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 CRITICO No. 1
LOCALIDAD RAFAEL URIBE URIBE.
BARRIO DIANA TURBAY SECTOR CULTIVOS – SAN IGNACIO

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 localizado entre el Barrio Diana Turbay y el Barrio San Ignacio, en la carrera 6 Este con Calle 49 Sur.

El sitio en estudio se localiza, en el desarrollo Nueva Esperanza, de la UPZ 55 – Diana Turbay, de la Localidad de Rafael Uribe Uribe, en el sur oriente de la ciudad de Bogotá D.C.

En el sitio se encuentra un talud con una longitud aproximada de 100 m, una altura promedio de 25,0 m y pendiente promedio de 40º. Este talud a sido afectado principalmente por actividades antrópicas las cuales han modificado tanto la cobertura vegetal, como la morfología del terreno, adicionalmente han acelerado el proceso de degradación de los suelos de cobertura presentes en la zona.

Los factores mencionados anteriormente generaron un deslizamiento de tipo rotacional que movilizó un volumen aproximado de 600 m^3, siendo necesaria la reubicación de las viviendas existentes a media ladera.

El estudio presenta el diseño de las obras necesarias para la mitigación del problema de inestabilidad con el fin principal de proporcionar la seguridad necesaria a las viviendas existentes tanto en la corona como en la pata del talud. Para los diseños se utilizó tanto la información secundaria existente como la primaria recopilada en las actividades de campo y laboratorio.

Se plantearon dos alternativas de intervención, las cuales fueron evaluadas desde los puntos de vista técnico y económico, seleccionado para el diseño definitivo la más viable. Las obras propuestas por el diseño están dirigidas al confinamiento del material del talud, el descargue del material alterado, la construcción de obras de drenaje necesarias y a la protección de los suelos presentes contra la erosión.

Igualmente en el presente informe se encuentran las especificaciones de construcción necesarias y su respectivo análisis de precios unitarios y finalmente el presupuesto total de obra.

CAPITULO 1

1.1. LOCALIZACIÓN

El sitio crítico No. 1 esta ubicado entre los limites de los barrios San Ignacio y Diana Turbay, sector Cultivos, en el desarrollo Nueva Esperanza en la UPZ 55 – Diana Turbay, de la Localidad de Rafael Uribe Uribe, en el sur oriente de la ciudad de Bogotá D.C. La dirección del sitio es carrera 6 Este con Calle 49 Sur.

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

Tabla 1.1. Coordenadas zona del proyecto

PUNTO	NORTE	ESTE
1	93.825	97.150
2	93.725	96.925

En el Anexo No.1 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 18 de julio de 2006.
- Trabajos de Topografía del 22 al 23 de julio de 2006.

- Exploración del subsuelo del 24 al 25 de julio de 2006.
- Recorrido del geólogo para toma de información el día 25 de julio de 2006.
- Reunión para definición de alternativa de diseño definitiva, DPAE día martes 15 de Agosto 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 Rafael Uribe Uribe al Sur Oriente de la ciudad de Bogotá D.C. y esta conformada por la parte alta del barrio Diana Turbay, sector Cultivos y por el Barrio Nueva Esperanza.

1.3.2. Área de Influencia Directa.

En el sector en estudio se encuentra un talud con una longitud aproximada de 100 m, una altura promedio de 25,0 m y pendiente promedio de 40º.

Este talud a sido afectado principalmente por actividades antrópicas las cuales han modificado tanto la cobertura vegetal, como la morfología del terreno, adicionalmente han acelerado el proceso de degradación de los suelos de cobertura presentes en la zona. El área de influencia directa es de 0,8 Ha.

1.4. ANTECEDENTES.

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

"ESTUDIO DE ZONIFICACION DE RIESGOS POR REMOSION EN MASA Y RECOMENDACIONES DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACION PARA EL BARRIO NUEVA ESPERANZA, LOCALIDAD DE USME" Realizado por la Unión Temporal GEOCING LTDA - BATEMAN INGENIERIA LTDA en el mes de Junio del año 2000.

A continuación se mencionan los aspectos relevantes de la zona en estudio encontrados en la información existente:

La zona en estudio se encuentra ubicada en el flanco oriental del sinclinal de Usme, el cual esta constituido por rocas sedimentarias del periodo terciario de la cordillera oriental Colombiana de edades Eoceno superior e inferior. El sitio esta emplazado sobre la formación regadera cubierta por material rocoso consolidado de tipo coluvial y residual.

Los procesos morfodinámicos encontrados en la zona del barrio la Esperanza han sido activados por factores antrópicos ya sea por la realización de cortes en la ladera, por el mal manejo de las aguas de escorrentía y de uso doméstico, y por la deforestación.

Los procesos morfodinámicos mas comunes en la zona corresponden al deslizamientos traslacionales o compuestos (cuando el mecanismo de falla esta controlado por el contacto suelo roca) de masas coluviales existentes sobre la formación regadera, seguidos por la caída de rocas en la zona fracturada de la arenisca de la formación regadera.

Los factores detonantes más comunes corresponden a la intervención antrópica, lluvias, deforestación y sismo.

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

Las estaciones hidrometeorológicas más cercanas a la zona en estudio son:

Estación	Elevación	Coordenadas		Entidad
		Norte	Este	
Juan Rey	2.985	991.780	999.260	E.A.A.B.
Picota	2.580	995.500	994.600	CAR

La precipitación de la zona presenta una tendencia bimodal o ecuatorial con dos periodos lluviosos y secos.

En la estación de Juan Rey los periodos lluviosos están comprendidos entre los meses de Mayo, Agosto y Noviembre, siendo el primero el más notable; los periodos secos entre Septiembre a Octubre y Diciembre a Febrero. El mes más lluvioso corresponde a junio con una precipitación media miltianual de 205 mm y la precipitación media multianual de la estación es de 131,6 mm.

En la estación la picota los periodos lluviosos están comprendidos entre los meses de Marzo a Mayo y de Octubre a Noviembre, el mes con mayor lluvia es Octubre con 73,6 mm y la precipitación mensual multianual es de 547,3 mm.

La zona en estudio cuenta con menos del 2 % de bosques naturales o plantados, mientras las tierras sin cobertura vegetal y con edificaciones son del orden del 25 %, lo que indica que la cuarta parte de la protección natural fue diezmada y más del 50 % de los bosques naturales fueron reemplazados por rastrojos y pastos.

El estudio realizado por La Unión Temporal Ingeocing Ltda - Bateman Ingeniería Ltda en el año 2000, limita con la zona del proyecto y la define como una zona de amenaza alta por remoción en masa.

En general el sector corresponde a una zona de barrios consolidados con todos los servicios públicos, con vías principales pavimentadas y vías secundarias sin pavimentar[1]

[1] Diagnostico Técnico No. DI-2425, Dirección de Prevención y Atención de Emergencias DPAE.

1.5. DESCRIPCIÓN

El talud en estudio presenta una longitud aproximada de 100 m, una altura promedio de 25.0 m y pendiente promedio de 40º, los materiales presentes en el talud pertenecen a la formación Regadera, el primero corresponde a areniscas cuarzo feldespáticas de grano medio a grueso en buen estado, que afloran en la parte alta del talud, posteriormente y correspondiendo a casi la totalidad del cuerpo del talud se encuentra un estrato de arcillolita gris meteorizada en la superficie, finalmente bajo esta arcillolita en la pata del talud se encuentran nuevamente la arenisca cuarzo feldespáticas de grano medio a grueso en buen estado.

La mayor parte del área del talud no presenta cobertura vegetal, lo que es consecuencia principalmente de la acción antrópica sobre la ladera

Dentro del talud en estudio se encontraban construidas varias viviendas a media ladera, con materiales como madera, latas, tejas de zinc y otros; estas no contaban con conexiones a las redes de servicios públicos, razón por la cual entregaban directamente sus aguas servidas al talud, adicionalmente para su construcción fueron realizados cortes verticales y explanaciones en el talud.

Las modificaciones realizadas durante la construcción y estadía de las viviendas de las partes media y alta de la ladera a la morfología del talud, a sus condiciones de drenaje y a su cobertura vegetal, activaron los procesos erosivos de los materiales confortantes del talud y generaron posteriormente la desestabilización de los depósitos superficiales y su deslizamiento.

Como consecuencia de la ocurrencia del deslizamiento los habitantes de las viviendas ubicadas a media ladera fueron reubicados, dejando evidencia del tipo de intervención realizado por estos sobre la ladera y descrito en párrafos anteriores.

Debido a que los asentamientos humanos sobre la ladera fueron reubicados, las condiciones de humedad de los materiales mejoraron, sin embargo los procesos erosivos y de alteración de los depósitos presentes continúa, lo que podría aumentar el área del deslizamiento y comprometer tanto a las viviendas presentes en la corona de la ladera como a la ubicada en la pata del la misma.

El deslizamiento tiene un ancho de 38,0 m y una longitud de 19,0 m y su área de 510 m^2 según la información topográfica recopilada, la corona esta delimitada por fisuras y grietas que definen una forma aproximadamente circular; la parte inferior en donde se acumuló parte del material inestable se encuentra a pocos metros de la vivienda ubicada en la esquina sur de la Calle 49 Sur con carrera 6 Este. El deslizamiento movilizó un volumen aproximado de 600 m^3, correspondiente a los depósitos superficiales de la ladera.

El deslizamiento ocurrido fue de tipo rotacional de acuerdo a las características geométricas establecidas mediante la topografía y teniendo en cuenta la forma como se deposito el material inestable en la para del talud; la superficie de falla es circular y poco profunda debido a la alta pendiente del talud y a la consistencia del material que aumenta con la profundidad. Actualmente y debido al reducido espesor de las capas alteradas y a la falta de cobertura vegetal se presenta un flujo de suelo generado principalmente por la saturación del material por las lluvias.

La localización y demás detalles de la geometría del talud en estudio y del deslizamiento ocurrido se pueden observar en los planos de localización y topografía en los Anexos No. 1 y 4 respectivamente.

1.5.1. Descripción física de las viviendas

En el área en estudio se encuentran 7 viviendas en la cima de la ladera, aproximadamente a 11,0 m de la corona del deslizamiento, estas son estructuras de un piso de altura; de estas viviendas 5 están construidas con materiales como madera, latas y tejas de zinc para las paredes y cubierta y su piso es en tierra; las dos viviendas restantes están construidas en mampostería no estructural, son de un nivel y presentan cubierta en tejas de zinc. El frente de estas viviendas esta ubicado por el costado opuesto de la ladera, al igual que sus conexiones a redes de servicios públicos.

En la pata del talud y del deslizamiento se encuentra una vivienda de dos niveles cuyos muros están construidos en ladrillo tolete (para el primer nivel) y en bloque (para el segundo nivel), estos muros están confinados mediante columnetas de concreto reforzado, los pisos son en mortero y la cubierta en teja de zinc. Para la

construcción de esta vivienda se realizó un corte vertical en el talud, el cual presenta desprendimientos de material sobre las paredes del primer nivel.

Las vías de la zona en estudio se encuentran si pavimentar, presentan surcos producto de la erosión y sus pendientes son mayores al 15%, lo cual limita la movilización de vehículos pequeños.

Las viviendas existentes en la zona de estudio se pueden observar en el Anexo No. 1 Registro Fotográfico y Localización.

1.5.2. Patología estructural de la infraestructura básica existente

Dentro de la zona en estudio se encuentra la red de alumbrado público que cruza por la vía ubicada en la pata del talud, esta se encuentra en buenas condiciones y no ha sido afectada por los movimientos.

