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. 6
LOCALIDAD USAQUÉN.
BARRIO SANTA CECILIA

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. 6 localizado en el Barrio Santa Cecilia, en la carrera 9 No. 163-48.

El sitio en estudio se localiza, en la UPZ 11 – San Cristóbal, de la Localidad de Usaquén, en el Nor-oriente de la ciudad de Bogotá D.C.

En el sector en estudio se encuentra un talud con una longitud aproximada de 44 m, una altura máxima de 7,0 m y pendiente promedio de 47º.

En el talud en estudio, sector de la carrera 9 No. 163-48, el día 26 de Diciembre de 2004, ocurrió un deslizamiento traslacional de suelo residual en una franja de aproximadamente 3,0 m de ancho y 3,5 m de altura del talud superior de la vía.

Con el fin de establecer las condiciones del talud y las características de los materiales que lo conforman se realizaron actividades de recopilación de información primaria y secundaria, realizándose exploración del subsuelo y topografía, adicionalmente y con el fin de establecer las condiciones de estabilidad del macizo rocoso encontrado en el talud, se realizo el estudio de diaclasas y la clasificación del macizo según la CSIR.

Con base en la información recopilada se establecieron las causas del fenómeno de remoción en masa, encontrándose que este fue activado principalmente por las fugas de aguas servidas presentes en las entregas domiciliarias a la red de alcantarillado y por los efectos de las lluvias precedentes; estos desprendimientos fueron facilitados por la predisposición del talud ya que presenta un buzamiento de 41º NW y diaclasas que crean una condición desfavorable..

Para atacar el problema de inestabilidad encontrado se proponen dos alternativas de intervención de las cuales posteriormente se seleccionó para diseño la alternativa de intervención más viable, teniendo en cuenta los aspectos técnicos y económicos más relevantes del proyecto.

Las obras diseñadas, contemplan el confinamiento de los bloques de arenisca sueltos y la protección contra la erosión, mediante la construcción de una capa de concreto lanzado en la zona donde se presentan las fugas de las redes de aguas servidas; igualmente se contempla la empradización de las zonas del talud que fueron intervenidas mas no protegidas con el concreto lanzado; las obras propuestas requieren el reemplazo de las redes existentes por parte de la entidad distrital competente, con el fin de eliminar las fugas presentes que están afectando al talud.

Las obras propuestas fueron plasmadas en los planos de construcción del proyecto.

Una vez terminada la etapa de diseño y con base en los planos de construcción, se elaboraron las especificaciones de construcción de cada uno de los ítems de construcción establecidos, se calcularon las cantidades de obra y finalmente se realizó el análisis de precios unitarios, el presupuesto y el cronograma de obra.

CAPITULO 1

1.1. LOCALIZACIÓN

El sitio crítico No. 6 esta ubicado en el Barrio Santa Cecilia en la UPZ 11 – San Cristóbal, de la Localidad de Usaquén, en el Nor-oriente de la ciudad de Bogotá D.C. La dirección del sitio es carrera 9 No. 163-48.

En la tabla siguiente se observan los puntos con sus coordenadas dentro de los cuales se encuentra el sitio en estudio.

Tabla 1.1. Coordenadas zona del proyecto

PUNTO	NORTE	ESTE
1	115.440	106.380
2	115.540	106.540

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 7 de septiembre de 2006.

- Trabajo de Topografía el día 17 de septiembre de 2006.

- Exploración del subsuelo el día 12 de septiembre de 2006.

- Recorrido del geólogo para toma de información, día 13 de septiembre 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 Usaquén al Nor-Oriente de la ciudad de Bogotá D.C.

1.3.2. Área de Influencia Directa.

En el sector en estudio se encuentra dentro del barrio Santa Cecilia primer sector, en el costado derecho de la vía, en la carrera 9 No. 163-48. El talud tiene una longitud de 44,0 m, una altura máxima de 7,0 m y pendiente promedio de 47º.

En la corona del talud se encuentran siete viviendas que son las directamente afectadas por los desprendimientos presentados, estas cuentan con conexión a las redes de servicios públicos y se encuentran legalizadas.

1.4. ANTECEDENTES.

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

“ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE AMENAZA POR REMOCIÓN EN MASA EN EL SECTOR ORIENTAL DEL BARRIO SANTA CECILIA, PARTE BAJA LOCALIDAD DE USAQUÉN, BOGOTÁ D. C”. Realizado por la empresa MOYA Y GARCÍA LTDA INGENIEROS CONSULTORES en el mes de marzo de 2004.

A continuación se mencionan los aspectos relevantes para el estudio, encontrados en la información existente:

La zona de estudio comprende un área de 25 Ha y se encuentra localizada al noreste de Bogotá D.C. en la localidad de Usaquén y comprende el sector oriental del barrio Santa Cecilia Parte Baja.

La unidad geológica aflorante en la zona de estudio es la Formación Arenisca de Labor, perteneciente a la parte superior del Grupo Guadalupe.

Desde el punto de vista estructural, las capas de la Formación Arenisca de Labor conforman un monoclinal perteneciente al flanco occidental del anticlinal de Bogotá, dispuestas en posición normal, con buzamiento promedio entre 20º y 25º hacia el noroccidente y con rumbo promedio entre N30E y N40E.

La parte estructural tiene incidencia directa en el mecanismo de falla que se presenta en el barrio Santa Cecilia Alta. La geometría y posición de los estratos con buzamiento hacia el noreste, es decir paralelos a la pendiente topográfica del terreno, favorece la formación de movimientos de tipo traslacional a lo largo de los planos de estratificación, adicionalmente la presencia de niveles de lodolita aumentan aún más la posibilidad de falla de la ladera.

Las formas del paisaje y los diferentes procesos que las generaron y que actualmente se presentan en la zona, están determinados en gran medida por la actividad antrópica (explotación de materiales pétreos) que se desarrolló durante más de cinco décadas sobre estos cerros del nororiente de Bogotá.

Los suelos encontrados en el área de estudio, pertenecientes a la serie Monserrate, son característicos de montaña, litosólicos, derivados de areniscas, moderadamente a muy profundos, de textura franco arenosa en el primer horizonte, limitado por capas de areniscas y arcillolitas intercaladas en el resto del perfil, o capas de limolitas de consistencia débil, fracturables en bloques angulares, con buen drenaje superficial y drenaje interno algo imperfecto evidenciado por abundantes manchas de hierro hacia el contacto con la roca.

En la zona de estudio hay una quebrada pequeña y una serie de caños que atraviesan el barrio Santa Cecilia, el cual está localizado arriba de la carrera 7ª con calle 164 de la ciudad de Bogotá.

Finalmente, en el informe realizado por la empresa MOYA Y GARCÍA LTDA INGENIEROS CONSULTORES presentan las siguientes conclusiones:

El Terreno en la zona de estudio ha estado sometido a procesos de extracción de materiales que la han llevado a una situación de inestabilidad.

En el sector del patio inferior de la antigua explotación se ha conformado el barrio Santa Cecilia, parte baja, el cual puede estar amenazado por los procesos de inestabilidad que se desarrollan al oriente. En el costado sur del patio se tienen instalaciones de talleres, los cuales fueron parcialmente apoyados sobre rellenos de escombros de minería, se encuentran expuestas a una amenaza media.

En la parte media inferior se conformó un asentamiento informal, que ayuda a los procesos de inestabilidad, especialmente por su manejo del agua con mangueras desde la parte superior para el acueducto y con sistema de disposición de aguas servidas por la ladera inferior contra el barrio Santa Cecilia. Este asentamiento está expuesto a una amenaza alta en su costado oriental y media en el resto.

Si se mantienen las condiciones actuales, los procesos de inestabilidad se agravarán y probablemente afectarán la integridad del barrio y del asentamiento informal.

Se recomienda impedir a como dé lugar, la urbanización informal del terreno, dado que esta se afectaría aún más la estabilidad y se podría generar una catástrofe.

Se recomienda estudiar la posibilidad de darle un uso racional al terreno, por ejemplo como parque de recreación pasiva o como zona urbana formal mediante la concertación de un Plan Parcial, se considera esta segunda alternativa como la más viable.

Como medidas para la estabilización del terreno se recomienda su conformación, mediante el retiro de los materiales susceptibles al deslizamiento, la construcción de sistemas de drenaje superficial y subsuperficial y el refuerzo de algunos sectores.

Diagnóstico Técnico No. DI-2285, Coordinación Técnica Dirección de Prevención y Atención de Emergencias DPAE.

El 26 de Diciembre de 2004 se presentó un deslizamiento superficial de suelo residual, en una franja de aproximadamente 3,0 m de ancho y 3,5 m de altura del talud vial descendiente de la terraza media donde están construidas las viviendas.

El desprendimiento se debe aparentemente a un proceso de lavado por fugas de la tubería o conexión domiciliaría de aguas residuales, sumado a posibles efectos de infiltración de la pasada temporada de lluvias.

Se observaron fisuras antiguas de ampliación progresiva en la placa de contrapiso de la vivienda del señor José del Carmen Cabrejo.

Se recomienda la reemplazar la tubería de descarga de aguas residuales de las viviendas ubicadas en la corona del talud, hasta conectar con la caja de inspección externa, proteger el talud con obras de estabilización.

1.5. DESCRIPCIÓN

El barrio santa Cecilia se encuentra ubicado al norte de Bogotá al costado oriental de la avenida carrera 7ª con la calle 162.

El talud en estudio presenta una longitud de 44,0 m, una altura máxima de 7,0 m y pendiente promedio de 47º, la altura del talud va disminuyendo hacia su extremo sur debido a al acenso de la vía que se encuentra en la pata, los materiales presentes en el talud pertenecen a la formación Guadalupe.

En la pata del talud se observa un afloramiento de 5,0 m de altura, de Areniscas cuarzosas de grano medio, friables, en matriz arcillosa, con poca cementación, estas están estratificadas en capas de espesor medio a grueso, localmente presentan meteorización, y son susceptibles al proceso de erosión hídrica concentrada.

Sobre estas areniscas se encuentran depósitos de un relleno heterogéneo (escombros y basura) en matriz arcillo - arenosa de grano fino con espesores variables entre 0,8 y 2,1 m.

El afloramiento de rocas tiene rumbo N20E y buzamiento 41º NW, presenta una condición desfavorable, ya que se encuentra buzando en el mismo sentido de la pendiente, se encuentran dos familias de diaclasas, cuyo plano de intersección presenta una inclinación de 78º SE el cual favorece el desprendimiento de bloques.

La mayor parte del área del talud presenta césped como cobertura vegetal y en algunos sectores se observa el afloramiento de areniscas en grandes bloques, debido al corte realizado para la construcción de la vía y que los habitantes del sector han construido escaleras y vías de acceso para cada una de sus viviendas.

En la corona del talud se encuentran construidas siete viviendas y en la pata del mismo se encuentra la vía con un ancho variable entre 4,5 a 6,5 m, la cual esta construida en pavimento Rígido, presenta una pendiente mayor a 15º y se encuentra en buen estado.

Las casas ubicadas en este sector cuentan con todos los servicios públicos, están legalizadas y el alcantarillado está constituido por una red de aguas negras y una red de aguas lluvias debidamente separadas.

En el talud en estudio, sector de la carrera 9 No. 163-48, el día 26 de Diciembre de 2004, ocurrió un deslizamiento traslacional[1] de suelo residual en una franja de aproximadamente 3,0 m de ancho y 3,5 m de altura del talud superior de la vía, el cual fue activado por principalmente por las fugas de aguas servidas presentes en las entregas domiciliarias a la red de alcantarillado y por los efectos de las lluvias precedentes.

