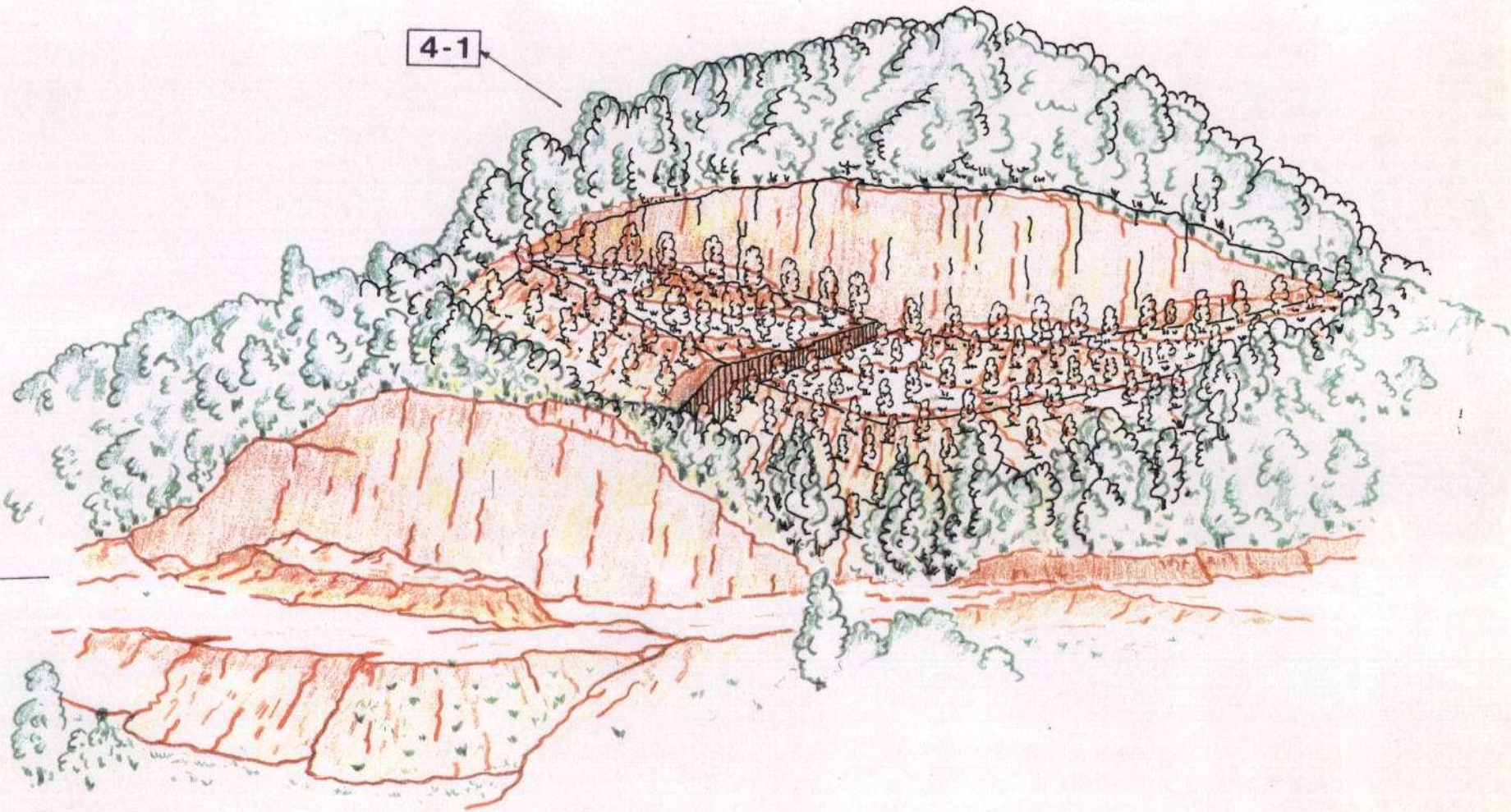
4-1

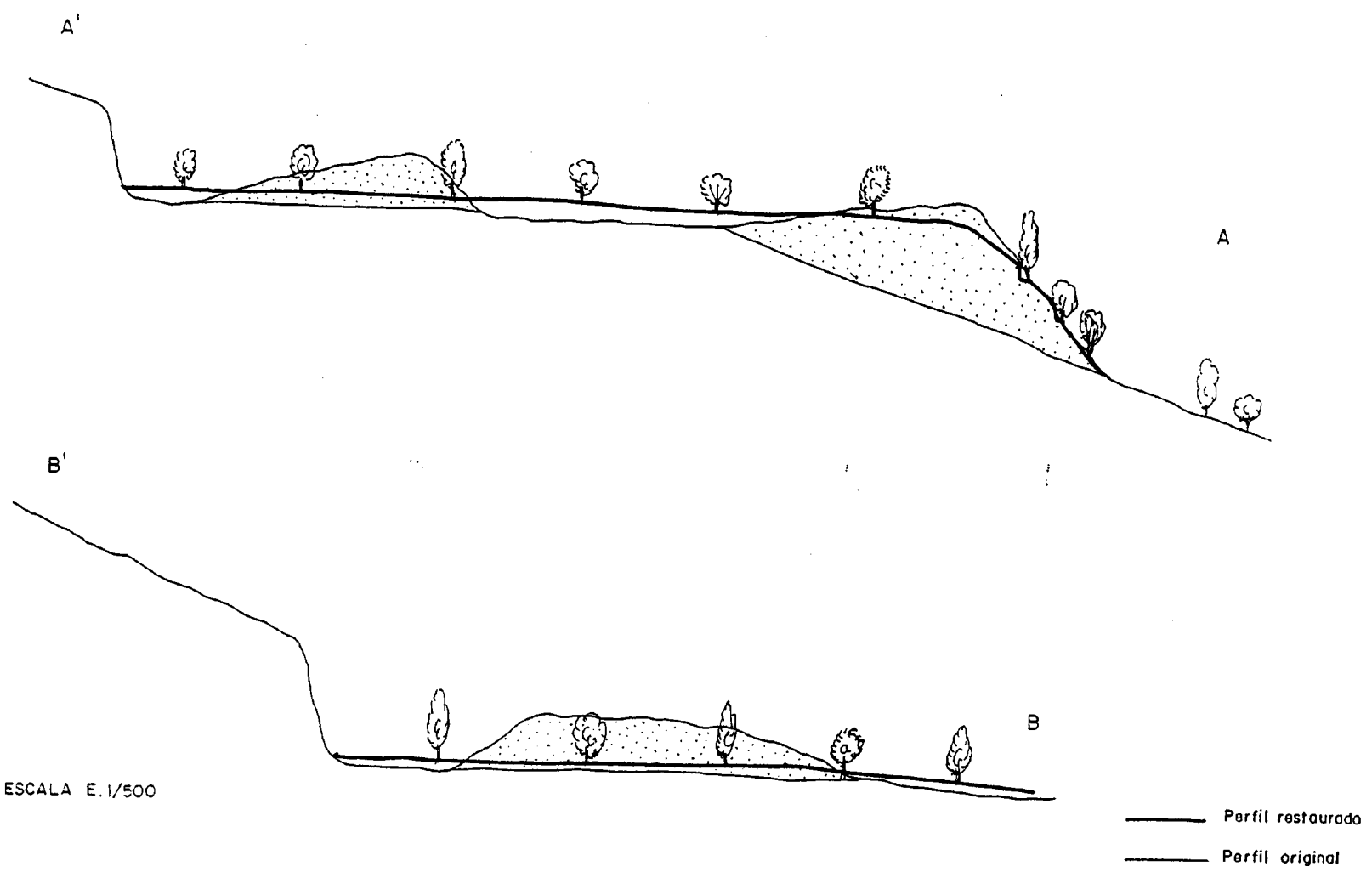
4-1 bis



4-1

4-1 bis





Mediciones y presupuesto

1.- Acondicionamiento del terreno

- Allanado zona superior:

$$6.850 \text{ m}^2 \times 15 \text{ pts/m}^2 = 102.750 \text{ pts}$$

- Perfilado borde talud escombrera inferior:

$$35 \text{ m} \times 220 \text{ pts/m} = 7.700 \text{ pts}$$

- Escarificado y despedregado:

$$6.850 \text{ m}^2 \times 22 \text{ pts/m}^2 = 150.700 \text{ pts}$$

- Creación de cuneta revestida (apertura + revestimiento):

$$100 \text{ m} \times 1.360 (110 + 1.250) \text{ pts/m} = 136.000 \text{ pts}$$

2.- Revegetación

- Plataforma:

$$6.850 \text{ m}^2 \times 75,7 \text{ pts/m}^2 = 518.545 \text{ pts}$$

- Banquetas (talud escombrera inferior):

$$235 \text{ m}^2 \times 186,5 \text{ pts/m}^2 = 43.827 \text{ pts}$$

Dirección Obra	P.A.	350.000 pts
Transporte maquinaria	P.A.	150.000 pts
SUMA		1.459.522 pts
10% Imprevistos		145.952 pts
SUMA		1.605.474 pts
22% Gastos Generales y Beneficio Industrial		353.204 pts
SUMA		1.958.678 pts
12% I.V.A.		235.041 pts
<u>TOTAL</u>		2.193.719 pts



Vista general



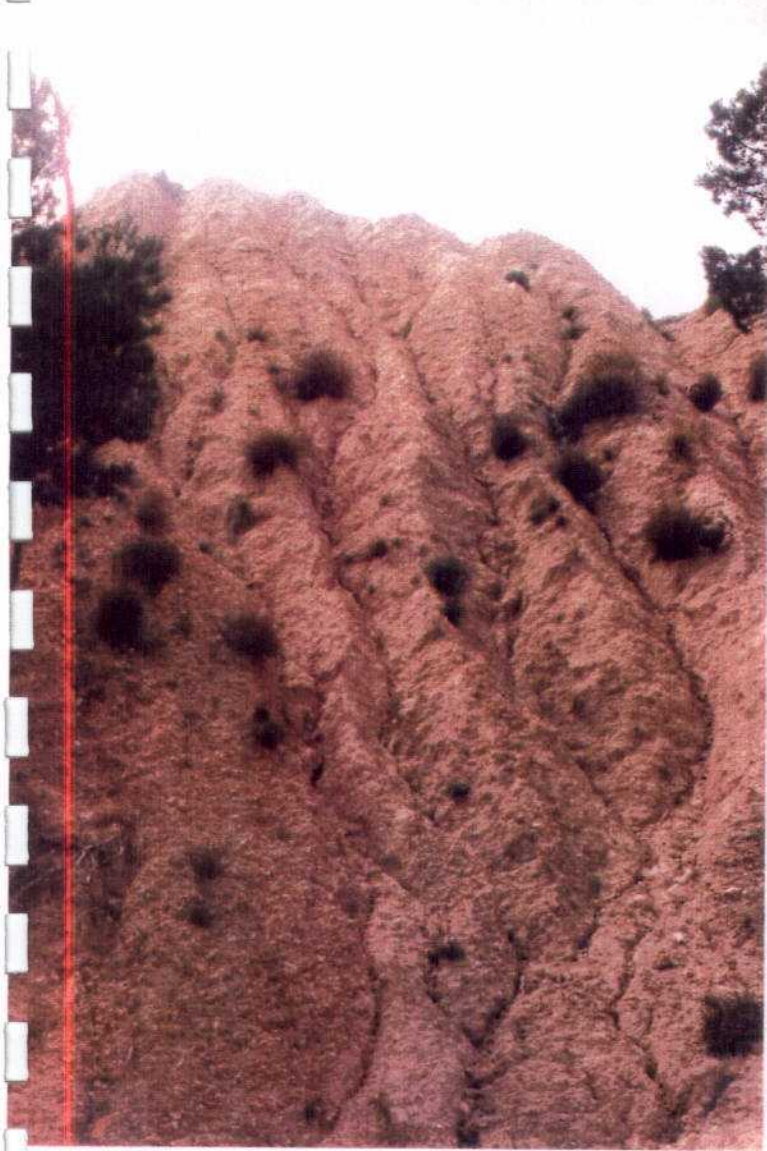
Entorno y vista general de las estructuras 4-1 y 4-1 bis.



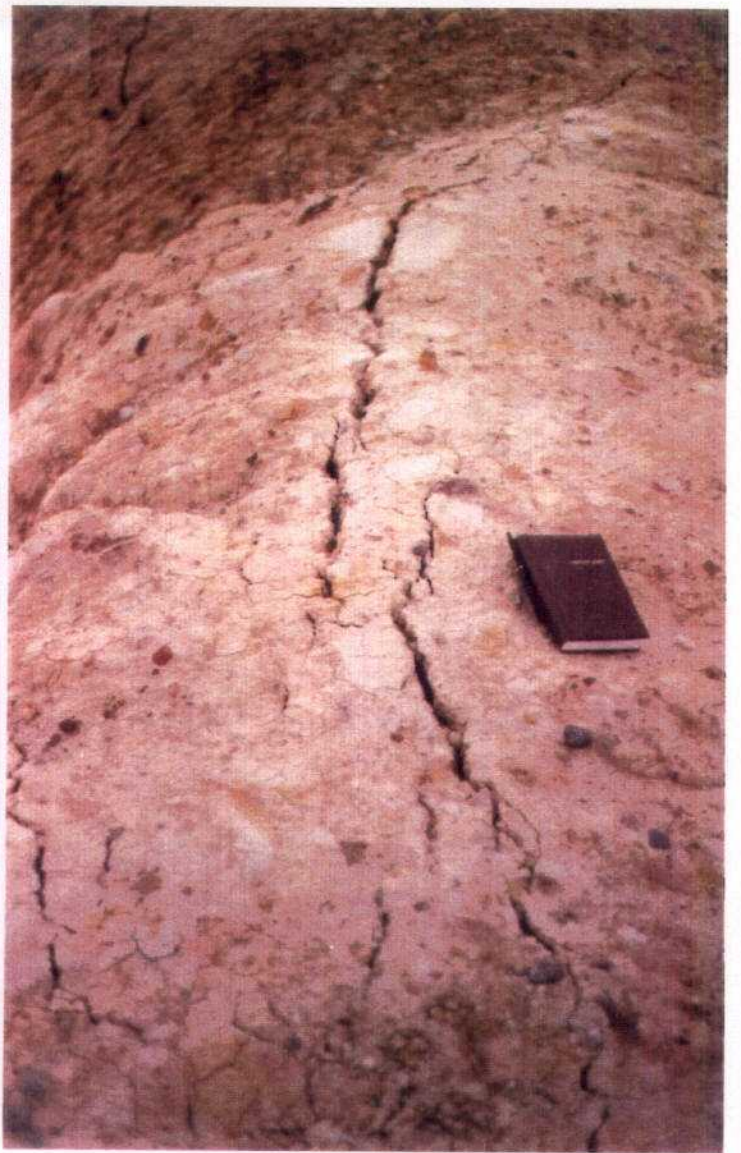
Corta, escombrera y charca



Zona con cárcavas y escasa vegetación.



Erosión (cárcavas y canalizaciones).



Grietas de desecación en el talud.



Vegetación espontánea en la plataforma.

ESTRUCTURA N°: 4-1 bis

ESTRUCTURA N°: 4-1 bis

* CLAVE (I.N.B.E.): 27264001

* TIPO DE ESTRUCTURA: Escombrera

* DENOMINACION:

* MUNICIPIO: Higuieruelas

* PARAJE: Puntalico de Elorza.

* HOJA M.T.N.: 28-26

* COORDENADAS U.T.M.:

X: 6812

Y: 44081

Z: 1045

* LONGITUD (m): 30-50

ANCHURA (m): 5-10

ALTURA (m): 2-10

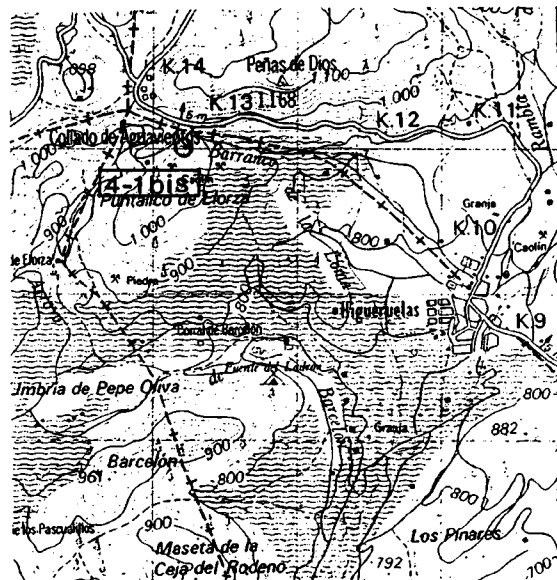
* SUPERFICIE (m²): 2.450

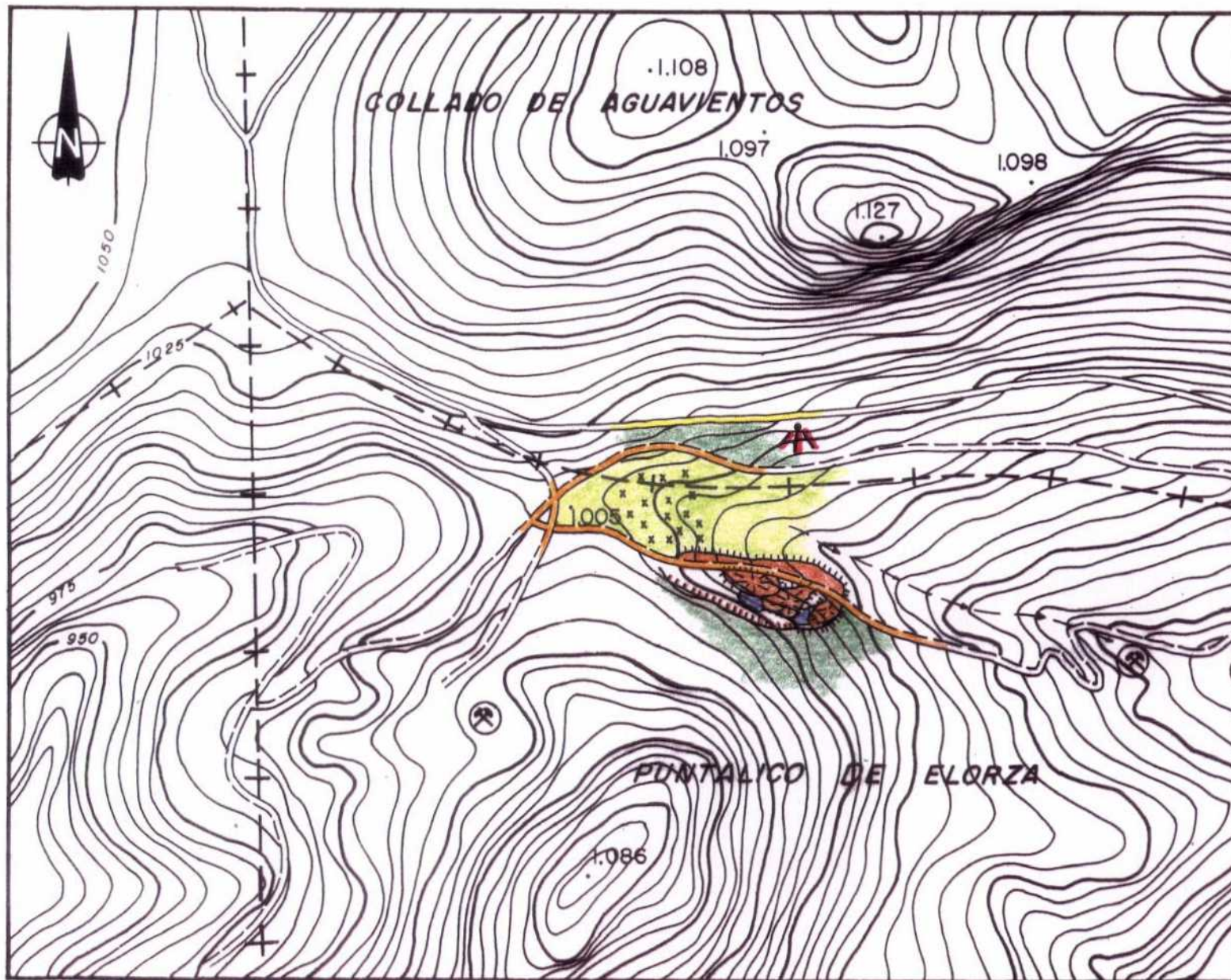
VOLUMEN (m³): 2.500

TALUDES (°): 25-35

* TIPOLOGIA: En ladera.

*** CROQUIS DE SITUACION**





LEYENDA

-  CORTA.
-  ESCOMBRERA.
-  CHARCA
-  BOSQUE Y ARBUSTOS.
-  PISTA.
-  CARRETERA.
-  CANTERAS PROXIMAS.
-  ZONA DE CULTIVO.
-  CURSO DE AGUA
-  PUNTO DE IMPACTO VISUAL

Estructura 4 - 1 bis

Escala 1:5.000

DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA

* ENTORNO:

Situada dentro de una corta en una zona de bosque y matorral apartada de núcleos urbanos. Muy próxima a dicha estructura se encuentran varias explotaciones abandonadas, así como la carretera a La Yesa.

* MORFOLOGIA:

Cuatro escombreras exentas de pequeño tamaño, de formas cónicas, con su parte superior aplanada, situadas en la plaza de una cantera. Otra similar, pero en ladera.

* COMPOSICION LITOLÓGICA Y GRANULOMÉTRICA:

Constituidas por materiales arcillo-arenosos, así como de arenas caoliníferas de grano fino. La composición arcillosa de tonalidades rojas se encuentra en mayor proporción.

