GLOSARIO

FOPAE: Fondo Para la Prevención y Atención de Emergencias

IGAC: Instituto Geográfico Agustín Codazzi

c: Cohesión (Ton/ m^2).

ϕ: Ángulo de Fricción interna.

DPAE: Dirección de Prevención y Atención de Emergencias.

FRM: Fenómeno de Remoción en Masa.

Am: Coeficiente que representa la aceleración pico efectiva, para diseño.

γ: Peso Unitario (Ton/m^3)

ALCALDIA MAYOR DE SANTA FE DE BOGOTÁ D.C.
FOPAE - DPAE

ESTUDIO DE ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTO Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS CRÍTICOS DE RIESGO INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA EN LA CIUDAD DE BOGOTA D.C.

SITIO CRÍTICO No. 9
LOCALIDAD CIUDAD BOLIVAR.
BARRIO PINOS DEL SUR.

INFORME PRINCIPAL

INTRODUCCION

En desarrollo del contrato No. 292 de 2006, suscrito entre FOPAE y la firma GEODINAMICA INGENIERIA LTDA, se realizaron los estudios de elaboración de diseños de obras, presupuesto y especificaciones técnicas para el sitio crítico No. 9 de riesgo inminente por remoción en masa localizado en la Carrera 71 No. 68-18 sur en el Barrio Pinos del Sur en la Localidad de Ciudad Bolívar al sur de la ciudad de Bogotá D.C.

En el sector en estudio se encuentra un talud con una longitud aproximada de 70,0 m, una altura promedio de 14,0 m y pendiente promedio de 72º en el costado norte del talud y de 46º en el costado Sur, después de la corona del talud la pendiente se reduce a un ángulo de 6,5º.

El talud limita en su parte superior, con la vía de acceso al barrio Jerusalén y en la pata con el barrio Pinos del Sur.

Este talud es el resultado de cortes realizados en antiguas canteras de explotación de materiales para construcción, está conformado por roca arenisca perteneciente a la formación Guaduas, la cual se encuentra a la vista y presenta un alto grado de fracturamiento, producto de los métodos de explotación utilizados.

El alto grado de fisuración del macizo rocoso a generado la caída de bloques de roca en las cercanía de 12 viviendas de la urbanización Pinos del Sur, ubicadas al norte del talud y de un polideportivo ubicado en el sur del mismo; estas caídas se presentan dentro de una zona en la que existe un paso constate de personas.

Esta caída de rocas ha sido facilitada por la presencia de una intercalación de material arcilloso que se encuentra cerca de la pata del corte y que al ser afectada por los efectos del intemperismo le quita soporte a los bloques de arenisca que la suprayacen y finalmente genera su caída. Los bloques desprendidos presentan tamaños hasta de 0,5 m^3.

Como medida de mitigación del problema de inestabilidad, se propone el perfilado del talud con el fin de proporcionar un mayor soporte a los bloques del talud y también la protección del estrato de arcillolita presente en la pata del talud, con la utilización de una franja de concreto lanzado.

CAPITULO 1

1.1. LOCALIZACIÓN

El sitio crítico No. 9 esta localizado en la Carrera 71 No. 68-18 Sur en el Barrio Pinos del Sur dentro de la Localidad de Ciudad Bolívar al sur de la ciudad de Bogotá D.C.

En la tabla siguiente se observan las coordenadas en las que esta encasillado el sitio en estudio.

Tabla 1.1. Coordenadas zona del proyecto

COORDENADA	MIN	MAX
NORTE	98.600	98.700
ESTE	90.450	90.650

En el Anexo A se puede apreciar la localización de la zona en estudio.

1.2. UBICACIÓN TEMPORAL.

Durante la realización del estudio se han realizado las siguientes visitas, para la realización de las diferentes actividades del proyecto:

- Visita de reconocimiento conjunta entre DPAE, Interventoría y Consultor día 4 de Octubre de 2006.
- Trabajos de Topografía del 10 de octubre de 2006.
- Exploración del subsuelo el 10 de octubre de 2006.

- Reconocimiento geológico para toma de información, día 25 de octubre de 2006.

1.3. ÁREA DE INFLUENCIA

1.3.1. Área de Influencia Indirecta.

El área de influencia indirecta se encuentra dentro de la localidad de Ciudad Bolívar al sur oriente de la ciudad de Bogotá D.C.

1.3.2. Área de Influencia Directa.

El área de influencia directa se encuentra comprendida entre la Carrera 71 y la Avenida Jorge Gaitán Cortes en cercanías del la estación de Carabineros de la Policía Nacional, en la zona se encuentran 12 viviendas directamente involucradas con el FRM y la zona ocupada por el polideportivo del barrio Pinos del Sur.

El área de influencia directa corresponde a 1,1 Has.

1.4. ANTECEDENTES.

Dentro de la información secundaría recopilada como apoyo para la realización del presente estudio se encuentra:

"DIAGNOSTICO TECNICO No. DI-2755 COORDINACION DE EMERGENCIAS (Evento No. 56719), realizado por la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias DPAE, el 6 de mayo de 2006.

A continuación se mencionan los aspectos relevantes de este documento:

En este sector se presentó caída de rocas de un talud con aproximadamente 15,0 m de altura producto de un antiguo corte minero, litológicamente conformado por bloques

de areniscas masivas, duras, diaclasadas, intercaladas con niveles de arcillolita de colores grisáceos, bastante susceptible al intemperismo, razón por la cual se vienen generando procesos de meteorización diferencial, produciendo fallas en el talud.

Se tienen tres puntos de caída de rocas en el talud, involucrando bloques de arenisca de gran tamaño que cayeron en frente de 12 viviendas ubicadas en la carrera 71 con diagonal 68 A, sin producir afectaciones, esta es una zona verde y en el costado sur funciona un parque infantil.

Las causas que produjeron el proceso de inestabilidad se encuentran asociadas con la conformación de un antiguo corte minero sin ningún tipo de especificación técnica en cuanto altura, ángulo y dirección; adicionalmente la conformación litológica del talud que permite la acción de los agentes de meteorización que erosionan los materiales llevándolos a su falla, finalmente el factor detonante fueron las intensas lluvias presentadas durante abril y mayo de 2006.

Los riesgos asociados que pueden suceder en este sector en el caso de no implementar las recomendaciones dadas por la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias son los siguientes:

- Caída de bloques de areniscas de gran tamaño en una zona verde y en un parque infantil poniendo en riesgo la vida e integridad de las personas que frecuentan estos lugares que son especialmente niños.

- Sobre la vida de las personas que habitan las doce viviendas ubicadas en la carrera 71 con diagonal 68A Sur, por caída de bloques de arenisca de gran tamaño, pudiendo afectar su estabilidad y habitabilidad.

1.5. DESCRIPCIÓN

El área de estudio se encuentra limitada en la parte superior por la Avenida Jorge Gaitán Cortes, en cercanías de la estación de Policía de Carabineros, esta vía es uno de los accesos al barrio Jerusalén en la Localidad de Ciudad Bolívar, por otro lado la

parte inferior del talud se encuentra limitada por la por las Carrera 70A y 71 dentro del barrio Pinos del Sur.

En el sector en estudio se encuentra un talud con una longitud aproximada de 70,0 m, una altura promedio de 14,0 m y pendiente de 72º en el costado norte del talud y de 46º en el costado Sur; después de la corona del talud la pendiente del terreno se reduce a un ángulo de 6,5º.

Al frente y en la parte baja del talud se encuentran ubicadas 12 viviendas pertenecientes al barrio Pinos del Sur a una distancia promedio de 20,0 m y en el costado sur se encuentra ubicada una cancha múltiple, la cual es visitada principalmente por niños y jóvenes.

Este talud es el resultado del corte realizado en una antigua cantera de explotación de materiales para construcción, esta conformado por roca arenisca perteneciente a la formación Guaduas, la cual se encuentra a la vista y presenta un alto grado de fracturamiento, producto de los métodos de explotación utilizados. Así mismo el talud presenta un estrato de arcillolitas con espesores hasta de 1,20 m que ha sido afectado por los efectos del intemperismo y se encuentra alterado considerablemente en la superficie.

Las capas de areniscas presentan forma cuneiforme a ondulada y presencia de laminación inclinada. En el sitio se observa la presencia de fracturamiento natural e inducido por la actividad antrópica de minería.

Debido a las condiciones de pendiente y al estado de fracturamiento de la roca como consecuencia de la explotación de material de forma antitécnica con explosivos, se presenta en el talud la caída de rocas de tamaños variados con volúmenes hasta de 0,5 m^3; la caída de estos bloques pone en alto riesgo tanto a las viviendas del costado norte del talud y sus habitantes como a los usuarios del polideportivo del costado Sur del mismo. El deslizamiento se clasifica como caída de rocas, según Varnes[1]. (Ver Anexo A, Registro fotográfico).

[1] Varnes D. (1978) “Slope Movements – Types and Processes”.

En general el talud no presenta elementos de protección y tampoco de contención, los bloques de arenisca están cayendo directamente sobre la zona peatonal del sector la cual es visitada frecuentemente por niños que habitan cerca de este lugar.

El talud no presenta problemas de saturación, ya que en la parte alta de este no se encuentra construido ningún tipo de vivienda y tampoco cruza ninguna red de alcantarillado, agua potable o aguas lluvias. La vía que se encuentra construida en la parte posterior del talud tiene su propio sistema de evacuación de aguas lluvias.

1.5.1. Descripción de Viviendas

En la zona de estudio se encuentran 12 viviendas las cuales se encuentran localizadas en la parte baja del talud a una distancia de 20,0 m aproximadamente.

Las casas ubicadas al frente del talud están construidas en Mampostería no reforzada confinadas con columnas y columnetas de concreto reforzado, estas presentan en su mayoría dos y tres niveles de altura.

La cancha múltiple ubicada en la parte sur del talud se encuentra en perfectas condiciones sin embargo debido a la pendiente fuerte que presenta el talud en esta zona los bloques de arenisca están cayendo cerca de esta poniendo en alto riesgo a sus usuarios.

Todas las viviendas cuentan con todos sus servicios públicos y se encuentran legalizadas.

Hasta el momento ninguna de las casas que se encuentran ubicadas al frente del talud presenta daños causados por la caída de bloques.

1.5.2. Patología estructural de la infraestructura básica existente

El fenómeno de remoción afecta principalmente el parque infantil y la zona verde utilizada por los vecinos como zona de recreación pasiva. Adicionalmente podría afectar las viviendas por la caída de un bloque mayor.

Los servicios de alcantarillado, agua potable no se encuentran afectados por los deslizamientos que han ocurrido en esta zona sin embargo los postes de luz y teléfono pueden ser afectados por choques de los bloques desprendidos del talud, así mismo el mayor riesgo es contra la vida de las personas que por ahí transitan.

1.5.3. Sismicidad

La Microzonificación sísmica de Santa fe de Bogota incluye a la zona en estudio dentro de la **Zona I Cerros**, la cual se caracteriza por la presencia de formaciones rocosas y puede presentar amplificaciones locales de aceleración por efectos topográficos. Para la Zona I el coeficiente de aceleración Am corresponde a 0,24.

CAPITULO 2

ANALISIS DE INGENIERIA.

El análisis de ingeniería se realizó en dos fases, la primera correspondiente a la realización de los trabajos de campo y recolección de información primaria y la segunda al análisis e interpretación de la información recopilada, el establecimiento de las causas del problema y al planteamiento de las diferentes alternativas de solución del mismo, con la participación de las diferentes disciplinas involucradas en el estudio.

2.1. TRABAJOS DE CAMPO.

2.1.1. Topografía.

Con el fin de tener una idea concreta de cómo están interactuando las propiedades de los materiales en relación con la geometría del talud se realizó un levantamiento topográfico detallado con la utilización de un nivel de precisión y estación total, a escala 1:250.

En el levantamiento topográfico de detalle se ubicaron todos los accidentes topográficos, la corona y pata del talud, se identificaron de manera clara los limites del deslizamiento, cercas, pozos de alcantarillado, construcciones existentes, límites de predios, árboles de mayor porte, que se encuentren en la zona y que puedan interferir con la construcción de las obras, redes de servicios, postes y demás aspectos relevantes que describan la configuración topográfica del terreno.

La información recopilada se utilizó en la fase de diseño de las obras de estabilización y en la elaboración de planos de construcción.

2.1.1.1. Método de Trabajo

Como primera actividad se procedió al traslado del sistema de coordenadas MAGNA SIRGAS al sitio del proyecto con la ayuda de un equipo GPS de precisión.

Paso seguido se realizó el levantamiento topográfico detallado, a escala 1:250 con curvas de nivel cada 0,50 m.

A continuación se describen las labores realizadas durante la actividad de topografía:

- **Amarre a Coordenadas Planas**

Para esta actividad se utilizó el procedimiento de amarre o traslado de coordenadas por el método de GPS (Sistema de Posicionamiento Global). Que consiste en utilizar un equipo de precisión marca THALES PROMARK-3 diferencial y precisión centimétrica que se compone de dos antenas receptoras, las que se posicionan en los dos puntos a georeferenciar y con la base IGAC formando un triangulo, este equipo una vez instalado y sincronizado recibe por un espacio una hora una serie continua de ondas de radio cada 2,0 seg. de los diferentes satélites que giran en distintas orbitas al rededor de la tierra y al mismo tiempo para los tres receptores.

Con las dos placas materializadas se contó con una línea de Azimut conocido como orientación de partida desde la cual se comenzó el levantamiento, con una poligonal cerrada.

Con la información tomada en campo se pasó a oficina donde se sometió al respectivo proceso de análisis mediante un software especializado que calculó y ajustó las coordenadas finales de los puntos en cuestión. Para el sitio crítico No. 9 se materializaron los puntos denominados PLACA-15 y PLACA-16 estos fueron ubicados en sitio mediante placas de bronce (Ver Anexo A Registro fotográfico).

Para este amarre se utilizó como base el Vértice CODAZZI 2010, ubicado en el IGAC como base permanente y corresponde al sistema de referencia MAGNA

(ITRF, época 1995.4, elipsoide GRS80), y sus coordenadas planas Cartesianas en el sistema MAGNA son:

N= 104.696,284 m
E= 99.732,359 m
Z= 2.588,6 m

En el Anexo B Topografía, se encuentra copia de la certificación IGAC de la placa utilizada, al igual que los detalles de la poligonal del levantamiento y los datos del amarre.

- **Levantamiento**

Para este trabajo se utilizó una poligonal cerrada con una precisión de 1:35.730,82 que parte y cierra en las placas PLACA-15 y PLACA-16, a las que corresponden las siguientes coordenadas producto del traslado del numeral anterior y utilizando un equipo de precisión al segundo.

Tabla 2.1. Referencias Materializadas

PLACA No.	NORTE	ESTE	NIVEL
PL-15	98.648,51	96.595,31	2.577,951
PL-16	98.605,49	90.592,85	2.576,35

Luego desde este vértice y por el método de ceros atrás se realizó el detallamiento por radiación simple, con lo cual se garantizó el cubrimiento total de la zona a levantar así como todos los detalles importantes que pudieran manifestar relevancia en el resultado final de los trabajos.

La totalidad de los trabajos se ejecutaron con un equipo de precisión, Estación total electrónica (Topcon GTS-211D). Por medida reiterada asistida por cartera electrónica, proceso que facilitó el trabajo y eliminó la posibilidad de errores cometidos por lectura, anotación y digitación de la información.

- **Planimetría**

Desde estos vértices se partió con una poligonal cerrada hasta cubrir todo el perímetro del área del proyecto, tomando de detalles como linderos, caminos, puntos de nivel, corrientes de agua, construcciones y demás que pudieran incidir en la realización del estudio.

- **Altimetría**

Las cotas de los vértices de la poligonal son ajustadas previamente con una nivelación realizada utilizando un nivel de precisión.

Posteriormente para la determinación de cotas y curvas de nivel de la zona, se utilizó el método de nivelación trigonometría utilizado la Estación Total. Con lo cual se determinan cotas de todos los detalles tomados y a partir de los cuales se generan las curvas de nivel cada 0,50 m, reflejando la forma y accidentes de la zona.

