

**INFORME GEOLÓGICO DE ESTABILIDAD Y ANÁLISIS DE RIESGO  
DESARROLLO URBANÍSTICO SAN JERÓNIMO DEL YUSTE**

**LFO 7360-3**

**FIDUCIARIA CENTRAL**

Santafé de Bogotá, D.C. Marzo 20 de 1998

**INFORME GEOLÓGICO DE ESTABILIDAD Y ANÁLISIS DE RIESGOS**  
**DESARROLLO URBANÍSTICO SAN JERÓNIMO DEL YUSTE**  
**FIDUCIARIA CENTRAL LFO 7360-3**

**INTRODUCCIÓN**

Se presentan los resultados de la evaluación geológica, geotécnica y análisis de riesgos correspondientes al predio del Desarrollo Urbanístico San Jerónimo del Yuste, localizado en el sector de laderas del suroriente de la capital, sobre la vertiente sur del río San Cristóbal, donde el crecimiento de la ciudad ha generado asentamientos subnormales que han sido anexados al perímetro urbano de la ciudad.

Este informe está orientado a identificar los diferentes procesos naturales y factores de amenaza generados por la construcción del proyecto y a definir las obras y medidas de mitigación y control de los riesgos.

Ingeominas en el Mapa de Zonificación Geotécnica y Plan de Ordenamiento Físico del Sistema Orográfico y del Borde Oriental de Santafé de Bogotá, en 1990 delimitó en forma general una zona de alto riesgo contigua a la carretera a Oriente,

determinada por la presencia de la explotación de materiales arcillosos, ladrilleras y la estabilidad de los taludes dejados por éstas explotaciones donde se han generado localmente deslizamientos tipo flujo de tierras.

## OBJETIVOS

El estudio se orientó en los siguientes aspectos:

- \* Evaluación de las condiciones geológicas, geomorfológicas y geotécnicas de las laderas que conforman el predio urbanístico San Jerónimo del Yuste.
- \* Identificación de los diferentes factores de riesgo que pueden afectar las obras del proyecto esto incluye la definición de los procesos dinámicos potenciales que se pueden generar en las laderas del proyecto ( erosión, reptación, movimientos en masa).
- \* Planteamiento de las diferentes obras de control, prevención y mitigación, que se deben implementar durante la etapa de construcción y remoción de tierras.

## LOCALIZACIÓN

El predio San Jerónimo del Yuste se localiza en el suroriente de la ciudad de Santafé de Bogotá, entre las cotas 2.700 y 3.200 msnm y colinda por el costado sur con el desarrollo urbanístico Santa Rosa; por el costado norte con los desarrollos urbanísticos de los Barrios Montecarlo, La Gran Colombia y el cauce de la Quebrada La Pichosa que sirve de límite con las laderas contiguas a la vertiente del río San Cristóbal. Por el costado oriental el lote está delimitado por la misma Quebrada La Pichosa y por la zona de protección de los Cerros Orientales y por el costado occidental por los asentamientos urbanos de los barrios El Triángulo Bajo, Triángulo Alto y barrio El Corinto.

Los mapas de las figuras No. 1 y 2 presentan la localización general del proyecto con la identificación de los asentamientos suburbanos que lo delimitan.

## DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO

El terreno cuenta con pendientes que oscilan entre 10 y 45°; con un sector más oriental de laderas totalmente intervenidas y desprotegidas de vegetación natural.

La vegetación arbórea ubicada en los sectores sur y occidental del predio con un bosque de Eucaliptos y áreas de rastrojos altos desarrollados en la última década. El análisis de las fotografías de las décadas del 70 y 80 permite identificar un mejoramiento continuo de las condiciones de vegetación de las laderas del lote, el cual se logró mediante un plan de arborización y su posterior explotación promovida por la autoridad competente CAR. En el sector oriental el lote de terreno corresponde a una zona de potreros de pastoreo de la antigua Hacienda El Yuste.

## METODOLOGÍA

Para la delimitación de las zonas de inestabilidad potencial y definir la probabilidad de ocurrencia de fallas de las obras del proyecto ( riesgo físico) se realizó en primera instancia una sectorización del lote de acuerdo con la delimitación de las diferentes laderas naturales, donde cada zona fué diferenciada de acuerdo con la composición de los materiales del subsuelo: geología, su régimen hidrológico superficial y subsuperficial y sus características morfológicas. La estabilidad de cada una de éstas laderas es valorada de acuerdo con su grado de sensibilidad ante las obras del proyecto.

De acuerdo con el grado de sensibilidad definido para cada una de las laderas se valoró su mejor aptitud urbanística en función de las obras de prevención, corrección o mitigación que se deben implementar durante la construcción de la obra.

### CONDICIONES CLIMÁTICAS

El lote del proyecto se localiza en el sector de los cerros surorientales entre las cotas 2.700 y 3.200 msnm, en límites con los proyecto urbanos de Santa Rosa y El Zuque. Las condiciones climáticas del sitio están influenciadas por el régimen atmosférico de la vertiente de la Cordillera Oriental (vertiente de los Llanos), conjugado con las condiciones climáticas de la Sabana. Se define una precipitación media multianual de 1.100 mm que se incrementa hacia la parte alta del lote en la vertiente oriental de los cerros. A nivel anual el régimen es bimodal con dos periodos lluviosos, que tienen valores de precipitación mayores en Abril - Mayo y un segundo periodo en el mes de Octubre. La estación pluviométrica del Triunfo localizada entre las coordenadas N99.730 m y E100.120 m con una elevación de 3.030 msnm es la más representativa para la parte alta del lote. La estación Vitelma-Fucha localizada cerca del área del proyecto presenta valores de precipitación menores que son válidos para la zona baja del lote de proyecto.

## GEOLOGÍA GENERAL

A nivel regional el área del proyecto se localiza en el flanco oriental del sinclinal de Usme-Tunjuelo, formando parte de la vertiente occidental del anticlinal de Bogotá. La figura No. 3 presenta las unidades geológicas cartografiadas en el mapa geológico de la zonificación geotécnica de Santafé de Bogotá realizada por Ingeominas en 1988 y en la figura No. 14 aparecen dos cortes explicativos. Allí se observa en el costado occidental del lote la exposición de una secuencia de areniscas con intercalaciones de arcillolitas pertenecientes a la formación Cacho de edad terciaria; y en el costado oriental se expone una secuencia de lutitas y limolitas pertenecientes a la formación Guaduas de edad terciaria inferior que forma parte del flanco occidental del anticlinal de Bogotá.

En el costado oriental y cubriendo las rocas arcillosas de la formación Guaduas se exponen suelos de origen coluvial (Qdp) formando las laderas de menor pendiente del terreno.

## CONDICIONES ESTRUCTURALES

Las rocas sedimentarias de las formaciones Cacho y Guaduas presentan una orientación general norte-sur con una inclinación de 30 a 40° hacia el occidente,

que cambian a una posición casi vertical en el costado oriental sobre las rocas sedimentarias de la formación Guaduas. Hacia el oriente y fuera de los límites del proyecto la roca de la formación Guaduas está en contacto con la formación Guadalupe a través de la falla Bogotá, tiene una orientación general norte-sur a nornoroeste, donde la secuencia en general está invertida.

Dentro de la zona del proyecto existe un sistema de fallas menores con orientación N60W que cruzan el sector montañoso y afectan las unidades de areniscas y arcillolitas de la formaciones Guaduas y Cacho. La figura No. 3 presenta los principales rasgos geológicos y estructurales que afectan la zona del proyecto a nivel regional de acuerdo con el mapa de zonificación geotécnica de Bogotá. (Ingeominas 1988)

## GEOLOGÍA DETALLADA

A continuación se describen los diferentes tipos de rocas expuestos en el área que pertenecen a las formaciones Guaduas y Cacho descritas anteriormente. Se diferencian las siguientes unidades litológicas ( ver figura No. 3):

### **Materiales Consolidados**

- **Unidad de arcillolitas (AR1- AR2)** (Ver mapa geomorfológico y de estabilidad), estas unidades se ubican en el costado noroccidental del lote, conformando la cuchilla El Yuste y presentan una composición de arcillolitas de color rojo y gris con niveles de areniscas de 2.0 a 3.0 m de espesor en una condición de roca parcialmente meteorizada con desarrollo de suelo residual de 0.5 a 2.0 m de espesor. Esta unidad arcillosa se correlaciona estratigráficamente con las arcillolitas de la formación Cacho de edad terciaria.
  
- **Unidad de areniscas ( S1)** esta unidad se localiza en el costado occidental y se presenta intercalada con los niveles de arcillolitas de la formación Cacho. Con las arcillolitas configuran la cuchilla con orientación norte- sur que sirve de límites con los asentamientos de los barrios El Triángulo y Corinto.
  
- **Nivel de areniscas cuarzosas (S2)**, ésta unidad de grano medio a grueso, localmente conglomerática y en capas gruesas de 2.0 a 5.0 m de espesor se expone en el costado oriental del lote contiguo al cauce de la Quebrada La Pichosa. Estas areniscas se correlacionan con la arenisca Guía ubicada estratigráficamente en la parte media de la formación Guaduas.

### **Materiales no Consolidados**

Estos materiales de edad reciente han sido diferenciados de acuerdo a su composición y su origen se asocia a los cambios climáticos del cuaternario.

- **Suelos de origen coluvial ( Sc1-Sc2)**, estos materiales se encuentran en los costados nororiental y oriental del lote, están constituidos por una secuencia de gravas y bloques de areniscas en una matriz de composición limoarenosa que varía en profundidad a un depósito granosoportado de gravas en matriz arcillosa. Esta unidad se correlaciona con la formación Marichuela de edad cuaternaria inferior, característica del valle del río El Tunjuelo y su origen se asocia a antiguos flujos generados durante los periodos de deshielo del cuaternario.

**Unidad de suelos coluviales (SS2)** se localiza en el extremo nororiental del lote, caracterizada por la presencia de mayores bloques de areniscas en una matriz limoarcillosa y una condición de óptima estabilidad. En la parte media estos materiales fueron cartografiados como Sc1 y se presentan afectados por las aguas de infiltración provenientes de las laderas aferentes. En ellos se observan procesos locales de reptación y saturación superficial.

## EVALUACIÓN DE FACTORES DE RIESGO

En este capítulo se describen los diferentes procesos morfodinámicos que han afectado las laderas del área del proyecto con el fin de identificar los diferentes niveles de amenaza.

### **Amenaza por Inundación**

En el costado oriental el lote limita con el cauce de la Quebrada La Pichosa y con una pendiente mayor a 10% categorizada como un torrente de montaña, afluente del río San Cristóbal ( ver figura No.1). Durante las épocas invernales de 1979 y 1974 se registraron lluvias prolongadas y de alta intensidad que dieron origen a eventos torrenciales en la mayor parte de las quebradas del sector sur oriental de la Ciudad. A raíz de este evento se puede predecir una condición de amenaza o probabilidad de ocurrencia de un flujo de alta torrencialidad en el cauce de la Quebrada La Pichosa, que afectaría el sector oriental en la parte media del predio El Remanso y especialmente la zona urbanizada del barrio Colombia. El incremento de la torrencialidad de ésta Quebrada está controlado fundamentalmente por el manejo que se dé en el futuro a la protección de la vegetación del sector oriental de los cerros ante la eventualidad de un flujo, impredecible y de muy difícil control. Como medida de prevención se recomienda

la delimitación de una zona de protección marginal al cauce principal de la Quebrada, complementada con obras hidráulicas de control torrencial.

Por el costado occidental se localiza la Quebrada el Triángulo, cuyo drenaje principal ha sido totalmente intervenido por los proyectos urbanos de los barrios Triángulo Alto, Triángulo Bajo y Corinto. Las características morfológicas del cauce delimitado por laderas de alta pendiente permiten definir una zona de protección ambiental y de aislamiento del cauce de la Quebrada sin ninguna influencia en las obras del proyecto.

#### **Amenaza por Movimientos en Masa**

Los procesos potenciales de inestabilidad corresponden a zonas locales de reptación que pueden afectar preferencialmente la unidad de suelos coluviales del costado oriental y las zonas donde se exponen suelos residuales producto de la alteración de las rocas arcillosas de la formación Cacho. En general ésta condición de inestabilidad potencial se categoriza como de un riesgo de fácil control mediante obras de subdrenaje y el manejo de las aguas tanto superficiales como servidas generadas durante el desarrollo del proyecto.

En el sector de la antigua ladrillera localizada en el costado noroccidental igualmente se exponen materiales de composición arcillosa que fueron dejados durante el desarrollo de la ladrillera, sin embargo en el proyecto de recuperación morfológica se contempla el retiro y disposición adecuada de estos materiales que permiten asegurar una condición de estabilidad a largo plazo y de ésta forma anular cualquier probabilidad de inestabilidad y efectos sobre el proyecto. En el anexo B aparece el Plan de Recuperación o Restauración Ambiental de la Mina El Yuste Propiedad de Ladrillos, Tejas y Pisos Moore S. A.

#### **Amenaza por Actividad Sísmica**

La microzonificación sísmica de Santafé de Bogotá realizada por Ingeominas en 1997 señaló cinco zonas homogéneas de acuerdo con la respuesta sísmica del subsuelo. Para la zona específica del proyecto se presentan los siguientes sectores:

*Sector 1: caracterizada por la presencia de la formaciones rocosas de suelos con capacidad portante relativamente alta. La asceleración máxima ( $A_m$ ) es de 0.24 G. ésta zona corresponde a las laderas del costado occidental del proyecto donde se exponen las unidades de areniscas y arcillolitas de las formaciones Guadudas y Cacho.*

*Sector 2: Piedemonte: conformada por la zona de transición entre los cerros y la zona plana consta principalmente de depósitos coluviales y conos de deyección de materiales, con una gran capacidad portante en general. La aceleración máxima es de 0.30 G. Ésta zona corresponde a las laderas del costado oriental y norte del proyecto donde se exponen las unidades de materiales coluviales con una composición de gravas y bloques en matriz arenosa y limoarcillosa y con un alto grado de consolidación.*

De acuerdo a las anteriores consideraciones la zona del proyecto se presenta enmarcada dentro de las características definidas en la Microzonificación Sísmica de Santafé de Bogotá y en ésta no existen arenas limpias finas o superficiales, por lo tanto el potencial de licuación es nulo. Para cada uno de los sectores identificados la vulnerabilidad de las obras ante un evento sísmico estará controlada mediante la aplicación de los diseños de acuerdo con la requerimientos de las Normas de Diseño y Construcción Sismorresistente de 1998.

## ZONIFICACIÓN Y ESTABILIDAD

Para la zonificación se consideraron las siguientes características de aptitud urbanística.

### **Zonas de Alta Aptitud Urbanística**

Con ésta denominación se categorizan las laderas de baja pendiente en condición estable, expuestas en el costado norte y oriental del lote. Estas zonas en general demandan obras mínimas de adecuación urbanística orientadas al manejo de las aguas superficiales y de infiltración y son categorizadas como de baja sensibilidad ante los cambios generados por el desarrollo del proyecto. Los niveles de riesgo pueden ser controlados mediante las obras normales de adecuación del proyecto.

### **Zonas de Mediana Aptitud Urbanística**

Se asocia a las laderas en condiciones estables con pendientes moderadas donde la adecuación del lote exige un terraceo y los cortes de adecuación podrían estar afectados por las aguas de escorrentía y de infiltración. Estas zonas se categorizan como de mediana sensibilidad ante los cambios morfológicos generados por las obras de adecuación y corte; los niveles de riesgo por inestabilidad de taludes pueden ser controlados mediante obras geotécnicas y el diseño adecuado de los taludes.

### **Zona de Baja Aptitud Urbanística**

Corresponde a las laderas donde se encuentra una condición potencial de inestabilidad generada por las condiciones geológicas desfavorables o la presencia de suelos residuales arcillosos muy afectados por las aguas de escorrentía e infiltración y constituyen los procesos potenciales de inestabilidad que definen los niveles de riesgo. Esta zona se categoriza como de alta sensibilidad ante el cambio de las condiciones morfológicas por las obras del proyecto, donde la vegetación existente representa el soporte de su actual condición de estabilidad. El desarrollo urbano de esta zona demanda para el control de los niveles de riesgo generados por la inestabilidad de los suelos superficiales medidas geotécnicas de manejo de aguas superficiales, obras de subdrenajes complementadas con obras puntuales de estabilización de los cortes generados por el proyecto. La adecuación urbanística de ésta zona demanda mayor costo de obras de estabilización.

### **Zonas de Protección Urbanística**

En esta categoría se incluyen las siguientes zonas:

- Las áreas marginales al cauce la Quebrada La Pichosa y drenajes menores donde la condición topográfica y la delimitación de la ronda natural obligan a definir una zona de protección ambiental.
  
- Las zonas de muy alta pendiente topográfica que demandan para su adecuación urbanística una nueva configuración morfológica y estabilización geotécnica de los cortes.

## ZONIFICACIÓN

De acuerdo con las condiciones geológicas, geomorfológicas y su mayor o menor aptitud urbanística y según las categorías mencionadas anteriormente se realiza la siguiente sectorización del lote, (ver mapa de zonificación):

**Zona 1.** Estas laderas se localizan en el costado norte y oriental del lote y configuran los terrenos de menor pendiente con sectores de características planas. Litológicamente están conformadas por un conjunto de gravas y bloques de areniscas en una matriz limoarenosa correspondiente a la unidad de suelos coluviales, con un horizonte superior de arcilla gris de consistencia media y espesores promedios de 0.5 m, localmente se desarrolla un horizonte de suelos orgánicos de composición limoarenosa de 0.3 m de espesor.

