GLOSARIO

FOPAE:	Fondo Para la Prevención y Atención de Emergencias
IGAC:	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
c:	Cohesión (Ton/ m^2).
ϕ:	Ángulo de Fricción interna.
DPAE:	Dirección de Prevención y Atención de Emergencias.
FRM:	Fenómeno de Remoción en Masa.
Am:	Coeficiente que representa la aceleración pico efectiva, para diseño.
γ:	Peso Unitario (Ton/m^3)

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

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

SITIO CRÍTICO No. 2
LOCALIDAD CIUDAD BOLIVAR.
BARRIO LOS ALPES

INFORME PRINCIPAL

INTRODUCCION

En desarrollo del contrato No. 292 de 2006, suscrito entre FOPAE y la firma GEODINAMICA INGENIERIA LTDA, se realizaron los estudios de elaboración de diseños de obras, presupuesto y especificaciones técnicas para el sitio crítico No. 2 de riesgo inminente por remoción en masa localizado entre la quebrada La Estrella y la quebrada del Sur y entre las Carreras 20 y 24 en la Localidad de Ciudad Bolívar UPZ 67 Lucero Alto en el Sur de la ciudad de Bogotá D.C.

En el sector en estudio se encuentra un talud con una longitud aproximada de 460 m, una altura promedio de 300,0 m y pendiente promedio de 45º, el área total asciende a 14 Has aproximadamente.

Dentro del área mencionada anteriormente, en la Calle 75 A Sur con carrera 21 se presento un deslizamiento en el mes de Abril de 2006, el cual afecto a la Vivienda ubicada metros abajo en la Calle 75 A Sur No. 20 – 67, colapsando dos muros de mampostería simple y causando tres (3) victimas mortales y varios heridos.

El talud fue afectado principalmente por la saturación de los depósitos superficiales existentes en la ladera; por la acción del invierno y la entrega de aguas negras de los pobladores cercanos de manera directa al talud.

El diagnóstico de emergencia No. DI-2715 emitido por el DPAE, recomendó la evacuación y reubicación de los predios relacionados en la siguiente tabla:

Tabla 1.1. Viviendas Afectadas

DIRECCION	NOMBRE PROPIETARIO	DAÑOS EN LA VIVIENDA
Calle 75 A Sur No. 20 - 67	Maria Ninfa Herreño	Colapso 80 % de la vivienda
Calle 74 A Bis Sur No. 18Q(R) – 90	Ana Concepción López Beltrán	Colapso 50 % de la Vivienda
Calle 74 A Bis Sur No. 18R – 94	Lilia Rodríguez	Afectación de la Cimentación

Fuente Diagnóstico Técnico No. DI 2726 - DPAE

El presente estudio adelanto actividades de reconocimiento de campo y toma de información primaria y secundaria con el fin de establecer las condiciones actuales de la ladera en estudio.

Una vez establecidas las condiciones actuales del talud e identificados los factores detonantes del deslizamiento ocurrido se plantean las obras necesarias para mitigar los riesgos por fenómeno de remoción en masa presentes en la ladera, los cuales están dirigidos al control de las aguas de escorrentía mediante su captación con canales distribuidos a lo largo de toda el área de estudio, el descargue, perfilado y protección del talud en la zona del deslizamiento y la recomendación de actividades adicionales para ejercer un control integral sobre estos factores detonantes, las cuales deben ser implementadas por las entidades competentes en cada caso.

Una vez definidas y diseñadas las obras necesarias, se realizaron los respectivos planos constructivos y las especificaciones de construcción de cada uno de los ítems del proyecto, y finalmente se realizó el análisis de precios unitarios y estableció el presupuesto y cronograma de obra.

CAPITULO 1

1.1. LOCALIZACIÓN

El sitio crítico No. 2 esta localizado entre la Quebrada La Estrella y la Quebrada del Sur y entre las Carreras 20 y 24 en el Barrio Los Alpes dentro de la UPZ 67 Lucero Alto, Localidad de Ciudad Bolívar en el Sur de la ciudad de Bogotá D.C.

A la zona en estudio se llega por la vía de acceso principal al barrio Mirador Alto.

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

Tabla 1.2. Coordenadas zona del proyecto

COORDENADA	MIN	MAX
NORTE	**93.578,055**	**94.063,117**
ESTE	**91.492,518**	**91.743,435**

En el Anexo No.1 se puede apreciar la localización de la zona en estudio.

1.2. UBICACIÓN TEMPORAL.

Durante la ejecución del estudio se han realizado las siguientes visitas:

- Visita de reconocimiento conjunta entre DPAE, Interventoría y Consultor día 26 de julio de 2006.
- Recorrido geólogo para toma de información, día 04 de agosto de 2006

- Trabajo de Topografía del 28 de Agosto al 01 de Septiembre de 2006.
- Exploración del subsuelo desde el 27 de agosto hasta el 6 de Septiembre de 2006.

1.3. ÁREA DE INFLUENCIA

1.3.1. Área de Influencia Indirecta.

El área de influencia indirecta se encuentra dentro de la localidad de Ciudad Bolívar al sur oriente de la ciudad de Bogotá D.C. y esta conformada por la Parte alta de la UPZ 67, Lucero.

1.3.2. Área de Influencia Directa.

El área de influencia directa se encuentra comprendida, por los barrios Los Alpes, Villas del Progreso, Vista Hermosa, Tierra Linda y Naciones Unidas, los cuales limitan con el talud en estudio que presenta toda su área dentro del barrio los Alpes.

El área de influencia directa corresponde a 14,0 Has aproximadamente.

1.4. ANTECEDENTES.

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

"ZONIFICACIÓN DE AMENAZA POR REMOCIÓN EN MASA EN LOS BARRIOS CORDILLERA SUR, TIERRA LINDA Y LOS ALPES DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, EN LA CIUDAD DE BOGOTA D.C.". Realizado por la UNIÓN TEMPORAL IGR – GIA CONSULTORES LTDA en el marco del contrato CONS-450/02 en el mes de Abril del año 2003. La información más importante de este estudio se describe a continuación:

En la zona en estudio se encuentran las formaciones del periodo cretácico superior Arenisca Labor y Arenisca Tierna, cuya estratificación se encuentra en contrapendiente, recubierta superficialmente por depósitos antrópicos, de cenizas volcánicas y depósitos coluviales.

