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. 5
LOCALIDAD USAQUÉN.
BARRIO BOSQUE DE PINOS I DENTRO DEL CONJUNTO RESIDENCIAL SIERRAS DEL MORAL

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. 5, el cual esta localizado en el barrio Bosque de Pinos I en la carrera 7 No. 145-38 dentro del conjunto residencial Sierras del Moral.

El sitio en estudio se localiza, en la UPZ 13 – Los Cedros, 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 120 m, una altura máxima de 24,0 m y presenta principalmente dos pendientes, una en la parte inicial del talud hasta una altura aproximada de 12 metros desde la corona del muro de contención en concreto y la segunda pendiente a partir de los 12 metros hasta la corona del talud. La parte inicial del talud (En la pata) presenta una pendiente

promedio de 34º y los últimos 12 metros del talud tienen una pendiente de 55º aproximadamente, aunque en algunas partes, el talud es vertical en este último tramo.

El talud en estudio esta conformado litológicamente por un nivel de areniscas intercalado con un estrato de limolitas silíceas. El principal factor de susceptibilidad al deslizamiento en este sitio fue la pendiente estructural desfavorable del estrato de limolitas.

Dentro de las actividades del estudio se realizaron actividades de recopilación de información primaria y secundaria, realizándose actividades de exploración del subsuelo y de topografía, con el fin de establecer las condiciones del talud y las características de los materiales que la conforman, 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 que corresponden a la pendiente estructural desfavorable en el estrato de limolitas y al grado de fisuración en el estrato de areniscas y se plantearon dos alternativas de intervención del talud, tanto en la zona del deslizamiento como en el resto del talud. 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 perfilado del talud con el fin de llevar al talud en el estrato de limolitas a una pendiente menor a su buzamiento y favorable para la estabilidad del material y de proporcionar el soporte necesario al estrato de areniscas adicionalmente se plantea la protección de las limolitas mediante su empradización y la revegetalización del resto del talud con el fin de hacer un reemplazo de los árboles existentes; estas obras 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. 5 esta ubicado en el barrio Bosque de Pino I en la carrera 7 No. 145-38 dentro del conjunto residencial Sierras del Moral, en la UPZ 13 – Los Cedros, de la Localidad de Usaquén, en el Nor-oriente de la ciudad de Bogotá D.C. en el costado izquierdo de la vía que conduce de la torre 7 a la torre 8.

En la tabla siguiente se observan las coordenadas dentro de las cuales se encuentra encajado el sitio en estudio.

Tabla 1.1. Coordenadas zona del proyecto

PUNTO	NORTE	ESTE
1	113.425	105.925
2	113.550	106.075

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.

- Trabajos de Topografía el 18 de Septiembre de 2006.
- Exploración del subsuelo el 13 de Septiembre de 2006.
- Visita geólogo para toma de información, día 14 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 en la UPZ 13 – Los Cedros, al Nor-Oriente de la ciudad de Bogotá D.C.

1.3.2. Área de Influencia Directa.

El área de influencia directa corresponde al conjunto cerrado Sierras del Moral, el cual esta ubicado en la carrera 7 No. 145-38 y dentro del cual se encuentra el talud en estudio al costado izquierdo de la vía que conduce de la torre de apartamentos 7 a la torre 8.

El talud en estudio tiene una longitud aproximada de 120,0 m y una altura máxima de 24,0 m. El área total levantada dentro de las actividad de topografía es de 0.84 Has.

1.4. ANTECEDENTES.

Dentro de la información secundaría recopilada como apoyo para la realización del presente estudio se encuentran los siguientes documentos y seguidamente se mencionan los aspectos relevantes para el estudio de cada uno:

Diagnóstico Técnico No. DI – 1310, del 30 de Noviembre de 2001 emitido por la DPAE.

Este presenta los siguientes datos importantes:

Según información de los vecinos del sector, el Conjunto Residencial Sierras del Moral fue construido hace once (11) años (contados con referencia a la fecha del diagnóstico).

Según el "Estudio de inestabilidad del terreno en diferentes localidades de Santa fé de Bogotá", desde el punto de vista geológico, en el límite de la calle 145 al norte aparecen depósitos de pendiente tipo talus (Qdlt) y hacia el sur tipo coluvión (Qdlc). Estos materiales del cuaternario recubren rocas del Grupo Guadalupe, Formación Arenisca de Labor de (Ksgl).

Desde el punto de vista geomorfológico, la ladera que limita el Conjunto residencial al occidente corresponde a un relieve depositacional o ladera de acumulación. Hacia el oriente y coincidiendo con las rocas de la Formación Guadalupe el relieve es montañoso de control estructural, de escarpes y pendientes - frentes estructurales.

La zona de los depósitos también tiene pendiente estructural limitada por líneas de crestas redondeadas y una conformación irregular de la superficie de la ladera. El extremo occidental del talud que limita con la carrera 7ª es una pared rocosa.

El entorno geotécnico es de competencia geomecánica media a alta; El sector del depósito de talus se asocia a material intermedio mientras el coluvión a un suelo transportado fino, por la predominancia de la matriz de suelo sobre la proporción de bloques de roca.

En esta última zona existió un canal natural de drenaje por donde se concentró la acumulación de la masa coluvial, definiendo una dirección de movimiento en sentido occidente - oriente.

La categoría de amenaza de la carrera 7ª al occidente es baja y hacia el oriente media. En forma localizada la franja del antiguo canal de drenaje esta en amenaza alta y sobre el escarpe del corte vial en muy alta, por fenómenos de remoción en masa.

Entre la carrera 7ª y el cerramiento del Conjunto Residencial Sierras del Moral existe un talud de pendiente muy alta, parcialmente conformado por un frente de roca y por depósitos de talus. La existencia de árboles de gran porte han causado por efecto de las raíces y su inclinación, el fracturamiento de bloques de roca de gran tamaño (>2,5 m^3), favorecido también por la tectónica de la zona y la intensa humedad.

Como el talud limita con la zona peatonal de la calzada oriental de la Avenida Carrera Séptima, exista la posibilidad de caída de bloques en una zona de 15 ml. Desde la época de la construcción, El Conjunto Residencial implementó un sistema de contención en mampostería de piedra pegada de una altura variable entre 1,5 y 2,0 m, pero el talud se extiende 3,0 m por encima del borde superior del muro.

Conclusiones y recomendaciones: Por lo anteriormente expuesto se recomienda la tala de los árboles ubicados en la zona inestable como acción inmediata, así como el retiro de los bloques de roca más sueltos (inducir la caída controlada).

De acuerdo con la observación del comportamiento del terreno, se procederá a la complementación de las acciones para la estabilización definitiva del sector. Para tal efecto se recomienda la realización de un estudio para definir las obras de contención y/o refuerzo del talud, protección superficial del talud y drenaje, tendientes a mitigar la amenaza por caída de bloques.

Diagnóstico Técnico No. DI-2688, del 28 de Marzo de 2006 emitido por la DPAE.

Este presenta los siguientes datos importantes:

Se identificó la existencia de un talud rocoso con alta pendiente con bloques de gran tamaño diaclasados, además de la presencia de vegetación arbórea la cual con sus raíces contribuyen a la potencial inestabilidad del talud.

El talud esta conformado litológicamente por niveles masivos de areniscas intercalados por arcillolitas. El diagnóstico clasifica al mecanismo de falla como

planar y el agente detonante fue la saturación del macizo rocoso por aguas de escorrentía.

El volumen de material inestable fue de 180 m^3, este atravesó un muro de contención y se dispuso sobre una de las vías internas del conjunto residencial Sierras del Moral, Manzana 4, Etapa 5 en frente de la torre 7, afectando a 2 vehículos.

El proceso de inestabilidad involucro vegetación arbustiva y arbórea, representada por vegetación nativa y Eucaliptos de porte considerable (>10 m), estos últimos quedando inclinados en alta condición de riesgo por caída y afectación a la torre 7.