Estabilidad; ésta zona presenta un régimen hidrológico subsuperficial con procesos locales de saturación generados por las aguas de infiltración y fue categorizada como de alta aptitud urbanística. Las obras de adecuación se restringen al manejo de las aguas superficiales, manejo de aguas de infiltración y manejo de las aguas servidas generadas por el proyecto.

**Zona 2:** se localiza en la parte oriental del proyecto, presenta una morfología de laderas rectilíneas de baja pendiente transversal, desarrolladas sobre la unidad de arcillolitas y limolitas grises de la formación Guaduas, con un horizonte superior de arcillas grises de 0.2 a 0.8 m de espesor y presencia de suelos orgánicos y bloques superficiales. Las condiciones topográficas de baja pendiente permiten la adecuación urbanística de acuerdo a la morfología del terreno. Esta zona se categoriza como de alta aptitud urbanística donde las obras de adecuación permiten asegurar una condición de alta estabilidad a largo plazo.

**Zona 3:** localizada en el sector occidental del lote contigua a los barrios El Triángulo Alto, El Triángulo Bajo y Corinto; se caracteriza por presentar una pendiente que oscila entre 30 y 40° conformada por areniscas y arcillolitas pertenecientes a las formaciones Bogotá y Cacho, que presentan una inclinación de la estratificación que varía entre 30 y 40° hacia el occidente y define una condición

parcialmente desfavorable ante los cortes de excavación que se requieran hacer para la adecuación urbanística.

Estabilidad; la adecuación urbanística de esta zona necesariamente implica la adecuación morfológica mediante un terraceo que se debe adecuar a las condiciones topográficas de la ladera y los factores de riesgo que se pueden ocasionar se asocian a la inestabilidad de los taludes de corte que demandan medidas de contención complementadas con obras para el manejo de las aguas de escorrentía e infiltración. Esta zona se categorizó como de mediana aptitud urbanística por las medidas que se requiere implementar para controlar los diferentes factores de riesgo.

**Zona 4:** ésta zona comprende el conjunto de laderas que configuran la parte alta del predio a partir de la cota 3.030 hasta el límite sur del proyecto. Presenta una composición de suelos arcillosos con gravas y bloques superficiales que cubren la unidad de arcillolitas y limolitas de la formación Cacho y de la formación Guaduas.

Estabilidad: por las condiciones climáticas que determinan una alta humedad de los suelos de este sector del proyecto la adecuación urbanística de esta zona puede contemplar un sistema de obras de subdrenaje orientados a batir los niveles

freáticos superficiales y controlar la estabilidad de los suelos a mediano y largo plazo. Por las anteriores características ésta zona se categorizó como de mediana aptitud urbanística donde las diferentes obras de adecuación que implican obras de drenaje superficial y subdrenaje permiten asegurar un incremento de la resistencia de los suelos y a la vez controlar los bajos niveles de riesgo por inestabilidad de los suelos superficiales.

**Zona 5:** corresponde a los sectores de mayor pendiente localizados en la parte central del lote formando una cuchilla con orientación norte-sur, presenta una composición de areniscas de 5.0 a 10.0 m de espesor, intercaladas con arcillolitas grises perteneciente a la formación Cacho de edad terciaria.

Un segundo sector de ésta zona corresponde al costado oriental del área de explotación de materiales (antigua ladrillera). Se categorizó como de mediana a baja aptitud urbanística por las dificultades de adecuación y costos de las medidas tendientes a asegurar su condición de estabilidad de los cortes a mediano y largo plazo.

**Zona 6:** se localiza en la parte central del lote bordeando la zona 1 de zonificación y está delimitada por las laderas de mayor pendiente ( zona 5) presenta una composición de arcillolitas altamente meteorizadas con desarrollo de suelos

residuales de 1.0 a 2.0 m de espesor; corresponde a una ladera muy afectada por las aguas de escorrentía de las laderas aferentes de mayor pendiente, con una baja condición de estabilidad ante cortes de excavación.

Estabilidad: dada su baja condición de estabilidad el desarrollo del proyecto debe contemplar medidas de protección de esta zona conservando la vegetación existente, complementadas con obras adicionales para incrementar su estabilidad a largo plazo. De acuerdo a las anteriores consideraciones y costos de adecuación se categoriza como de baja aptitud urbanística.

Sin embargo si se desea urbanizar sería necesario definir un sistema de obras de subdrenaje y retiro de suelos inestables.

**Zona 7:** ésta zona corresponde al área de influencia de la actual explotación de materiales arcillosos pertenecientes a la antigua ladrillera. Presenta una composición de arcillolitas y con intercalaciones de algunos niveles de areniscas pertenecientes a la formación Bogotá delimitadas en el sector oriental por una exposición de areniscas en capas gruesas que ha servido de limite para el desarrollo de la explotación y aislamiento del drenaje de la Quebrada El Triángulo. La estabilidad de este sector del lote está controlada fundamentalmente

por la condición final de la explotación y las obras de recuperación morfológica de la mina (ver anexo B).

Sensibilidad ante el proyecto: dada su ubicación dentro del área de construcción del proyecto, ésta zona categorizada como de alta aptitud urbanística. Sin embargo se aclarará que en perímetro de la cantera se requiere seguir los planes de adecuación morfológica orientados a asegurar una condición estable de los taludes. Además es necesario el retiro de los suelos blandos dejados durante el desarrollo de la mina que constituyen el factor de riesgo más importante por la condición potencial de inestabilidad de estos materiales. La fundación de las edificaciones se apoyará de todas formas en los suelos naturales atravesando los materiales sueltos de relleno.

## MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y CONTROL

De acuerdo con el grado de sensibilidad y los factores de riesgo identificados en cada una de las zonas diferenciadas para el desarrollo urbanístico se plantean las medidas de mitigación y control orientadas a reducir y controlar los niveles de riesgo.

1. Medidas de control de los procesos de reptación.

2. Medidas de control de aguas de escorrentía superficial.
3. Medidas de control geotécnico de cortes.
4. Plan de recuperación morfológica de la zona de antigua explotación.
5. Obras de control torrencial asociadas al cauce de la quebrada La Pichosa.
6. Obras de control de erosión.

#### **1. Medidas de control de los procesos de reptación.**

Estas obras están orientadas específicamente a controlar los procesos de saturación que afectan la zona 1 localizada en los sectores oriental y norte del proyecto, se recomiendan las siguientes obras:

- a. Construcción de un sistemas de filtros en material granular, encapsulados en geotextil no tejido y adicionalmente con tuberías de drenaje de 6". Estas obras corrigen los procesos de reptación asociados a las aguas de infiltración natural, ( ver figura No. 7).
- b. Construcción de un adecuado y eficiente sistema de drenaje superficial y captación de las aguas servidas generadas durante el desarrollo urbanístico del proyecto.

## **2. Medidas de control de aguas de escorrentía superficial.**

Estas obras están orientadas a captar y desaguar las aguas superficiales que afectan las diferentes zonas de desarrollo urbano, mediante la construcción de canales colectores localizados en la base de las laderas de mayor pendiente. El diseño de estas obras debe considerar estructuras disipadoras y obras de entrega a los canales colectores principales ( ver obras de estabilización - figuras Nos. 9, 10 y 11).

## **3. Medidas de control geotécnico de cortes.**

Esta medida está orientada a controlar el riesgo geotécnico generado por los taludes de corte resultantes de la adecuación morfológica de las zonas III y IV y se recomienda la implementación de las siguientes obras:

- a. Construcción de un sistema de cunetas revestidas en concreto o en piedra pegada para el manejo de las aguas superficiales que afectan los taludes de corte. Estas obras de drenaje deben hacer entrega a colectores principales, (ver figuras No. 6 y 8)

- b. Construcción de estructuras de contención en gaviones para los sectores de corte donde se expongan las rocas arcillosas y definición de las medidas de contención de acuerdo con los niveles de corte contemplados ( ver figuras 12 y 13).

#### **4. Plan de recuperación morfológica de la zona de antigua explotación.**

Se recomienda la implementación de las siguientes medidas:

- a. Limpieza y remoción de los depósitos superficiales, producto de las labores de explotación de la cantera, que están localizados en este sector y su ubicación fuera de los límites del predio. Con ésta medida se anula el factor de riesgo generado por la inestabilidad potencial de estos materiales sueltos.
- b. Construcción de un canal colector de aguas superficiales localizado en la parte alta del talud de la zona explotada. Esta obra debe contemplar un sector escalonado con obras de disipación ( ver figuras No. 9 y 10).

- c. Terraceo del lote y conformación de los taludes con inclinaciones 1:1 y cunetas internas revestidas en concreto con entregas al canal colector principal.
- d. Revegetalización de ésta zona para lo cual se recomienda tener en cuenta las medidas presentadas en el plan de recuperación morfológica aprobado por la CAR (Anexo B).
- e. Estabilización de los taludes de adecuación morfológica mediante un sistema de trinchos construidos en madera rolliza o tubos galvanizados (ver figuras Nos. 4 y 5).

#### **5. Obras de control torrencial asociadas al cauce de la quebrada La Pichosa.**

Para el Cauce de la Quebrada la Pichosa, que cruza diagonalmente el Predio el Remanso, y el limite oriental del predio el Yuste se recomiendan las siguientes obras para controlar la torrencialidad del cauce y disminuir los niveles de riesgo por inundación:

- a. Definición de una zona de protección de 10.0 a 20.0 m de amplitud ( ronda natural de la Quebrada), con una protección de la vegetación existente.

- b. Diseño en el predio El Remanso de una obra Hidráulica que permita el manejo y control de los eventos torrenciales y definición de una zona de protección de 10.0 a 20.0 m de amplitud.

#### **6. Obras de control de erosión**

Estas medidas están orientadas a controlar los procesos de erosión que se puedan generar durante la etapa constructiva del proyecto, por las actividades de excavación y adecuación de los predios. Se recomienda la construcción de un sistema de trinchos conformados por tubos galvanizados, malla metálica y con espaciamiento variable de acuerdo a la pendiente del terreno. ( ver figuras No. 4 y 5) estas obras de control permanente permiten la revegetalización de las laderas afectadas a corto plazo y reduce los niveles de riesgo por deslizamientos e inestabilidad de los materiales superficiales.

#### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

De acuerdo con la evaluación de los diferentes factores de riesgo que afectan las laderas del predio urbanístico San Jerónimo del Yuste se tienen las siguientes conclusiones:

- Para las zonas categorizadas como de alta sensibilidad se definieron medidas de protección complementadas con obras de manejo de aguas superficiales, asegurando de ésta forma una estabilidad a mediano y largo plazo y un control de los niveles de riesgo sobre las obras del proyecto.
- En las zonas aledañas a la Quebrada La Pichosa expuestas a riesgo de inundación por torrencialidad, para su prevención, se definió una zona de protección complementada con obras de canalización y control torrencial para el sector del predio El Remanso.
- El diseño urbanístico del proyecto mediante construcciones multifamiliares aseguran una baja vulnerabilidad de las obras del proyecto.
- La adecuación del lote y la implementación de las obras de drenaje y subdrenaje de las zonas de mayor sensibilidad permite reducir y controlar la vulnerabilidad de los obras del proyecto.
- En general todos los niveles de riesgo se clasifican como controlables mediante obras de adecuación y manejo de las aguas lluvias y servidas y la disposición adecuada de los suelos blandos.

- Todos los niveles de riesgo generados por los procesos de erosión y reptación que afectan las laderas del lote se pueden controlar mediante las obras de adecuación del lote.
- En la zona de explotación de la antigua cantera se contempla un plan de recuperación morfológica presentada ante la autoridad competente CAR.

Gustosamente se aclararán dudas relacionadas con esta información.

Atentamente,

  
LUIS FERNANDO OROZCO ROJAS  
I.C. Matrícula 13592

  
EDGAR FORERO BELTRÁN  
Matrícula 215 C.P.G.

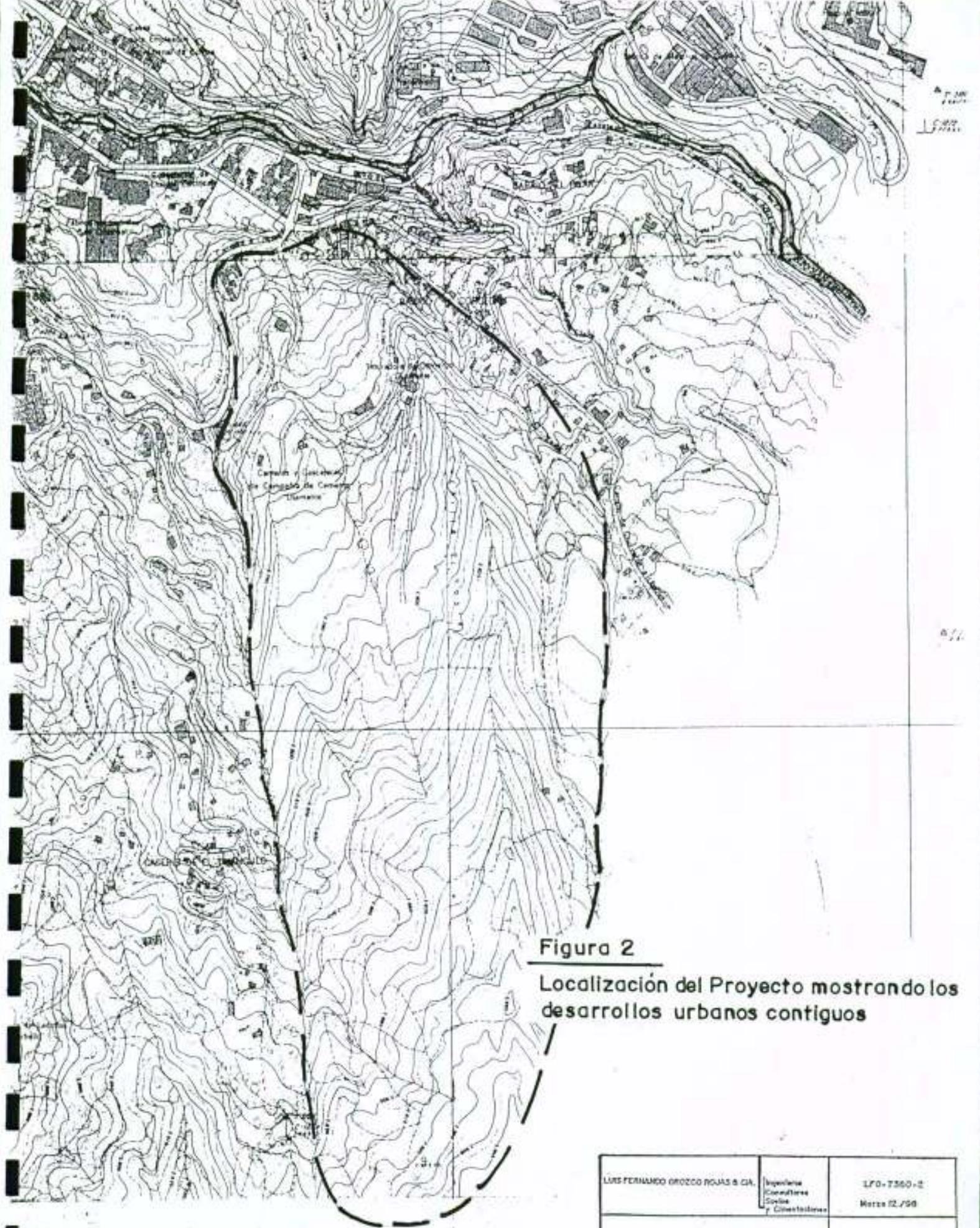
Santafé de Bogotá, D.C. Marzo 20 de 1988.

EFB./jco.