Tanto el reconocimiento de campo como la fotointerpretación permitieron definir la ausencia de Fenómenos de Remoción en Masa recientes o antiguos a gran escala, pese a la complejidad tectónica local y la progresiva intervención antrópica. Los deslizamientos locales y puntuales se relacionan con factores antrópicos como vertimientos, fugas, cortes, rellenos, adecuación de redes, viviendas y vías.

En cuanto a Erosión Antrópica, la escasa planificación urbanística y la ocupación de los barrios incluidos, sumado a las deficientes especificaciones técnicas y métodos inadecuados para la cimentación de las viviendas, acentúan la erosión de los suelos, pues se genera una importante remoción de la cobertura vegetal, el taponamiento de los drenajes naturales y los vertimientos directos a la ladera de las aguas residuales domesticas.

Según el mapa de factor antrópico la mayoría de la zona en estudio agrupa zonas baldías sin afectación por vertimiento, ni procesos erosivos; y sectores constituidos con o sin cobertura de servicios públicos, pero sobre predios donde se requirió cortes y llenos para la conformación del nivel de fundación.

El mapa de amenaza para un año delimita a la zona en estudio como una zona de amenaza baja, por otro lado el mapa de amenaza para diez años contempla la mayoría del área del presente estudio como zona de amenaza baja, a excepción la parte baja del talud (bajo los 2.838 msnm), la cual esta catalogada como zona de amenaza media; dentro de esta última se encuentra la zona del deslizamiento ocurrido en Abril de 2006.

Es imprescindible hacia el futuro preservar sin intervención antrópica las superficies libres, evitando el aporte de aguas (servidas o blancas) y protegiendo las superficies expuestas, pues de lo contrario la condición de amenaza puede empeorar. Los procesos constructivos, deben ser igualmente replanteados; los llenos de conformación para las viviendas deben limitarse hasta 2,5 m de altura y su talud no

ser superior a 60º, si estos no están confinados, para ángulos y alturas superiores, los cuerpos antrópicos (rellenos) deberán contar con estructuras de cierre o de contención para evitar el colapso.

Diagnóstico Técnico No. DI – 2715 y su Adendo No. 1, DI – 2726. Dirección de prevención y atención de emergencias – DPAE, los cuales presentan la siguiente información:

La DPAE, participa en el proceso de legalización de barrios mediante la emisión de Conceptos Técnicos de Riesgo. Para el Barrio Tierra Linda, la DPAE emitió el 30 de noviembre de 1.999 el Concepto Técnico de Riesgo No. CT – 3242, basado en el estudio "Zonificación de riesgos por Inestabilidad del Terreno para diferentes sectores del Distrito Capital", realizado por la firma INGEOCIM Ltda., bajo el contrato de consultoría No. 1314-107-97. En el Concepto Técnico CT - 3242 se concluye que el Barrio Tierra Linda presenta Amenaza Media y Riesgo Medio por Remoción en Masa, tipo deslizamiento y se recomienda entre otras acciones, no realizar cortes ni rellenos sin control técnico e implementar medidas de protección y control tendientes a mejorar las condiciones de estabilidad del entorno físico en las áreas donde la acción antrópica podría generar condiciones favorables para los movimientos de masa.

En la Calle 75 A Sur # 20 – 67 del Barrio Tierra Linda, se generó el colapso de dos muros en mampostería simple (Ver Foto 1), asociado probablemente a la acumulación ó impacto de una fracción de lodo que se desplazó ladera abajo, proveniente de un Flujo de Lodo que se presentó en la parte superior del talud (Ver Fotos 2, 3 y 4), involucrando aproximadamente 10 metros cúbicos de material y cobertura vegetal, debido a la saturación del terreno por lluvias precedentes y generando tres victimas y varios heridos.



Foto 1. Localización original de los muros que colapsaron



Foto 2. Nótese la cobertura vegetal sobre la cara del talud.

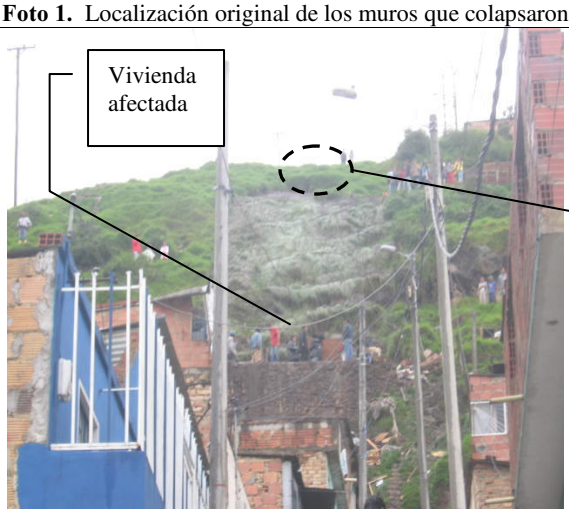

Foto 3. Panorámica de la vivienda y el sector afectado. En la zona indicada se presentó el Flujo de Lodo



Foto 4. Detalle de la parte superior del talud donde se originó el Flujo de Lodo.

De manera general en todo el sector se evidencian deficiencias constructivas de las viviendas y falta de manejo de agua tanto de escorrentía como subsuperficial.

Proyecto No. 4863 de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado EAAB de Bogotá "Diseño Definitivo de Redes Locales de Alcantarillado Ciudad Bolívar sector I Barrio Los Alpes, el cual no contempla ningún tipo de intervención del talud.

Se consultaron las planchas CD-19/4-00 (Planchas 1 y 2) y CB-7/4-00 en la planoteca de planeación distrital de la Ciudad de Bogotá; las cuales indican que en la parte alta del barrio Cordillera Sur (En la parta alta del talud en estudio) no se encuentran previstas obras de urbanismo, ni legalización de predios, adicionalmente contemplan la no legalización de predios existentes del barrio Cordillera Sur por encontrarse en zonas de riesgo geotécnico al igual que varios de los predios que limitan con el talud en la corona pertenecientes al Barrio Los Alpes.