Adicionalmente en la actualidad, en el talud se presentan desprendimientos de bloques de arenisca, que se deben principalmente al

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

desconfinamiento del material por procesos de lavado de los materiales cementantes, generados por fugas en las conexiones domiciliarias de aguas residuales, las cuales están construidas de manera antitécnica y defectuosa y por la infiltración de aguas de escorrentía en las temporadas de lluvias; estos desprendimiento fueron facilitados por la predisposición del talud ya que presenta un buzamiento de 41° NW y diaclasas que crean una condición desfavorable.

La localización y demás detalles de la geometría del talud en estudio se pueden observar en los planos de localización y topografía en el Anexo D.

1.5.1. Descripción física de las Viviendas

Limitando con la parte alta del talud en estudio en su costado oriental aproximadamente a 10,0 m del borde del anden de la vía, se encuentran siete viviendas; las cuales están construidas en mampostería no reforzada (bloques de arcilla o ladrillo tolete) algunas viviendas presentan columnetas distribuidas de manera irregular y en general las viviendas no presentan un sistema estructural definido.

Tabla 1.2. Viviendas ubicadas dentro de la zona en estudio

PROPIETARIO VIVIENDA	ALTURA
José Julián Morales	2 pisos
José del Carmen Cabrejo	1 piso
Sixta Tulia Díaz	2 pisos
Maria Figueroa	2 pisos
Luís Figueroa	1 piso
Maria Asunción	1 piso
Sildana Valderrama	1 piso

Las conexiones domiciliarias o entregas de aguas servidas al alcantarillado de las viviendas de la parte alta del talud, fueron construidas por la comunidad de manera artesanal utilizando materiales variados de manera antitécnica y defectuosa, se encuentran en la superficie y presentan fugas en varias partes aumentando la humedad en varias zonas del talud y posteriormente debilitando los estratos que lo conforman.

Según la Microzonificación sísmica de Santa fe de Bogota la zona en estudio esta 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 0,24g.

1.5.2. Riesgos

Actualmente el talud presenta riesgos de posibles deslizamientos debido a las fugas en las entregas de las aguas negras, la cuales pueden debilitar los materiales conformantes del talud.

1.5.3. Patología estructural de la infraestructura básica existente

Dentro de la zona del deslizamiento se encuentran las redes de servicios como alcantarillado sanitario y pluvial, acueducto, teléfono, gas y redes de energía que pueden ser afectadas por futuros deslizamientos. Actualmente se encuentra en buenas condiciones, a excepción de las entregas de domiciliarias de aguas negras al sistema de alcantarillado, las cuales son artesanales y presentan fugas.

Estas conexiones se encuentran a la vista, utilizan varios materiales, por ejemplo existen tuberías de gres conectadas a tuberías de PVC, no tienen accesorios adecuados y en las uniones las tuberías no están selladas adecuadamente.

Los detalles de la zona en estudio se pueden observar en el Anexo A.

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 y la segunda al análisis e interpretación de la información recopilada, a la determinación de las causas del problema y al planteamiento de las diferentes alternativas de solución del mismo.

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 su geometría se realizó un levantamiento topográfico detallado con la utilización de un nivel de precisión y estación total, a escala 1:200.

En el levantamiento topográfico de detalle se ubicaron todos los accidentes topográficos desde la corona del talud hasta la pata, identificando de manera clara la silueta de los dos carreteables existentes, se muestran 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 a la ubicación de placas amarradas al sistema de coordenadas MAGNA SIRGAS mediante la utilización de un GPS de precisión.

Paso seguido se realizó el levantamiento topográfico detallado, a escala 1:200 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 Astech que se compone de dos antenas receptoras, una de las cuales se ubicó en el vértice IGAC (Base) y la otra directamente en el sitio sobre la placa a la que se le determinó coordenadas, este equipo una vez instalado y sincronizado lo que hace es recibir por un espacio de tiempo de una hora, una serie continua de ondas de radio cada 5 seg. de los diferentes satélites que giran en distintas orbitas al rededor de la tierra y al mismo tiempo para los dos receptores.

Se repitió el mismo procedimiento para cada punto, pues se dejaron dos puntos de coordenadas conocidas en el sitio con el fin de contar con una línea de señal de azimut como orientación de partida y desde la cual se comenzó el posterior levantamiento, con una poligonal cerrada.

Con la información tomada en campo se pasó a oficina donde se sometió al respectivo proceso de digitalización mediante un software especializado que calculó y ajustó las coordenadas finales de puntos en

cuestión, los cuales fueron denominados PLACA-11 y PLACA-12 y se materializaron en el sitio con placas de bronce.
Para este amarre se utilizó como vértice el Mojón IGAC CD-342, ubicado en separador central de la Av. Carrera 7 con calle 109 zona verde, y sus coordenadas planas Cartesianas en el sistema MAGNA son:

N= 110.205,258 m.
E= 104.741,940 m.
Z= 2.566,486 m.

La certificación IGAC se pueden observar en el Anexo B Topografía.

- Levantamiento

Para este trabajo se utilizó una poligonal cerrada con una precisión de 1:46.852 que parte y cierra en las placas PLACA-11 y PLACA-12, a las que correspondieron las siguientes coordenadas producto del traslado mencionado en el numeral anterior y utilizando un equipo de precisión al segundo (Estación Total Electrónica GTS-211D marca Topcon).

PLACA-11	N=115.465,54	E=106.425,73	Z=2.652,791
PLACA-12	N=115.527,19	E=106.495,47	Z=2.675,867

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 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 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 0,5 m, reflejando la forma y accidentes de la zona.

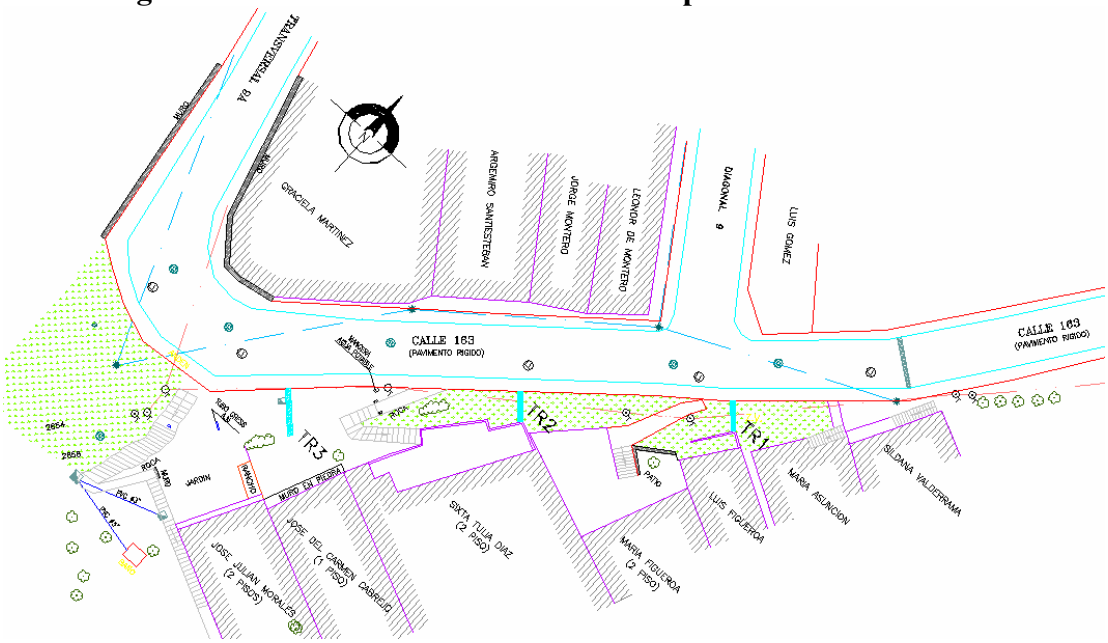
- Trabajo de oficina

La tabla de cálculo fue sometida a revisión y se procesó en un sistema de transferencia que proporciona 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:

17,0 m lineales de Trinchera.

En cada una de las Trincheras realizadas se tomaron muestras alteradas e inalteradas a las que se les practicaron los siguientes ensayos de laboratorio:

Clasificación
- Limites de Atterberg
- Granulometría
- Lavado sobre Tamiz No. 200.

Otros Ensayos de Laboratorio
- Humedad Natural
- Peso Unitario
- Corte Directo

2.2. GEOLOGÍA

En el sector evaluado afloran rocas del Cretáceo afectadas por plegamiento y fallamiento pertenecientes al Grupo Guadalupe, que se encuentran recubiertas localmente por depósitos de ladera.

2.2.1. Estratigrafía

2.2.1.1. Grupo Guadalupe (Ksg)

Renzoni estableció para esta unidad la subdivisión en Formación Arenisca Dura, Formación Plaeners y Formación Labor –Tierna, a continuación se describirá las características de la unidad aflorante:

- Formación Labor-Tierna (Ksglt): Esta unidad fue definida por Renzoni en 1968. En el área de estudio aflora en gran parte de esta y hace parte de los flancos del anticlinal de Bogotá- Usaquén. Presenta una morfología abrupta y escarpada que contrasta con la Formación Plaeners y Guaduas, que la infrayacen y suprayacen respectivamente.

La secuencia litológica está constituida hacia la base por un conjunto de areniscas cuarzosas color gris claro y de grano muy fino a medio y esporádicamente grano grueso a muy grueso, subangular o subredondeado, de moderadamente a bien seleccionadas, friables en estratificación de muy delgada a gruesa con delgadas intercalaciones de limolitas y arcillolitas silíceas. Hacia la parte media se presenta un conjunto de arcillolitas, arcillolitas silíceas y limolitas de unos 10 a 15 m de espesor, el cual aflora muy bien en el Anticlinal de Bogotá en los sectores de El cabo y por la vía Bogotá - Choachí, los dos conjuntos presentan un espesor variable de 177 m en las quebradas EL Higuerón y La vieja en el Flanco Occidental del Anticlinal de Bogotá(Pérez y Salazar 1971), de 150 m en el Alto El Cabo (Ulloa y Rodríguez 1987) y de 180 m en el sector de Usaquén (Ujueta,1961). Los dos conjuntos descritos corresponden a la denominada Formación Arenisca de Labor.

El conjunto superior aflora en los Flancos del Anticlinal de Bogotá-Usaquén, y está constituido por areniscas cuarzo feldespáticas y feldespáticas de color gris claro, de grano medio a grueso, friables con estratificación cruzada, en estratos de 0,2 a 3,0 m con esporádicas intercalaciones de bancos de lodolitas y arcillolitas. En el Flanco Occidental del Anticlinal de Bogotá-Usaquén el espesor es de 90 m. Este conjunto ha sido denominado Formación Arenisca Tierna por algunos autores tales como Julivert (1963), Mclaughlin (1975), Perez y Salazar 1971).

Se considera que esta Unidad se depósito en un ambiente litoral o sublitoral y se le ha asignado una edad Maestrichtiano inferior a Medio. Es la principal Unidad del Grupo Guadalupe que produce arena de peña para la construcción.

2.2.2. Geología Estructural

Por la conformación tectónica y estructural la sabana de Bogotá se ha subdividido en tres partes: a) Bloque localizado al Norte de la falla de Usaquen, b) Bloque al sur de la Falla de San Cristóbal y c) Bloque central hundido, situado entre las fallas de Usaquen y San Cristóbal.