ANEXO A LFO 7360-3

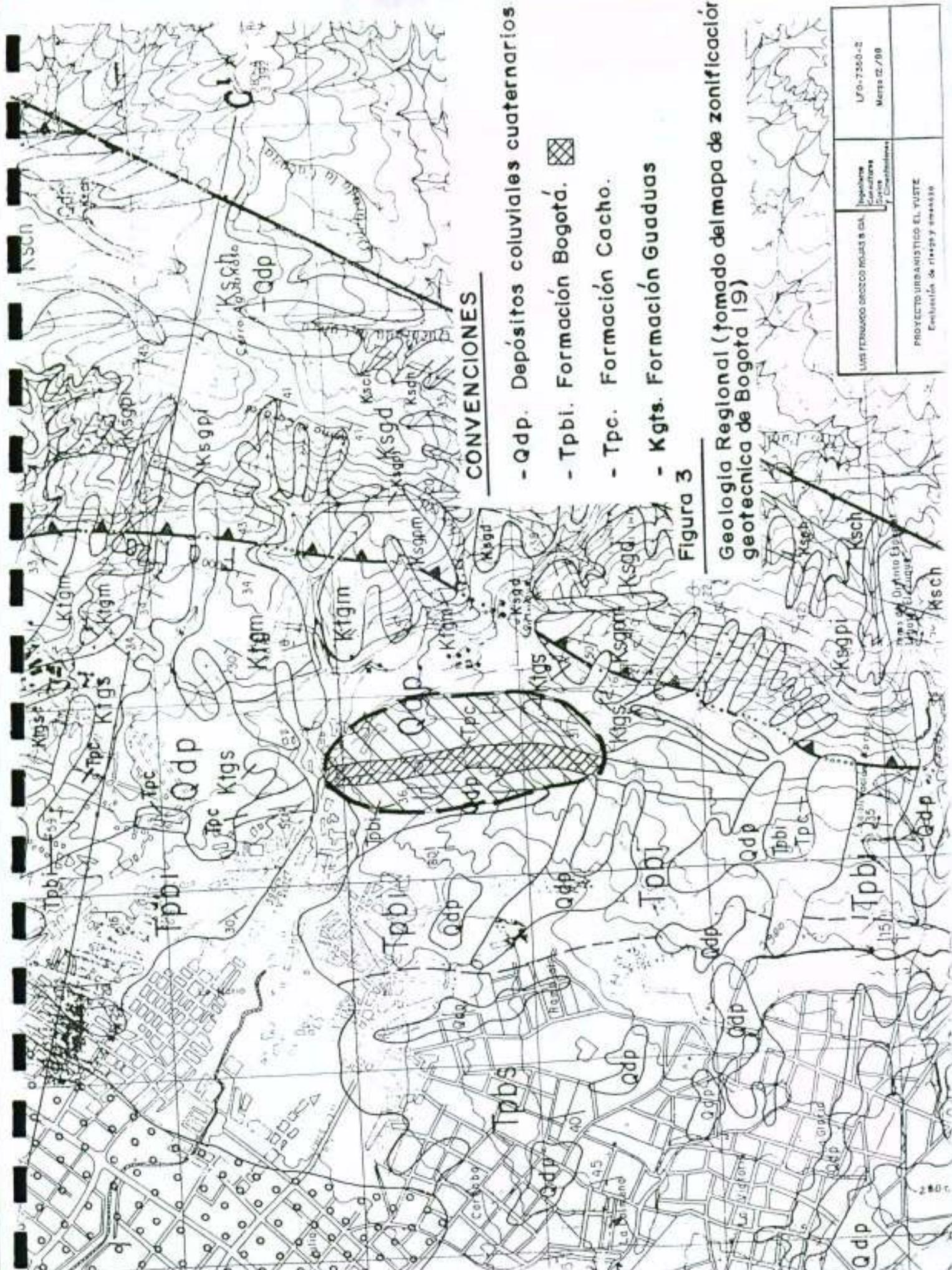
FIGURAS





**Figura 2**  
**Localización del Proyecto mostrando los desarrollos urbanos contiguos**

LUIS FERNANDO GONZALEZ ROJAS & CIA.	Ingeniería Consultores Sociales y Ambientales	LFO-7360-2 Marzo 12/98
PROYECTO URBANÍSTICO EL YUSTE Evaluación de riesgo y amenaza		



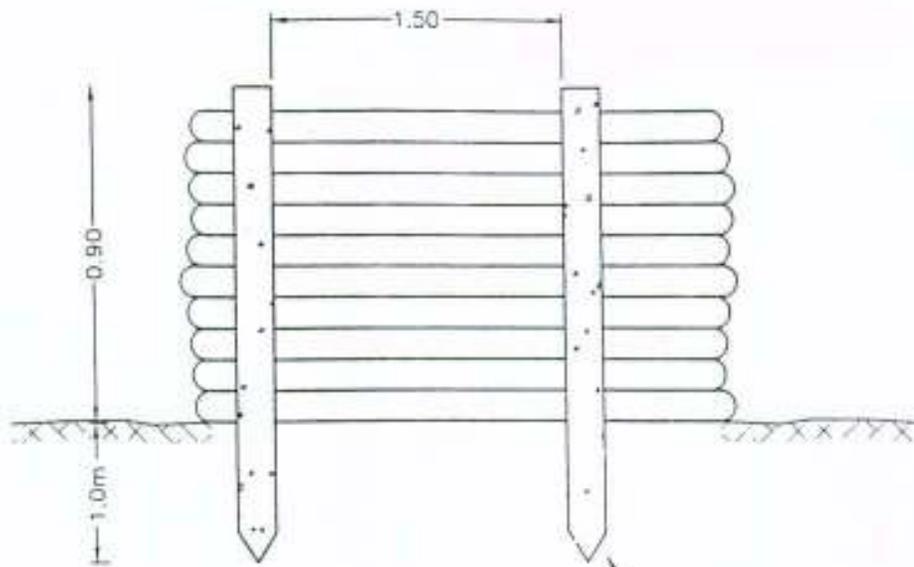
**CONVENCIONES**

- Qdp. Depósitos coluviales cuaternarios.
- Tpb. Formación Bogotá.
- Tpc. Formación Cacho.
- Kgts. Formación Guaduas

Figura 3

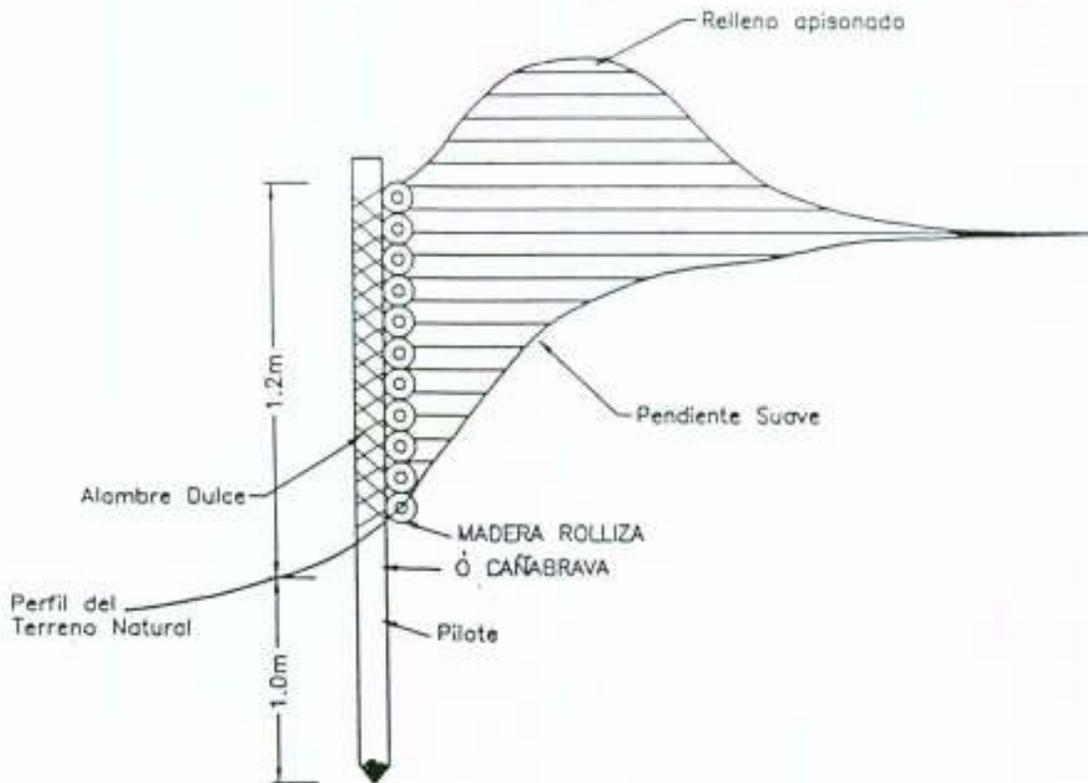
Geología Regional (tomado del mapa de zonificación geotécnica de Bogotá 19)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE BOGOTÁ	INGENIERIA CIVIL	LFO-7360-2
PROYECTO URBANISTICO EL YUSTE	Evaluación de riesgos y amenaza	Mapa 02 / 98



PILOTE EN MADERA ROLLIZA  
Ó CAÑABRAVA

DETALLE DE PILOTE

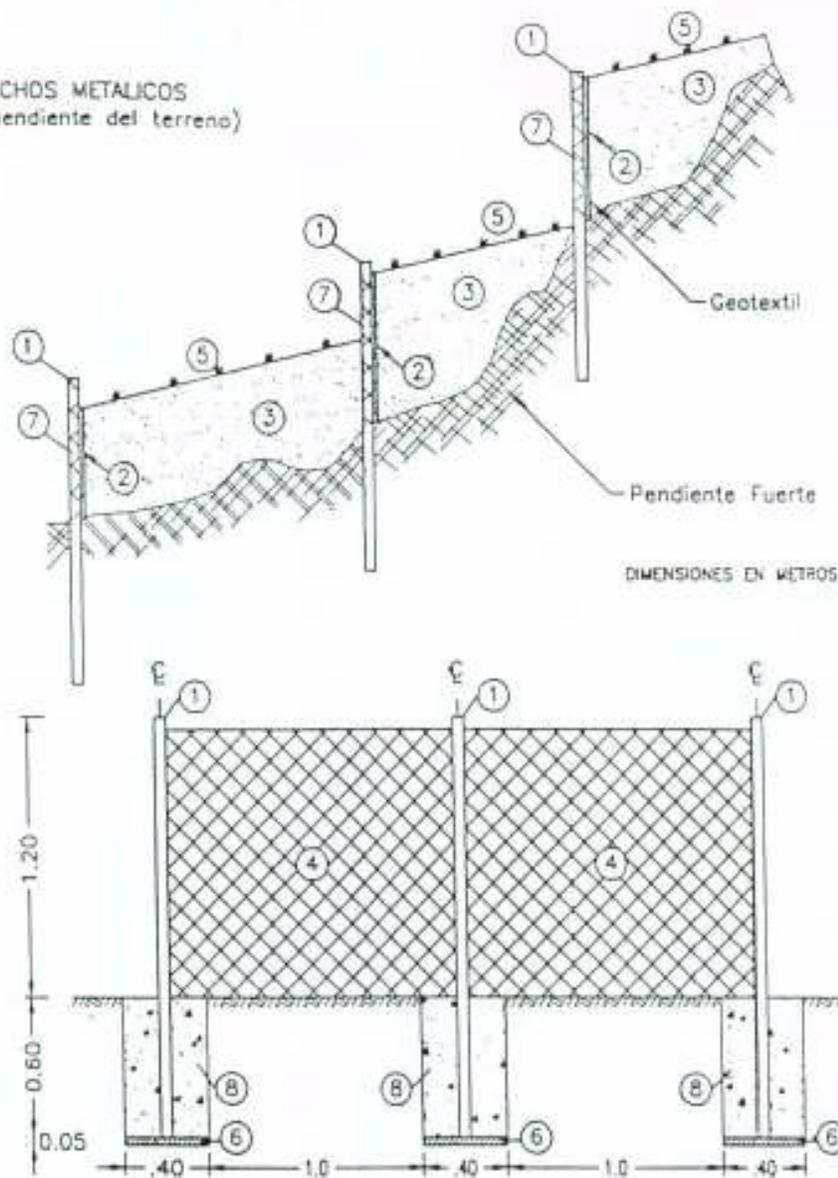


**Fig. 4**

Trinches provisionales para el control de erosión en las zonas de adecuación morfológicas. Zona de cantera.

LUIS FERNANDO BRÓZCO ROJAS & CIA.	Ingenieros Consultores Suelos y Geotécnicos	LFD-7300-2 Marzo 12 / 98
PROYECTO URBANISTICO EL RUSTE Evolución de riesgo y amenaza		

TRINCHOS METALICOS  
(Según pendiente del terreno)

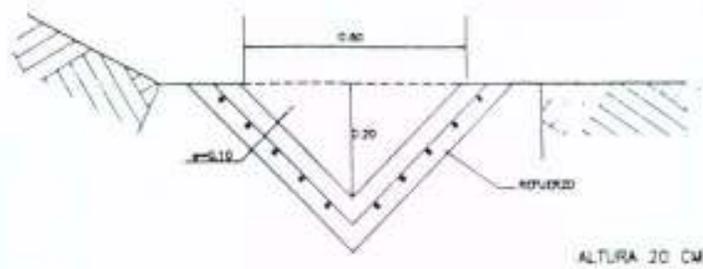


- ① TUBO GALVANIZADO DE #3" CON TAPA SUPERIOR, COLOCADOS CADA 1m. ENTRE EJES.
- ② GEOTEXTIL PERMEABLE QUE NO PERMITA LA SALIDA DE FINOS, EN TODA EL ÁREA DE LA MALLA ESLABONADA.
- ③ LLENO COMPACTADO EN CAPAS DE 10 cm.
- ④ MALLA ESLABONADA O TRIPLE TORSIÓN #12.
- ⑤ EMPRADIACIÓN CON CAPA DE MATERIA ORGÁNICA.
- ⑥ SOLADO DE 0.05 m. PARA APOYO DEL TUBO.
- ⑦ ALAMBRE DULCE GALVANIZADO BMS #14 PARA AMARRE DE LA MALLA.
- ⑧ CONCRETO CICLOPEO.

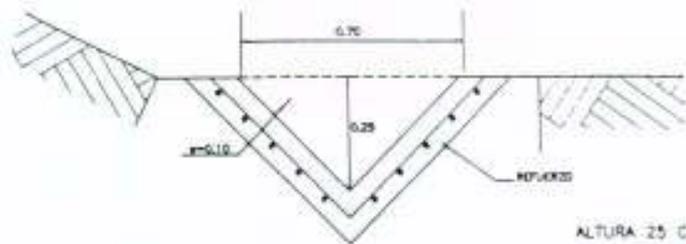
Fig: 5

Trinches permanentes para la adecuación morfológica de zonas erosionadas y el sector de la antigua cantera.

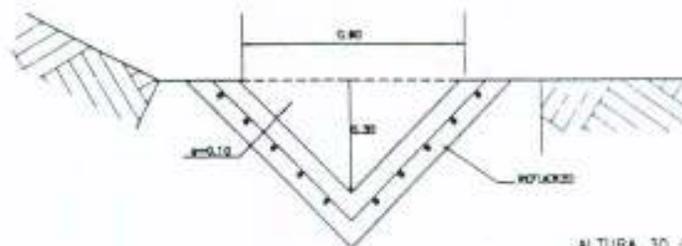
LUIS FERNANDO OROZCO ROSAS & CIA.	Ingenieros Consultores Químicos y Ambientales	LFO-7360-2 Marzo 12/98
PROYECTO URBANÍSTICO EL YUSTE Evaluación de riesgo y amenaza		



ALTURA 20 CM

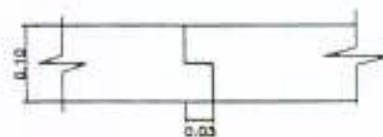


ALTURA 25 CM



ALTURA 30 CM

DIMENSIONES EN METROS



**JUNTAS DE DILATACION  
TRANSVERSALES**

SE PROYECTARAN CADA 1.5m.

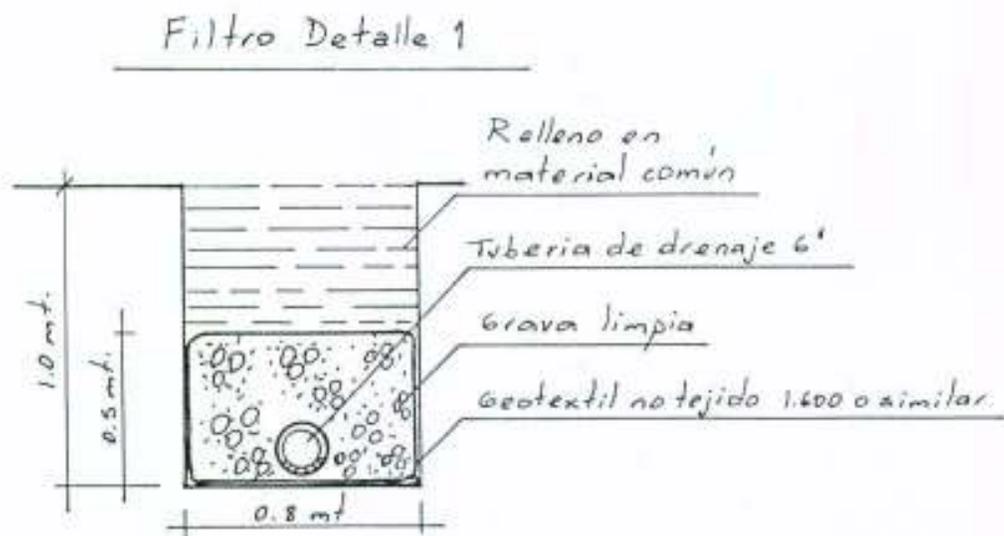
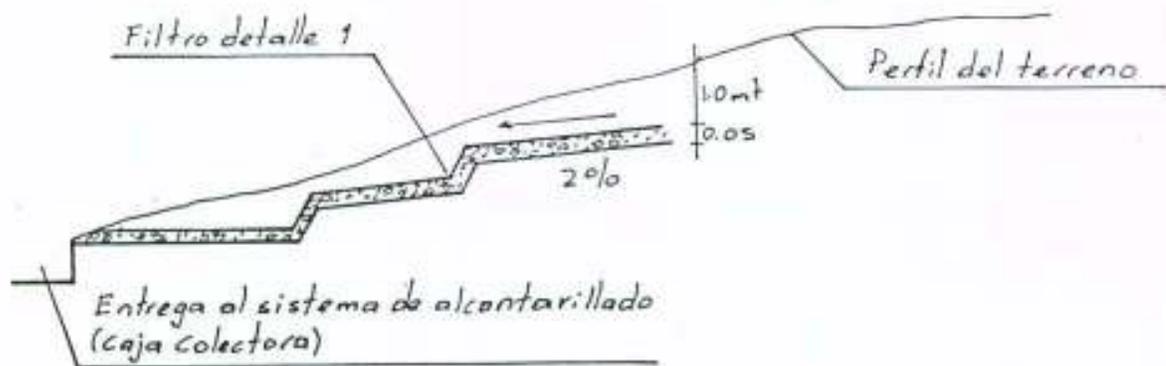
REFUERZO:  $\# 3/8"$  en cuadros de 0.20m.