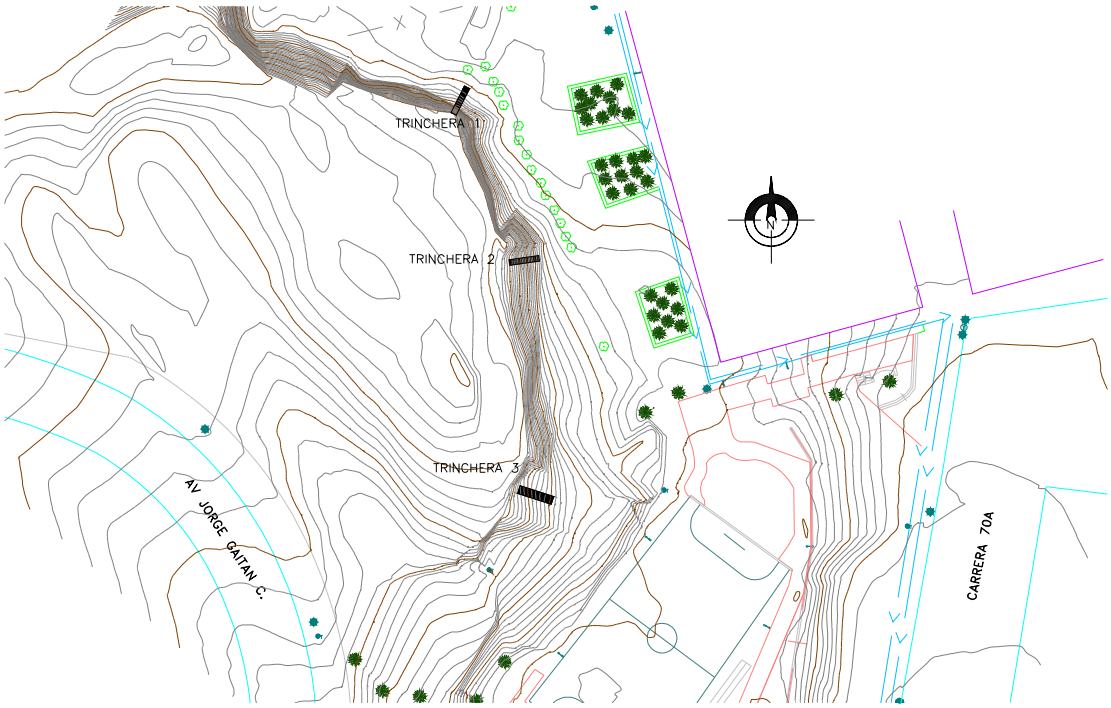
- **Trabajo de oficina**

La tabla de cálculo se sometió a revisión y se procesó en un sistema de transferencia que proporcionó la nube de puntos del levantamiento dentro del sistema CAD a través de un archivo de extensión DXF. Con lo que se procedió a la edición y maquillaje final de los planos a escalas y formatos convenientes.

2.1.2. Exploración del Subsuelo

Una vez realizada la visita a campo junto con el DPAE y la Interventoría fue definido el alcance de esta actividad, el cual se puede observar en la figura siguiente:

Figura 2.1. Localización Actividades Exploración del Subsuelo.



Dentro las actividades realizadas se encuentran 18 metros lineales de trinchera distribuidos en tres sitios.

En cada una de las actividades realizadas se tomaron muestras alteradas principalmente al estrato arcilloso presente en el talud, a las que se les practicaron los siguientes ensayos de laboratorio:

Clasificación

Humedad Natural
Limites de Atterberg
Lavado sobre Tamiz No. 200.

Parámetros geotécnicos

Peso Unitario
Corte Directo

2.2. GEOLOGÍA

En el sector evaluado afloran rocas de edad Cretáceo-Terciario, afectadas por plegamiento y fallamiento pertenecientes a las Formación Guaduas, que se encuentran recubiertas localmente por depósitos provenientes de la caída de bloques.

2.2.1. Estratigrafía

2.2.1.1. Formación Guaduas:

En el área de estudio aflora la Formación Guaduas (TKg) y se puede dividir en tres niveles:

Nivel inferior constituido por arcillolitas grises amarillentas con intercalaciones de areniscas de cuarzo, finas, en capas medias a muy gruesas, con delgadas intercalaciones de areniscas cuarzosas y feldespáticas de grano fino, duras, compactas, en estratos de 0,05 a 0,4 m, con un espesor total de 70 m.

El nivel medio está constituido por areniscas cuarzosas, gris claras a amarillentas de grano fino a conglomerático, subangular a subredondeado, esfericidad media, presenta intercalaciones de arcillolitas gris oscuras, blandas, en bancos hasta de 50 m, en la parte media de este conjunto se encuentra un manto de carbón de 0,4 m de espesor, el espesor total del conjunto medido fue de 606 m (Ulloa y Rodríguez 1987).

El nivel superior aflora en el flanco Oriental del Anticlinal de Bogotá-Usaquén, este conjunto está constituido por arcillolitas de color gris oscuro a negro y amarillo rojizo por meteorización, con esporádicas intercalaciones de areniscas cuarzosas, gris claras

de grano medio a grueso, friables, en estratos de 0,3 a 2,0 m, presenta un espesor de 324 m.

El contacto inferior con la Formación Guaduas es neto y concordante y ha sido marcado en el tope de la capa de la arenisca de cuarzo del grupo Guadalupe, la cual infrayace una secuencia de arcillolitas, el contacto superior es igualmente concordante y se ha colocado en la base del nivel de areniscas líticas más importantes de la Formación Bogotá.

Hubach (1957) citó amonitas aplastadas y bivalbos (en el flanco oriental del sinclinal de Suesca y en el salto de Tequendama), los cuales corresponden al Maastrichtiano, con base en estos datos (1957) Hubach determina que la Formación Guaduas abarca el Cretácico superior y también parte del Paleoceno Inferior. Los depósitos de esta Formación ocurrieron en un ambiente marino para la parte inferior y un ambiente transicional y aluvial para la parte media y superior.

El espesor total de la formación estimado en cortes geológicos es de 700 - 1.000 m.

2.2.2. Geología Estructural

El sector evaluado se encuentra en el denominado Bloque Sur de la Sabana de Bogotá, el elemento tectónico más relevante corresponde al Anticlinal de Cheva, el cual se encuentra afectado por una serie de fallas inversas, entre las que se destacan las Fallas de Mochuelo, y Terreros.

En el Flanco oriental del Anticlinal de Cheva, al Occidente de la falla de Mochuelo se presentan fallas inversas, con su plano buzando hacia el Occidente, corresponde a fallas de poco desplazamiento, entre las que se encuentran las fallas de Limas, Terreros y Calderón; estas fracturas hacen que se repitan las Unidades y en especial la Formación Plaeners.

La Falla del Mochuelo corresponde a una falla de cabalgamiento, que en el sector presenta una orientación N30W, cuyo plano buza hacia el Occidente, con transporte tectónico hacia el NE; en el Barrio Meissen pone en contacto estratos de la

Formación Regadera con Rocas de la Formación Guaduas, es decir falta la secuencia de la Formación Bogotá, cuyo espesor supera los 1.500 m.

La Falla de Terreros corresponde a una falla inversa de ángulo alto, de poco desplazamiento, cuyo plano buza hacia el Occidente, con transporte tectónico hacia el NNE, en el sector presenta una orientación E-W

2.2.3. Geología Local

En el sitio afloran areniscas cuarzosas de grano medio a conglomerático en matriz arcillosa, en capas de estratificación media a muy gruesa con niveles de arcillolitas grises que pertenecen al nivel medio de la Formación Guaduas, en la parte baja del afloramiento hay un nivel de arcillolitas grises interestratificadas con capas finas de areniscas. Las capas de areniscas presentan forma cuneiforme a ondulada, presencia de laminación inclinada.

En el sitio se observa la presencia de fracturamiento natural e inducido por la actividad antrópica, puesto que el sitio corresponde a una antigua cantera, donde se explotaban los niveles de areniscas, localmente se observan espejos de fricción y estrías.

Los estratos de areniscas presentes en el talud tienen un rumbo N30E y un buzamiento 40º NW.

2.2.3.1. Cuaternario

Relleno Antrópico (Qra): Un depósito de origen antrópico cubre gran parte del área evaluada, corresponde a material removido y dispuesto como resultado del laboreo de una antigua cantera, donde se aprovechaban areniscas y arcillolitas de la Formación Guaduas, el piso de esta antigua cantera se utilizó para ubicar las casas que conforman el barrio Los Pinos del Sur.

2.2.4. Geomorfología

Las geoformas del terreno se han definido como la expresión de actividad antrópica, se han identificado dos unidades que se describirán a continuación.

2.2.4.1. Escarpe de Explotación

Corresponde a un escarpe abrupto de mediana altura, que corresponde a un antiguo frente de explotación, de una cantera (en el cual aparentemente fueron utilizados explosivos), ubicado en la contrapendiente estructural, sobre un nivel de areniscas de la Formación Guaduas (buzamiento de la estratificación en sentido opuesto a la pendiente del terreno, en el área de estudio los estratos tienen un rumbo de N30E y buzan al 40 NW).

2.2.4.2. Patio de Laboreo

Superficie de disposición y remoción de materiales conformada por la actividad antrópica, corresponde a un sector de acumulación de materiales rocosos, provenientes de la explotación de una antigua cantera.

2.2.5. Procesos Morfodinámicos

Los procesos morfodinámicos que se identificaron en el predio corresponden a procesos erosivos y fenómenos de remoción en masa de carácter localizado.

2.2.5.1. Procesos de Erosión

Se definen como el grupo de eventos por medio de los cuales el material rocoso o suelos son desprendidos, disueltos y removidos con influencia de agentes externos a lo largo de un eje lineal.

- Erosión Difusa.

Afecta el sector norte del predio evaluado, donde las condiciones de escorrentía, escasa cobertura vegetal, y presencia de niveles arcillosos, favorecen la remoción uniforme de suelo y facilitan la construcción de microcanales.

- Erosión en Surcos.

El flujo de aguas lluvias desde la parte alta genera la presencia de corrientes intermitentes que conforman canales, y ocasionan la presencia de erosión en surcos.

2.2.5.2. Procesos de Remoción en Masa:

El reconocimiento de campo permitió identificar la presencia de un fenómeno de remoción en masa de carácter local en la zona evaluada, corresponde a un fenómeno de caída de rocas, que se ubica en la parte baja del antiguo frente de explotación, este fenómeno puede poner en riesgo a las casas vecinas.

En el sector noroccidental, por fuera del área de estudio, se encontró un segundo fenómeno de remoción en masa que corresponde a un flujo de detritos arcillosos, relacionado con la presencia de un material arcilloso meteorizado, ubicado sobre el nivel de areniscas.

2.2.6. Análisis de redes estereográficas

Con base en la geometría del talud, la información geológica y estructural del macizo se realizo un análisis de estabilidad mediante redes estereográficas. Los parámetros recopilados son:

Tabla 2.2. Parámetros de análisis.

Parámetros	Rumbo	Buzamiento
Talud	N11W	83 NE
Estratificación	N30E	40 NW
Diaclasa 1	N65W	70 NE
Diaclasa 2	N25E	68 NW

En el sector de los pinos de del sur se encuentran 2 juegos de familias de diaclasas: el primero con rumbo N70W e inclinación 78NE y el segundo con rumbo N10E e inclinación 84NW; el numero de diaclasas es de 6 por cada metro, la continuidad de estas es de 0,70 m hasta 2,50 m, presentan un relleno arcilloso, debido a la acción de las aguas de escorrentía que penetran fácilmente entre estas, las diaclasas están abiertas entre 1-7 mm, son rugosas y corresponden a dos tipos de discontinuidades como son fracturas naturales y diaclasas inducidas acción antrópica.

En el análisis de estabilidad se observa que el talud va en dirección oblicua a la estratificación y que las capas buzan en el sentido contrario a la pendiente del terreno siendo esto una situación estable, sin embargo debido al alto grado de fracturamiento, existe un Plano de intersección de diaclasas en una dirección preferencial N5W e inclinación 20º NW, por lo cual se presenta caída de bloques, lo cual es facilitado por acción del agua que viaja a través de las fisuras y socava el nivel inferior arcilloso restándole apoyo al nivel superior de areniscas (Ver registro fotográfico y estereogramas, Anexos A y C respectivamente).

En el Anexo C se encuentra el análisis de estabilidad realizado y toda la información recopilada para ello.

2.3. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

2.3.1. Perfil Estratigráfico

El talud en estudio esta conformado principalmente por un macizo rocoso de color amarillo perteneciente a la formación Guaduas; este presenta un alto grado de

fracturamiento debido a que el talud es un antiguo frente de explotación de manera antitécnica de materiales para la construcción.

Adicionalmente cerca de la pata del talud se encuentra un estrato conformado por un material arcilloso de color gris con betas rojizas y cuyo espesor varia entre 0,20 m y 1,2 m. En la tabla siguiente se pueden observar las propiedades establecidas para el estrato arcilloso del talud.

Tabla 2.3. Características de los materiales analizados.

PERFORACIÓN Y MUESTRA	MATERIAL	PESO UNITARIO Ton/m³	COHESIÓN Ton/m²	ANGULO DE FRICCIÓN
Trinchera 3 Muestra 3	Arcillolita de color gris con betas rojizas	2,25	23,5	35,9

No se encontró nivel freático durante la actividad de perforación del subsuelo.

2.3.2. Diagnóstico

2.3.2.1. Factores detonantes

A continuación se describen los factores detonantes del fenómeno de remoción en masa:

- El alto grado de fracturamiento del macizo rocoso producto de las malas técnicas de explotación utilizadas, las cuales generaron un plano de intersección de diaclasas en una orientación N5E y la posterior caída de rocas.

- La pendiente actual del talud, la cual es cercana a un corte vertical y facilita el desprendimiento de bloques de roca.

- La infiltración de aguas de escorrentía a través de las fisuras existentes, hasta llegar al estrato arcilloso en la pata del talud alterándolo y erosionándolo y restándole sustento a los bloques de arenisca que lo suprayacen.

2.3.2.2. Modelo geotécnico

El talud en estudio esta conformado por la roca arenisca perteneciente a la formación Guadúas, la cual se encuentra altamente fracturada (desfavorable por que genera la caída de bloques); la estratificación presenta un rumbo N30E y un Buzamiento 40NW (favorable para la estabilidad general del talud), adicionalmente cerca de la pata del talud se encuentra un estrato de material arcilloso cuyo espesor varia entre 0,20 m y 1,20 m, este estrato presenta la misma orientación de la arenisca.

Según los parámetros de resistencia obtenidos del ensayo de corte directo se puede concluir que el material arcilloso encontrado en la pata del talud esta en el limite entre un suelo duro y una roca blanda o arcillolita, lo cual es corroborado con el peso unitario obtenido, el cual es bajo para una roca pero alto para un suelo. Sin embargo de acuerdo con lo observado en campo es un material susceptible a la acción del intemperismo ya que en varios sitios del talud se encuentra tan alterado que ha dejado sin soporte a los bloques de arenisca que lo suprayacen.

- **Parámetros de resistencia.**

A continuación se encuentran las características establecidas para los materiales del modelo geotécnico establecido del talud:

Tabla 2.4. Parámetros de resistencia de la arcillolita presente en el talud.

DESCRIPCIÓN	COHESIÓN (Ton/m^2)	ANGULO DE FRICCIÓN	PESO UNITARIO (Ton/m^3)
Arenisca	30,0*	45,0*	2.27
Arcillolita gris clara con betas rojizas y amarillas	23,5	35,9	2,20

* Se adoptaron valores típicos en el rango inferior.

En el Anexo C se pueden observar los resultados de laboratorio obtenidos de las muestras tomadas en campo, al igual que los reportes de investigación del subsuelo.