* IMPLANTACION:

- **Naturaleza del sustrato:** Arcillas limolíticas con intercalaciones de areniscas de tonalidades claras (caolín) pertenecientes a la facies Weald.
- **Pendiente del sustrato:** Baja (5-10°).
- **Recubrimiento del sustrato:** Tres de las escombreras descansan directamente sobre el sustrato. Bajo la otra se encuentra una capa de 20 cm. de suelo vegetal.

* HIDROLOGIA Y DRENAJE:

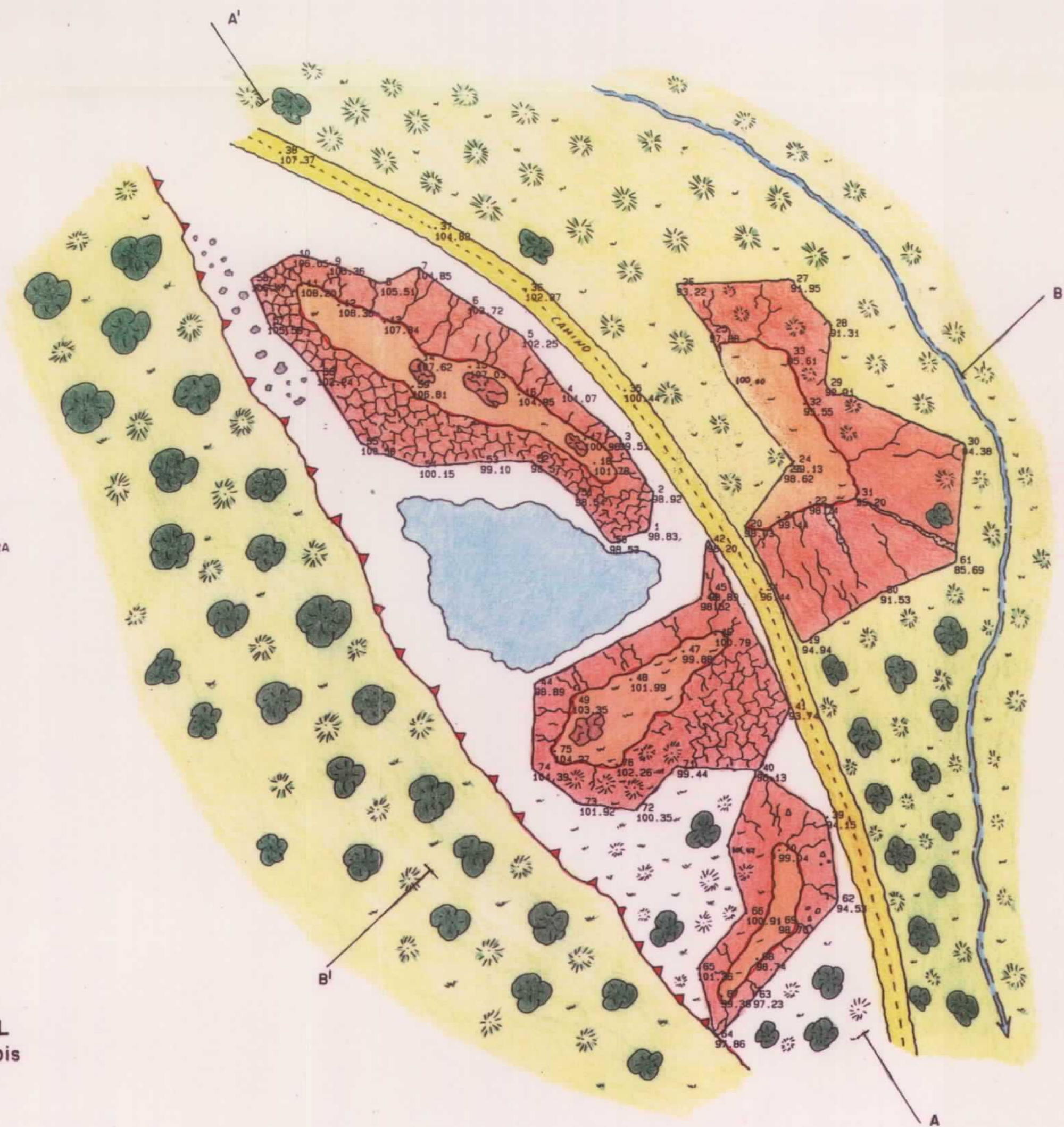
Presencia de una charca en la parte inferior de la corta. Las aguas de escorrentía lavan las superficies de la escombrera dando lugar a formas erosivas de cárcavas y canalizaciones, siendo evacuadas por el camino de acceso.

Al pie de las escombreras, pero alejadas de ellas, transcurre el barranco de Las Lomas.



LEYENDA

-  CORTA
-  BORDE DE LA ESCOMBRERA
-  BORDE TALUD DE LA ESCOMBRERA
-  CARCAVAS Y ACANALAMIENTOS
-  MONTICULOS DE TIERRA
-  ARROYO
-  PISTA
-  PINOS
-  ARBUSTOS
-  HIERBAS
-  CHARCA



**SITUACION ORIGINAL
ESTRUCTURA 4-1 bis**

ESCALA 1/500

ESTABILIDAD

Grietas: No

Erosión: Sí

Cárcavas: Sí

Se observan problemas erosivos con definición de gran cantidad de cárcavas y canalizaciones. Arrastre de finos. En las condiciones actuales las estructuras pueden ser estables.

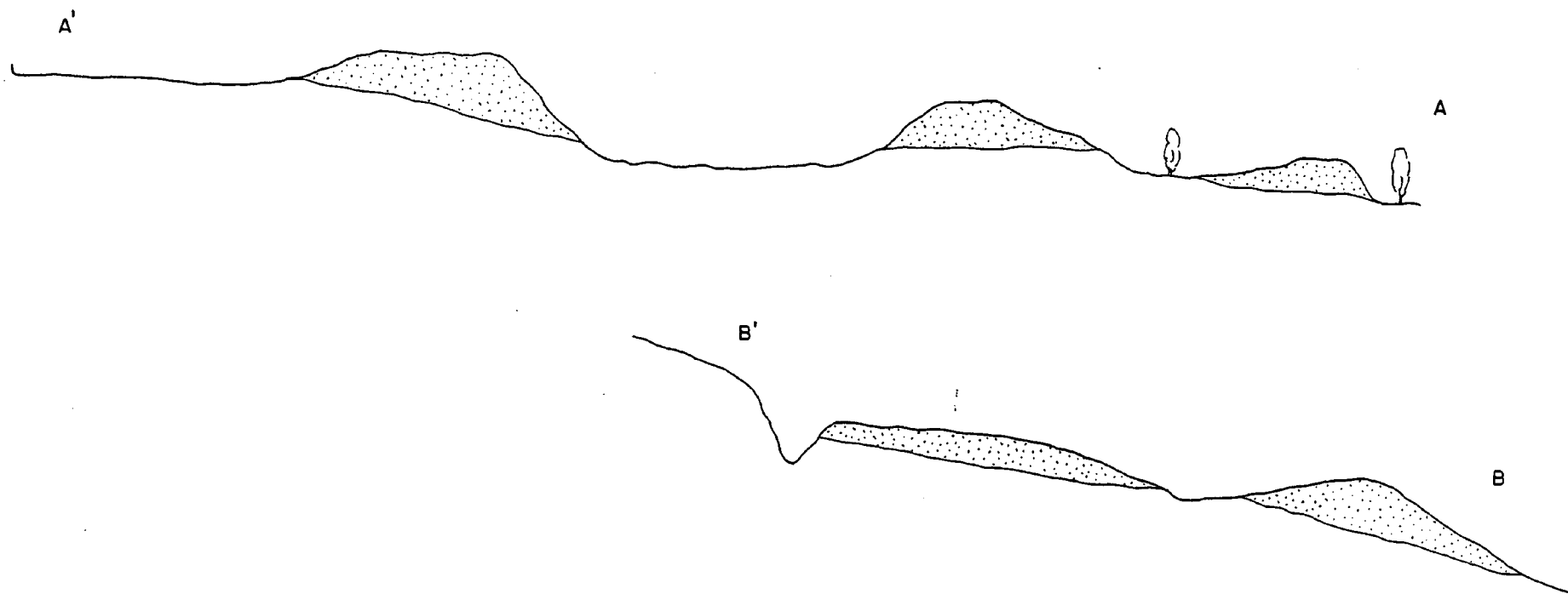
* CALCULOS DE ESTABILIDAD:

Esta escombrera está dividida claramente en dos paquetes de vertidos, y ambos con ángulos de talud muy inferiores al natural, lo que provoca un resultado de coeficientes de seguridad muy altos, máxime si se considera el terreno vertido algo cohesionado ($C' = 0,1$)

Angulo del talud: 1^{er} paquete = 21°, 2^o paquete = 17°

Resultados.

Talud 1 ^{er} paquete	c = 0	F = 1,695-2,065
Talud 1 ^{er} paquete	c = 0,1	F = 1,958-2,215
Talud 2 ^o paquete	c = 0	F = 3,111-4,410
Talud 2 ^o paquete	c = 0,1	F = 4,279-4,448



ESCALA E: 1/500

ALTERACIONES AMBIENTALES

* IMPACTO PAISAJISTICO:

Impacto visual y morfológico. Parcialmente visible desde la carretera de Higuieruelas a La Yesa. Alteración del paisaje medio-alto.

* RED DE DRENAJE:

Presencia de una charca en la zona de explotación, pero el impacto en la red de drenaje es nulo.

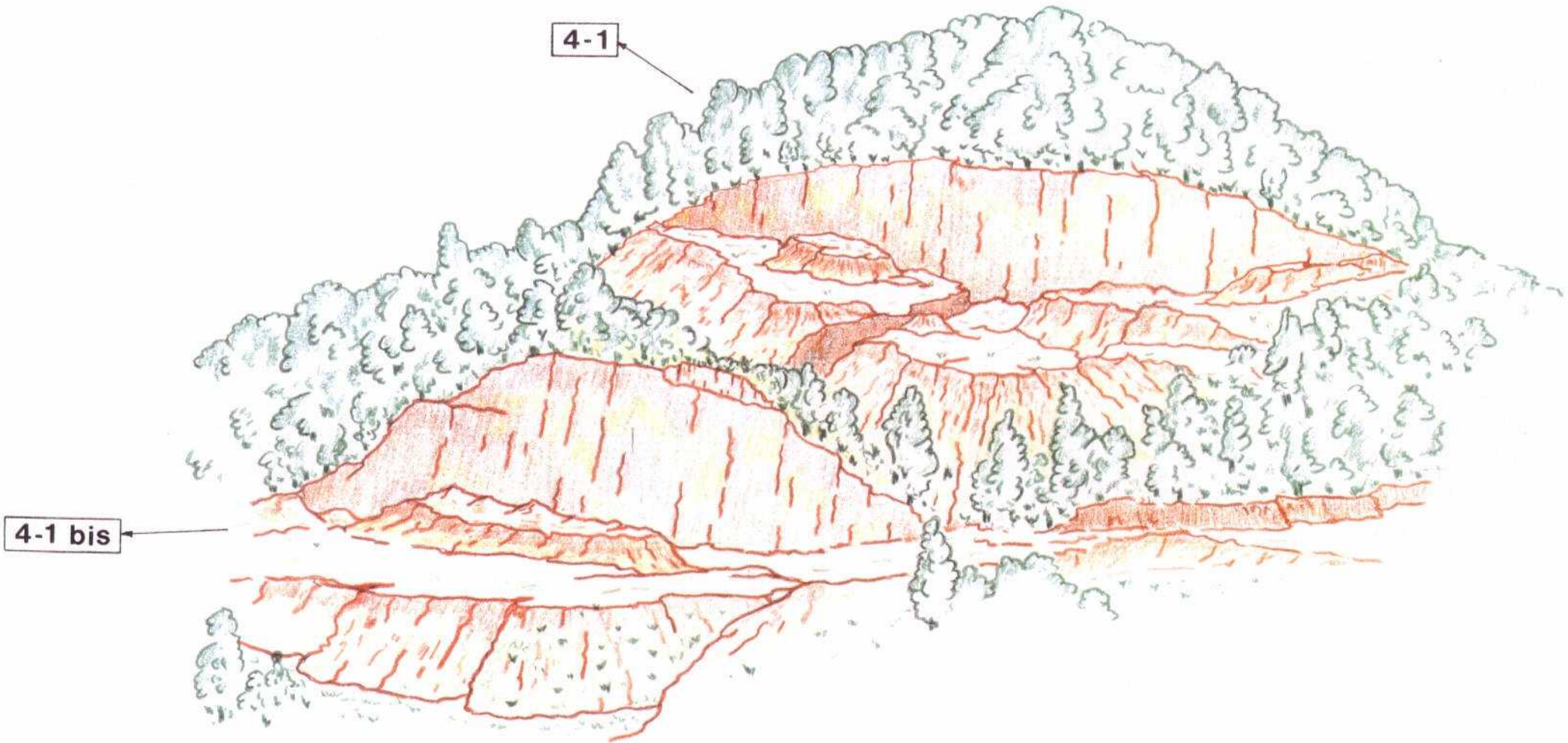
* PROCESOS DE EROSION-SEDIMENTACION, SUELOS Y VEGETACION:

La formación de cárcavas y canalizaciones provocan una erosión en las laderas de las escombreras debido a la falta de una vegetación importante, lo que puede dar lugar a un arrastre de materiales. Se han desarrollado algunas cárcavas y el abarrancamiento del camino de acceso.

MEDIDAS DE RESTAURACION

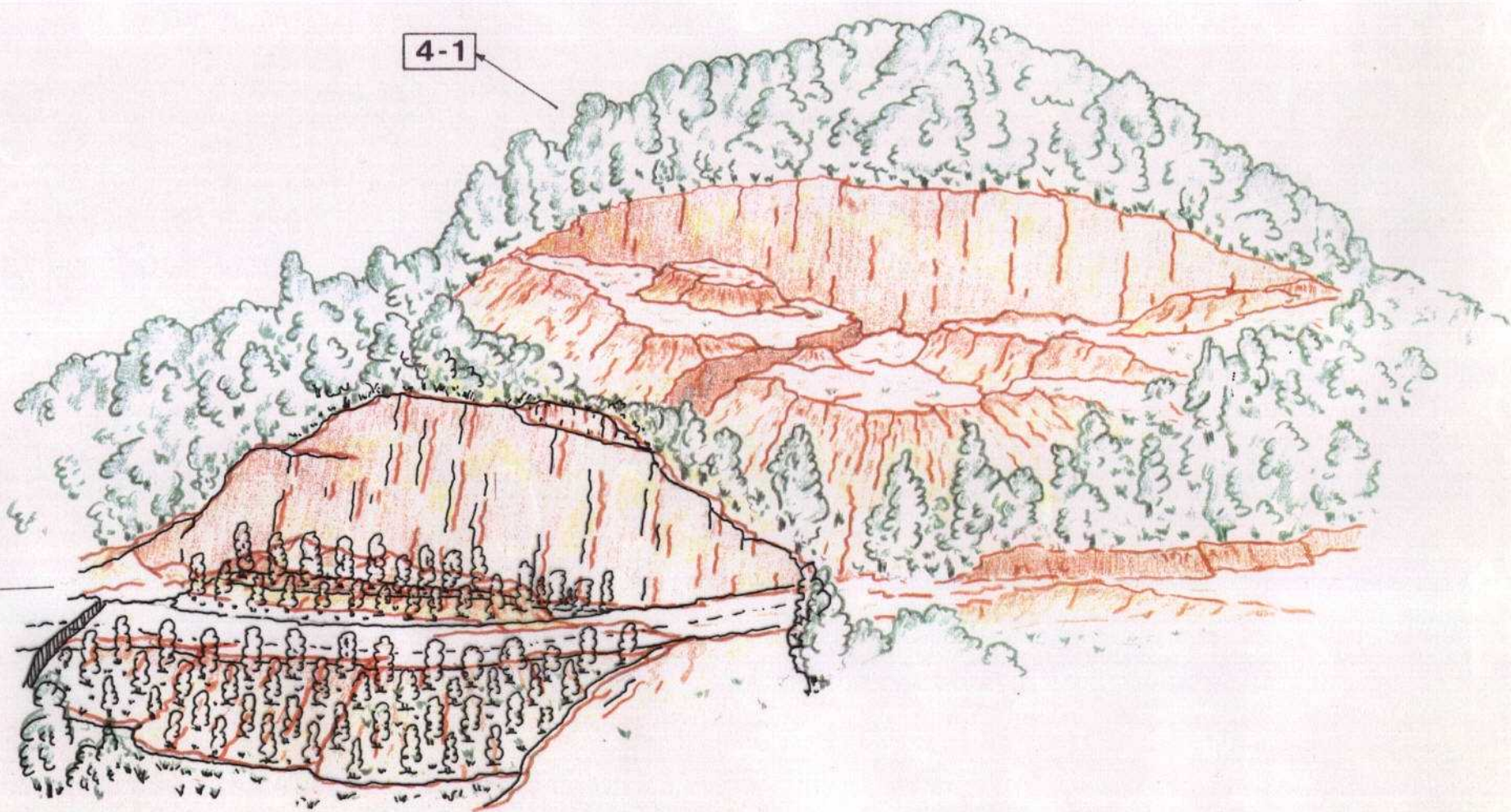
Para la restauración de esta escombrera se proponen las siguientes acciones:

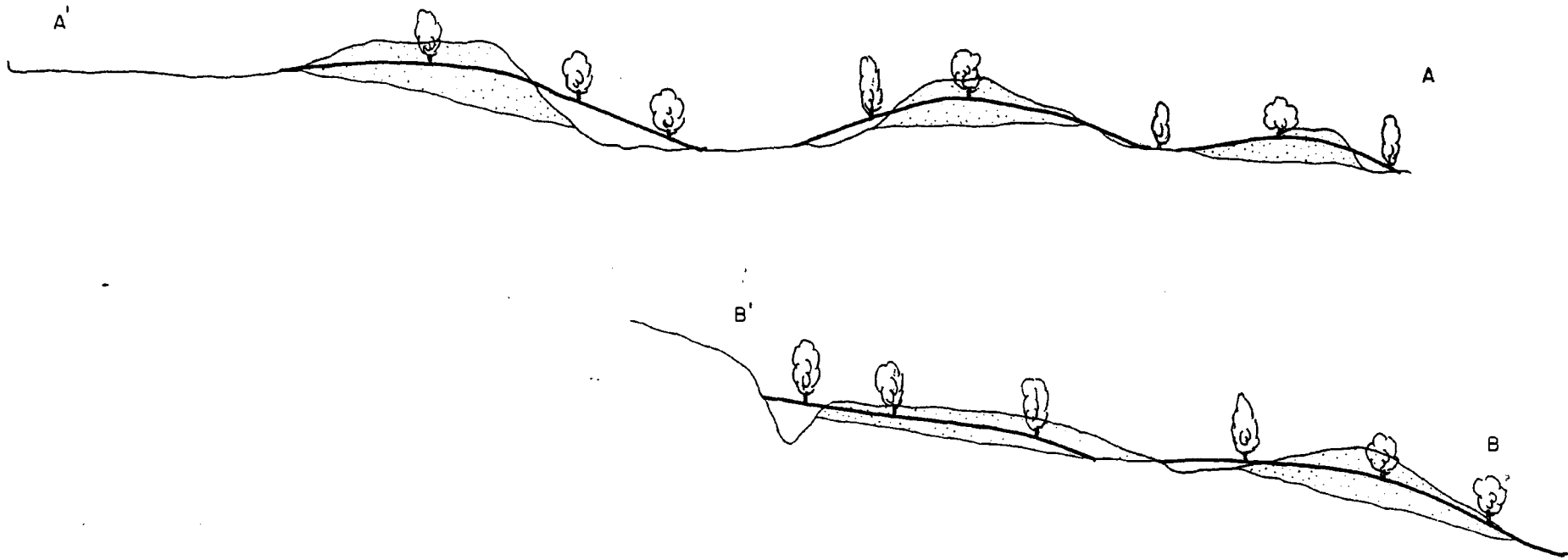
- Allanado de la zona de la plaza de la antigua cantera (ver plano 1:500 adjunto). Se propone remodelar las tres escombreras allí existentes, allanando la zona y vertiendo los materiales en el hueco de la explotación.
- Escarificado y despedregado de la superficie obtenida.
- Perfilado del borde del talud de la cuarta escombrera (ver plano 1:500 adjunto).
- Creación de una cuneta revestida para drenar las aguas acumuladas en el hueco de la antigua explotación.
- Revegetación de la plataforma obtenida con pinos, encinas y arbustos autóctonos, con una densidad de 2.000 piés/ha.
- Revegetación en banquetas del talud de la cuarta escombrera (ver plano 1:500 adjunto), implantando pinos y arbustos autóctonos.