CONCRETO :  $f'c = 3000$  psi

**Fig:6**

**Cunetas revestidas en concreto para el manejo de aguas superficiales.**

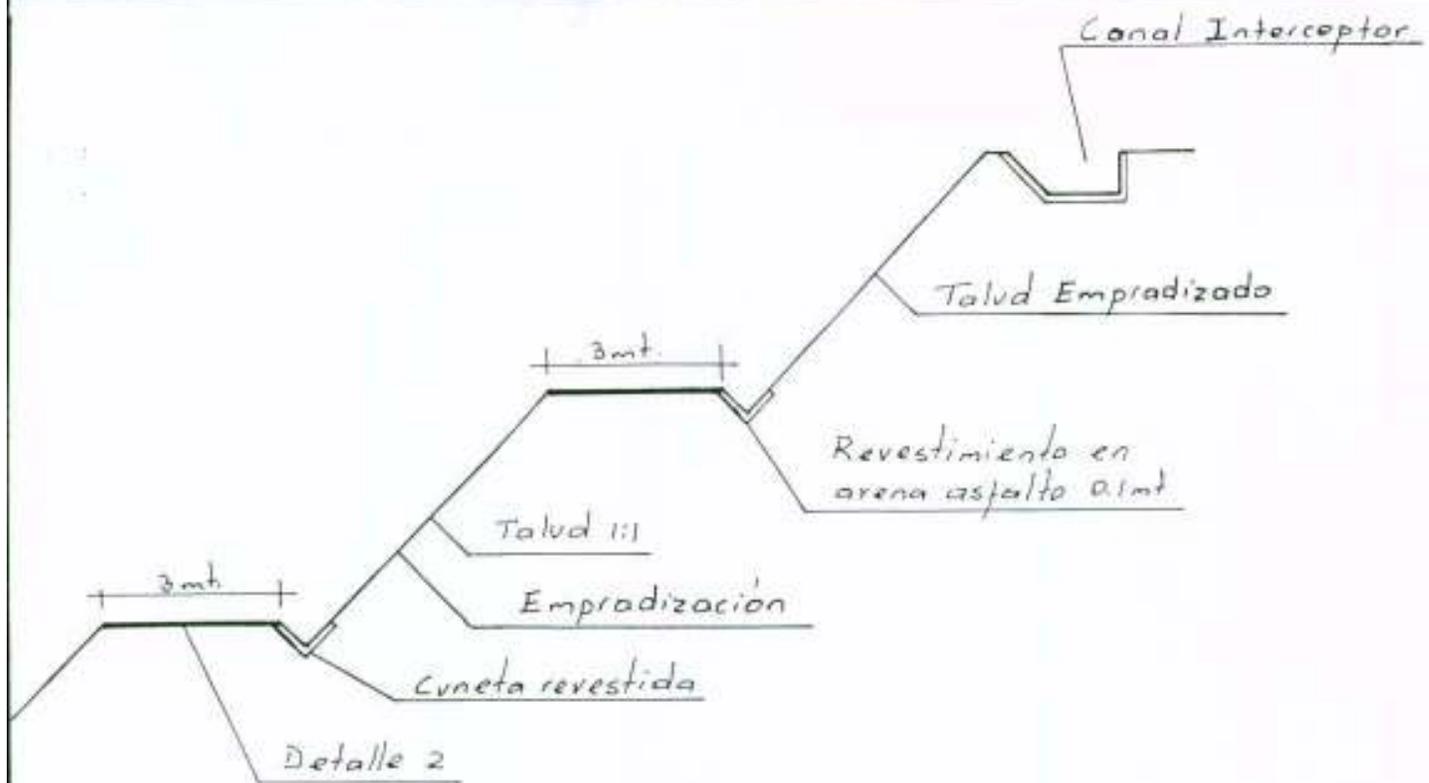
LUIS FERNANDO OROZCO ROJAS & CIA.	Ingeniería Consultora Suelos y cimentaciones	LFD-7360-2 Marzo 02./08
PROYECTO URBANISTICO EL VUSTE Evaluación de riesgo y amenaza		



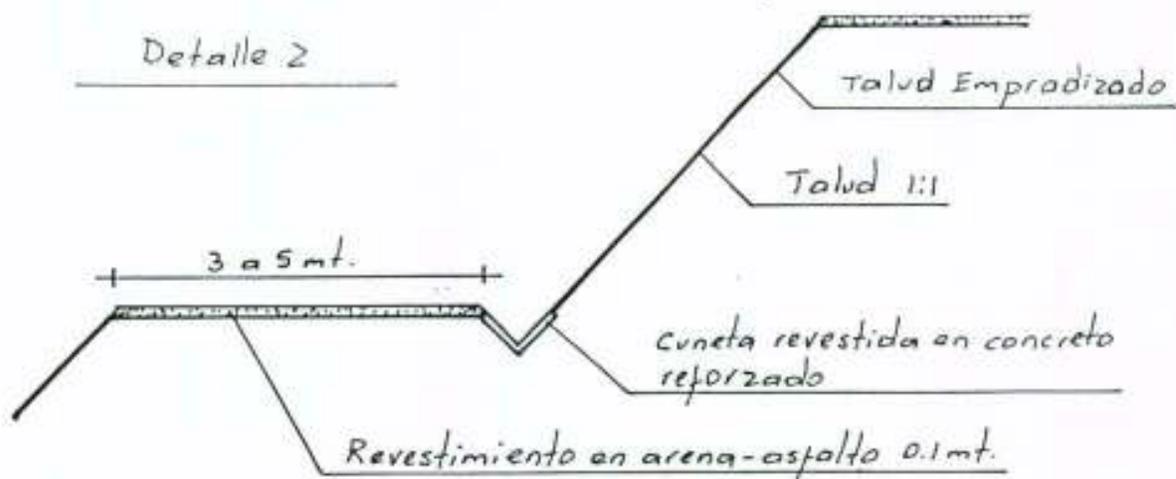
**Fig: 7**

**Obras de subdrenaje para zonas con problemas de reptación.**

LUIS FERRUGO OROZCO RÓJAS & CIA.	Ingeniería Consultora Saneamiento y Climatización	LFO-7300-2 Marsa 02/98
PROYECTO URBANÍSTICO EL YUSTE Evolución de riesgo y amenaza		



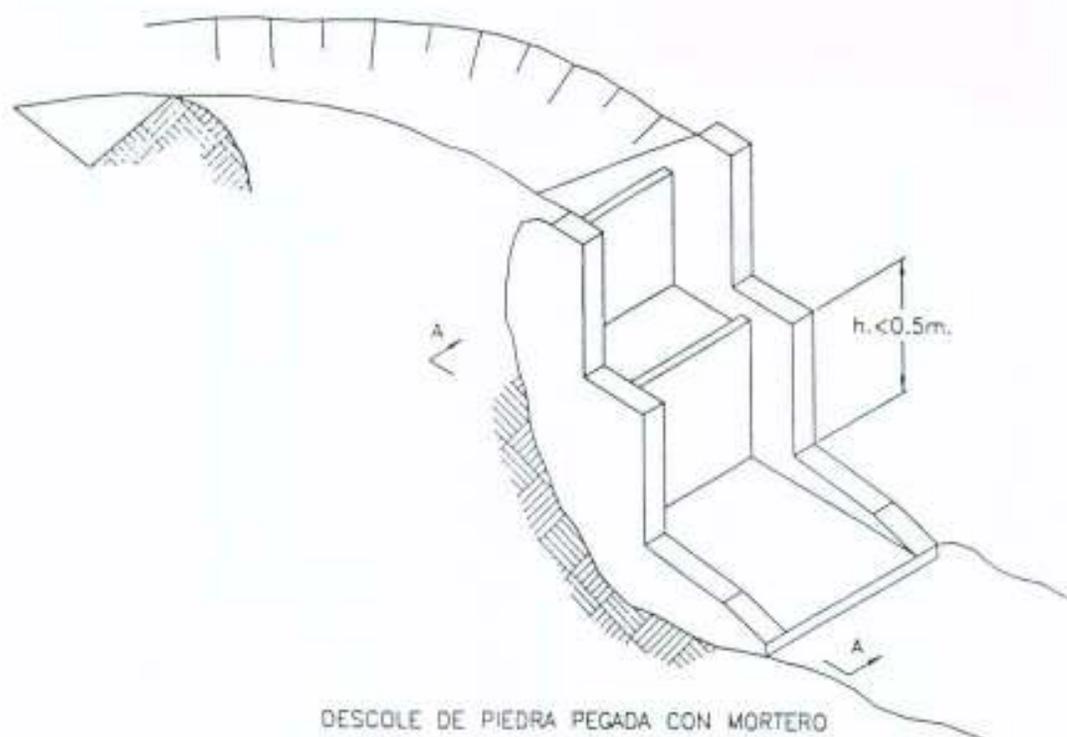
Nota: Cunetas y canal interceptor con entrega a un canal en bajada



**Fig. 8**

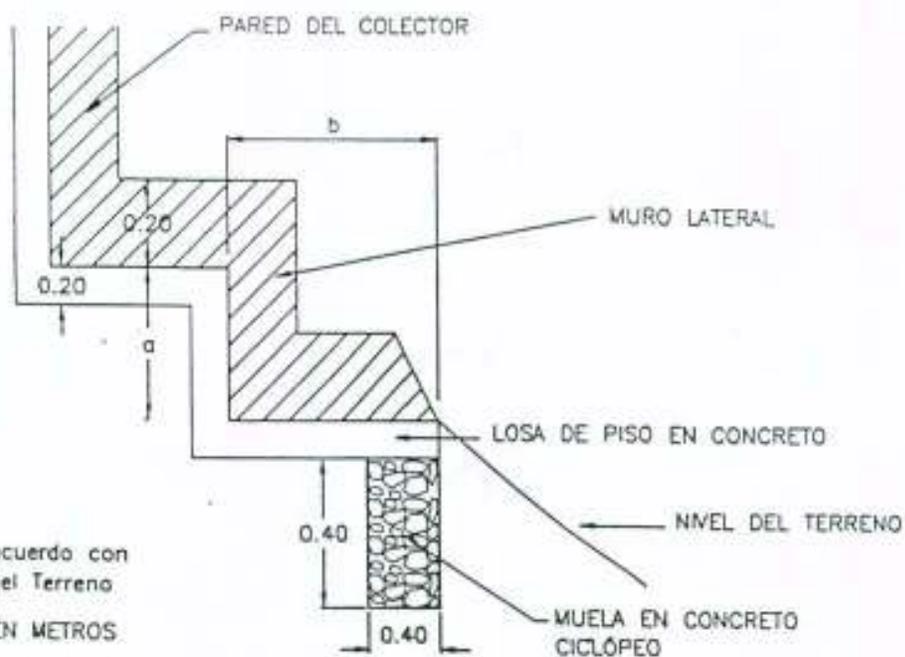
Obras de estabilización. Adecuación morfológica de la zona de cantera.

LUIS FERNANDO OROZCO ROJAS & CIA.	Ingenieros Consultores Saneamiento y Obras Civiles	LFO-7360-2 Marzo 12/98
PROYECTO URBANISTICO EL YUSTE Evaluación de riesgo y amenaza		



DESCOLE DE PIEDRA PEGADA CON MORTERO

CORTE A-A  
(Sin Escala)

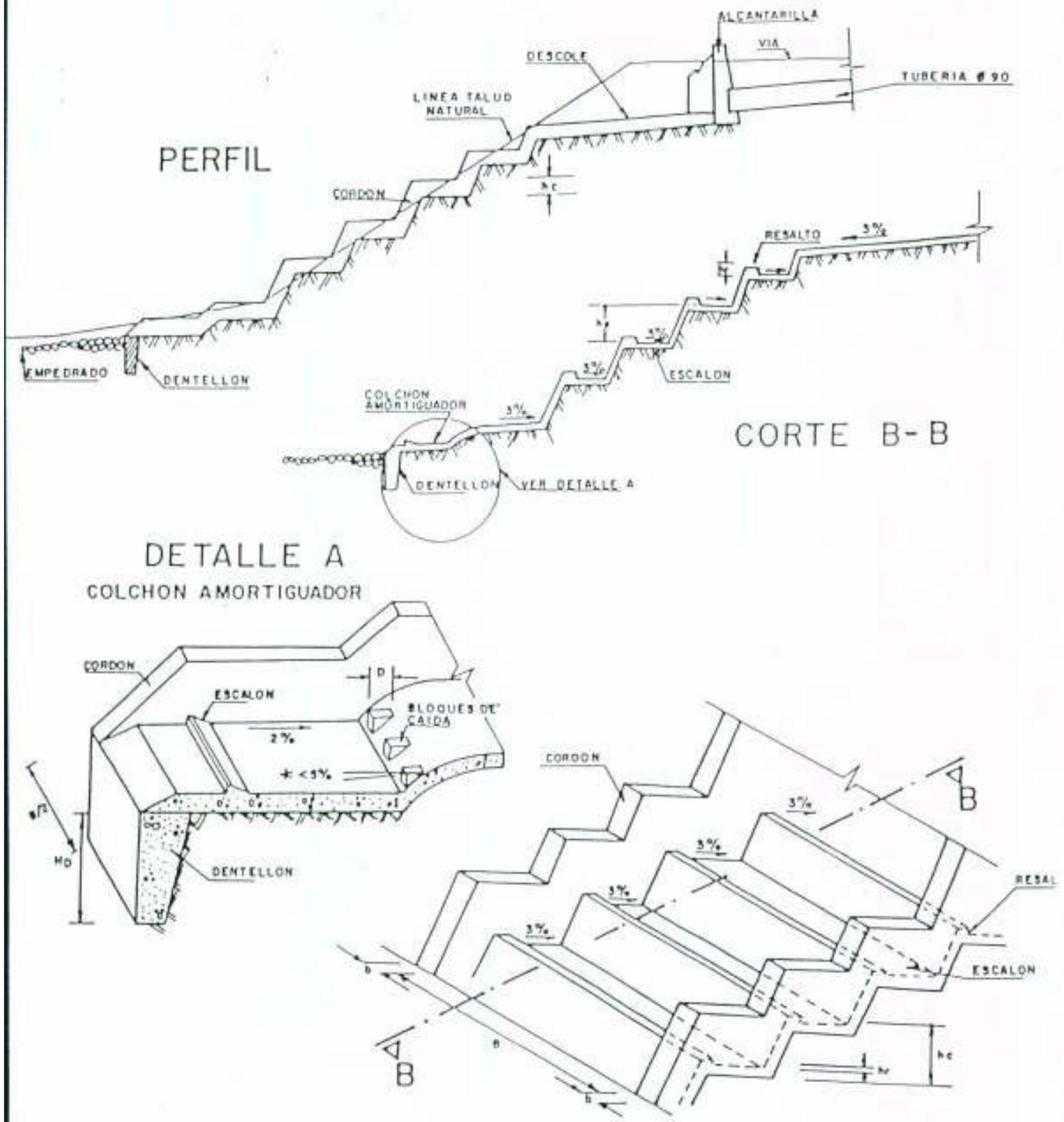


a y b : Variables de acuerdo con  
la pendiente del Terreno  
DIMENSIONES EN METROS

**Fig: 9**

**Disipador de energía para la entrega de los canales colectores de aguas de escorrentía.**

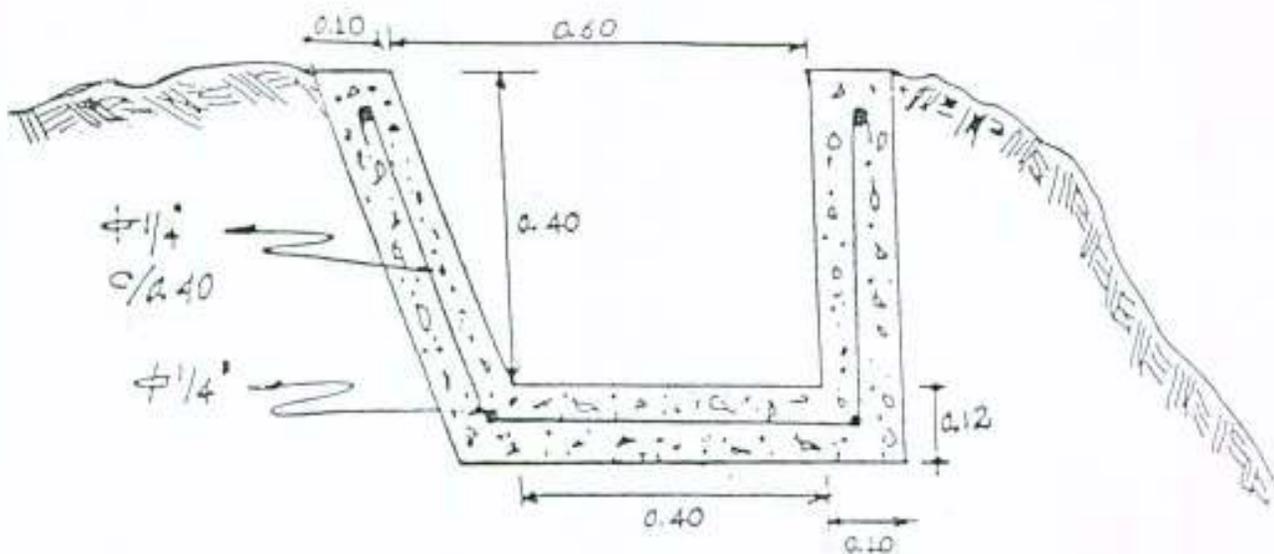
LUIS FERNANDO OROZCO ROJAS & CIA.	Ingeniería Consultora Saneamiento y Construcción	LFO-7360-2 Marzo 12 / 98
PROYECTO URBANISTICO EL YUSTE Evaluación de riesgo y amenaza		



**Fig: 10**

Disipador para el manejo de las aguas de escorrentia de los sectores de mayor pendiente.