"DIAGNOSTICO GEOTÉCNICO DEL COMPORTAMIENTO DEL TALUD DE LA URBANIZACIÓN SIERRAS DEL MORAL UBICADO EN LA CARRERA 7ª No: 146 EN BOGOTÁ" Realizado por la empresa Espinosa & Restrepo Ingeniería de Suelos en el mes de Julio del año 2006, el cual cuenta con la siguiente información importante.

El contorno del sector esta conformado básicamente por rocas sedimentarias de la formación Arenisca de Labor.

Se identificaron tres unidades estructurales: a) El escarpe superior, formado por areniscas arcillosas de tonalidad amarilla con buzamiento de 35º, b) Brecha de Falla conformados por fragmentos de areniscas y una matriz limoarcillosa, y c) Superficie estructural conformada por areniscas de grano fino con buzamiento 40º, cuyo plano coincide con el talud de corte y contribuyen un elemento desfavorable para la estabilidad del sector.

Los escombros embebidos en una matriz limoarcillosa y sin ninguna consolidación se encuentran en un equilibrio muy precario y por lo tanto ante un evento de lluvias fuertes podrían ocasionar nuevos desprendimientos.

1.5. DESCRIPCIÓN

El sector en estudio se encuentra dentro del conjunto cerrado Sierras del Moral el la Carrera 7ª No. 145-38, y corresponde al talud del costado izquierdo de la vía que conduce de la Torre No. 7 hasta la Torre No. 8; este es un talud con una longitud aproximada de 120,0 m y una altura máxima de 24,0 m, tomada a partir de la corona de un muro de contención de 3,0 m de altura, en concreto y recubierto en piedra, que se encuentra en toda la longitud de la pata del talud.

Este talud presenta principalmente dos pendientes, la primera de 34º desde la corona del muro de contención hasta una altura aproximada de 12,0 m y la segunda de 55º aproximadamente, a partir de los 12 m hasta la corona del talud. La pendiente del talud es producto de la conformación realizada durante la construcción de la vía y del muro de contención.

En la última temporada invernal durante el mes de Marzo del año en curso, se presentó un desprendimiento de material en el costado oriental del talud en estudio, el material movilizado estaba conformado principalmente por bloques de arenisca de tamaño considerable y una material arcilloso de color amarillo claro, el cual ocasionó el taponamiento parcial de la banca y afecto a dos vehículos.

El deslizamiento tiene un ancho de 22,0 m en la pata, y una longitud de 28,0 m desde la corona hasta la pata, cuenta con un área de 600 m^2 y movilizo un volumen aproximado de 180,0 m^3 (Según Diagnóstico Técnico No. DI-2688, del 28 de Marzo de 2006, DPAE), el cual fue depositado sobre la vía de acceso a la Torre No. 8. Actualmente el material depositado sobre la vía ya fue removido, igualmente algunos materiales producto de este deslizamiento aún continúa en proceso de erosión hacia la parte media – superior del talud.

El talud cuenta con una cobertura vegetal de arbustos esporádicos y césped de espesor reducido, especialmente en la parte baja en donde la pendiente es menor, de manera generalizada se encuentran árboles Eucalipto con altura mayor a 10,0 m; en la zona del deslizamiento la cobertura vegetal fue perdida casi en su totalidad, quedando solamente algunos eucaliptos, los cuales presentan inclinación en el sentido del

deslizamiento y constituyen un riesgo para la comunidad por la posibilidad de su caída.

El muro de contención en concreto se encuentra estable en la actualidad y no presenta indicios de haber sido afectado por el FRM.

En el sitio se observa un afloramiento de la Formación Arenisca de Labor y Tierna que se encuentra dividida en dos secciones; las cuales se encuentran separadas por una falla geológica, que se manifiesta en superficie por la presencia de una brecha de falla. En el escarpe superior afloran areniscas de tonalidad amarilla de grano fino a medio, con diaclasas espaciadas entre si de 0,50 m a 1,0 m, por otro lado en la parte baja del talud se observa un afloramiento de limolita silícea, las cuales presentan un buzamiento de 50º el cual es desfavorable a la estabilidad de la ladera.

El deslizamiento ocurrido es del tipo traslacional según Varnes, debido a que el afloramiento de Limolitas silíceas presenta una superficie estructural desfavorable, adicionalmente en la parte alta del talud se presenta caída de rocas por el grado de fracturamiento en que se encuentran.

Dentro del talud en estudio no se encuentra construida ninguna vivienda, sin embargo la ocurrencia de nuevos deslizamientos taponaría la vía de acceso a la Torre 8 y afectaría a la Torre No. 7, que se encuentra frente al talud.

La vía de acceso a la Torre No. 8 se encuentra pavimentada en concreto estampado y no sufrió daños estructurales con la ocurrencia del deslizamiento, la torre No. 7 es una estructura aporticada en concreto reforzado y con muros en mampostería.

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

1.5.1. Patología estructural de la infraestructura básica existente

Dentro de la zona del deslizamiento no se encuentran redes servicios que puedan ser afectadas por nuevos deslizamientos, sin embargo se podrían generar bloqueos de la vía de acceso a la Torre No. 8 o daños a la estructura del pavimento por la caída de material, adicionalmente se pueden taponar las estructuras de captación de aguas lluvias que se encuentran sobre la vía.

Es latente el riesgo que corren los usuarios de la vía por la posibilidad de ocurrencia de nuevos deslizamientos.

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 1:250.

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 1:250 con curvas de nivel cada 0,50 m.

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

- **Amarre a coordenadas planas**

Para esta actividad se utilizó el procedimiento de amarre o traslado de coordenadas por el método de GPS (Sistema de Posicionamiento Global).

Que consiste en utilizar un equipo de precisión marca Astech que se compone de dos antenas receptoras, una de las cuales se ubica en el vértice IGAC (Base) y la otra directamente en el sitio sobre la placa a la que se le determinó coordenadas, este equipo después de ser 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, desde la cual se comenzó el levantamiento con una poligonal cerrada.

Con la información tomada en campo se pasó a oficina donde se sometió al respectivo proceso de digitalización mediante un software especializado que calcula y ajusta las coordenadas finales de los puntos en cuestión, los cuales fueron

denominados PLACA-09 y PLACA-10 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; sus coordenadas planas Cartesianas en el sistema MAGNA SIRGAS son:

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

Copia de la certificación IGAC se pueden observar en el Anexo B Topografía.

- **Levantamiento**

Para este trabajo se utilizó una poligonal cerrada con una precisión de 1:33.654 que parte y cierra en las placas PLACA-09 y PLACA-10, a las que corresponden las coordenadas producto del traslado del numeral anterior y utilizando un equipo de precisión al segundo (Estación Total Electrónica GTS-211D marca Topcon).

PLACA-09	N=113.439,61	E=106.045,02	Z=2.648,069
PLACA-10	N=113.537,19	E=105.951,81	Z=2.644,779

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 levantada así como todos los detalles importantes que pudieran manifestar relevancia en el resultado final de los trabajos. Haciendo énfasis en las formas de la ladera.

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.