2.3.2.3. Análisis

La caída de rocas presentada en el talud se debe a la perdida de soporte de los bloques de arenisca, por la erosión y alteración del estrato de arcillolita, encontrado en la pata del talud por efecto de la acción del intemperismo; otros factores importantes que contribuyeron a la perdida de soporte de los bloques y por consiguiente a la activación del FRM, corresponden a la alta pendiente del talud y al alto grado de fracturamiento del macizo rocoso, producto de la acción antrópica durante la explotación de materiales de construcción.

Estos factores generan un efecto retrogresivo en la caída de bloques, comenzando a caer los que están en contacto con la arcillolita y continuando hasta la corona del talud.

Esta situación se presenta de manera generalizada en todo el talud, encontrándose bloques cuya caída es inminente y bloques cuya estabilidad depende del grado de alteración de la arcillolita, el cual es avanzado en varias partes del talud; por tal motivo es claro que la estabilidad del talud se encuentra en una situación de equilibrio límite (FS = 1,0), ya que variaciones pequeñas en las condiciones de los materiales activarían la caída de nuevos bloques de roca.

Teniendo en cuenta lo anterior y con el fin de establecer la condición de equilibrio del talud, se utilizó la información geológica recopilada en campo, utilizada para el análisis de estabilidad del macizo rocoso y que se observa a continuación:

En el análisis de estabilidad se encontraron dos familias de diaclasas: la primera con un rumbo de N65W y buzamiento 70NE y la segunda con rumbo N25E y buzamiento 68NW; estas presentan un ángulo de intersección con orientación preferencial N5W e inclinación 20º, el cual es desfavorable al talud y genera la caída de bloques de roca.

Adicionalmente teniendo en cuenta que la familia de diaclasas No. 1 es la que más se acerca a la orientación y pendiente promedio del talud en estudio y que por tanto el plano de las diaclasas se acerca al plano del talud, esta se considera como la familia mas crítica para la estabilidad del macizo; por tal motivo, con base en la información geológica recopilada y considerando que la situación actual asemeja a la de equilibrio, las condiciones del modelo geológico – geotécnico son las siguientes:

-	Ángulo promedio de inclinación del talud	72º
-	Inclinación de los estratos en dirección perpendicular al talud	20º
-	Inclinación plano desfavorable de diaclasas	70º
-	Espaciamiento de diaclasas	0,5 m

Teniendo en cuenta que el talud se encuentra en condición de equilibrio límite, es necesaria la construcción de obras que garanticen la estabilidad de los bloques de arenisca y la protección del estrato de arcillolita.

2.4. OBRAS DE ESTABILIZACIÓN

Para la solución del problema de inestabilidad se plantearan dos alternativas de solución.

A continuación se describen las alternativas propuestas:

2.4.1. Alternativa No. 1

Consiste en el perfilado del talud a una pendiente 0,5H:1V desde la pata hasta la corona del mismo, con el fin de retirar a los bloques de arenisca sueltos y de proporcionar mayor soporte a los que quedaran formando parte del talud.

Adicionalmente la alternativa contempla la protección del estrato arcilloso con una capa de concreto lanzado de 3000 PSI de 0,10 m de espesor; con el fin de evitar el deterioro de este material y la posterior perdida de soporte de los bloques cercanos; por otro lado para evitar empujes nocivos sobre la protección de concreto, las aguas

infiltradas dentro del macizo serán evacuadas mediante la construcción de lloraderos cada 1,5 m.

Teniendo en cuenta que la mayoría del agua que ingresa al macizo rocoso lo hace por la parte superior de este, especialmente como consecuencia del alto grado de fracturamiento de la roca, de la escasa cobertura vegetal y su reducido espesor: esta alternativa contempla la empradización de la parte superior del talud mediante la utilización de césped sobre una capa de material orgánico, que minimice la entrada de agua al macizo y que fomenten su evacuación mediante escorrentía.

2.4.2. Alternativa No. 2

La alternativa No. 2 contempla la construcción de una barrera que contenga a los bloques de roca que se desprendan del talud, esta barrera consistirá en un muro de Gaviones de 2,0 m de altura y una malla eslabonada en acero galvanizado erguida con tubería de hierro de 6” de diámetro, en una altura de 2,0 m para un total de 4,0 m de protección a todo lo largo del talud.

Teniendo en cuenta que la mayoría del agua que ingresa al macizo rocoso lo hace por la parte superior de este, especialmente como consecuencia del alto grado de fracturamiento de la roca, de la escasa cobertura vegetal y su reducido espesor: esta alternativa contempla la empradización de la parte superior del talud mediante la utilización de césped sobre una capa de material orgánico, que minimice la entrada de agua al macizo y que fomenten su evacuación mediante escorrentía.

2.5. ANÁLISIS DE VIABILIDAD

Con el fin de definir la alternativa cuya construcción sea viable desde los puntos de vista técnico y económico, a continuación se mencionan varios de los aspectos más relevantes del proyecto, los cuales establecerán los parámetros necesarios para la selección de la alternativa más conveniente.

- La alternativa No. 1 evita futuras caídas de bloques de roca al frente de las viviendas y al polideportivo y garantiza la seguridad de los habitantes del sector y la integridad de las viviendas y del polideportivo existente..

- La alternativa No. 2 no da una solución definitiva al FRM ya que aunque ofrece protección a las viviendas y al polideportivo, no garantiza la seguridad de las personas que circulen entre el talud y la barrera.

- En caso de que se presente desprendimientos después de la construcción de la alternativa No. 1estos serian de bloques de roca de tamaños reducidos y de poco alcance debido a la menor pendiente del talud.

- La barrera de contención de la alternativa No. 2 debe ser sometida a mantenimiento periódico con el fin de reparar los daños producidos por la caída de bloques.

- La alternativa No. 2 no requiere la intervención directa del talud, por tal motivo es mas económica.

Teniendo en cuenta los anteriores aspectos se seleccionó la alternativa No. 1 como la más conveniente especialmente desde el punto de vista técnico y de seguridad de los habitantes de la zona, ya que la alternativa No. 2 no lo garantiza de manera total.

2.5.1. Diseño alternativa No. 1

Con el fin de evaluar el funcionamiento de las obras propuestas por la alternativa de intervención No. 1 se utilizó el modelo geotécnico establecido en la etapa de análisis en condición de equilibrio límite y a su vez se modificó la pendiente establecida por el perfilado proyectado, la cuales corresponden a 0,5H:1,0V.

Para el análisis y teniendo en cuenta que en la corona del talud no se encuentra ningún tipo de estructura que induzca algún tipo de carga, se consideraron las cargas por peso propio de los materiales que conforman el talud y adicionalmente el efecto

de las aguas de infiltración que puedan atravesar la empradización y entrar a través de las fisuras o diaclasas de la roca.

Una vez realizado el análisis del talud se obtuvo un factor de seguridad de FS = 4,64, el cual indica que al retirar (Caída controlada) los bloques de arenisca sueltos o inestables y al suavizar la pendiente del talud, se logra el soporte de los bloques que permanecen en el talud después del perfilado.

Adicionalmente y considerando que la erosión y alteración del estrato de arcillolita generaría nuevamente la perdida de soporte de los bloques de arenisca y su posterior caída, se proyectó la protección de este material con una capa de concreto lanzado de 3000 PSI y 0,10 m de espesor.

Teniendo en cuenta que la mayoría del agua que ingresa al macizo rocoso lo hace por la parte superior de este, especialmente como consecuencia del alto grado de fracturamiento de la roca, de la escasa cobertura vegetal y su reducido espesor: se proyecta la empradización de la parte superior del talud mediante la utilización de césped sobre una capa de material orgánico, que minimice la entrada de agua al macizo y que fomente su evacuación mediante escorrentía.

En el Anexo D se pueden encontrar los planos de construcción de la alternativa definitiva correspondiente a la No. 2.

2.6. CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO.

Las cantidades de obra de la alternativa seleccionada fueron calculadas con base en los planos de construcción que se encuentra en el Anexo D. Así mismo los precios de los ítems establecidos para la construcción fueron establecidos con base en los precios del mercado. Estas cantidades junto con el presupuesto de obra y los análisis de precios unitarios se pueden observar en el Anexo E.

Para garantizar durante todas las etapas de la construcción la seguridad de los trabajadores de la obra, de los habitantes e infraestructura del sector, el constructor del proyecto debe cumplir con las especificaciones de seguridad vial, manejo de

tráfico, seguridad industrial, higiene y reglamento interno de trabajo establecidos por la legislación nacional.

El valor correspondiente a la señalización del proyecto, salud ocupacional y seguridad industrial se encuentra incluido dentro de valor del AIU.

2.7. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN.

2.7.1. Desmonte y limpieza

2.7.1.1. Generalidades

Este trabajo consiste en el desmonte y limpieza del terreno natural en las áreas que ocuparán las obras del proyecto, que se encuentren cubiertas de rastrojo, maleza, bosque, pastos, cultivos, etc., incluyendo la remoción de tocones, raíces, escombros y basuras, de modo que el terreno quede limpio y libre de toda vegetación y su superficie resulte apta para iniciar los demás trabajos.

El trabajo incluye, también, la disposición final dentro o fuera de la zona del proyecto, de todos los materiales provenientes de las operaciones de desmonte y limpieza, previa autorización del Interventor, atendiendo las normas y disposiciones legales vigentes.

2.7.1.2. Equipo

El equipo empleado para la ejecución de los trabajos de desmonte y limpieza deberá ser compatible con los procedimientos de ejecución adoptados y requiere la aprobación previa del Interventor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajuste al programa de ejecución de los trabajos y al cumplimiento de las exigencias de la especificación.

2.7.1.3. Ejecución de los trabajos

Los trabajos de desmonte y limpieza deberán efectuarse en todas las zonas señaladas en los planos o indicadas por el Interventor y de acuerdo con procedimientos aprobados por éste, tomando las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad satisfactorias.

Para evitar daños en las propiedades adyacentes o en los árboles que deban permanecer en su lugar, se procurará que los árboles que han de derribarse caigan en el centro de la zona objeto de limpieza, troceándolos por su copa y tronco progresivamente, cuando así lo exija el Interventor.

En las áreas que vayan a servir de base de terraplenes o estructuras de contención o drenaje, los tocones, raíces y demás materiales inconvenientes a juicio del Interventor, deberán eliminarse hasta una profundidad no menor de treinta centímetros (30 cm) por debajo de la superficie que deba descubrirse de acuerdo con las necesidades del proyecto.

2.7.1.4. Remoción y disposición de materiales

Los materiales provenientes del desmonte y la limpieza deberán ser retirados del lugar de los trabajos y transportados y depositados en lugares autorizados para tal fin o señalados por el Interventor.

Por ningún motivo se permitirá que los materiales de desecho se incorporen en los terraplenes, ni disponerlos a la vista, ni en sitios donde puedan ocasionar perjuicios ambientales.

Si después de ejecutados el desmonte y la limpieza, la vegetación vuelve a crecer por motivos imputables al Constructor, éste deberá efectuar una nueva limpieza, a su costa, antes de realizar la operación constructiva subsiguiente.

2.7.1.5. Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Interventor adelantará los siguientes controles principales:

- Verificar que el Constructor disponga de todos los permisos requeridos.

- Comprobar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Constructor.

- Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos aplicados por el Constructor.

- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.

- Comprobar que la disposición de los materiales obtenidos de los trabajos de desmonte y limpieza se ajusten a las exigencias de la presente especificación y todas las disposiciones legales vigentes.

- Medir las áreas en las que se ejecuten los trabajos en acuerdo a esta especificación.

- Señalar todos los árboles que deban quedar de pie y ordenar las medidas para evitar que sean dañados.

El Constructor aplicará las acciones y los procedimientos constructivos recomendados en los respectivos estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y los recursos naturales, y el Interventor velará por su cumplimiento.

2.7.1.6. Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

La actividad de desmonte y limpieza se considerará terminada cuando la zona quede despejada para permitir que se continúe con las siguientes actividades de la construcción.

2.7.1.7. Medida

La unidad de medida del área desmontada y limpiada será el m^2, en su proyección horizontal, aproximada al décimo de metro cuadrado, de área limpiada y desmontada satisfactoriamente, dentro de las zonas señaladas en los planos o indicadas por el Interventor.

2.7.1.8. Forma de pago

El pago del desmonte y limpieza se hará al respectivo precio unitario del contrato, por todo trabajo ejecutado de acuerdo con esta especificación y aceptado a plena satisfacción por el Interventor.

El precio deberá cubrir todos los costos de desmontar, destroncar, desraizar, rellenar y compactar los huecos de tocones; disponer los materiales sobrantes de manera uniforme en los sitios aprobados por el Interventor. El precio unitario deberá cubrir, además, el cargue, transporte y descargue y debida disposición de estos materiales, así como la mano de obra, herramientas, equipo necesario para la ejecución de los trabajos y la obtención de todos los permisos requeridos.

El pago por concepto de desmonte y limpieza se hará independientemente del correspondiente a la excavación en los mismos sitios, aún cuando los dos trabajos se ejecuten en una sola operación.

2.7.1.9. Ítem de pago

2.7.1. Desmonte y limpieza	Metro cuadrado (m^2)

2.7.2. Excavaciones varias

2.7.2.1. Descripción

Este trabajo consiste en la excavación necesaria para el perfilado de los taludes del proyecto, también las excavaciones necesarias para la fundación de las estructuras del mismo, o las excavaciones necesarias para la construcción de redes de drenaje como alcantarillado de aguas lluvias o negras y filtros entre otros, siguiendo los alineamientos y de acuerdo con las pendientes y las cotas indicadas en los planos u ordenados por el Interventor. Comprende, además, la construcción de encofrados, ataguías y cajones y el sistema de drenaje que fuere necesario para la ejecución de los trabajos, así como el retiro subsiguiente de encofrados y ataguías. Incluye, también, la remoción, transporte y disposición de todo material que se encuentre dentro de los límites de las excavaciones, así como materiales, maquinaria, el retiro transporte y disposición de los materiales inestables pertenecientes al deslizamiento que requieran de su retiro según los lineamientos del proyecto.

2.7.2.2. Materiales

El manejo de los materiales de las excavaciones varias, estará a cargo del constructor quien deberá disponer de estos de acuerdo con lo que establecido por las normas vigentes y las indicaciones del Interventor y en los sitios aprobados por éste.

2.7.2.3. Equipo

El Constructor pondrá a consideración del Interventor, los equipos más apropiados para las operaciones por realizar, los cuales no deberán producir daños innecesarios en vecindades o en la zona de los trabajos; y deberán garantizar el avance físico según el programa de trabajo, permitiendo el correcto desarrollo de las etapas constructivas siguientes.

2.7.2.4. Ejecución de los trabajos

El Constructor deberá notificar al Interventor, con suficiente antelación al comienzo de las actividades, para que se efectúen todas las medidas y secciones necesarias.

Antes de comenzar los trabajos de excavación, se deberán haber completado los trabajos previos de desmonte y limpieza, de conformidad con lo que resulte aplicable en las presentes especificaciones.

Si dentro de los límites de la excavación se encuentran estructuras, cimientos antiguos u otros obstáculos, éstos deberán ser retirados por el Constructor, quien no tendrá derecho a compensación adicional por las dificultades o contratiempos que ocasione la remoción y/o retiro de tales obstrucciones.

Las excavaciones se deberán adelantar de acuerdo con los planos de construcción. Las cotas de fundación indicadas en ellos se consideran aproximadas debido a que la exploración realizada solo contempla el establecimiento promedio de las características de los materiales presentes en terreno y, por lo tanto, el Interventor podrá ordenar que se efectúen todos los cambios que considere necesarios en las dimensiones de la excavación, para obtener una cimentación satisfactoria.

Siempre que los trabajos lo requieran, las excavaciones varias deberán comprender labores previas, tales como el desvío de corrientes de agua o la construcción de cauces provisionales u otras que contemplen los planos del proyecto.

Toda excavación que presente peligro de derrumbes que afecten el ritmo de los trabajos, la seguridad del personal o la estabilidad de las obras o propiedades adyacentes, deberán construirse barreras transitorias de manera satisfactoria para el Interventor. Estas barreras deberán ser retiradas al final de los trabajos.