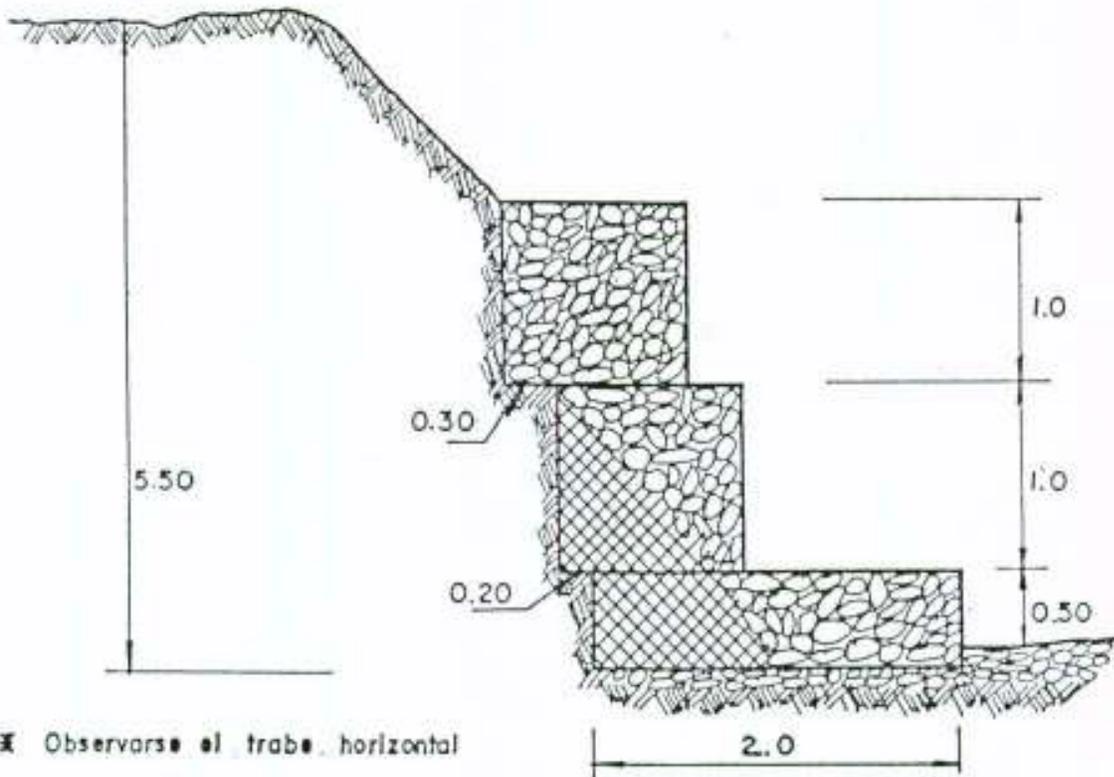
LUIS FERNANDO OROZCO ROJAS S. CIA.	Ingeniero Consultor Geles y Orientaciones	LFO-7350-2 Marzo 12 / 98
PROYECTO URBANISTICO EL YUSTE Estacion de riesgo y paso de		



**Fig. II**

**Colectores principales en concreto reforzado o piedra pegada para el manejo de aguas de escorrentía con entrega a las obras de disipación.**

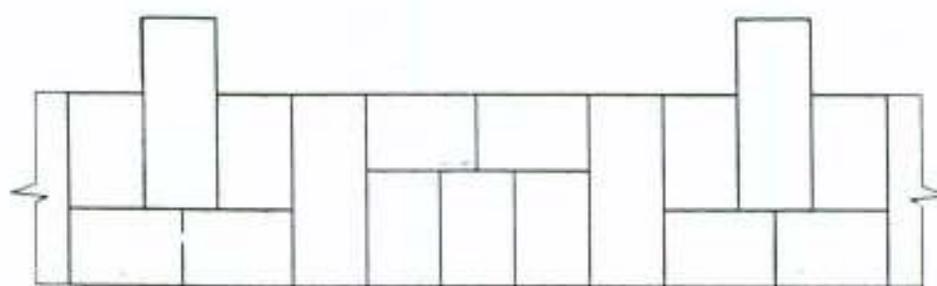
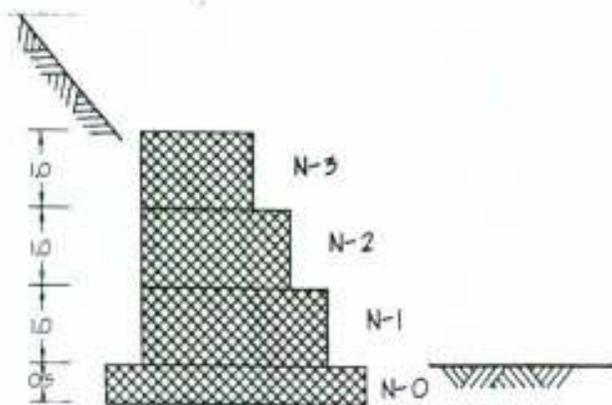
LUIS FERNANDO OROZCO ROJAS S. CIA.	Ingeniero Calculista Diseño y Construcción	LFO-7360-2 Mesa 02/08
PROYECTO URBANISTICO EL YUSTE Evaluación de riesgo y amenaza		



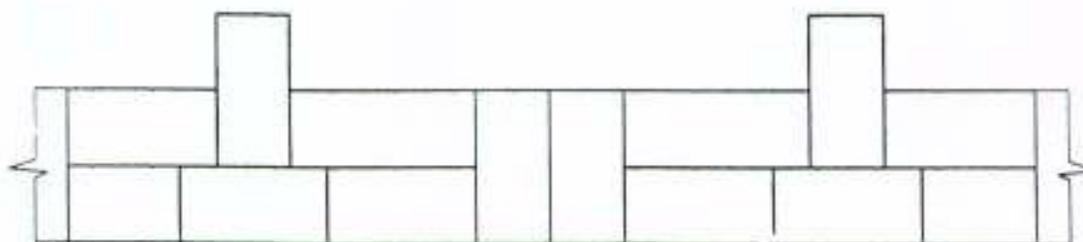
**Fig. 12**

Muros en gaviones para los sectores de corte en materiales sueltos.

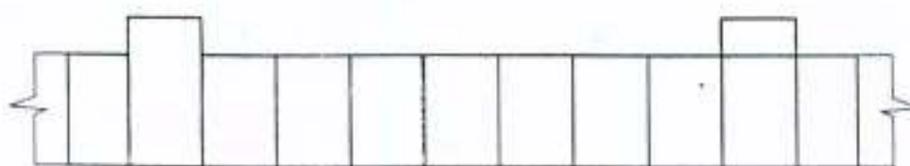
LUIS FERNANDO GONZALEZ ROJAS & CIA.	Ingeniería Consultores Sociedad y Construcción	LF0-7360-2 Marzo 12 / 98
PROYECTO URBANISTICO EL YUSTE Estudio de riesgo y amenaza		



N-1



N-2



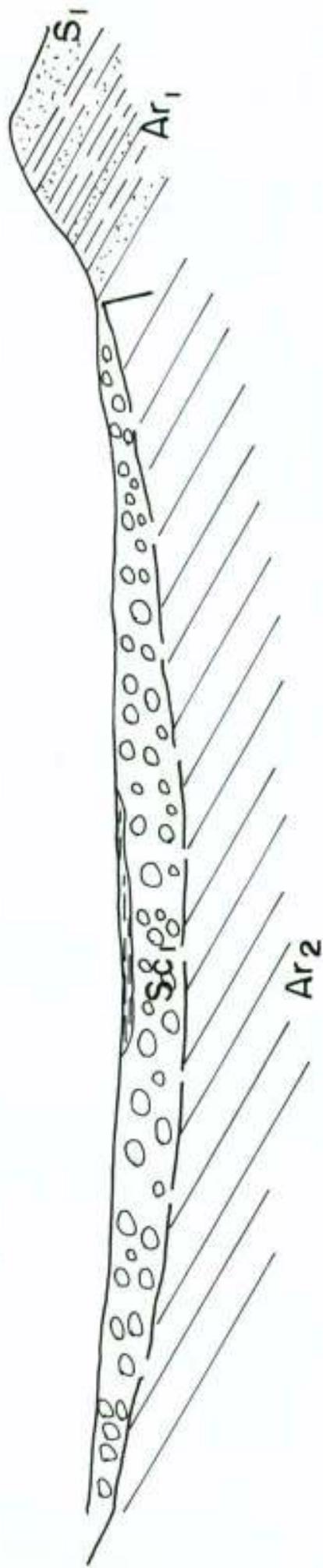
N-3

- Nivel N-4 de 1.0 a 1.5 m<sup>2</sup> de sección es opcional, según perfilamiento final de los taludes.

**Fig - 13**

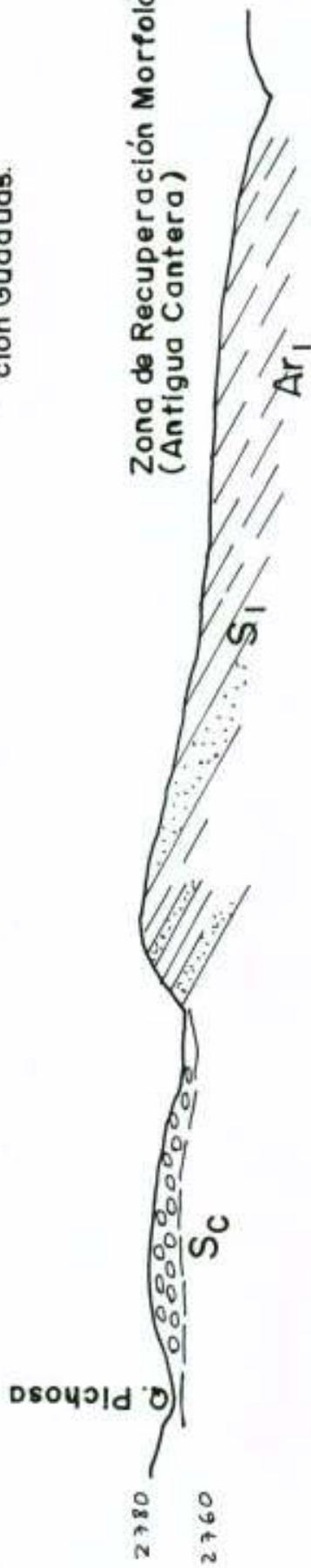
**Muro de contención en gaviones para manejo de zonas inestables.**

LUIS FERNANDO OROZCO ROLAS & CIA.	Ingeniería Consultoría Diseño y Ejecutoras	LFO-7360-2
PROYECTO URBANISTICO EL YUSTE Estación de riesgo y amenaza		Marzo 12 / 98



CORTE A - A'

- Sc<sub>1</sub> suelos coluviales
- S<sub>1</sub> areniscas Formación Cacho
- Ar<sub>1</sub> arcillolitas Formación Cacho
- Ar<sub>2</sub> arcillolitas y limolitas Formación Guaduas.



CORTE B - B'

Zona de Recuperación Morfológica (Antigua Cantera)

CORTE B - B'

Fig - 14

LOS FERRUCO ORCICO ROSAS & CIA.	Ingeniería Consultoría Diseño y Construcción	LFO-7360-2 Marzo 12/90
PROYECTO URBANISTICO EL YUSTE Evaluación de riesgo y amenaza		

ANEXO B LFO 7360-3

PLAN DE RECUPERACIÓN O RESTAURACIÓN AMBIENTAL DE LA MINA EL  
YUSTE PROPIEDAD DE LADRILLOS, TEJAS Y PISOS MOORE S.A.

Santafé de Bogotá, D.C.  
Noviembre 18 de 1.997

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL - CAR  
BOGOTA 00250-1 11-07-15 18:11/97  
Miguel RIVERA S.A.  
BOGOTA 00250-100 11/97

Señor Doctor  
**GUSTAVO A. MORALES MEJIA**  
SUBDIRECTOR JURIDICO - CORPORACION AUTOMONA  
REGIONAL DE CUNDINAMARCA - CAR  
Cra. 10 No. 16-82 Piso 2.  
Ciudad

REF : Expediente 12974- Su Resolución No. 3311 de 23 Dic./96 Resolución 0771 de Mayo  
30/97.

Tomamos atenta nota de las Resoluciones de la referencia, la segunda de las cuales confirmaba  
la primera, después de nosotros interponer recurso de apelación contra la primera.

En consecuencia estamos entregando a ustedes con la presente carta, copia del primer informe  
semestral sobre el progreso y desarrollo del Plan de Recuperación o Restauración Ambiental de  
nuestra mina denominada El Yuste.

Atentamente,

  
ANTONIO PAREDES Q.  
GERENTE

RECIBIDO 17 Nov. 1997

por INFORME REVISADO  
EL 18 DE NOV/97.

PLAN DE RECUPERACIÓN O RESTAURACIÓN AMBIENTAL DE LA MINA EL  
YUSTE DE PROPIEDAD DE LADRILLOS, TEJAS Y PISOS MOORE S.A.

LADRILLOS, TEJAS y PISOS MOORE S. A., presentó ante el Ministerio de Minas y Energía solicitud de legalización de la explotación de hecho del yacimiento de arcilla denominado EL YUSTE, que se encuentra en terrenos del predio EL YUSTE ubicado en el barrio Las Brisas en Santa Fe de Bogotá, D. C.

La CAR practicó visita de Evaluación Técnico-Ambiental para establecer la viabilidad de la explotación, las condiciones ambientales del yacimiento, sus medidas de corrección, la compatibilidad de la actividad minera con la zona y definir un Plan de Manejo, Recuperación o Restauración Ambiental.

El Informe Técnico Ambiental DCA-PMH-239 de Julio 2 de 1996, concluyó que es viable la actividad minera, pero la mina se encuentra en una zona declarada como incompatible con la minería de conformidad con el artículo 61 de la Ley 99 de 1993 y la resolución 222 de 1994 expedida por el Ministerio del Medio Ambiente.

En consecuencia, La CAR concedió un término de tres años como máximo para la explotación de la mina, tiempo durante el cual deberá realizarse el Plan de Recuperación o Restauración Ambiental en que se convirtió el que inicialmente se llamó Plan de Manejo Ambiental del Informe Técnico -Ambiental DCA-PMH-293 de Julio 2 de 1996, y presentar periódicamente informe del progreso y desarrollo del mismo.

El siguiente es el primer informe presentado por la firma LADRILLOS, TEJAS Y PISOS MOORE S.A., sobre el desarrollo actual y proyección futura de los trabajos

de Recuperación o Restauración Ambiental y el Primer Informe exigido por la autoridad Ambiental.

Teniendo en cuenta que el tiempo en que se desarrollará el Plan de Recuperación o Restauración Ambiental es el mismo de la explotación de la mina, la recuperación paisajística del terreno empezará con la explotación, con el objeto de que al dejar la actividad, sea poco lo que hay que ejecutar, en otras palabras, tratar de que el material de beneficio sea el que quede después de construir las terrazas, que serán la base del resultado paisajístico.

Las terrazas por comodidad y lógica deberán empezar a construirse desde la parte superior de la mina la cual va quedando tratada con los métodos aconsejados de mantenimiento ambiental y tendrán las dimensiones máximas y mínimas exigidas.

Sobre las terrazas definidas y en la arista que forma el interior de la berma, se construirán cunetas recubiertas con material arcilloso masificado con el objeto de proteger la parte baja de los taludes superiores, se inducirá el establecimiento de la vegetación nativa-regeneración natural-, también regando semilla y no permitiendo actividad alguna en el sitio. Cada vez que queden los sitios exclusivamente en recuperación, se acondicionarán los drenajes con sus disipadores de energía y se acondicionarán o cambiarán los sitios de los pozos de sedimentación. Se sembrarán las especies nativas propias de la región con el fin de atraer la fauna nativa.

Sobre los taludes se sembrará pasto kikuyo sobre tierra negra.

#### **OBRAS EJECUTADAS A LA FECHA**

1. Drenaje perimetral al borde de la carretera nororiental.

2. Dos trinchos sobre el drenaje para disipación de energía.
3. Dos pozos intermedios de sedimentación.
4. El primer talud de la carretera hacia abajo es la primera zona sin intervenir y está siendo invadida por vegetación natural (retamo). Se completará el cubrimiento con cespedón de kikuyo.
5. Se sembraron 200 árboles de nativas de bolsa mediana sobre el perímetro nororiental de la mina, base de la carretera.
6. A fines del primer año se tendrán sembrados 500 nativas y se establecerán 400 M<sup>2</sup> de césped de kikuyo, siembra que deberá coincidir con las lluvias.

En el destapado más visible de la parte superior se ha regado semilla de nativas y existe una primera invasión. Se reforzará con kikuyo sembrado en hoyos llenos de tierra negra fertilizada para inducir su propagación. Aparte los taludes se irán conformando y revegetalizando de arriba hacia abajo, a medida que se va liberando la zona para conformar el nuevo paisaje.

Atentamente,



HUGO HURTADO MONTEALEGRE  
I. F. TP 0293 de Minagricultura  
Asistente Técnico Ambiental  
LADRILLO, TEJAS Y PISOS MOORE S.A.