Un bloque norte, delimitado en su extremo sur por la Falla de Usaquén-Sasaima, el cual se caracteriza por presentar en su sector Oriental el Anticlinal de Bogotá-Usaquén con orientación noreste y cabeceo hacia el Norte, con sus flancos en posición normal y pliegues menores anticlinales y sinclinales. Esta estructura es cortada transversal por las fallas de Usaquén, Sasaima, Torca, La floresta y Novita. La falla de Usaquén-Sasaima presenta un desplazamiento dextral y también en la vertical donde el bloque norte ha subido. Esta Falla estaría controlando el curso del Río Juan amarillo, limitando por su parte sur las estructuras de plegamiento (Sinclinal y Anticlinal) que conforman los cerros de Suba.

Se considera que entre los cerros de Suba y los Cerros Orientales debe existir una estructura Sinclinal (Sinclinal de Bogotá Mclaughlin 1975, Loboguerrero, 1992) el cual continua hacia el norte fuera de el área de estudio y está afectado

por las fallas inversas de Bogotá y Alto el Cabo, las cuales están enmascaradas en superficie por depósitos Cuaternarios (Terrazas y Conos).

2.2.3. Geología Local

En el sitio existe un afloramiento de 5,0 m de altura, donde afloran Areniscas cuarzosas de grano medio, friables, en matriz arcillosa, con poca cementación, las areniscas están estratificadas en capas de espesor medio a grueso con poco diaclasamiento; las areniscas localmente presentan meteorización, y son susceptibles al proceso de erosión hídrica concentrada.

Depósito de ladera (Qdp): En la parte media se observa un depósito de ladera de pocas dimensiones que recubre una arenisca meteorizada generada por el vertimiento de aguas servidas.

Rumbo N20E buzamiento 41 NW, las rocas presentan una condición desfavorable, se encuentran buzando en el mismo sentido de la pendiente. El macizo geológicamente es inestable debido al nivel de fracturamiento de la roca.

2.2.4. Geomorfología y Procesos Morfodinámicos

Las unidades geomorfológicas presentes en el área de estudio, fueron establecidas con base en su expresión morfológica, corresponden a una unidad denudativa y una unidad agradacional; adicionalmente, se localizaron los procesos morfodinámicos.

2.2.4.1. Unidad denudativa pendiente estructural

Se caracteriza por relieves escarpados, desarrollados en pendientes de 40, constituidos por areniscas de grano medio de la formación Guadalupe.

2.2.4.2. Unidad agradacional depósito de ladera (ADL)

Se caracteriza por un relieve medianamente abrupto, constituidos por un depósito de pendiente, tipo coluvión, integrados por bloques a cantos angulares de arenisca en una matriz arcillosa predominante.

El sitio estudiado forma parte de una ladera con una pendiente transversal muy alta la cual supera a los 40 grados, la disposición espacial de las rocas es desfavorable, la ladera se inclina en el mismo sentido de la pendiente estructural.

La ladera se encuentra afectada por erosión hídrica concentrada, la roca presenta erosión en surcos y erosión laminar en las areniscas con fracturamiento y diaclasamiento.

Los procesos morfodinámicos que afectan la ladera, son el producto del mal manejo de las aguas, tanto blancas como residuales de las casas presentes.

La red de drenaje es poco densa bien integrada y de forma subparalela.

2.2.5. Caracterización del macizo rocoso

La caracterización de un macizo rocoso según la sociedad internacional de mecánica de rocas para taludes exigirá determinar la resistencia de la roca matriz e identificar los siguientes parámetros de sus discontinuidades:

a) Apertura
b) Rugosidad
c) Tipo de relleno
d) Espaciamiento
f) Índice de fracturación
g) Persistencia a continuidad
h) Clasificación de los macizos rocosos por el R.Q.D.
i) Presencia de agua

2.2.5.1. Clasificación del macizo según la CSIR

Tabla 2.1. Caracterización de macizo rocoso Barrio Santa Cecilia

PARAMETROS	SECTOR SANTA CECILIA	VALOR
Resistencia de la roca inalterada Kgf /cm²	700	7
Índice de calidad de la roca	90 - 100%	20
Espaciamiento de las fisuras	1-3 m	25
Estado de las fisuras: Superficies algo rugosa separación 1-5 mm paredes de roca dura		20
Influencia del agua	Ligera presión de agua	2
Evaluación		74
Ajuste en la evaluación por orientación y buzamiento de fisuras: favorable		-5
valuación total		69
cohesión y ángulo de fricción	3,08 Kg/cm²	38°

Tabla 2.2. Clasificación de las rocas según el total de valuación

Valuación	100-81	80-61	60-41	40-21	<20
Clasificación N1	I	II	III	IV	V
Descripción	Muy buena roca	Buena roca	Roca regular	Roca mala	Roca muy mala

La caracterización del macizo rocoso en sector de Santa Cecilia en la Cra 9 N. 163-40 es de tipo III que corresponde a tipo de roca: Roca Buena

Es importante anotar que la información fue recopilada en los tramos del talud expuestos, ya que frente a las viviendas de los Señores José del Carmen Cabrejo y José Julián Morales, el macizo se encuentra cubierto por césped y se evidencian fugas de agua servidas en el talud, factor que se tuvo en cuenta para la clasificación.

En el Anexo C se puede observar la información geológica recopilada en campo para la clasificación del macizo rocoso.

2.2.6. Análisis de redes estereográficas

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

En el sector de Santa Cecilia se encuentran 2 juegos de familias de diaclasas:

El primero con rumbos N15W y N10W y buzamientos 84SW y 79SW, y el segundo con rumbos N35E y N30E y buzamientos 86SE y 68SE; estas presentan un ángulo de intersección de 78º SE.

El número de diaclasas es de 9 por cada metro, la continuidad de estas es de 0,50 m, presentan un relleno arcilloso, aunque en varias partes ya se ha perdido, estas diaclasas están abiertas entre 1 mm y 5 mm, son rugosas, no se encontró presencia de agua y finalmente estas diaclasas son de tipo natural y se encuentran en rocas sanas.

En el análisis de estabilidad se observa que el talud va en dirección oblicua a la estratificación y las capas buzan en el mismo sentido de la pendiente, esto sumado con un plano de intersección de diaclasas a 78º SE genera una situación inestable y por lo tanto se puede presentar la caída o desplazamiento de bloques de roca.

Por otro lado se observa que el escarpe que se encuentra al sur occidente del talud en estudio, ha generado un efecto desfavorable, pues ha facilitado el relajamiento de este y el desconfinamiento de los bloques de arenisca existentes. Esta situación puede incrementar a largo plazo los problemas de inestabilidad del talud en estudio por tal razón se debe proporcionar un confinamiento a los bloques del mismo y monitorear el comportamiento del escarpe del costado sur occidental.

En el Anexo C se puede observar la información geológica recopilada en campo para el análisis de diaclasas.

2.3. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

2.3.1. Perfil Estratigráfico

El perfil estratigráfico encontrado en la zona del deslizamiento presenta las siguientes características:

- Como cobertura vegetal se encuentra césped y maleza en la mayoría de la zona del talud, sin embargo existen partes donde la roca está a simple vista, debido al corte realizado para la construcción de la vía y a los cortes realizados por los habitantes de este sector para las vías de acceso a sus casas.

- Para la trinchera 1, desde la superficie de la zona en estudio y hasta una profundidad de 1,80 m, se encuentran un suelo conformado por un relleno heterogéneo en matriz de arena de grano fino gravosa (grava fina) con algo de limo, carmelito oscuro, su fracción fina presenta un comportamiento de plasticidad media y de baja compresibilidad.

- Posteriormente se encontró arenisca cuarzosa de grano medio, color habano claro, en matriz arcillosa hasta una profundidad de 4,30 m.

- En la trinchera 2 a partir de los 0,60 m y con un espesor de 2,10 m se tiene un material conformado por un relleno heterogéneo en matriz de grava gruesa y limo arenosa (de grano fino) su fracción fina presenta un comportamiento de plasticidad alta y de alta compresibilidad.

- A continuación del estrato anterior y hasta los 6,0 m de profundidad se presenta arenisca cuarzosa de grano medio, en matriz arcillosa.

- La trinchera No. 3 presenta desde la superficie y hasta una profundidad de 1,30 m se encontró un material compuesto por un relleno heterogéneo (escombros y basura) en matriz de arcilla y arena de grano fino plasticidad media y de baja compresibilidad.

- A partir del estrato anterior y hasta una profundidad de 2,60 m se encuentra arena de grano fino y arcilla con trazas de grava fina su fracción fina presenta un comportamiento de plasticidad media y de baja compresibilidad.

- A continuación del estrato anterior y hasta los 6,70 m de profundidad se encontró bloques de roca (areniscas) en matriz de Arena de grano fino arcillosa con trazas de grava fina su fracción fina presenta un comportamiento de plasticidad baja y de baja compresibilidad.

En este sector de la ladera no se encontró nivel freático.

Teniendo en cuenta las condiciones de los materiales encontrados y la forma del deslizamiento, Varnes[2] clasifica al deslizamiento ocurrido en la zona en estudio como un deslizamiento traslacional a lo largo de los planos de estratificación del afloramiento de arenisca.

Para la realización del estudio y el diseño de las obras, es necesario conocer la variabilidad de los parámetros del suelo (especialmente los de resistencia: cohesión y ángulo de fricción), debido a ello, como parte de los trabajos de investigación del subsuelo, se opto por determinar estos parámetros de forma directa mediante el ensayo de corte directo.

El ensayo de corte directo se realizó a dos de las muestras obtenidas en la zona inestable, el primero realizado al material conformado por bloques de arenisca cuarzosa de grano medio en matriz arcillosa que se encuentra a una profundidad de 5,50 m (Trinchera No. 2, muestra 5) y el segundo se realizó a los bloques de roca arenisca en matriz de arena de grano fino arcillosa con trazas de grava fina encontrado al final de la exploración (Trinchera No.3, muestra 8).
Para determinar la resistencia al corte de las muestras escogidas se empleo el ensayo de corte directo tipo CD (Consolidado drenado) con esfuerzos normales de 10 ton/m^2, 20 ton/m^2 y 40 ton/m^2 para cada una de las muestras analizadas, los resultados se observan a continuación.

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

Tabla 2.3. Características de los materiales analizados.

PERFORACIÓN Y MUESTRA	MATERIAL	PESO UNITARIO TOTAL Ton /m³	COHESIÓN Ton/m²	ANGULO DE FRICCIÓN
TRINCHERA 2 MUESTRA 5	Fragmentos de roca y bloques de Areniscas cuarzosas de grano medio, en matriz arcillosas.	2.02	30.6	38.7
TRINCHERA-3 MUESTRA 8	Bloques de roca (areniscas) en matriz de Arena de grano fino arcillosa con trazas de grava fina.	2.0	30.9	37.4

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. Diagnóstico

2.3.2.1. Factores detonantes

El factor detonante encontrado en el talud corresponde a las fugas generadas en las tuberías que conducen las aguas negras hacia la red principal, debido a que las conexiones domiciliarias presentan deficiencias y no está selladas de manera adecuada; estas fugas mantienen a los materiales del talud con niveles altos de humedad y están generando erosión tanto en el estrato superior del talud como en los materiales cementantes del estrato de areniscas de la pata del talud.

El buzamiento desfavorable de los estratos de roca arenisca que presenta el talud y el corte realizado para la construcción de la vía favorecieron la acción del factor detonante existente generando el desprendimiento o desconfinamiento de bloques de roca y la posterior afectación de los depósitos superficiales del talud.