1.5. DESCRIPCIÓN

La zona en estudio esta localizada entre la Quebrada La Estrella y la Quebrada del Sur y entre las Carreras 20 y 24 en el Barrio Los Alpes, dentro de la UPZ 67 Lucero Alto, en la Localidad de Ciudad Bolívar en el Sur de la ciudad de Bogotá D.C.

El talud en estudio tiene una topografía montañosa con pendiente promedio de 45º, presenta una cobertura vegetal conformada por césped, arbustos y maleza. Alrededor de la ladera en estudio y en sitios con menor pendiente se encuentran asentados barrios como Los Alpes en la parte alta de la ladera y Tierra Linda, Villas del Progreso y Cordillera en la parte baja de la misma; estos barrios se encuentran bordeando la mayor parte del talud en estudio, el cual presenta varios sectores despoblados.

En los sectores poblados del talud en estudio se encuentran viviendas con muros y techo principalmente en teja de zinc, madera y latas, y piso en “Tierra”, aunque también se encuentran en menor proporción, viviendas con muros en mampostería simple y techos en teja de zinc o asbesto cemento.

La mayoría de las viviendas existentes en el talud tienen servicio de energía eléctrica, ya que cuentan con su respectivo contador, sin embargo no cuentan con servicios de acueducto, alcantarillado y gas natural; razón por la cual es común encontrar conexiones artesanales a las redes de acueducto que cruzan por la zona y entregas de aguas negras de manera directa al talud mediante zanjas que conducen las aguas a las zonas bajas de las microcuencas existentes en el talud.

En las planchas consultadas en la planoteca de Planeación distrital (Anexo No. 1), se observa que en la zona de estudio se encuentran varias viviendas cuya legalización esta condicionada por encontrarse en zonas de riesgo geológico, ronda de quebrada y área de red de alta tensión.

En general el talud ha sido afectado de manera puntual por actividades antrópicas, como excavaciones y cortes verticales en el talud para la construcción de viviendas, entrega de manera directa de las aguas servidas al talud mediante la excavación de zanjas, perdida de la cobertura vegetal de la ladera, depositación de desechos de construcción y de excavaciones sobre el talud y explotación de las areniscas y rocas aflorantes en varias partes del talud para la construcción.

El 30 de Mayo de 2006 durante época de invierno se generó un deslizamiento en la Calle 75A Sur con Carrera 21, el cual afecto a una vivienda ubicada metros abajo en la Calle 75 A Sur No. 20 – 67, colapsando varios muros de mampostería simple, causando tres (3) victimas mortales y varios heridos.

El deslizamiento tiene un ancho de 7,0 m y una longitud de 6,0 m, la corona del deslizamiento tiene una forma aproximadamente circular, el volumen de material deslizado es de aproximadamente 10,0 m^3, el cual fue depositado en su totalidad sobre la vivienda de la Calle 75 A Sur No. 20 – 67, la cual esta aproximadamente a 19,0 m hacia abajo de la pata del deslizamiento y en este sitio el talud tiene una pendiente de 50º aproximadamente.

El talud en la zona del deslizamiento fue afectado principalmente por la saturación de los depósitos superficiales existentes, como consecuencia de la acción del invierno y de la entrega de aguas negras de manera directa al talud por parte de varias de las viviendas que se encuentran arriba de la corona del deslizamiento. Esta saturación genero la desestabilización de los depósitos superficiales y su posterior deslizamiento hacia abajo de la ladera. Adicionalmente al lado del movimiento se realizó una excavación para la construcción de una vivienda y su acceso.

El material deslizado consiste a la cobertura vegetal y una arcilla arenosa de color gris oscuro, el cual por su elevado grado de saturación se desplazo como un flujo de lodo a lo largo del talud hasta la vivienda afectada. La superficie dejada por el

material deslizado es aproximadamente plana y el espesor del material deslizado no fue mayor de 0,50 m, tal como lo demuestra el escarpe del mismo.

Teniendo en cuenta lo anterior el deslizamiento es clasificado como del tipo Flujo de lodos según Varnes[1].

Los factores detonantes del deslizamiento continúan presentes sobre la ladera, lo cual combinado con que en la zona en estudio se encuentran depósitos con similares características, hace posible la ocurrencia de futuros fenómenos de remoción en masa.

1.5.1. Patología estructural de la infraestructura básica existente

Dentro de la zona en estudio se encuentran varias redes de alcantarillado, las cuales conducen las aguas servidas del barrio Los Alpes, estas no cuentan con la capacidad suficiente ya que según los pobladores de la zona durante la ocurrencia de lluvias fuertes los pozos se rebosan. Adicionalmente varias de estas redes no se encuentran debidamente cubiertas o protegidas.

Al igual que la red de alcantarillado en la zona en estudio pasan varias redes de acueducto, a las cuales los pobladores se conectan mediante mangueras, estas redes no están debidamente cubiertas y protegidas, sin embargo no se encontraron indicios de fugas de la red en ninguna parte del talud.

Las redes de energía distribuyen sus servicios mediante postes distribuidos por todo el talud.

1.5.2. Sismicidad

La Microzonificación sísmica de Santa fe de Bogota incluye a la zona en estudio dentro de la **Zona I Cerros**, la cual se caracteriza por la presencia de formaciones

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

rocosas y puede presentar amplificaciones locales de aceleración por efectos topográficos. Para la Zona I el coeficiente de aceleración Am corresponde a 0,24.

En el Anexo No. 1, Registro fotográfico se pueden observar las características de la zona en estudio mencionadas anteriormente, así como la zona del deslizamiento y su situación actual.

CAPITULO 2

ANALISIS DE INGENIERIA.

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

2.1. TRABAJOS DE CAMPO.

2.1.1. Topografía.

Para la realización del presente estudio se utilizó la información topográfica suministrada por la DPAE y correspondiente al levantamiento topográfico realizado por la Unión Temporal IGR – GIA CONSULTORES LTDA en el marco del contrato CONS-450/02 en el mes de Abril del año 2003. Esta topografía corresponde a un levantamiento detallado de la zona en estudio escala 1:1.000 y con curvas de nivel cada metro.