4-1

4-1 bis





ESCALA E 1/500

—— Perfil restaurado
- - - Perfil original

Mediciones y presupuesto

1.- Acondicionamiento del terreno:

- Allanado plataforma:		
	$4.416 \text{ m}^2 \times 15 \text{ pts/m}^2 =$	66.240 pts
- Perfilado borde talud:		
	$47 \text{ m} \times 220 \text{ pts/m} =$	10.340 pts
- Escarificado y despedregado:		
	$4.416 \text{ m}^2 \times 22 \text{ pts/m}^2 =$	97.152 pts
- Creación de cuneta revestida (apertura + revestimiento):		
	$150 \text{ m} \times 1.360 (110 + 1.250) \text{ pts/m}$	204.000 pts

2.- Revegetación

- Plataforma		
	$4.416 \text{ m}^2 \times 75,7 \text{ pts/m}^2$	334.291 pts
- Banquetas en talud:		
	$587 \text{ m}^2 \times 186,5 \text{ pts/m}^2$	109.475 pts

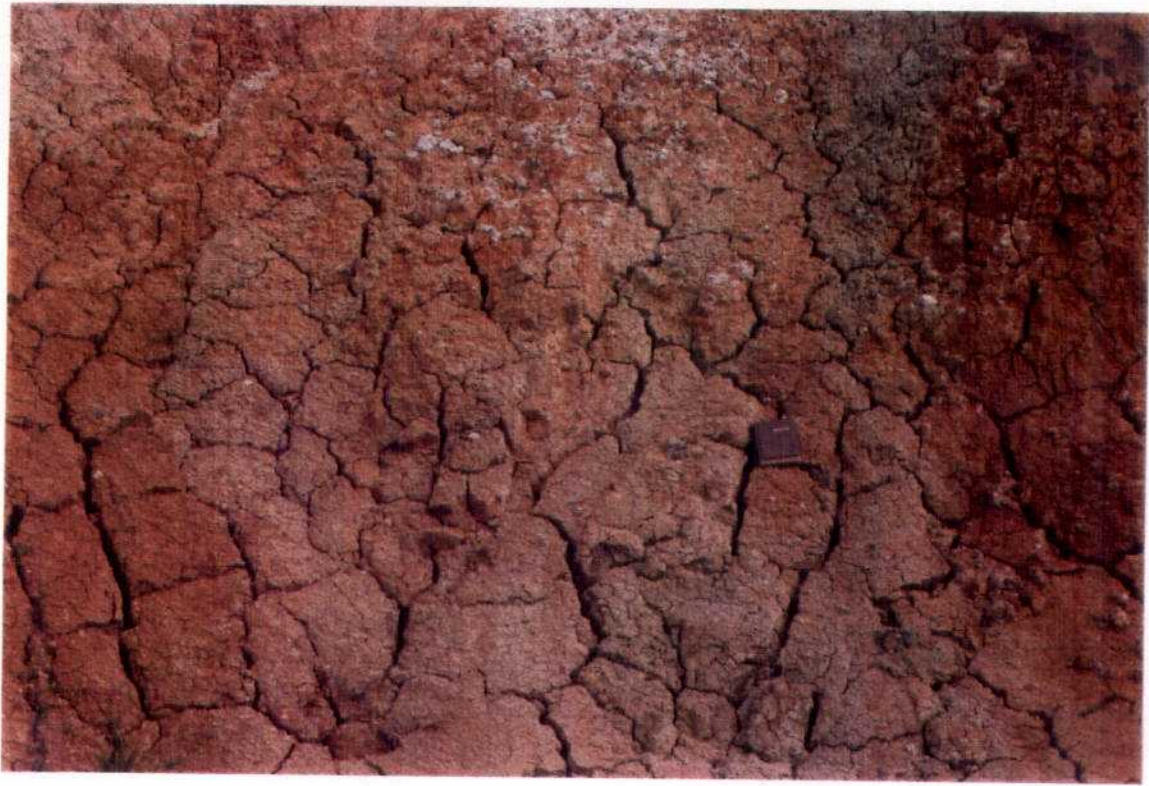
Dirección de Obra	P.A.	350.000 pts
Transporte maquinaria	P.A.	150.000 pts
		<hr/>
SUMA		1.321.498 pts
10% Imprevistos		132.150 pts
		<hr/>
SUMA		1.453.648 pts
22% Gastos Generales y Beneficio Industrial		319.803 pts
		<hr/>
SUMA		1.773.451 pts
12% I.V.A.		212.814 pts
		<hr/>
	<u>TOTAL</u>	1.986.265 pts



Vista general



Vista de corta y escombrera central.



Grietas de desecación en materiales arcillosos en el talud.



Erosión. Formación de barrancos.

ESTRUCTURA N°: 4-9

ESTRUCTURA N°: 4-9

* **CLAVE (I.N.B.E.):** 27264009

* **TIPO DE ESTRUCTURA:** Escombrera

* **DENOMINACION:** C.E. SALVADOR

* **MUNICIPIO:** Higuieruelas

* **PARAJE:** Los Pinares

* **HOJA M.T.N.:** 27-26

* **COORDENADAS U.T.M.:**

X: 683150

Y: 4404850

Z: 700

* **LONGITUD (m):** 180-300

ANCHURA (m): 50-130

ALTURA (m): 20-35

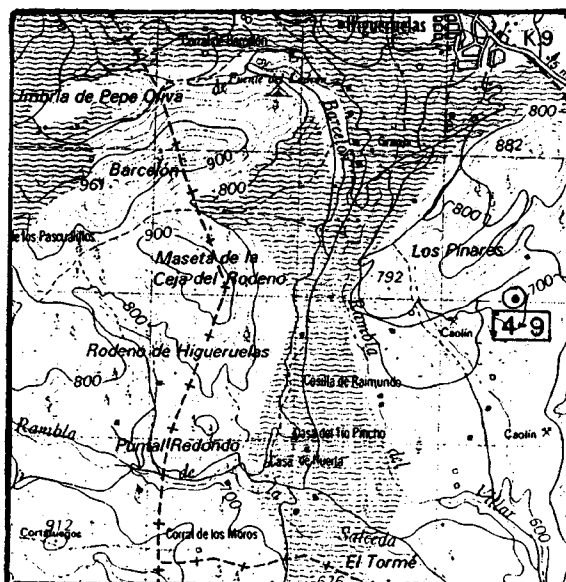
* **SUPERFICIE (m²):** 42.500

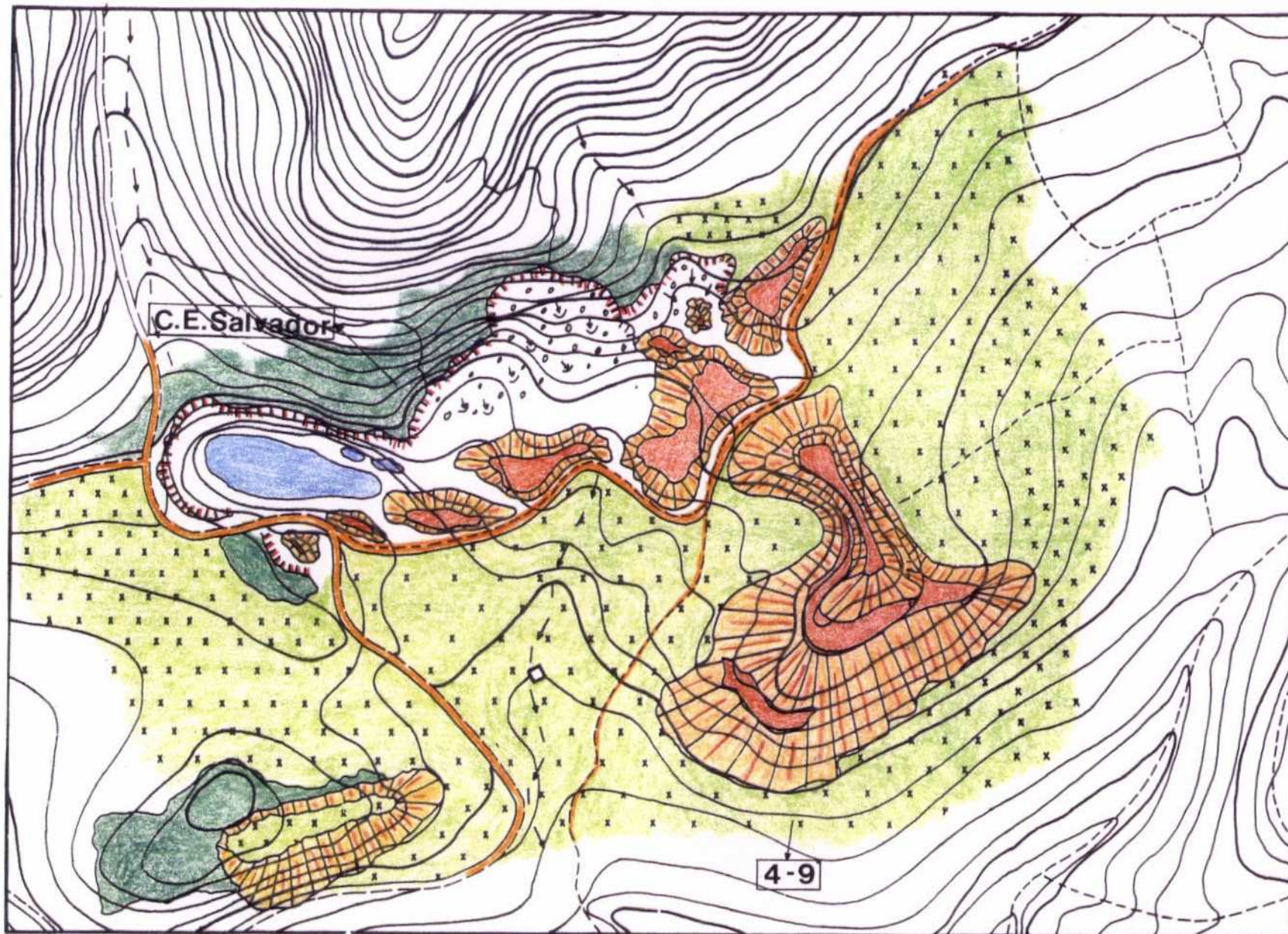
VOLUMEN (m³): 120.000

TALUDES (°): 35-40

* **TIPOLOGIA:** En llanura.

*** CROQUIS DE SITUACION**





LEYENDA

-  DESPRENDIMIENTOS
-  PISTA
-  CORTA
-  ESCOMBRERA
-  BOSQUE Y ARBUSTOS
-  CULTIVOS (FRUTALES)
-  LAGUNA
-  CURSO DE AGUA

C. E. Salvador

Estructura 4-9

Escala 1:5.000

DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA

* ENTORNO:

Está situada en las inmediaciones de las labores de C.E. Salvador. El entorno es una zona agrícola y forestal, por lo que destaca mucho sobre el paisaje que la rodea.

* MORFOLOGIA:

Escombrera de gran tamaño presentando diferentes etapas de crecimiento con formas escalonadas y aplanadas en su parte superior.

* COMPOSICION LITOLOGICA Y GRANULOMETRICA:

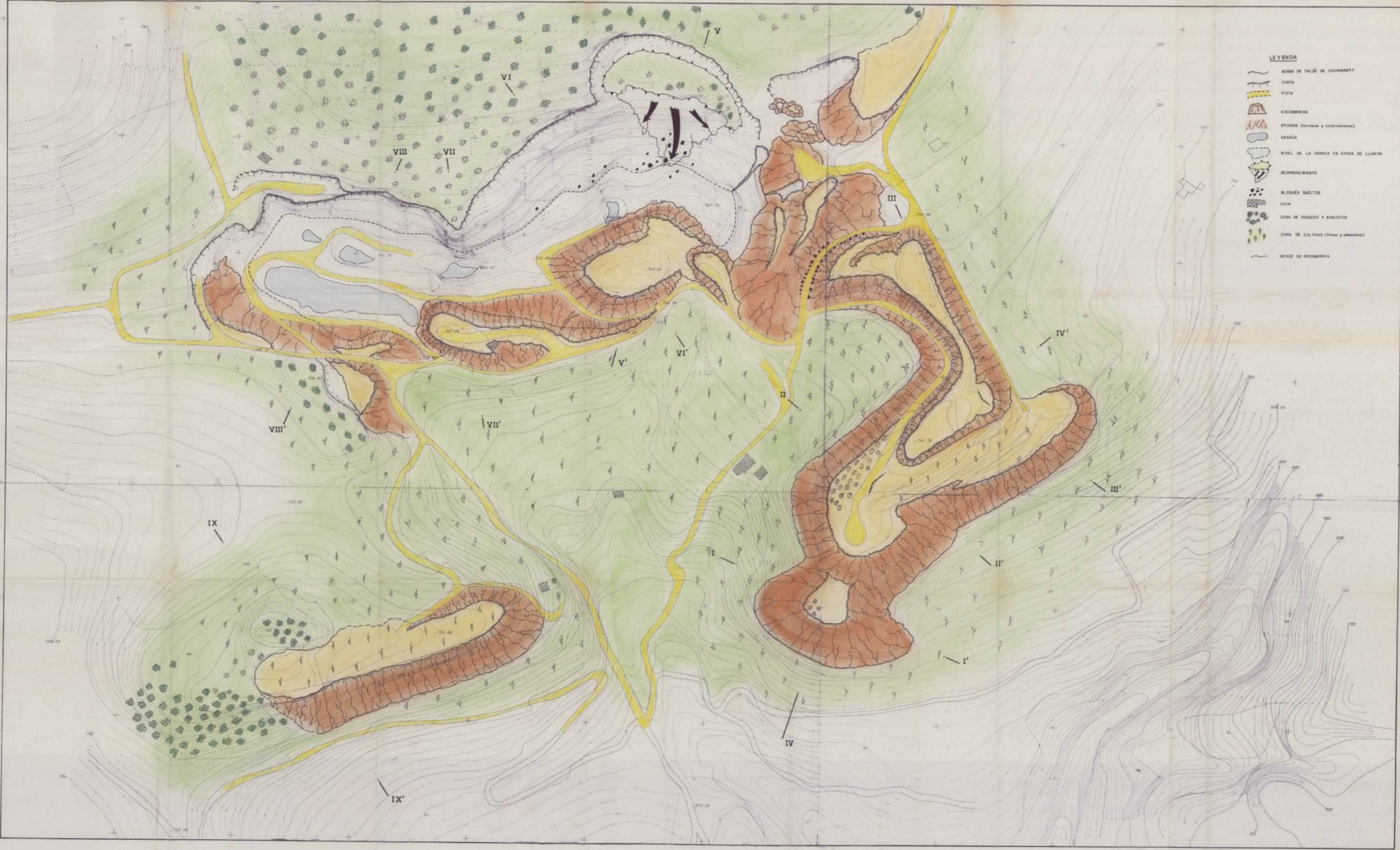
Arcillas, arenas y arenas-caoliníferas de grano fino. Presencia de bloques calcáreos al pié de los taludes.

* IMPLANTACION:

- **Naturaleza del sustrato:** Arcillas limolíticas con intercalaciones de areniscas de tonalidades claras (caolín) pertenecientes a la facies Weald.
- **Pendiente del sustrato:** Muy baja (5-10°).
- **Recubrimiento del sustrato:** Arcillas y suelo vegetal de baja permeabilidad.

* HIDROLOGIA Y DRENAJE:

Las aguas de escorrentía lavan las superficies de la escombrera dando lugar a formas erosivas de cárcavas y canalizaciones. Su emplazamiento no afecta a la red de drenaje existente, que consiste en dos vaguadas al Este y Oeste de la escombrera.



LEYENDA

-  BORDE DE TALUD DE ESCOMBRERA
-  CORTA
-  PISTA
-  ESCOMBREA
-  EROSION (Cavetas y taluderos)
-  CHARCA
-  NIVEL DE LA CHARCA EN EPOCA DE LLUVIAS
-  DESPINDIMIENTO
-  BLOQUES SUELTOS
-  CASA
-  ZONA DE BOSQUES Y ARBUSTOS
-  ZONA DE CULTIVOS (Maiz y frijol)
-  BORDE DE ESCOMBREA

ESTABILIDAD

Grietas: Sí

Erosión: Sí

Cárcavas: Sí

La presencia de cárcavas y canalizaciones afectan a la estabilidad de la superficie del talud. Aparecen de forma aislada algunas grietas de tracción en la cabeza del mismo.

* CALCULOS DE ESTABILIDAD:

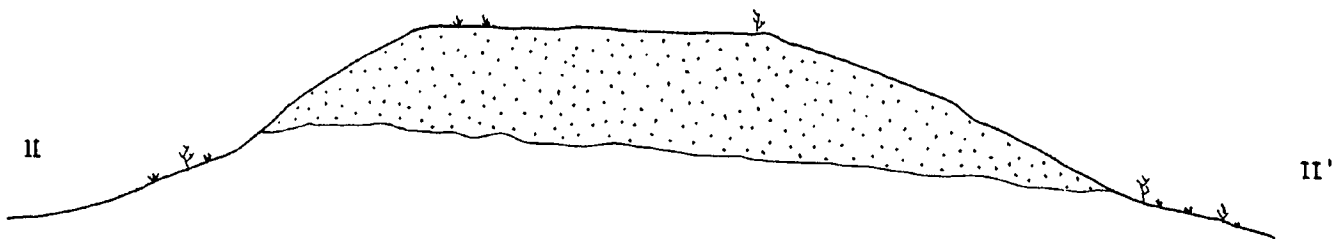
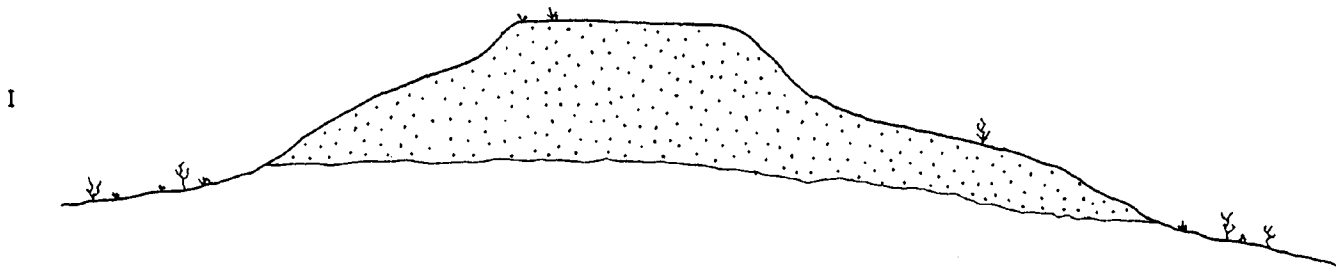
Presenta dos terrazas claramente diferenciadas. Se ha estudiado el deslizamiento, tanto en la terraza inferior como en el conjunto de las dos existentes.

Asimismo, se han considerado valores de la cohesión del relleno distintos ($c' = 0$; $c' = 0,1$).

Angulo talud = 1ª terraza = 39° 2ª terraza = 25°

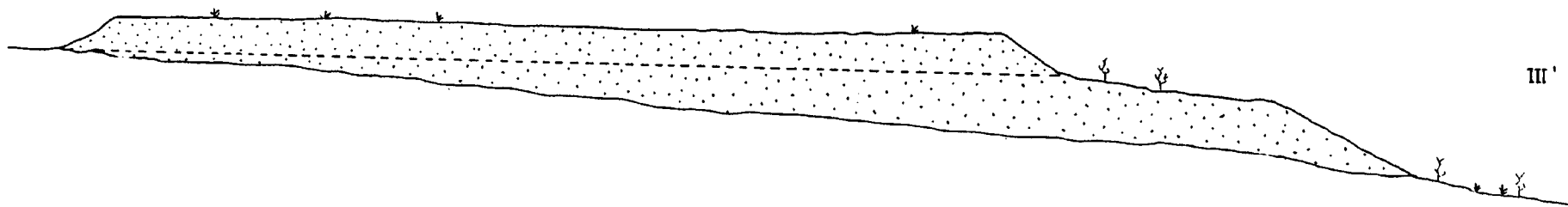
Resultados:

1ª terraza	$c = 0$	$F = 0,824-0,894$
1ª terraza	$c = 0,1$	$F = 0,942-0,972$
General	$c = 0$	$F = 1,336-1,810$
General	$c = 0,1$	$F = 1,373-1,862$



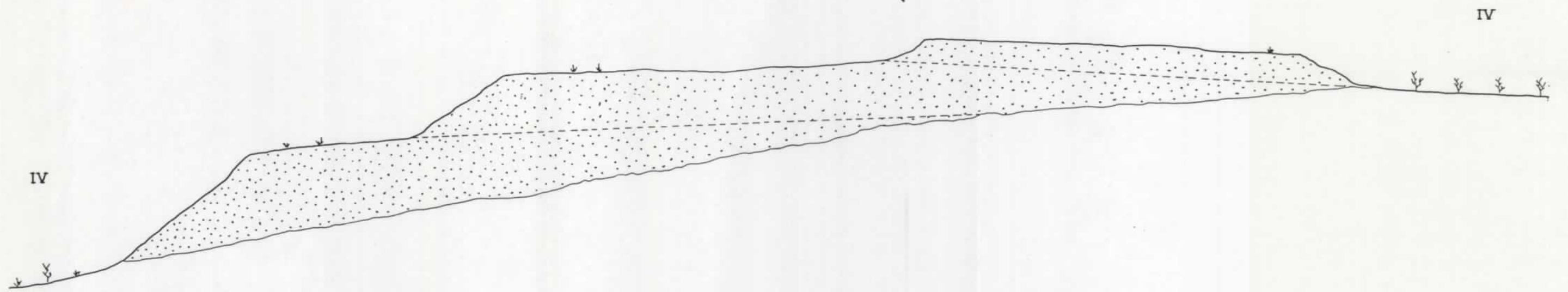
ESCALA E. 1/1.000

III



III'

ESCALA E. 1/1.000



ESCALA E. 1/1.000

ALTERACIONES AMBIENTALES

*** IMPACTO PAISAJISTICO:**

Impacto visual y paisajístico muy importante debido al volumen y color que presenta la estructura en relación al entorno donde se encuentra.

*** RED DE DRENAJE:**

No afecta a la red de drenaje.