2.3.2.2. Modelo geotécnico

Teniendo en cuenta las características geológicas y geotécnicas de los materiales encontrados en el talud en estudio se concibió un modelo del talud como el que se describe a continuación:

El perfil que describe la topografía del sitio del deslizamiento esta conformado en la parte superior por un relleno heterogéneo (escombros y basura) en matriz arcillo-arenosa de grano fino con espesores variables entre 0,8 y 2,1 m.

A continuación del material de relleno heterogéneo se encuentran bloques de arenisca de gran tamaño con un buzamiento de 41° NW, el cual es desfavorable ya que esta en la misma dirección de la pendiente del talud, la roca presenta diaclasas que son aproximadamente perpendiculares a la dirección del buzamiento, generadas por perdida de confinamiento y acentuadas por la humedad del talud producto de las fugas en las entregas de aguas negras defectuosas.

Las características del material correspondiente al estrato rocoso fueron establecidas mediante ensayos de corte directo; a continuación se muestran los valores promedio obtenidos:

Tabla 2.3. Características del material rocoso

MATERIAL	PESO UNITARIO TOTAL Ton/m³	COHESIÓN Ton/m²	ANGULO DE FRICCIÓN
ROCA ARENISCA	2,02	30,8	38,05

2.3.2.3. Análisis

Teniendo en cuenta que el deslizamiento ocurrido es del tipo traslacional, sobre los planos de estratificación por un buzamiento desfavorable, para el análisis del talud, se utilizó el método de la falla plana[3] calculando las fuerzas actuantes debido al peso, en dirección al plano de falla y las fuerzas resistentes según Coulomb a lo largo del mismo plano, estableciendo el factor de seguridad como la relación entre estas dos fuerzas.

Del análisis del talud en la condición actual se obtuvo un factor de seguridad de 0,90, considerando un valor de cohesión entre los bloques de arenisca de cero (0,0) debido a que el relleno arcilloso de las juntas se ha perdido en la mayoría de las fisuras existentes. Sin embargo teniendo en cuenta que un factor de seguridad de 0,90 se encuentra por debajo de la condición de equilibrio límite (FS = 1,0) y por tanto no concuerda con la realidad, se hizo una calibración del modelo geotécnico considerando un valor residual de la cohesión, obteniendo un valor de 0,54 Ton/m^2 para un factor de seguridad FS = 1,0 el cual plasma la condición actual del talud.

Si bien es cierto que la cohesión real del macizo rocoso es muy superior a la calculada para la situación de equilibrio límite, es claro que esta puede sufrir variaciones sensibles por cambios en las condiciones del talud, como la perdida del relleno arcilloso de las fisuras existentes e incrementos de presión por presencia de aguas de infiltración; estos cambios se han presentado en otras ocasiones generando deslizamientos como el ocurrido el 26 de diciembre de 2004, en el cual se observó desconfinamiento de los bloques de roca y la posterior afectación de los depósitos superficiales, corroborando estas variaciones. Por tal motivo la condición de equilibrio límite establecida puede contemplarse pues corresponde a la situación más crítica del talud.

Con base en lo anterior y teniendo en cuenta las variaciones desfavorables de la cohesión entre los bloques de roca del talud y con el fin de no depender de parámetros tan variables, es necesario proporcionar

[3] Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales, Cimientos y Diseño de Obras en Gaviones. Ing. Jaime Suárez D. Universidad Industrial de Santander UIS.

confinamiento a los estratos de arenisca mas críticos y protección a los depósitos superficiales del talud, con la proyección de obras que garanticen el incremento en el factor de seguridad del mismo.

En el Anexo F se pueden observar los cálculos realizados para la determinación de los factores de seguridad aquí mencionados.

2.4. OBRAS DE ESTABILIZACIÓN

Con el fin de dar solución a los problemas de inestabilidad presentados en el talud, se plantearan dos alternativas de solución, las cuales de describen a continuación:

2.4.1. Alternativa No. 1

La alternativa No. 1 contempla la construcción de una protección del talud con un concreto lanzado en la zona donde ocurrió el deslizamiento que involucró los depósitos superficiales de la ladera y la construcción de pernos de anclaje activos con el fin de confinar los bloques de areniscas que se encuentren sueltos. La protección del talud con concreto lanzado tendrá una altura máxima de 6,5 m y un área de 85 m^2.

La protección de concreto estará anclada al macizo rocoso con 4 pernos y en el resto del talud se construirán 2 pernos al lado sur-oriental del talud y 3 pernos más en la parte nor-oriental del talud.

Los pernos de anclaje transmitirán las tensiones impuestas al talud mediante zapatas de anclaje en concreto de 3000 PSI, las cuales tendrán 1,0 m x 1,0 m de área y un espesor de 0,20 metros.

La construcción de esta alternativa implica las siguientes actividades:

- La construcción de esta alternativa requiere necesariamente como primera medida la reconstrucción o mantenimiento de las entregas de aguas servidas que están afectando los materiales del talud, por parte de la entidad a cargo de este tipo de redes.

- Perfilado del talud para la instalación de los anclajes.

- Posteriormente se debe realizar la perforación con una inclinación de 20º y la posterior colocación de pernos de anclaje.

- Fundida zapatas de anclaje y colocación de concreto lanzado en el área del talud mencionado anteriormente y el posterior tensionamiento de los anclajes.

- Empradización de las zonas expuestas o afectadas por las actividades de construcción.

2.4.2. Alternativa No. 2

Esta alternativa consiste en la inyección de lechadas de cemento y agua a una presión de 200 PSI, la cual tiene por objeto el sellamiento de fisuras y/o grietas presentadas en los bloques de rocas.

La inyección de las lechadas de cemento y agua se realizarán cada 5,0 m a lo largo del talud y a una altura de 4,0 m a partir de la pata del talud en estudio, para un total de 7 inyecciones.

Cada una de las perforaciones realizadas será horizontal y tendrá un diámetro de 3” y una longitud de 5,0 m aproximadamente.

La construcción de esta alternativa implica las siguientes actividades:

- La construcción de esta alternativa requiere necesariamente como primera medida la reconstrucción o mantenimiento a las de las entregas de aguas servidas que están afectando los materiales del talud, por parte de la entidad a cargo de este tipo de redes.
- Perforación de los orificios de 3”.

- Colocación de lechada en cemento y agua.

- Inyección de lechada de cemento y agua a una presión de 200 PSI.

- Empradización de las zonas expuestas o afectadas por las actividades.

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 para el proyecto.

- Es necesario garantizar senderos peatonales durante la realización de las actividades, al igual que garantizar la señalización y aislamiento necesarios del área de obra con el fin de causar el menor impacto posible a los vecinos del proyecto. Esta recomendación se debe tener en cuenta para la construcción de cualquiera de las alternativas.

- En ninguna de las alternativas se genera la afectación directa a los predios aledaños al talud.

- La protección con concreto lanzado propuesta en la alternativa No. 1 genera una protección superficial del talud, contra la erosión.

- En la construcción de la alternativa No. 2. no garantiza el sellado integral de las fisuras y diaclasas realizadas.

- La inyección de la mezcla agua cemento a una presión de 200 PSI puede contribuir al incremento de las fisuras existentes en el estrato rocoso.

Teniendo en cuenta los anteriores aspectos, se recomienda la alternativa No.1 correspondiente a la protección del talud en concreto lanzado de 3.000 PSI, anclada al terreno mediante pernos en acero de 60.000 PSI.

Una vez definida la alternativa a ejecutar se dio inicio al respectivo diseño.

2.5.1. Diseño alternativa No. 1

Para el diseño de las obras propuestas en la Alternativa No. 1 se utilizó el modelo geotécnico establecido para la condición de equilibrio en el numeral **2.3.2.3. Análisis**, considerando las cargas de los materiales del talud y adicionalmente la fuerza de confinamiento proporcionada por los pernos de anclaje proyectados.

El análisis del talud se realizó considerando un factor de seguridad de 1,5 y para garantizarlo es necesaria la construcción de pernos de anclaje cuya fuerza de tensionamiento debe ser 10,0 Ton.

Después de establecer la fuerza de tensionamiento necesaria para garantizar un factor de seguridad de 1,5 se dio comienzo al diseño de los pernos de anclaje, el cual fue realizado con la utilización de dos métodos de diseño y considerando un factor de seguridad de 2,0 en la realización de la actividad de tensionamiento:

El primer método es el utilizado en Foundation Analysis and Design, Chapter 13 Sheet Pile: Cantilevered and Anchored, Pag 725[4], con el que se obtuvieron los siguientes resultados:

Varillas de anclaje activos de diámetro	ϕ = 1,0”
Resistencia del acero	fy = 4200 Kg/cm^2
Diámetro perforación	D = 3”

[4] Joseph E. Bowles, Foundation Analysis and Design, Fifth Edition 1996, Chapter 13 Sheet Pile: Cantilevered and Anchored.

Longitud de anclaje (Dentro de la roca sana)	L = 5,0 m
Tensión resistente del anclaje (FS =2,0)	Par = 24,5 Ton
Inclinación anclaje	$\alpha = 20º$
Lechada de mortero en la longitud de la roca sana	$L_L = 5,0$ m

El segundo método corresponde al utilizado en Land Slides investigation and Mitigation[5], esfuerzo permisible en anclajes con cemento, Pag. 485, con el cual se obtuvieron los siguientes resultados:

Varillas de anclaje activos de diámetro	$\phi = 1,0$”
Resistencia del acero	fy = 4200 Kg/cm^2
Diámetro perforación anclaje	D = 3”
Longitud de anclaje (Dentro de la roca sana)	L = 2,8 m
Tensión resistente del anclaje (FS =2,0)	T = 19,9 Ton
Inclinación anclaje	$\alpha = 20º$
Lechada de mortero en la longitud de la roca sana	$L_L = 2,8$ m

Con el fin de estar por el lado de la seguridad, se utilizaron los resultados obtenidos por el primer método de diseño.

En resumen a continuación se describen las actividades que implica la construcción de esta alternativa:

Perforación orificios de diámetro 3” e inclinación 20º con respecto a la horizontal y colocación de pernos de anclaje de acero grado 60, diámetro 1”, longitud 5,0 m en la roca sana y estable y su posterior inyección de lechada de mortero en esta misma longitud.

Colocación del acero de refuerzo para concreto lanzado correspondiente a una malla electrosoldada de 5,0 mm de diámetro y separaciones cada 0,10 m en ambos sentidos y colocación del acero de refuerzo grado 60 para las zapatas de anclaje, según planos del proyecto.

[5] Land Slides Investigation and Mitigation. A. Perth Turner – Robert Schuster.

Colocación concreto del lanzado de f'c = 3000 PSI en el área establecida en los planos y fundida de zapatas de anclaje f'c = 3000 PSI, también siguiendo las dimensiones y ubicación establecidas en los planos del proyecto.

Tensionamiento de los pernos de anclaje a una tensión de 10,0 Ton.

Finalmente se debe realizar la empradización de las zonas expuestas del talud que no fueron protegidas con concreto lanzado.

Independientemente de las obras proyectadas es primordial y necesario para la estabilidad del talud, la reconstrucción de las entregas de aguas servidas que están afectando los materiales de este, esta actividad debe ser efectuada por la entidad a cargo de este tipo de redes.

El anclaje será apoyado sobre una platina de 0,2 x 0,2 m y espesor de ¾".

La superficie de apoyo de de las zapatas de anclaje debe ser uniforme, por tal razón en caso de presentarse hendiduras o depresiones, deben ser llenadas con concreto de 3000 PSI; igualmente las prominencias y filos de la roca que eviten espesores uniformes en las zapatas deben ser retirados y uniformizados para garantizar un apoyo óptimo de esta.