Sobre la vía se encuentra una red de disposición de aguas negras instalada por la comunidad en tubería de gres de 12” de diámetro proveniente de las viviendas de la parte alta de la vía, esta tubería se conecta al pozo inicial que se encuentra sobre la Calle 49 Sur con Carrera 6 Este.

Esta red en la zona del deslizamiento se encuentra en buenas condiciones, sin embargo metros arriba del área de estudio aparentemente fue la causa de un deslizamiento que provoco la perdida de la banca de la vía y afecto un polideportivo varios metros abajo.

Las demás redes de servicios se encuentran por el costado opuesto de la ladera, al sur-occidente de la zona en estudio y fuera del alcance del proyecto.

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 1:500.

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 realizo el levantamiento topográfico detallado, a escala 1:500 con curvas de nivel cada 0,50 m.

Paso seguido, se procedió a la ejecución de la poligonal de amarre.

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

- **Descripción de la Poligonal de Amarre**

El levantamiento fue amarrado al sistema de posicionamiento del IGAC, sistema de coordenadas MAGNA – SIRGAS, con punto de partida en el **CD – 765A** el cual se encuentra al costado oriental de la vía dentro de la estación de servicio Mobil a la cual se llega por la Avenida Caracas hacia el sur una vez se pasa el Instituto Penitenciario La Picota y la Escuela de Artillería del Ejercito, al sur de Bogotá D.C., y con control al punto **CD - 764** que se localiza a 259,96 m del **CD-765A** hacia el sur por la Avenida Caracas al costado Occidental de la vía, al sur de Bogotá D.C, el **CD – 765A** presenta coordenadas planas N = 94.066,098 m. y E = 95.203,333 m, con una elevación de 2.573,202 m.s.n.m. sobre el plano de referencia de 2.550,000 m.s.n.m, el **CD – 764** presenta coordenadas planas N = 94.322,995 m. y E = 95.163,545 m, con una elevación calculada de 2.570,804 m.s.n.m. sobre el plano de referencia de 2.550,000 m.s.n.m. La certificación IGAC se pueden observar en el Anexo No. 2 Topografía.

El levantamiento se realizó con una Estación Total SOKKIA SET – 610 No. 27572 de precisión angular al segundo y con alcances de lectura con prisma sencillo de 1.800 m de distancia en longitud.

Longitud de la poligonal de amarre 3.744,45 m

Error de cierre en coordenadas Norte = + 0,1135 m.

Error de cierre en coordenadas Este = - 0,0240 m.

Error de cierre en ángulo = 0º01'51"

Error Vertical = 0,017 m

Precisión = 1:32.982

Los detalles de la poligonal de amarre se pueden observar en el Anexo No. 2

- **Levantamiento Topográfico del Área.**

En el trabajo de campo que se llevó a cabo con la ayuda de una Estación Total SOKKIA SET – 610 No. 27572 con aproximación en ángulo al segundo y en distancia al milímetro, se captaron detalles como la silueta de los dos carreteables existentes, 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.

El barrido altimétrico y Planimétrico se ejecutó con la captura de una nube de puntos lo suficientemente densa para garantizar la precisión y nivel de detalle requerido en los términos de referencia del proyecto.

- **Descripción de la poligonal de cierre**

Para la toma de información, en campo se ubico una poligonal de 8 puntos de referencia, cada uno de los cuales fue nivelado con nivel de precisión. El ajuste de esta poligonal presenta los siguientes resultados:

Error de cierre en coordenadas Norte = - 0,0078 m.

Error de cierre en coordenadas E = + 0,0030 m.

Error de cierre en ángulo = 0º00'15"

Error Vertical = 0,004 m

Precisión = 1: 21.183

- **Ubicación de placas de Referencia**

Para el replanteo de las obras proyectadas se ubicaron dos placas de bronce (#1 y #2), de la cuales se puede observar la fotografía de la placa No. 2 en el Anexo No. 2, adicionalmente en el mismo anexo se encuentran tanto las carteras de campo como de oficina del levantamiento realizado y de la poligonal de amarre.

Las placas ubicadas presentan la siguiente información:

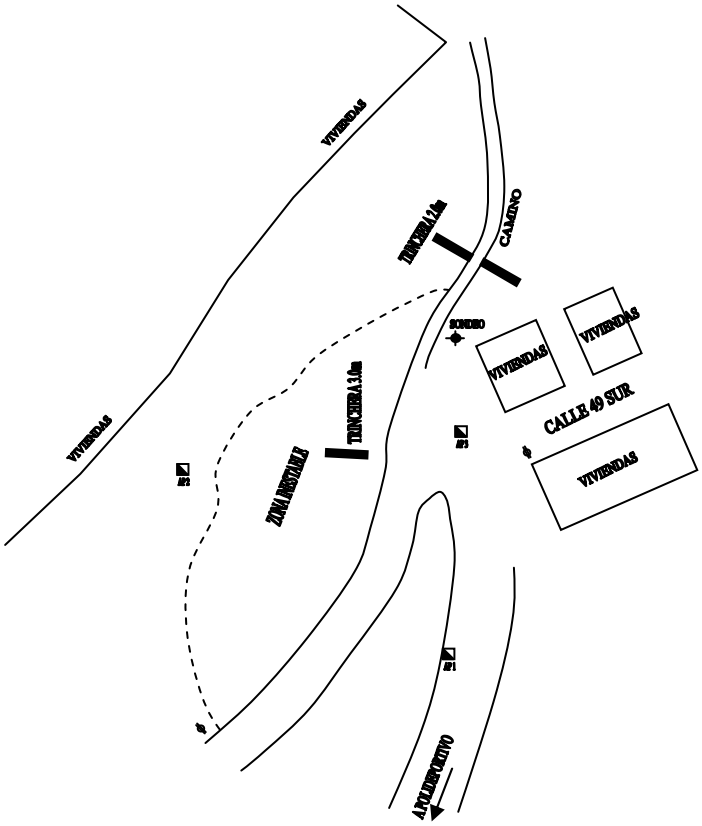
Tabla 2.1. Referencias Materializadas

PLACA No.	NORTE	ESTE
1	93.777,5542	97.024,4997
2	93.837,2165	96.993,1456

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:

3 Apiques a profundidades de 1,50 m cada uno.

5,0 m lineales de Trinchera.

2,0 m lineales de Sondeo manual.

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
Gravedad Específica
Expansión Libre en Consolidómetro

2.2. GEOLOGÍA

En el sector evaluado afloran rocas Terciarias afectadas por plegamiento y fallamiento pertenecientes a la Formación Regadera, que se encuentran recubiertas localmente por depósitos de ladera y suelos residuales arcillosos.

2.2.1. Estratigrafía

En el área estudiada aflora la Formación Regadera (Pgr), la cual puede ser dividida en cuatro segmentos así:

El Segmento No. 1 está compuesto por areniscas de cuarzo y feldespato, finas hasta conglomerados de gránulos, blancos, amarillentos, violáceos, con cemento silíceo, en capas medias a gruesas y muy gruesas, cuneiformes, con estratificación plana e inclinada. Sobre esta sucesión se presenta un sector cubierto (Segmento No. 2) con afloramientos aislados, con los cuales se estima que en este segmento la Unidad esta conformada posiblemente por lodolitas, con intercalaciones de areniscas gruesas en la parte media.

El Segmento No. 3 esta constituido por una secuencia de arcillolitas grises, verdosas, que por meteorización dan coloraciones violáceas y rojizas, con intercalaciones de areniscas cuarzo feldespáticas, de grano medio a grueso, en capas gruesas. La parte superior de la unidad (Segmento No. 4) está constituida por una sucesión de capas de areniscas cuarzo-feldespáticas, gruesas, blancas y amarillentas con cemento silíceo en capas delgadas a gruesas, con óxido de hierro e intercalaciones de arcillolitas grises, en capas delgadas.

El contacto de la Formación La Regadera con la Formación Bogotá es erosivo y se traza en la base de una secuencia espesa de areniscas conglomeráticas y conglomerados que suprayacen una sucesión de Lodolitas, el contacto superior con la Formación Usme es transicional y se traza en el Techo de la capa más superior de arenisca de cuarzo, que tiene un espesor mayor a los 3.0 m.

Acosta & Beltrán (1987) basados en Análisis palinológicos confirman la edad del Eoceno medio para esta Unidad, proponen una serie de ambientes fluviales, anastomosados, meandriformes, llanuras de inundación y de lagunas para el depósito de La unidad.

2.2.2. Geología Estructural

El Sector evaluado se encuentra en el flanco Oriental del denominado Sinclinal de Usme, que corresponde a una estructura sinclinal estrecha de poco desarrollo, con orientación NNE y que se encuentra afectada por sistemas de fallas de cabalgamiento, que ocasionan la repetición de la secuencia estratigráfica y la frecuente inversión de las capas de las unidades que componen los flancos de la estructura.

Cerca del área evaluada, el flanco Oriental de la estructura se encuentra afectada por la falla de Juan Rey, que corresponde a una falla de cabalgamiento con orientación N10W, y con transporte tectónico hacia el Este, en su porción Norte la falla cambia de orientación, dando un giro hacia el W; es notoria la aparición de un cabalgamiento satélite, que ocasiona la repetición de la secuencia integrada por las Formaciones Regadera y Usme.

Muy cerca del sitio evaluado las rocas presentan un rumbo N15W y buzan 30º al SW.

2.2.3. Geología Local

En el sitio afectado por inestabilidad y zonas próximas afloran areniscas, intercaladas con arcillolitas grises, se identifican dos niveles de areniscas, el primero ubicado en la parte baja del afloramiento, sobre este nivel se construyó una vía de acceso al sector denominado Cultivos; el segundo nivel de areniscas se ubica en la parte superior en el lomo del cerro.

Las areniscas del conjunto inferior son grano medio a grueso con matriz arcillosa, de color amarillo oscuro, en capas de espesor grueso, poco compactas, con presencia de laminación inclinada, las capas de arenisca son lenticulares y desaparecen en poca longitud, se interdigitan con arcillolitas grises. Las areniscas son cuarzo feldespáticas de grano medio a grueso, con matriz arcillosa y cemento silíceo.

En medio de los niveles de arenisca se observa una secuencia de arcillolitas y lodolitas grises algo verdosas, que por alteración toman colores rojizos.

El nivel superior de arenisca situado en la parte alta del cerro, está integrado por capas medias a gruesas de areniscas cuarzo feldespáticas de grano medio a grueso, presenta intercalaciones de arcillolita gris, y concentraciones de óxidos de hierro a manera de parches, condición que permite inferir que corresponde a la parte superior de la Formación Regadera.

Tanto las arcillolitas encontradas como la arenisca que aflora en el sitio de estudio se encuentran en buen estado a partir de los 1,50 m de profundidad y presentan condiciones favorables para servir como suelo de fundación de las obras propuestas. Sin embargo la arcillolita presente es susceptible a la acción del agua, tal como lo demuestra el estado de este material en la superficie, por lo que se debe tomar las medidas necesarias para el control de erosión y de flujos subsuperficiales de aguas, con el fin de evitar que el perfil de meteorización se profundice.

2.2.4. Geomorfología y Procesos Morfodinámicos

El sitio estudiado forma parte de una ladera con una pendiente transversal muy alta cercana a los 45 grados, en la parte alta se destaca una cuchilla estrecha conformada por una unidad competente; la disposición espacial de las rocas es favorable, la ladera se encuentra en contrapendiente estructural.