Sin embargo teniendo en cuenta que el deslizamiento ocurrió en el presente año y que la situación de algunas de las viviendas ubicadas en la zona ha cambiado, ya sea con la aparición de viviendas nuevas o la reubicación o demolición de otras y que por tal motivo no se encuentran en los planos, se realizó una actualización de dicha información, dejándola plasmada en el dibujo y siguiendo los parámetros establecidos por la DPAE en los términos de referencia del proyecto.

Esta actualización de la información topográfica disponible, se realizó tomando como referencia las viviendas y predios existentes para la ubicación de las viviendas y detalles nuevos, tomándose por esquina o punto a ubicar en el plano dos referencias

conocidas con medidas tomadas con cinta métrica, no mayores a 20,0 m, para garantizar la precisión requerida en la ubicación de las estructuras y linderos nuevos.

Con el fin de facilitar las labores de replanteo y teniendo en cuenta que las obras diseñadas fueron ubicadas con base en la topografía existente, a continuación se describen los procedimientos de trabajo utilizados por la Unión Temporal IGR – GIA CONSULTORES LTDA durante las labores de topografía realizadas en el año 2003:

2.1.1.1. Descripción de la poligonal de amarre:

El levantamiento fue amarrado al sistema de posicionamiento del IGAC con punto de partida en el CD609A que se localiza en el puente vehicular de la Avenida Boyacá, en el sardinel de entrada en la dirección vehicular Norte Sur a unos 5,0 m antes de la baranda de dicho puente, placa con coordenadas planas N = 96.837,555 m y E = 93.234,379 m, con una elevación calculada por el IGAC de 2.566,708 m.s.n.m. sobre el plano de referencia de 2.550,000 m.s.n.m. con vista total a la Torre de la Iglesia de Monserrate localizada a una distancia de 10.110,70 m. y con un Azimut Plano Norte al Este de 65º 31’ 10,073”.

Este trabajo de georeferenciación se realizó a partir del punto topográfico mencionado anteriormente, tomando como referencia la placa CD608A con control a la Torre de la Iglesia de Monserrate y la referencia R1 en el sitio de amare mediante una poligonal abierta, se trasladaron las coordenadas y la elevación a los puntos CD608A, con el mismo procedimiento a D1 y posteriormente a D2 en donde se realizó un control con vista a la Torre de la Iglesia de Monserrate y de allí se realizó la radiación respectiva a los puntos del levantamiento los diferentes puntos del área de trabajo. Los puntos de amarre corresponden a tres estacas localizadas en el terreno que corresponden a las estaciones Δ42, Δ43 Y Δ28 del levantamiento del sitio y se generaron dos puntos de referencia llamados R1 y R2.

Δ28:	N = 93.928,9252 m	E = 91.604,2016 m.	
Δ42:	N = 93.939,499 m	E = 91.507,362 m.	Z = 2.894,468 m.
Δ43:	N = 93.941,5704 m	E = 91.475,9435 m.	
R1:	N = 93.928,533 m	E = 91.485,224 m	Z = 2.903,177 m.
R2:	N = 93.934,681 m	E = 91.485,082 m	Z = 2.902,869 m.

Los dos últimos materializados en campo y que corresponden a los tornillos de una torre de transmisión de alta tensión ubicada en lo alto del cerro (Barrio Los Alpes) que se observa totalmente y al occidente desde la Avenida Boyacá con calle 71 Sur, estas referencias se localizan: R1 en centro del tornillo interno sur oriental y R2 en el centro del tornillo interno norte oriental de dicha torre, existe vista entre ellas y su ubicación se refleja en el plano No. 2.

El trabajo de ajuste y cierre de la poligonal arrojó los siguientes resultados:
Error de cierre en coordenadas Norte = +0,041 m.
Error de cierre en coordenadas E = - 0,030 m.
Error de cierre en ángulo = 00º 00’ 02,073”
Error Vertical = 0,05 m
Precisión = 1: 63.215

Los puntos generados por la poligonal ajustada corresponden a relacionados en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1. Puntos generados para el ajuste de la poligonal de cierre

No.	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
1	95.116,073	93.454,656	2.565,861	D1
2	94.569,813	93.394,638	2.572, 720	D2
3	93.928,533	91.485,224	2.903,177	R1
4	93.934,681	91.485,082	2.902,869	R2
42	93.939,499	91.507,362	2.894,468	Δ42
608	95.919.758	93.172,558	2.571,805	608A
609	96.837,555	93.234,379	2.566,708	609A

2.1.1.2. Levantamiento topográfico del área

En el trabajo de campo que se llevó a cabo con la ayuda de una estación total NIKON DTM-420 de precisión angular al segundo y con alcances de lectura con prisma sencillo de 1.800 m de distancia en longitud y con tres prismas una distancia de 3.200 m de distancia en longitud, se hizo énfasis en las franjas que revisten importancia para la evaluación tales como: zonas críticas de estabilidad, zonas de erosión, escarpes, depósitos, quebradas, caños, accidentes topográficos, líneas vitales, infraestructura de servicios y unidades residenciales.

La interpretación cartográfica se ejecutó con el empleo de un software especializado: Land Development R3, Civil R3, Survey R3 y Map R5, pero bajo la aplicación de un modelo de interpretación dirigida. Esto significa que se definieron y respetaron las barreras físicas actuales para condicionar la interpretación a éstas, sin permitir el desempeño de Software a su libre esquema de triangulación. En este sentido jugaron un papel importante las secciones transversales y el contorno de la zona en estudio.

2.1.1.3. Descripción de la poligonal de cierre

Una vez georeferenciada el área a través de la poligonal de amarre, se procedió al cierre y ajuste de la poligonal la cual incluye 21 estaciones de referencia, desde las cuales se establecen visuales a los sitios radiados para la obtención de la nube de puntos.