En el Anexo D se pueden encontrar los planos de construcción de la alternativa planteada, igualmente en el Anexo F se pueden observar las memorias de análisis y diseño de las obras proyectadas.

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 la fundación de las estructuras, del proyecto de acuerdo con los alineamientos, pendientes y 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 el retiro transporte y disposición de los materiales inestables pertenecientes al deslizamiento que requieran de su retiro según los lineamientos del proyecto y el perfilado de los taludes intervenidos según los lineamientos, pendientes y cotas establecidas en los planos o por el Interventor.

2.7.2.2. Materiales

Los materiales provenientes de las excavaciones varias que sean adecuados y necesarios para la ejecución de rellenos, deberán ser almacenados por el Constructor para aprovecharlos en la construcción de los rellenos, según lo determine el Interventor. Dichos materiales no se podrán desechar ni retirar de la zona de la obra para fines distintos a ésta, sin la aprobación previa del Interventor.

Los materiales de las excavaciones varias que no sean utilizables, deberán ser dispuestos de acuerdo con lo que establezcan los documentos del proyecto y las instrucciones del Interventor, en zonas aprobadas por éste.

2.7.2.3. Equipo

El Constructor propondrá, 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 cualquier excavación, para que se efectúen todas las medidas y secciones necesarias y se fije la localización de la estructura en el terreno original, según el tipo de estructura de que se trate.

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, deberá entibarse de manera satisfactoria para el Interventor. Los entibados deberán ser retirados antes de rellenar las excavaciones.

2.7.2.5. Excavaciones para remoción de derrumbes y/o descargue de taludes

Las excavaciones para remoción de derrumbes o descargue de taludes se deslizaran siguiendo las dimensiones y limites establecidas en los planos, adicionalmente la excavación se realizará hasta encontrar material estable y dejando escalones de 1.0 m tal como lo muestran los planos del proyecto y con el fin de evitar la generación de superficies de falla futuras.

2.7.2.6. 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.

2.7.2.7. 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.

2.7.2.8. 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.

En ningún punto, la excavación realizada podrá variar con respecto a la autorizada por el Interventor en más de tres centímetros (3 cm) en cota, ni en más de cinco centímetros (5 cm) en la localización en planta.

Todas las deficiencias que excedan las tolerancias mencionadas deberán ser corregidas por el Constructor, a su costa, a plena satisfacción del Interventor.

2.7.2.9. 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.

2.7.2.10. 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 durante la ejecución de los trabajos.

2.7.2.11. 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. Empradización de taludes

2.7.3.1. 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.

2.7.3.2. Materiales

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

- Bloques de césped

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.

2.7.3.3. 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

2.7.3.4. Ejecución de los trabajos

- Preparación de la superficie existente

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.

2.7.3.5. 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.

2.7.3.6. 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.

2.7.3.7. 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.

2.7.3.8. 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.

2.7.3.9. Ítem de pago

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

2.7.4. 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.

2.7.4.1. 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.

2.7.4.2. 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:

1. Evaluar la calidad de las mezclas de concreto diseñadas por el Contratista, para aprobarlas o indicar las modificaciones que se requieran
2. Establecer un criterio que permita la aceptación del concreto colocado en la obra.

Para los anteriores propósitos se efectuarán los siguientes ensayos:

2.7.4.3. 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/cm2.

2.7.4.4. 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.

2.7.4.5. Proporciones de las Mezclas de Concreto

- 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 2.4.

Tabla 2.4. 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	¾
AB	315	4.500	19	¾
AC	280	4.000	19	¾
AD	245	3.500	19	¾
B	210	3.000	19	¾
C	210	3.000	38	1 ½
D	175	2.500	38	1 ½
E	140	2.000	38	1 ½
F	105 (Pobre)	1.500	38	1 ½
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 2.5.

- 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.

2.7.4.6. 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 2.5 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 2.5.

Tabla 2.5. 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 ½”	38	--	90 - 100
1”	25	100	20 - 55
¾”	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.

2.7.4.7. 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 2.6.

Tabla 2.6. 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.

2.7.4.8. 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 metros cúbicos de capacidad. Las mezcladoras no deberán sobrecargarse.

2.7.4.9. 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 ¼ y ¾ de una cochada en el momento en que ésta sale de la mezcladora, se encuentren dentro de los siguientes límites:

1. 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.

2. 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.

3. La diferencia en el asentamiento de las muestras no deberá exceder de 2.5 centímetros.

2.7.4.10. 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 0.5 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.

2.7.4.11. 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 2.7.

Tabla 2.7. 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 2.7 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.

2.7.4.12. 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.

2.7.4.13. 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.

2.7.4.14. 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.

2.7.4.15. 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.

2.7.4.16. 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.

2.7.4.17. 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.

2.7.4.18. 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.

2.7.4.19. 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 :

2.7.4.20. Acabados

Las tolerancias admisibles para el concreto, indicadas en los planos o especificadas en la Sección 6.13, se diferenciarán de las irregularidades superficiales, de acuerdo con lo que se describe a continuación:

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.

2.7.4.21. 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.

2.7.4.22. 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.

2.7.4.23. 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.

2.7.4.24. 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.

2.7.4.25. Ítem de pago

2.7.4.AA.	Concreto Clase AA	Metro cúbico (m^3)
2.7.4.AB.	Concreto Clase AB	Metro cúbico (m^3)
2.7.4.AC.	Concreto Clase AB	Metro cúbico (m^3)
2.7.4.AD.	Concreto Clase AD	Metro cúbico (m^3)
2.7.4.B.	Concreto Clase B	Metro cúbico (m^3)
2.7.4.C.	Concreto Clase C	Metro cúbico (m^3)
2.7.4.D.	Concreto Clase D	Metro cúbico (m^3)
2.7.4.E.	Concreto Clase E	Metro cúbico (m^3)
2.7.4.F.	Concreto Clase F	Metro cúbico (m^3)
2.7.4.G.	Concreto Clase G	Metro cúbico (m^3)

2.7.5. Anclajes de acero

Este trabajo consiste en la perforación, suministro y colocación de acero de anclaje para la protección en concreto lanzado del talud, de acuerdo con los detalles indicados en los planos, las exigencias de esta especificación y las instrucciones del Interventor. Consiste, además, en el suministro e instalación de todos los accesorios necesarios, perforaciones, anclajes e inyecciones de lechada.

2.7.5.1. Materiales

- Barras

Las barras a utilizar consisten en varillas de media a una y media pulgada de diámetro corrugadas, roscadas en uno de sus extremos para la tuerca de tensionamiento y con ganchos soldados en el otro para garantizar a la adherencia del anclaje al suelo. El acero de las barras de anclaje debe tener una resistencia nominal a la fluencia **fy** de 4200 Kg/cm^2.

- Anclajes

Para el anclaje de la barra se dispone de dos dispositivos, el primero corresponde a la lechada de mortero y el segundo a la zapata de anclaje.

- Lechada

La lechada debe cumplir lo siguiente:

Agua: El agua que se utilice para fabricación de la lechada, deberá ser limpia, libre de aceites, tierra, materia orgánica, azúcar, sedimentos, sales, álcalis, ácidos y cualquier otra sustancia que pueda afectar la calidad, resistencia y/o durabilidad de las obras. En particular, no deberá contener más de doscientos cincuenta miligramos (250 mg) de ión cloro por litro, según la norma de ensayo ASTM D-512; su pH, determinado según la norma ASTM D-1293 no podrá ser inferior a siete (7); y no podrá presentar trazas de hidratos de carbono.

Cemento: El Cemento para la lechada será Pórtland que corresponda a los tipos I, II ó III de la especificación AASHTO M-85. El cemento que se use en la inyección deberá ser fresco y no contendrá grumos, ni otras muestras de hidratación o fraguado falso.

Arena: La arena que se emplee eventualmente en la lechada deberá pasar, en su totalidad, el tamiz de 600 µm (No.30) y no deberá contener partículas de tamaño inferior al tamiz de 75µm (No.200). Deberá, además, estar exenta de impurezas y sustancias perjudiciales, tales como iones ácidos, y de partículas laminares procedentes de mica o pizarra.

Aditivos: Se permitirá el uso de aditivos, si se demuestra que ellos mejoran las propiedades de la mezcla y no causan efectos perjudiciales sobre el acero de pre-esfuerzo. Su empleo se deberá efectuar siguiendo las instrucciones del fabricante.

- Zapata de anclaje:

La zapata de anclaje esta compuesta por los siguientes elementos:

Dado de concreto: El dado de concreto debe ser construido de acuerdo a las dimensiones y características establecidas en los planos del proyecto. La construcción de los dados de concreto y su refuerzo serán pagados y controlados por las especificaciones **2.7.12. Concreto** y **2.7.16. Acero de refuerzo.**

Platina de Apoyo: La platina de apoyo tiene la función de transmitir la tensión de la barra de anclaje al concreto del dado, esta debe cumplir las características estipuladas en los planos del proyecto.

Inhibidor de corrosión: Será del tipo VPI según la especificación MIL-P-3420. Cuando sea aprobado por el Interventor, se puede utilizar aceite soluble en agua.

El anclaje y sus accesorios deben contar con la resistencia suficiente para soportar la carga de tensión aplicada, la calidad de los materiales deben

ser certificados por el contratista mediante los certificados de calidad del fabricante.

2.7.5.2. Equipo

Las barras de anclaje o pernos deberán ser tensionado mediante gatos hidráulicos para producir las fuerzas mostradas en los planos, con los debidos márgenes para pérdidas. El procedimiento y equipo utilizado por el contratista debe ser aprobado por la Interventoría y debe garantizar la medida de la tensión sobre el perno; el quipo deberá estar debidamente calibrado.

2.7.5.3. Dirección y asesoría de los trabajos

El Constructor deberá proporcionar un técnico calificado en el sistema de tensionamiento a ser utilizado, quien será el responsable de la correcta ejecución de todas las operaciones requeridas.

2.7.5.4. Resistencia del concreto

Las fuerzas de tensionamiento no deberán ser aplicadas o transferidas al concreto de la zapata de anclaje hasta tanto éste no haya alcanzado la resistencia especificada.

El tensionamiento de los pernos debe ser calibrado en campo realizando tensionamientos de prueba con los que se ajustará la tensión y longitud propuestas en el proyecto.

2.7.5.5. Controles

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

Verificar el estado y funcionamiento del equipo empleado por el Constructor.

Exigir al Constructor certificados de fábrica que incluyan las características físicas y químicas que garanticen la calidad de todos los suministros de los aceros requeridos para la ejecución de los trabajos.

Comprobar que la calidad de los materiales empleados cumpla las exigencias de la presente especificación.

Evaluar, y aprobar cuando corresponda, el sistema de tensionamiento propuesto por el Constructor.

Vigilar la regularidad del suministro del acero durante el período de ejecución de los trabajos.

Verificar que los trabajos se realicen de acuerdo con el sistema aprobado.

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

Exigir al Constructor la adopción de medidas para garantizar la seguridad del personal y los equipos durante la ejecución de los trabajos.

Medir, para efectos de pago, el trabajo correctamente ejecutado de acuerdo con los planos, esta especificación y sus instrucciones.

2.7.5.6. Medida

La unidad de medida será el metro lineal de anclaje **ml**, suministrado y correctamente instalado y tensado, de acuerdo con los planos, esta especificación y las instrucciones del Interventor.