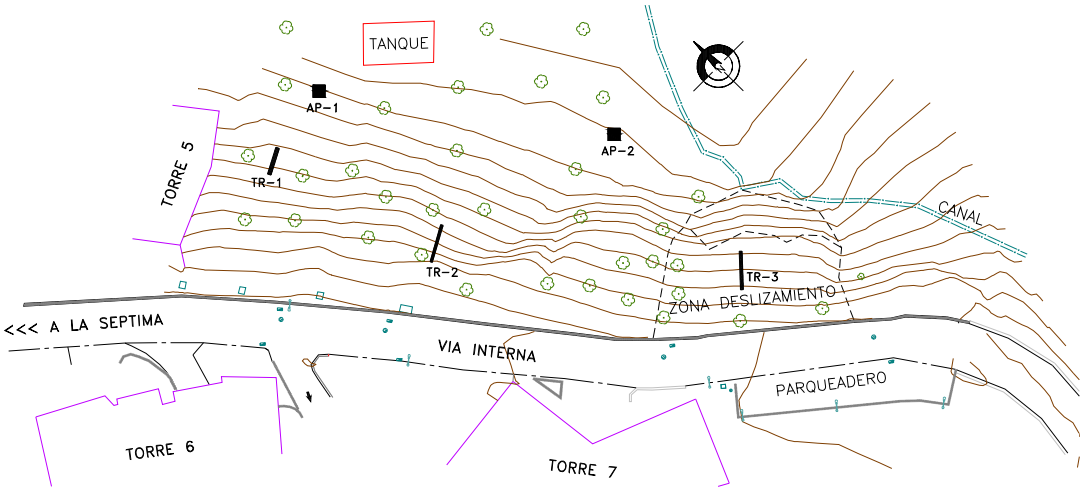
- **Trabajo De Oficina**

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

2.1.2. Exploración del Subsuelo

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

Figura 2.1. Localización Actividades Exploración del Subsuelo.



Dentro las actividades realizadas se encuentran:

2 Apiques a profundidades de 1,50 m cada uno.
15,0 m lineales de Trinchera.

En cada una de las actividades 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

- Peso Unitario.
- Humedad Natural.
- Corte Directo.

2.2. GEOLOGÍA

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

2.2.1. Estratigrafía

Grupo Guadalupe (Ksg): Renzoni estableció para esta unidad la subdivisión en formación Arenisca Dura, Formación Plaeners, y Formación Arenisca de Labor y Tierna, a continuación se describirán 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 - Usaquen. 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 10,0 m a 15,0 m de espesor, el cual aflora 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 177,0 m en las quebradas EL Higuerón y La vieja en el Flanco Occidental del Anticlinal de Bogotá (Pérez y Salazar 1971), de 150,0 m en el Alto El Cabo (Ulloa y Rodríguez 1987) y de 180,0 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 - Usaquen el espesor es de 90,0 m. Este conjunto ha sido denominado Formación Arenisca Tierna por algunos autores tales como Julivert (1963), Mclaughlin (1975), Pérez 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 transversalmente 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

El sector evaluado se encuentra en el Flanco Occidental del anticlinal de Bogotá en donde los buzamientos tienen una tendencia entre 40 y 50 grados hacia el Occidente en este sector son frecuentes los replegamientos y fallas con desplazamientos.

2.2.3.1. Formación Labor y Tierna

En el sitio se observa un afloramiento de la Formación Arenisca de Labor y Tierna que se encuentra dividida en dos secciones; las cuales se encuentran separadas por una falla geológica, que se manifiesta en superficie por la presencia de una brecha de falla.

En el escarpe superior afloran areniscas de tonalidad amarilla de grano fino a medio en matriz arcillosa, en contrapendiente estructural buzando en posición favorable al talud, se midió un Rumbo N15E y un Buzamiento 30 SE, hay presencia de diaclasas sin mineralización y espaciadas entre 0,5 m y 1,0 m. La parte baja de este nivel de areniscas esta afectada por fracturamiento, condición que la cataloga como inestable y susceptible a la caída de rocas.

En la parte baja del paquete de areniscas se observa una brecha de falla conformada por fragmentos de arenisca y matriz limo arcillosa, con espesor cercano a los 3,0 m, esta zona es susceptible a los procesos de erosión hídrica concentrada, condición que la cataloga como inestable.

En la parte baja del afloramiento se observa un paquete de limolita silícea, que se encuentra buzando en el mismo sentido de la pendiente, su rumbo es de N15E y Buzamiento de 50 NW.

En la parte media hay un material deslizado, que incluye roca alterada y material arcilloso y arenoso.

2.2.3.2. Depósito de ladera (Qco)

Un depósito de ladera reposa discordantemente sobre las areniscas, el depósito esta integrado por cantos a bloques subredondeados y angulares de arenisca en una matriz areno arcillosa. En el extremo NW del sector evaluado se observan bloques subredondeados de arenisca, con tamaños desde 0,5 a 2,5 m, que se encuentran como bloques aislados.

2.2.4. Geomorfología

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 frente estructural (FE)

Presenta escarpes con pendientes de 24º, esta constituida por Rocas del Grupo Guadalupe, el buzamiento de la estratificación se encuentra en el mismo sentido de la pendiente de el terreno, en el área de estudio los estratos buzan SE en la parte superior y SW en la parte inferior.

2.2.4.2. Unidad agradacional depósito de ladera (ADL)

Se caracteriza por relieves medianamente abrupto, desarrollados en laderas con pendientes de 15º - 20º, constituidos por depósitos de pendiente, tipo coluvión, integrados por bloques de arenisca en una matriz arenosa predominante.

2.2.5. Procesos morfodinámicos

Los procesos morfodinámicos que afectan la ladera, son el producto de la infiltración de las aguas lluvias en el talud desprotegido de vegetación y la disposición

desfavorable de la estratificación; en el proceso constructivo se realizó un corte para construir la vía de acceso, este corte desestabilizó la ladera y generó áreas potenciales de deslizamiento.

Las laderas se encuentran afectadas por erosión hídrica concentrada, erosión en surcos y erosión laminar en el depósito de ladera.

En el sector norte cerca de la torre 5, se observa la presencia de reptación leve en una ladera, evidenciada por la inclinación de los árboles presentes.

Frente al parqueadero de la torre 7 se presentó un fenómeno de remoción en masa tipo traslacional, que trasladó material desde la parte superior y media del talud y lo acumuló sobre la vía, el material deslizado forma parte de un depósito de ladera generado por la caída de rocas del nivel superior de areniscas y de la zona brechada.

La posición desfavorable de las rocas en la parte baja del talud sirvió como rampa para que el material se deslizara y se acumulara en la vía de acceso.

2.2.6. 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 facturación
g) Persistencia a continuidad
h) Clasificación de los macizos rocosos por el R.Q.D.
i) Presencia de agua

2.2.6.1. Clasificación del macizo según la CSIR

Tabla 2.1. Caracterización de macizo rocoso Barrio Bosque de Pinos

PARAMETROS	SECTOR LOS PINOS	VALOR
Resistencia de la roca inalterada Kgf /cm²	1000	7
Índice de calidad de la roca	50-75%	13
Espaciamiento de las fisuras	5-30 cm	10
Estado de las fisuras: Superficies algo rugosas, separación menor de 1 mm paredes de roca dura		20
Influencia del agua	Totalmente seco	10
Evaluación		60
Ajuste en evaluación y buzamiento de fisuras: favorable		-5
valuación total		55
cohesión y ángulo de fricción	$4*10^{3}$ lb/in ²	45°

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 Sierras del Moral es de tipo III que corresponde a tipo de roca regular.

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 y establecido con base en los resultados de ensayos de laboratorio obtenidos, presenta las siguientes características:

- En la corona de la zona de estudio se encuentran la roca arenisca de tonalidad amarilla de grano fino a medio, en matriz arcillosa, en contrapendiente estructural, buzando en posición favorable al talud, su Rumbo es N15E y presenta un Buzamiento 30º SE; hay presencia de diaclasas sin mineralización y espaciadas entre 0,5 m y 1,0 m.

- Bajo las areniscas se observa una brecha de falla conformada por fragmentos de arenisca y matriz limo arcillosa, con espesor cercano a los 3,0 m, esta zona es susceptible a los procesos de erosión hídrica, condición que la cataloga como inestable.

- En la parte baja del talud se observa una limolita silícea, que se encuentra buzando en el mismo sentido de la pendiente, su rumbo es de N15E y presenta un buzamiento de 50º NW.

- Adicionalmente la superficie del talud se encuentra recubierta por una capa de material orgánico y por la cobertura vegetal, cuyo espesor varia entre 0,4 y 1,2 m.

Durante las actividades no se encontró nivel freático.

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 y peso unitario.