*** PROCESOS DE EROSION-SEDIMENTACION, SUELOS Y VEGETACION:**

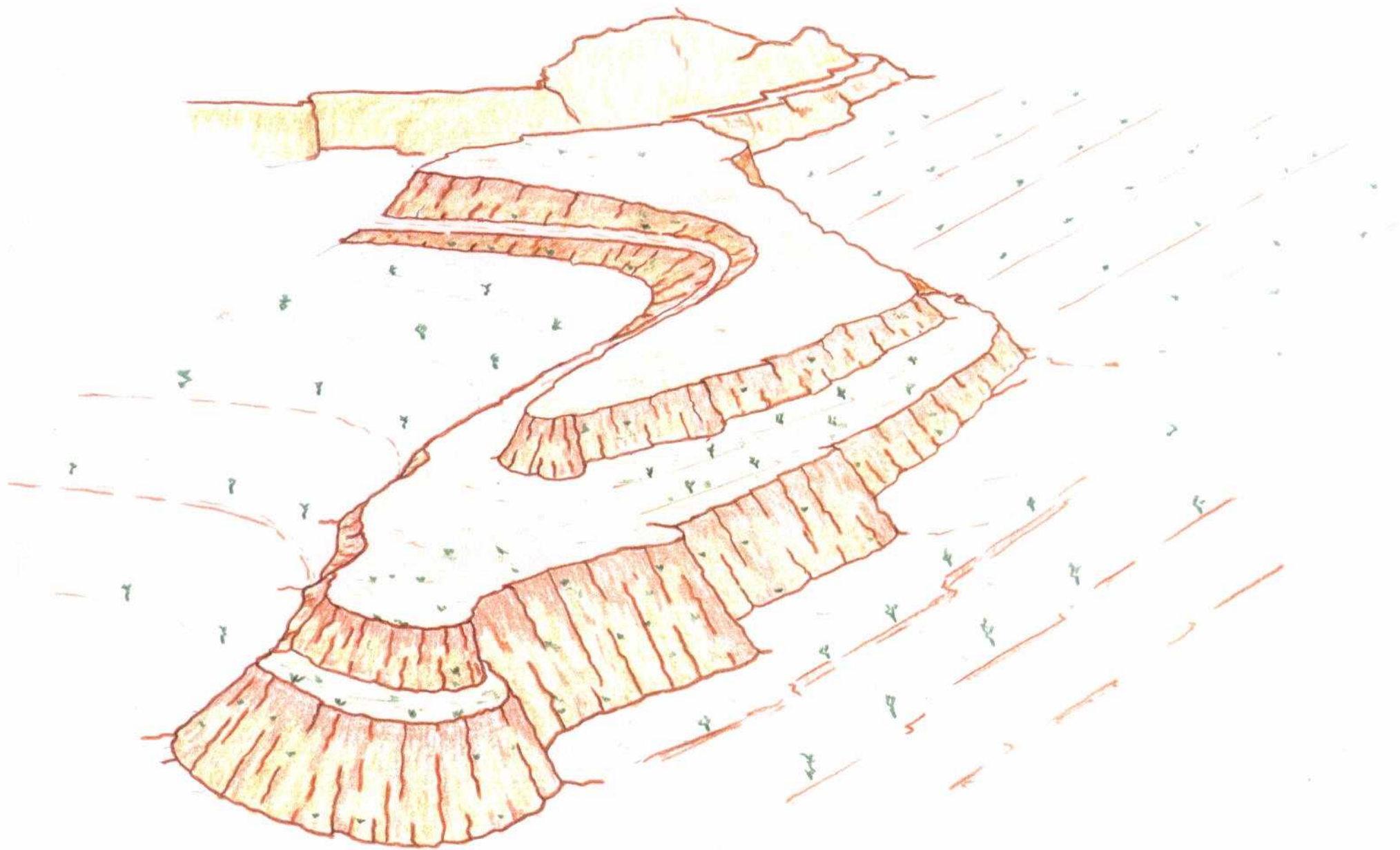
La erosión de taludes produce una sedimentación de arenas y lodos en los campos agrícolas circundantes.

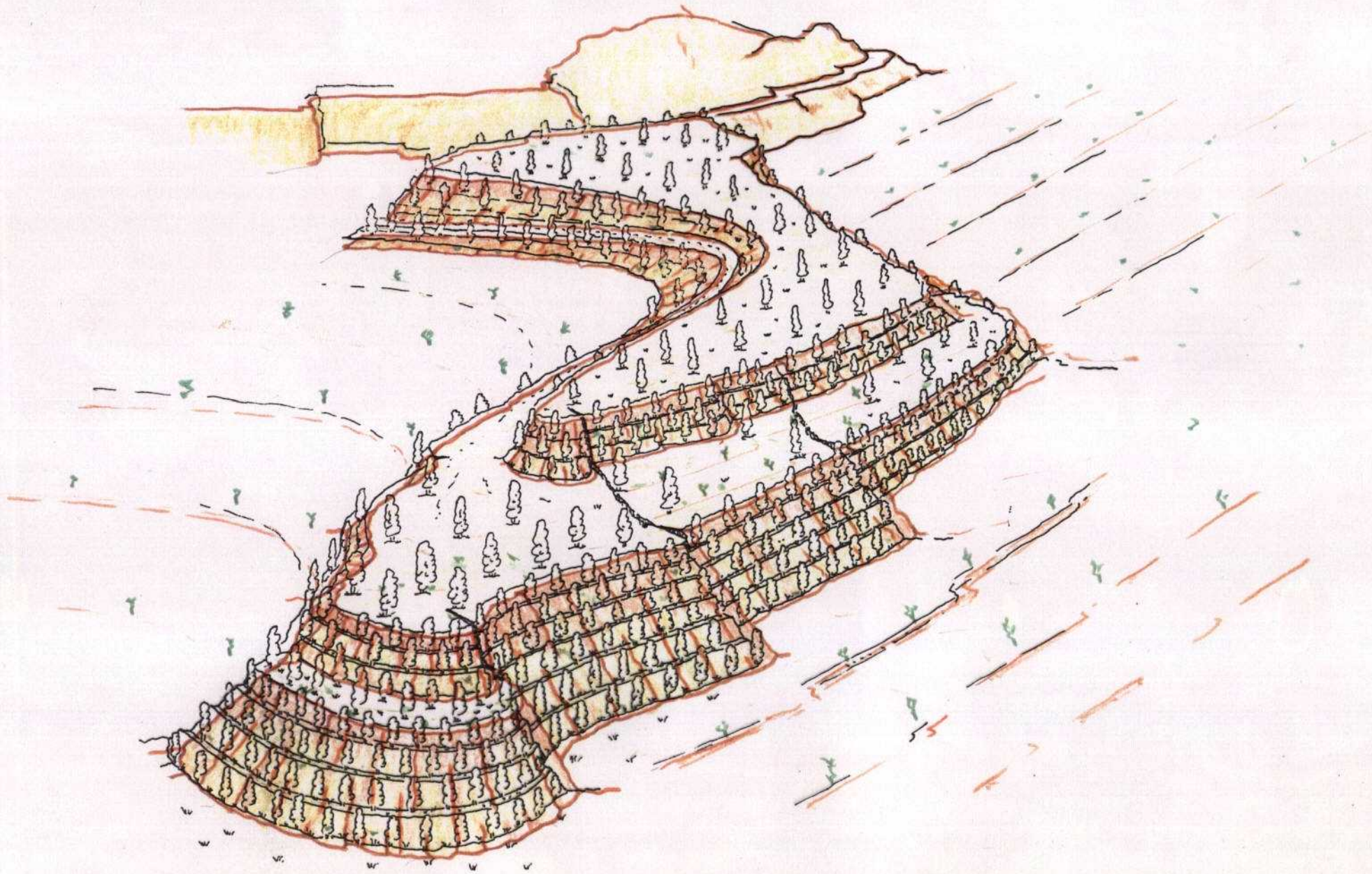
La estructura ha invadido en parte una zona agrícola situada en las inmediaciones.

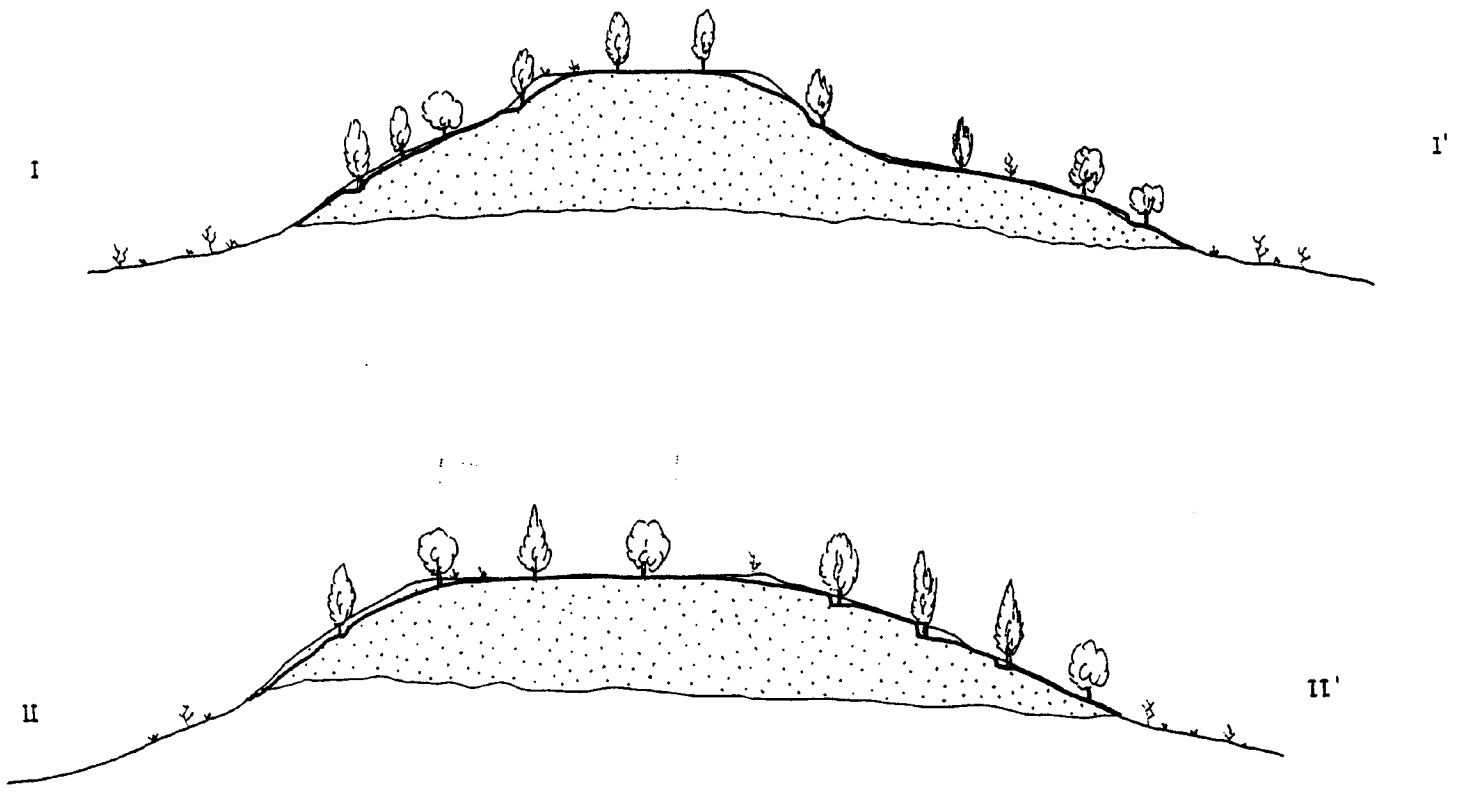
MEDIDAS DE RESTAURACION

Para la restauración de esta escombrera se proponen las siguientes acciones:

- Allanado de las tres plataformas existentes.
- Perfilado del borde del talud.
- Escarificado y despedregado de las plataformas.
- Apertura de bancos en talud, con una separación de 5 m.
- Creación de cunetas revestidas que recojan las aguas de escorrentía de la plataforma y las conduzcan sobre el talud, sin erosionar ni afectar a éste.
- Revegetación de las plataformas con pinos, encinas y arbustos autóctonos con una densidad de 2.000 piés/ha.
- Revegetación de los bancos creados con pinos y arbustos autóctonos.

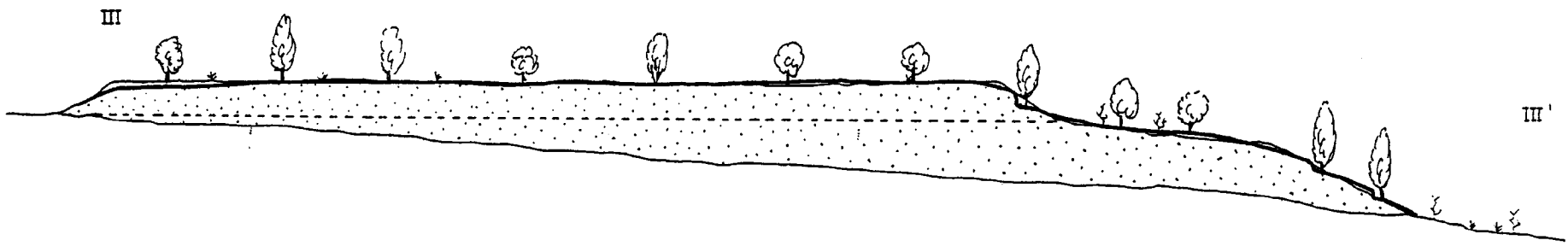






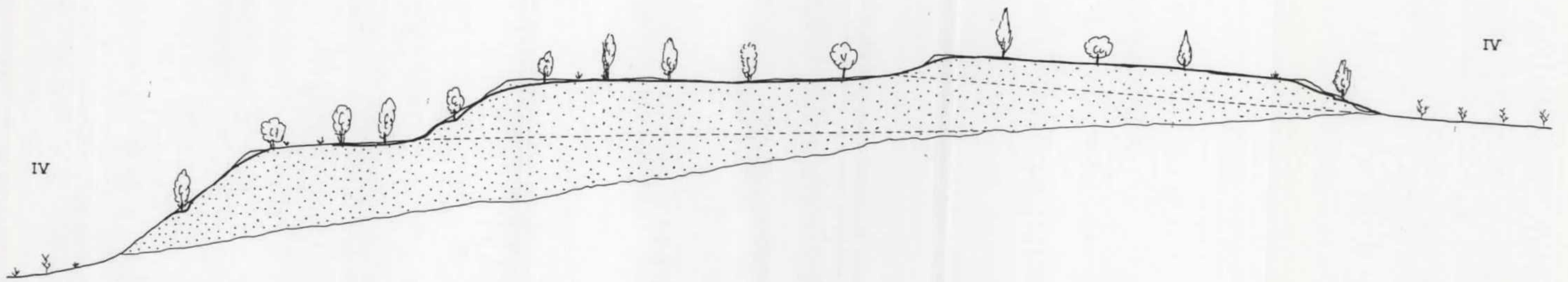
ESCALA E. 1/1.000

——— Perfil restaurado
 - - - - Perfil original



ESCALA E. 1/1.000

—— Perfil restaurado
—— Perfil original



—— Perfil restaurado
—— Perfil original

ESCALA E. 1/1.000

Mediciones y presupuesto

1.- Acondicionamiento del terreno

- Allanado de plataformas:		
	6.332 m ² x 15 pts/m ² =	94.980 pts
- Perfilado borde del talud:		
	1.484 m x 220 pts/m =	326.480 pts
- Escarificado y despedregado:		
	6.332 m ² x 22 pts/m ² =	139.304 pts
- Apertura de bancos en talud:		
	3.670 m x 284 pts/m =	1.042.280 pts
- Creación de cuneta revestida (apertura + revestimiento):		
	150 m x 1.360 (110 + 1.250) pts/m =	204.000 pts

2.- Revegetación

- Plataforma:		
	6.332 m ² x 75,7 pts/m ² =	479.332 pts
- Bancos:		
	3.670 m x 189,25 pts/m =	694.547 pts

Dirección Obra	P.A.	350.000 pts
Transporte maquinaria	P.A.	150.000 pts
		<hr/>
SUMA		3.480.923 pts
10% Imprevistos		348.092 pts
		<hr/>
SUMA		3.829.015 pts
22% Gastos Generales y Beneficio Industrial		842.383 pts
		<hr/>
SUMA		4.671.398 pts
12% I.V.A.		560.568 pts
		<hr/>
<u>TOTAL</u>		5.231.966 pts



Entorno y vista general



Zona de cultivos al pié de la escombrera.

C.E. SALVADOR

C.E. SALVADOR

* TIPO DE ESTRUCTURA: Labores Abandonadas

* DENOMINACION: C.E. SALVADOR

* MUNICIPIO: Higuieruelas

* PARAJE: Los Pinares

* HOJA M.T.N.: 27-26

* COORDENADAS U.T.M.:

X: 68325

Y: 4405

Z: 720

* LONGITUD (m): 450

ANCHURA (m): 75

ALTURA (m): 20-40

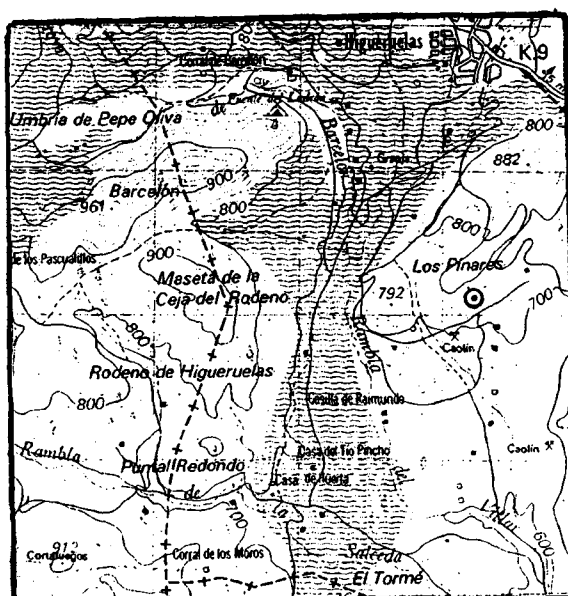
* SUPERFICIE (m²):

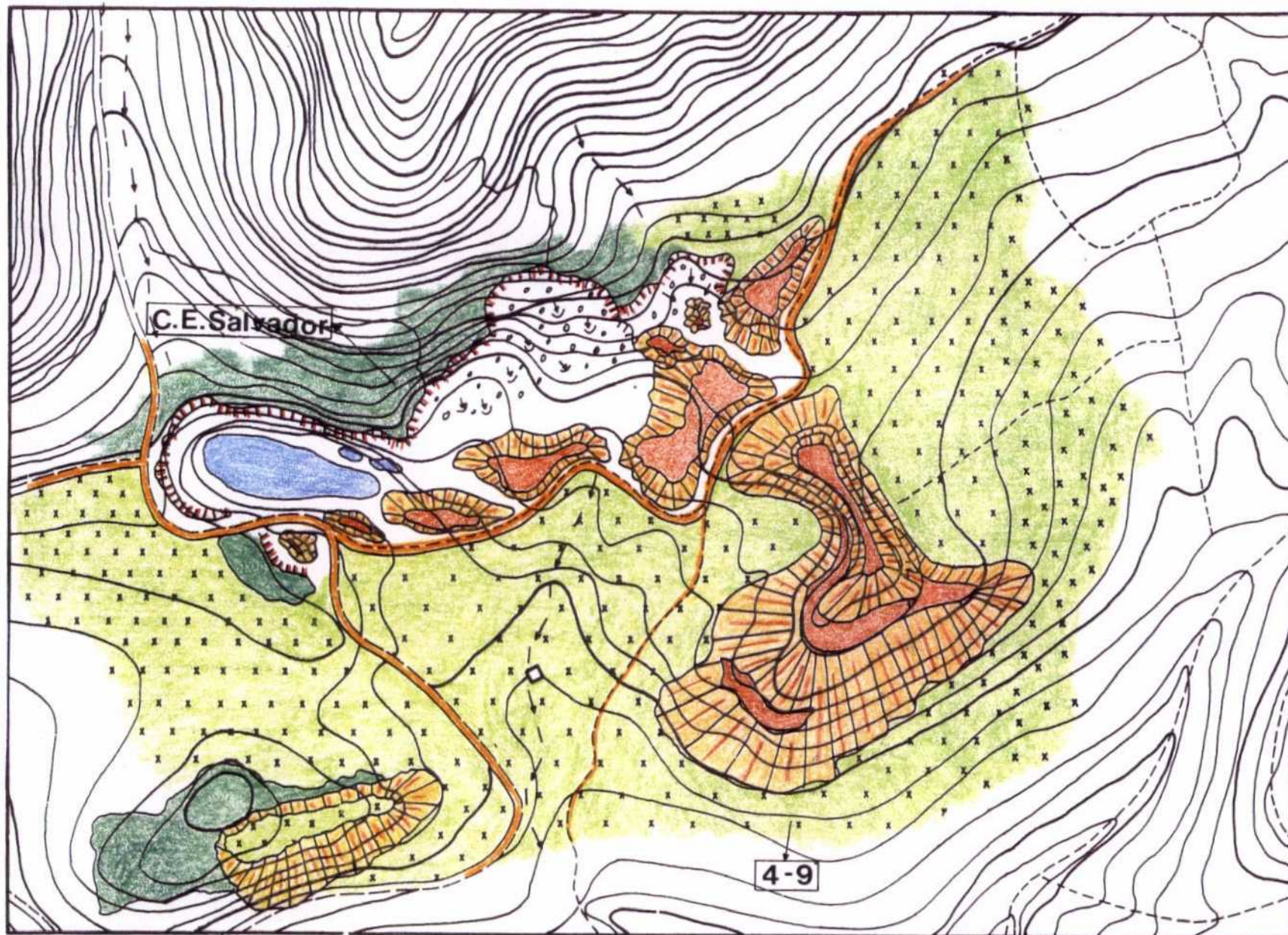
VOLUMEN (m³):

TALUDES (°): 75-90°

* TIPOLOGIA: Corta en ladera con varios frentes y los fondos de los huecos ocupados por charcas.

* CROQUIS DE SITUACION





LEYENDA

-  DESPRENDIMIENTOS
-  PISTA
-  CORTA
-  ESCOMBRERA
-  BOSQUE Y ARBUSTOS
-  CULTIVOS (FRUTALES)
-  LAGUNA
-  CURSO DE AGUA

C. E. Salvador
Estructura 4-9

Escala 1:5.000

DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA

*** ENTORNO:**

La explotación se encuentra en el cambio de pendiente entre una ladera con abundante población de pinos y una zona llana ocupada por cultivos agrícolas.