2.7.5.7. Forma de pago

El pago se hará al precio unitario del contrato, por todo trabajo aceptado a satisfacción por el Interventor. El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de suministro, almacenamiento, transportes y colocación de los pernos de anclaje, platinas, tuercas, y demás accesorios requeridos para completar satisfactoriamente el trabajo. También, deberá cubrir todos

los costos de tensionamiento y los de suministro de materiales para .la lechada requerida, su almacenamiento, manejo, transportes, cargues, descargues, mezcla e inyección; suministro y aplicación de pinturas necesarias; todo el equipo, mano de obra, asesoría, preparación de planos, patentes, muestras de ensayo, medidas de seguridad, limpieza final de la zona de las obras y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución del trabajo especificado. También incluye la perforación necesaria en donde se anclaran los pernos y los costos que esta actividad impliquen.

2.7.5.8. Ítem de pago

2.7.5. Pernos de anclaje	metro lineal (ml)

2.7.6. 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.

2.7.6.1. Agregados

La calidad del agregado que requiere el concreto lanzado es la misma exigida por la especificación No. 2.7.4 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 2.8. 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 2.9. Limites granulométricos de los agregados gruesos

TAMIZ	GRANULOMETRIA DE No. 8 a 3/8"		GRANULOMETRIA DE No. 4 a ½"		GRANULOMETRIA DE No. 4 a ¾"	
	PORCENTAJE QUE PASA		PORCENTAJE QUE PASA		PORCENTAJE QUE PASA	
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
1"	---	---	---	---	---	---
¾"	---	---	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.

2.7.6.2. 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.

2.7.6.3. 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.

2.7.6.4. Diseño de mezcla.

El diseño de mezcla se debe hacer siguiendo los parámetros establecidos en la presente especificación y en la especificación **2.7.4 Concreto** y para la resistencia requerida por el proyecto.

2.7.6.5. Refuerzo

El concreto lanzado debe ser reforzado con una malla de electrosoldada de calibre No. 10 y con aberturas de 0.10 X 0.10 m.

El pago de la malla electrosoladada se hará por medio de la especificación **2.7.7 Acero de refuerzo.**

2.7.6.6. 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.

2.7.6.7. 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

2.7.6.8. Ítem de Pago

2.7.6. Concreto lanzado.
Metro cúbico (m^3)

2.7.7. Acero de refuerzo

Este trabajo consiste en el suministro, transportes, almacenamiento, corte, doblamiento y colocación de las barras de acero dentro de las diferentes estructuras permanentes de concreto, de acuerdo con los planos del proyecto, esta especificación y las instrucciones del Interventor.

2.7.7.1. Materiales

- Barras de refuerzo

Deberán cumplir con una de las siguientes normas: ICONTEC 161, 245 y 248; AASHTO M-31 y ASTM A-706.

- Alambre y mallas de alambre

Deberán cumplir con las siguientes normas AASHTO, según corresponda: M-32, M-55, M-221 y M-225.

- Pesos teóricos de las barras de refuerzo

Para efectos de pago de las barras, se considerarán los pesos unitarios que se indican en la Tabla No. 2.10

Tabla 2.10 Peso de las barras por unidad de longitud

BARRA	DIAMETRO NOMINAL		PESO
No.	cm	pulgadas	kg/m
2	0.64	¼	0.25
3	0.95	3/8	0.56
4	1.27	½	1.00
5	1.57	5/8	1.55
6	1.91	¾	2.24
7	2.22	7/8	3.04
8	2.54	1	3.97
9	2.87	1 1/8	5.06
10	3.23	1 ¼	6.41
11	3.58	1 3/8	7.91
14	4.30	1 ¾	11.38
18	5.73	2 ¼	20.24

Los números de designación, son iguales al número de octavos de pulgada del diámetro nominal de las barras respectivas.

2.7.7.2. Equipo

Se requiere equipo idóneo para el corte y doblado de las barras de refuerzo.

Si se autoriza el empleo de soldadura, el Constructor deberá disponer del equipo apropiado para dicha labor.

Se requieren, además, elementos que permitan asegurar correctamente el refuerzo en su posición, así como herramientas menores.

2.7.7.3. Ejecución de los trabajos

Planos y despiece: Antes de cortar el material a los tamaños indicados en los planos, el Constructor deberá verificar las listas de despiece y los diagramas de doblado. Si los planos no los muestran, las listas y diagramas deberán ser preparados por el Constructor para la aprobación del Interventor, pero tal aprobación no exime a aquel de su responsabilidad por la exactitud de los mismos. En este caso, el Constructor deberá contemplar el costo de la elaboración de las listas y diagramas mencionados, en los precios de su oferta.

Suministro y almacenamiento: El acero deberá ser almacenado en forma ordenada por encima del nivel del terreno, sobre plataformas, largueros u otros soportes de material adecuado y deberá ser protegido, hasta donde sea posible, contra daños mecánicos y deterioro superficial, incluyendo los efectos de la intemperie y ambientes corrosivos.

Doblamiento: Las barras de refuerzo deberán ser dobladas en frío, de acuerdo con las listas de despiece aprobadas por el Interventor. Los diámetros mínimos de doblamiento, medidos en el interior de la barra, con excepción de flejes y estribos, serán los indicados en la Tabla 2.11.

Tabla 2.11. Diámetro mínimo de doblamiento

NUMERO DE BARRA	DIAMETRO MÍNIMO
2 a 8	6 diámetros de barra
9 a 11	8 diámetros de barra
14 a 18	10 diámetros de barra

El diámetro mínimo de doblamiento para flejes u otros elementos similares de amarre, no será menor que cuatro (4) diámetros de la barra, para barras No.5 o menores. Las barras mayores se doblarán de acuerdo con lo que establece la Tabla 2.11.

Colocación y amarre: Al ser colocado en la obra y antes de fundir el concreto, todo el acero de refuerzo deberá estar libre de polvo, óxido en escamas, rebabas, pintura, aceite o cualquier otro material extraño que pueda afectar adversamente la adherencia. Todo el mortero seco deberá ser quitado del acero.

Las varillas deberán ser colocadas con exactitud, de acuerdo con las indicaciones de los planos, y deberán ser aseguradas firmemente en las posiciones señaladas, de manera que no sufran desplazamientos durante la colocación y fraguado del concreto. La posición del refuerzo dentro de las formaletas deberá ser mantenida por medio de tirantes, bloques, silletas de metal, espaciadores o cualquier otro soporte aprobado.

Los bloques deberán ser de mortero de cemento prefabricado, de calidad, forma y dimensiones aprobadas. Las silletas de metal que entren en contacto con la superficie exterior del concreto, deberán ser galvanizadas. No se permitirá el uso de guijarros, fragmentos de piedra o ladrillos quebrantados, tubería de metal o bloques de madera.

Las barras se deberán amarrar con alambre en todas las intersecciones, excepto en el caso de espaciamientos menores de treinta centímetros (30 cm), en el cual se amarrarán alternadamente. El alambre usado para el amarre deberá tener un diámetro equivalente de 0,0625 ó 0,00800 pulgadas (1,5875 ó 2,032 mm), o calibre equivalente. No se permitirá la soldadura de las intersecciones de las barras de refuerzo.

Las barras deberán quedar colocadas de tal manera, que la distancia libre entre barras paralelas colocadas en una fila, no sea menor que el diámetro nominal de la barra, ni menor de veinticinco milímetros (25 mm), ni menor de una y un tercio (1 1/3) veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso.

Cuando se coloquen dos (2) o más filas de barras, las de las filas superiores deberán colocarse directamente encima de las de la fila inferior y la separación libre entre filas no deberá ser menor de veinticinco milímetros (25 mm).

Estos requisitos se deberán cumplir también en la separación libre entre un empalme por traslapo y otros empalmes u otras barras.
Además, se deberán obtener los recubrimientos mínimos especificados en la Norma Colombiana de Construcciones Sismo Resistentes NSR-98.

Si el refuerzo de malla se suministra en rollos para uso en superficies planas, la malla deberá ser enderezada en láminas planas, antes de su colocación.

El Interventor deberá revisar y aprobar el refuerzo de todas las partes de las estructuras, antes de que el Constructor inicie la colocación del concreto.

Traslapos y uniones: Los traslapos de las barras de refuerzo deberán cumplir los requisitos la Norma Colombiana de Construcciones Sismo Resistentes NSR-98 y se efectuarán en los sitios mostrados en los planos o donde lo indique el Interventor, debiendo ser localizados de acuerdo con las juntas del concreto.

El Constructor podrá introducir traslapos y uniones adicionales, en sitios diferentes a los mostrados en los planos, siempre y cuando dichas modificaciones sean aprobadas por el Interventor, los traslapos y uniones en barras adyacentes queden alternados según lo exija éste, y el costo del refuerzo adicional requerido sea asumido por el Constructor.

En los traslapos, las barras deberán quedar colocadas en contacto entre sí, amarrándose con alambre, de tal manera, que mantengan la alineación y su espaciamiento, dentro de las distancias libres mínimas especificadas, en relación a las demás varillas y a las superficies del concreto.

El Constructor podrá reemplazar las uniones traslapadas por uniones soldadas empleando soldadura que cumpla las normas de la American Welding Society, AWS D1.4. En tal caso, los soldadores y los procedimientos deberán ser precalificados por el Interventor de acuerdo

con los requisitos de la AWS. El costo de este reemplazo, correrá por cuenta del Constructor.

Las láminas de malla o parrillas de varillas se deberán traslapar entre sí suficientemente, para mantener una resistencia uniforme y se deberán asegurar en los extremos y bordes. El traslapo de borde deberá ser, como mínimo, igual a un (1) espaciamiento en ancho.

Sustituciones: La sustitución de las diferentes secciones de refuerzo sólo se podrá efectuar con autorización del Interventor. En tal caso, el acero sustituyente deberá tener un área y perímetro equivalentes o mayores que el área y perímetro de diseño.

2.7.7.4. 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.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan con los requisitos de calidad exigidos por la presente especificación.
- Verificar que el corte, doblado y colocación del refuerzo se efectúen de acuerdo con los planos, esta especificación y sus instrucciones.
- Vigilar la regularidad del suministro del acero durante el período de ejecución de los trabajos.
- Verificar que cuando se sustituya el refuerzo indicado en los planos, se utilice acero de área y perímetro iguales o superiores a los de diseño.
- Efectuar las medidas correspondientes para el pago del acero de refuerzo correctamente suministrado y colocado.

2.7.7.5. Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

Las varillas que tengan fisuras o hendiduras en los puntos de flexión, serán rechazadas.

Se aceptarán las siguientes tolerancias en la colocación del acero de refuerzo:

a. Desviación en el espesor de recubrimiento:

Con recubrimiento menor o igual a cinco centímetros	(≤ 5 cm)	0.5 cm
Con recubrimiento superior a cinco centímetros	(> 5 cm)	1.0 cm

b. Área

No se permitirá la colocación de acero con áreas y perímetros inferiores a los de diseño.

Todo defecto de calidad o de instalación que exceda las tolerancias de esta especificación, deberá ser corregido por el Constructor, a su costa, de acuerdo con procedimientos aceptados por el Interventor y a plena satisfacción de éste.

2.7.7.6. Medida

La unidad de medida será el kilogramo (Kg), aproximado al décimo de kilogramo, de acero de refuerzo para estructuras de concreto, realmente suministrado y colocado en obra, debidamente aceptado por el Interventor.

La medida no incluye el peso de soportes separados, silletas de alambre o elementos similares utilizados para mantener el refuerzo en su sitio, ni los empalmes adicionales a los indicados en los planos, que sean autorizados por el Interventor para conveniencia del Constructor.

Si se sustituyen barras a solicitud del Constructor y como resultado de ello se usa más acero del que se ha especificado, no se medirá la cantidad adicional.