- **Excavaciones para filtros**

Las excavaciones para la construcción de filtros, descoles, zanjas y obras similares se deberán efectuar hasta la profundidad que se requiera y de conformidad con las dimensiones, pendientes y detalles que indiquen los planos del proyecto o determine el Interventor. Las paredes de las excavaciones deberán ser verticales y su fondo deberá ser conformado, a efecto de que quede una superficie firme y uniforme en toda su longitud.

- **Excavaciones para gaviones**

Las excavaciones para la fundación de gaviones, se deberán realizar de conformidad con las dimensiones y detalles señalados en los planos o determinados por el Interventor.

Cuando la cimentación deba asentarse sobre una superficie excavada que no sea roca, el Constructor deberá tener especial cuidado para no perturbar el fondo de la excavación, tomando la precaución adicional de no remover el material del fondo de la excavación hasta la cota de cimentación prevista, sino en el instante en que se encuentre debidamente preparado para colocar el cimiento.

Cuando se encuentre un fondo rocoso, la excavación se deberá ejecutar de tal forma, que la roca sólida quede expuesta y preparada en lechos horizontales o dentados para recibir el gavión, debiendo ser removidos todos los fragmentos de roca suelta o desintegrada, así como los estratos muy delgados. Las grietas y cavidades que queden expuestas, deberán ser limpiadas y rellenadas con concreto o mortero.

- **Excavaciones para remoción de derrumbes y/o perfilado y descargue de taludes**

Las excavaciones para remoción de derrumbes o descargue de taludes se realizaran siguiendo las dimensiones y limites establecidas en los planos, adicionalmente la excavación se realizará hasta encontrar material estable, tal como lo muestran los

planos del proyecto y con el fin de evitar la generación de superficies de falla futuras o nuevos desprendimientos de bloques de roca.

- **Excavaciones para cimentaciones de estructuras de concreto**

Los lugares para cimentaciones se deberán excavar conforme las líneas de pago indicadas en los planos u ordenadas por el Interventor, para permitir la construcción de las mismas a todo su ancho y longitud y dejando un fondo con una superficie plana y horizontal.

2.7.2.5. Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Interventor adelantará los siguientes controles principales:

- Verificar que el Constructor disponga de todos los permisos requeridos para la ejecución de los trabajos.

- Comprobar el estado del equipo utilizado por el Constructor.

- Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos adoptados por el Constructor.

- Vigilar el cumplimiento del programa de trabajo.

- Verificar alineamiento, perfil y secciones de las áreas excavadas.

- Comprobar la lisura y firmeza del fondo de las excavaciones.

- Medir los volúmenes de trabajo ejecutado por el Constructor en acuerdo a la presente especificación.

2.7.2.6. Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

El trabajo se dará por terminado cuando el alineamiento, el perfil y la sección de la excavación estén de acuerdo con los planos del proyecto y las instrucciones del Interventor.

2.7.2.7. Medida

La unidad de medida de las excavaciones varias será el metro cúbico (m^3), aproximado al metro cúbico completo, de material excavado en su posición original, determinado dentro y hasta las líneas de pago indicadas en los planos y en esta especificación o autorizadas por el Interventor.

En excavaciones para estructuras y filtros, toda medida se hará con base en caras verticales a partir de los bordes autorizados de la excavación. Las excavaciones efectuadas por fuera de estos límites y los volúmenes adicionales causados por desprendimientos, derrumbes, hundimientos, sedimentaciones o rellenos debidos a causas naturales, descuido o negligencia del Constructor, no se medirán y su corrección correrá por cuenta de éste, a plena satisfacción del Interventor.

La medida de la excavación para fundación de gaviones, así como para la ejecución de descoles, zanjas y similares, se hará con base en secciones transversales, tomadas antes y después de realizar el trabajo respectivo. No se incluirán en la medida las excavaciones realizadas por fuera de las líneas del proyecto o de las autorizadas por el Interventor.

2.7.2.8. Forma de pago

El trabajo de excavaciones varias se pagará al precio unitario de contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con el proyecto, la presente especificación y las instrucciones del Interventor, para la respectiva clase de excavación, ejecutada satisfactoriamente y aceptada por éste.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de la excavación, eventual perforación y voladura, remoción, cargue, transporte y descargue de todos los materiales excavados en las zonas de utilización o desecho, así como su correcta disposición en estas últimas. También, deberá cubrir los costos de todas las obras provisionales y complementarias, tales como la construcción de accesos, andamios, entibados y desagües; y los equipos, bombeos, transportes, mano de obra, limpieza final de la zona de construcción y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

En el caso de que los trabajos afecten una vía en la cual exista tránsito automotor, el precio unitario deberá incluir, además, los costos de señalización preventiva de la vía y el control del tránsito vehicular y peatonal durante la ejecución de los trabajos.

2.7.2.9. Ítem de pago

2.7.2.A. Excavaciones varias sin clasificar en material común	Metro cúbico (m^3)
2.7.2.B. Excavaciones varias sin clasificar en roca en seco	Metro cúbico (m^3)

2.7.3. Concreto

Este capítulo cubre los requisitos referentes a materiales, preparación, formaletas, transporte, colocación, fraguado, acabado y reparación de todo el concreto que se va a usar en la construcción de las estructuras permanentes requeridas para la obra.

2.7.3.1. Diseño de las Mezclas de Concreto

La responsabilidad del diseño de las mezclas de concreto que se usen en la obra dependerá por completo del Contratista y se hará para cada clase de concreto solicitado en estas especificaciones y con los materiales que haya aceptado la Interventoría con base en ensayos previos de laboratorio. Sin embargo, todos los diseños de mezclas, sus modificaciones y revisiones deberán ser sometidos a la aprobación previa de la Interventoría.

- **Ensayos de Resistencia del Concreto**

Los ensayos de resistencia a la compresión, a que se sometan las muestras suministradas por el contratista, serán realizados por la Interventoría o por el Contratista si así lo decide aquella, con los siguientes propósitos:

Evaluar la calidad de las mezclas de concreto diseñadas por el Contratista, para aprobarlas o indicar las modificaciones que se requieran.

Establecer un criterio que permita la aceptación del concreto colocado en la obra.

Para los anteriores propósitos se efectuarán los siguientes ensayos:

- **Consistencia**

La consistencia del concreto será determinada por medio de ensayos de asentamiento y de acuerdo con los requisitos establecidos en la Norma ASTM C-143. El asentamiento del concreto no deberá exceder de cinco centímetros, excepto en concreto bombeado, para el cual se permitirán asentamientos hasta de 10 centímetros; a menos que se indique lo contrario, la máxima relación agua/cemento permisible en la elaboración de concretos será de 0.50, para concreto con f'c mayor a 210 kg/cm^2.

- **Compresión**

Durante la operación de vaciado del concreto se tomarán muestras para ensayo a la compresión, para lo cual el Contratista deberá suministrar las camisas (moldes cilíndricos de 6 X 12 pulgadas) necesarias por cada día de mezcla para cada clase de concreto colocado.

Las muestras se tomarán de la mezcla que indique la Interventoría. Cada muestra constará de ocho cilindros y se tomará no menos de una por cada día de mezcla, ni menos de una muestra por cada 40 m^3 de concreto mezclado en obra. Si el concreto es

proveniente de una central de mezclas, se tomará un par de cilindros por cada Mixer que llegue a la obra, con un mínimo de una muestra diaria según lo indicado anteriormente.

El Contratista tomará las muestras y curará los cilindros. Los cilindros de prueba serán tomados y curados de acuerdo con las Normas ICONTEC 454 y 550 respectivamente y el ensayo se hará de acuerdo con la norma ICONTEC 673.

Los cilindros se ensayarán a los 28 días de tomados, pero podrán ser ensayados a los 7 y 14 días siempre que esté perfectamente establecida la relación entre la resistencia a los 7, 14 y 28 días. El resultado del ensayo será el promedio que resulte de los cilindros ensayados, descartando los de las muestras que hayan sido tomadas o ensayadas defectuosamente.

Si existe alguna duda sobre la calidad del concreto en la estructura, la Interventoría podrá exigir ensayos adicionales a costa del Contratista, de acuerdo con la Norma ACI 318, Sección 20.1, o ensayos de compresión a muestras tomadas de la estructura por rotación con recobro de núcleo (Norma ASTM C 42).

La Interventoría podrá efectuar el ensayo de resistencia en cilindros curados bajo condiciones de campo, con el objeto de comprobar la bondad del curado y de la protección del hormigón en la estructura.

Los procedimientos de protección y curado del hormigón deben mejorarse cuando las resistencias de los cilindros curados bajo condiciones de campo, a la edad especificada para medir f'c, sea menor del 85% de la resistencia en cilindros curados en el laboratorio.

La evaluación de estos ensayos se hará de acuerdo con las normas ICONTEC 673.

➢ Proporciones de las Mezclas de Concreto

o Composición

El concreto estará compuesto por cemento, agregado fino, agregado grueso, agua y aditivos aprobados, bien mezclados, hasta obtener la consistencia especificada. En general, las proporciones de los ingredientes del concreto se establecerán con el criterio de producir un concreto que tenga adecuada plasticidad, resistencia, densidad, impermeabilidad, durabilidad, textura superficial, apariencia y buen acabado, sin necesidad de usar una excesiva cantidad de cemento.

El Contratista preparará las diferentes clases de concreto que se requieran, de acuerdo con lo especificado en la Tabla 2.5.

Tabla 2.5. Clases de concreto

Resistencia de Diseño a los 28 días - f'c			Tamaño Máximo de agregados	
Clase	Kilogramos por centímetro cuadrado	Libras por pulgada cuadrada	Milímetros	Pulgadas
AA	350	5.000	19	3/4
AB	315	4.500	19	3/4
AC	280	4.000	19	3/4
AD	245	3.500	19	3/4
B	210	3.000	19	3/4
C	210	3.000	38	1 1/2
D	175	2.500	38	1 1/2
E	140	2.000	38	1 1/2
F	105 (Pobre)	1.500	38	1 1/2
G	Ciclópeo			

El concreto ciclópeo (Clase G) consistirá en una mezcla de piedras grandes y concreto Clase D, en una relación de 40% de piedra y 60% de concreto simple y se usará donde

lo indiquen los planos o lo ordene la Interventoría. Las piedras para este concreto ciclópeo deberán ser de 15 a 30 centímetros (media zonga), de calidad aprobada, sólidas y libres de segregaciones, fracturas, grietas y otros defectos estructurales o imperfecciones. Las piedras deberán estar exentas de superficies redondeadas o meteorizadas. Todas las piedras meteorizadas serán rechazadas. Las piedras deberán mantenerse libres de polvo, aceite o de cualquier otra impureza que pueda afectar su adherencia con el concreto.

Las piedras se colocarán cuidadosamente, sin dejarlas caer ni arrojarlas para evitar que se ocasionen daños a las formaletas o a la mampostería adyacente. Todas las piedras deberán lavarse y saturarse con agua antes de su colocación. El volumen total de las piedras no deberá ser mayor de un tercio del volumen total de la parte de la obra en que sean colocadas. Deberán tomarse las precauciones necesarias para asegurar que cada piedra quede rodeada de una capa de concreto de 15 centímetros de espesor mínimo.

- **Resistencia**

El criterio de resistencia para el concreto a los 28 días se basará en que por lo menos un 80 por ciento de los ensayos de resistencia a la compresión para cada clase de concreto que se haya colocado, den una resistencia igual o superior a la resistencia especificada.

La evaluación de estos ensayos se hará de acuerdo con las normas ICONTEC 673.

- **Tamaño Máximo del Agregado**

Sin limitar en ninguna forma el derecho que tiene la Interventoría de especificar el tamaño del agregado que deberá usarse en cualquier parte de la obra, se estima que los tamaños máximos del agregado no excederán los tamaños estipulados en la Tabla 2.6.

- **Consistencia**

La cantidad de agua que se use en el concreto deberá ser la mínima necesaria para obtener una consistencia tal que el concreto pueda colocarse fácilmente en la posición

que se requiera y que cuando se someta a la vibración adecuada fluya alrededor del acero de refuerzo. La cantidad de agua libre que se añada a la mezcla será regulada por el Contratista, con el fin de compensar cualquier variación en el contenido de agua de los agregados a medida que éstos entran a la mezcladora. En ningún caso podrá aumentarse la relación agua/cemento aprobada por la Interventoría. No se permitirá la adición de agua para contrarrestar el fraguado inicial del concreto que hubiera podido presentarse antes de su colocación; este concreto endurecido no deberá utilizarse en ninguna parte de las obras aquí contempladas y deberá ser removido y transportado a las zonas de desecho aprobadas por la Interventoría, por y a cuenta del Contratista.

2.7.3.2. Materiales

El Contratista suministrará todos los materiales que se requieran en la elaboración del concreto, según se especifica más adelante, y notificará a la Interventoría, con 30 días de anticipación, en cuanto al uso de cualquier material en las mezclas de concreto. No deberá efectuarse ningún cambio respecto de la fuente de los materiales o de las características de los mismos, sin que medie la aprobación previa y por escrito de la Interventoría.

Cuando cualquier material, por cualquier razón, se haya deteriorado, dañado o contaminado y, en opinión de la Interventoría no deba usarse en la elaboración de ninguna clase de concreto, ese material deberá ser removido, retirado y reemplazado por y a cuenta del Contratista.

- **Cemento**

Todo el cemento que se use en la preparación del concreto deberá ser de buena calidad, procedente de una fábrica aprobada por la Interventoría y deberá cumplir con los requisitos para el cemento Pórtland Tipo I, según las designaciones ICONTEC 321 y 121.

- **Agua**

El agua que se vaya a usar en las mezclas de concreto deberá someterse a la aprobación de la Interventoría y deberá ser limpia, fresca y estar exenta de impurezas, tales como aceite, ácido, álcalis, cloro, sales, sedimentos, materia orgánica y otras sustancias perjudiciales.

- **Agregados**

El empleo de los agregados para el concreto y el mortero de las fuentes de arena y grava aprobadas por la Interventoría no significan una aprobación tácita por parte de la Interventoría de todos los materiales que se obtengan de las respectivas fuentes. El Contratista será responsable por la producción de agregados de la calidad especificada en esta sección, para la elaboración del concreto.

Por lo menos 30 días antes de que se inicie la explotación de los materiales para la producción de los agregados, el Contratista deberá notificar a la Interventoría acerca del sitio del cual se propone obtener dichos materiales, y deberá suministrar y transportar las muestras requeridas por la Interventoría para que ésta pueda determinar si los materiales propuestos son adecuados para la producción de agregados para concreto y para que apruebe su uso en el caso de que lo sean.

Toda fuente de material aprobada por la Interventoría para la producción de agregados para el concreto deberá explotarse de tal manera que permita producir agregados cuyas características estén de acuerdo con las normas establecidas en estas especificaciones.

Por lo menos 30 días antes de que el Contratista inicie la colocación del concreto, éste deberá someter a la aprobación de la Interventoría muestras representativas de cada uno de los agregados que se propone utilizar. El suministro de estas muestras no será objeto de pago adicional.

La Interventoría hará los ensayos y demás investigaciones que sean necesarias para determinar, de acuerdo con las normas de la ASTM, si la fuente propuesta permite producir agregados que cumplan esas especificaciones.

El agregado se someterá a ensayos de peso específico, absorción, abrasión en la máquina de Los Ángeles, inalterabilidad en términos de sulfato de magnesio y de sulfato de sodio, reacción álcali - agregado, impurezas orgánicas, y cualesquiera otros ensayos que se requieran para demostrar que los materiales propuestos son adecuados para producir un concreto de calidad aceptable.

Si la Interventoría decide autorizar al Contratista para efectuar los ensayos anteriores, se aplicará lo establecido en la sección "Generalidades - Códigos" de este capítulo.

- **Agregado Fino**

Por agregado fino deberá entenderse aquel cuyo tamaño máximo sea igual a 4.8 mm. El agregado fino deberá ser arena natural, arena elaborada, o una combinación de arenas naturales y elaboradas. La arena consistirá en partículas duras, fuertes, durables y limpias; deberá estar bien lavada, tamizada, clasificada y mezclada, según se requiera para producir un agregado fino aceptable que cumpla con los requisitos establecidos en la Norma ASTM C-33.