*** MORFOLOGIA:**

Cantera en ladera con varios frentes de 20-40 m. de altura. La parte baja de los huecos se encuentra inundada por aguas procedentes de una surgencia.

*** GEOLOGIA:**

Las labores se desarrollan en el techo de la formación detrítica de facies Weald-Utrillas, dejando una montera de calizas del Cenomanense que da lugar a deslizamientos importantes.

*** HIDROLOGIA Y DRENAJE:**

Las labores cortan niveles acuíferos, sin que exista un drenaje suficiente, lo que ocasiona la creación de encharcamientos importantes.

ESTABILIDAD

Grietas:

Erosión:

Cárcavas:

* CALCULOS DE ESTABILIDAD:

En el perfil V-V', se ha considerado la presencia de agua, en forma de nivel freático declinante, que afecta a la zona inferior del talud.

Su ángulo de talud, superior a los 45° , hace de dicho perfil el más inestable del grupo.

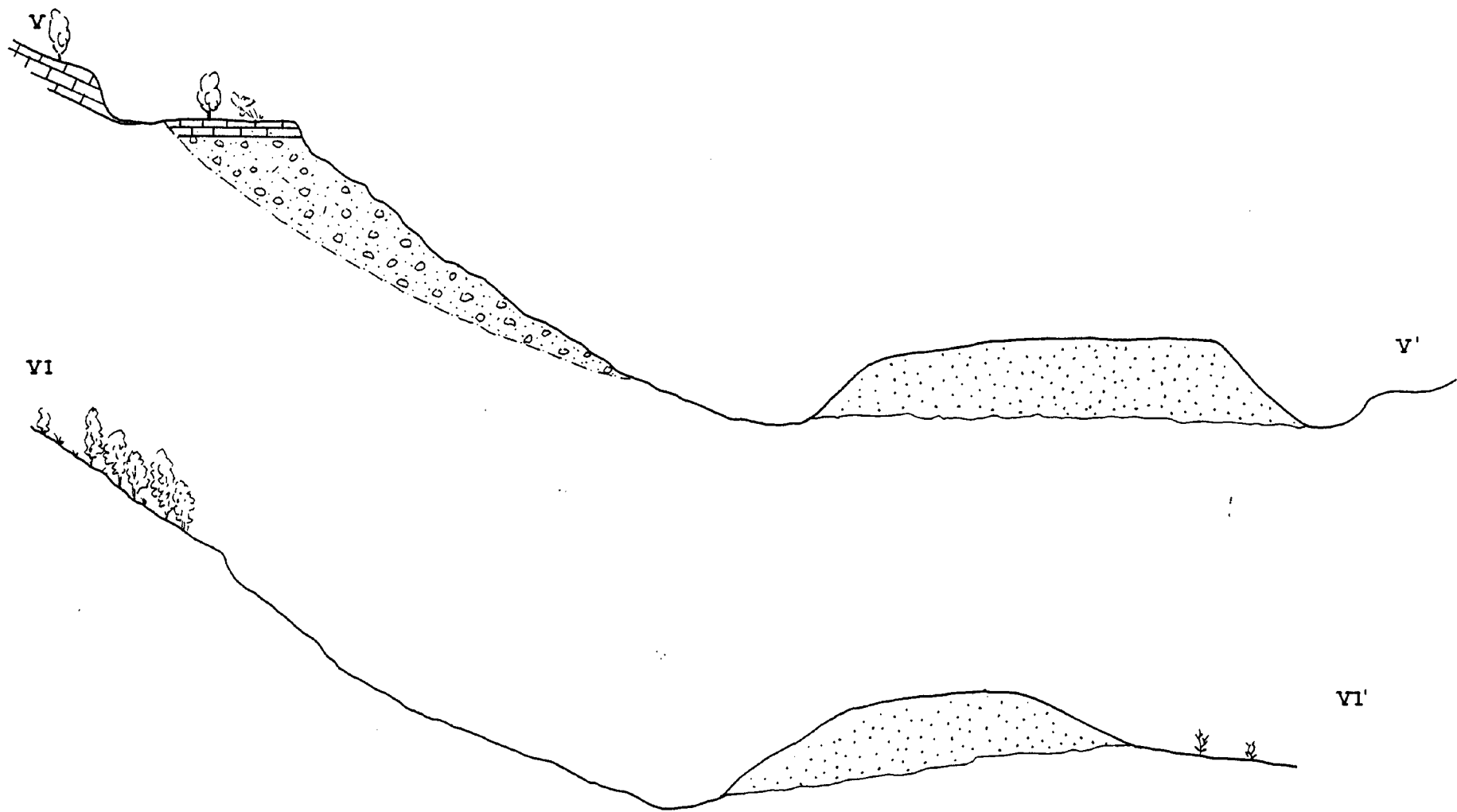
En el perfil VI también se ha considerado el factor agua, como nivel freático declinante en la zona inferior del talud. Al ser éste más tendido que en el caso anterior, aproximándose al natural, el coeficiente de seguridad de deslizamiento se encuentra más cercano a la unidad.

Angulo de talud: perfil V-V' = 48° perfil VI-VI' = 37°

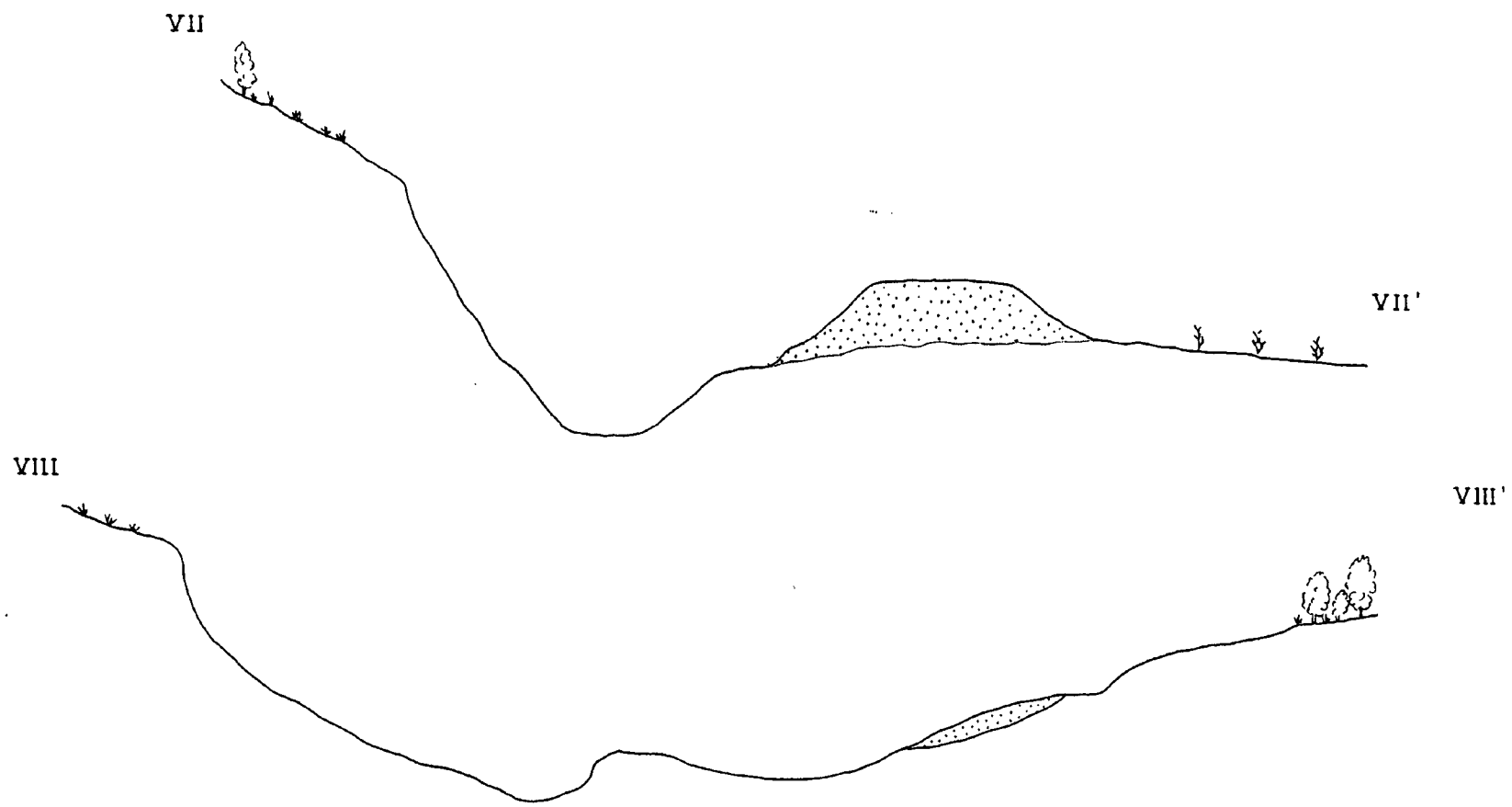
Resultados:

General Perfil V-V'	c = 0	F = 0,578-0,761
General Perfil V-V'	c = 0,1	F = 0,837-0,976
General Perfil VI-VI'	c = 0	F = 0,834-0,917
General Perfil VI-VI'	c = 0,1	F = 1,016-1,141

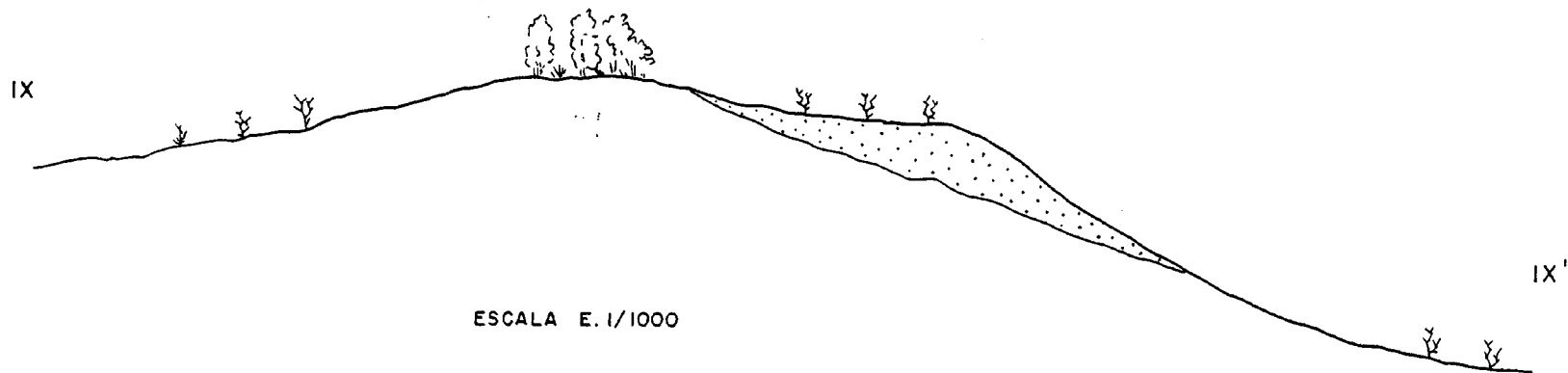
Dado que el perfil más representativo es el VI-VI', la estructura es estable pero solo estrictamente.



ESCALA E. 1/1000



ESCALA E. 1/1000



ESCALA E. 1/1000

ALTERACIONES AMBIENTALES

* IMPACTO PAISAJISTICO:

Muy importante al resaltar los frentes de areniscas blancas sobre el paisaje forestal que la rodea.

* RED DE DRENAJE:

No afecta a la red de drenaje, pero sí a los sistemas acuíferos, pues las labores han cortado el nivel piezométrico quedando encharcada.

La altura del nivel de agua sube en épocas de lluvias.

* PROCESOS DE EROSION-SEDIMENTACION, SUELOS Y VEGETACION:

No son importantes.

Se produce la destrucción de masa forestal y la ocupación de suelo agrícola.

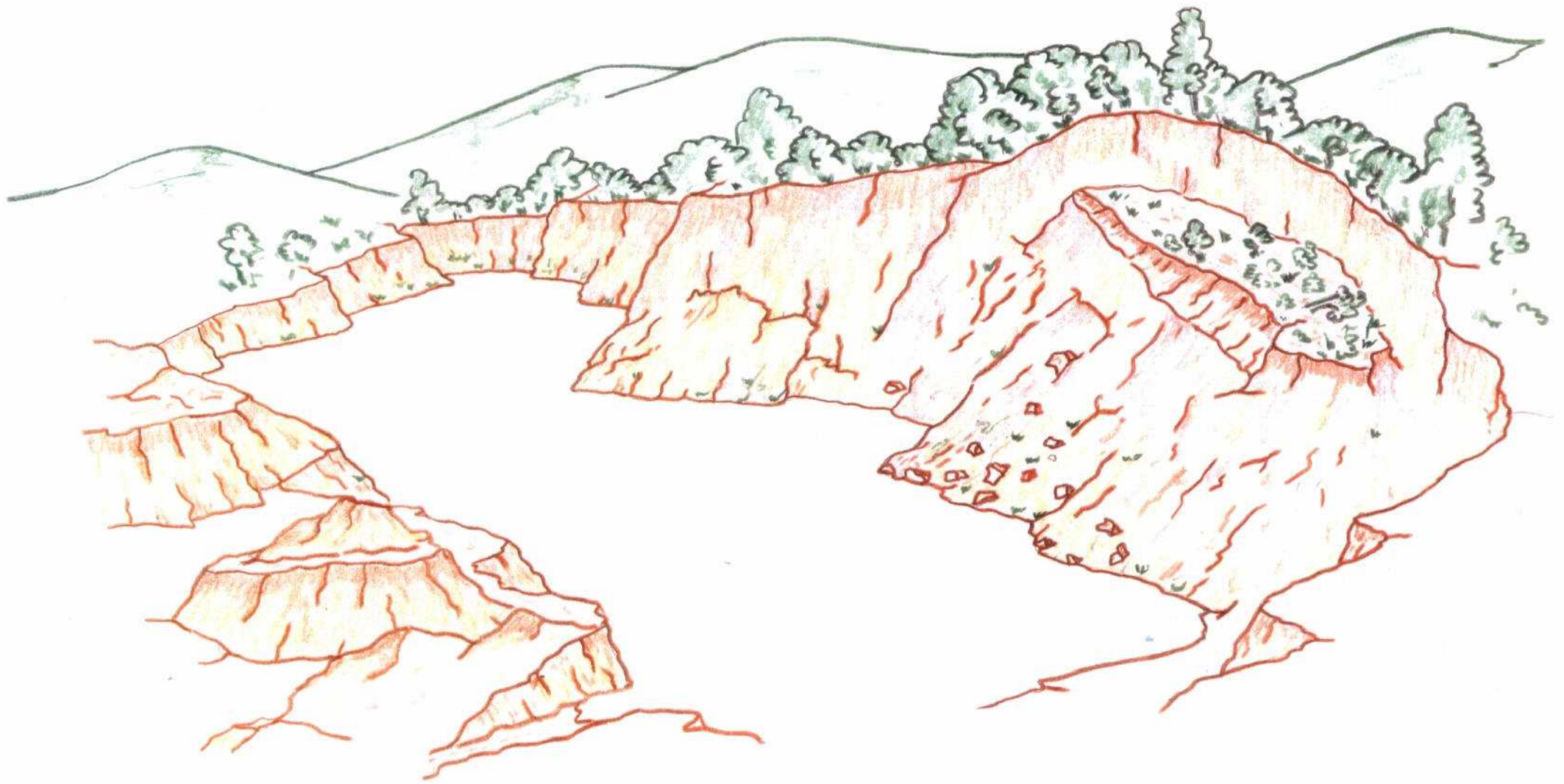
MEDIDAS DE RESTAURACION

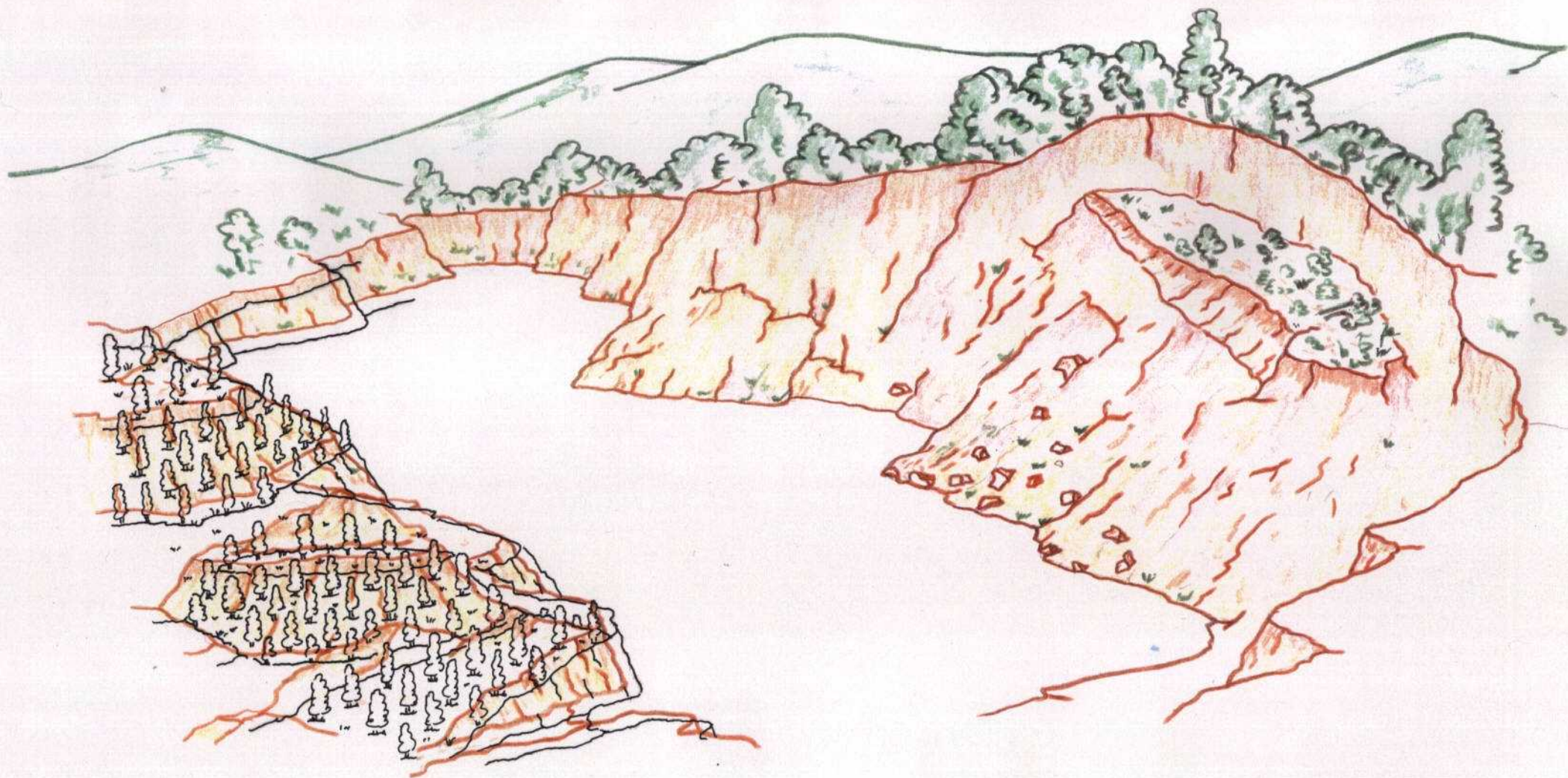
Las medidas de restauración propuestas para esta zona se limitan a la remodelación y revegetación de las escombreras existentes en la parte meridional del hueco de la explotación (ver plano 1: 1.000 adjunto), que forman una pantalla visual que enmascara la presencia de dicho hueco.

En el resto de las estructuras (hueco y frente septentrional), las medidas razonables de restauración se consideran inviables, pues el citado frente presenta una inestabilidad muy acusada con deslizamientos importantes y zonas de desprendimientos. Una restauración adecuada implicaría el descabezamiento del talud, con un importante movimiento de tierras y la destrucción del bosque allí existente, o la creación de un muro de contención en la base, de mampostería u hormigón, que supondría un coste muy elevado.

Por tanto las medidas de restauración propuestas son las siguientes:

- Allanado de las plataformas de las escombreras.
- Remodelado del perfil del talud de las escombreras 4 y 5 (ver plano 1:1.000 adjunto), reduciéndolo a una pendiente de 25-30°, aumentando así el coeficiente de seguridad de las estructuras.
- Perfilado de los bordes de los taludes de las restantes escombreras.
- Apertura de bancos en los taludes.
- Revegetación de plataformas con pinos, encinas y arbustos autóctonos, con una densidad de 2.000 piés/ha.
- Revegetación de bancos con pinos y arbustos autóctonos.