La medida para barras se basará en el peso computado para los tamaños y longitudes de barras utilizadas, usando los pesos unitarios indicados en la Tabla 2.10.

La medida para malla de alambre será el producto del área en metros cuadrados de la malla efectivamente incorporada y aceptada en la obra, por su peso real en kilogramos por metro cuadrado.

No se medirán cantidades en exceso de las indicadas en los planos del proyecto u ordenadas por el Interventor.

2.7.7.7. 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 por concepto de suministro, ensayos, transportes, almacenamiento, corte, desperdicios, doblamiento, limpieza, colocación y fijación del refuerzo y por toda mano de obra, materiales, patentes, equipos e imprevistos necesarios para terminar correctamente el trabajo, de acuerdo con los planos, esta especificación y las instrucciones del Interventor.

El precio unitario deberá incluir, también, todos los costos por concepto de elaboración de listas de despiece y diagramas de doblado; por suministro e instalación de abrazaderas, separadores, silletas de alambre o cualquier otro elemento utilizado para sostener y mantener el refuerzo en su sitio; así como los de la señalización preventiva durante la ejecución de los trabajos y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

No habrá lugar a pago separado por el acero de refuerzo para concreto, colocado con el propósito de reemplazar estructuras de concreto que se deterioren o queden defectuosas, o en el concreto que el Constructor haya utilizado por su conveniencia con o sin autorización del Interventor.

2.7.7.8. Ítem de pago

2.7.7. (kg)	Acero de Refuerzo Grado 60	Kilogramo

CAPITULO 3

CONCLUSIONES

- El sitio se encuentra dentro del barrio Santa Cecilia el cual se encuentra ubicado al norte de Bogotá al oriente de la avenida carrera 7ª con la calle 162.

- El talud en estudio presenta una longitud de 44,0 m, una altura máxima de 7,0 m y pendiente promedio de 47º, la altura del talud va disminuyendo hacia su extremo sur debido a al acenso de la vía que se encuentra en la pata.

- En la corona del talud se encuentran construidas siete viviendas y en la pata del mismo se encuentra la vía con un ancho variable entre 4,5 a 6,5 m, la cual esta construida en pavimento Rígido, presenta una pendiente mayor a 15º y se encuentra en buen estado.

- Las casas ubicadas en este sector cuentan con todos los servicios públicos, están legalizadas y el alcantarillado está constituido por una red de aguas negras y una red de aguas lluvias debidamente separadas.

- En la zona en estudio afloran rocas del Cretáceo afectadas por plegamiento y fallamiento pertenecientes al Grupo Guadalupe, que se encuentran recubiertas localmente por depósitos de ladera.

- El talud en estudio presenta cobertura vegetal principalmente conformada por maleza, sin embargo se encuentran áreas descubiertas en donde se observa la roca.

- En el sitio existe un afloramiento de 5,0 m de altura máxima, donde afloran Areniscas cuarzosas de grano medio, friables, en matriz arcillosa, con poca cementación, las areniscas están estratificadas en capas de espesor medio a grueso; localmente presentan meteorización y son susceptibles al proceso de erosión hídrica concentrada.

Sobre estas areniscas se encuentran depósitos de un relleno heterogéneo (escombros y basura) en matriz arcillo - arenosa de grano fino con espesores variables entre 0,8 y 2,1 m.

- El deslizamiento en estudio es de tipo traslacional de suelo residual en una franja de aproximadamente 3,0 m de ancho y 3,5 m de alto del talud superior de la vía, el cual fue activado por principalmente por las fugas de aguas servidas presentes en las entregas domiciliarias a la red de alcantarillado y por los efectos de las lluvias precedentes.

Los desprendimientos de bloques de arenisca, se deben principalmente al desconfinamiento del material por procesos de lavado de los materiales cementantes, generados por fugas en las conexiones domiciliarias de aguas residuales, las cuales están construidas de manera antitécnica y defectuosa y por la infiltración de aguas de escorrentía en las temporadas de lluvias; estos desprendimiento fueron facilitados por la predisposición del talud ya que presenta un buzamiento de 41° NW y diaclasas que crean una condición desfavorable.

- La construcción de las obras propuestas requieren necesariamente como primera medida la reconstrucción o mantenimiento a las de las entregas de aguas servidas que están afectando los materiales del talud, por parte de la entidad a cargo de este tipo de redes.

Las obras propuestas están dirigidas al confinamiento del material por medio de una protección en concreto lanzado y pernos de anclaje localizados en los bloques críticos, los cuales transmiten las cargas del talud mediante zapatas de anclaje, esta alternativa contempla también la empradización de las zona intervenidas que presentes depósitos superficiales y queden expuestas.

- Las obras propuestas tienen un costo de $ 27.816.499,72 m/cte.

CAPITULO 4

RECOMENDACIONES

- El tensionamiento de los pernos de anclaje debe ser calibrado en campo realizando tensionamientos de prueba, con los que se corroborará o modificará la tensión propuesta en los presentes estudios.

- Una vez terminadas las actividades de protección del talud con concreto lanzado se debe comenzar con la empradización del talud intervenido con tapetes de cespedon, los cuales deben ser asegurados con el fin de evitar su deslizamiento por la alta pendiente. Esta empradización debe ser regada y cuidada siguiendo las especificaciones del proyecto, hasta que sea recibida a satisfacción por la Interventoría.

- Todas las superficies expuestas del talud deben ser empradizadas para evitar daños por erosión.

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 5

1.1. LOCALIZACIÓN 5

1.2. UBICACIÓN TEMPORAL. 5

1.3. ÁREA DE INFLUENCIA 6

1.3.1. Área de Influencia Indirecta. 6
1.3.2. Área de Influencia Directa. 6

1.4. ANTECEDENTES. 6

1.5. DESCRIPCIÓN 9

1.5.1. Descripción física de las Viviendas 11
1.5.2. Riesgos 12
1.5.3. Patología estructural de la infraestructura básica existente 12

CAPITULO 2 14

ANALISIS DE INGENIERIA. 14

2.1. TRABAJOS DE CAMPO. 14

2.1.1. Topografía. 14
2.1.1.1. Método de Trabajo 15
2.1.2. Exploración del Subsuelo 18

2.2. GEOLOGÍA 19

2.2.1. Estratigrafía 20
2.2.1.1. Grupo Guadalupe (Ksg) 20
2.2.2. Geología Estructural 21
2.2.3. Geología Local 22
2.2.4. Geomorfología y Procesos Morfodinámicos 22
2.2.4.1. Unidad denudativa pendiente estructural 22
2.2.4.2. Unidad agradacional depósito de ladera (ADL) 23
2.2.5. Caracterización del macizo rocoso 23
2.2.5.1. Clasificación del macizo según la CSIR 24
2.2.6. Análisis de redes estereográficas 24

2.3. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD 25

2.3.1. Perfil Estratigráfico 26
2.3.2. Diagnóstico 28

2.4. OBRAS DE ESTABILIZACIÓN 31

2.4.1. Alternativa No. 1 31
2.4.2. Alternativa No. 2 32

2.5. ANÁLISIS DE VIABILIDAD 33

2.5.1. Diseño alternativa No. 1 34

2.6. CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO. 37

2.7. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN. 37

2.7.1. Desmonte y limpieza 37
2.7.1.1. Generalidades 37
2.7.1.2. Equipo 38
2.7.1.3. Ejecución de los trabajos 38
2.7.1.4. Remoción y disposición de materiales 39
2.7.1.5. Controles 39
2.7.1.6. Condiciones específicas para el recibo y tolerancias 40
2.7.1.7. Medida 40
2.7.1.8. Forma de pago 40
2.7.1.9. Ítem de pago 41
2.7.2. Excavaciones varias 41
2.7.2.1. Descripción 41
2.7.2.2. Materiales 41
2.7.2.3. Equipo 42
2.7.2.4. Ejecución de los trabajos 42
2.7.2.5. Excavaciones para remoción de derrumbes y/o descargue de taludes 43
2.7.2.6. Excavaciones para cimentaciones de estructuras de concreto 43
2.7.2.7. Controles 44
2.7.2.8. Condiciones específicas para el recibo y tolerancias 44
2.7.2.9. Medida 44
2.7.2.10. Forma de pago 45
2.7.2.11. Ítem de pago 46
2.7.3. Empradización de taludes 46
2.7.3.1. Descripción 46
2.7.3.2. Materiales 46
2.7.3.3. Equipo 47
2.7.3.4. Ejecución de los trabajos 47
2.7.3.5. Controles 49
2.7.3.6. Condiciones específicas para el recibo y tolerancias 49
2.7.3.7. Medida 49
2.7.3.8. Forma de pago 49
2.7.3.9. Ítem de pago 50
2.7.4. Concreto 50
2.7.4.1. Diseño de las Mezclas de Concreto 50
2.7.4.2. Ensayos de Resistencia del Concreto 51
2.7.4.3. Consistencia 51
2.7.4.4. Compresión 51

2.7.4.5. Proporciones de las Mezclas de Concreto 52
2.7.4.6. Materiales 55
2.7.4.7. Dosificación 59
2.7.4.8. Mezcla 61
2.7.4.9. Muestreo y Ensayos 62
2.7.4.10. Operación de Mezclado 62
2.7.4.11. Formaletas 63
2.7.4.12. Juntas en el concreto 67
2.7.4.13. Preparación para la colocación 69
2.7.4.14. Transporte 70
2.7.4.15. Colocación 71
2.7.4.16. Consolidación del Concreto 72
2.7.4.17. Remoción de encofrados 73
2.7.4.18. Curado del concreto 74
2.7.4.19. Tolerancias 76
2.7.4.20. Acabados 77
2.7.4.21. Sellos para juntas 79
2.7.4.22. Protección con morteros 82
2.7.4.23. Medida 82
2.7.4.24. Forma de pago 83
2.7.4.25. Ítem de pago 84
2.7.5. Anclajes de acero 85
2.7.5.1. Materiales 85
2.7.5.2. Equipo 87
2.7.5.3. Dirección y asesoría de los trabajos 87
2.7.5.4. Resistencia del concreto 87
2.7.5.5. Controles 88
2.7.5.6. Medida 89
2.7.5.7. Forma de pago 89
2.7.5.8. Ítem de pago 89
2.7.6. Concreto lanzado 89
2.7.6.1. Agregados 90
2.7.6.2. Proporciones de mezcla 91
2.7.6.3. Drenaje 92
2.7.6.4. Diseño de mezcla. 92
2.7.6.5. Refuerzo 92
2.7.6.6. Condiciones específicas para el recibo 92
2.7.6.7. Forma de pago 93
2.7.6.8. Ítem de Pago 93
2.7.7. Acero de refuerzo 93

2.7.7.1. Materiales 93
2.7.7.2. Equipo 94
2.7.7.3. Ejecución de los trabajos 95
2.7.7.4. Controles 98
2.7.7.5. Condiciones específicas para el recibo y tolerancias 98
2.7.7.6. Medida 99
2.7.7.7. Forma de pago 101
2.7.7.8. Ítem de pago 101

CAPITULO 3 102

CONCLUSIONES 102

CAPITULO 4 104

RECOMENDACIONES 104

BIBLIOGRAFÍA 105

LISTA DE TABLAS

Pag.