- **Agregado Grueso**

Por agregado grueso deberá entenderse aquel agregado bien gradado compuesto de partículas entre 4,8 mm y el tamaño máximo permitido por la tabla 2.6 o cualquier tamaño o grupo de tamaños entre estos límites. El agregado grueso consistirá en partículas duras, fuertes, durables y limpias, obtenidas de grava natural o triturado o de una combinación de ambas, y deberá estar exento de partículas alargadas o blandas, materia orgánica y otras sustancias perjudiciales.

El agregado grueso deberá ser tamizado, lavado, clasificado y sometido a los procesos que se requieran para obtener un material aceptable; este agregado se suministrará y almacenará en dos grupos de tamaños, los cuales deberán estar dentro de los límites especificados en la Tabla 2.6.

Tabla 2.6. Agregado grueso

Tamaño del Tamiz (US. Std.) Malla Cuadrada	Malla Cuadrada Orificios del Tamiz Milímetros	GRUPOS POR TAMAÑOS (mm) Porcentajes en Peso que Pasa por los tamices Individuales	
		4.8 a 19	19 a 38
2"	51	--	100
1 1/2"	38	--	90 - 100
1"	25	100	20 - 55
3/4"	19	90 - 100	0 - 15
3/8"	10	20 - 55	0 - 5
No. 4	4.8	0 - 10	--

- **Aditivos**

El Contratista podrá usar cualquier producto aprobado, siempre y cuando cumpla con los requisitos de estas especificaciones.

A menos que el producto propuesto tenga antecedentes de reconocida eficacia, el Contratista deberá suministrar una muestra de cinco kilogramos para ensayos. El Contratista deberá suministrar también datos certificados sobre ensayos en los que se indiquen los resultados del uso de los aditivos y su efecto en la resistencia de concreto con edades hasta de un año, y con gamas de temperatura inicial entre 10 y 32 grados centígrados. La aceptación previa de los aditivos no eximirá al Contratista de la responsabilidad de suministrar productos que cumplan con los requisitos especificados. Los aditivos que se suministren durante la construcción deberán tener las mismas características que aquellos que se suministraron junto con la cotización.

El costo de las operaciones de medida, mezcla y aplicación de los aditivos deberá incluirse en el precio unitario cotizado para el concreto.

Al Contratista se le reembolsará el valor de los aditivos que ordene la Interventoría al precio real de suministro en el sitio donde éstos se utilicen, con excepción de los impermeabilizantes para concretos en contacto con agua, los cuales se pagarán de acuerdo con lo establecido en la sección “Medida y pago” de este capítulo.

No se hará ningún pago separado por aditivos que el Contratista use para su propia conveniencia, sin que hayan sido requeridos por la Interventoría, aunque ésta haya aprobado el uso de tales aditivos.

2.7.3.3. Dosificación

El Contratista suministrará, operará y mantendrá el equipo adecuado aprobado por la Interventoría para la dosificación del concreto.

Las cantidades de cemento, arena, agregado y los aditivos en polvo que se requieran para cada una de las dosificaciones del concreto se determinarán por peso, y la cantidad de agua y de aditivos líquidos se determinará por peso o en medidas volumétricas. El Contratista deberá regular los pesos de las dosificaciones según se requiera para mantener el asentamiento y peso unitario del concreto dentro de los límites requeridos por la Interventoría.

El contenido de agua de los agregados fino y grueso en el momento de la dosificación, no deberá exceder de 8 % y 2 %, respectivamente.

Se ajustarán o cambiarán las proporciones de mezcla de concreto, según lo requiera la Interventoría, y se compensará cualquier variación en el contenido de agua del agregado.

Las variaciones en el suministro y peso no excederán los límites especificados en la Tabla 2.7.

Tabla 2.7. Variación permisible en los pesos de los materiales

Material	Variación Permisible
Agua, cemento y aditivos	± 1%
Agregado Fino	± 2%
Agregado Grueso	± 2%

La exactitud del equipo de pesaje deberá mantenerse dentro de 0.5% en todo el rango de uso.

Los aditivos se colocarán en la mezcladora de acuerdo con las recomendaciones del suministrador y las instrucciones de la Interventoría.

2.7.3.4. Mezcla

- **Mezcladoras**

Las mezcladoras serán del tipo y tamaño adecuado para producir un concreto que tenga composición y consistencia uniforme al final de cada ciclo de mezclado. Cada mezcladora deberá estar diseñada en forma tal que los materiales de cada cochada entren sin que haya pérdida y que el descargue del concreto ya mezclado se realice perfecta y libremente en tolvas húmedas o en cualesquiera otros recipientes aprobados por la Interventoría.

A menos que la Interventoría permita algo diferente, el concreto debe mezclarse por medios mecánicos en plantas centrales y en mezcladoras diseñadas para cochadas mínimas de 0,35 m^3 de capacidad. Las mezcladoras no deberán sobrecargarse.

- **Muestreo y Ensayos**

El concreto no se considerará de composición y consistencia uniformes y aceptables a menos que los resultados de los ensayos realizados en dos muestras tomadas en los puntos correspondientes a 1/4 y 3/4 de una cochada en el momento en que ésta sale de la mezcladora, se encuentren dentro de los siguientes límites:

  - El peso unitario del mortero de cada muestra no deberá variar en más de 0,8 % del promedio del peso del mortero en las dos muestras.

- El porcentaje en peso del agregado retenido en el tamiz No. 4, para cada muestra, no deberá variar en más de 5% con respecto al promedio de los porcentajes en peso del agregado en las dos muestras.

- La diferencia en el asentamiento de las muestras no deberá exceder de 2,5 cm.

➢ **Operación de Mezclado**

Los materiales para cada cochada del concreto deberán depositarse simultáneamente en la mezcladora, a excepción del agua, que se verterá primero y que se dejará fluir continuamente mientras los materiales sólidos entren a la mezcladora, y que continuará fluyendo por un corto período adicional después de que los últimos materiales sólidos hayan entrado a la mezcladora. Todos los materiales, incluyendo el agua, deberán entrar en la mezcladora durante un período que no sea superior al 25% del tiempo total de mezclado.

Cuando se añadan aditivos, estos deben entrar en la mezcladora simultáneamente con el agua de mezcla. En caso de utilizar aditivos inclusores de aire con el fin de impermeabilizar integralmente los concretos, se deben diluir previamente en el agua de acuerdo con las indicaciones de la Interventoría y luego si pueden entrar en la mezcladora simultáneamente con el agua de la mezcla.

En las mezcladoras de hasta 0,75 metros cúbicos de capacidad, la operación de mezclado deberá continuar durante un período mínimo de sesenta segundos después de que todos los materiales, incluyendo el agua, hayan entrado a la mezcladora. En las mezcladoras de mayor capacidad, este tiempo mínimo deberá aumentarse en 20 segundos por cada 0,50 metros cúbicos adicionales de capacidad, o proporcionalmente para fracciones de 0,50 metros cúbicos. La Interventoría se reservará el derecho de aumentar el tiempo de mezcla si las operaciones de mezclado no permiten producir un concreto que tenga una composición y consistencia uniformes, de acuerdo con estas especificaciones. En ningún caso el tiempo de mezcla deberá ser superior a tres veces el tiempo mínimo de mezcla especificado y no se permitirá mezclado excesivo que requiera la adición de agua para mantener la consistencia requerida.

Las mezcladoras deberán estar diseñadas en tal forma que la operación de mezclado pueda interrumpirse y reanudarse con capacidad completa de materiales. Cada cochada deberá descargarse completamente de la mezcladora antes de proceder al mezclado de la siguiente.

La primera cochada de los materiales colocados en la mezcladora al iniciar cada operación de mezclado, deberá contener un exceso de cemento, arena y agua para revestir el interior del tambor y sin que se reduzca el contenido del mortero requerido para la mezcla.

Cada mezcladora deberá limpiarse después de cada período de operación continua y deberá mantenerse en condiciones que no perjudiquen la operación del mezclado.

- **Formaletas**

El Contratista suministrará e instalará todas las formaletas necesarias para confinar y dar forma al concreto de acuerdo con las líneas mostradas en los planos u ordenadas por la Interventoría. Las formaletas deberán instalarse y mantenerse dentro de los límites indicados en los planos con el fin de asegurar que el concreto permanezca dentro de dichos límites. El concreto que exceda los límites establecidos deberá ser corregido o demolido y reemplazado por y a cuenta del Contratista, según se especifica en la Sección “Reparación del concreto deteriorado o defectuoso” de este Capítulo.

Por lo menos 30 días antes de iniciar la construcción de las formaletas para cualquier estructura, el Contratista deberá someter a la aprobación de la Interventoría, planos que muestren los detalles de las formaletas propuestas y los métodos de soporte de las mismas. La aprobación por parte de la Interventoría no eximirá al Contratista de su responsabilidad respecto de la seguridad y calidad de la obra.

Las formaletas y la obra falsa deberán ser lo suficientemente fuertes para soportar todas las cargas a que vayan a estar sujetas, incluyendo las cargas producidas por la colocación y vibración del concreto. Todas las formaletas y obras falsas deberán ser suficientemente herméticas para impedir pérdidas del mortero del concreto. Dichas formaletas y andamios deberán permanecer rígidamente en sus posiciones desde el

momento en que se comience el vaciado del concreto hasta cuando éste haya fraguado lo suficiente para sostenerse por sí mismo.

Las formaletas se construirán en tal forma que las superficies del concreto terminado sean de textura y color uniforme y de acuerdo con la clase de acabado que se especifique en la Sección "Acabados" de esta especificación.

A menos que se especifique algo diferente, se colocarán boceles de dos por dos centímetros en las esquinas de las formaletas, con el fin de obtener bordes biselados en las superficies expuestas permanentemente. Los ángulos y bordes internos de tales superficies no requerirán boceles a menos que éstos se indiquen en los planos.

Los límites de tolerancia para el concreto, especificados en la Sección correspondiente a "Tolerancias" de este Capítulo y las irregularidades de las superficies permitidas en la Sección "Acabados", no constituyen límites para la construcción de formaletas o límites dentro de los cuales se puedan utilizar formaletas defectuosas. Las tolerancias se establecen únicamente para tener en cuenta irregularidades que pasen inadvertidas o que sean poco frecuentes. Se prohibirán los procedimientos y materiales que, en opinión de la Interventoría den origen a irregularidades que puedan evitarse, aunque ellas estén dentro de los límites especificados.

Las formaletas deberán diseñarse de tal manera que permitan depositar el concreto en su posición final y que la inspección, revisión y limpieza del concreto puedan cumplirse sin demora. El Contratista deberá proveer ventanas con bisagras, o secciones removibles en las formaletas, para facilitar la inspección requerida; dichas ventanas y secciones deberán estar perfectamente enmarcadas y ajustadas para que coincidan con las líneas y pendientes mostradas en los planos.

Los elementos metálicos embebidos que se utilicen para sostener las formaletas, deberán permanecer embebidos y estar localizados a una distancia no menor de cinco centímetros de cualquier superficie que esté expuesta al agua y de 2.5 centímetros de cualquiera otra superficie, pero dicha separación no deberá ser menor de dos veces el diámetro del amarre.

Los huecos que dejen los sujetadores removibles embebidos en los extremos de los amarres, deberán ser regulares y de tal forma que permitan el escariado; estos huecos deberán llenarse con relleno seco (Drypack) como se especifica en la Sección "Reparación del concreto deteriorado o defectuoso". No se permitirá el uso de alambres o sujetadores de resorte, y si se usan travesaños de madera, éstos no deberán estropear o deformar la formaleta y deberán removerse antes de que los cubra la superficie libre del concreto.

Los materiales empleados para fabricar las formaletas de madera y las formaletas metálicas, deberán ser como se especifica en la Tabla 2.8.

Tabla 2.8. Materiales para formaletas

Acabado de la Superficie Encofrada	Formaletas de Madera	Formaletas Metálicas
F 1	Entablado de madera común de buena calidad.	Se permitirán láminas o recubrimiento de acero
F 2	Entablado para construcción de superficie o madera Laminada	Se permitirán láminas de acero. No se permitirá recubrimiento de acero, a menos que lo apruebe la INTERVENTORÍA.
F 3	Madera de listón machihembrado o madera laminada	No se permitirán láminas de acero, ni recubrimiento de acero.

Las láminas de acero indicadas en la Tabla 2.8 se refieren a platinas de acero que no tengan soportes de madera. El recubrimiento de acero indicado en la Tabla anterior se refiere a láminas delgadas de acero soportadas por un respaldo de tablas de madera.

En el momento de la colocación del concreto, las superficies de las formaletas deberán estar libres de mortero, lechada o cualesquiera otras sustancias extrañas que puedan contaminar el concreto o que no permitan obtener los acabados especificados para las superficies. Antes de colocar el concreto, las superficies de las formaletas deberán cubrirse con una capa de aceite comercial, o de un producto especial que evite la adherencia y que no manche la superficie del concreto. Deberá tenerse especial cuidado en no dejar que el aceite o el producto penetren en el concreto que vaya a estar en contacto con una nueva colada.

A menos que se indique algo diferente, una misma formaleta sólo podrá usarse de nuevo después de que haya sido sometida a limpieza y reparación adecuadas, y siempre

y cuando la Interventoría considere que dicha formaleta permitirá obtener los acabados requeridos para el concreto. No se permitirá reparar con láminas metálicas las formaletas de madera.

En todas las juntas de construcción se deberán fijar listones de madera de un tamaño mínimo de cinco por cinco centímetros en la superficie interna de las formaletas, con el fin de obtener una junta uniforme en la superficie expuesta del concreto así como un listón triangular de 2 X 2 cm marcando la junta. Durante la colocación, la superficie de la mezcla deberá quedar ligeramente por encima de la superficie inferior de dichos listones en forma que se obtenga un borde liso en la cara expuesta del concreto.

Cuando las superficies del concreto vayan a recibir el acabado F3, según se especifica en la Sección de "Acabados" de este Capítulo, las formaletas deberán colocarse en tal forma que las marcas de las juntas queden alineadas horizontal y verticalmente. Las formaletas que se usen para cada una de las superficies que vayan a recibir dicho acabado deberán ser del mismo tipo.

El Contratista deberá usar formaletas para las superficies del concreto cuyas pendientes sean superiores a 15 grados respecto de la horizontal. Para las superficies con pendientes entre 15 y 30 grados, estas formaletas serán elementos prefabricados de fácil remoción. Una vez que el concreto haya fraguado lo suficiente, en forma que no haya posibilidad de corrimiento del mismo, se retirarán las formaletas y se aplicarán los acabados que se especifican en la Sección "Acabados" para superficies no formaleteadas.

2.7.3.5. Juntas en el concreto

- **Generalidades**

Se dejarán juntas de construcción, contracción y dilatación en los sitios mostrados en los planos o donde lo indique la Interventoría. El Contratista no deberá introducir juntas adicionales o modificar el diseño o la localización de las juntas mostradas en los planos o aprobadas por la Interventoría. sin la previa aprobación por escrito de ésta última. En las superficies expuestas, las juntas serán horizontales o verticales, rectas y continuas, a menos que se indique algo diferente.

El concreto en las superficies de las juntas deberá permanecer inalterado durante los primeros días después de su colocación, y no se permitirá el tráfico de equipos sobre el nuevo concreto hasta tanto éste haya endurecido lo suficiente para que dicho tráfico pueda realizarse sin causar daño alguno. Se dejarán llaves en las juntas de acuerdo con lo indicado en los planos o lo requerido por la Interventoría.

No se permitirán en ningún caso juntas frías. En el caso que el equipo sufra daños o que, por cualquiera otra razón, se interrumpa la colocación continua de la mezcla, el Contratista deberá consolidar el concreto mientras se encuentre en estado plástico y conformar una superficie con pendiente uniforme y estable. Si las operaciones no se reanudan dentro de un período de una hora después de dicha interrupción, se deberá suspender la colocación de concreto a menos que la Interventoría indique algo diferente, hasta cuando el concreto haya fraguado lo suficiente para que su superficie pueda convertirse en una junta de construcción, según se indica en el Artículo "Juntas de Construcción". Antes de reanudar la colocación de la mezcla, la superficie del concreto deberá prepararse y tratarse según se especifica para juntas de construcción en el Artículo "Preparación para la colocación" de este Capítulo.