En el sitio, en la parte baja sobre la vía, se observa la presencia de un abanico coalescente, producto de dos flujos que desprendieron material arcilloso de la ladera y lo acumularon sobre la vía; los flujos presentan un ancho cercano a los 20 m y una altura de 15 m.

La ladera se encuentra afectada por erosión hídrica concentrada, la roca presenta erosión en surcos y erosión laminar, condición acentuada en los niveles arcillosos, principalmente hasta una profundidad de 1,50 m, en donde se presenta un buen estado.

Los procesos de remoción en masa que afectan la ladera, son el producto del mal manejo de las aguas, tanto lluvias como residuales de las viviendas ubicadas a media ladera y reubicadas con posterioridad al movimiento.

La presencia de estos asentamientos en la mitad de la ladera ocasionó la modificación de los taludes mediante cortes, la desaparición de la cubierta vegetal, la modificación de los patrones de drenaje y la activación de los procesos erosivos que afectaron los materiales del talud.

Es importante anotar que aunque las viviendas de la mitad de la ladera ya fueron reubicadas y la entrega directa de aguas residuales al talud ceso, los procesos erosivos continúan debido a las malas condiciones de drenaje y a la falta de confinamiento del talud contra la vivienda localizada en la pata del deslizamiento.

2.3. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

2.3.1. Perfil Estratigráfico

La situación del talud en estudio se resume en que éste esta conformado principalmente por una arcillolita gris altamente meteorizada en superficie, la cual esta limitada tanto en la corona como en la pata, por estratos de areniscas de grano medio a grueso. Los estratos presentan un buzamiento favorable para la estabilidad de la ladera, lo cual limita significativamente el volumen de material que podría entrar en movimiento.

El perfil estratigráfico presenta las siguientes características:

- En la superficie de la zona en estudio se encuentra una cobertura vegetal que presenta espesores desde 0,10 m hasta 0,20 m donde se encuentra arraigada la maleza y arbustos; los mayores espesores se encuentran en la parte alta del talud, metros arriba de la corona del deslizamiento y los menores espesores en el resto del área en estudio, a excepción de la zona inestable que no presenta ningún tipo de cobertura vegetal y presenta señales de erosión.

- Bajo la cobertura vegetal se encuentra un suelo arcilloso con trazas de arena fina de color amarillo y café con espesores que varían desde 0,60 m hasta 1,30 m; este material presenta plasticidad media a alta y baja compresibilidad.

- Posteriormente se encontró un material arcilloso de color gris con alta plasticidad y alta compresibilidad cuya consistencia aumenta considerablemente con la profundidad, su espesor esta entre 0,20 m y 0,50 m, lo que queda demostrado especialmente en el apique No. 2 y en el sondeo, en donde a 2,0 m de profundidad se produjo rechazo en el ensayo de penetración estándar.

- Bajo los materiales encontrados se encuentra la arcillolita de color gris en buenas condiciones y en la pata del talud cerca de la vía aflora la arenisca de la formación

La Regadera. La localización de esta arenisca se puede observar en el plano de geología local del proyecto en el Anexo No. 4.

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

El ensayo de corte directo se realizó a dos de las muestras obtenidas en la zona inestable, el primero realizado al material arcilloso con trazas de arena fina de color amarillo y café que se encuentra más cercano a la superficie (Trinchera No. 1) y el segundo se realizó al material arcilloso de color gris encontrado al final de la exploración (Apique No.2) y el cual presentó el rechazo a los 2,0 m de profundidad en el ensayo de penetración estándar, esta información se presenta a continuación:

Para determinar la resistencia al corte se empleo el ensayo de corte directo con una velocidad de deformaciones de 0,002558 mm/min y esfuerzos normales de 1,50 ton/m^2, 3,00 ton/m^2 y 4,50 ton/m^2 para la muestra de la trinchera y de 0,50 ton/m^2, 1,00 ton/m^2 y 1,50 ton/m^2 para la muestra del apique.

Tabla 2.2. Características de los materiales analizados.

PERFORACIÓN Y MUESTRA	MATERIAL	PESO UNITARIO TOTAL Ton/m³	PESO UNITARIO SECO Ton/m³	COHESIÓN Ton/m²	ANGULO DE FRICCIÓN
TRINCHERA 1 MUESTRA 2	Material arcilloso con trazas de arena fina de color amarillo y café	1,98	1,80	15,7	30,25
APIQUE-2 MUESTRA 3	material arcilloso de color gris	2,04	1,89	7,5	35,37

Adicionalmente con el fin de establecer el potencial expansivo de las arcillolitas presentes en el talud se realizaron ensayos de gravedad específica y expansión libre en consolidométro, los cuales arrojaron valores de 2,9 % y de 1,1 % respectivamente e indican que el potencial expansivo de este material es bajo.

2.3.2. Diagnóstico

Teniendo en cuenta las condiciones de los materiales encontrados y la forma del deslizamiento descrita en el numeral **1.6** del presente informe, Varnes[2] clasifica al deslizamiento ocurrido en la zona en estudio como del tipo rotacional en suelo. Sin embargo en la actualidad y debido al reducido espesor de las capas alteradas de suelo, a la alta pendiente del talud, a la saturación de los materiales por las lluvias y a la falta de cobertura vegetal se presentan flujos de suelo.

2.3.2.1. Factores detonantes

La falta de cobertura vegetal o su bajo espesor en varias zonas del talud, los cortes para la construcción de las viviendas a media ladera, la entrega de aguas servidas por parte de estas al talud y la alta pendiente del mismo fueron determinantes en el avance de la degradación del material arcilloso presente y en su posterior desestabilización y deslizamiento.

El total del espesor inestable corresponde a aproximadamente 1,8 m de suelo arcilloso con trazas de arena fina de color amarillo y café y arcillolita de color gris meteorizada.

2.3.2.2. Modelo geotécnico

Con el fin de verificar las apreciaciones anteriormente realizadas se elaboró un modelo del talud, para lo cual se utilizaron los resultados del estudio geológico, los trabajos de exploración del subsuelo y los resultados de los ensayos de laboratorio, teniendo en cuenta que la resistencia del terreno aumenta con la profundidad y que los resultados del ensayo de corte directo mas altos corresponden al material menos alterado presente en el talud y viceversa.

El modelo de encuentra conformado por los siguientes materiales:

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

En la corona del talud se encuentra la roca arenisca perteneciente a la formación La Regadera, buzando en forma favorable 30º al SW; bajo esta arenisca se encuentran los siguientes materiales.

En la superficie se encuentra una arcilla con trazas de arena de grano fino color amarillo de plasticidad alta y de baja compresibilidad, este material se encuentra alterado y presenta espesores máximos de 1,3 m.

Posteriormente se encuentra una arcilla con trazas de arena de grano fino color gris, de plasticidad media y de baja compresibilidad con su espesor de 0,50 m.

Finalmente se encuentra la arcillolita gris, perteneciente a las intercalaciones de arcillolita de la formación La Regadera.

- **Parámetros de resistencia**

A continuación se presentan los parámetros de resistencia de los diferentes materiales del modelo geotécnico:

Tabla 2.3. Parámetros del suelo, modelo de análisis de estabilidad.

ESTRATO No.	DESCRIPCIÓN	COHESIÓN (Ton/m^2)	ANGULO DE FRICCIÓN	PESO UNITARIO (Ton/m^3)
1	**Arcilla con trazas de arena de grano fino color amarillo de plasticidad alta y de baja compresibilidad***	**0,45**	**25,0**	**1,90**
2	**Arcilla con trazas de arena de grano fino color gris de plasticidad media y de baja compresibilidad**	**7,5**	**35,4**	**2,00**
3	**Arcillolita color gris**	**15,7**	**30,3**	**1,98**
4	**Arenisca color rojizo parte alta del talud.***	**15,0**	**45,0**	**2,20**

* Se adoptaron valores típicos en el rango inferior.

En el Anexo No. 3 se pueden observar los resultados de laboratorio obtenidos de las muestras tomadas en campo, al igual que los reportes de investigación del subsuelo.

2.3.2.3. Análisis

Teniendo en cuenta que la falla del talud en estudio puede producir perdidas económicas no muy importantes, para efectos de análisis y diseño se considerará un factor de seguridad mínimo de 1,3 cuando el análisis no contemple sismo y de 1,1 cuando si lo contemple[3].

Para el análisis y considerando las condiciones del terreno, se tuvieron en cuenta las siguientes cargas:

Sismo: Con un coeficiente de aceleración Am de 0,24g según la microzonificación sísmica de Bogotá[4] para la Zona I Cerros, en la componente horizontal y de 0,02g en la componente vertical.

Teniendo en cuenta que dentro del área del talud en estudio no se encontraron estructuras o vías que induzcan cargas relevantes para el comportamiento de este, solo te tuvieron en cuenta las cargas propias de los materiales conformantes del talud.

Adicionalmente para efectos de análisis y diseño cuando se considere el efecto del sismo los valores de cohesión de cada material serán afectados por un factor de 1,6 ya que durante la ocurrencia de un sismo el valor de cohesión que actúa, se aproxima a la resistencia al corte no drenado.

Como primera medida y con el fin de establecer las condiciones de estabilidad en que se encuentra el talud, se realizó el análisis contemplando las características

[3] Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales, Cimientos y Diseño de Obras en Gaviones, Ing. Jaime Suárez D. Universidad Industrial de Santander UIS.
[4] Microzonificación Sísmica de Santa fe de Bogotá, Convenio Interadministrativo 01-93, INGEOMINAS – Universidad de los Andes.

geotécnicas mencionadas en el numeral **2.3.2.2. Modelo geotécnico** y las condiciones topográficas actuales del terreno.

Este análisis se realizó en dos escenarios, el primero sin contemplar sismo (Condición actual) y el segundo contemplando sismo (Posible variación de la condición actual), obteniendo dos clases de falla típicas las cuales se describen a continuación:

- El primer tipo de falla corresponde al deslizamiento más probable obtenido del análisis, con un factor de seguridad de 1,00 sin contemplar sismo y de 0,99 contemplando sismo, por el método de Janbu; este FRM es del tipo rotacional, se presentaría cerca de la corona del talud e involucra volúmenes de material pequeños.

  Los factores de seguridad ocurridos indican que el talud en el momento se encuentra en estado de equilibrio límite que puede derivar en la ocurrencia de nuevos FRM por la ocurrencia de sismo o degradación de los materiales existentes.

- El segundo tipo de falla obtenido del análisis corresponde a un deslizamiento del tipo rotacional que involucra gran parte del material alterado del talud y ocurriría en la parte baja de este.

  Para este se obtuvieron factores de seguridad de 1,13 sin sismo y de 1,0 contemplando sismo, lo que indica que esta zona del talud se encuentra en un estado de equilibrio límite que puede desencadenar un FRM en cualquier momento con la ocurrencia de sismo o con la degradación de los materiales por los efectos del intemperismo.

Los resultados obtenidos del análisis corroboran la necesidad de intervenir el talud en estudio con la construcción de obras dirigidas al descargue del material suelto y alterado para evitar deslizamientos en la parte alta del talud (Primer tipo de falla analizado), el confinamiento de los materiales restantes del talud mediante obras de contención para evitar deslizamientos de mayores dimensiones en la pata del talud (Segundo tipo de falla analizado) y al mejoramiento de las condiciones de drenaje y

de cobertura vegetal de la ladera para evitar la degradación de los materiales del talud.