Tabla 1.1.	Coordenadas zona del proyecto	5
Tabla 1.2.	Viviendas ubicadas dentro de la zona en estudio	12
Tabla 2.1.	Caracterización de macizo rocoso Barrio Santa Cecilia	24
Tabla 2.2.	Clasificación de las rocas según el total de valuación	24
Tabla 2.3.	Características de los materiales analizados.	28
Tabla 2.4.	Clases de concreto	53
Tabla 2.5.	Agregado grueso	58
Tabla 2.6.	Variación permisible en los pesos de los materiales	61
Tabla 2.7.	Materiales para formaletas	65
Tabla 2.8.	Limites granulométricos de los agregados finos	90
Tabla 2.9.	Limites granulométricos de los agregados gruesos	91
Tabla 2.10	Peso de las barras por unidad de longitud	94
Tabla 2.11.	Diámetro mínimo de doblamiento	95

ANEXOS

		PAG
ANEXO A	**REGISTRO FOTOGRAFICO**	**100**
ANEXO B	**TOPOGRAFIA**	**104**
ANEXO B.1	**Certificación Placa IGAC**	**105**
ANEXO B.2	**Certificado de calibración Equipo de Topografía**	**107**
ANEXO B.3	**Poligonal Local**	**110**
ANEXO B.4	**Amarre a coordenadas MAGNA**	**112**
ANEXO B.5	**Cartera de Detalles**	**118**
ANEXO B.6	**Listado de Coordenadas**	**124**
ANEXO B.7	**Nivelación de precisión**	**129**
ANEXO C	**EXPLORACION DEL SUBSUELO Y RESULTADOS DE LABORATORIO**	**131**
ANEXO C.1	**Exploración del Subsuelo**	**132**
ANEXO C.2	**Resultados de Laboratorio**	**136**
ANEXO C.3	**Análisis de Estabilidad del Macizo Rocoso**	**156**
ANEXO D	**PLANOS (Volumen 3)**	
ANEXO E	**CANTIDADES DE OBRA, PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA**	**164**
ANEXO E.1	**Presupuesto**	**165**
ANEXO E.2	**Cronograma**	**167**
ANEXO E.3	**Análisis de Precios Unitarios**	**169**
ANEXO F	**MEMORIAS DE DISEÑO**	**177**

LISTADO DE PLANOS (VOLUMEN 3)

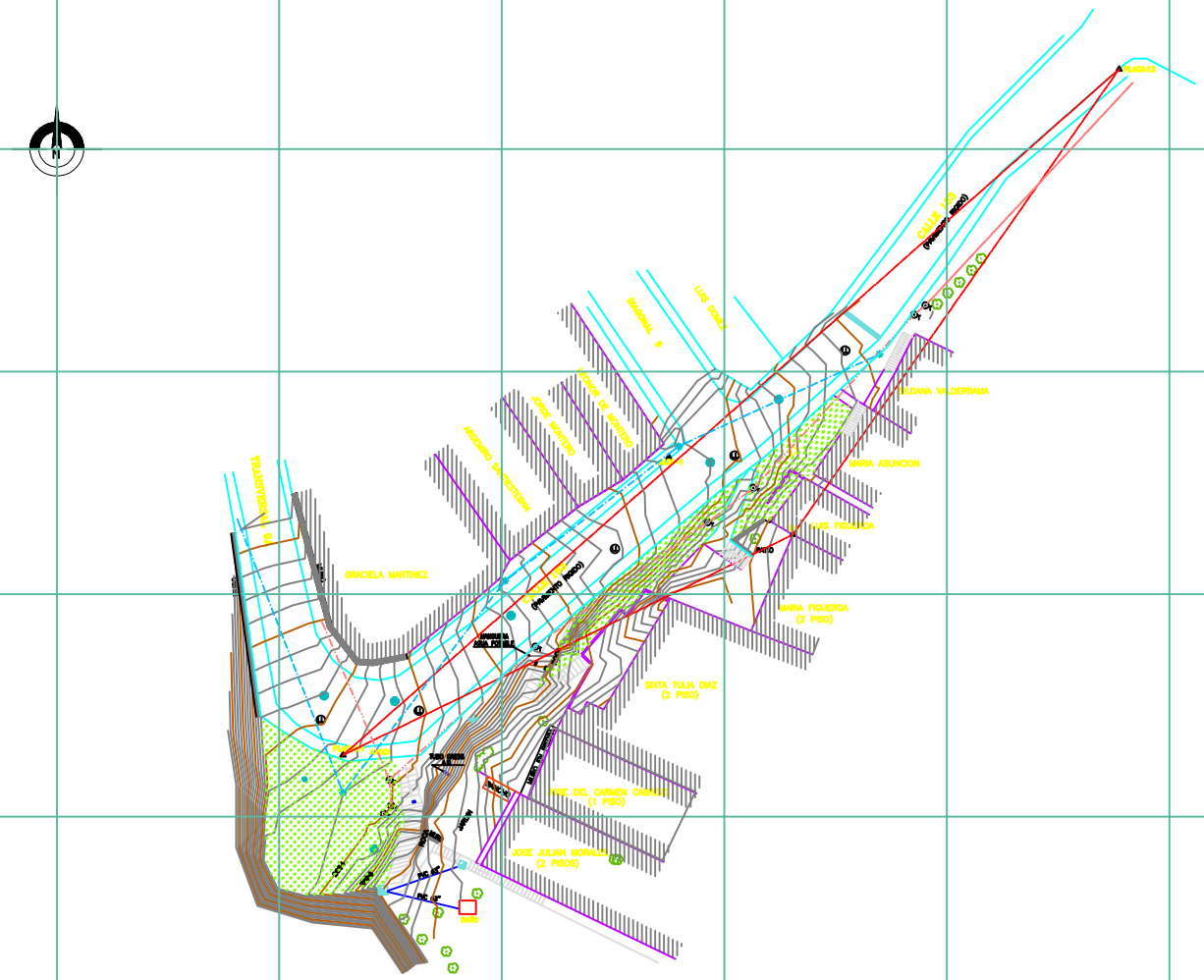
PLANO 1: LOCALIZACION

PLANO 2: TOPOGRAFICO

PLANO 3: GEOLOGICO

PLANO 4: PLANTA ANTERNATIVA No. 1.

PLANO 5: SECCIONES ALTERNATIVA No. 1.



Secretaría
GOBIERNO
Dirección de Prevención y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

FUENTE: GEODINAMICA INGENIERIA LTDA.	ESCALA GRAFICA. 0m 12m	LEVANTO: ADOLFO CALLEJAS MORALES	DIBUJO: ING. HECTOR VIANCHA C.	FECHA: OCTUBRE /06
ELABORO: GEODINAMICA INGENIERIA LTDA		REVISO: ING MAURICIO H. CAMARGO CH.		FECHA: OCTUBRE /06
INTERVENTORIA: ING. MARIA DEL PILAR GALARZA	ESCALA NUMERICA: 1:200	APROBO: ING MAURICIO H. CAMARGO CH.		FECHA: OCTUBRE /06
		Vo B INTERVENTORIA: ING. MARIA DEL PILAR GALARZA		FECHA: OCTUBRE /06

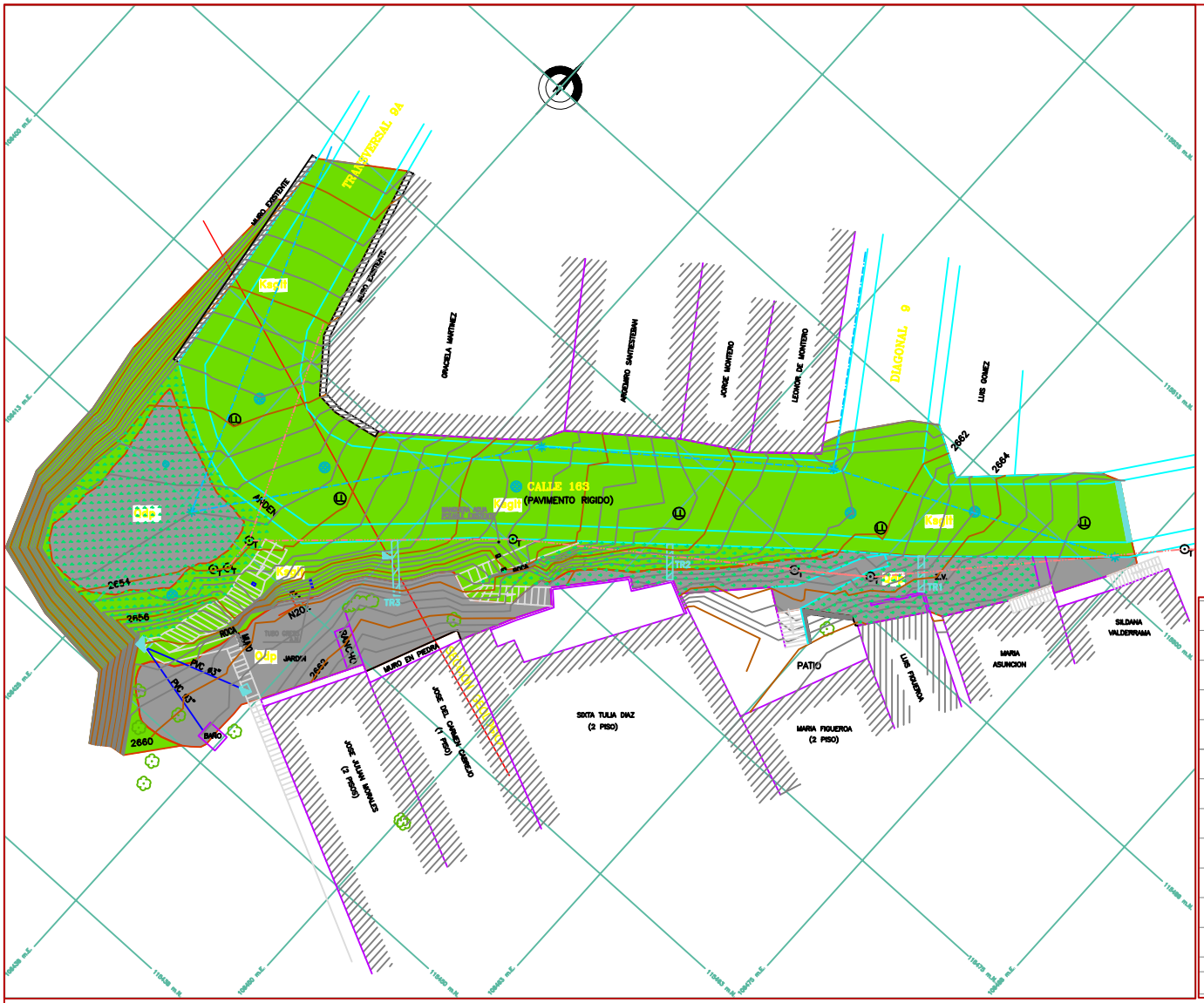
NOMBRE DEL PROYECTO: ESTUDIO DE ELABORACIÓN DE DISEÑO DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS EN SITIOS CRITICOS DE RIESGO INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.

SITIO CRITICO No 6 LOCALIDAD DE USAQUEN
BARRIO SANTA CECILIA ALTA

NUMERO DEL CONTRATO: 292 de 2006

NOMBRE DEL MAPA: LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

No DE MAPA: 2 DE 5


TRANSVERSAL 6A
DIAGONAL 9
CALLE 163
(PAVIMENTO RIGIDO)
MURO EXISTENTE
MURO EXISTENTE
GRACIELA MARTINEZ
ARMANDO SANTESTEBAN
JORGE MONTERO
LEONOR DE MONTERO
LUIS GOMEZ
Kegll
Kegll
Kegll
Kegll
Qdp
ANDEN
ANDEN
RAMPA
RAMPA
RAMPA