El ensayo de corte directo se realizó a una de las muestras de limolita silícea tomada en la zona del deslizamiento (Trinchera No. 3), la cual presenta una pendiente estructural desfavorable y por consiguiente puede ser el causante de futuros FRM:

Para determinar la resistencia al corte se empleo el ensayo de corte directo con esfuerzos normales de 1,00 Kg/cm^2, 1,50 Kg/cm^2 y 2,00 Kg/cm^2.

Tabla 2.3. Características de los materiales analizados.

PERFORACIÓN Y MUESTRA	MATERIAL	PESO UNITARIO TOTAL Ton/m³	COHESIÓN Ton/m²	ANGULO DE FRICCIÓN
TRINCHERA 3 MUESTRA 4	Arena de grano fino y arcilla limosa , color gris claro con vetas rojizas, (limolita) su fracción fina presenta un comportamiento de plasticidad baja y de baja compresibilidad	2,02	26	37,8

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 del deslizamiento fue la precipitación del mes de marzo de 2006 que afecto al sitio.

El deslizamiento ocurrido es del tipo traslacional según Varnes[1], debido a que el afloramiento de Limolitas silíceas presenta una superficie estructural desfavorable. En la zona del deslizamiento se encontraron varios factores que determinan la susceptibilidad al deslizamiento:

- El estrato de limolita sílicea que aflora en la parte inferior del deslizamiento presenta una pendiente estructural desfavorable.

- El grado de fracturamiento de la roca arenisca presente en la parte alta del talud, principalmente por encontrarse cerca de la brecha de falla.

- La presencia de Eucaliptos de alto porte las cual es nociva para los materiales del talud ye que fomenta la fisuración del estrato rocoso.

2.3.2.2. Modelo geotécnico

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

En la corona del talud se encuentra un afloramiento de arenisca, cuyos estratos tienen rumbo N15E y buzamiento favorable al talud de 30º SE, este afloramiento presenta diaclasas separadas entre 0,5 y 1,0 m, las cuales favorecen el desprendimiento de bloques de areniscas.

Bajo las areniscas de la corona del talud se encuentra un afloramiento de limolitas silíceas, cuyos estratos tienen rumbo N 15 E y buzamiento desfavorable al talud de 50º NW, el cual puede generar deslizamientos de material en las zonas que presenten mayor pendiente a la del buzamiento.

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

- **Parámetros de resistencia**

La limolita presente tiene una cohesión de 26 Ton/m^2 en condición ligeramente alterada, un ángulo de fricción de 37,8º y un peso unitario de 2,02 Ton/m^3.

Para el análisis entre la arenisca y la limolita se consideró una cohesión de cero (0,0) entre bloques, un ángulo de fricción de 37,8º y un peso unitario de 2,0 Ton/m^3.

2.3.2.3. Análisis

Teniendo en cuenta que el deslizamiento ocurrido es del tipo traslacional, para el análisis del talud, se utilizó el método de la falla plana[2] 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 0,92, considerando un valor de cohesión de la limolita de cero (0,0) para simular el alto estado de alteración en que se encuentra el material inestable que aun no ha sido retirado del talud o el material que presenta una pendiente mayor a su pendiente estructural.

Teniendo en cuenta que un factor de seguridad de 0,92 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 de la limolita, obteniendo un valor de 0,05 Ton/m^2 para un factor de seguridad FS = 1,0 el cual plasma la condición actual del talud.

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

Al establecer la condición actual del talud con una variación tan pequeña en el valor de la cohesión de la limolita, se corrobora que el talud se encuentra en una condición de equilibrio límite y por tanto es necesario proyectar obras que estabilicen el talud.

El análisis realizado también concluye que la caída de bloques de arenisca fue generado principalmente por la perdida de soporte de estos en el momento del deslizamiento de los estratos de limolita que lo infrayacen, lo cual fue facilitado por el grado de fracturación de la arenisca.

Adicionalmente aunque en el resto del talud se encuentran los mismos materiales encontrados en la zona del deslizamiento, la información topográfica indica que en estos sectores las pendientes son menores, razón por la cual estos afloramientos están estables, sin embargo se observa un efecto negativo por parte de los Eucaliptos presentes en toda el área del talud, los cuales por su tamaño y porte considerable generan en aumento en la fisuración de los estratos rocosos.

En el Anexo C se pueden observar los resultados de laboratorio obtenidos de las muestras tomadas en campo, los reportes de investigación del subsuelo y la información geológica recopilada en campo.

2.4. OBRAS DE ESTABILIZACIÓN

A continuación se describen las alternativas de intervención tanto en la zona del deslizamiento, como en el resto del talud:

2.4.1. Alternativa No. 1

En la zona del deslizamiento la primera alternativa contempla el retiro del material suelto que se encuentra depositado en la parte baja del talud, luego el perfilado del afloramiento de limolitas a una pendiente de 1H:1,4V, la cual es menor al buzamiento de este material; posteriormente incluye el perfilado del afloramiento de areniscas desde el contacto con las limolitas silíceas, hasta la corona, a una pendiente de

1H:1,6V, este perfilado requiere el retiro de todos los bloques inestables de este afloramiento.

Esta alternativa incluye la reubicación de un tramo del canal de coronación existente debido al retroceso de la corona producto del perfilado proyectado, por lo que las condiciones de drenaje del talud continúan siendo las mismas que las encontradas en la situación actual.

Los árboles presentes en la zona del deslizamiento deben ser retirados y el afloramiento de limolitas debe ser protegido contra la erosión mediante la instalación de una cobertura vegetal a base de césped.

Para el resto del talud esta alternativa contempla el reemplazo de los Eucaliptos existentes en el área en estudio, una vez se haya implantado una revegetalización con la especie Fikus Sabanero.

2.4.2. Alternativa No. 2

La alternativa No. 2 contempla el retiro del material suelto que se encuentra depositado en la parte baja del talud mediante un perfilado leve de la superficie, para luego comenzar la construcción de una protección de concreto lanzado anclada al macizo rocoso mediante la utilización de pernos de anclaje.

Este perfilado no contempla una pendiente especifica con el fin de evitar grandes excavaciones por que la alternativa perdería sentido, solamente se debe retirar el material suelto siguiendo la forma natural del talud.

En cuanto a las areniscas de la parte superior del talud se contempla el perfilado del afloramiento desde el contacto con las limolitas silíceas, hasta la corona, a una pendiente de 1H:1,6V, este perfilado requiere el retiro de todos los bloques inestables de este afloramiento.

En el resto del talud se contemplan las mismas actividades de revegetalización y reemplazo de los árboles existentes contempladas en la alternativa No. 1.

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.

- La construcción de la alternativa No. 1 implica una menor inversión, ya que solo contempla la realización de perfilados del talud con su respectiva protección mediante cobertura vegetal.

- La alternativa No. 1 implica una menor intervención de la ladera.

- La construcción de la alternativa No. 2 facilita al talud una protección eficaz contra la erosión.

Teniendo en cuenta los anteriores aspectos, consideramos que la alternativa más viable para la ejecución del proyecto, es la No. 1, ya que se obtienen resultados similares con una menor inversión.

2.5.1. Diseño alternativa No. 1

Con el fin de evaluar el funcionamiento de las obras propuestas en la alternativa No 1 se utilizó el mismo modelo geotécnico establecido en la etapa de análisis y a su vez se modificaron las pendientes establecidas por los perfilados proyectados, las cuales corresponden a 35º grados para el afloramiento de limolitas y de 60º para el afloramiento de areniscas.

A diferencia del modelo de análisis, para la revisión del talud en la zona de las limolitas, se tuvo en cuenta que este material se encuentra ligeramente alterado, presentando una cohesión c = 26 Ton/m^2 debido a que el material alterante alterado ya fue retirado por el perfilado proyectado.