SANTAFE DE BOGOTÁ, OCTUBRE 28 DE 1.997

INFORME PARCIAL DE OBRAS - PRIMER SEMESTRE DE 1997

RESOLUCION No 3311 DE 23 DIC 1996

(Por medio de la cual se impone un Plan de Recuperación  
o Restauración Ambiental)

El Director General de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR-, en uso de sus facultades legales y estatutarias y de acuerdo a lo establecido por la Ley 99 de 1993, Ley 141 de 1994, Decreto 2636 de 1994, Decreto 1753 de 1994, Resolución 222 de 1994, Resolución 1277 de 1996 y demás normas concordantes y,

### CONSIDERANDO

Que la sociedad LADRILLOS, TEJAS Y PISOS MOORE S.A., identificada con NIT 0860002396-0, representada legalmente por el señor ANTONIO PAREDES QUINTERO, identificado con cédula de ciudadanía No. 2.931.753 de Bogotá, presentó ante el Ministerio de Minas y Energía solicitud de legalización de la explotación de hecho de un yacimiento de ARCILLA, denominado EL YUSTE, ubicado en jurisdicción de Santafé de Bogotá (Cundinamarca), localizado y alinderado de acuerdo con el formulario expedido por el Ministerio de Minas y Energía en los términos del artículo 50 de la Ley 141 de 1994, reglamentado por medio del Decreto 2636 de 1994.

Que mediante Auto No. 2495 del 1 de diciembre de 1995 se avocó el conocimiento de la solicitud y se radicó bajo el expediente No.12974.

Que esta Corporación ordenó se practicara una visita de evaluación técnico - Ambiental para establecer la viabilidad de la explotación, las condiciones ambientales del yacimiento, sus medidas de corrección, la compatibilidad de la actividad minera con la zona y se definiera un Plan de Manejo, Recuperación o Restauración Ambiental, según el caso, emitiendo el concepto respectivo de conformidad con los artículos 3º y 4º del Decreto 2636 de 1994, el cual está contenido en el Informe Técnico - Ambiental DCA-PMH-239 del 2 de julio de 1996.

Que como fundamento del concepto emitido se tuvo en cuenta que el predio objeto de la solicitud para adelantar la explotación minera de hecho de ARCILLA, en jurisdicción de Santafé de Bogotá (Cundinamarca), se encuentra ubicado dentro de una zona declarada como INCOMPATIBLE con la minería, de conformidad con el artículo 61 de la Ley 99 de 1993 y la Resolución 222 de 1994 expedida por el Ministerio del Medio Ambiente, lo cual será considerado por el Ministerio de Minas y Energía al momento de adoptar la decisión sobre la legalización de la explotación minera de hecho.

Que aunque en el informe Técnico - Ambiental DCA-PMH-239 del 2 de julio de 1996, se concluya que es viable ambientalmente la actividad minera aquí solicitada, no es procedente concederla, debido al carácter de incompatibilidad que presenta, lo que hace necesario proceder a la restauración ambiental y morfológica de la zona, a través de la ejecución del respectivo Plan de

23 DIC 1996.

CONTINUACION RESOLUCION No 3311 DEL POR MEDIO DE  
LA CUAL SE IMPONE UN PLAN DE RECUPERACION O RESTAURACION  
AMBIENTAL 2

Recuperación o Restauración impuesto por parte de la autoridad ambiental competente.

Que el artículo segundo de la Resolución 1277 de 1996, modificatoria del artículo séptimo de la Resolución 222 de 1994, estableció que las explotaciones mineras (en minería de subsuelo) que se encuentren en zonas no compatibles con la minería, de acuerdo a la delimitación hecha en el artículo cuarto de la Resolución 222 de 1994 y que no cuenten con permisos, licencias o contratos de concesión vigentes, otorgados por el Ministerio de Minas y Energía, serán cerradas definitivamente y deberán llevar a cabo la restauración ambiental y morfológica de la zona intervenida de acuerdo al Plan de Recuperación o Restauración Ambiental que imponga la autoridad competente.

Que para efectos de la presente Resolución, el Plan de Manejo Ambiental contenido en el informe Técnico - Ambiental DCA-PMH-239 del 2 de julio de 1996, deberá entenderse como Plan de Recuperación o Restauración Ambiental.

Que en mérito de lo anteriormente expuesto el Director General de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca -CAR-,

RESUELVE

**ARTICULO PRIMERO:** Imponer a la sociedad LADRILLOS, TEJAS Y PISOS MOORE S.A., identificada con NIT. 0860002396-0, representada legalmente por el señor ANTONIO PAREDES QUINTERO, identificado con cédula de ciudadanía No. 2.931.753 de Bogotá, el cumplimiento del Plan de Recuperación o Restauración Ambiental diseñado por esta Corporación, para la mina denominada EL YUSTE, ubicada en jurisdicción de Santafé de Bogotá (Cundinamarca), contenido en el Informe Técnico Ambiental DCA-PMH-239 del 2 de julio de 1996, así como las recomendaciones que en desarrollo del Decreto 948 de 1995 se encuentran incluidas en el mismo y que hacen parte integral de la presente Resolución.

**ARTICULO SEGUNDO:** El Plan de Recuperación o Restauración Ambiental que se impone no ampara ningún tipo de obra, actividad, plan, explotación o proyecto diferente a este y debe ejecutarse en el término improrrogable de TRES (3) años contados a partir de la ejecutoria de la presente providencia. De igual forma el peticionario está obligado a presentar semestralmente informe de progreso y desarrollo del mismo.

**ARTICULO TERCERO:** El Administrante será responsable administrativa, civil y penalmente de todos los daños y perjuicios que se deriven del incumplimiento de los términos, requisitos, exigencias, condiciones y obligaciones contenidas en esta providencia.

**ARTICULO CUARTO:** El Plan de Recuperación o Restauración Ambiental

CONTINUACION RESOLUCION No. 3311 DEL 23 DIC 1996 POR MEDIO DE LA CUAL SE IMPONE UN PLAN DE RECUPERACION O RESTAURACION AMBIENTAL

especímenes de la flora o de la fauna silvestre. En caso de requerirse algún tipo de aprovechamiento, deberá solicitarse ante la autoridad competente.

**ARTICULO QUINTO:** El peticionario deberá constituir en favor de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca -CAR-, dentro de un término de quince (15) días contados a partir de la ejecutoria de la presente Resolución, una póliza de cumplimiento o garantía bancaria otorgada por una Compañía de Seguros o Establecimiento Bancario legalmente autorizado en Colombia para tal efecto, por valor de UN MILLON CIENTO CUARENTA Y NUEVE MIL NOVECIENTOS PESOS (\$1.149.900) M/CTE, equivalentes al 30% del costo anual de las obras de recuperación o sustitución morfológica que se debe desarrollar conforme al Plan de Recuperación o Restauración Ambiental, la cual deberá ser renovada anualmente y tener vigencia durante la vida útil del proyecto y dos (2) años más.

**ARTICULO SEXTO:** Contra la presente Resolución procede únicamente el recurso de reposición ante la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca -CAR-, que deberá interponerse dentro del término de cinco (5) días contados a partir de su notificación al tenor de lo dispuesto en el artículo 51 del Decreto 01 de 1984.

**ARTICULO SEPTIMO:** Una vez ejecutoriada la presente providencia, por secretaria envíese copia de la misma al Ministerio de Minas y Energía para lo de su competencia.

NOTIFIQUESE, COMUNIQUESE, PUBLIQUESE Y CUMPLASE



DIEGO BRAVO BORDA  
Director General

Proy. L. Acosta/A. Barón

Rev. G. S. Morales M.-P. Mier

Exp. 12974



**LEGALIZACION DE EXPLOTADORES DE HECHO DE PEQUENA MINERIA**

**SOLICITUD No 19080**

**INFORME TECNICO AMBIENTAL DCA - PPH - No. 239**

**Fecha, Julio 2 de 1996**

**1. DESCRIPCION DEL PROYECTO**

**1.1 PRESENTACION**

El presente informe tiene por objeto dar a conocer los resultados de la visita de carácter técnico-ambiental al área de la solicitud número 19080 cuyo titular es LADRILLOS, TEJAS Y PISOS MOORE S.A., en desarrollo del programa de legalización de la minería de hecho adelantada por el Ministerio de Minas y Energía para dar cumplimiento a lo establecido en el artículo 56 de la Ley 141 de 1994.

**1.2 OBJETIVOS**

- Establecer la antigüedad de los trabajos mineros de explotación.
- Determinar las condiciones ambientales del área intervenida.
- Identificar y evaluar los diferentes impactos sanitario-ambientales observados.
- Proponer un Plan de manejo de acuerdo a las condiciones analizadas.

**1.3 ALCANCES**

- Determinar si la Explotación minera de hecho, se encuentra ubicada dentro de las zonas compatibles para explotaciones mineras de materiales de construcción en la Sabana de Bogotá según resolución No. 00222 del 3 de agosto de 1994.
- Establecer la viabilidad ambiental de la explotación de conformidad con el decreto 2636 del 29 de noviembre de 1994.

**1.4 EXPLOTACION Y BENEFICIO**

El objeto de la explotación es la extracción de arcillas, base para la fabricación de ladrillos, tejas y pisos.

La explotación se trata de llevar por bancos. Se observan terrazas de aproximadamente 15 m de altura y un ángulo de inclinación aproximado de 55°, pero sin continuidad.

El material de mina es removido y transportado hasta la planta de beneficio ubicada en la Avenida 1 No. 4-21.

**1.5 ASPECTOS GENERALES**

SOLICITUD No. 19080

SOLICITANTE: Ladrillos, tejas y pisos MOORE S.A.

**LOCALIZACION:** Barrio Las Brisas, carretera oriental Santafé de Bogotá.  
Las siguientes son las coordenadas que delimitan el área según el Ministerio de Minas y Energía:

NORTE	ESTE
996399.99	1000299.99
996739.99	1000299.99
996739.99	1000449.99
996399.99	1000449.99
996399.99	1000299.99

**MINERAL EXPLOTADO:** Arcilla  
**ANTECEDENTES:** Antigüedad de 45 a 50 años  
**MAQUINARIA:** Buldozer y retroexcavadora  
**PRODUCCION:** 3.000 ton/mes

## 2. LINEA BASE AMBIENTAL

### 2.1 GEOLOGIA

Afloramiento de arcillolitas varicoloradas en tonos grises, blancos, violetas, morados, amarillos con intercalaciones de unos pequeños niveles arenosos. Suprayaciendo estos estratos arcillosos se encuentra un gran paquete de arenisca cuarzosa, muy compacta.

### 2.2 GEOMORFOLOGIA

La morfología depende de las geformas desarrolladas sobre las arcillolitas al actuar sobre ellas procesos exógenos o externos. Es así como en la zona se aprecia una zona geomorfológica caracterizada por presentar pendientes topográficas muy suaves y onduladas, esto debido a que son materiales de poca competencia en donde las aguas de escorrentía fácilmente pueden labrar canales formando cárcavas y profundizando cañadas, es un material que fácilmente puede sufrir problemas de erosión.

### 2.3 HIDROGRAFIA

Por el costado sur del frente pasa la quebrada el Triángulo, la cual es receptora de todas las aguas residuales provenientes del Barrio El Triángulo, para finalmente vertir estas aguas al Rio San Cristobal.

La zona se caracteriza por un drenaje de tipo dendrítico (arcillas) en donde las cañadas existentes presentan caudales mínimos e intermitentes transportando agua únicamente en época de fuerte invierno.

### 2.4 SUELO

Son suelos franco arcillo-arenosos, blandos, con mínima cantidad de humus, con un espesor promedio de 40 cm llegando a desaparecer en algunos sectores.

En general son suelos dedicados a la construcción, en donde las labores agrícola y ganadera son escasas.

### 2.5 FLORA Y FAUNA

Por el costado norte de la cantera abunda la vegetación nativa con alturas que oscilan entre 1.5 y 2 m; El costado oriental (atrás del talud) y el costado occidental (parte frontal de la explotación) están sembrados de eucaliptos, que sirven efectivamente de barrera visual.



La fauna la representan especies de avifauna tales como: copetones, mirlas, toches, etc. y en muy poca proporción animales domésticos como ganado vacuno y lanar principalmente.

## 2.6 PAISAJE

A nivel regional el paisaje se encuentra deteriorado por la presencia de asentamientos humanos sin ningún diseño urbanístico. A nivel de la explotación se está presentando un deterioro en el paisaje debido a la remoción de la capa vegetal y a la alteración morfológica del área.

## 2.7 PROCESOS DINAMICOS

La erosión es evidente en el frente de explotación. La altura con la que actualmente cuenta el talud puede traer problemas de inestabilidad.

## 2.8 MEDIO SOCIOECONOMICO

Trabajan un promedio de 4 personas.

## 2.9 INFRAESTRUCTURA

No cuentan con planta de beneficio in situ.

La explotación colinda con el Barrio el Triángulo, separada de él por la Quebrada del mismo nombre.

Zona de taller utilizada también para guardar la maquinaria utilizada en la extracción y una vivienda que sirve de campamento ubicada aledaña a la zona de taller y distante aproximadamente 30 m del frente de explotación.

## 3. EVALUACION DE IMPACTOS

### 3.1 SUELO

No realizan un manejo adecuado del suelo. se está contaminando con el mismo material de beneficio y estéril.

### 3.2 AGUA

El frente de explotación carece de drenajes que evacuen el agua hacia un rozo sedimentador y no existe ningún tipo de infraestructura que le impidan el arrastre de partículas hacia el cauce de la Quebrada El Triángulo incrementando su contaminación.

La Quebrada no cuenta con la ronda de protección necesaria para la defensa de su lecho; por el costado sur se encuentra el Barrio el Triángulo de donde recibe desechos de aguas residuales y por el costado norte la explotación.

### 3.3 AIRE

Fuentes de emisión dispersa o difusa: La cantidad de polvo y de ruido se incrementan con la extracción de material del frente de explotación así como por la entrada y salida de volquetas. Deben tomarse medidas recuperadoras que mitiguen dichas emisiones.

### 3.4 FLORA Y FAUNA

Para la adecuación del frente se hizo necesario remover las especies de



- \* flora existente, junto con la capa de suelo convirtiéndose en un impacto de moderado a alto pero que puede ser mitigado posteriormente si se tiene en cuenta el plan de manejo propuesto.

En cuanto a fauna el impacto viene dado por ahuyentamiento de las aves existentes.

### 3.5 PAISAJE

Impacto negativo por cuanto se han cambiado las características visuales (línea, color, forma, estructura) y las características morfológicas puntuales (a nivel local) ocasionadas por el descapote, extracción del material y demás actividades hechas durante la explotación.

### 3.6 PROCESOS DINAMICOS

Aceleración de los procesos de erosión causados por la explotación de la arcilla. Los taludes existentes actualmente pueden traer consigo problemas de inestabilidad del terreno.

### 3.7 MEDIO SOCIOECONOMICO

Generación de empleo

### 3.8 INFRAESTRUCTURA

El tránsito de volquetas colabora con el deterioro de la vía. La vivienda esta alejada del frente de explotación, por lo tanto no se ve afectada.

## 4. PLAN DE MANEJO

4.1 El suelo orgánico debe ser removido en forma individual y cuidadosa, teniendo la precaución de que no se mezcle con otros horizontes de suelo más pobres o con material estéril, con el objeto de preservarlo para su posterior utilización cuando se haga la restauración del área. Esta actividad se realizará siempre que se lleve a cabo un descapote.

4.2 Definir un área para el almacenamiento del suelo orgánico, limitada con cercas de madera o de piedra para así evitar su esparcimiento por otras zonas. En lo posible cubrirlo con plástico para protegerlo de la acción erosiva tanto del agua como del viento. Esta actividad se debe llevar a cabo en el término de seis meses.

4.3 Debido al manejo que se viene dando a la explotación, actualmente se cuentan taludes de más de 5 m de altura en material arcilloso. Se debe proyectar la conformación de un sistema de terrazas para realizar una explotación más técnica, racional y segura (ver figuras 1 y 1A). Se recomienda tener en cuenta los siguientes parámetros técnicos:

- Altura del talud, menor de 5 m.
- Ancho berna, mayor de 4 m.
- Angulo de trabajo, menor de 70°
- Angulo final del talud de diseño, menor de 50°

La anterior es una actividad que se debe desarrollar durante toda la vida útil del proyecto pero es necesario definir el método de explotación, para esto, se da el término de un año.