El trabajo de ajuste y cierre de la poligonal arrojó los siguientes resultados:
Error de cierre en coordenadas Norte = +0,042 m.
Error de cierre en coordenadas E = - 0,045 m.
Error de cierre en ángulo = 02”
Error Vertical = 0,0088 m
Precisión = 1: 63.102

2.1.1.4. Mojonamiento de referencia

Complementario a la materialización de las referencias R1 y R2 localizadas en los soportes de la torre de transmisión de alta, se implementaron en tres puntos sendos mojones en concreto con puntilla cuyos datos de coordenadas y elevación se relacionan en la Tabla 2.2. y se muestran en el Plano No. 2 Levantamiento Topográfico.

Tabla 2.2. Mojones materializados

No.	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
1	93.931,772	91.485,951	2.902,061	MJ-1
2	93.942,374	91.504,049	2.894,424	MJ-2
3	93.933,063	91.528,988	2.884,594	MJ-3

La información recopilada se utilizó en la fase de diseño de las obras de estabilización y en la elaboración de planos de construcción. En el anexo No. 2 se puede observar la cartera electrónica del levantamiento topográfico realizado por la Unión temporal.

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; en el plano No. 4 se puede observar la cantidad y ubicación de las actividades de exploración del subsuelo.

Dentro las actividades realizadas se encuentran:

12 Apiques a profundidades hasta de 1,60 m.
15,0 m lineales de Trinchera.
6 Sondeos manuales con profundidades hasta de 4,20 m.

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

- Humedad Natural.
- Limites de Atterberg.
- Granulometría con lavado.
- Lavado sobre Tamiz No. 200.

Parámetros geotécnicos

- Corte Directo
- Compresión Inconfinada

2.2. GEOLOGÍA

En el sector evaluado afloran rocas del sistema Cretáceo-Terciario afectadas por plegamiento y fallamiento pertenecientes a la Formación Guaduas y Formación Guadalupe, que se encuentran recubiertas localmente por depósitos Fluvioglaciares y rellenos antrópicos.

2.2.1. Estratigrafía

2.2.1.1. Formación Guaduas:

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

Nivel inferior (TKgi) constituido por arcillolitas grises amarillentas con intercalaciones de areniscas de cuarzo finas, en capas medias a muy gruesas, suprayacido por una secuencia alternante de limolitas de cuarzo, en capas delgadas a muy gruesas de colores grises oscuras.

La parte media esta constituida por areniscas de cuarzo finas a gruesas plano paralelas a ondulosas, con intercalaciones de arcillolitas grises oscuras y amarillentas.

Y la parte superior consta de lodolitas rojas, con intercalaciones esporádicas de areniscas de cuarzo.

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

Hubach (1.957) citó amonitas aplastadas y bivalbos (en el flanco oriental del sinclinal de suesca y en el salto de Tequendama), los cuales corresponden al Maastrichtiano. Con base en estos datos (1.957) Hubach determina que la formación Guaduas abarca el Cretácico superior y también parte del Paleoceno. Sarmiento (1.992) propone para la unidad un depósito en llanuras costeras y aluviales pantanos y ríos controlado por mareas con gran aporte de sedimentos continentales.

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

2.2.1.2. Grupo Guadalupe (Ksg):

Renzoni estableció para esta unidad la subdivisión en formación Arenisca Dura, formación plaeners, miembro Arenisca de labor y Miembro arenisca tierna.

- Formación Arenisca Dura (Ksgd): Esta compuesta por un conjunto de areniscas cuarzosas, de grano fino a medio, grises a amarillentas por alteración, friables, en estratos que oscilan entre 0,4 m y 1,0 m de espesor con algunas intercalaciones de arcillolitas hacia su parte superior, el espesor total de esta formación es de 150,0 m, se observo suprayaciendo concordantemente a la Formación Conejo e infrayaciendo de igual manera a la formación plaeners.

- Formación Plaeners (Ksgp): Consta de 70,0 m de limolitas siliceas grises, de alteración amarillenta, de aspecto porcelanáceo, en estratos de 0,05 m a 0,20 m de espesor, con intercalaciones delgadas de niveles arcillosos.

- Miembro Arenisca de Labor (Ksgl): Compuesta en su base por 20,0 m de areniscas cuarzosas de grano fino blancas, compactas estratificadas en bancos de de 1,0 m a 1,5 m de espesor.

- Miembro Arenisca Tierna (Ksgt): La Unidad tiene un espesor de 90,0 m, constituida por areniscas cuarzosas de grano medio blancas compactas en estratos de 1,0 m a 1,5 m de espesor, con intercalaciones de lutitas grises oscuras, su ambiente de depositación es litoral y la edad es Maestrichtiano.

Aflora en los barrios los Alpes y cordillera.

2.2.2. Geología Estructural

El Sector evaluado se encuentra en el flanco Oriental del Sinclinal de Usme, con orientación NNE y que se encuentra afectada por sistemas de fallas de cabalgamiento, que ocasionan la repetición de la secuencia estratigráfica y la inversión de las capas de las unidades que componen los flancos de la estructura, limitada hacia el oriente y occidente por los anticlinales de Bogotá y Cheva controlado por las fallas de Bogotá en el Oriente y Mochuelo en el Occidente.

La Falla de Mochuelo de carácter regional, es de cabalgamiento con su bloque occidental levantado y tiene una orientación que varía entre N40°E para la parte sur, y N40°W para el sector norte. La Falla Limas, con orientación N50°E a N-S, plano de falla aproximadamente vertical, tiene una zona de influencia hasta de 50 m. La Falla Primavera es una estructura media con orientación N50°E y plano de falla casi vertical. Las fallas Calderón y Terreros tienen orientaciones N20°W y NW-SE, respectivamente, y plano de falla vertical.

Localmente se encuentran las fallas Quebrada Sur, Falla quebrada La estrella, Falla Cordillera sur.

Cerca del área evaluada, el flanco Occidental de la estructura se encuentra afectada por la “Falla Cordillera”, de tipo normal, con dirección aproximada 330°, de poco salto, afecta rocas de la formación Guadalupe, a la altura del Barrio Cordillera invierte los estratos, cubiertos en una significativa proporción por un extenso depósito coluvial.