Una vez realizado el análisis en la zona del las limolitas se obtuvo un factor de seguridad de FS = 113, el cual indica que al retirar el material alterado, el valor de la cohesión de la limolita, juega un papel importante en la estabilidad del talud, por tal razón y teniendo en cuenta que este valor se degrada con el tiempo, se tendió el talud con una pendiente de 35º, menor a la del buzamiento de los estratos.

Una vez estabilizadas las limolitas en la parte baja del talud se garantiza la estabilidad de las areniscas, sin embargo se proyecto el perfilado de este material a una pendiente de 60º, para retirar (Desprendimiento controlado) los bloques inestables o sueltos existentes.

Del análisis de los bloques de arenisca contemplando el perfilado proyectado se obtuvo un factor de seguridad FS = 2,58, el cual indica que las obras propuestas son suficientes para estabilizar este material.

Es importante anotar que para el análisis de los bloques de arenisca se tuvo en cuenta la acción del agua de infiltración producto de la escorrentía, con el fin de contemplar que este material quedara expuesto a los efectos de la intemperie.

A continuación se enuncian las obras contempladas por esta alternativa:

- Perfilado del talud en la zona de limolitas a una pendiente de 35º con el fin de retirar los materiales alterados.

- Perfilado del talud en la zona de areniscas a una pendiente de 60º con el fin de retirar (Desprendimiento controlado) los bloques inestables o sueltos existentes.

- Empradización del talud en la zona de limolitas, con el fin de protegerlas contra los efectos de la erosión.

- Reubicación de un tramo del canal existente, debido al retroceso de la corona del talud por el perfilado proyectado.

- Revegetalización del resto del talud con la especie Fikus Sabanero.

- Retiro de los árboles Eucalipto presentes en todo el talud incluida el área del deslizamiento.

En el Anexo D se pueden encontrar los planos de construcción de la alternativa definitiva.

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.

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, barreras de protección 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.

- **Excavaciones para filtros**

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

- **Excavaciones para gaviones**

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

Cuando la cimentación deba asentarse sobre una superficie excavada que no sea roca, el Constructor deberá tener especial cuidado para no perturbar el fondo de la excavación, tomando la precaución adicional de no remover el material del fondo de

la excavación hasta la cota de cimentación prevista, sino en el instante en que se encuentre debidamente preparado para colocar el cimiento.

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

- **Excavaciones para remoción de derrumbes y/o 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.

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

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

2.7.2.5. Controles

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

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

- Comprobar el estado del equipo utilizado por el Constructor.

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

- Vigilar el cumplimiento del programa de trabajo.

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

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

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

2.7.2.6. Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

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

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.

2.7.2.7. Medida

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

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

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

2.7.2.8. Forma de pago

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

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

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

2.7.2.9. Ítem de pago

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

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

2.7.3. Rellenos para estructuras

2.7.3.1. Generalidades

Este trabajo consiste en la colocación en capas, humedecimiento o secamiento, conformación y compactación de los materiales adecuados provenientes de la misma excavación, de los cortes o de otras fuentes, para rellenos a lo largo de las estructuras propuestas en el proyecto, previa la ejecución de las obras de excavaciones varias, drenaje y subdrenaje contempladas en el proyecto o autorizadas por el Interventor.

Incluye, además, la construcción de capas filtrantes por detrás de los, muros de contención y otras obras, en los sitios y con las dimensiones señalados en los planos del proyecto o indicados por el Interventor, en aquellos casos en los cuales dichas operaciones no formen parte de otra actividad o estén contempladas por otra especificación.

2.7.3.2. Materiales

Todos los materiales que se empleen en la construcción del relleno deberán provenir de las excavaciones de la explanación, de préstamos laterales o de fuentes aprobadas; deberán estar libres de sustancias deletéreas, de materia orgánica, raíces y otros elementos perjudiciales. Su empleo deberá ser autorizado por el Interventor, quien de ninguna manera permitirá la construcción del relleno con materiales de características expansivas.

Los materiales que se empleen en la construcción del relleno deberán cumplir los requisitos indicados en la tabla siguiente.

Tabla 2.4. Requisitos de los materiales de relleno

Suelos	Seleccionados	Adecuados	Tolerables
Aplicación	**Corona, Núcleo, Cimiento**	**Corona, Núcleo, Cimiento**	**Núcleo, Cimiento.**
Tamaño máximo	75 mm	100 mm	150 mm
Pasa tamiz de 75 µm (No.200)	≤25% en peso	≤35% en peso	≤35% en peso
C.B.R. de laboratorio	≥10	≥5	≥3
Expansión en prueba C.B.R.	0%	<2%	<2%
Contenido de materia orgánica	0%	<1%	<2%
Límite líquido	<30	<40	<40
Índice plástico	<10	<15	

El tamaño máximo y el porcentaje que pasa el tamiz de 75 µm. (No.200) se determinarán mediante el ensayo de granulometría según norma de ensayo INV E-123, el C.B.R. y la expansión, de acuerdo con lo indicado en la norma de ensayo INV E-148; el contenido de materia orgánica, según lo establecido en la norma INV E-121; y el límite líquido y el índice plástico conforme lo establecen las normas INV E-125 y E-126, respectivamente.

Los valores de C.B.R. indicados en la Tabla anterior corresponden a los medidos a una densidad mínima del 95 % de la densidad óptima de compactación.

Para la construcción de las capas filtrantes, el material granular deberá cumplir con alguna de las granulometrías que se indican a continuación.

Tabla 2.5. Granulometría material filtrante

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA		
Normal	Alterno	RE-1	RE-2	RE-3
150 mm	6"	100	-	-
100 mm	4"	90 - 100	-	-
75 mm	3"	80 - 100	100	-
50 mm	2"	70 - 95	-	100
25.0 mm	1"	60 - 80	91 - 97	70 - 90
12.5 mm	1/2"	40 - 70	-	55 - 80
9.5 mm	3/8"	-	79 - 90	-
4.75 mm	N° 4	10 - 20	66 - 80	35 - 65
2.00 mm	N° 10	0	-	25 - 50
6.00 µm	N° 30	-	0 - 40	15 - 30
150 µm	N° 100	-	0 - 8	0 - 3
75 µm	N° 200	-	-	0 - 2

2.7.3.3. Equipo

Los equipos de extensión, humedecimiento y compactación de los rellenos para estructuras deberán ser los apropiados para garantizar la ejecución de los trabajos de acuerdo con los exigencias de la presente especificación.

2.7.3.4. Ejecución de los trabajos

El Constructor deberá notificar al Interventor, con suficiente antelación al comienzo de la ejecución de los rellenos, para que éste realice los trabajos topográficos necesarios y verifique la calidad del suelo de cimentación, las características de los materiales por emplear y los lugares donde ellos serán colocados.

Antes de iniciar los trabajos, las estructuras contra las cuales se colocarán los rellenos, deberán contar con la aprobación del Interventor.

Cuando el relleno se vaya a colocar contra una estructura de concreto, sólo se permitirá su colocación después de catorce (14) días de fundido el concreto o hasta que la resistencia de éste alcance el doble del valor del esfuerzo de trabajo impuesto por la carga diseño.

Los rellenos para alcantarillas de tubería podrán ser iniciados inmediatamente después de que el mortero de la junta haya endurecido lo suficiente para que no sufra ningún daño a causa de estos trabajos.

Siempre que el relleno se haya de asentar sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subterránea, previamente se deberán desviar las primeras y captar y conducir las últimas fuera del área donde se vaya a construir el relleno.

Todo relleno colocado antes de que lo autorice el Interventor, deberá ser retirado por el Constructor, a su costa.

- **Preparación de la superficie base de los rellenos**

El terreno base del relleno deberá estar libre de vegetación, tierra orgánica, materiales de desecho de construcción u otros materiales objetables, y deberá ser preparado de acuerdo con las dimensiones señaladas en los planos del proyecto.

- **Extensión y compactación del material**

Los materiales de relleno se extenderán en capas sensiblemente horizontales y de espesor uniforme, el cual deberá ser lo suficientemente reducido para que, con los medios disponibles, se obtenga el grado de compactación exigido.