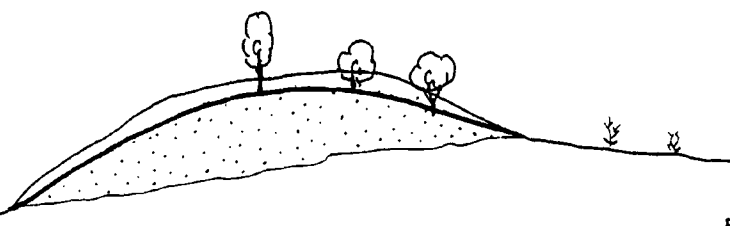
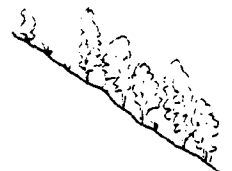






VI

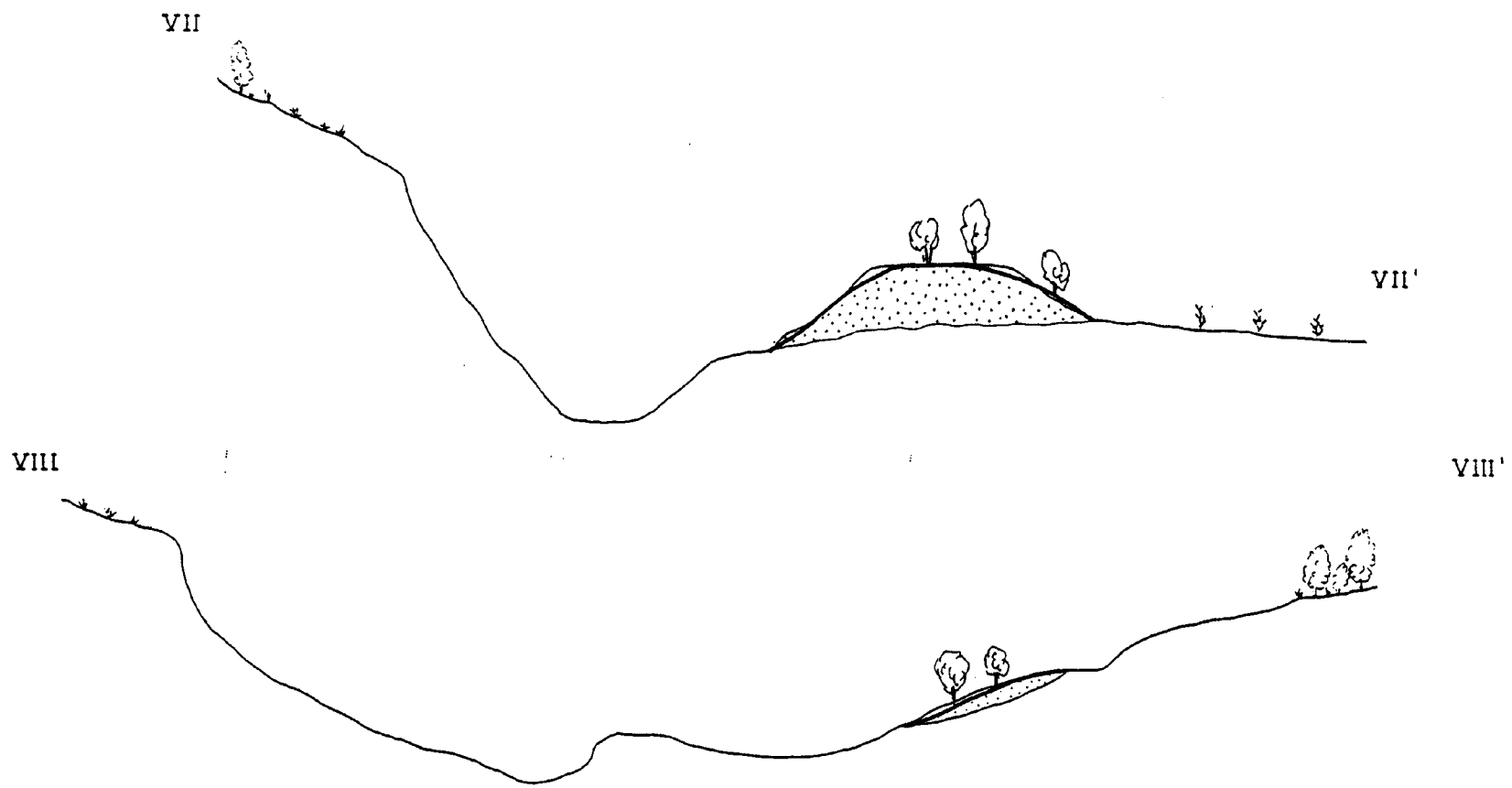
V'



VI'

ESCALA E. 1/1000

— Perfil restaurado
 — Perfil original



ESCALA E. 1/1.000

—— Perfil restaurado
- - - Perfil original

Mediciones y presupuesto

1.- Acondicionamiento del terreno

- Allanado de plataformas:

$$14.667 \text{ m}^2 \times 15 \text{ pts/m}^2 = 220.005 \text{ pts}$$

- Remodelado del talud de las escombreras 4 y 5:

$$7.837 \text{ m}^3 \times 17 \text{ pts/m}^3 = 133.229 \text{ pts}$$

- Perfilado borde taludes:

$$1.325 \text{ m} \times 220 \text{ pts/m} = 291.500 \text{ pts}$$

- Apertura de bancos en taludes:

$$2.674 \text{ m} \times 284 \text{ pts/m} = 759.416 \text{ pts}$$

2.- Revegetación

- Plataformas:

$$14.667 \text{ m}^2 \times 75,7 \text{ pts/m}^2 = 1.110.292 \text{ pts}$$

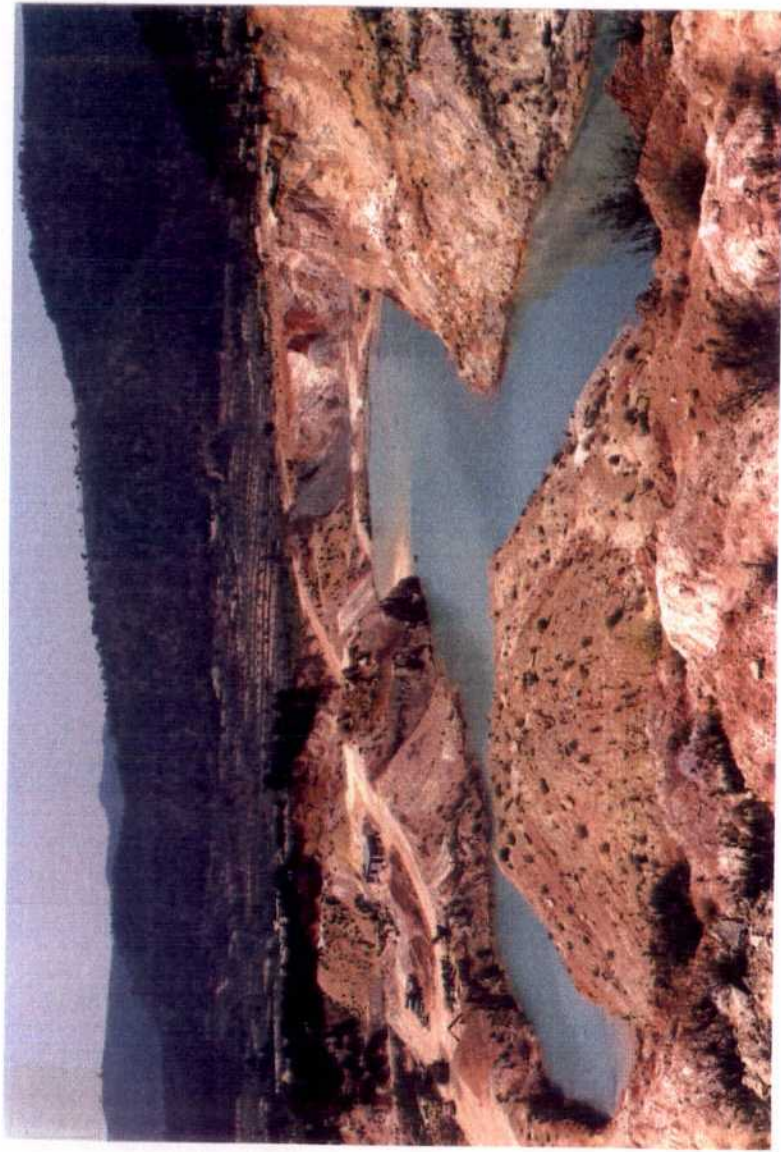
- Bancos:

$$2.674 \text{ m} \times 189,25 \text{ pts/m} = 506.054 \text{ pts}$$

Dirección Obra	P.A.	350.000 pts
Transporte maquinaria	P.A.	150.000 pts
SUMA		3.520.496 pts
10% Imprevistos		352.049 pts
SUMA		3.872.549 pts
22% Gastos Generales y Beneficio Industrial		851.960 pts
SUMA		4.724.505 pts
12% I.V.A.		566.940 pts
<u>TOTAL</u>		5.291.445 pts



Desprendimiento en el frente de la corta.



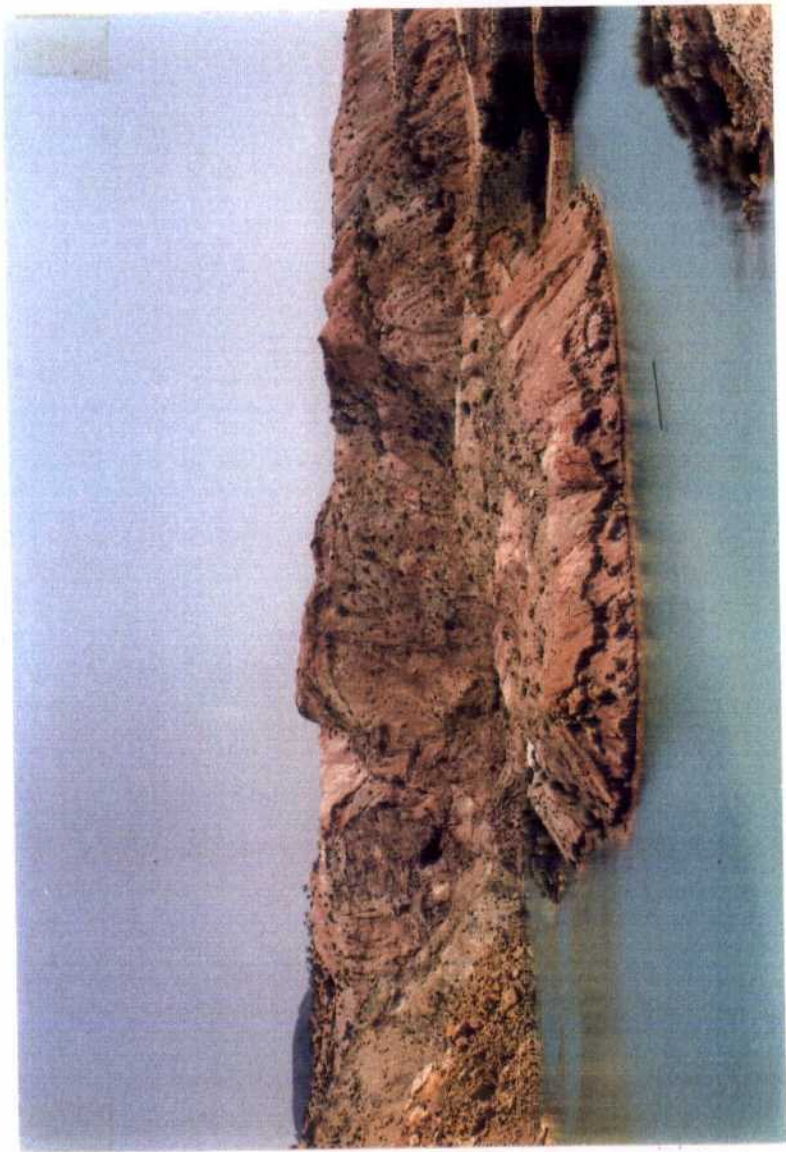
Area encharcada en el fondo de la explotación.



Charca invadiendo las pistas de acceso a la corta.



Escombrera con la plataforma revegetada con arboles frutales.



7. ESTUDIO GEOMECANICO DE LA CANTERA "CABEZO DE LA ERMITA"

7. ESTUDIO GEOMECANICO DE LA CANTERA "CABEZO DE LA ERMITA"

7.1. Antecedentes

La cantera "Cabezo de la Ermita" está situada en el paraje del mismo nombre, en el término municipal de Liria.

Se trata de una explotación de calizas del Cenomaniense para su utilización como áridos de machaqueo. El arranque se efectúa con explosivos cargándose con pala mecánica el material volado sobre volquetes, que lo transportan a la planta de machaqueo, lavado y clasificado, situada en las inmediaciones.

La explotación presenta un frente de unos 800 metros de longitud orientado N-S aproximadamente, de modo que el avance se efectúa de Este a Oeste.

El desarrollo de las labores se ha visto interrumpido por la presencia de restos arqueológicos del período ibérico, en la cumbre más septentrional del macizo calcáreo objeto de explotación.

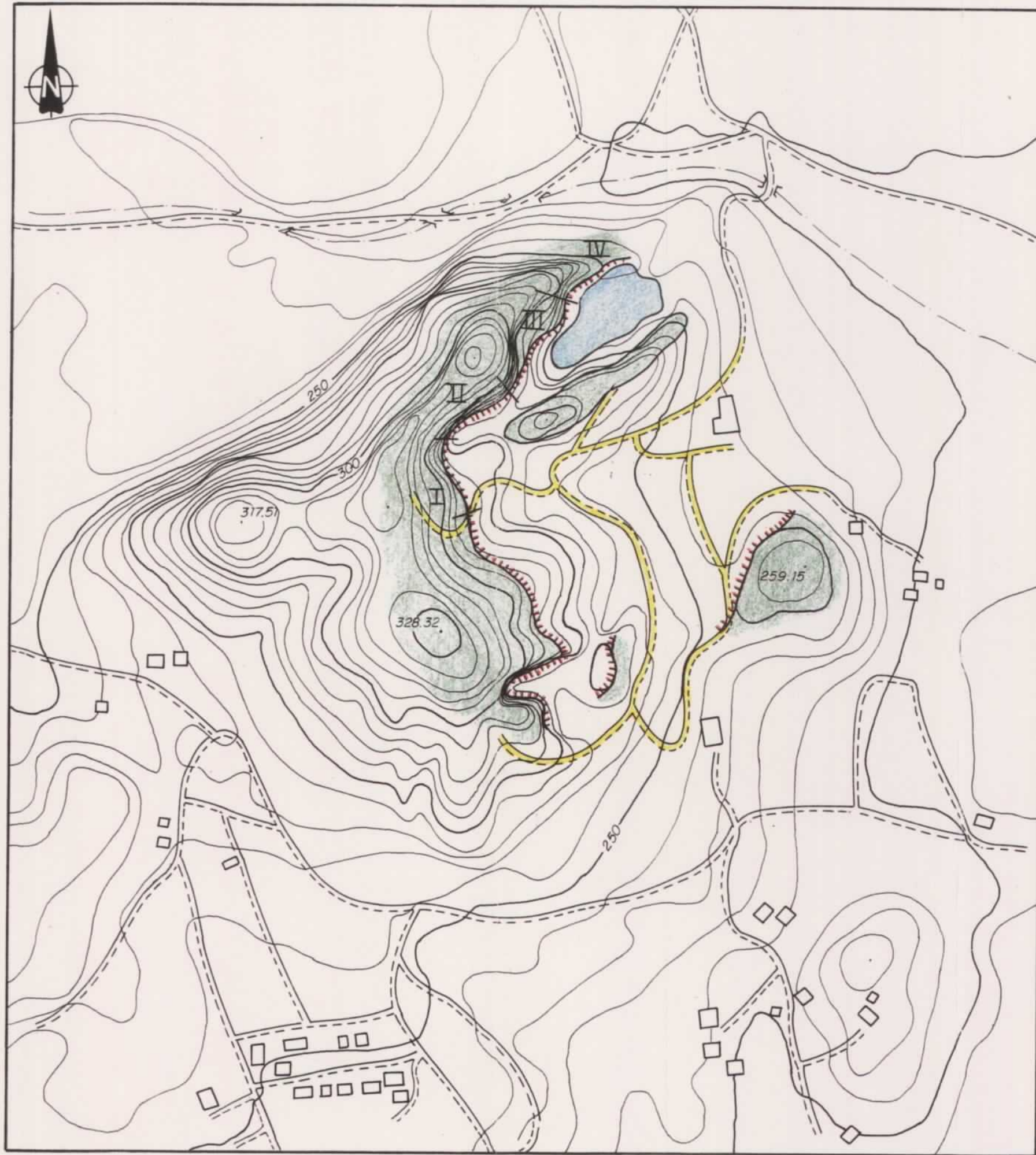
Esta circunstancia ha motivado la paralización de las labores en la mitad septentrional del frente de explotación, quedando en activo solamente la mitad meridional.

El objeto del presente trabajo es realizar un estudio geomecánico de la parte del frente que ha quedado abandonada y analizar sus condiciones geotécnicas de estabilidad.



7.2. Descripción del frente

Para su estudio el frente de explotación actualmente abandonado, se ha dividido en cuatro zonas de características geomecánicas similares, (véase plano 1:5.000 adjunto).

Para la descripción de las zonas se ha tomado como modelo el cuadro-resumen de las escalas de valoración para el levantamiento de discontinuidades en medio rocoso (I.S.R.M.) que se adjunta.



LEYENDA

-  FRENTE DE EXPLOTACION
-  CHARCA

CANTERA CABEZO DE LA ERMITA

PLANO DE SITUACION DE LABORES
E. 1:5.000

A) ZONA I

Presenta un frente de 80 metros de longitud con altura máxima de 30 m y 45° de inclinación. La potencia de los estratos varía entre 10-80 cm. Se trata de calizas estratificadas de aspecto amarillento-ocre, con un débil grado de meteorización. Aparecen gran cantidad de fracturas rellenas de calcita, así como de partículas arcillosas.

1. Orientación

$$S_o = 110^\circ/38^\circ$$

$$F_1 = 318^\circ/82^\circ$$

$$F_2 = 246^\circ/70^\circ$$

2. Espaciamiento

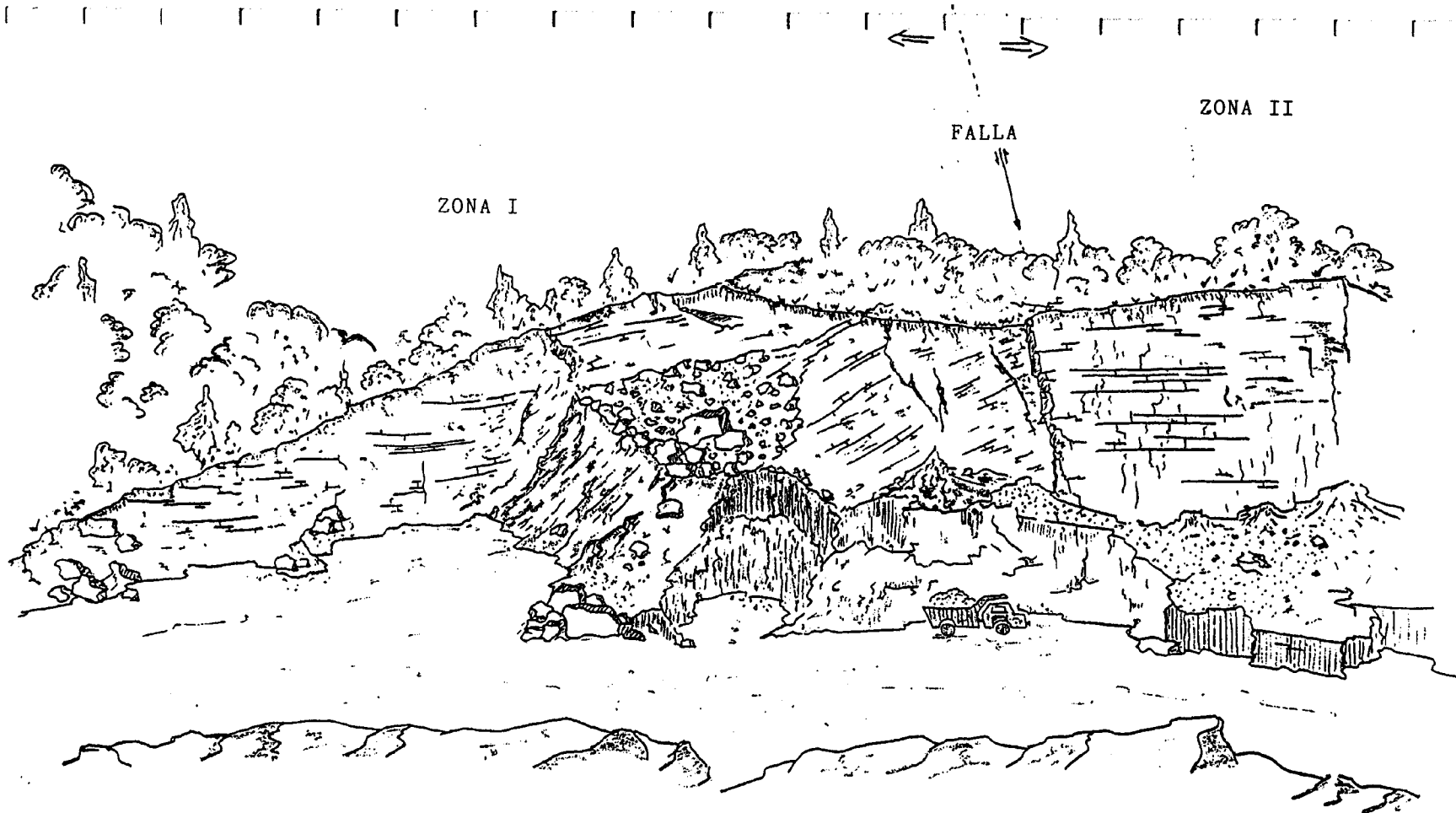
- De moderado a grande para F_1 (E_4 - E_3) y de muy pequeño a moderado para la estratificación (S_o) (E_3 - E_4 - E_5).
- Espaciamiento pequeño (E_3) para F_2

3. Continuidad

- Continuidad baja para S_o (C_2) así como para F_1 y F_2 .

4. Rugosidad

- R8 para S_o y R4 para F_1 y F_2 .



ESQUEMA DEL FRENTE. ZONAS I y II

5.1. Resistencia a la compresión simple

Roca resistente (S_4)

5.2. Grado de meteorización

Roca sana a débilmente meteorizada (I-II).