- **Juntas de Construcción**

Además de las juntas de construcción mostradas en los planos, el Contratista someterá a la aprobación de la Interventoría la localización de las demás juntas de construcción con base en el programa de vaciado del concreto.

Para evitar bordes en ángulo agudo, las juntas de construcción horizontales que se intercepten con superficies inclinadas expuestas deberán inclinarse por lo menos 15 centímetros antes de las superficies expuestas, de manera que el ángulo formado por la junta y la superficie expuesta no sea inferior a 50 grados.

Antes de colocar concreto nuevo sobre o contra una junta de construcción, la superficie de la junta deberá limpiarse y tratarse de acuerdo con lo especificado en las Sección "Preparación para la colocación" de este Capítulo.

Cuando así se indique en los planos o lo determine la Interventoría en las juntas de construcción se colocará un sello de cinta de PVC.

- **Juntas de Contracción**

Las juntas de contracción mostradas en los planos se construirán encofrando el concreto en uno de los lados de la junta y permitiendo que éste fragüe antes de colocar el concreto en el lado adyacente de la misma junta. A menos que las juntas de contracción vayan a ser inyectadas con lechada, la superficie del concreto en uno de los lados de la junta deberá recibir una capa de material adecuado que evite la adherencia antes de colocar el concreto en el lado adyacente de la junta.

- **Juntas de Dilatación**

Las juntas de dilatación con llenante deberán construirse de acuerdo con lo indicado en los planos u ordenado por la Interventoría. Cuando las juntas de dilatación se construyan para obtener superficies que se deslicen una contra otra, se deberá aplicar a una de dichas superficies una capa de material plástico que evite la adherencia.

2.7.3.6. Preparación para la colocación

Por lo menos cuarenta y ocho horas antes de colocar concreto en cualquier lugar de la obra, el Contratista deberá notificar por escrito a la Interventoría el sitio donde proyecta realizar la colocación del concreto con el fin de darle suficiente tiempo para verificar y aprobar dicha colocación. No se podrá colocar concreto en ningún sitio hasta tanto la Interventoría no haya inspeccionado y aprobado la formaleta, el refuerzo, las partes embebidas y la preparación de las superficies que quedarán en contacto con el concreto que se vaya a colocar en dicho sitio. La Interventoría establecerá procedimientos para revisar y aprobar cada sitio antes de la colocación del concreto, y el Contratista deberá acatar dichos procedimientos.

No se permitirá la instalación de formaletas, ni la colocación de concreto en ninguna sección de una estructura, mientras que no se haya terminado en su totalidad la excavación para dicha sección, incluyendo la limpieza final y remoción de soportes hasta más allá de los límites de la sección, de manera que las excavaciones posteriores no interfieran, disturben o afecten la formaleta, el concreto o las fundaciones sobre las cuales el concreto vaya a estar colocado o en contacto. No deberá colocarse concreto en áreas donde, a juicio de la Interventoría las operaciones de voladura que lleve a cabo el

Contratista puedan afectar el concreto o las fundaciones sobre las cuales vaya a estar colocado.

Sin la previa autorización de la Interventoría no se podrá colocar concreto bajo agua. Se evitará por todos los medios que el agua lave, se mezcle o se infiltre dentro del concreto.

Todas las superficies sobre o contra las cuales se coloque el concreto, incluyendo las superficies de las juntas de construcción entre colocaciones sucesivas de concreto, así como el refuerzo, las partes embebidas y las superficies de roca, deberán estar completamente libres de suciedad, lodo, desechos, grasa, aceite, mortero o lechada, partículas sueltas u otras sustancias perjudiciales. La limpieza incluirá el lavado por medio de chorros de agua y aire a presión, excepto para superficies del suelo o excavaciones en la que este método no será obligatorio. Las fundaciones en suelo no rocoso y contra las cuales se coloque el concreto, se humedecerán completamente para que no absorban el agua del concreto recién colocado.

Antes de la construcción de cualquier estructura en concreto, deberá colocarse una capa de concreto pobre (clase F) de 5 cm de espesor.

2.7.3.7. Transporte

El concreto deberá transportarse de las mezcladoras al sitio de colocación final utilizando medios que eviten la segregación, pérdida o adición de materiales, y que aseguren que la diferencia máxima en el asentamiento de muestras de concreto tomadas en la mezcladora y en los encofrados no exceda de 2,5 centímetros. El concreto deberá protegerse contra la intemperie durante su transporte, y los recipientes del concreto o bandas transportadoras deberán cubrirse cuando así lo requiera la Interventoría.

Los sistemas de transporte o conducción del concreto estarán sujetos a la aprobación de la Interventoría; esta aprobación está condicionada a que el asentamiento o segregación no exceda los límites especificados.

Sin la aprobación de la Interventoría, el Contratista no podrá transportar el concreto por medio de sistemas de bombeo cuando la distancia de acarreo sea mayor de 100 metros.

Cuando el concreto se vaya a transportar en vehículos a distancias mayores de 600 metros, el transporte se hará en camiones mezcladores o en su defecto, se mezclará de nuevo inmediatamente antes de su colocación, siguiendo métodos aprobados por la Interventoría. Cuando se usen camiones mezcladores para el transporte del concreto, cada mezcladora deberá tener en un lugar visible una placa metálica en la que se indiquen los diferentes usos para los cuales se ha diseñado, la capacidad del tambor en términos del volumen del concreto mezclado, y la velocidad de rotación del tambor o de las cuchillas. Cada mezcladora deberá estar provista de un instrumento que marque el número de revoluciones del tambor o de las cuchillas.

2.7.3.8. Colocación

La colocación del concreto deberá realizarse solamente en presencia de la Interventoría excepto en determinados sitios específicos previamente aprobados por la misma. El concreto no se colocará bajo la lluvia sin permiso de la Interventoría. Dicho permiso se dará solamente cuando el Contratista suministre cubiertas que, en opinión de la Interventoría sean adecuadas para la protección del concreto durante su colocación y hasta cuando éste haya fraguado.

El concreto se depositará lo más cerca posible de su posición final y no deberá hacerse fluir por medio de los vibradores.

Los métodos y equipos que se utilicen para la colocación del concreto deberán permitir una buena regulación de la cantidad de concreto que se deposite, para evitar así que éste salpique, o que se produzca segregación cuando el concreto caiga con demasiada presión, o que choque o golpee contra la formaleta o el refuerzo. No se permitirá que el concreto caiga libremente desde alturas mayores de 1.5 metros, sin la previa aprobación de la Interventoría.

A menos de que se especifique algo diferente, el concreto deberá colocarse en capas continuas horizontales cuya profundidad no exceda de 0.5 metros. La Interventoría

podrá exigir profundidades aún menores cuando lo estime conveniente, si las considera necesarias para la adecuada realización del trabajo.

Cada capa de concreto deberá consolidarse hasta obtener la mayor densidad posible, deberá quedar exenta de huecos y cavidades causados por el agregado grueso, y deberá llenar completamente todos los espacios de los encofrados y adherirse completamente a la superficie de los elementos embebidos. No se colocarán nuevas capas de concreto mientras que las anteriores no se hayan consolidado completamente según lo especificado, ni tampoco deberán colocarse después de que la capa anterior haya empezado a fraguar con el fin de evitar daños al concreto recién colocado y la formación de juntas frías.

Cuando se utilice equipo de bombeo, se permitirá el uso de un "slugger" de aire con la bomba de concreto, siempre y cuando que el terminal de la línea se sumerja en el concreto. El bombeo del concreto deberá continuarse hasta que el extremo de la tubería de descarga se saque completamente del concreto recién colocado.

No deberá usarse concreto al que se le haya agregado agua después de salir de la mezcladora. Todo concreto que haya fraguado hasta tal punto de que no se pueda colocar fraguado será desechado.

El Contratista deberá tener especial cuidado de no mover los extremos del refuerzo que sobresalgan del concreto por lo menos durante veinticuatro horas después de que el concreto se haya colocado.

2.7.3.9. Consolidación del Concreto

El concreto se consolidará mediante vibración hasta obtener la mayor densidad posible de manera que quede libre de cavidades producidas por partículas de agregado grueso y burbujas de aire, y que cubra completamente las superficies de los encofrados y materiales embebidos. Durante la consolidación de cada capa de concreto, el vibrador deberá operarse a intervalos regulares y frecuentes, y en posición vertical. La cabeza del vibrador deberá penetrar profundamente dentro del concreto para someter de nuevo a vibración las capas subyacentes. La capa superior de cada colocación deberá someterse de nuevo a vibraciones sistemáticas para que el concreto mantenga su plasticidad. No se

deben colocar nuevas capas de concreto mientras las capas anteriores no hayan sido sometidas a las operaciones especificadas. Deberá tenerse cuidado de que la cabeza vibradora no quede en contacto con los encofrados o con los elementos metálicos embebidos para evitar que éstos puedan dañarse o desplazarse. La consolidación del concreto deberá llevarse a cabo con vibradores eléctricos de inmersión o de tipo neumático, que tengan suficiente potencia y capacidad para consolidar el concreto en forma efectiva y rápida. Los vibradores de inmersión deben operarse a velocidades de por lo menos 7.000 r.p.m. cuando se sumerjan en el concreto.

La primera capa sobre una junta de construcción deberá vibrarse en toda su profundidad con una distribución de penetración que asegure la consolidación total del nuevo concreto en la junta.

Al compactar la superficie de un vaciado de concreto, las partículas más gruesas del agregado que estén quedando localizadas en la superficie deberán embeberse completamente dentro del concreto. No deberán usarse vibradores de superficie o "puddlers". Se evitará la aplicación de vibración excesiva en la parte superficial del concreto.

Cuando se utilice una guía, el concreto deberá colocarse antes que la guía y consolidarse con vibradores internos para lograr un llenado completo de concreto por debajo de la guía, además, su velocidad de avance deberá ajustarse de tal forma que no queden espacios vacíos por movimientos rápidos de ella, según lo requiera la Interventoría.

2.7.3.10. Remoción de encofrados

Los encofrados no deberán removerse sin previa autorización de la Interventoría. Con el fin de que el curado y la reparación de las imperfecciones de la superficie se realicen a la mayor brevedad posible, los encofrados generalmente deberán removerse tan pronto como el concreto haya fraguado lo suficiente, con lo cual se evitará cualquier daño al quitarlos.

Los encofrados deberán removerse de tal forma que no se ocasionen roturas, desgarraduras, peladuras, o cualquier otro daño al concreto. Si se hace necesario acuñar los encofrados del concreto que se hayan aflojado, deberán usarse solamente cuñas de madera. Los encofrados y la obra falsa sólo se podrán retirar cuando el concreto haya obtenido la resistencia suficiente para sostener su propio peso y el peso de cualquier carga superpuesta, y siempre y cuando la remoción no cause al concreto ningún daño.

Para evitar esfuerzos excesivos en el concreto, debidos a expansión o deformaciones de los encofrados, las formaletas de madera para las aberturas de los muros deberán removerse tan pronto como sea posible sin causar daño al concreto; para facilitar dicha operación, los encofrados deben construirse en forma especial.

Previa aprobación de la Interventoría. el Contratista podrá dejar permanentemente en su sitio los encofrados para superficies de concreto que no queden expuestas a la vista después de terminada la obra y que estén tan cerca de superficies excavadas que sean difíciles de remover.

La aprobación dada por la Interventoría para la remoción de los encofrados no exime en ninguna forma al Contratista de la obligación que tiene de llevar a cabo dicha operación únicamente cuando el concreto haya fraguado lo suficiente para evitar así toda clase de daños; el Contratista deberá reparar por su propia cuenta, y a satisfacción de la Interventoría cualquier daño causado al remover los encofrados.

2.7.3.11. Curado del concreto

A menos que se especifique algo diferente, el concreto deberá curarse manteniendo sus superficies permanentemente húmedas, según se especifica en el Artículo “Curado con Agua” de esta Sección; el curado con agua se hará durante un período de por lo menos 7 días después de la colocación del concreto, o hasta cuando la superficie se cubra con más concreto. La Interventoría podrá aprobar métodos alternativos propuestos por el Contratista, pero en ningún caso se permitirá el curado con membrana en las superficies para las cuales se hayan especificado los acabados U3, en las superficies de juntas de construcción o en las superficies que se vayan a pañetar o pintar.

Por lo menos treinta días antes de usar métodos de curado diferentes al curado con agua, el Contratista deberá notificar e informar a la Interventoría al respecto. El equipo y los materiales para curado deberán estar disponibles en el sitio de la obra antes de iniciar la colocación del concreto.

- **Curado con Agua**

Cuando se emplee agua para curar superficies de concreto para las cuales se hayan especificado los acabados U1, U2, F1, F2 y F3, el curado se hará cubriendo dichas superficies con un tejido de yute saturado de agua, o mediante el empleo de cualquier otro sistema efectivo aprobado por la Interventoría que conserve húmedas continuamente, y no periódicamente, las superficies que se vayan a curar, desde el momento en que el concreto haya fraguado lo suficiente hasta el final del período de curado especificado.

Cuando se use agua para curar superficies para las que se especifica el acabado U3, el curado se hará por medio de un rociador de acción continua. El agua que se use para el curado del concreto deberá cumplir con lo especificado en la Sección “Materiales” para el agua destinada a usarse en mezclas de concreto.

- **Curado con Membrana**

Cuando la Interventoría autorice el curado del concreto con membrana, éste se hará aplicando un compuesto sellante que al secarse forme una membrana impermeable en la superficie del concreto. El compuesto sellante deberá cumplir con los requisitos establecidos en la Norma ASTM C 309 para compuestos líquidos del Tipo 2, de acuerdo con lo aprobado por la Interventoría y deberá tener consistencia y calidad uniformes.

La membrana deberá protegerse permanentemente, de acuerdo con las instrucciones de la Interventoría. Cuando sea inevitable el tráfico sobre la superficie del concreto, ésta deberá cubrirse con una capa de arena o de otro material aprobado como capa protectora.

- **Tolerancias**

Las irregularidades admisibles en las superficies del concreto, para los distintos acabados que se especifican en la Sección "Acabados" de este Capítulo, deberán distinguirse de las tolerancias, las cuales se definen como las variaciones permisibles en el concreto con respecto a las líneas, pendientes y dimensiones mostradas en los planos u ordenadas por la Interventoría. El objeto de esta sección es establecer tolerancias consistentes con la práctica constructiva actual, pero determinadas con base en el efecto que las desviaciones permisibles puedan tener sobre las funciones estructurales u operativas de las construcciones. El Contratista deberá instalar y mantener los encofrados en forma adecuada para que la obra terminada cumpla con las tolerancias especificadas.

Con sujeción a lo especificado en la Sección "Acabados" de este Capítulo, y a menos que los planos o la Interventoría indiquen algo diferente, las desviaciones de las líneas de las estructuras de concreto con respecto a las líneas, pendientes y dimensiones mostradas en los planos serán las que se establecen enseguida :

2.7.3.12. Acabados

A menos que se indique algo diferente, las superficies acabadas deberán ser lisas, sólidas, suaves y estar libres de escamas, depresiones, huecos, manchas y cualesquiera otros defectos o irregularidades, y deberán así mismo cumplir con todos los requisitos establecidos para el acabado correspondiente especificado en esta Sección o indicado en los planos.

Los acabados de las superficies de concreto deberán ser ejecutados por personal especializado en este trabajo, en presencia de la Interventoría.

A menos que los planos o la Interventoría indiquen algo diferente, todas las superficies expuestas a la lluvia o al agua, y que en los planos se muestran como horizontales, deberán tener pendientes de aproximadamente medio centímetro por cada metro. Las superficies extensas deberán tener pendientes en más de una dirección con el fin de facilitar la escorrentía, según lo determine la Interventoría.