Cuando el relleno se deba depositar sobre agua, las exigencias de compactación para las capas sólo se aplicarán una vez que se haya obtenido un espesor de un metro (1.0m) de material relativamente seco.

Durante la ejecución de los trabajos, la superficie de las diferentes capas deberá tener la pendiente transversal adecuada, que garantice la evacuación de las aguas superficiales sin peligro de erosión.

Una vez extendida la capa, se procederá a su humedecimiento, si es necesario. El contenido óptimo de humedad se determinará en la obra, a la vista de la maquinaria disponible y de los resultados que se obtengan en los ensayos realizados.

En los casos especiales en que la humedad del material sea excesiva para conseguir la compactación prevista, el Constructor deberá tomar las medidas adecuadas, pudiendo proceder a la desecación por aireación o a la adición y mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas, como cal viva. En este último caso, deberá adoptar todas las precauciones que se requieran para garantizar la integridad física de los operarios.

Obtenida la humedad apropiada, se procederá a la compactación mecánica de la capa. En áreas inaccesibles a los equipos mecánicos, se autorizará el empleo de compactadores manuales que permitan obtener los mismos niveles de densidad del resto de la capa. La compactación se deberá continuar hasta lograr las densidades exigidas en la presente especificación.

La construcción de los rellenos se deberá hacer con el cuidado necesario para evitar presiones y daños a las estructuras.

- **Capas filtrantes**

Cuando se contemple la colocación de capas filtrantes detrás las estructuras, ellas se deberán colocar y compactar antes o simultáneamente con los demás materiales de relleno, tomando la precaución de que éstos no contaminen a aquéllos.

- **Acabado**

Al concluir cada jornada de trabajo, la superficie de la última capa deberá estar compactada y bien nivelada, con declive suficiente que permita el escurrimiento de aguas lluvias sin peligro de erosión.

- **Limitaciones en la ejecución**

Los rellenos para estructuras sólo se llevarán a cabo cuando no haya lluvia o fundados temores de que ella ocurra y la temperatura ambiente, a la sombra, no sea inferior a dos grados Celsius (2°C).

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 utilizado por el Constructor.

- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.
- Comprobar que los materiales cumplan los requisitos de calidad exigidos en la presente especificación.

- Realizar medidas para determinar espesores y levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie.

- Verificar la densidad de cada capa compactada. Este control se realizará en el espesor de cada capa realmente construida, de acuerdo con el proceso constructivo aprobado.

- Controlar que la ejecución del relleno contra cualquier parte de una estructura, solamente se comience cuando aquella adquiera la resistencia especificada.

- Medir los volúmenes de relleno y material filtrante colocados por el Constructor en acuerdo a la presente especificación.

2.7.3.6. Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

- **Calidad de los materiales**

La calidad de los materiales de relleno se establecerá de conformidad con los ensayos indicados en la presente especificación.

- **Calidad del producto terminado**

Los taludes terminados no deberán acusar irregularidades a la vista.

La cota de cualquier punto de relleno, no deberá variar más de treinta milímetros (30 mm) de la proyectada.

En las obras concluidas no se admitirá ninguna irregularidad que impida el normal escurrimiento de las aguas superficiales.

En adición a lo anterior, el Interventor deberá adelantar las siguientes comprobaciones:

- **Compactación**

Los niveles de densidad por alcanzar en las diversas capas del relleno son los mismos que se indican en el aparte **Materiales** de estas especificaciones. Sin embargo, el tamaño de la muestra será definido por el Interventor.

La compactación de las capas filtrantes se considerará satisfactoria cuando ellas presenten una estanqueidad similar a la del relleno adjunto.

2.7.3.7. Medida

La unidad de medida para los volúmenes de rellenos y capas filtrantes será el metro cúbico (m^3), aproximado al metro cúbico completo, de material compactado, aceptado por el Interventor, en su posición final.

Los volúmenes serán determinados por el método de áreas promedias de secciones transversales del proyecto localizado, en su posición final, verificadas por el Interventor antes y después de ser ejecutados los trabajos

No habrá medida ni pago para los rellenos y capas filtrantes por fuera de las líneas del proyecto o de las establecidas por el Interventor, efectuados por el Constructor, ya sea por negligencia o por conveniencia para la operación de sus equipos.

Tampoco se medirán los rellenos y capas filtrantes que haga el Constructor en sus caminos de construcción y obras auxiliares que no formen parte del proyecto.

2.7.3.8. Forma de pago

El trabajo de rellenos para estructuras se pagará al precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada satisfactoriamente de acuerdo con la presente especificación y aceptada por el Interventor.

Todo relleno con material filtrante se pagará al respectivo precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada satisfactoriamente y aceptada por el Interventor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de construcción o adecuación de las vías de acceso a las fuentes de materiales, la extracción, preparación y suministro de los materiales, así como su cargue, transportes, descargue, almacenamiento, colocación, humedecimiento o secamiento, compactación y, en general, todo costo relacionado con la correcta construcción de

los rellenos para estructuras y las capas filtrantes, de acuerdo con los planos del proyecto, esta especificación y las instrucciones del Interventor.

El precio unitario deberá incluir, además, los costos de señalización preventiva de la vía y ordenamiento del tránsito automotor durante el período de ejecución de los trabajos.

Los costos por concepto de preparación de las superficies sobre las cuales se construirán los rellenos y capas filtrantes, se reconocerán de acuerdo la especificación "Excavaciones Varias".

2.7.3.9. Ítem de pago

2.7.3.A. Rellenos para estructuras	Metro cúbico (m^3)
2.7.3.B. Material filtrante	Metro cúbico (m^3)

2.7.4. Empradización de taludes

2.7.4.1. 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.

2.7.4.2. 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.

2.7.4.3. 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

2.7.4.4. 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.

2.7.4.5. 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.

2.7.4.6. 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.

2.7.4.7. 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.

2.7.4.8. 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.

2.7.4.9. Ítem de pago

2.7.4. Empradización de taludes con cespedon Metro cuadrado (m^2)

2.7.5. Revegetalización de taludes

2.7.5.1. Descripción

Este trabajo consiste en la plantación de especies nativas sobre taludes, 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 revegetalizadas hasta el recibo definitivo de los trabajos.

2.7.5.2. Materiales

La revegetalización deberá efectuarse con la especie Fikus Sabanero, ubicando mínimo cuatro unidades por metro cuadrado.

Los especimenes deberán estar en ‘optimas condiciones sur raíces deben estar adheridas a la capa de tierra orgánica en la que son transportados.

- **Agua**

Para el riego periódico de la zona de revegetalización se empleará agua que en el sitio de los trabajos se considere aceptable para esta actividad.

2.7.5.3. Equipo

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

2.7.5.4. Ejecución de los trabajos

- **Preparación de la superficie existente**

El Contratista deberá preparar los sitios en donde se ubicaran cada uno de los especimenes, realizando la excavación necesaria para que estos queden debidamente apoyados, esta distribución debe ser uniforme y estar previamente aprobada por El Interventor.

Sobre la superficie preparada se aplicará abono del tipo orgánico y a continuación, colocaran los arbustos, retirando totalmente el empaque plástico de la raíz, completando con tierra orgánica el volumen de la excavación realizada.

Una vez plantados los arbustos la superficie, se deberá regar de manera abundante y en lo sucesivo diariamente.

- **Conservación**

El área revegetalizada se deberá regar diariamente hasta su recibo definitivo por parte del Interventor.

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

2.7.5.5. Controles

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

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

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

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

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

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

2.7.5.6. Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

El Interventor no recibirá los trabajos antes de noventa (90) días de concluida la siembra o cuando los arbustos se encuentre bien adheridos al terreno natural. En el momento del recibo definitivo, cada uno de los especimenes deberá estar en perfectas condiciones, de lo contrario debe ser reemplazado.