La falla es de tipo normal, con sentido de buzamiento del plano de falla hacia el noreste y convergencia suroeste. El bloque ascendente (colgante) está conformado por la secuencia de las areniscas de la Formación Arenisca Tierna y el bloque yaciente, en profundidad, por las arcillolitas de la Formación Guaduas. El ángulo del plano de falla se puede inferir en 60°. De lo anterior se puede anotar que la ladera conforma el plano de falla del bloque ascendente.

La traza de la falla no es continua, se encuentra truncada por dos fallas de rumbo: quebrada Sur y quebrada la Estrella, Este truncamiento es debido a la mecánica de rocas actuante en cuanto a fracturas de compresión y distensión en el evento tectónico. El cizallamiento entre los bloques fallados originó la trituración de las rocas implicadas y la disposición de una gran brecha de falla, cuya extensión y longitud, atraviesa la zona de sur a norte. Por la interpretación de los sondeos geoeléctricos verticales[2], se asume que el ancho de brecha es de 30,0 m.

Esta falla aparentemente es de poco salto y pone en contacto areniscas de la Formación Arenisca Tierna, con la secuencia de arcillolitas de la Formación Guaduas, las cuales se presentan cubiertas por depósitos de relleno antrópico.

2.2.2.1. Falla Quebrada La Estrella

Es de tipo rumbo y dextrogira, su dominio de rumbo aproximado de 270° (E-W), controla estructuralmente el cauce de la quebrada del mismo nombre. El desplazamiento de la falla es de aproximadamente 40 m (Ingeocim, 1.997), en dos sitios se presenta brecha de falla asociada a esta estructura, el primero no cartografiable por su extensión a la altura del barrios cercanos al área de estudio Los Alpes y en el barrio Vista Hermosa, sobre el cauce de la quebrada La Estrella.

2.2.2.2. Falla Quebrada del Sur:

Localizada en la parte sur de el área de estudio, falla de rumbo aproximado de 265 - 275 E-W, controla estructuralmente el cauce de la quebrada sur, el desplazamiento de la falla es de 25,0 m, en el área cercana a la falla se encuentra rocas trituradas.

Por otro lado en el talud donde se presenta deslizamiento las rocas presentan un rumbo N15E y buzan 25º al SE, hacia el oriente en la arenisca de la formación Guadalupe las rocas tienen un rumbo de N5E Buzando 44SE.

[2] ZONIFICACIÓN DE AMENAZA POR REMOCIÓN EN MASA EN LOS BARRIOS CORDILLERA SUR, TIERRA LINDA Y LOS ALPES DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, EN LA CIUDAD DE BOGOTA D.C.". Realizado por la UNIÓN TEMPORAL IGR – GIA CONSULTORES LTDA en el marco del contrato CONS-450/02 en el mes de Abril del año 2003

En el área evaluada la estructura de mayor incidencia es la Falla Cordillera Sur localizada al Oriente de la zona. En los afloramientos encontrados se observo una brecha de falla que presenta un Rumbo N30 W, que ocupa el 10 % del área de estudio, la estratificación de la roca es favorable va en sentido contrario a la pendiente del terreno.

La clasificación del macizo rocoso es regular, el fenómeno de remoción en masa que se presenta en el barrio Tierra Linda corresponde a flujo de lodos integrado por material arcilloso producto de la meteorización por lo tanto podemos afirmar que los procesos de inestabilidad en la ladera no son consecuencia del estado del macizo rocoso.

2.2.3. Geología Local

2.2.3.1. Formación Guadalupe (Ksg):

Se reconocieron dos segmentos así:

Segmento 1: Constituido por Arenitas de grano fino a medio, color blanco amarillento fracturadas en capas gruesas con niveles de liditas, presencia de óxidos, alto grado de meteorización.

Segmento 2: Constituido por limolita sílicea y liditas que parten en cubos en capas delgadas plano paralelas.

El contacto inferior del grupo Guadalupe se coloca en la base de una capa de liditas o areniscas que suprayace una secuencia de lodolitas negras de la formación Conejo, el contacto superior se coloco sobre el techo de una capa de areniscas de la Formación Guaduas.

Esta formación ocupa la parte occidental del área de estudio, desde la cota 2.840 m.s.n.m, hasta 2.930 m.s.n.m, desde la divisoria de aguas de quebrada la Estrella hasta 50,0 m más hacia el sur de la divisoria de aguas de la quebrada Sur.

2.2.3.2. Roca Tectonizada - brechada (Ksgt-rb)

Se encuentra una franja con brecha de falla constituida por areniscas y limolitas fracturadas, diaclasadas y trituradas, con dirección W-E sobre la Quebrada Sur. (Barrios Los Alpes y Cordillera).

2.2.3.3. Brecha de falla (Ksgt-bf)

Constituida por clastos angulares de areniscas de grano medio y chert, dispuestos irregularmente, embebidos en una matriz arenosa, de textura clasto soportada. Su carácter es heterométrico, los tamaños oscilan entre 1,0 m y 0,5 m de diámetro, fractura concoidea. La roca no es bien cementada y el nivel de compactación es bajo, por su conformación y génesis posee alta porosidad.

Se encuentra en la parte Oriental del área de estudio, sobre las cotas de 2.810 m.s.n.m a 2.820 m.s.n.m y que se extiende al norte de la falla de la quebrada La Estrella, el límite oriental es la Falla Cordillera Sur, estructura a la que se asocia su origen.

Al norte de la quebrada La Estrella, la brecha de falla está conformada por bloques de arenisca cuarzosa de grano medio, angulares con tamaños (D > 0,9 m), embebidos en una matriz arenosa. Se localiza sobre las cotas 2.800 m.s.n.m a 2.824 m.s.n.m.

2.2.3.4. Brecha de falla (TKgu-bf)

En la parte oriental del área de estudio se encuentra otra brecha de falla sobre la cota 2.740 m.s.n.m, Barrio Vista Hermosa. Este segundo cuerpo se relaciona con la falla de rumbo destral de la Quebrada La Estrella, que tiene incidencia directa sobre las areniscas y arcillolitas de la Formación Guaduas, observándose un cambio de pendiente.