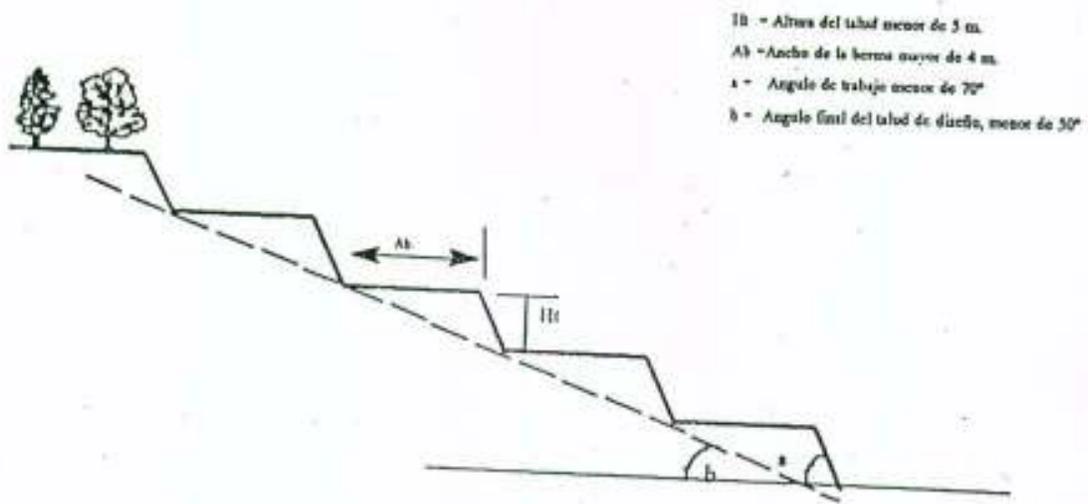


Figura 1. Sección longitudinal de la explotación

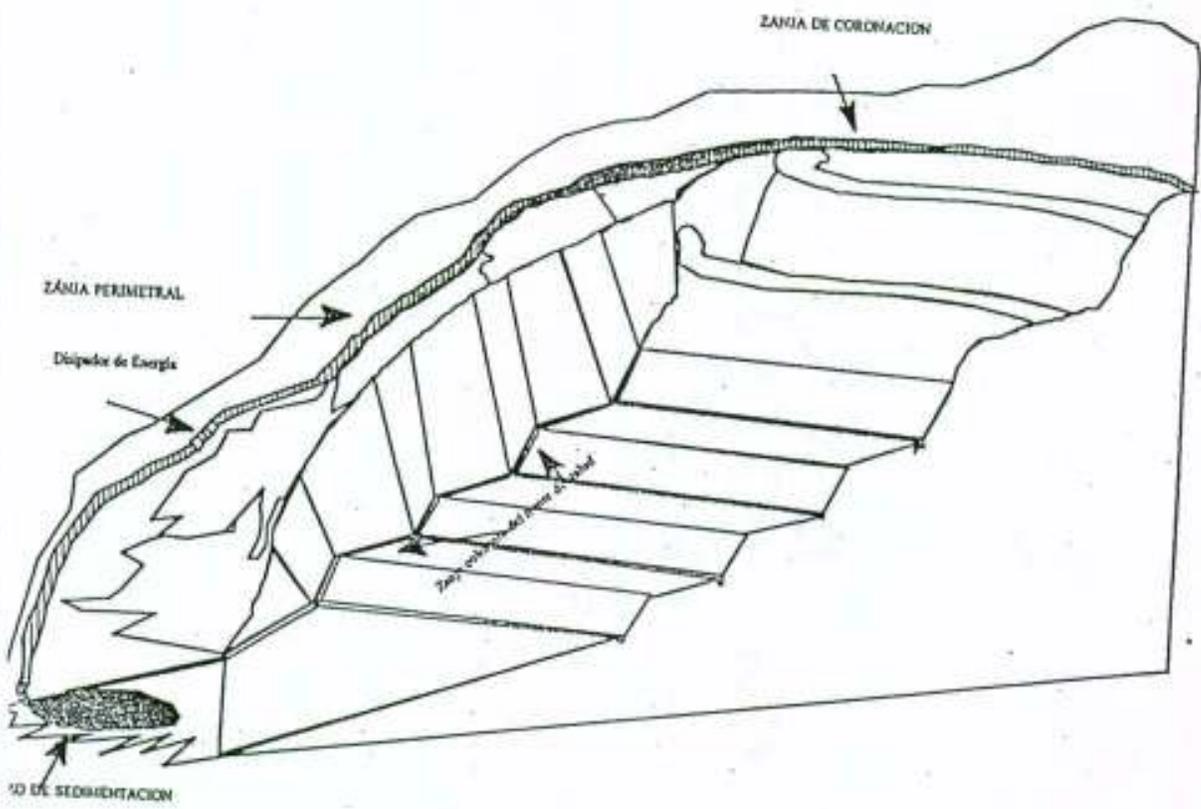


Figura 1A. Red de drenaje para el manejo de aguas

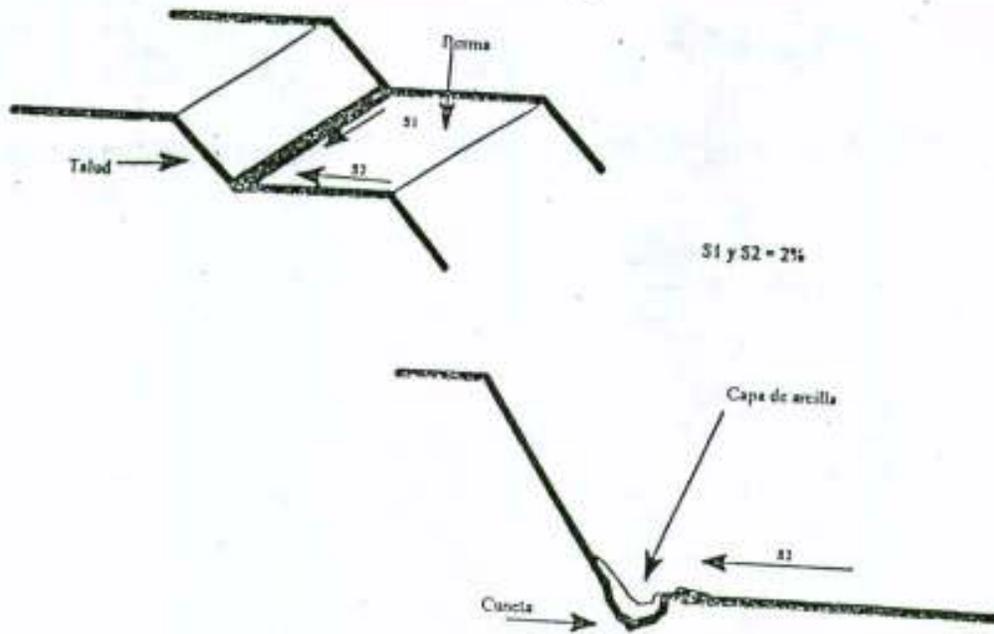


- 4.5 Cada berma o escalón debe construirse con una ligera pendiente (2%) (ver figuras 2 y 2A) hacia el talud de manera que retenga el agua e impida su escurrimiento talud abajo, erosionándolo y lavando la capa de suelo dispuesta sobre él. Esta obra se debe llevar a cabo en el término de seis meses.
- 4.6 El frente de explotación debe contar con un sistema de drenaje conformado por una zanja de coronación ubicada sobre la cabecera del talud (ver figura 1A), zanjas perimetrales ubicadas en los costados del frente (ver figura 1A) y una cuneta dispuesta sobre la base del talud en cada una de las terrazas (ver figura 2) de manera que todas recojan el agua lluvia, la cual finalmente irá a depositarse en una laguna de sedimentación. Esta obra debe llevarse a cabo en el término de 1 año.
- 4.7 Las cunetas y zanjas deben contar con un sistema de trampas, que le resten energía y capacidad de transporte al agua, estas trampas pueden ser trinchos hechos en piedra o en madera, los cuales se deben construir en el término de seis meses.
- 4.8 Cuando el agua esté libre de sedimentos y de partículas sólidas puede retornarse al cauce de la Quebrada El Triángulo.
- 4.9 El frente de explotación no debe avanzar hacia el norte pues se vería seriamente afectada la espesa vegetación allí existente.
- 4.10 Es necesario evacuar primero, todo el material de beneficio que se encuentra removido para luego proceder a implementar la explotación directamente sobre el frente.
- 4.11 Acondicionar y ordenar el patio de trabajo de forma que se tenga una ligera pendiente hacia el frente de explotación y un adecuado sistema de drenaje hacia un pozo sedimentador; realizar un ordenamiento dentro de la explotación: ubicar un lugar específico para el almacenamiento de todo el material de beneficio y otro para el acopio del material estéril; aunque este último es muy poco se debe utilizar en el retrolleado del hueco existente, alledaño al patio de trabajo. Esta actividad se debe llevar a cabo en el término de un año.
- 4.12 Proteger la cuenca de la Quebrada El Triángulo con una margen hídrica no menor a los 15 m de ancho, para esto se debe establecer una cobertura vegetal con una o más líneas de árboles y/o arbustos plantados a distancias entre 1.5 y 3 m entre ellos. Se recomiendan las siguientes plantas:

**Cucharó:** Arbol de 7 m de altura. La ramificación comienza a 1 m del suelo y crece entre los 2000 y 2800 m.s.n.m. Soporta sequía, suelos pobres y arcillosos, es útil para el control de la erosión, protección de riberas y alimento de avifauna.

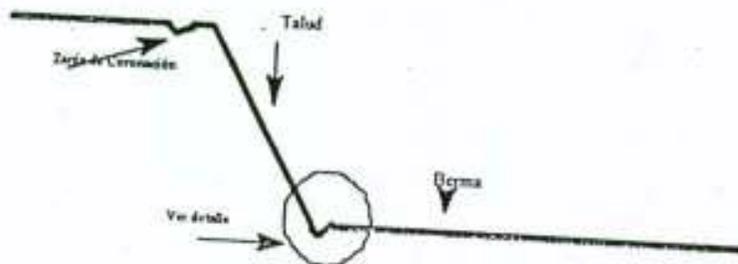
**Sauce:** Arbol de 15 m de altura que crece entre los 0 y 2800 m.a.s.n.m. Soporta suelos pobres se usa como barrera viva, para protección de riberas y como barrera corta vientos.

**Aliso:** Arbol de 20 m de altura que crece entre los 1700 y 3000 m.a.s.n.m. Soporta sequías y suelos pobres. Se utiliza en recuperación de suelos, mejoramiento de pastos y protección de riberas.



S1 y S2 = 2%

Figura 2. Cuneta que recoge las aguas de escorrentía sobre el talud y la berma



DETALLE: Zanja de drenaje

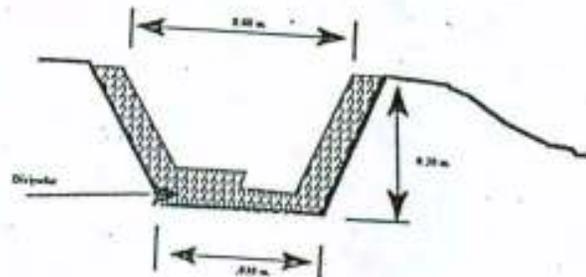


Figura 2A. VISTA DE PERFIL OBRAS DE DRENAJE (CUNETAS)



**Tuno esmeraldero:** Arbusto de 4 m de altura que crece entre los 2500 y 3500 m.a.s.n.m. Soporta suelos cobres y roco profundos. Sirve para protección de riberas y como alimento para la avifauna.

**Himbre:** Arbusto de 3 m de altura que crece entre los 1600 y 2800 m.a.s.n.m. Soporta suelos húmedos y se usa mucho en la protección de riberas.

**Mortifio:** Arbusto de 6 m de altura que crece entre los 2600 y 3200 m.a.s.n.m. Soporta sequías y suelos cobres muy usado en protección para las riberas y como alimento tanto para la fauna silvestre como la avifauna.

**Encenillo:** Arbol de 10 m de altura que crece entre los 2400 y 3500 m.a.s.n.m. Soporta suelos buenos pero poco profundos. Usado en la protección de cauces.

**Chusque:** Arbusto de 3 m de altura que crece entre los 2000 y 3200 m.a.s.n.m. Hoy usado para la protección de riberas y de taludes.

**Arrayán:** Arbusto de 4 m de altura que crece entre los 2400 y 3000 m.a.s.n.m. Soporta suelos buenos y se usa para protección de riberas, como cerca viva y para alimento de la avifauna.

Esta protección se hace con el fin de garantizar la calidad del agua, preservar los bosques y proteger la vegetación junto con los suelos de la ribera del cauce. Esta actividad se debe realizar en el término de 1 año.

- 4.13 Dejar zonas de aislamiento con respecto a los predios vecinos de manera que no se vayan a ver perjudicados con la explotación. Esta zona no debe ser menor a los 5 m.
- 4.14 Controlar la velocidad de las volquetas para evitar accidentes a las personas que transitan por la vía; así mismo deben cubrir los volcos para evitar pérdida del material a lo largo de su trayecto. Esta actividad se debe llevar a cabo inmediatamente y debe ser de carácter permanente.
- 4.15 Delimitar el predio utilizando barreras vivas (figura 2C), que también van a servir como barreras cortavientos cuya finalidad es oponerse a las corrientes de aire, creando pequeñas turbulencias con lo que se reduce la velocidad del viento, y por lo tanto la erosión eólica y la desecación del lugar. Esta arborización se debe realizar paralela a los linderos del área y por dentro del predio, formando así una barrera que minimice el impacto ambiental visual; estas barreras deben estar conformada por especies arbóreas, arbustivas y ornamentales que sean de fácil consecución, de follaje y flores con gran colorido y vistosidad que embellezcan el paisaje. Las plantas más aptas para la composición de las barreras son: sauce, saúco, acacia, hayuelo, mortifio, espino, arrayán, retamo, etc. Dichas barreras disminuyen el impacto visual generado por la explotación. Esta actividad se debe llevar a cabo en el término de tres años.



4.16 La recuperación paisajística del terreno debe comenzar paralelamente con la explotación del mineral, para que cuando llegue el tiempo de abandonar sea poca la actividad de rehabilitación la que quede faltando. Esta etapa tiene por objeto la recuperación de especies nativas, el establecimiento de cobertura vegetal en áreas desnudas, la mejora del paisaje y la restauración de nichos y albergues adecuados para la fauna silvestre propia de la zona. Cuando se parte de un suelo desnudo y el objetivo es la regeneración vegetal natural e inducida, el primer paso a seguir es el de introducir un estrato herbáceo, siendo esta la primera etapa serial que actúa como pionera ayudando a establecer las condiciones edáficas. Se debe cubrir por medio de cobertura de pasto de kikuyo (ver figura 20), por ser tolerante a las sequías y por su expansión superficial. Esta especie forma un colchón protector que evita el deterioro del talud contra posibles acciones climáticas. Sobre las bermas establecer vegetación herbácea y arbustiva que proteja y realice funciones mecánicas de sostenimiento y estabilidad de las mismas.

Para la vegetación se suscrieren las siguientes especies las cuales se plantarán a distancias mínimas de 5 m distribuidos en tres bolillos:

Chilco: Arbusto de 2 m de altura con abundante ramificación que se inicia desde el suelo. Se encuentra entre los 1800 y 3000 m.s.n.m. Planta útil como cerca viva y se puede emplear para control de erosión.

Esquino: Arbusto de 3 m de altura, ramificación desde el suelo. Se encuentra entre los 2000 y 3000 m.a.s.n.m. Es una planta que resiste heladas y soporta suelos rocosos. Es apta para control de erosión y sus frutos son alimento para la avifauna.

Uva (camarona): Arbusto de 3 m de altura. Ramificación desde el suelo. Es una especie que sirve para protección de taludes, como cerca viva y como alimento de fauna silvestre y avifauna.

Laurel: Arbusto de 4 m de altura cuya ramificación comienza a un metro, crece entre los 2500 y 3000 m.s.n.m. Soporta sequía y suelos arenosos y arcillosos, es una planta fijadora de nitrógeno. Sirve para la recuperación de suelos, control de erosión y alimento de la avifauna.

Mayuelo: Arbusto de 3 m de altura que crece entre los 2200 y 2900 m.a.s.n.m. Soporta sequías y suelos rocosos. Usado para control de erosión.

Sauco: Arbusto de 4 m de altura que crece entre los 2000 y 3000 m.a.s.n.m. Soporta suelos arcillosos y con drenaje deficiente, muy usado como cerca viva.

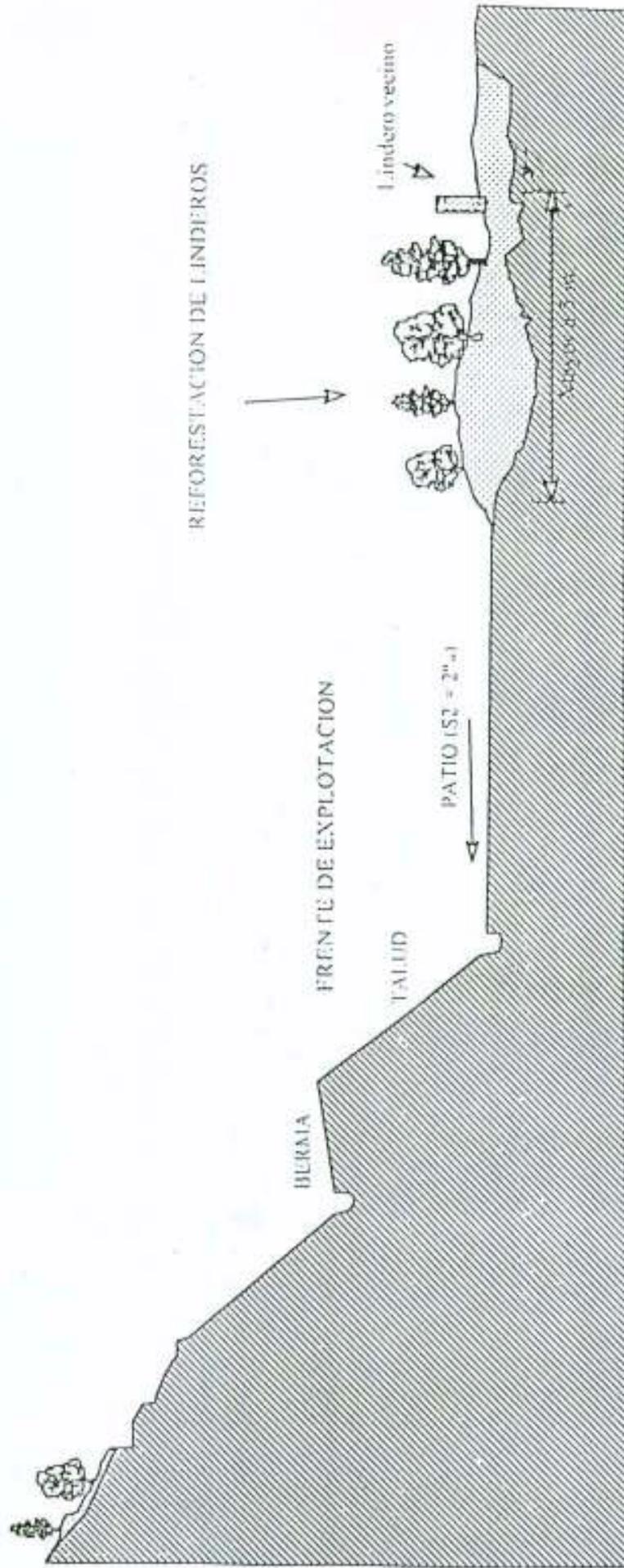


Figura 2C. Reforestación y manejo de linderos.