2.7.5.7. Medida

La unidad de medida de la revegetalización de taludes será el metro cuadrado (m^2), aproximado al entero, de área revegetalizada 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 revegetalizadas por fuera de los límites autorizados por el Interventor.

2.7.5.8. Forma de pago

El pago de la revegetalización 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; preparación de la superficie y el riego periódico del área revegetalizada; el suministro y aplicación de fertilizantes, insecticidas y demás materiales requeridos para la conservación del área revegetalizada; los desperdicios, el transporte al sitio de obra y en general, todo costo adicional relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

2.7.5.9. Ítem de pago

2.7.5. Revegetalización de taludes Metro cuadrado (m^2)

2.7.6. 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.

2.7.6.1. 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.

2.7.6.2. 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:

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

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

Para los anteriores propósitos se efectuarán los siguientes ensayos:

- **Consistencia**

La consistencia del concreto será determinada por medio de ensayos de asentamiento y de acuerdo con los requisitos establecidos en la Norma ASTM C-143. El asentamiento del concreto no deberá exceder de cinco centímetros, excepto en concreto bombeado, para el cual se permitirán asentamientos hasta de 10 centímetros; a menos que se indique lo contrario, la máxima relación agua/cemento permisible en la elaboración de concretos será de 0.50, para concreto con f'c mayor a 210 kg/cm2.

- **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.

2.7.6.3. 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 2.6.

Tabla 2.6. Clases de concreto

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

El concreto ciclópeo (Clase G) consistirá en una mezcla de piedras grandes y concreto Clase D, en una relación de 40% de piedra y 60% de concreto simple y se usará donde lo indiquen los planos o lo ordene la Interventoría. Las piedras para este concreto ciclópeo deberán ser de 15 a 30 centímetros (media zonga), de calidad aprobada, sólidas y libres de segregaciones, fracturas, grietas y otros defectos estructurales o imperfecciones. Las piedras deberán estar exentas de superficies redondeadas o meteorizadas. Todas las piedras meteorizadas serán rechazadas. Las piedras deberán mantenerse libres de polvo, aceite o de cualquier otra impureza que pueda afectar su adherencia con el concreto.

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

2.7.6.4. 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.

2.7.6.5. 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 2.7.

2.7.6.6. Consistencia

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

2.7.6.7. 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 2.7 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 2.7.

Tabla 2.7. Agregado grueso

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

- **Aditivos**

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

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

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

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

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

2.7.6.8. 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 2.8.

Tabla 2.8. 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.

2.7.6.9. 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.

- **Muestreo y Ensayos**

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

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.

- **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.

2.7.6.10. 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 2.9.

Tabla 2.9. 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 2.9 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.

2.7.6.11. 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.

2.7.6.12. 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.

2.7.6.13. 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.

2.7.6.14. 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.

2.7.6.15. 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.

2.7.6.16. 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.

2.7.6.17. 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.

2.7.6.18. 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 :

2.7.6.19. 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.

2.7.6.20. 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.

2.7.6.21. 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.

2.7.6.22. 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.

2.7.6.23. 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.

2.7.6.24. Ítem de pago

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

2.7.7. Poda y tumbado de árboles

2.7.7.1. Descripción

Este trabajo consiste en el retiro mediante poda y tumbado de los árboles de la especie Eucalipto presentes dentro de la zona de revegetalización y en los sitios indicados en los planos o determinados por el Interventor. Este trabajo no contempla el desraizado de los árboles talados.

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

2.7.7.2. Materiales

Se dispondrá de los materiales obtenidos como resultado de la ejecución de los trabajos, atendiendo las normas y disposiciones legales vigentes.

2.7.7.3. Equipo

El equipo empleado para la ejecución de los trabajos 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.

La tala se realizara con motosierra, los árboles serán descopados y desramados preferiblemente mediante la utilización de serrucho curvo y/o con machete.

2.7.7.4. Ejecución de los trabajos

El Contratista debe contar con todos los permisos requeridos, antes de comenzar esta actividad.

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, hasta dejar los troncos a ras del suelo.

Es necesaria la delimitación perimetral con cinta reflectiva, adicionalmente es necesario el cierre de la vía de la parte inferior del talud en los momentos en que se vayan a tumbar los troncos de los árboles.

La actividad de poda y tumbado no incluye el desraizado con el fin de evitar mayores intervenciones al talud.

Los árboles talados que sean susceptibles de aprovechamiento, deberán ser despojados de sus ramas y cortados en trozos de tamaño conveniente, los que deberán apilarse debidamente dentro de una zona aprobada por el interventor, para su posterior disposición por parte del Contratista.

2.7.7.5. 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 ajuste a las exigencias de la presente especificación y todas las disposiciones legales vigentes.

- Establecer 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.

2.7.7.6. Medida

La unidad de medida del presente ítem corresponde a la unidad, dentro de las zonas señaladas en los planos o indicadas por el Interventor. No se incluirán en la medida las unidades intervenidas por fuera del área establecida por el proyecto o por el Interventor.

2.7.7.7. Forma de pago

El pago de la poda y tumbado de árboles 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 podar, destroncar y disponer de los materiales sobrantes en los sitios aprobados por el Interventor. El precio unitario deberá cubrir, además, el cargue, transporte y descargue y debida disposición de estos materiales sobrantes, así como la mano de obra, herramientas, equipo necesario para la ejecución de los trabajos y la obtención de todos los permisos requeridos.

2.7.7.8. Ítem de pago

2.7.7. Poda y tumbado de árboles	Unidad (UN)

CAPITULO 3

CONCLUSIONES

- En el sitio de estudio aflora la Formación Arenisca de Labor y Tierna perteneciente al grupo Guadalupe.

- El talud en estudio presenta cobertura vegetal principalmente conformada por maleza y arbustos, adicionalmente se encuentran áboles de la especie Eucalipto con porte mayor a los 6,0 m de altura. En la zona inestable se perdió la cobertura vegetal.

- En el escarpe superior del talud afloran areniscas de tonalidad amarilla de grano fino a medio en matriz arcillosa, en contrapendiente estructural buzando en posición favorable al talud, se midió un Rumbo N15E y un Buzamiento 30 SE

- En la parte baja del paquete de areniscas se observa una brecha de falla conformada por fragmentos de arenisca y matriz limoarcillosa, con espesor cercano a los 3,0 m.

- En la parte baja del talud se observa un estrato de limolitas silíceas, que se encuentra buzando en el mismo sentido de la pendiente, su rumbo es de N15E y Buzamiento de 50 NW.

- El deslizamiento ocurrido es del tipo traslacional según Varnes, debido a que el afloramiento de Limolitas silíceas presenta una superficie estructural desfavorable, adicionalmente en la parte alta del talud se presenta caída de rocas por el grado de fracturamiento en que se encuentran.

- El factor detonante del deslizamiento fue la fuerte lluvia del mes de marzo de 2006; la susceptibilidad al deslizamiento esta dada por la pendiente estructural desfavorable del estrato de limolita sílicea en la parte inferior del deslizamiento y la presencia de Eucaliptos de alto porte en el talud que imponen cargas sobre los materiales del talud y fomentan la fisuración del estrato rocoso. Con la perdida de soporte por los deslizamientos de la limonita se generan caídas de bloques de arenisca de la parte alta.

- La alternativa más viable para la ejecución del proyecto, es la No. 1, correspondiente al perfilado y protección del talud con cobertura vegetal, en la zona del deslizamiento y revegetalización y reemplazo del Eucaliptos en el resto del talud.

- El Costo de las obras propuestas es de $ 45.866.181,64 m/cte incluido un AIU del 25 %.

CAPITULO 4

RECOMENDACIONES

- Es responsabilidad del Constructor brindar las medidas de seguridad necesarias durante la ejecución de las obras. Se deben construir las barreras necesarias para contener la caída de bloques a la vía.

BIBLIOGRAFÍA

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

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

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

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

TABLA DE CONTENIDO

Pag.