6. Apertura

Juntas de abierta a moderadamente ancha en la S_o (A_4 - A_5), así como de ancha a muy moderada en el resto (A_6 - A_7).

7. Relleno

Relleno muy bajo de partículas de arcilla (D_5).

8. Filtración

F_2

9. Nº de familias

Tres familias de juntas ($S_o + 2$)

10. Estructura del medio rocoso

Estructura de bloque a tabular en función del espesor de los estratos.

B) ZONA II

Frente de 70 m de longitud con una altura de unos 30 m y 65° de inclinación. La potencia de los estratos es de 0,15-1,20 m. Calizas estratificadas de aspecto amarillento con tonalidades ocre en superficie. Presencia de grandes grietas transversales asociadas a F_1 con un relleno de material arcilloso así como gran cantidad de mineralizaciones de calcita. En su parte superior aparecen algunas grietas muy karstificadas. La zona de fractura que separa la zona I de la zona II está brechificada con matriz arcillo-arenosa y cantos calcáreos.

1. Orientación

$$S_o = 112^\circ/18^\circ$$

$$F_1 = 312^\circ/82^\circ$$

$$F_2 = 58^\circ/88^\circ$$

2. Espaciamiento

Espaciamiento pequeño (E_3) para F_2 y de moderado a grande (E_4 - E_5) para F_1 y la estratificación (S_o).

3. Continuidad

Continuidad baja (C_2) para F_1 y media (C_3) para F_2 y S_o .

4. Rugosidad

Rugosa-ondulada (R4) para F_1 y F_2 y de R7 a R8 para la estratificación S_o .

5.1. Resistencia a la compresión simple

S_4

5.2. Grado de meteorización

Sana (I)

6. Apertura

Moderadamente ancha a abierta para S_o (A_5-A_4).

Ancha para F_1 y F_2 .

7. Relleno

Relleno importante de materia arcillosa en la discontinuidad de la familia F_1 y algo de relleno en F_2 (D_3).

8. Filtración

De F_1 a F_2 en las discontinuidades. F_1 para la S_o .

9. Nº de familias

Tres familias de juntas ($S_o + 2$) con alguna errática pero más bien parece de rotura por el proceso de explotación (voladuras).

10. Estructuras del medio rocoso

De bloque a tabular (II-III) dependiendo del espesor de los estratos.

C) ZONA III

Presenta un frente de 150 m de longitud con altura máxima de 30 m y 65° de inclinación. La potencia de los estratos es de 0,12-1,50 m. En su parte superior los estratos llegan a tener un espesor de 2 m. Calizas estratificadas de aspecto amarillento con tonalidades ocres en superficie. Formaciones kársticas en su parte superior con fracturas y chimeneas rellenas de material arcilloso y cantos de caliza.

1. Orientación

$$S_o = 56^\circ/18^\circ$$

$$F_1 = 166^\circ/82^\circ$$

$$F_2 = 254^\circ/85^\circ$$

2. Espaciamiento

Para S_o de moderado a grande (E_4 - E_5)

F_1 : de muy pequeño a moderado E_2 - E_3 - E_4 .

F_2 : de moderado a muy grande E_4 - E_6 .

3. Continuidad

- Para S_o de baja a mediana (C_2 - C_3).

- Para F_2 de media a alta.

- Para F_1 baja (C_2).

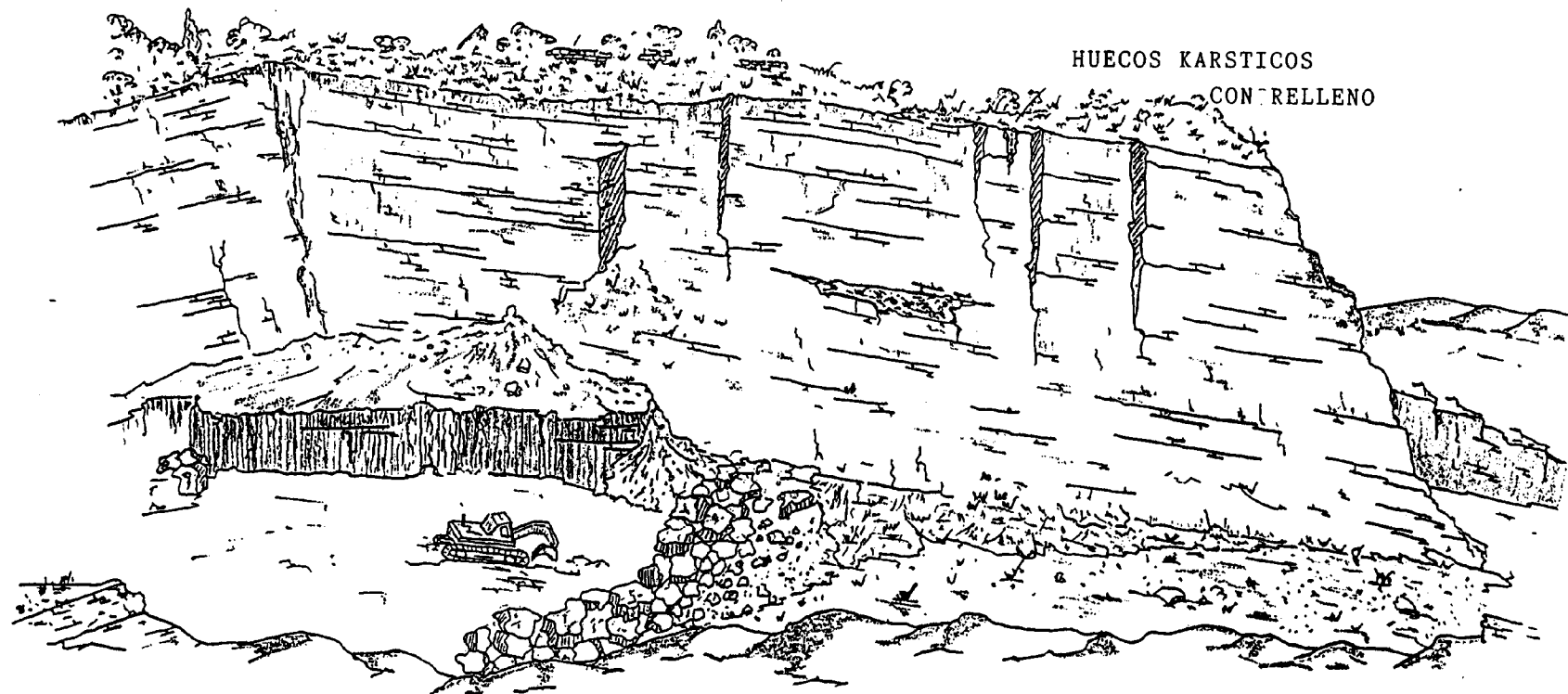
4. Rugosidad

R4 para F_1 y F_2 y de R7 a R8 para S_o .

ZONA II

RESTOS ARQUEOLOGICOS

ZONA III



ESQUEMA DEL FRENTE. ZONA III

5.1. Resistencia a la compresión simple

S_4

5.2. Grado de meteorización

Roca sana (I) con un pequeño porcentaje de meteorización en las zonas superiores.

6. Apertura

De abierta a parcialmente abierta para S_o (A_3 - A_4) y de ancha a muy ancha para las familias F_1 y F_2 (A_6 - A_7).

Hay que significar unas zonas de fracturas en las zonas superiores del frente de la cantera con una apertura de extremadamente ancha a cavernosa (A_8 - A_9).

7. Relleno

Relleno escaso de partículas arcillosas.

8. Filtración

De F_1 a F_2 para las discontinuidades (F_1 y F_2) y F_2 para S_o .

9. Nº de familias

Tres familias de juntas ($S_o + 2$).

10. Estructura del medio rocoso

Estructura de bloque aunque en algunas zonas puede decirse que es tabular dependiendo del espesor de los estratos.

D) ZONA IV

Frente aproximadamente de 80 m con altura máxima de 30 m y 60° de inclinación. El espesor de los estratos varían entre 0,15 m en la zona inferior del frente y 2 m en la zona superior.

Calizas estratificadas de aspecto amarillento con tonalidades ocre en superficie. Grandes fracturas de hasta 8 metros de longitud asociadas a las discontinuidades de las familias F_1 y F_2 . Presencia de formaciones Kársticas en forma de chimeneas rellenas de carbonato y material arcilloso.

1. Orientación

$$S_o = 48^\circ/22^\circ$$

$$F_1 = 320^\circ/81^\circ$$

$$F_2 = 234^\circ/78^\circ$$

2. Espaciamiento

S_o : de pequeño a moderado (E_2 - E_4) en zona inferior y de moderado a grande (E_4 - E_5) en la zona superior.

Tanto para F_1 como para F_2 el espaciamiento va de moderado a grande (E_4 - E_5).

3. Continuidad

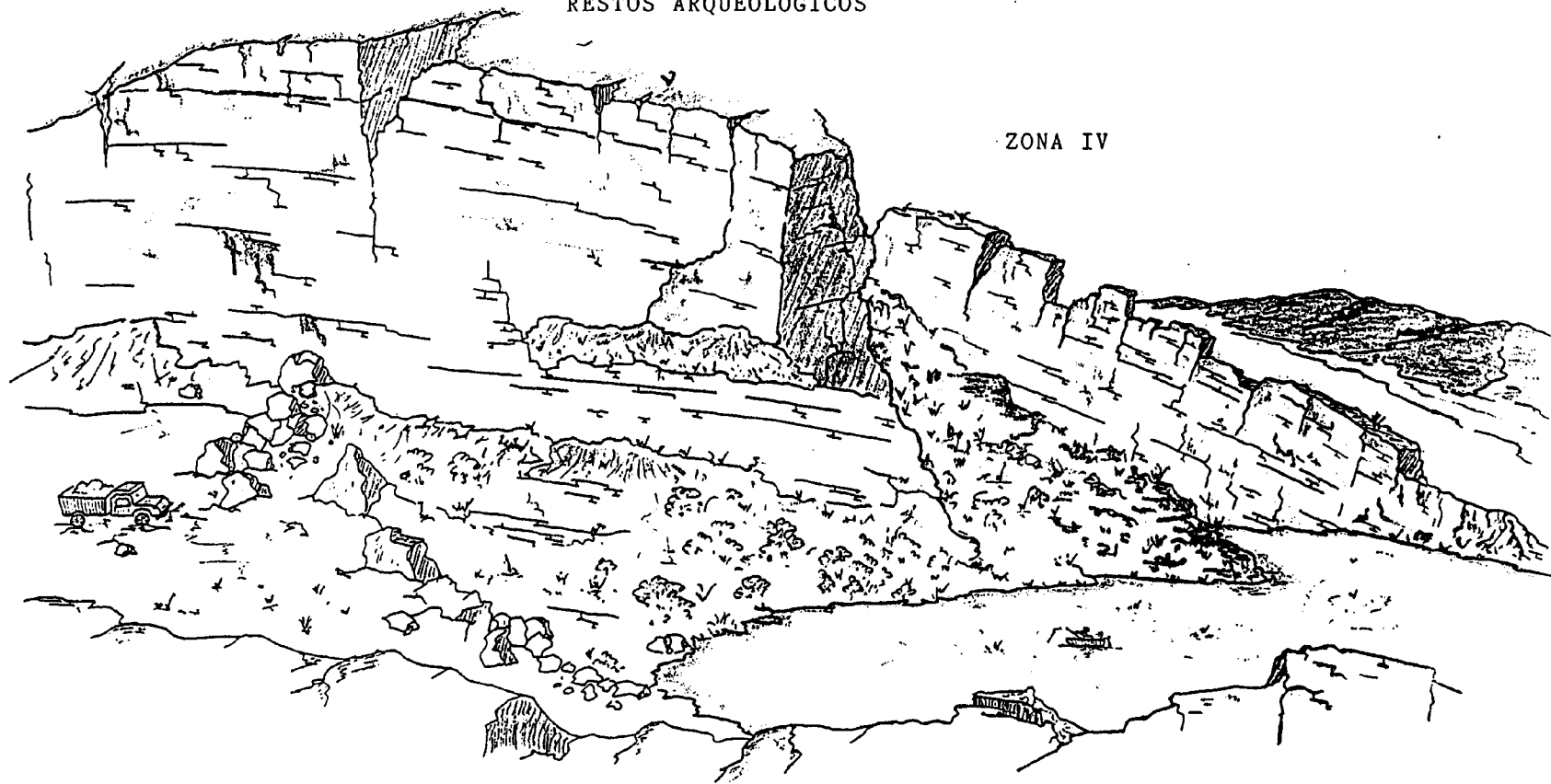
Para S_o : de baja a mediana (C_2 - C_3)

Para F_1 y F_2 : de media a alta (C_3 - C_4)

ZONA III

RESTOS ARQUEOLOGICOS

ZONA IV



ESQUEMA DEL FRENTE. ZONA IV

4. Rugosidad

S_o : de R7 a R8

F_1 y F_2 : R4

5.1. Resistencia a la compresión simple

S_4

5.2. Grado de meteorización

Roca sana (I) con algun aspecto de decoloración en superficie.

6. Apertura

De apretada a abierta para S_o (A_2 - A_4)

Para F_1 y F_2 de moderadamente ancha a muy ancha en la zona inferior de la cantera (A_5 - A_7) y extremadamente ancha en la zona superior (A_8).

7. Relleno

Relleno escaso de material arcilloso con alguna mineralización de calcita.

8. Filtración

F_1 para S_o .

De F_1 a F_2 para las familias F_1 y F_2 .

9. N° de familias

Tres familias de juntas ($S_0 + 2$).

10. Estructura del medio rocoso

De bloque a tabular dependiendo del espesor de los estratos, teniendo en cuenta que en la zona superior la potencia de éstos llega a alcanzar de 2-2,50 m de espesor.

7.3. Caracterización geotécnica del material

Las características geotécnicas del único material presente, la caliza cenomanense, se han determinado mediante medidas con esclerómetro y la aplicación de la clasificación geomecánica de Bieniawski.

Las medidas con esclerómetro (martillo de Schmidt) se han realizado según la metodología indicada en el "Manual de Taludes" publicado por el ITGE. Los valores de la resistencia a la compresión simple obtenidos han sido los siguientes:

ZONA I

$$S_o = 450 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_1 = 300 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_2 = 280 \text{ kg/cm}^2$$

ZONA III

$$S_o = 450 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_1 = 420 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_2 = 420 \text{ kg/cm}^2$$

ZONA IV

$$S_o = 390 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_1 = 320 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_2 = 250 \text{ kg/cm}^2$$

La aplicación de la clasificación geomecánica de Bieniawski, según la tabla IV.6 del Manual de Taludes del ITGE, es la siguiente:

ZONA I

Valoración R.M.R. = 44	Clase III	Calidad media
Cohesión = 2 kp/cm ²	Angulo rozamiento = 30°	

ZONA II

Valoración R.M.R. = 44	Clase III	Calidad media
Cohesión = 2 kp/cm ²	Angulo rozamiento = 30°	

ZONA III

Valoración R.M.R. = 36	Clase IV	Calidad mala
Cohesión = 1,5 kp/cm ²	Angulo rozamiento = 20°	

ZONA IV

Valoración R.M.R. = 31	Clase IV	Calidad mala
Cohesión = 1,5 kp/cm ²	Angulo de rozamiento = 20°	

7.4. Cálculos de estabilidad

Para la realización de los cálculos de estabilidad se han representado las discontinuidades existentes en cada zona en una plantilla de Schmidt, determinando a continuación el tipo de rotura, plana o de cuña, más probable.

Para el estudio de las roturas planares se ha utilizado el análisis bidimensional del equilibrio estático entre fuerzas estabilizantes y desestabilizantes de HOEK y BRAY, según se transcribe en el "Manual de Taludes" del ITGE. Para el cálculo se ha utilizado un ordenador PC, aplicando un modelo desarrollado en una hoja de cálculo, Lotus 1.2.3.

Para el estudio de las roturas en cuña se ha utilizado el análisis de estabilidad de HOEK y BRAY, según se transcribe en el "Manual de Taludes" del ITGE. Para el cálculo se ha utilizado el programa INESTA, desarrollado en lenguaje FORTRAM, sobre un ordenador PC.

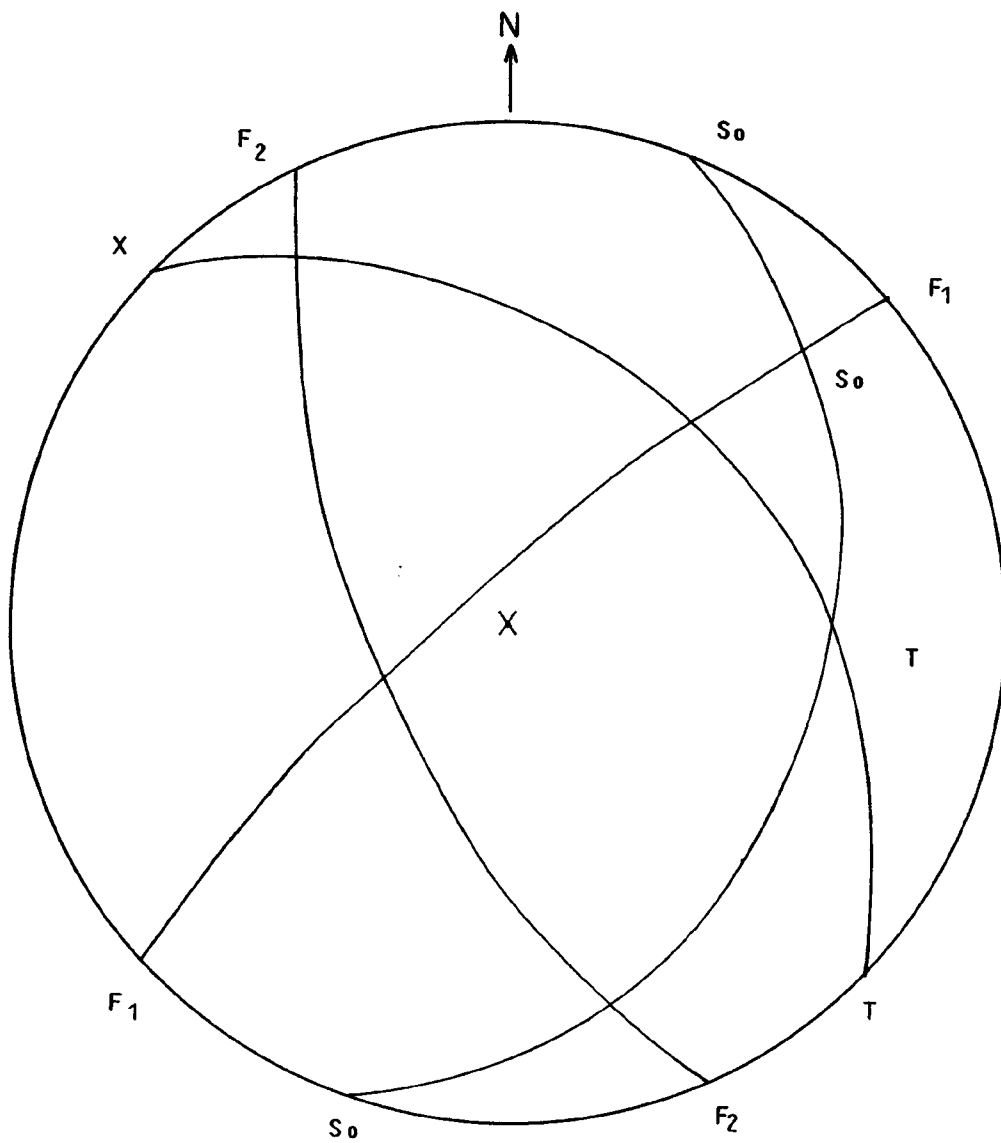
ZONA I

Del análisis de la representación de los planos de discontinuidades existentes en esta zona se desprende que la rotura más probable es en forma de cuña, siendo las paredes de la misma las superficies F_1 y S_0 , (1ª familia de diaclasas y estratificación, respectivamente) actuando como grieta de tracción F_2 (2ª familia de diaclasas).

Para el estudio de estabilidad se han considerado distintas separaciones (l) y profundidades (h) de la grieta de tracción, habiéndose obtenido los resultados siguientes:

l =	10	5	5	5	5	5
h =	30	25	20	15	10	10
$F_s =$	1,538	1,178	1,449	1,871	2,640	4,820

De ello se desprende que en general las cuñas posibles tienen un coeficiente de seguridad suficiente o alto (1,449 a 4,820). Únicamente en el caso de una grieta de 25 m de profundidad, a 5 m del borde del talud, se produciría una cuña en equilibrio estricto, pero este es un caso poco probable, pues las grietas habituales son mucho menores.



ZONA I:

$$S_0 = 110^\circ/38^\circ$$

$$F_1 = 318^\circ/82^\circ$$

$$F_2 = 246^\circ/70^\circ$$

$$\text{TALUD} = 45^\circ/45^\circ$$

ZONA II

Del análisis de la representación de los planos de discontinuidades existentes en esta zona se desprende que la rotura más probable es de tipo planar, actuando como superficie de deslizamiento la estratificación S_0 .