En el Anexo No. 6 se pueden observar las memorias del análisis realizado para cada una de la situaciones mencionadas anteriormente, en estos repostes se pueden observar los datos de entrada y salida utilizados en el análisis.

2.4. OBRAS DE ESTABILIZACIÓN

Teniendo en cuenta que el sitio presenta un talud con una pendiente muy alta y que tanto en la corona del talud como en la pata del mismo se encuentran viviendas, la primera alternativa que se debe considerar es la de relocalizar las viviendas y de esta manera minimizar el riesgo de perdidas humanas o materiales y optimizar la localización de las obras de contención.

Por otro lado desde el punto de vista de obras de contención, para la solución del problema de inestabilidad se plantearan dos alternativas de solución, las cuales de describen a continuación, (el orden en la presentación no implica el orden de elegibilidad):

2.4.1. Alternativa No. 1

La primera alternativa consiste en la construcción de un muro de contención en concreto reforzado en la pata del talud para posteriormente perfilar el talud a 45º hasta media ladera en donde se construirá una terraza excavada mecánicamente de 3,0 m de ancho, finalmente se terminará el perfilado del talud a 45º hasta llegar a la corona del mismo. Esta alternativa implica la reubicación de varias de las viviendas de la parte alta del talud, con el fin de garantizar las pendientes mínimas en el perfilado del talud.

Es necesaria la empradización de los taludes para evitar su posterior debilitamiento por acción de la erosión, así mismo se proyectó la construcción de drenes con el fin

de encausar las aguas de escorrentía y así evitar los cambios bruscos de humedad en el talud.

A la espalda del muro de contención se realizará el reemplazo del material inestable por un material granular seleccionado, el cual estará debidamente compactado y perfilado. Este relleno contará con las medidas necesarias de drenaje con el fin de evitar cualquier incremento en la humedad del talud, para este drenaje se ubicara un medio filtrante debidamente separado con geotextil a la espalda del muro.

2.4.2. Alternativa No. 2

Debido a que la alternativa No.1 implica la utilización de mayores recursos económicos, tanto por los mayores volúmenes de movimiento de material como por la mayor complejidad en las actividades de construcción de las obras, se planteó la construcción de la alternativa No. 2.

Esta alternativa consiste en la construcción de un muro de contención en gaviones de 5,0 m de altura y el perfilado del talud con dos pendientes separadas por una terraza excavada de 1,3 m de ancho, el talud de la parte baja tendrá una pendiente de 45º y el talud de la parte alta tendrá una pendiente variable entre 45º y 47º que empalma con el estrato de areniscas presente en la parte alta del talud.

A la espalda del muro de gaviones se realizará el descargue de parte del material del talud y su reemplazo por un material granular seleccionado, el cual estará debidamente compactado y perfilado a una pendiente 1H:3V (18 grados), cuya función será dar confinamiento al material del talud que no sea removido y disminuir la altura del talud que se desarrolla a 45 grados. Este relleno contará con las medidas necesarias de drenaje con el fin de evitar el incremento en la humedad del talud y de captar las aguas de escorrentía; para este drenaje se ubicara un medio filtrante debidamente separado con geotextil a la espalda del muro.

En esta alternativa también es necesaria la empradización de los taludes para evitar su posterior debilitamiento por acción de la erosión, así mismo se proyectará la

construcción de drenes con el fin de encausar las aguas de escorrentía y así evitar los cambios bruscos de humedad en el talud.

Adicionalmente, para el drenaje del cuerpo del talud, a lo largo de la terraza se ubicara un filtro, el cual conducirá las aguas captadas a una cuneta y a la alcantarilla ubicada en la parte baja del talud.

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.

- Debido a que en la zona de intervención no se encuentran redes de servicios públicos no se presenta afectación a este tipo de redes durante al obra, en la construcción de las dos alternativas.

- Teniendo en cuenta el bajo tránsito que circula por la vía que conduce al Barrio La Esperanza, no es necesario el cierre de la misma, sin embargo es importante garantizar el control del tránsito por medio de un paletero durante la ejecución de las actividades y con la correcta señalización de tramo de vía involucrado, estas recomendaciones deben ser tenidas en cuenta para la construcción de cualquiera de las dos alternativas.

- La construcción de la alternativa No. 1 implica la afectación de 3 viviendas en la parte superior del talud, por otro lado la construcción de la alternativa No. 2 no generaría ninguna afectación predial.

- La alternativa No. 1 generaría la realización de mayores movimientos de tierra, tanto para la construcción del muro de concreto, como para el perfilado mecánico del talud y la construcción de la terraza propuesta, adicionalmente la construcción del muro de contención en concreto es mas compleja que la construcción del muro

de gaviones, lo que la hace que el costo final de la alternativa No 1 sea mayor que el de la No. 2.

- La alternativa No. 1 propone una obra de contención más rígida, adicionalmente requiere una cimentación más profunda.

Teniendo en cuenta los anteriores aspectos, especialmente la afectación predial, y el costo final la alternativa más viable para la ejecución del proyecto, es la No. 2, correspondiente a la construcción del muro de contención en gaviones y el perfilado del talud.

2.5.1. Diseño muro de contención en gaviones

Una vez definida la alternativa a ejecutar se procedió a la realización de su diseño, para lo cual se realizaron los análisis que se describen a continuación:

Con el fin de verificar el comportamiento del muro de gaviones proyectado en la pata del talud se elaboró un modelo de computador del gavión utilizando el programa de computador GAWAC-Win 2003, Software de Maccaferri.

El GAWAC-Win 2003, Software de Maccaferri trabaja con la teoría límite de equilibrio y las teorías de Ranking, Coulomb, Meyerhof, Hansen y Bishop (optimizadas por subrutinas) para revisar la estabilidad global del sistema suelo estructura. Para facilitar la comprensión el programa cuenta con una interfase grafica la cual permite revisar los resultados de los datos de entrada en una forma simple y directa. Con la interfase grafica es posible revisar la sección transversal de la pared, la geometría del relleno, la geometría de la fundación y las cargas externas en caso de que existan.

El programa considera una configuración planar requiriendo solo las dimensiones de la sección transversal. La experiencia indica que salvo en casos excepcionales el análisis de una superficie plana con respecto a un análisis tridimensional da resultados conservadores y así un factor de seguridad mayor.

El modelo utilizado para el análisis del muro en el GAWAC consideró los materiales establecidos en el numeral **2.3.2.2. Modelo geotécnico,** adicionalmente se tuvieron en cuenta actividades como la construcción del muro de contención de gaviones, el relleno para estructuras y el perfilado del talud; a continuación se presentan las propiedades de estos materiales:

Tabla 2.4. Parámetros del suelo, modelo de análisis Programa GAWAC.

ESTRATO No.	DESCRIPCIÓN	COHESIÓN (Ton/m^2)	ANGULO DE FRICCIÓN	PESO UNITARIO (Ton/m^3)
1	**Arcilla con trazas de arena de grano fino color amarillo de plasticidad alta y de baja compresibilidad***	**0,45**	**25,0**	**1,90**
2	**Arcilla con trazas de arena de grano fino color gris de plasticidad media y de baja compresibilidad**	**7,5**	**35,4**	**2,00**
3	**Arcillolita color gris**	**15,7**	**30,3**	**1,98**
4	**Relleno para estructuras**	**1,0**	**30,0**	**2,0**

* Se adoptaron valores típicos en el rango inferior.

Con el programa GAWAC-Win 2003, se analizó el muro de 5,0 m, de altura, revisando su resistencia al volcamiento, al deslizamiento en una superficie de falla general y al deslizamiento entre niveles, considerando la acción de condiciones externas críticas como sismo (para lo cual se consideró un coeficiente de aceleración de 0.24g), las cargas de los materiales del talud y el peso propio del muro; obteniéndose los siguientes resultados:

Adicionalmente para realizar una revisión del comportamiento del suelo de cimentación del muro de gaviones se estableció la capacidad portante admisible de este (Arcillolita de color gris), el cual corresponde a un valor de 26,8 Ton/m^2 y cuyo cálculo se observa en el Anexo No. 6

Los factores de seguridad obtenidos teniendo en cuenta el efecto del sismo son los siguientes:

Factor de seguridad al deslizamiento: 8,14
Factor de seguridad al volcamiento: 2,43

Factor de seguridad a la falla general: 2,96
Esfuerzo normal en la base del gavión (Izquierda): 5,49 KN/m^2
Esfuerzo normal en la base del gavión (Derecha): 78,80 KN/m^2

Con base en los resultados obtenidos se observa que el gavión proyectado aun con sismo es muy estable, por lo tanto para ajustar aun mas el muro a los requerimientos del proyecto, y teniendo en cuenta que el suelo de cimentación es de consistencia muy firme, se eliminaron las filas internas de los niveles 1 y 2 del muro de gaviones, con lo cual no se afecta el factor de seguridad contra volcamiento, ya que se mantienen los brazos de las fuerzas actuantes y resistentes.

Adicionalmente con el fin de establecer el comportamiento del talud después de la intervención y de verificar el dimensionamiento del muro de gaviones y del perfilado proyectado, se realizó un análisis del talud por el método de Janbu utilizado las mismas propiedades de los materiales contemplados en el modelo mencionado en el numeral **2.3.2.2. Modelo geotécnico** y teniendo en cuenta actividades proyectadas (Construcción del muro de gaviones, el relleno para estructuras y el perfilado del talud).

Para el material de relleno para estructuras proyectado en la espalde del muro, se contemplo una cohesión de 1,0 ton/m^2, un ángulo de fricción interna de 30º y un peso unitario de 2,0 Ton/m^3.

En este análisis se consideraron las siguientes cargas:

Sismo: Con un coeficiente de aceleración Am de 0,24g según la microzonificación sísmica de Bogotá[5] para la Zona I Cerros, en la componente horizontal y de 0,02g en la componente vertical.

Teniendo en cuenta que dentro del área del talud en estudio no se encontraron estructuras o vías que induzcan cargas relevantes para el comportamiento de

[5] Microzonificación Sísmica de Santa fe de Bogotá, Convenio Interadministrativo 01-93, INGEOMINAS – Universidad de los Andes.

estos, solo te tuvieron en cuenta las cargas propias de los materiales conformantes del talud y de las obras proyectadas para la estabilización.

Para efectos de análisis y diseño cuando se considere el efecto del sismo los valores de cohesión de cada material serán afectados por un factor de 1,6 ya que durante la ocurrencia de un sismo el valor de cohesión que actúa, se aproxima a la resistencia al corte no drenado.

En el modelo geotécnico se incluyó un muro de gaviones de 5,0 m de altura correspondiente a la máxima altura que presentará el muro en campo, debido a que por la disposición topográfica los niveles 6 y 7 estarán cimentados directamente sobre la arenisca en el costado izquierdo de la vía existente en la pata del talud.

Una vez analizado el modelo del talud junto con las obras propuestas se obtuvieron los siguientes resultados:

En el talud se obtiene un factor de seguridad de 3,42 sin contemplar sismo y de 3,57 con sismo, los cuales son valores altos debido a que las superficies de falla obtenidas del análisis involucran o cortan al estrato de arenisca presente en la corona del talud; los valores de los factores de seguridad indican que las obras propuestas están cumpliendo con la función de estabilizar el talud.

Sin embargo es importante mencionar que la arcillolita presente en el talud se altera con relativa facilidad, razón por la cual de no mantenerse la cobertura vegetal de los materiales del talud se pueden presentar deslizamientos superficiales de pequeña magnitud.