- Acabados de Superficies Encofradas

Los acabados de las superficies del concreto encofrado se designan por el F1, F2 y F3, según se indica a continuación:

- Acabado F1

Se aplica a las superficies encofradas sobre o junto a las cuales se colocará material de relleno. Para estas superficies no se requiere tratamiento especial después de retiradas las formaletas, aparte de la reparación del concreto defectuoso y el llenado de los huecos de los sujetadores.

- Acabado F2

Se aplica a las superficies encofradas que no queden permanentemente expuestas, para las cuales no se especifique el acabado F3. Este acabado será de apariencia uniforme y no requiere tratamiento especial aparte de la reparación del concreto defectuoso, el llenado de huecos, y la reducción de las irregularidades para que éstas no excedan de diez milímetros.

- Acabado F3

Se aplica a las superficies encofradas expuestas a la vista del público y cuya apariencia y textura exterior es de especial importancia a juicio de la Interventoría. Una vez terminada la reparación del concreto defectuoso y el llenado de los huecos, las superficies tratadas con este acabado deberán ser de apariencia y textura uniformes. Las irregularidades superficiales no deberán exceder de cinco milímetros. Además de la reparación del concreto defectuoso y de la remoción de rebabas, salientes y de otras irregularidades, este acabado incluirá, si la Interventoría lo considera necesario, el frotamiento con tela de fique con el fin de rellenar los agujeros de aire.

- Acabados de Superficies no Encofradas

Los acabados de las superficies no encofradas se designan por U1, U2 y U3, según se especifica más adelante. Las superficies no encofradas que no se designen por uno de estos símbolos, no requerirán tratamiento especial aparte de la consolidación hasta las líneas regulares, para obtener drenaje adecuado de acuerdo con lo especificado.

- Acabado U1 - Acabado con regla emparejadora

Se aplica a las superficies no encofradas que se vayan a cubrir con otros materiales, o que no requieran una superficie uniforme. Las operaciones correspondientes a este acabado consistirán en nivelar y emparejar el concreto para obtener una superficie uniforme. Las irregularidades superficiales no deberán exceder de diez milímetros.

- Acabado U2 - Acabado con llana de madera

Se aplica a las superficies no encofradas permanentemente expuestas, que no requieran el acabado U3. Las operaciones correspondientes a este acabado consistirán en el emparejamiento y nivelación adecuados para obtener superficies uniformes en las cuales las irregularidades de las superficies no excedan de cinco milímetros, así como en el alisado con llana de madera. El alisado deberá iniciarse tan pronto como la superficie haya fraguado suficientemente, y deberá aplicarse hasta obtener una superficie libre de marcas de regla y uniforme en color y textura.

- Acabado U3 - Acabado con palustre metálico

Se aplica a las superficies no encofradas, donde se requiere un alineamiento exacto. Las superficies deberán ser densas, uniformes, libres de manchas y marcas, para prevenir los efectos destructivos de la acción del agua, o en cualquier otro sitio, según lo indiquen los planos o lo requiera la Interventoría. La superficie deberá recibir inicialmente un tratamiento igual al que se especifica para el acabado U2, seguido por un alisado con palustre tan pronto como la superficie haya fraguado lo suficiente, para prevenir que el material fino salga a la superficie. La nivelación con palustre metálico deberá hacerse

aplicando presión, de manera que se empareje la textura arenosa de la superficie alisada y se produzca una superficie densa, uniforme, y libre de manchas y marcas.

2.7.3.13. Sellos para juntas

Esta Sección cubre los requisitos referentes al suministro e instalación de sellos de acero y de polivinilo en las juntas de las estructuras de concreto, de acuerdo con lo mostrado en los planos o según lo indique la Interventoría.

- Sellos de Acero.

El Contratista suministrará e instalará sellos de acero donde lo muestren los planos o lo indique la Interventoría. Estos sellos serán de 3/16" de espesor y 20 centímetros de ancho, y deberán cumplir con los requisitos de la norma ASTM A-366.

- Sellos de Polivinilo

El Contratista suministrará e instalará sellos de polivinilo en las juntas de las estructuras de concreto, según lo indiquen los planos o lo ordene la Interventoría.

Se usarán sellos de polivinilo de las dimensiones especificadas en los planos o detalles, de calidad y diseño similares a los fabricados por Sika o equivalentes a los producidos por "Water Seals, Inc., Chicago U.S.A.".

- Instalación de Sellos

Las uniones y empalmes de los sellos se harán con las piezas de conexión correspondientes, soldando o pegando los sellos de acuerdo con las instrucciones que los fabricantes especifican.

Los espacios comprendidos entre sellos de polivinilo y sellos metálicos, al traslaparlos, se llenarán con Colma Fix Gel de Sika o cualquier compuesto similar.

Antes de colocarse en su posición final, los sellos deberán estar libres de suciedad, aceite o cualquier otra materia extraña. Los sellos deberán asegurarse firmemente en las posiciones indicadas en los planos, por medio de sujetadores u otros soportes embebidos en el concreto. No se permitirá que los sujetadores o soportes penetren dentro del sello una distancia superior a 15 mm., medida desde los bordes exteriores.

- Material llenante de las Juntas de Concreto

En todas las juntas de construcción se deberá dejar un bisel cóncavo, tal como se muestra en los planos. Aquellas Juntas que correspondan a superficie en contacto con el agua, de estructuras estancas, deberán llenarse con SIKAFLEX 1A o similar, el cual deberá colocarse de acuerdo con las instrucciones y recomendaciones del fabricante.

En las juntas entre los cimientos de equipos y losas de piso adyacentes, las juntas de construcción deberán llenarse con IGAS NEGRO de SIKA o similar, el cual deberá colocarse de acuerdo con las instrucciones y recomendaciones del fabricante.

2.7.3.14. Protección con morteros

Donde lo indiquen los planos, o la Interventoría lo requiera, se harán protecciones con morteros compuestos por una mezcla de cemento y arena en proporción 1:4. El espesor del mortero será de dos centímetros. En el caso que la superficie que recibe el mortero es el terreno natural, se debe garantizar que la superficie este libre de material suelto o flojo, polvo, barro o cualquier otro material objetable, las operaciones de limpieza se deberán llevar a cabo de tal manera que se evite aflojar, agrietar o fragmentar la superficie que va a recibir el mortero. Siempre que se aplique morteros sobre las excavaciones en corte abierto o sobre taludes se deberá instalar filtros o lloraderos para lograr un drenaje adecuado, estos tubos se colocarán de tal forma que exista un tubo por cada metro cuadrado, el costo de este tipo de filtros o lloraderos deberá estar incluido en el costo por metro cuadrado del mortero.

El cemento, la arena y el agua que se empleen en la mezcla para la fabricación de los morteros deberán cumplir con lo indicado para estos materiales en el numeral correspondiente a "Agregados" y "Agua" de esta Especificación.

2.7.3.15. Medida

La unidad de medida será el metro cúbico (m^3), aproximado al décimo de metro cúbico, de mezcla de concreto realmente suministrada, colocada y consolidada en obra, debidamente aceptada por el Interventor.

El volumen se determinará multiplicando la longitud horizontal, medida a lo largo de la estructura, por el ancho y espesor especificados en los planos o modificados por el Interventor. No se medirá, para los fines de pago, ninguna obra ejecutada por fuera de las dimensiones o líneas establecidas en los documentos del proyecto u ordenadas por el Interventor.

De los volúmenes calculados se deducirán los correspondientes a las tuberías de drenaje y elementos de acero, excepto los ocupados por el acero de refuerzo y de pre-esfuerzo.

2.7.3.16. Forma de pago

El pago se hará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de adquisición, obtención de permisos y derechos de explotación y alquiler de las fuentes de las cuales se extraerán los agregados pétreos, así como el descapote y la preparación de las zonas por explotar y la adecuación paisajística de las fuentes para recuperar sus características hidrológicas superficiales al terminar la explotación.

Deberá cubrir, también todos los costos de construcción o mejoramiento de las vías de acceso a las fuentes, los de la explotación de ellas; la selección, trituración, y eventual lavado y clasificación de los materiales pétreos; el suministro, almacenamiento,

desperdicios, cargues, transportes, descargues y mezclas de todos los materiales constitutivos de la mezcla cuya fórmula de trabajo se haya aprobado, excepto los aditivos si su empleo está previsto en los documentos del proyecto o ha sido solicitado por el Interventor.

El precio unitario deberá incluir, también, los costos por concepto de patentes utilizadas por el Constructor; suministro, instalación y operación de los equipos, el suministro de materiales y accesorios para las formaletas y la obra falsa y su construcción y remoción; el diseño y elaboración de las mezclas de concreto, su cargue, transporte al sitio de la obra, colocación, vibrado, curado del concreto terminado, ejecución de juntas, acabado, reparación de desperfectos, limpieza final de la zona de las obras y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

También, deberá incluir el costo de la señalización preventiva y el ordenamiento del tránsito automotor durante la ejecución de los trabajos.

Solamente habrá pago separado por los aditivos, cuando su uso esté previsto en los documentos del proyecto o sea solicitado por el Interventor. En tal caso, el pago se cubrirá conforme lo establezca la especificación particular respectiva. No habrá pago por concepto de aditivos que el Constructor use por su conveniencia.

Las obras de concreto que estén cubiertas por otro ítem de pago, tampoco se consideran incluidas en el presente Artículo.

2.7.3.17. Ítem de pago

2.7.3.AA.	Concreto Clase AA	Metro cúbico (m^3)
2.7.3.AB.	Concreto Clase AB	Metro cúbico (m^3)
2.7.3.AC.	Concreto Clase AB	Metro cúbico (m^3)
2.7.3.AD.	Concreto Clase AD	Metro cúbico (m^3)
2.7.3.B.	Concreto Clase B	Metro cúbico (m^3)

2.7.3.C.	Concreto Clase C	Metro cúbico (m^3)
2.7.3.D.	Concreto Clase D	Metro cúbico (m^3)
2.7.3.E.	Concreto Clase E	Metro cúbico (m^3)
2.7.3.F.	Concreto Clase F	Metro cúbico (m^3)
2.7.3.G.	Concreto Clase G	Metro cúbico (m^3)

2.7.4. Concreto lanzado

Existen dos clases de concreto lanzado. El concreto lanzado seco, como lo indica su nombre se mezcla en seco y se añade el agua en la boquilla de la bomba. El concreto lanzado húmedo se mezcla como un concreto de revenimiento bajo y así es bombeado hasta la boquilla de la bomba. En el caso de la mezcla puede incorporarse un acelerante en la mezcla, pero en el caso de la mezcla húmeda tendrá que añadirse en la boquilla.

Para cualquiera de los dos tipos de concreto lanzado tendrán que satisfacerse los siguientes criterios:

- Lanzabilidad: Debe poder lanzarse sobre-cabeza con un mínimo de rebote.

- Resistencia temprana: Debe tener una resistencia suficiente para dar soporte al terreno en menos de 4 a 8 horas.

- Resistencia a largo plazo: Debe alcanzar una resistencia determinada a los veintiocho días con una dosificación de acelerante necesaria para lograr la lanzabilidad y la resistencia temprana.

- Durabilidad: Debe resistir al ambiente a largo plazo.

2.7.4.1. Agregados

La calidad del agregado que requiere el concreto lanzado es la misma exigida por la especificación No. **2.7.3 Concreto** del presente estudio para un concreto normal.

A continuación se presentan los limites granulométricos requeridos para los agregados del concreto lanzado, sin embargo el tamaño máximo del agregado no excederá un tercio de la parte mas restringida de la manguera.

Tabla 2.9. Limites granulométricos de los agregados finos

TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA	
	MIN	MAX
3/8"	100	100
No. 4	95	100
No. 8	80	100
No. 16	50	95
No. 30	25	60
No. 50	10	30
No. 100	2	10

Tabla 2.10. Limites granulométricos de los agregados gruesos

TAMIZ	GRANULOMETRIA DE No. 8 a 3/8"		GRANULOMETRIA DE No. 4 a 1/2"		GRANULOMETRIA DE No. 4 a 3/4"	
	PORCENTAJE QUE PASA		PORCENTAJE QUE PASA		PORCENTAJE QUE PASA	
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
1"	---	---	---	---	---	---
3/4"	---	---	100	100	90	100
3/8"	85	100	40	70	20	55
No. 4	10	30	0	15	0	10
No. 8	0	10	0	5	0	5
No.15	0	5	---	---	---	---

El acelerante utilizado debe ser aprobado previamente por la interventoría.

2.7.4.2. Proporciones de mezcla

La mezcla tipo concreto lanzado contiene los siguientes porcentajes de componentes secos:

Cemento:	15 – 20 %
Agregado grueso	30 – 40 %
Agregado fino o arena	40 – 50 %

La relación agua - cemento para el concreto lanzado seco se sitúa en el rango de 0,3 a 0,5 y se ajusta por el operador según las condiciones locales. Para el concreto lanzado de mezcla húmeda, la relación de agua – cemento se sitúa entre 0,4 y 0,6.

Una vez limpia la superficie sobre la que se va a lanzar el concreto, la operación puede comenzar. El operador de la boquilla elige la presión de aire y el operador de la maquina ajusta el flujo de material para adaptarse a esa presión de aire. La distancia óptima entre la boquilla y la superficie sobre la cual se esta lanzando es aproximadamente un metro.

2.7.4.3. Drenaje

Siempre que se apliquen morteros sobre las excavaciones en corte abierto o sobre taludes se deberán instalar filtros o lloraderos para lograr un drenaje adecuado, estos tubos se colocarán de tal forma que exista un tubo por cada dos metros cuadrados, el costo de este tipo de filtros o lloraderos deberá estar incluido en el costo por metro cuadrado del mortero.

2.7.4.4. Diseño de mezcla.

El diseño de mezcla se debe hacer siguiendo los parámetros establecidos en la presente especificación y en la especificación **2.7.3 Concreto** y para la resistencia requerida por el proyecto.

2.7.4.5. Condiciones específicas para el recibo

El Interventor del proyecto realizará las siguientes actividades para garantizar la calidad de los trabajos realizados:

- Verificar que los materiales utilizados cumplan con las características exigidas por las presentes especificación y en general por el proyecto.

- Comprobar el estado y buen funcionamiento del equipo utilizado por el Constructor.

- Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos adoptados por el Constructor.

- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.

- Medir las cantidades de trabajo ejecutadas por el Constructor de acuerdo con la presente especificación.

- Efectuar las pruebas pertinentes para verificar la calidad del trabajo ejecutado.

2.7.4.6. Forma de pago

El pago se hará al precio unitario respectivo, estipulado en el contrato según la unidad de medida, por todo trabajo ejecutado satisfactoriamente de acuerdo con la presente especificación y aceptado por el Interventor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de mano de obra, asesoría, equipo, herramientas, suministro de materiales, andamios, obras de protección a terceros, señalización, de acuerdo con lo señalado por el Interventor.

Se debe garantizar que la superficie este libre de material suelto o flojo, polvo, barro o cualquier otro material objetable

2.7.4.7. Ítem De Pago

2.7. 4. Concreto lanzado. Metro cúbico (m^3)

2.7.5. Empradización de taludes

2.7.5.1. Descripción

Este trabajo consiste en la plantación de césped sobre taludes de terraplenes, cortes y otras áreas del proyecto, en los sitios indicados en los planos o determinados por el Interventor. El trabajo incluye, además, la conservación de las áreas empradizadas hasta el recibo definitivo de los trabajos.

2.7.5.2. Materiales

La empradización podrá efectuarse con bloques de cespedon. Las características, en cada caso, serán las siguientes:

- **Bloques de cespedon**

Los bloques de cespedon para la empradización serán de forma aproximadamente rectangular y dimensiones regulares y provendrán de un prado aceptado por el Interventor, localizado fuera del proyecto a no ser que se hayan obtenido del descapote durante las operaciones de la excavación de la explanación realizadas.

Los bloques deberán tener las raíces del pasto sanas y adheridas a la capa de tierra orgánica.

- **Agua**

Para el riego periódico del césped se empleará agua que en el sitio de los trabajos se considere aceptable para esta actividad.

- **Tierra orgánica**

Para la colocación del cespedon se debe instalar primero una capa de tierra orgánica, la cual debe estar libre de partículas gruesas y raíces de otras especies, adicionalmente esta debe ser rica en Humus.