Aflora en el sitio de la “antigua presa” y está conformada por bloques de arenisca, con presencia de cizallas, con clastos heterométricos cuyo tamaño promedio alcanza

los 0,50 m a 0,80 m. Tiene una estructura matriz soportada y los clastos se disponen irregularmente.

2.2.3.5. Formación Guaduas (KTg)

Se reconoció La Formación Guaduas Conjunto Inferior (TKgi) en el barrio Vista hermosa constituido por afloramientos de arcillolita grises a habanas con intercalaciones de areniscas amarillas de grano fino en capas gruesas, el rumbo es de N55E y buzamiento 50 SE, esta formación esta cubierto por rellenos antrópicos.

2.2.3.6. Cuaternarios

Flujos Fluvioglaciares (Qf): Estos depósitos se disponen en dirección E-W y están constituidos por bloques y cantos angulares a subredondeados de arenisca de 1,0 m a 2,0 m de longitud, provenientes del grupo Guadalupe, los cuales se encuentran embebidos en una matriz de arena gruesa a arcilla localizados en la parte superior del talud.

2.2.3.7. Suelo Residual (Ksgt-sr)

Localizado en la parte superior del área de estudio en el cauce principal de la quebrada La Estrella (Barrios Los Alpes, Villas del Progreso y en el barrio Tierra linda). Es el producto de la meteorización química de las areniscas de la Formación Arenisca Tierna y está constituido por arenas arcillosas de compacidad media, de alto grado de litificación, con presencia de óxidos de hierro, grano fino, bien cementada, de color crema.

El espesor de suelo residual en los barrios Tierra Linda y los Alpes alcanza en algunos sitios los 5,0 m, en los Alpes se encuentra en la cabeza de la cárcava, pero disminuye aguas abajo del cauce principal de la quebrada.

2.2.3.8. Depósitos de ceniza (Qcv)

Son el producto de erupciones de los volcanes localizados en la Cordillera Central, en las que sus detritos más finos suspendidos fueron transportados por el viento y depositados en la Sabana de Bogotá. Litológicamente están compuestos por suelos bastante limosos, algo arcillosos, masivos, de color gris claro, compactación media a baja, y dureza media. Aunque su espesor es irregular, se puede afirmar que sus horizontes en promedio tienen de 0,20 m a 0,50 m. Se localizan y observan en toda su dimensión continuidades lateral y vertical, y composición en la cárcava de la quebrada la Estrella, en los barrios Los Alpes y Villas del Progreso, suprayaciendo los horizontes de suelo residual.

2.2.3.9. Depósito de Relleno Antrópico (Qra)

Constituidos por materiales de construcción, escombros, ladrillos, rocas trituradas, cascajos, desechos de excavación, son originados por los habitantes del sector, debido a los cortes para construir sus viviendas. Particularmente, son depósitos con baja compactación y sin cementación, clastosoportados. La matriz es granular, arenosa-limosa y limo-arenosa, de humedad baja, y sus clastos son esencialmente liditas y areniscas con diámetros desde 0,5 cm. hasta 8,0 cm., dispuestos irregularmente.

El espesor de estos materiales va hasta 4,0 m. Los horizontes más delgados con expresiones desde 0,80 m hasta 1,20 m, ubicados en el sector Oriental y Occidental del área de estudio donde la pendiente es menor de 30° sirven de suelo de fundación a las casas de los barrios Los Alpes, Naciones Unidas, Tierra Linda y Vista Hermosa.

2.2.4. Geomorfología

En el área de estudio la red de drenaje es poco densa bien integrada y de forma subparalela.

Las corrientes principales en el área son la Quebrada La estrella y la Quebrada sur, cuyos tributarios son de corta longitud de carácter intermitente.

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

2.2.4.1. Unidad frente estructural (FE)

Presenta escarpes con pendientes entre 20 y 35 grados, el buzamiento de la estratificación se encuentra en sentido contrario a la pendiente del terreno, en el área de estudio los estratos buzan NW-SW, esta constituida por Rocas de la Formación Guadalupe.

2.2.4.2. Unidad denudativa estructural colinada (DEC)

Se caracteriza por presentar relieves ondulados con pendientes entre el 20-45º, que originan colinas de forma redondeada y laderas moderadamente onduladas, a esta unidad pertenecen rocas de la Formación Guaduas de edad Cretaceo-Terciaria constituidos por suelos residuales arcillosos, los procesos morfodinámicos presentes están relacionados con la presencia de flujo de lodos, escurrimiento superficial difuso, meteorización de tipo hídrico que lleva a la transformación de la roca original en suelos residuales, erosión antrópica.

2.2.4.3. Unidad escarpe estructural denudativo en brecha de falla (EeDbf)

Se caracteriza por presentar relieves escarpados originado por el fracturamiento de las areniscas y liditas del miembro Guadalupe y arcillas de la formación Guaduas y erosión de los materiales rocosos triturados, localizados desde la cota 2.800-2.860 m.s.n.m con pendientes entre 15 -35º. Son fuente de la generación de caída de rocas y detritos.

2.2.4.4. Unidad agradacional terrazas altas (ATA)

Constituida por bloques de gran tamaño movidos por el hielo desde la formación Guadalupe hasta zonas más bajas.

2.2.4. Geoformas artificiales

2.2.4.1. Unidad agradacional denudativo (AD)

Faja aluvial estrecha paralela a la margen de la quebrada La estrella, se caracteriza por ser una zona con una pendiente mayor a 35º, entre las cotas 2.850-2.905 msnm integrado suelos residuales de arenisca. Su patrón de disección es profundo con cauces en U, en esta unidad se presentan erosión, caída de rocas y flujo de detritos.

2.2.4.2. Unidad agradacional (A)

Relieve originado predominantemente por acumulación artificial de materiales rocosos o escombros y desechos de construcción por intervención antrópica cuando se hacen los cortes para viviendas y vías.