En el Anexo No. 4 se pueden encontrar los planos de construcción de la alternativa planteada, a su vez en el Anexo No. 6 se pueden observar las memorias de diseño emitidas por los programas de computador utilizados.

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 No. 4. 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 No. 5.

Para garantizar durante todas las etapas de la construcción la seguridad de los trabajadores de la obra, de los habitantes e infraestructura del sector, el constructor del proyecto debe cumplir con las especificaciones de seguridad vial, manejo de tráfico, seguridad industrial, higiene y reglamento interno de trabajo establecidos por la legislación nacional.

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

2.7. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN.

2.7.1. Desmonte y limpieza

2.7.1.1. Generalidades

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

El trabajo incluye, también, la disposición final dentro o fuera de la zona del proyecto, de todos los materiales provenientes de las operaciones de desmonte y

limpieza, previa autorización del Interventor, atendiendo las normas y disposiciones legales vigentes.

2.7.1.2. Equipo

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

2.7.1.3. Ejecución de los trabajos

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

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

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

2.7.1.4. Remoción y disposición de materiales

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

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

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

2.7.1.5. Controles

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

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

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

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

- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.

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

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

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

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

2.7.1.6. Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

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

2.7.1.7. Medida

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

2.7.1.8. Forma de pago

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

El precio deberá cubrir todos los costos de desmontar, destroncar, desraizar, rellenar y compactar los huecos de tocones; disponer los materiales sobrantes de manera uniforme en los sitios aprobados por el Interventor. El precio unitario deberá cubrir, además, el cargue, transporte y descargue y debida disposición de estos materiales,

así como la mano de obra, herramientas, equipo necesario para la ejecución de los trabajos y la obtención de todos los permisos requeridos.

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

2.7.1.9. Ítem de pago

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

2.7.2. Excavaciones varias

2.7.2.1. Descripción

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

2.7.2.2. Materiales

Los materiales provenientes de las excavaciones varias que sean adecuados y necesarios para la ejecución de rellenos, deberán ser almacenados por el Constructor para aprovecharlos en la construcción de los rellenos, según lo determine el

Interventor. Dichos materiales no se podrán desechar ni retirar de la zona de la obra para fines distintos a ésta, sin la aprobación previa del Interventor.

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

2.7.2.3. Equipo

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

2.7.2.4. Ejecución de los trabajos

El Constructor deberá notificar al Interventor, con suficiente antelación al comienzo de cualquier excavación, para que se efectúen todas las medidas y secciones necesarias y se fije la localización de la estructura en el terreno original, según el tipo de estructura de que se trate.

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

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

Las excavaciones se deberán adelantar de acuerdo con los planos de construcción.

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

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

Toda excavación que presente peligro de derrumbes que afecten el ritmo de los trabajos, la seguridad del personal o la estabilidad de las obras o propiedades adyacentes, deberá entibarse de manera satisfactoria para el Interventor. Los entibados deberán ser retirados antes de rellenar las excavaciones.

- **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. Gaviones

2.7.3.1. Descripción

Este trabajo consiste en el transporte, suministro, manejo, almacenamiento e instalación de canastas metálicas, y el suministro, transporte y colocación de material de relleno dentro de las canastas, de acuerdo con los alineamientos, formas y dimensiones y en los sitios indicados en los planos del proyecto.

2.7.3.2. Materiales

- **Canastas metálicas**

Las canastas metálicas estarán formadas de alambre de hierro galvanizado de triple torsión, con huecos hexagonales de abertura no mayor de diez centímetros (10 cm).

El alambre deberá ajustarse a la norma ASTM A-116 o a la ASTM A-856.

Se utilizará alambre galvanizado de diámetro superior a dos milímetros (2 mm), excepto en las aristas y los bordes del gavión que estarán formados por alambres galvanizados cuyo diámetro será, como mínimo, un veinticinco por ciento (25 %) mayor que el del enrejado.

La forma y dimensiones de las canastas serán las señaladas en los planos del proyecto.

- **Material de relleno**

Podrá consistir en canto rodado, material de cantera o material de desecho adecuado, teniendo cuidado de no utilizar materiales que se desintegren por la exposición al agua o a la intemperie, que contengan óxido de hierro, con excesiva alcalinidad con compuestos salinos, cuya composición pueda atacar el alambre de la canasta.

El peso unitario del material deberá ser, cuando menos, de un mil doscientos cincuenta kilogramos por metro cúbico (1.250 kg/m^3).

Deberá cumplir, además, los siguientes requisitos:

- **Granulometría**

  El tamaño mínimo de las piedras deberá ser, por lo menos, treinta milímetros (30 mm) mayor que las aberturas de la malla de la canasta.

- **Resistencia a la abrasión**

  El desgaste del material al ser sometido a ensayo en la máquina de Los Ángeles, según la norma INV E-219, deberá ser inferior a cincuenta por ciento (50%).

- **Absorción**

  Su capacidad de absorción de agua será inferior al dos por ciento (2%) en peso. Para determinarla, se fragmentará una muestra representativa

de las piedras y se ensayará de acuerdo con la norma INV E-223.

2.7.3.3. Equipo

Se requieren, principalmente, equipos para la explotación, procesamiento y transporte del material de relleno; para el transporte de las canastas de alambre; para la eventual adecuación de la superficie sobre la cual se construirán los gaviones, así como herramientas manuales.

2.7.3.4. Ejecución de los trabajos

- **Conformación de la superficie de apoyo**

La conformación de la superficie de apoyo se realizara durante las labores de excavaciones varias en donde se llegará a la cota de cimentación del muro.

- **Colocación de las canastas**

Cada canasta deberá ser armada en el sitio de la obra, acuerdo con el detalle de los planos del proyecto. Su forma prismática se establecerá con ayuda de palancas u otro medio aceptado por el Interventor.

- **Relleno**

El material de relleno de colocará dentro de la canasta manualmente, de manera que las partículas de menor tamaño queden hacia el centro de ella y las más grandes junto a la malla. Se procurará durante la colocación, que el material quede con la menor cantidad posible de vacíos. Si durante el llenado las canastas pierden su forma, se deberá retirar el material colocado, reparar y reforzar las canastas y volver a colocar el relleno.

- **Costura y anclaje**

Cuando la canasta esté llena, deberá ser cosida y anclada a las canastas adyacentes, con alambre igual al utilizado en la elaboración de éstas.

2.7.3.5. Controles

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

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

- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan con los requisitos de calidad exigidos por la presente especificación;

- Vigilar la regularidad en la producción de los materiales de relleno.

- Verificar que el alineamiento, pendientes y dimensiones de la obra se ajusten a su diseño.

- Medir las cantidades de obra ejecutadas a su satisfacción, por el Constructor.

2.7.3.6. Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

El Interventor aprobará los trabajos si la malla y el material de relleno satisfacen las exigencias de los planos y de esta especificación y si la estructura construida se ajusta a los alineamientos, pendientes y secciones indicados en los documentos del proyecto o modificados por él.

En caso de deficiencias de los materiales o de la ejecución de la obra, el Constructor deberá acometer, a su costa, las correcciones necesarias de acuerdo con las instrucciones del Interventor, a plena satisfacción de éste.

2.7.3.7. Medida

La unidad de medida será el metro cúbico (m^3), aproximado al décimo de metro cúbico, de gaviones fabricados y colocados a satisfacción del Interventor.

El volumen se determinará sumando los volúmenes de las canastas correctamente colocadas de acuerdo con los planos y las instrucciones del Interventor.

No se medirán cantidades en exceso de las recién indicadas.

2.7.3.8. Forma de pago

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

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de equipos, herramientas y mano de obra; suministro e instalación de las canastas, explotación de las fuentes de materiales para relleno; la construcción o adecuación de las vías de acceso a las fuentes, la obtención de los permisos y derechos de explotación; la adecuación de las fuentes al terminar la explotación para recuperar sus características hidrológicas superficiales; el cargue, transporte y descargue de las piedras; el llenado, amarre y anclaje de los gaviones; y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos, de acuerdo con los planos, esta especificación y las instrucciones del Interventor.

El precio unitario incluirá, también, los costos por concepto del suministro e instalación de abrazaderas, alambre, separadores, silletas de alambre o cualquier otro elemento utilizado para sostener y mantener el gavión en su sitio, así como la señalización preventiva de las vías cercanas y el ordenamiento del tránsito automotor durante la ejecución de los trabajos.

El costo de la conformación de la superficie de apoyo se realizara durante las labores de excavaciones varias y será pagado según su respectiva especificación.

2.7.3.9. Ítem de pago

2.7.3. Gaviones Metro cúbico (m^3)

2.7.4. Sub drenes con geotextil y material granular

2.7.4.1. Descripción

Este trabajo consiste en el suministro, transporte y colocación de materiales para la construcción de filtros para subdrenaje compuestos por geotextil y material drenante, en los sitios señalados en los planos del proyecto o indicados por el Interventor. Esta especificación se basa en la supervivencia de los geotextiles frente a los esfuerzos de instalación.

2.7.4.2. Materiales

Esta especificación es aplicable a la colocación de un geotextil contra el suelo para permitir el paso del agua a largo plazo dentro del sistema de drenaje subsuperficial, reteniendo el suelo adyacente. La función principal del geotextil en esta aplicación es la filtración. Las propiedades del geotextil para filtración están en función de la gradación del suelo del sitio y de las condiciones hidráulicas del mismo.

- **Geotextil**

Se usarán geotextiles elaborados con fibras sintéticas, del tipo No Tejidos. El geotextil escogido en el diseño deberá tener capacidad para dejar pasar el agua, reteniendo el suelo del sitio. El geotextil a utilizar deberá presentar los siguientes requerimientos de propiedades mecánicas, hidráulicas y de filtración.

- **Requerimientos de propiedades mecánicas**

Las propiedades de resistencia de los geotextiles dependen de los requerimientos de supervivencia y de las condiciones y procedimientos de instalación. Las propiedades corresponden a condiciones normales de instalación.

Tabla 2.5. Requerimientos mínimos de propiedades mecánicas del geotextil

PROPIEDAD	NORMA DE ENSAYO	Valor Mínimo Promedio por Rollo (VMPR)(1)	Valor Mínimo Promedio por Rollo (VMPR)(1)
(Elongación medida según ensayo INV E-901)		**Elongación > 50%(3)**	**Elongación < 50%(2)**
Resistencia a la tensión (Grab)	INV E-901	700 N	1100 N
Resistencia al punzonamiento	INV E-902	250 N	400 N
Resistencia al rasgado trapezoidal	INV E-903	250 N	250 N(4)
Resistencia al Estallido (Mullen Burst)	INV E-904	1300 KPa	2700 KPa

(1) Los valores numéricos de la Tabla corresponden al valor mínimo promedio por rollo (VMPR). **El valor mínimo promedio por rollo,** es el valor mínimo de los resultados de un muestreo de ensayos de un proceso para dar conformidad a un lote que está bajo comprobación, el promedio de los resultados correspondientes de los ensayos practicados a cualquier rollo del lote que se está analizando, debe ser mayor o igual al valor presentado en esta especificación y corresponde a la traducción del nombre en Ingles "***Minimun Average Roll Value (MARV)***". Desde el punto de vista del productor, corresponde al valor promedio del lote menos dos (2) veces la desviación estándar de los valores de la producción.

(2) La elongación < 50% hace referencia a los geotextiles tejidos, medida según ensayo INV E-901.