Para el cálculo de estabilidad se han utilizado distintas profundidades de la grieta de tracción, estando ésta en la superficie superior o en el propio talud.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

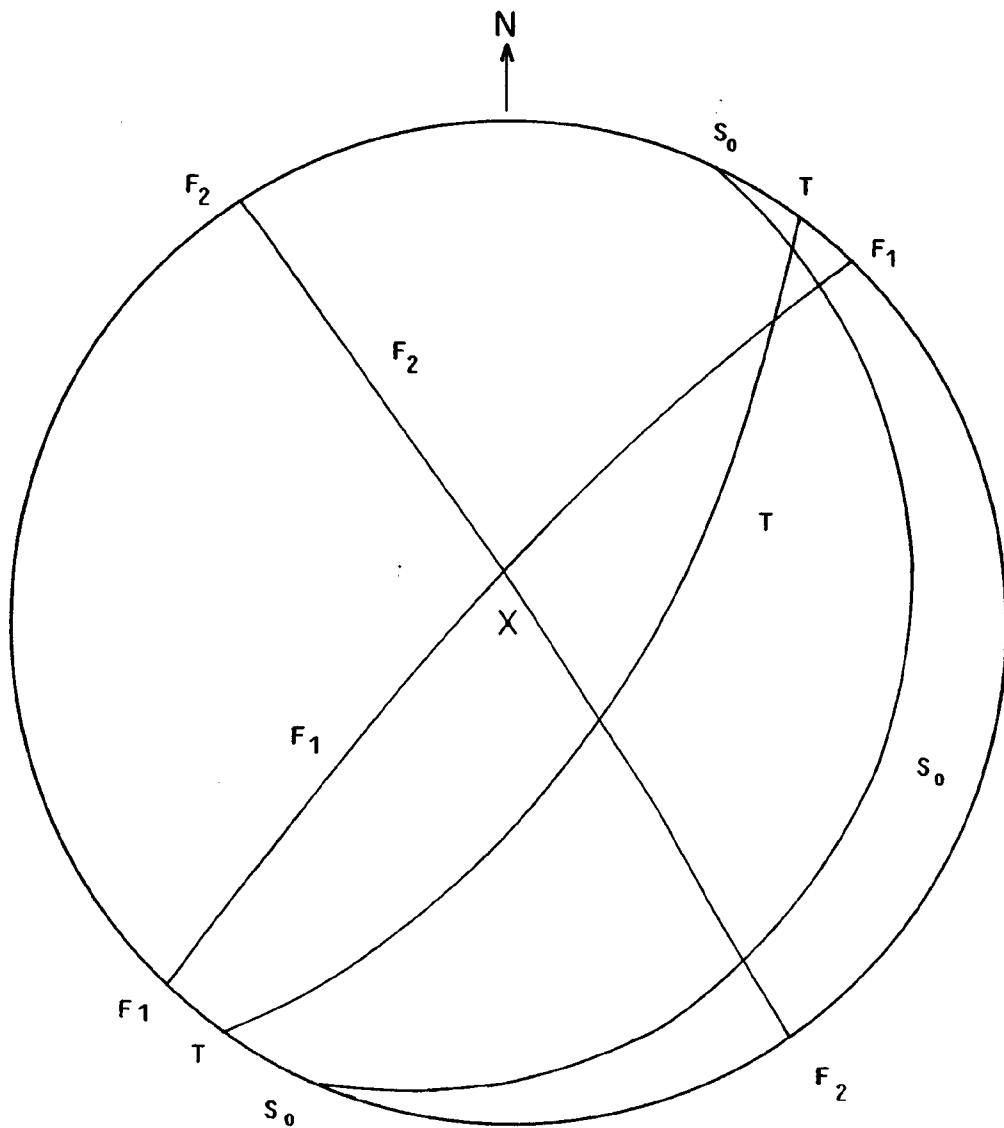
A) Grieta de tracción en superficie superior del talud.

Profundidad grieta (m)	1	5	10	15	20	25
Peso de la cuña (t/m)	2.804	2.716	2.440	1.981	1.337	509
Coficiente seguridad	2,59	2,45	2,32	2,24	2,23	2,52

B) Grieta de tracción en el talud

Profundidad grieta (m)	1	5	10	15	20	25
Peso de la cuña (t/m)	17.321	12.872	8.238	4.638	2.059	514
Coficiente seguridad	1,51	1,54	1,60	1,70	1,90	2,51

Como puede observarse, en general se trata de condiciones estables con coeficientes de seguridad por encima de 1,5.



ZONA II:

$$S_0 = 112^\circ/18^\circ$$

$$F_1 = 312^\circ/82^\circ$$

$$F_2 = 58^\circ/88^\circ$$

$$TALUD = 125^\circ/65^\circ$$

ZONA III

La representación de los planos de discontinuidades de esta zona, indica que se trata también de una rotura planar, actuando como superficie de deslizamiento la estratificación S_o .

Para el cálculo de estabilidad se han utilizado distintas profundidades de la grieta de tracción, estando ésta en la superficie superior o en el propio talud. Los resultados obtenidos son los siguientes:

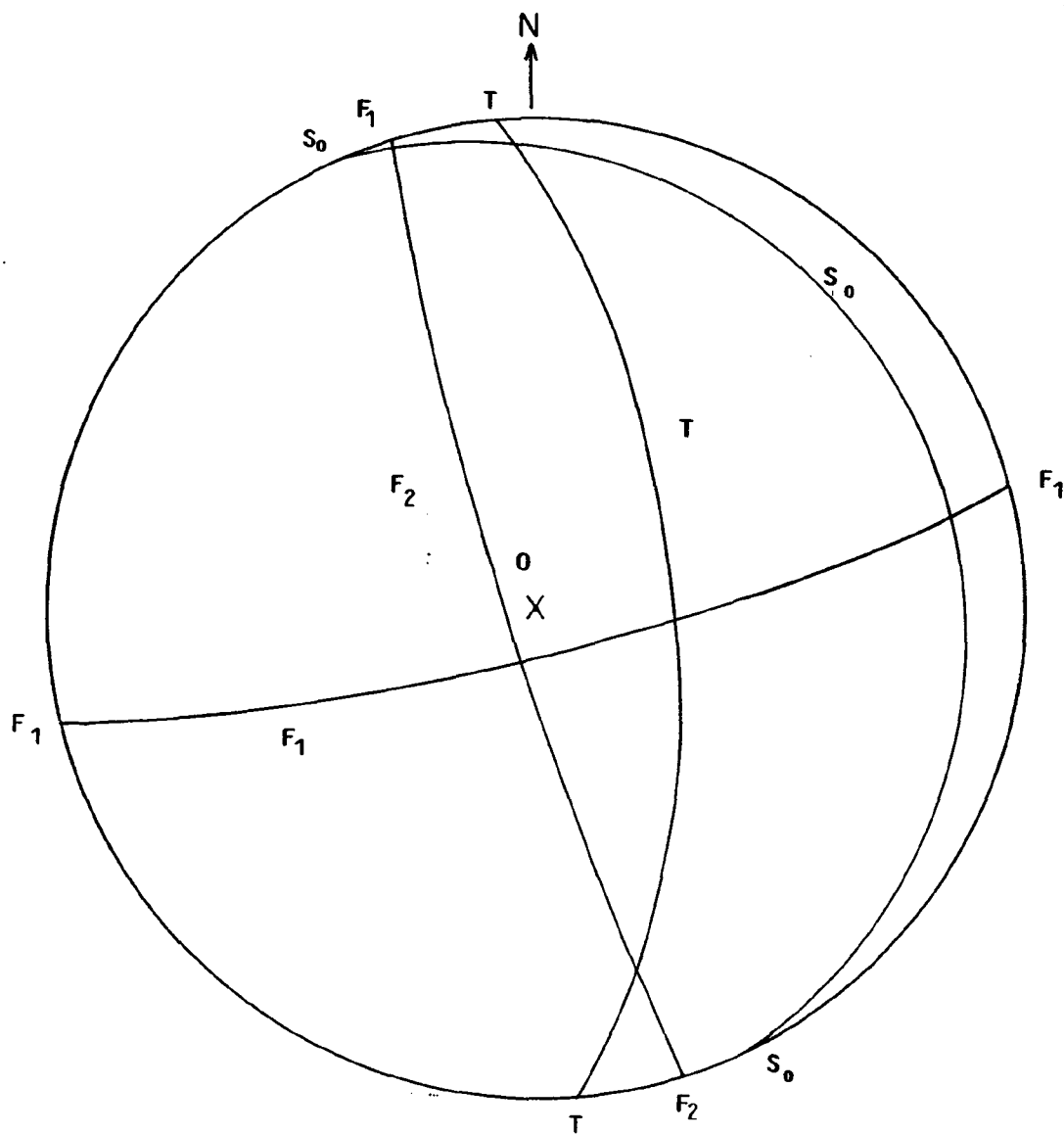
A) Grieta de tracción en superficie superior del talud.

Profundidad grieta (m)	5	10	15	20	25
Peso de la cuña (t/m)	2.716	2.440	1.981	1.337	509
Coficiente seguridad	1,97	1,84	1,76	1,75	2,04

B) Grieta de tracción en el talud.

Profundidad grieta (m)	5	10	15	20	25
Peso de la cuña (t/m)	12.872	8.238	4.634	2.059	514
Coficiente seguridad	1,06	1,12	1,22	1,42	2,03

Como puede observarse, el caso A), grietas de tracción en la superficie del talud, presenta coeficientes de seguridad altos. Por lo contrario, en el caso de grietas de tracción en el talud, el equilibrio es estricto, con grietas de solo 5 m, (muy frecuentes en la práctica) y con peligro inminente de desprendimiento de bloques de gran volumen (12.872 t/m).



ZONA III:

$$S_0 = 66^\circ/18^\circ$$

$$F_1 = 166^\circ/82^\circ$$

$$F_2 = 254^\circ/85^\circ$$

$$\text{TALUD} = 85^\circ/65^\circ$$

ZONA IV

En el análisis de estabilidad de esta zona, se ha considerado como frente del talud un plano cuya dirección de buzamiento es de 35°, que es perpendicular a la dirección del frente de explotación. Esto ha sido debido a que en el campo ha sido posible observar que este plano es el que origina la mayor parte de los desprendimientos, permaneciendo estable el frente de explotación.

Este plano es muy frecuente, pues se produce en el avance del frente, cuando éste se lleva escalonadamente.

El tipo de rotura ocasionado es planar, actuando como superficie de deslizamiento la estratificación S_0 .

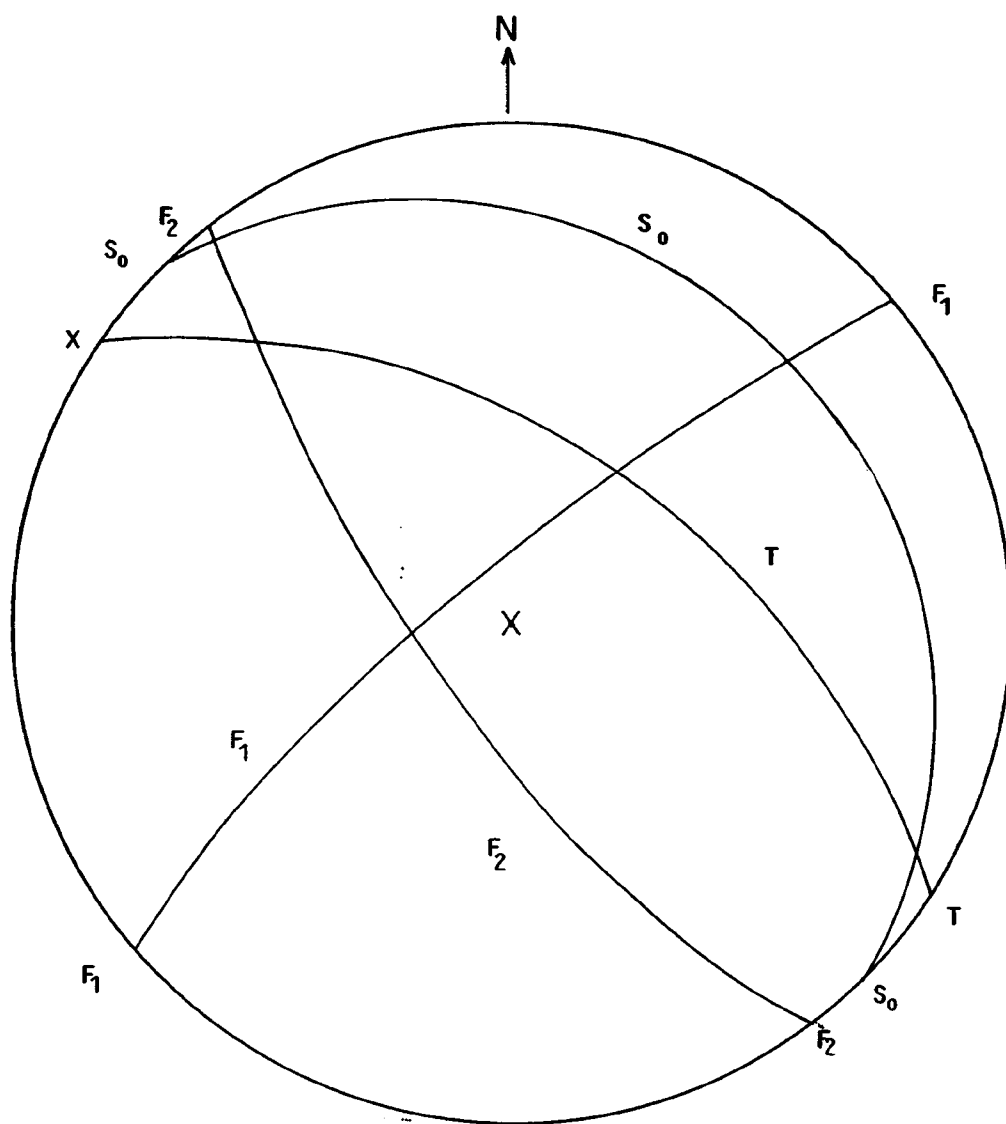
Para el cálculo de estabilidad se han utilizado distintas profundidades de la grieta de tracción, estando ésta en la superficie superior o en el propio talud. Los resultados obtenidos son los siguientes:

A) Grieta de tracción en superficie superior del talud.

Profundidad grieta (m)	5	10	15	20	25
Peso de la cuña (t/m)	1.967	1.745	1.375	857	192
Coefficiente seguridad	1,82	1,71	1,66	1,72	3

B) Grieta de tracción en el talud.

Profundidad grieta (m)	5	10	15	20	25
Peso de la cuña (t/m)	6.076	3.888	2.187	972	243
Coefficiente seguridad	1,05	1,14	1,30	1,60	2,52



ZONA IV:

$S_0 = 48^\circ/22^\circ$

$F_1 = 320^\circ/81^\circ$

$F_2 = 234^\circ/78^\circ$

TALUD = $35^\circ/60^\circ$

Puede observarse, en el caso A), grieta de tracción en la superficie superior del talud, que los coeficientes de seguridad son siempre superiores a 1,6 por lo que la estructura es estable. En el caso B), grietas de tracción en el talud, el equilibrio es estricto, con grietas de solo 5 m, que son las más abundantes en la práctica. Existe pues un peligro inminente de desprendimiento de bloques de volumen considerable (6.076 t/m).

En resumen, en el frente abandonado de la cantera "Cabezo de la Ermita", existen dos zonas, la III y la IV, que ocupan su mitad septentrional, en las que la relación entre las fuerzas resistentes del terreno y las fuerzas que tienden a provocar el deslizamiento (coeficiente de seguridad), es casi igual a la unidad, por lo que el macizo rocoso se encuentra actualmente en equilibrio estricto.

Cualquier disminución de la resistencia del terreno, producida por la acción de los agentes atmosféricos, o un aumento de las fuerzas desestabilizadoras ocasionado por la intervención humana o fenómenos sísmicos, daría lugar a un colapso del macizo rocoso con roturas planares, produciéndose el desprendimiento de bloques de volumen considerable, entre 6.000 t y 12.000 t por m lineal de talud. Existe pues un riesgo inminente de destrucción de los restos arqueológicos allí existentes.

Por lo que respecta posibles medidas de protección, las únicas adecuadas serían el sostenimiento del talud o la corrección geométrica del mismo. La primera se considera inviable económicamente y de peligrosa ejecución, dado el enorme volumen de los bloques desprendidos y su precaria estabilidad. La corrección geométrica del talud, la única solución posible, pasaría por el retranqueo del frente y el descabezamiento del talud, con la desaparición física del lugar de emplazamiento de los restos arqueológicos.

Por lo tanto, se recomienda que a la mayor brevedad posible sean retirados los restos arqueológicos citados, pues en la situación actual corren un riesgo inminente de destrucción por colapso del macizo rocoso donde se emplazan. Cabe señalar que cualquier actuación en la zona de la cabeza del talud para la retirada o estudio de los restos, deberá hacerse con las precauciones oportunas para no provocar la inestabilidad del macizo.

Por último se recomienda también el saneo del frente, su descabezamiento y retranqueo en bancos, para evitar posibles riesgos al personal que pudiera circular por esta parte de la cantera.

7.5. Conclusiones y recomendaciones

En el frente abandonado de la cantera "Cabezo de la Ermita", se pueden distinguir cuatro zonas distintas, de acuerdo con sus características geomecánicas. En los cuatro casos se trata de macizos rocosos que presentan una estratificación y dos familias de diaclasas. En la parte superior del frente, en las proximidades de la cabeza del talud, se encuentran los restos arqueológicos cuya presencia a originado la interrupción de las labores de explotación.

En la **zona I** se producen roturas en cuñas con coeficientes de seguridad entre 1,449 y 4,820, por lo que el macizo se considera estable.

En la **zona II** las roturas son de tipo planar, con coeficientes de seguridad superiores a 1,5, por lo que se considera también estable el macizo.

En la **zona III** las roturas son también planares, pero en el caso de una grieta de tracción en el talud, con profundidad de 5 m, el coeficiente de seguridad es de solo 1,06, por lo que se trata de un equilibrio estricto con peligro inminente de desprendimiento de bloques de gran volumen (12.872 toneladas por metro de talud).

La **zona IV** presenta unas características similares. Las roturas son planares y en el caso de una grieta de tracción en el talud, con profundidad de 5 m, el coeficiente de seguridad es de solo 1,05, es decir que presenta un equilibrio estricto, con riesgo inminente de desprendimiento de bloques de volumen considerable (6.076 toneladas por metro de talud).

En resumen, en el frente abandonado de la cantera "Cabezo de la Ermita", existen dos zonas, la III y la IV, que ocupan su mitad septentrional, en las que la relación entre las fuerzas resistentes del terreno y las fuerzas que tienden a provocar el deslizamiento (coeficiente de seguridad), es casi igual a la unidad, por lo que el macizo rocoso se encuentra actualmente en equilibrio estricto.

Cualquier disminución de la resistencia del terreno, producida por la acción de los agentes atmosféricos, o un aumento de las fuerzas desestabilizadoras ocasionado por la intervención humana o fenómenos sísmicos, daría lugar a un colapso del macizo rocoso con roturas planares, produciéndose el desprendimiento de bloques de volumen considerable, entre 6.000 t y 12.000 t por m lineal de talud. Existe pues un riesgo inminente de destrucción de los restos arqueológicos allí existentes.

Por lo que respecta posibles medidas de protección, las únicas adecuadas serían el sostenimiento del talud o la corrección geométrica del mismo. La primera se considera inviable económicamente y de peligrosa ejecución, dado el enorme volumen de los bloques desprendidos y su precaria estabilidad. La corrección geométrica del talud, la única solución posible, pasaría por el retranqueo del frente y el descabezamiento del talud, con la desaparición física del lugar de emplazamiento de los restos arqueológicos.

Por lo tanto, se recomienda que a la mayor brevedad posible sean retirados los restos arqueológicos citados, pues en la situación actual corren un riesgo inminente de destrucción por colapso del macizo rocoso donde se emplazan. Cabe señalar que cualquier actuación en la zona de la cabeza del talud para la retirada o estudio de los restos, deberá hacerse con las precauciones oportunas para no provocar la inestabilidad del macizo.

Por último se recomienda también el saneo del frente, su descabezamiento y retranqueo en bancos, para evitar posibles riesgos al personal que pudiera circular por esta parte de la cantera.



Foto nº 1. ZONA I



Foto nº 2. ZONA II



Foto nº 3. ZONA III



Foto nº 4. ZONA IV

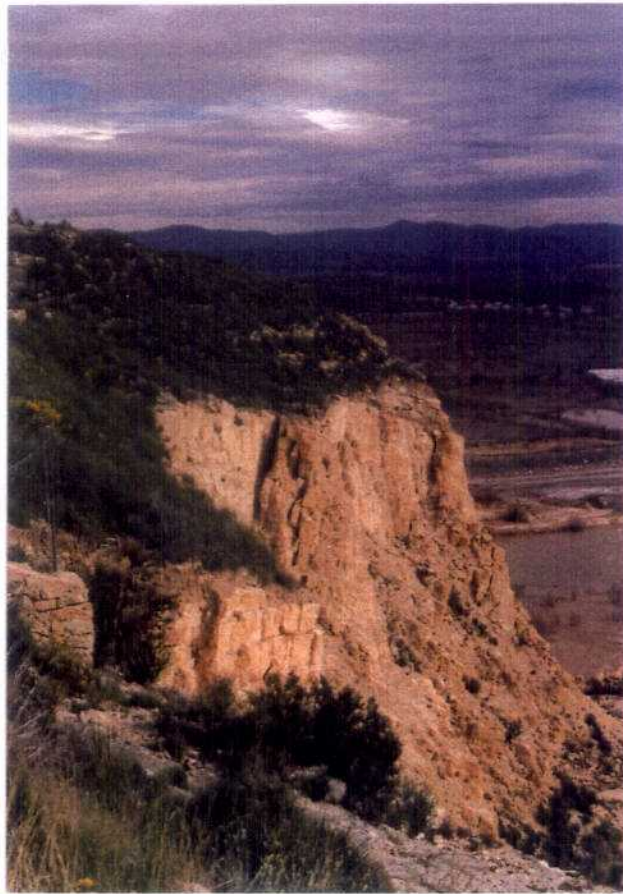


Foto nº 5. Borde del frente de explotación.



Foto nº 6. Restos arqueológicos en la zona superior del borde del frente de explotación.