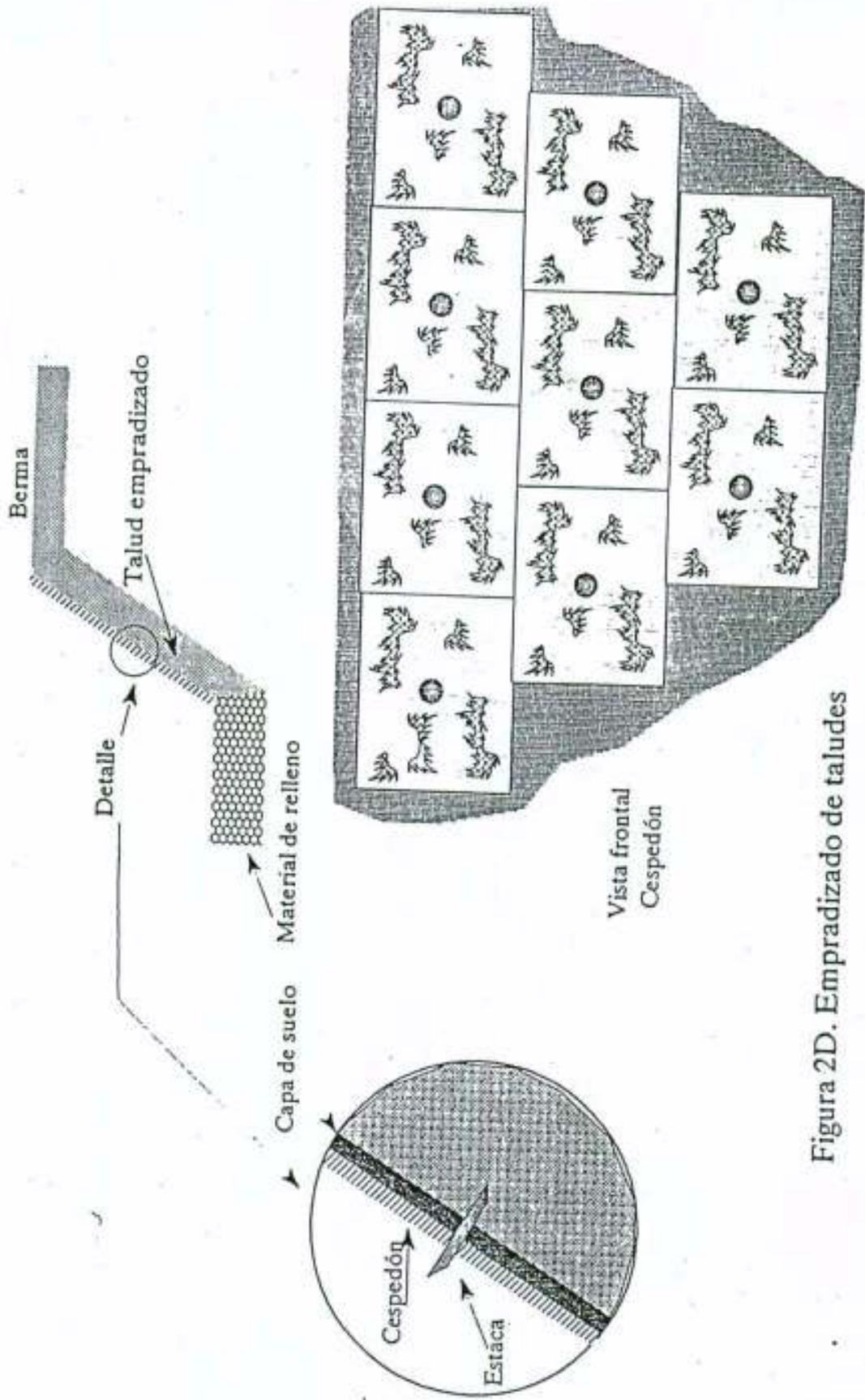


Figura 2D. Empedrado de taludes

CARRERA 10° N° 16-82 PISOS 2°, 4°, 5° y 6° - CONMUTADOR 2813111  
TELEX 44876 FAX 2835253 A.A. 11645 - SANTA FE DE BOGOTÁ D.C.



5. COSTOS ESTIMADOS PARA EL PLAN DE MANEJO PROPUESTO

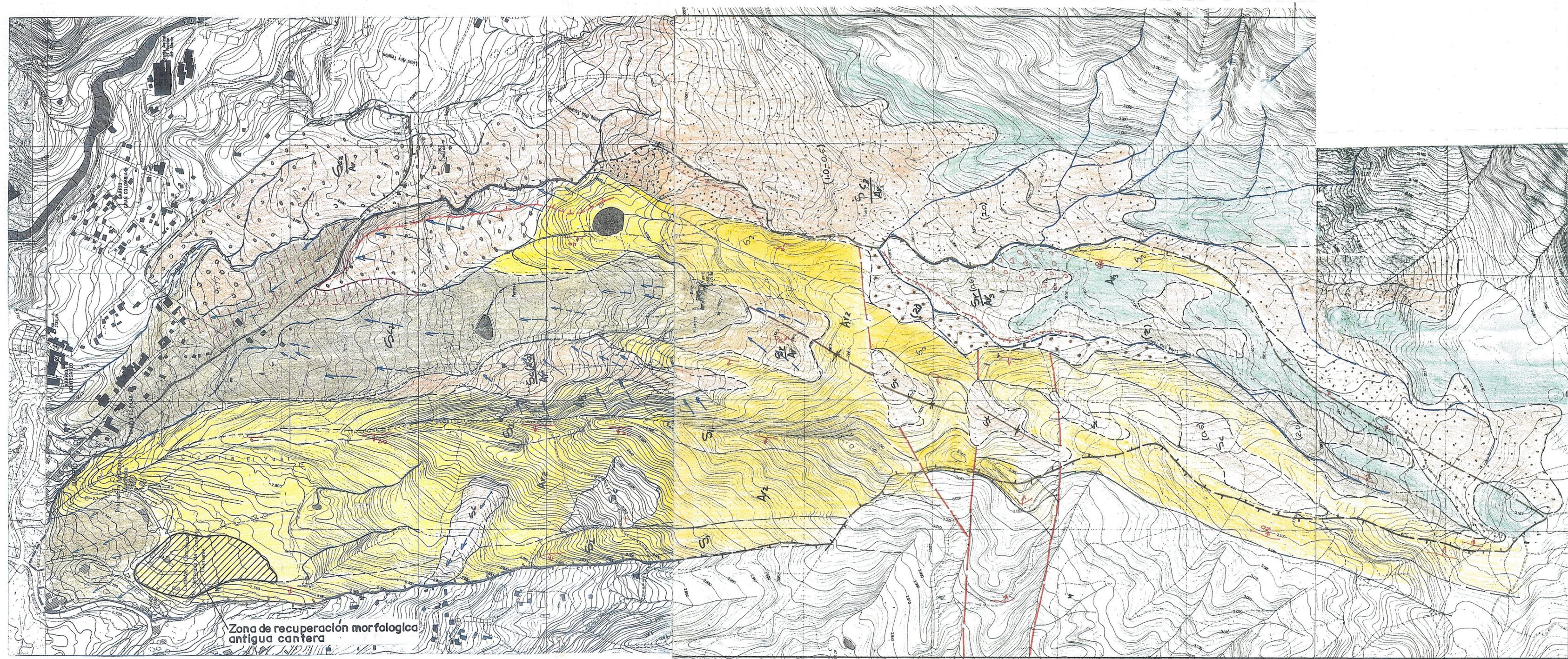
	DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	COSTOS
1	Construcción Circuito Hídrico	\$300.000,00
2	Mantenimiento Circuito hídrico	\$700.000,00
3	Homogenización de Fendientes	\$2.500.000,00
4	Tierra Negra (30 viajes)	\$900.000,00
5	Costeación	\$1.000.000,00
6	Control de Erosión	\$500.000,00
7	Compensación Vegetativa	\$5.000.000,00
	<b>TOTAL COSTOS</b>	<b>\$11.500.000,00</b>
	<b>COSTO ANUAL (3 años)</b>	<b>\$3.833.000,00</b>
	<b>POLIZA DE MANEJO (30%)</b>	<b>\$1.149.900,00</b>

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Considerar ambientalmente **VIALIBLE** la solicitud N° 19080 por un término de 3 años, condicionada a dar cumplimiento al Plan de Manejo Ambiental propuesto en el presente informe.
- El área objeto de la visita se ubica en zona designada como **NO COMPATIBLE** con la actividad minera en la Sabana de Bogotá.
- La restauración y recuperación del área debe realizarse en forma simultánea con los trabajos mineros de explotación.
- Se deben presentar reportes anuales sobre la ejecución y desarrollo del Plan de Manejo Ambiental ante la Corporación Autónoma Regional CAR.
- El interesado deberá constituir a favor de la autoridad competente CAR, una póliza de garantía de cumplimiento por un valor de \$ 1.149.900,00 equivalente al 30% del costo anual de las obras de recuperación que se desarrollarán conforme al Plan de Manejo Ambiental. La póliza se renovará anualmente y tendrá vigencia durante la vida útil del proyecto.

*Liana del C. Guzmán*  
LIANA DEL C. GUZMÁN C.I.  
Ingeniera Geóloga

*[Firma]*  
Vo.Bo. CAR AVENDANO H.  
Ing. Coordinador General



Zona de recuperación morfológica antigua cantera

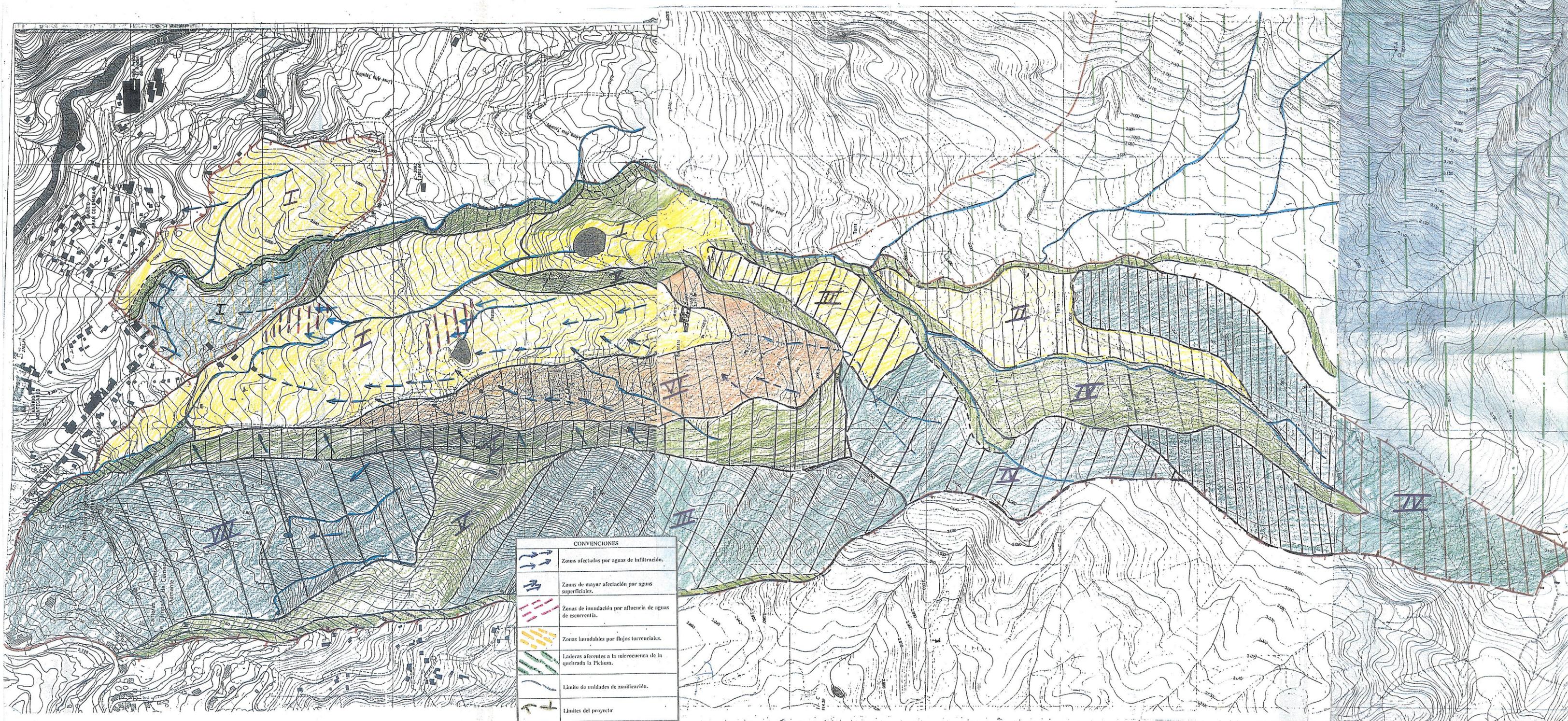
MATERIALES CONSOLIDADOS	
S1	Areniscas de grano medio, arcillosas, en capas gruesas intercaladas con lentes arcillosos. Pertenecen a la Formación Cacho.
S2	Areniscas macizas, en capas gruesas expuestas en el límite oriental del lote. Formación Guaduas.
AR1	Nivel de arcillolitas grises altamente meteorizadas. Formación Cacho.
AR2	Nivel de arcillolitas grises y rojizas con intercalaciones de areniscas arcillosas. Formación Cacho.
AR3	Limolitas y arcillolitas grises con un nivel superior de suelo residual de 0.5 a 2 m de espesor. Pertenecen a la parte superior de la Formación Guaduas.

SUELOS Y MATERIALES NO CONSOLIDADOS	
SC	Materiales de ladera en matriz arcillosa. 0.5 m de espesor.
SC1	Suelos coluviales. Gravas finas en matriz arcillosa. Materiales muy afectados por aguas de infiltración.
SC2	Suelos fluvio coluviales. Cantos y bloques de areniscas en matriz limo arenosa de mediana a alta consolidación.
SR	Suelos residuales derivados de rocas arcillosas con espesores de 0.5 a 2 m.

CONVENCIONES	
	Zonas afectadas por aguas de infiltración.
	Zonas de amenaza de inundación por eventos periódicos de flujos torrenciales de la quebrada La Pichosa.
	Suelos residuales cubriendo arcillolitas. (1.0) espesores normales.
	Zonas con presencia de bloques superficiales, asociados a depósitos fluvio-coluviales
	Fallas geológicas.
	Rumbo y buzamiento.
	Zonas de protección de cauces.
	Límite del proyecto.
	Límite de unidades.

### Mapa Geomorfológico y de Estabilidad

LUIS FERNANDO OROZCO ROJAS & CIA.	Ingeniería Consultores Suelos y Cimentaciones	LFO-7360-2 Marzo 12/98
PROYECTO URBANISTICO EL YUSTE Evaluación de riesgo y amenaza		



CONVENCIONES	
	Zonas afectadas por aguas de infiltración.
	Zonas de mayor afectación por aguas superficiales.
	Zonas de inundación por afluencia de aguas de escorrentía.
	Zonas inundables por flujos torrenciales.
	Laderas adyacentes a la microcuenca de la quebrada La Pichosa.
	Límite de unidades de zonificación.
	Límites del proyecto.
	Cauces naturales.

ZONIFICACION GENERAL			
ZONA	COMPOSICION DE LOS MATERIALES Y CARACTERISTICAS DE LAS LADERAS	OBRAS DE ADECUACION	APTITUD URBANISTICA
I	Terrenos de baja pendiente en suelos coluviales, gravas y bloques de areniscas en matriz arenosa.	Obras de drenaje superficial Canalización de drenajes como colectores de aguas lluvias. Adecuación a las condiciones topográficas.	ALTA
II	Arcillas parcialmente meteorizadas, cubiertas por un horizonte de arcilla gris de consistencia media.	Manejo de aguas de escorrentía mediante zanjias colectoras. Cimentación en la unidad de arcillolitas.	ALTA
III	Laderas en areniscas y arcillolitas de la formación Bogotá.	Terrazo con cortes de 1 a 2 mts. Adecuación del diseño urbanístico a las condiciones topográficas. Obras de drenaje mediante cunetas y canales colectores con estructuras de disposición.	MEDIA
IV	Laderas en arcillolitas meteorizadas de la formación Bogotá, cubiertas por suelos arcillosos. Laderas con un régimen principal de infiltración	Terrenos en suelos residuales Obras de subdrenaje mediante filtros Manejo de aguas superficiales mediante zanjias interceptoras.	MEDIA
V	Laderas en areniscas y arcillolitas de la formación Bogotá. Inestabilidad potencial ante cortes de excavación.	Restricción por pendiente Zona verde o de protección	MEDIA
VI	Arcillolitas altamente meteorizadas con un horizonte de suelo residual de 1 a 2 mts. Laderas afectadas por la escorrentía de las laderas contiguas.	Obras de subdrenaje - filtros - Manejo de aguas superficiales mediante cunetas y entrega a canales colectores. Estudio Geotécnico detallado para cortes de adecuación.	BAJA
VII	Zona de explotación de materiales. Arcillolitas con niveles de areniscas.	Adecuación morfológica de la zona de explotación Canal interceptor perimetral para el manejo de las aguas de escorrentía. Retiro de materiales blandos y sobrantes de la mina.	ALTA

Mapa de Zonificación