(3) La elongación > 50% hace referencia a los geotextiles no tejidos, medida según ensayo INV E-901.

(4) El valor (VMPR) para la resistencia al rasgado trapezoidal de los geotextiles tejidos monofilamento es de **250 N**.

- **Requerimientos de propiedades hidráulicas y de filtración**

Tabla 2.6. Requerimientos mínimos de propiedades hidráulicas del geotextil

PROPIEDAD	NORMA DE ENSAYO	Valor Mínimo Promedio por Rollo (VMPR)		
		Porcentaje de suelo pasa Tamiz No. 200 (0.075 mm)[5]		
		< 15	15 a 50	>50
Permitividad	INV E-905	0.5 s^{-1}	0.2 s^{-1}	0.1 s^{-1}
Tamaño de Abertura Aparente[6]	INV E-907	0.43 mm (Tamiz 40)	0.25 mm (Tamiz 60)	0.22 mm (Tamiz 70)
Estabilidad Ultravioleta	INV E-910	50% después de 500 horas de exposición		

(5) El porcentaje de suelo que pasa el tamiz No. 200 corresponde a la fracción de la granulometría (INV E-123) del suelo aguas arriba del geotextil.

(6) Los valores del Tamaño de Abertura Aparente (TAA) representan el valor máximo promedio por rollo. Para suelos cohesivos con un índice de plasticidad mayor a 7, el valor máximo promedio por rollo de Tamaño de Abertura Aparente es 0.30 mm.

- **Material Drenante**

Podrá provenir de la trituración de piedra o roca, o ser una mezcla de ambos y estará constituido por fragmentos duros y resistentes a la acción de los agentes de intemperismo por lo que deberán tener una alta composición de materiales silíceos.

Deberá, además, cumplir los siguientes requisitos:

- **Granulometría**

El material drenante deberá estar constituido por partículas que contemplen el uso granulométrico de la Tabla 3. Las partículas pueden ser angulares o redondeadas. El material deberá estar limpio, sin material fino, sin material orgánico y deberá ser durable. La densificación del material se debe realizar por medio de equipos mecánicos apropiados, buscando el acomodamiento de las partículas.

Tabla 2.7. Granulometría material drenante

TAMAÑO TAMIZ	PORCENTAJE PASA
3"	100
2 ½"	70 – 100
2	60 – 100
1 ½"	50 – 100
1"	35 – 80
¾"	30 – 65
½"	25 – 50
3/8"	20 – 45
¼"	15 – 35
No 4	12 – 30
No 8	6 – 20
No 16	0 – 10
No 30	0 – 2

- **Calidad de los Agregados**

La resistencia a la abrasión deberá ser medida en la Máquina de los Ángeles, según la norma de ensayo INV E-219, el desgaste no podrá ser mayor al 40 por ciento (40%). Las pérdidas en ensayo de Solidez (INV E-220), para material granular son las siguientes:

- En sulfato de sodio: 12% máximo

- En sulfato de magnesio: 18% máximo

El índice de desleimiento – durabilidad, medido según la norma de ensayo INV E-236, no deberá ser mayor al 2%.

La cantidad de materia orgánica, según la norma de ensayo INV E-121, deberá ser igual a 0.

2.7.4.3. Equipo

Se deberá disponer de los equipos necesarios para colocar el geotextil y para explotar, triturar, procesar, cargar, transportar, colocar y compactar el material drenante. También para colocar y compactar el suelo que cubrirá el filtro.

2.7.4.4. Ejecución de los trabajos

El Interventor exigirá al Constructor que los trabajos se efectúen con una adecuada programación entre las actividades de apertura de la excavación y de construcción del subdren, de manera que aquella quede expuesta el menor tiempo posible para evitar que el material in-situ alrededor de la excavación pierda sus condiciones iniciales.

Será responsabilidad del Constructor la colocación de elementos de señalización preventiva en la zona de los trabajos, la cual deberá ser visible durante las veinticuatro (24) horas del día.

- **Preparación del terreno**

La construcción del subdren sólo será autorizada por el Interventor cuando la excavación haya sido terminada, de acuerdo con las dimensiones, las pendientes, las cotas y las rasantes indicadas en los planos del proyecto o las ordenadas por el Interventor.

- **Condiciones normales de instalación del geotextil**

El geotextil se deberá colocar cubriendo totalmente la parte inferior y las paredes laterales de la excavación, evitando las arrugas del geotextil, acomodándolo para asegurar un buen contacto con la excavación y dejando por encima la cantidad de geotextil suficiente para que, una vez se acomode el material drenante, se cubra en su totalidad con un traslapo de 0.30 m como mínimo o mediante la realización de costura industrial.

No se permitirá que el geotextil quede expuesto, sin cubrir, por un lapso mayor a (3) días.

- **Colocación del material drenante**

El material drenante, se colocará dentro de la zanja en capas con el espesor autorizado por el Interventor y empleando un método que no dé lugar a daños en el geotextil o en las paredes de la excavación.

Para las condiciones normales de instalación, la altura máxima de caída del material no deberá exceder un (1) metro.

El relleno se llevará a cabo hasta la altura indicada en los planos o la autorizada por el Interventor.

- **Cobertura del subdren**

Completado el relleno del filtro con material drenante, éste se cubrirá totalmente con el geotextil por medio de traslapos. El geotextil se cubrirá inmediatamente con un material que cumpla las características de subbase granular, colocado y compactado en capas sucesivas, hasta la altura requerida en los planos o la ordenada por el Interventor. La compactación del material de cobertura deberá cumplir el 95% del proctor modificado.

2.7.4.5. Controles

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

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Constructor.

- Verificar que las excavaciones tengan las dimensiones y pendientes señaladas en los planos o las ordenadas por él, antes de autorizar la construcción del filtro.

- Vigilar la regularidad en la producción o suministro de los agregados durante el período de ejecución de la obra.

- Supervisar la correcta aplicación del método aceptado, en cuanto a la elaboración y colocación de los agregados, la colocación del geotextil y la colocación de la capa de sello de filtro.

- Supervisar la correcta disposición de los materiales en los sitios definidos para este fin.

- Comprobar que los materiales a utilizar cumplan con los requisitos exigidos por la presente especificación.

- Verificar que cada rollo de geotextil tenga en forma clara la información del fabricante, el número del lote y la referencia del producto.

- Comprobar que durante el transporte y el almacenamiento, los geotextiles tengan los empaques que los protejan de la acción de los rayos ultravioleta, agua, barro, polvo, y otros materiales que puedan afectar sus propiedades.

- Medir, para efectos de pago, las cantidades de obra ejecutadas a satisfacción.

- Supervisar la correcta disposición de los materiales en los sitios definidos para este fin.

2.7.4.6. Calidad de los agregados

Los agregados deberán satisfacer las exigencias indicadas en la presente especificación.

2.7.4.7. Calidad del geotextil

El geotextil deberá satisfacer las exigencias indicadas en la presente especificación.

2.7.4.8. Calidad del producto terminado

El Interventor aceptará el trabajo realizado donde las dimensiones y los lineamientos se ajusten a los requerimientos del proyecto y cuyos materiales y procedimientos de ejecución se realicen según lo prescrito en esta especificación.

2.7.4.9. Medida

- **Geotextil**

La unidad de medida del geotextil será el metro cuadrado (m^2), aproximado al décimo del metro cuadrado de geotextil medido en obra, colocado de acuerdo con los planos y esta especificación, sin incluir traslapos, debidamente aceptado por el Interventor.

- **Material drenante**

La unidad de medida del material drenante será el metro cúbico (m^3), aproximado al décimo del metro cúbico de material suministrado y colocado en obra, debidamente aceptado por el Interventor. El volumen se determinará multiplicando la longitud de la zanja medida a lo largo del eje del subdren, por el ancho de la misma y por la altura de colocación del material drenante prevista en el diseño. Este volumen será el que se considera para efectos del pago del filtro.

- **Material de cobertura**

La unidad de medida del material de cobertura será el metro cúbico (m^3), aproximado al décimo del metro cúbico de material suministrado y colocado en obra, debidamente aceptado por el Interventor.

2.7.4.10. Forma de pago

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

2.7.4.11. Ítem de pago

2.7.4.A. Geotextil	Metro cuadrado (m^2)
2.7.4.B. Material drenante	Metro cúbico (m^3)
2.7.4.C. Material de cobertura	Metro cúbico (m^3)

2.7.5. Rellenos para estructuras

2.7.5.1. 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.

2.7.5.2. 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 2.8. Requisitos de los materiales de relleno

Suelos	Seleccionados
Tamaño máximo	75 mm
Pasa tamiz de 75 µm (No.200)	≤25% en peso
C.B.R. de laboratorio	≥10
Expansión en prueba C.B.R.	0%
Contenido de materia orgánica	0%
Límite líquido	<30
Índice plástico	<10

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. Cada una de las capas del relleno deberá estar compactada a una densidad mínima del 95 % del la densidad obtenida mediante el ensayo de proctor modificado, se deben realizar controles de densidad por parte del contratista cada 50 m^3 compactados, los tramos o capas que no cumplan deben ser recompactadas, con el fin de garantizar la densidad mínima especificada.

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

Tabla 2.9. 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

2.7.5.3. 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.

2.7.5.4. 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).

2.7.5.5. 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.

2.7.5.6. 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.

2.7.5.7. 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.

2.7.5.8. 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".

2.7.5.9. Ítem de pago

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

2.7.6. Especificación Geodren.

2.7.6.1. Materiales

- **Material Drenante**

El suministro, colocación y compactación del material filtrante se regirá por medio de la especificación particular del numeral **2.7.5.B.**

- **Geodren con tubería**

El geodren con tubería combina las propiedades de tres elementos:

Geotextil no tejido punzonado por agujas.

Geored.

Tubería circular perforada de drenaje. Diámetro 65 mm.

2.7.6.2. Ejecución de los Trabajos

La ejecución de los trabajos se debe ceñir a las especificaciones establecidas por el proveedor.

2.7.6.3. Forma de Pago

La forma de pago incluye el suministro e instalación del geodren. Los costos por concepto de preparación de las superficies sobre las cuales se construirán las capas filtrantes y/o filtros, se reconocerán de acuerdo con la especificación “Excavaciones Varias”.

2.7.6.4. Ítem de Pago

2.7.6. Geodren	Metro lineal (m)

2.7.7. Grava para filtro

2.7.7.1. Descripción

Este trabajo consiste en la colocación en capas, conformación y compactación de los materiales adecuados provenientes de la misma excavación, de los cortes o de otras fuentes, para la construcción de medios filtrantes en las estructuras de concreto, alcantarillas, filtros y demás obras de drenaje que contempladas en el proyecto o autorizadas por el Interventor.

2.7.7.2. Materiales

Para la construcción de las capas filtrantes y filtros, el material granular deberá cumplir con una granulometría uniforme cuyo tamaño máximo sea 1" y el mínimo de 3/8".

El material de cobertura deberá cumplir las especificaciones establecidas en el numeral **2.7.5.**

2.7.7.3. Generalidades

Cuando el material 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.

Cuando se contemple la colocación de capas filtrantes detrás de estribos, muros y otras obras de arte, 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.

2.7.7.4. Compactación

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

2.7.7.5. Medida

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

No habrá medida ni pago para las 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 las capas filtrantes que haga el Constructor en sus caminos de construcción y obras auxiliares que no formen parte del proyecto.