GLOSARIO 1

INFORME PRINCIPAL 2

INTRODUCCION 2

CAPITULO 1 4

1.1. LOCALIZACIÓN 4

1.2. UBICACIÓN TEMPORAL. 4

1.3. ÁREA DE INFLUENCIA 5

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

1.4. ANTECEDENTES. 5

1.5. DESCRIPCIÓN 9

1.5.1. Patología estructural de la infraestructura básica existente 11

CAPITULO 2 12

ANALISIS DE INGENIERIA. 12

2.1. TRABAJOS DE CAMPO. 12

2.1.1. Topografía. 12
2.1.1.1. Método de Trabajo 13
2.1.2. Exploración del Subsuelo 15

2.2. GEOLOGÍA 17

2.2.1. Estratigrafía 17
2.2.2. Geología Estructural 18
2.2.3. Geología Local 19
2.2.3.1. Formación Labor y Tierna 19
2.2.3.2. Depósito de ladera (Qco) 20
2.2.4. Geomorfología 20
2.2.4.1. Unidad frente estructural (FE) 20
2.2.4.2. Unidad agradacional depósito de ladera (ADL) 20
2.2.5. Procesos morfodinámicos 20
2.2.6. Caracterización del macizo rocoso 21
2.2.6.1. Clasificación del macizo según la CSIR 22

2.3. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD 23

2.3.1. Perfil Estratigráfico 23
2.3.2. Diagnóstico 24
2.3.2.1. Factores detonantes 24
2.3.2.2. Modelo geotécnico 25
2.3.2.3. Análisis 26

2.4. OBRAS DE ESTABILIZACIÓN 27

2.4.1. Alternativa No. 1 27
2.4.2. Alternativa No. 2 28

2.5. ANÁLISIS DE VIABILIDAD 29
2.5.1. Diseño alternativa No. 1 29

2.6. CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO. 31

2.7. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN. 31

2.7.1. Desmonte y limpieza 31
2.7.1.1. Generalidades 31
2.7.1.2. Equipo 32
2.7.1.3. Ejecución de los trabajos 32
2.7.1.4. Remoción y disposición de materiales 33
2.7.1.5. Controles 33
2.7.1.6. Condiciones específicas para el recibo y tolerancias 34
2.7.1.7. Medida 34
2.7.1.8. Forma de pago 34
2.7.1.9. Ítem de pago 35
2.7.2. Excavaciones varias 35
2.7.2.1. Descripción 35
2.7.2.3. Equipo 36
2.7.2.4. Ejecución de los trabajos 36
2.7.2.5. Controles 38
2.7.2.6. Condiciones específicas para el recibo y tolerancias 39
2.7.2.7. Medida 39
2.7.2.8. Forma de pago 40
2.7.2.9. Ítem de pago 41
2.7.3. Rellenos para estructuras 41
2.7.3.1. Generalidades 41
2.7.3.2. Materiales 41
2.7.3.3. Equipo 43
2.7.3.4. Ejecución de los trabajos 43
2.7.3.5. Controles 46
2.7.3.6. Condiciones específicas para el recibo y tolerancias 47
2.7.3.7. Medida 48
2.7.3.8. Forma de pago 48
2.7.3.9. Ítem de pago 49
2.7.4. Empradización de taludes 49
2.7.4.1. Descripción 49
2.7.4.2. Materiales 50
2.7.4.3. Equipo 50
2.7.4.4. Ejecución de los trabajos 51
2.7.4.5. Controles 52
2.7.4.6. Condiciones específicas para el recibo y tolerancias 52
2.7.4.7. Medida 53
2.7.4.8. Forma de pago 53
2.7.4.9. Ítem de pago 53
2.7.5. Revegetalización de taludes 54

2.7.5.1. Descripción 54
2.7.5.2. Materiales 54
2.7.5.3. Equipo 54
2.7.5.4. Ejecución de los trabajos 55
2.7.5.5. Controles 55
2.7.5.6. Condiciones específicas para el recibo y tolerancias 56
2.7.5.7. Medida 56
2.7.5.8. Forma de pago 57
2.7.5.9. Ítem de pago 57
2.7.6. Concreto 57
2.7.6.1. Diseño de las Mezclas de Concreto 57
2.7.6.2. Ensayos de Resistencia del Concreto 58
2.7.6.3. Proporciones de las Mezclas de Concreto 60
2.7.6.4. Resistencia 61
2.7.6.5. Tamaño Máximo del Agregado 61
2.7.6.6. Consistencia 62
2.7.6.7. Materiales 62
2.7.6.8. Dosificación 66
2.7.6.9. Mezcla 67
2.7.6.10. Formaletas 69
2.7.6.11. Juntas en el concreto 73
2.7.6.12. Preparación para la colocación 74
2.7.6.13. Transporte 76
2.7.6.14. Colocación 76
2.7.6.15. Consolidación del Concreto 78
2.7.6.16. Remoción de encofrados 79
2.7.6.17. Curado del concreto 80
2.7.6.18. Tolerancias 81
2.7.6.19. Acabados 82
2.7.6.20. Sellos para juntas 84
2.7.6.21. Protección con morteros 86
2.7.6.23. Forma de pago 87
2.7.6.24. Ítem de pago 88
2.7.7. Poda y tumbado de árboles 89
2.7.7.1. Descripción 89
2.7.7.2. Materiales 89
2.7.7.3. Equipo 89
2.7.7.4. Ejecución de los trabajos 90
2.7.7.5. Controles 90
2.7.7.6. Medida 91

2.7.7.7. Forma de pago 91
2.7.7.8. Ítem de pago 92

CAPITULO 3 93

CONCLUSIONES 93

CAPITULO 4 95

RECOMENDACIONES 95

BIBLIOGRAFÍA 96

LISTA DE TABLAS

Pag.

Tabla 1.1.	Coordenadas zona del proyecto	4
Tabla 2.1.	Caracterización de macizo rocoso Barrio Bosque de Pinos	22
Tabla 2.2.	Clasificación de las rocas según el total de valuación	22
Tabla 2.3.	Características de los materiales analizados.	24
Tabla 2.4.	Requisitos de los materiales de relleno	42
Tabla 2.5.	Granulometría material filtrante	43
Tabla 2.6.	Clases de concreto	60
Tabla 2.7.	Agregado grueso	65
Tabla 2.8.	Variación permisible en los pesos de los materiales	67
Tabla 2.9.	Materiales para formaletas	71

ANEXOS

		PAG.
ANEXO A	REGISTRO FOTOGRAFICO	97
ANEXO B	TOPOGRAFIA	101
ANEXO B.1	Certificación Placas IGAC	102
ANEXO B.2	Certificado de calibración Equipo de Topografía	104
ANEXO B.3	Poligonal Local	107
ANEXO B.4	Amarre a coordenadas MAGNA	109
ANEXO B.5	Cartera de Detalles	125
ANEXO B.6	Listado de Coordenadas	132
ANEXO B.7	Nivelación de precisión	137
ANEXO C	EXPLORACION DEL SUBSUELO Y RESULTADOS DE LABORATORIO	139
ANEXO C.1	Exploración del Subsuelo	140
ANEXO C.2	Resultados de Laboratorio	145
ANEXO C.3	Análisis de Estabilidad del Macizo Rocoso	166
ANEXO D	PLANOS (Volumen 3)	
ANEXO E	CANTIDADES DE OBRA, PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA	170
ANEXO E.3	Presupuesto	171
ANEXO E.4	Cronograma	173
ANEXO E.3	Análisis de Precios Unitarios	175
ANEXO F	MEMORIAS DE DISEÑO	184

LISTADO DE PLANOS (VOLUMEN 3)

PLANO 1: LOCALIZACION

PLANO 2: TOPOGRAFICO

PLANO 3: GEOLOGICO

PLANO 4: PLANTA Y SECCIONES ANTERNATIVA No. 1.

PLANO 5: PLANTA Y SECCIONES ALTERNATIVA No. 2.