2.7.5.3. Equipo

El Constructor deberá disponer de los equipos y herramientas necesarios para asegurar que la empradización de taludes tenga la calidad exigida, y se garantice el cumplimiento del programa de ejecución de los trabajos

2.7.5.4. Ejecución de los trabajos

- **Preparación de la superficie existente**

Se debe extender una capa uniforme de tierra orgánica la cual debe tener un espesor de 0,15 m.

El Interventor sólo autorizará la empradización si la superficie por empradizar presenta la uniformidad requerida para garantizar el éxito del trabajo.

Si la superficie presenta irregularidades que excedan las tolerancias determinadas en las especificaciones respectivas, de acuerdo con lo prescrito en las unidades de obra correspondientes, el Constructor hará las correcciones previas, a satisfacción del Interventor.

- **Trasplante de césped**

Sobre la superficie preparada se aplicará abono del tipo orgánico, a continuación, se extenderán los bloques de césped haciéndolos casar en la mejor forma posible,

evitando traslapos y vacíos y buscando que los extremos del área empradizada empalmen armónicamente con el terreno natural adyacente.

En las uniones de los bloques, se colocará tierra orgánica. Una vez plantada la superficie, se deberá regar de manera abundante y en lo sucesivo diariamente y se apisonará con frecuencia con un cilindro manual en la medida que la pendiente lo permita, con el fin de emparejarla y detectar las irregularidades, la cuales deberán ser corregidas a satisfacción del Interventor.

En los taludes con pendientes altas se deben asegurar los bloques de césped con estacas en cada una de sus esquinas, con el fin de evitar su deslizamiento y facilitar el agarre al terreno natural.

- **Conservación**

El área empradizada se deberá regar diariamente hasta su recibo definitivo por parte del Interventor. El área deberá ser podada por primera vez a los cuarenta y cinco (45) días de empradizada, efectuándose posteriormente las podas de mantenimiento que el Interventor juzgue necesarias hasta el recibo definitivo.

Durante dicho lapso, el Constructor deberá aplicar los riegos, fertilizantes, insecticidas y cualquier otro material necesario y deberá adoptar las medidas pertinentes para la protección del trabajo.

2.7.5.5. Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Interventor adelantará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo empleado por el Constructor para la ejecución de los trabajos.

- Comprobar que los materiales cumplan los requisitos de calidad exigidos.

- Verificar que el trabajo se ejecute de acuerdo con los planos y las exigencias de la presente especificación.

- Vigilar que el Constructor efectúe un mantenimiento adecuado del área empradizada hasta su recibo definitivo.

- Medir, para efectos de pago, el trabajo correctamente ejecutado.

2.7.5.6. Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

El Interventor no recibirá los trabajos antes de noventa (90) días de concluida la siembra o cuando el césped se encuentre bien adherido al terreno natural. En el momento del recibo definitivo, el área empradizada no podrá presentar irregularidades o desperfectos y se deberá encontrar podada a satisfacción del Interventor.

2.7.5.7. Medida

La unidad de medida de la empradización de taludes será el metro cuadrado (m^2), aproximado al entero, de área empradizada de acuerdo con los planos y demás documentos del proyecto, a plena satisfacción del Interventor. La medida se hará sobre la superficie inclinada.

No se incluirán en la medida áreas empradizadas por fuera de los límites autorizados por el Interventor.

2.7.5.8. Forma de pago

El pago de la empradización se hará al respectivo precio unitario del contrato, por todo trabajo ejecutado de acuerdo con esta especificación y aceptado a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá incluir todos los costos por concepto de suministro y colocación de los materiales; la compactación de la superficie, el riego y poda periódicos del área empradizada; el suministro y aplicación de fertilizantes, insecticidas y demás materiales requeridos para la conservación del área empradizada; los desperdicios, el transporte al sitio de obra y en general, todo costo adicional relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

2.7.5.9. Ítem de pago

2.7.5. Empradización de taludes con bloques de césped Metro cuadrado (m^2)

CAPITULO 3

CONCLUSIONES

- En el sector en estudio se encuentra un talud con una longitud aproximada de 70,0 m, una altura promedio de 14,0 m y pendiente promedio de 80º en el costado norte del talud y de 46º en el costado Sur, después de la corona del talud la pendiente se reduce a un ángulo de 6,5º.

- Se realizó un levantamiento topográfico de la zona estudio con una precisión de cierre de 1:35.730,82 elaborando planos escala 1:250 con curvas de nivel cada 0,50 m; Para el amarre del proyecto se utilizó como base el Vértice CODAZZI 2010, ubicado en el IGAC como base permanente y correspondiente al sistema de referencia MAGNA (ITRF, época 1995.4, elipsoide GRS80).

- Las actividades de exploración del subsuelo incluyeron la realización de 18,0 m lineales de trinchera, de las cuales se tomaron muestras alteradas y se realizaron ensayos de clasificación y resistencia.

- Este talud es el resultado del corte realizado en una antigua cantera de explotación de materiales para construcción, esta conformado por roca arenisca perteneciente a la formación Guaduas, la cual se encuentra a la vista y presenta un alto grado de fracturamiento, producto de los métodos de explotación utilizados. Así mismo el talud presenta un estrato de arcillolitas con espesores hasta de 1,20 m que ha sido afectado por los efectos del intemperismo y se encuentra alterado considerablemente en la superficie.

- Al frente y en la parte baja del talud se encuentran ubicadas 12 viviendas pertenecientes al barrio Pinos del Sur a una distancia promedio de 20,0 m y en el costado sur se encuentra ubicada una cancha múltiple, la cual es visitada principalmente por niños y jóvenes.

- La estratificación de areniscas presenta un rumbo N30E y un buzamiento 40º NW. se encuentran 2 familias de diaclasas: el primero con rumbo N70W e inclinación 78NE y el segundo con rumbo N10E e inclinación 84NW; el numero de diaclasas es de 6 por cada metro, la continuidad de estas es de 0,70 m hasta 2,50 m, no presentan relleno, debido a la acción de las aguas de escorrentía que penetran fácilmente entre estas, las diaclasas están abiertas entre 1-7 mm, son rugosas y corresponden a dos tipos de discontinuidades como son fracturas naturales y diaclasas inducidas acción antrópica.

- El alto grado de fisuración del macizo rocoso a generado la caída de bloques de roca en las cercanía de 12 viviendas de la urbanización Pinos del Sur ubicadas al norte del talud y de un polideportivo ubicado en el sur del mismo.

- La caída de rocas ha sido facilitada por la presencia de una intercalación de material arcilloso que se encuentra cerca de la pata del corte y que al ser afectada por los efectos de la meteorización le quita soporte a los bloques de arenisca del talud. Los bloques desprendidos presentan tamaños hasta de 0,5 m^3.

- El deslizamiento en estudio se clasifica como caída de rocas, según Varnes.

- Los principales factores detonantes del FRM corresponden a la infiltración de aguas de escorrentía a través de las fisuras existentes, hasta llegar al estrato arcilloso en la pata del talud alterándolo y restándole sustento a los bloques de areniscas, el alto grado de fracturamiento del macizo rocoso producto de las malas técnicas de explotación utilizadas, las cuales generaron planos desfavorables de diaclasas y finalmente la pendiente actual del talud, la cual es cercana a un corte vertical y facilita el desprendimiento de bloques de roca.

- Como obras de mitigación al problema de inestabilidad se seleccionaron las propuestas por la primera alternativa de intervención correspondiente al perfilado del talud a una pendiente 0,5H:1V, la empradización de la parte superior del mismo y la protección del estrato arcilloso con una capa de concreto lanzado.

- El valor de la construcción de las obras propuestas es de $ 135.148.336,46 m/cte incluido AIU del 25%.

CAPITULO 4

RECOMENDACIONES

- Con el fin de asegurar la seguridad de los habitantes de la zona, antes de comenzar con el retiro (Caída controlada) de las rocas sueltas o inestables del talud, de acuerdo con las pendientes y cotas indicadas en los planos del proyecto es necesario el aislamiento de la zona de trabajo y la construcción de una barrera provisional que evite la salida de los bloques retirados de la zona de ejecución de los trabajos.

BIBLIOGRAFÍA

Ralph B. Peck, Walter E. Hanson, Thomas H. Thornburn, "Ingeniería de Cimentaciones" Capitulo 3 pagina 89-105 y Capitulo 4 pagina 113-132.

Varnes D. (1978), "Slope Movements – Types and Processes" Capitulo 2 de Schuster Krizek, Eds., Landslides: Analysis and Control, Special Report No. 176, Transportation Research Board, NAS, Washington.

INGEOMINAS, Unidad de Prevención y Atención de Emergencias de Santa Fe de Bogotá, D.C., Universidad de los Andes, Convenio Interadministrativo 01-93 "Microzonificación Sísmica de Santa fe de Bogotá", Capitulo 3.

Joseph E. Bowles, "Foundation Analysis And Design", Fifth Edition.

TABLA DE CONTENIDO

Pag.

GLOSARIO 1

INFORME PRINCIPAL 2

INTRODUCCION 2

CAPITULO 1 4

1.1. LOCALIZACIÓN 4

1.2. UBICACIÓN TEMPORAL. 4

1.3. ÁREA DE INFLUENCIA 5

1.3.1. Área de Influencia Indirecta. 5
1.3.2. Área de Influencia Directa. 5

1.4. ANTECEDENTES. 5

1.5. DESCRIPCIÓN 6

1.5.1. Descripción de Viviendas 8
1.5.2. Patología estructural de la infraestructura básica existente 8
1.5.3. Sismicidad 9

CAPITULO 2 10

ANALISIS DE INGENIERIA. 10

2.1. TRABAJOS DE CAMPO. 10

2.1.1. Topografía. 10
2.1.1.1. Método de Trabajo 11
2.1.2. Exploración del Subsuelo 13

2.2. GEOLOGÍA 15

2.2.1. Estratigrafía 15
2.2.1.1. Formación Guaduas: 15
2.2.2. Geología Estructural 16
2.2.3. Geología Local 17
2.2.3.1. Cuaternario 17
2.2.4. Geomorfología 18
2.2.4.1. Escarpe de Explotación 18
2.2.4.2. Patio de Laboreo 18
2.2.5. Procesos Morfodinámicos 18
2.2.5.1. Procesos de Erosión 18
2.2.5.2. Procesos de Remoción en Masa: 19
2.2.6. Análisis de redes estereográficas 19

2.3. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD 20

2.3.1. Perfil Estratigráfico 20
2.3.2. Diagnóstico 21
2.3.2.1. Factores detonantes 21
2.3.2.2. Modelo geotécnico 22
2.3.2.3. Análisis 23

2.4. OBRAS DE ESTABILIZACIÓN 24

2.4.1. Alternativa No. 1 24
2.4.2. Alternativa No. 2 25

2.5. ANÁLISIS DE VIABILIDAD 25

2.5.1. Diseño alternativa No. 1 26

2.6. CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO. 27

2.7. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN. 28

2.7.1. Desmonte y limpieza 28
2.7.1.1. Generalidades 28
2.7.1.2. Equipo 28
2.7.1.3. Ejecución de los trabajos 29
2.7.1.4. Remoción y disposición de materiales 29
2.7.1.5. Controles 30
2.7.1.6. Condiciones específicas para el recibo y tolerancias 30
2.7.1.7. Medida 31
2.7.1.8. Forma de pago 31
2.7.1.9. Ítem de pago 31
2.7.2. Excavaciones varias 32
2.7.2.1. Descripción 32
2.7.2.2. Materiales 32
2.7.2.3. Equipo 32
2.7.2.5. Controles 35
2.7.2.6. Condiciones específicas para el recibo y tolerancias 36
2.7.2.7. Medida 36
2.7.2.8. Forma de pago 36
2.7.2.9. Ítem de pago 37
2.7.3. Concreto 37
2.7.3.1. Diseño de las Mezclas de Concreto 37
2.7.3.2. Materiales 42
2.7.3.3. Dosificación 46
2.7.3.4. Mezcla 47
2.7.3.5. Juntas en el concreto 52
2.7.3.6. Preparación para la colocación 54
2.7.3.7. Transporte 55
2.7.3.8. Colocación 56
2.7.3.9. Consolidación del Concreto 57
2.7.3.10. Remoción de encofrados 58
2.7.3.11. Curado del concreto 59
2.7.3.12. Acabados 61
2.7.3.13. Sellos para juntas 64
2.7.3.14. Protección con morteros 65
2.7.3.15. Medida 66
2.7.3.16. Forma de pago 66
2.7.3.17. Ítem de pago 67
2.7.4. Concreto lanzado 68
2.7.4.1. Agregados 69
2.7.4.3. Drenaje 70
2.7.4.4. Diseño de mezcla. 70

2.7.4.5. Condiciones específicas para el recibo 70
2.7.4.6. Forma de pago 71
2.7.4.7. Ítem De Pago 71
2.7.5. Empradización de taludes 72
2.7.5.1. Descripción 72
2.7.5.2. Materiales 72
2.7.5.3. Equipo 73
2.7.5.4. Ejecución de los trabajos 73
2.7.5.5. Controles 74
2.7.5.6. Condiciones específicas para el recibo y tolerancias 75
2.7.5.7. Medida 75
2.7.5.8. Forma de pago 75
2.7.5.9. Ítem de pago 76

CAPITULO 3 77

CONCLUSIONES 77

CAPITULO 4 79

RECOMENDACIONES 79

BIBLIOGRAFÍA 80

LISTADO DE TABLAS

Pag.

Tabla 1.1.	Coordenadas zona del proyecto	4
Tabla 2.1.	Referencias Materializadas	12
Tabla 2.2.	Parámetros de análisis.	20
Tabla 2.3.	Características de los materiales analizados.	21
Tabla 2.4.	Parámetros de resistencia de la arcillolita presente en el talud.	22
Tabla 2.5.	Clases de concreto	40
Tabla 2.6.	Agregado grueso	45
Tabla 2.7.	Variación permisible en los pesos de los materiales	46
Tabla 2.8.	Materiales para formaletas	51
Tabla 2.9.	Limites granulométricos de los agregados finos	69
Tabla 2.10.	Limites granulométricos de los agregados gruesos	69

ANEXOS

		PAG.
ANEXO A	**REGISTRO FOTOGRAFICO**	**81**
ANEXO B	**TOPOGRAFIA**	**87**
ANEXO B.1	**Certificación Placas IGAC**	**88**
ANEXO B.2	**Certificado de calibración Equipo de Topografía**	**90**
ANEXO B.3	**Poligonal Local**	**93**
ANEXO B.4	**Cartera de Detalles**	**95**
ANEXO B.5	**Amarre a coordenadas MAGNA**	**115**
ANEXO B.6	**Listado de Coordenadas**	**119**
ANEXO B.7	**Nivelación de precisión**	**127**
ANEXO C	**EXPLORACION DEL SUBSUELO Y RESULTADOS DE LABORATORIO**	**129**
ANEXO C.1	**Exploración del Subsuelo**	**130**
ANEXO C.2	**Resultados de Laboratorio**	**135**
ANEXO C.3	**Análisis de Estabilidad del Macizo Rocoso**	**155**
ANEXO C.4	**Caracterización del Macizo Rocoso**	**157**
ANEXO D	**PLANOS (VOLUMEN 3)**	
ANEXO E	**CANTIDADES DE OBRA, PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA**	**160**
ANEXO E.1	**Presupuesto**	**161**
ANEXO E.2	**Cronograma**	**163**
ANEXO E.3	**Análisis de Precios Unitarios**	**165**

ANEXO F MEMORIAS DE DISEÑO 171

ANEXO F.1 Memorias de diseño 172

LISTADO DE PLANOS (VOLUMEN 3)

PLANO 1: LOCALIZACION

PLANO 2: TOPOGRAFICO

PLANO 3: GEOLOGICO

PLANO 4: PLANTA Y SECCIONES ANTERNATIVA No. 1, PERFILADO TALUD.

PLANO 5: PLANTA Y SECCIONES ALTERNATIVA No. 2, BARRERA MURO DE GAVIONES