2.7.7.6. Forma de Pago

Todo relleno con material de grava para filtro 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, compactación y en general, todo costo relacionado con la correcta construcción de 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 adecuación de las fuentes de materiales al término de los trabajos para recuperar sus características hidrológicas superficiales, así como los 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 las capas filtrantes y/o filtros, se reconocerán de acuerdo con la especificación "Excavaciones Varias".

2.7.7.7. Ítem de Pago

2.7.7. Grava para filtro — Metro cúbico (m^3)

2.7.8. Cunetas revestidas en concreto

2.7.8.1. Descripción

Este trabajo consiste en el acondicionamiento y el recubrimiento con concreto de las cunetas del proyecto de acuerdo con las formas y dimensiones señaladas en los planos.

2.7.8.2. Materiales

- **Concreto**

El concreto tendrá una resistencia de 2000 Psi, a los 28 días.

- **Material de relleno para el acondicionamiento de la superficie**

Con el fin de acondicionar el terreno para la construcción de la cuneta se debe utilizar un material granular seleccionado con el espesor indicado en los planos del proyecto.

- **Sellante para juntas**

Para el sello de las juntas se empleará material asfáltico o premoldeado, cuyas características se establecen en las especificaciones AASHTO M-89, M-33, M-153 y M-30.

2.7.8.3. Ejecución de los trabajos

- **Acondicionamiento de la cuneta en tierra**

El Constructor deberá acondicionar la cuneta en tierra, de acuerdo con las secciones, pendientes transversales y cotas indicadas en los planos.

Los procedimientos requeridos para cumplir con esta actividad podrán incluir la excavación, cargue, transporte y disposición en sitios aprobados de los materiales no utilizables, así como la conformación de los utilizables y el suministro, colocación y compactación de los materiales de relleno que se requieran, a juicio del Interventor, para obtener la sección típica prevista.

- **Colocación de formaletas**

Acondicionadas las cunetas en tierra, el Constructor instalará las formaletas de manera de garantizar que las cunetas queden construidas con las secciones y espesores señalados en los planos u ordenados por el Interventor.

- **Elaboración del concreto**

El Constructor deberá obtener los materiales y diseñar la mezcla de concreto, elaborarla con la resistencia exigida, transportarla y entregarla.

- **Construcción de la cuneta**

Previo el retiro de cualquier materia extraña o suelta que se encuentre sobre la superficie de la cuneta en tierra, se procederá a colocar el concreto comenzando por el extremo inferior de la cuneta y avanzando en sentido ascendente de la misma y verificando que su espesor sea, como mínimo, el señalado en los planos.

Durante la construcción, se deberán dejar juntas a los intervalos y con la abertura que indiquen los planos u ordene el Interventor. Sus bordes serán verticales y normales, al alineamiento de la cuneta. El Interventor definirá si las juntas se han de dejar abiertas o selladas con el producto asfáltico.

El Constructor deberá nivelar cuidadosamente las superficies para que la cuneta quede con las verdaderas formas y dimensiones indicadas en los planos. Las pequeñas deficiencias superficiales deberá corregirlas mediante la aplicación de un mortero de cemento de un tipo aprobado por el Interventor.

2.7.8.4. Controles

El Interventor deberá exigir que las cunetas en tierra queden correctamente acondicionadas, antes de colocar la formaleta y verter el concreto.

Se deberá verificar la resistencia del concreto por medio de la toma y falla de testigos, durante cada fundida o cada 50.0 m^3.

2.7.8.5. Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

En cuanto a la calidad del producto terminado, el Interventor sólo aceptará cunetas cuya forma corresponda a la indicada en los planos y cuyas dimensiones no sean inferiores a las señaladas en los planos o autorizadas por él.

Tampoco aceptará trabajos terminados con depresiones excesivas, traslapos desiguales o variaciones apreciables en la sección de la cuneta, que impidan el normal escurrimiento de las aguas superficiales. Las deficiencias superficiales que, a juicio del Interventor, sean pequeñas, serán corregidas por el Constructor, a su costa.

2.7.8.6. Medida

La unidad de medida será el metro cúbico (m^3), aproximado al décimo de metro cúbico, de cuneta satisfactoriamente elaborada y terminada, de acuerdo con la sección transversal, cotas y alineamientos indicados en los planos o determinados por el Interventor.

El volumen se determinará multiplicando el área por el espesor de construcción señalados en los planos u ordenados por el Interventor, en los tramos donde el trabajo haya sido aceptado por éste. Dentro de la medida se deberán incluir, también, los descoles y bajantes de agua revestidos en concreto, correctamente construidos.

El Interventor no autorizará el pago de trabajos efectuados por fuera de los límites especificados, ni el de cunetas cuyas dimensiones sean inferiores a las de diseño.

2.7.8.7. Forma de pago

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

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de explotación, suministro, transporte, colocación y compactación de los materiales de relleno necesarios para el acondicionamiento previo de la superficie; la elaboración, suministro, colocación y retiro de formaletas; la explotación de agregados, incluidos todos los permisos y derechos para ello; el suministro de todos los materiales necesarios para elaborar la mezcla de concreto, su diseño, elaboración, descargue, transporte, entrega, colocación, vibrado y curado; la ejecución de las juntas, incluyendo el suministro y colocación del material sellante; el suministro de materiales, elaboración y colocación del mortero requerido para las pequeñas correcciones superficiales; la señalización preventiva de la vía durante la ejecución de los trabajos; todo equipo y mano de obra requeridos para la elaboración y terminación de las cunetas y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

2.7.8.8. Ítem de pago

2.7.8. Cunetas revestidas en concreto — Metro cúbico (m^3)

2.7.9. Empradización de taludes

2.7.9.1. 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.

2.7.9.2. 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.

2.7.9.3. 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

2.7.9.4. 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.

2.7.9.5. 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.

2.7.9.6. 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.

2.7.9.7. 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.

2.7.9.8. 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.

2.7.9.9. Ítem de pago

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

2.7.10. 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.

2.7.10.1. 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.

2.7.10.2. Ensayos de Resistencia del Concreto

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

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

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

Para los anteriores propósitos se efectuarán los siguientes ensayos:

- **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.

2.7.10.3. 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 2.10.

Tabla 2.10. 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.

2.7.10.4. 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.

2.7.10.5. 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 2.10.

2.7.10.6. 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.

2.7.10.7. 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 2.10 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 2.11.

Tabla 2.11. 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.

2.7.10.8. 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 2.12.

Tabla 2.12. 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.

2.7.10.9. 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:

El peso unitario del mortero de cada muestra no deberá variar en más de 0.8% del promedio del peso del mortero en las dos muestras.

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

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

2.7.10.10. 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 2.13.

Tabla 2.13. 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 2.13 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.

2.7.10.11. 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.

2.7.10.12. 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.

2.7.10.13. 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.

2.7.10.14. 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.

2.7.10.15. 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.

2.7.10.16. 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.

2.7.10.17. 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.

2.7.10.18. 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 :

2.7.10.19. 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.

2.7.10.20. 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.

2.7.10.21. 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.

2.7.10.22. 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.

2.7.10.23. 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.

2.7.10.24. Ítem de pago

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

2.7.11. Acero de refuerzo

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

2.7.11.1. Materiales

- **Barras de refuerzo**

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

- **Alambre y mallas de alambre**

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

- **Pesos teóricos de las barras de refuerzo**

Para efectos de pago de las barras, se considerarán los pesos unitarios que se indican en la Tabla No. 2.14.

Tabla 2.14. Peso de las barras por unidad de longitud

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

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

2.7.11.2. Equipo

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

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

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

2.7.11.3. Ejecución de los trabajos

- **Planos y despiece**

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

- **Suministro y almacenamiento**

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

- **Doblamiento**

Las barras de refuerzo deberán ser dobladas en frío, de acuerdo con las listas de despiece aprobadas por el Interventor. Los diámetros mínimos de doblamiento, medidos en el interior de la barra, con excepción de flejes y estribos, serán los indicados en la Tabla 2.15.

Tabla 2.15. Diámetro mínimo de doblamiento

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

El diámetro mínimo de doblamiento para flejes u otros elementos similares de amarre, no será menor que cuatro (4) diámetros de la barra, para barras No.5 o menores. Las barras mayores se doblarán de acuerdo con lo que establece la Tabla 2.15.

- **Colocación y amarre**

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

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

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

Las barras se deberán amarrar con alambre en todas las intersecciones, excepto en el caso de espaciamientos menores de treinta centímetros (30 cm), en el cual se amarrarán alternadamente. El alambre usado para el amarre deberá tener un diámetro equivalente de 0.0625 ó 0.00800 pulgadas (1.5875 ó 2.032 mm), o calibre equivalente. No se permitirá la soldadura de las intersecciones de las barras de refuerzo.

Las barras deberán quedar colocadas de tal manera, que la distancia libre entre barras paralelas colocadas en una fila, no sea menor que el diámetro nominal de la barra, ni

menor de veinticinco milímetros (25 mm), ni menor de una y un tercio (1 1/3) veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso.

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

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

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

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

- **Traslapos y uniones**

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

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

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

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

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

- **Sustituciones**

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

2.7.11.4. Controles

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

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

2.7.11.5. Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

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

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

a. Desviación en el espesor de recubrimiento:

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

b. Área

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

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

2.7.11.6. Medida

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

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

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

La medida para barras se basará en el peso computado para los tamaños y longitudes de barras utilizadas, usando los pesos unitarios indicados en la Tabla 2.16.

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

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

2.7.11.7. Forma de pago

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

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

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

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

2.7.11.8. Ítem de pago

2.7.11. Acero de Refuerzo Grado 60	Kilogramo	(kg)

CAPITULO 3

CONCLUSIONES

- El talud en estudio presenta cobertura vegetal principalmente conformada por maleza y arbustos, sin embargo la zona inestable no presenta cobertura vegetal.

- En la zona aflora la formación regadera la cual esta conformada por areniscas de cuarzo y feldespato con intercalaciones de arcillolitas, recubiertas localmente por depósitos de ladera y suelos residuales arcillosos.

- La estratigrafía del talud en estudio esta conformada por una arcillolita gris, limitada tanto en la corona como en la pata del talud, por estratos de areniscas de grano medio a grueso.

- La falta de cobertura vegetal, los cortes para la construcción de viviendas, la entrega de aguas servidas al talud y la alta pendiente del mismo han sido determinantes en el avance de la degradación del material arcilloso presente y en la posterior desestabilización de la ladera.

- El espesor inestable corresponde a aproximadamente 1,80 m de suelo arcilloso con trazas de arena fina de color amarillo y café y arcillolita color gris alterada.

- Teniendo en cuenta la presencia de viviendas tanto en la corona del talud como en la pata del mismo y la alta pendiente, la primera alternativa que se debe considerar es la de reubicar las viviendas y de esta manera minimizar el riesgo de perdidas humanas o materiales y optimizar la localización de las obras de contención.

- Las obras propuestas por la alternativa seleccionada están dirigidas al confinamiento del material en la pata del talud por medio de un muro de

contención de gaviones, el descargue del material alterado de acuerdo con los planos del proyecto, a la construcción de obras de drenaje como la conducción de las aguas presentes en el talud y a la protección de los suelos presentes contra la erosión mediante la empradización del área intervenida.

- La alternativa de mitigación seleccionada tiene un valor de $ 149.092.722,02 incluido AIU.

CAPITULO 4

RECOMENDACIONES

Como primera medida se debe realizar la excavación necesaria para el descargue del material inestable del talud y para la construcción de la terraza proyectada a media ladera dejando el talud perfilado y siguiendo los lineamientos establecidos en los planos del proyecto.

Posteriormente se deben realizar las obras de drenaje necesarias para evitar los encharcamientos en la excavación y se debe construir el filtro, longitudinal en la terraza propuesta, el cual debe conducir las aguas captadas al pozo ubicado sobre la Calle 49 Sur.

Una vez realizada esta actividad se debe comenzar con la construcción del muro de contención en gaviones, en tramos de no mas de 4.0 m, de manera simultánea con el filtro ubicado en su parte posterior-inferior.

Terminada la construcción del muro de contención se debe dar inicio a la realización del relleno para estructuras siguiendo los límites y pendientes establecidos en los planos del proyecto y continuando de manera simultanea con la construcción del lecho filtrante en la espalda del muro, este relleno debe quedar perfilado y compactado según las especificaciones del proyecto.

Una vez terminadas las actividades de relleno para estructuras y perfilado se debe comenzar con la empradización de los taludes intervenidos con tapetes de cespedon, los cuales deben ser asegurados con el fin de evitar su deslizamiento por la alta pendiente. Esta empradización debe ser regada y cuidada siguiendo las especificaciones del proyecto, hasta que sea recibida a satisfacción por la Interventoría.

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.

Consultores: Consorcio Constructores (Carlos H. Cantillo, GIA Consultores Ltda. & Iván Vega), "Informe Final Punto No. 9 – San Joaquín Del Vaticano, Ciudad Bolívar, Diagnostico Técnico No. DI-2259, Bogotá D.C., Colombia, Diciembre de 2004.

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 8

1.5.1. Descripción física de las viviendas 9
1.5.2. Patología estructural de la infraestructura básica existente 10

CAPITULO 2 11

ANALISIS DE INGENIERIA. 11

2.1. TRABAJOS DE CAMPO. 11

2.1.1. Topografía. 11
2.1.1.1. Método de Trabajo 12
2.1.2. Exploración del Subsuelo 14

2.2. GEOLOGÍA 16

2.2.1. Estratigrafía 16
2.2.2. Geología Estructural 17
2.2.3. Geología Local 18
2.2.4. Geomorfología y Procesos Morfodinámicos 19

2.3. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD 20

2.3.1. Perfil Estratigráfico 20
2.3.2. Diagnóstico 22
2.3.2.1. Factores detonantes 22
2.3.2.2. Modelo geotécnico 22
2.3.2.3. Análisis 24

2.4. OBRAS DE ESTABILIZACIÓN 26

2.4.1. Alternativa No. 1 26
2.4.2. Alternativa No. 2 27

2.5. ANÁLISIS DE VIABILIDAD 28

2.5.1. Diseño muro de contención en gaviones 29

2.6. CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO. 33

2.7. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN. 33

2.7.1. Desmonte y limpieza 33
2.7.1.1. Generalidades 33
2.7.1.2. Equipo 34
2.7.1.3. Ejecución de los trabajos 34
2.7.1.4. Remoción y disposición de materiales 35
2.7.1.5. Controles 35

2.7.1.6. Condiciones específicas para el recibo y tolerancias 36
2.7.1.7. Medida 36
2.7.1.8. Forma de pago 36
2.7.1.9. Ítem de pago 37
2.7.2. Excavaciones varias 37
2.7.2.1. Descripción 37
2.7.2.2. Materiales 37
2.7.2.3. Equipo 38
2.7.2.4. Ejecución de los trabajos 38
2.7.2.5. Controles 40
2.7.2.6. Condiciones específicas para el recibo y tolerancias 41
2.7.2.7. Medida 41
2.7.2.8. Forma de pago 42
2.7.2.9. Ítem de pago 43
2.7.3. Gaviones 43
2.7.3.1. Descripción 43
2.7.3.2. Materiales 43
2.7.3.3. Equipo 45
2.7.3.4. Ejecución de los trabajos 45
2.7.3.5. Controles 46
2.7.3.6. Condiciones específicas para el recibo y tolerancias 46
2.7.3.7. Medida 47
2.7.3.8. Forma de pago 47
2.7.3.9. Ítem de pago 48
2.7.4. Sub drenes con geotextil y material granular 48
2.7.4.1. Descripción 48
2.7.4.2. Materiales 48
2.7.4.3. Equipo 52
2.7.4.4. Ejecución de los trabajos 52
2.7.4.5. Controles 53
2.7.4.6. Calidad de los agregados 54
2.7.4.7. Calidad del geotextil 54
2.7.4.8. Calidad del producto terminado 55
2.7.4.9. Medida 55
2.7.4.10. Forma de pago 56
2.7.4.11. Ítem de pago 56
2.7.5. Rellenos para estructuras 56
2.7.5.1. Generalidades 56
2.7.5.2. Materiales 57
2.7.5.3. Equipo 58

2.7.5.4. Ejecución de los trabajos 58
2.7.5.5. Controles 61
2.7.5.6. Condiciones específicas para el recibo y tolerancias 62
2.7.5.7. Medida 63
2.7.5.8. Forma de pago 63
2.7.5.9. Ítem de pago 64
2.7.6. Especificación Geodren. 64
2.7.6.1. Materiales 64
2.7.6.2. Ejecución de los Trabajos 65
2.7.6.3. Forma de Pago 65
2.7.6.4. Ítem de Pago 65
2.7.7. Grava para filtro 66
2.7.7.1. Descripción 66
2.7.7.2. Materiales 66
2.7.7.3. Generalidades 66
2.7.7.4. Compactación 67
2.7.7.5. Medida 67
2.7.7.6. Forma de Pago 67
2.7.7.7. Ítem de Pago 68
2.7.8. Cunetas revestidas en concreto 68
2.7.8.1. Descripción 68
2.7.8.2. Materiales 68
2.7.8.3. Ejecución de los trabajos 69
2.7.8.4. Controles 70
2.7.8.5. Condiciones específicas para el recibo y tolerancias 71
2.7.8.6. Medida 71
2.7.8.7. Forma de pago 71
2.7.8.8. Ítem de pago 72
2.7.9. Empradización de taludes 72
2.7.9.1. Descripción 72
2.7.9.2. Materiales 72
2.7.9.3. Equipo 73
2.7.9.4. Ejecución de los trabajos 73
2.7.9.5. Controles 75
2.7.9.6. Condiciones específicas para el recibo y tolerancias 75
2.7.9.7. Medida 75
2.7.9.8. Forma de pago 76
2.7.9.9. Ítem de pago 76
2.7.10. Concreto 76
2.7.10.1. Diseño de las Mezclas de Concreto 76

2.7.10.2. Ensayos de Resistencia del Concreto 77
2.7.10.3. Proporciones de las Mezclas de Concreto 79
2.7.10.4. Resistencia 80
2.7.10.5. Tamaño Máximo del Agregado 80
2.7.10.6. Consistencia 81
2.7.10.7. Materiales 81
2.7.10.8. Dosificación 85
2.7.10.9. Mezcla 86
2.7.10.10. Formaletas 88
2.7.10.11. Juntas en el concreto 92
2.7.10.12. Preparación para la colocación 93
2.7.10.13. Transporte 95
2.7.10.14. Colocación 95
2.7.10.15. Consolidación del Concreto 97
2.7.10.16. Remoción de encofrados 98
2.7.10.17. Curado del concreto 99
2.7.10.18. Tolerancias 100
2.7.10.19. Acabados 101
2.7.10.20. Sellos para juntas 103
2.7.10.21. Protección con morteros 105
2.7.10.22. Medida 105
2.7.10.23. Forma de pago 106
2.7.10.24. Ítem de pago 107
2.7.11. Acero de refuerzo 107
2.7.11.1. Materiales 108
2.7.11.2. Equipo 109
2.7.11.3. Ejecución de los trabajos 109
2.7.11.4. Controles 112
2.7.11.5. Condiciones específicas para el recibo y tolerancias 113
2.7.11.6. Medida 113
2.7.11.7. Forma de pago 114
2.7.11.8. Ítem de pago 114

CAPITULO 3 115

CONCLUSIONES 115

CAPITULO 4 117

RECOMENDACIONES 117

BIBLIOGRAFÍA 118

LISTA DE TABLAS

Pag.

Tabla 1.1.	Coordenadas zona del proyecto	4
Tabla 2.1.	Referencias Materializadas	14
Tabla 2.2.	Características de los materiales analizados.	21
Tabla 2.3.	Parámetros del suelo, modelo de análisis de estabilidad.	23
Tabla 2.4.	Parámetros del suelo, modelo de análisis Programa GAWAC.	30
Tabla 2.5.	Requerimientos mínimos de propiedades mecánicas del geotextil	49
Tabla 2.6.	Requerimientos mínimos de propiedades hidráulicas del geotextil	50
Tabla 2.7.	Granulometría material drenante	51
Tabla 2.8.	Requisitos de los materiales de relleno	57
Tabla 2.9.	Granulometría material filtrante	58
Tabla 2.10.	Clases de concreto	79
Tabla 2.11.	Agregado grueso	84
Tabla 2.12.	Variación permisible en los pesos de los materiales	86
Tabla 2.13.	Materiales para formaletas	90
Tabla 2.14.	Peso de las barras por unidad de longitud	108
Tabla 2.15.	Diámetro mínimo de doblamiento	110

ANEXOS

		PAG.
ANEXO A	REGISTRO FOTOGRAFICO	119
ANEXO B	TOPOGRAFIA	125
ANEXO B.1	Certificación Placas IGAC	126
ANEXO B.2	Certificado de calibración Equipo de Topografía	128
ANEXO B.3	Ajuste poligonal de amarre	131
ANEXO B.4	Cartera de campo poligonal de amarre	133
ANEXO B.5	Cartera de radiación nube de puntos	135
ANEXO B.6	Cartera de Coordenadas nube de puntos	150
ANEXO B.7	Poligonal local	159
ANEXO B.8	Nivelación	162
ANEXO B.9	Nivelación de verificación	164
ANEXO C	EXPLORACION DEL SUBSUELO Y RESULTADOS DE LABORATORIO	176
ANEXO C.1	Exploración del Subsuelo	177
ANEXO C.2	Resultados de Laboratorio	184
ANEXO D	PLANOS (Volumen 3)	
ANEXO E	CANTIDADES DE OBRA, PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA	214
ANEXO E.1	Presupuesto	215
ANEXO E.2	Cronograma	217
ANEXO E.3	Análisis de Precios Unitarios	219

ANEXO F MEMORIAS DE DISEÑO 236

ANEXO F.1 Diseño de cimentación muro de gaviones 237
ANEXO F.2 Memorias de análisis 239

LISTADO DE PLANOS (Volumen 3)

PLANO 1: LOCALIZACION

PLANO 2: TOPOGRAFICO

PLANO 3: GEOLOGICO

PLANO 4: PLANTA Y SECCIONES ANTERNATIVA No. 1, MURO DE CONTENCION EN CONCRETO.

PLANO 5: PLANTA ALTERNATIVA No. 2, MURO DE CONTENCION EN GAVIONES

PLANO 6: SECCIONES ALTERNATIVA No. 2, MURO DE CONTENCION EN GAVIONES

PLANO 7: DETALES GAVIONES ALTERNATIVA No. 2, MURO DE CONTENCION EN GAVIONES

PLANO 8: DETALES ALCANTARILLA DE ENTREGA ALTERNATIVA No. 2, MURO DE CONTENCION EN GAVIONES