2.3. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

2.3.1. Perfil Estratigráfico

El perfil estratigráfico de los depósitos superficiales encontrados presenta las siguientes características:

- El talud en estudio presenta césped, arbustos y maleza como cobertura vegetal en la mayoría de su área, sin embargo esta cobertura se ha perdido especialmente en los sitios de asentamiento de viviendas, en los cuales se han realizado cortes verticales en el talud y depositación de sobrantes de excavaciones y desechos de construcción. Bajo la cobertura vegetal existente se encuentra un estrato conformado por suelo orgánico con presencia de raíces y con espesores que varían entre 0,10 m y 1,0 m.

- Bajo el estrato anterior se encuentra un suelo arcilloso de color gris cuyo espesor varia entre 0,20 m y 4,0 m este tipo de material presenta una cohesión de 6,45 ton/m^2, un ángulo de fricción interna de 26,9º y un peso unitario de 1,91 ton/m^3.

- Finalmente, en la mayoría del área de estudio se encuentra la roca la cual pertenece a la formación Guadalupe y presenta un rumbo de N5E Buzando 44SE, el cual es favorable.

- En la parte alta de la zona de estudio cerca de la torre de energía se encuentran depósitos fluvioglaciares conformados por bloques de arenisca hasta de 2,0 m de diámetro.

- En los sitios donde se encuentra la roca en la superficie, como en los cortes realizados por los habitantes de la zona para la construcción de sus viviendas la roca presenta un nivel de alteración considerable, a las muestras tomadas de este material se les realizó el ensayo de corte directo, obteniendo un valor de cohesión de 5,49 Ton/m^2 y un ángulo de fricción de 45,7º.

- Adicionalmente, se encuentran depósitos antrópicos generados por la comunidad durante la explanación de los lotes para sus viviendas, ya que se corta de un lado y se rellena del otro lado.

Tabla 2.3. Características de los materiales analizados.

PERFORACIÓN Y MUESTRA	MATERIAL	PESO UNITARIO Ton/m³	PESO UNITARIO SATURADO Ton/m³	COHESIÓN Ton/m²	ANGULO DE FRICCIÓN Grados
APIQUE 4 MUESTRA 1	**Arcilla arenosa de grano fino con algo de gravas color café claro, de plasticidad baja y baja compresibilidad.**	**1,62**	**1,85**	**6,45**	**26,9**
TRINCHERA 1 MUESTRA 3	**Arena arcillosa de grano medio, con gravas, su fracción fina presenta un comportamiento de plasticidad media y de baja compresibilidad**	**1,51**	**1,86**	**5,49**	**45,7**

2.3.2. Diagnóstico

El deslizamiento (flujo de lodos) ocurrido en abril de 2.006 fue consecuencia de la unión de varios factores, que contribuyeron a la desestabilización de los depósitos superficiales y a su posterior deslizamiento a lo largo de la ladera hasta la parte superior de una vivienda causando daños materiales y perdida de vidas humanas. Los factores detonantes del deslizamiento se describen a continuación:

- El grado elevado de saturación en que se encontraba el material superficial del talud, como consecuencia de las entregas de aguas servidas mediante zanjas, a la superficie del mismo.

- Los efectos del intenso invierno ocurrido en la época, los cuales generaron reboses en la red de alcantarillado cercana al sitio, la cual al parecer no cuenta con la capacidad suficiente para evacuar adecuadamente los caudales generados durante las lluvias ocurridas en la época.

- La alta pendiente del talud, la cual es de 45º grados aproximadamente.

- El reducido espesor de los depósitos superficiales presentes, el cual facilitó su movimiento sobre la formación rocosa presente.

- El carácter erodable de los materiales arcillosos que conforman los depósitos superficiales, los cuales presentan plasticidades medias y bajas y un porcentaje de material arenoso.

Teniendo en cuenta lo anterior, se considera que la principal causa del deslizamiento corresponde al elevado nivel de humedad en el que se encontraba el depósito superficial arcilloso como consecuencia del invierno y la entrega directa de aguas negras metros arriba del sitio.

La situación anterior se puede generalizar al resto del talud en estudio, ya que en varias partes de su área se presenta la combinación de los mismos factores detonantes

mencionados anteriormente, lo cual genera zonas de riesgo pequeñas diseminadas en las 14,0 Has de la ladera, especialmente en los sitios en donde se han realizado cortes verticales para construcción de viviendas, los cuales dejan al descubierto los materiales del talud y facilitan su deterioro y desestabilización.

Debido a que el manejo de las aguas de escorrentía, toma importancia dadas las características de los depósitos superficiales presentes en el talud en estudio se hace necesaria su captación, con el fin de evitar los daños causados por la erosión y los incrementos de humedad en los materiales presentes, especialmente en los sitios en donde se ha afectado la cobertura vegetal y se a modificado la morfología de la ladera por la excavaciones realizadas por la comunidad.

2.4. OBRAS DE ESTABILIZACIÓN

Para la intervención del sitio en donde ocurrió el deslizamiento es necesario el control de las aguas de escorrentía, el perfilado del talud y la protección del talud contra la erosión para evitar nuevos movimientos.

Teniendo en cuenta lo anterior y con el fin de controlar los flujos de agua superficial se proyecta la construcción de canales de concreto reforzado en la pata del talud en la zona del deslizamiento. No se proyectaron obras de control de aguas subsuperficiales ya que con base en la información recopilada en campo no se encontró nivel freático dentro del área de estudio.

Adicionalmente con el fin de evitar nuevos movimientos de material en la zona del deslizamiento se proyectará la construcción de terrazas y el perfilado del talud, con el fin de suavizar la pendiente del talud, y su posterior empradización para evitar los daños causados por la erosión.

La acción de los factores mencionados en el numeral **2.3.2. Diagnóstico,** genera la necesidad de un control integral de los mismos en todo el área del talud, realizando un manejo de las aguas de escorrentía, realizando la conexión de las viviendas legalizadas existentes a los servicios de acueducto y alcantarillado, ampliando la capacidad de la red de alcantarillado que cruza por la ladera, evitando la realización de cortes verticales en el talud, evitando el crecimiento de los asentamientos humanos

en la ladera y reubicando las viviendas no legalizadas ya sea por riesgo geotécnico, por estar dentro de zona de ronda de una quebrada o por estar dentro del área de derecho de una línea de alta tensión.

2.4.1. Análisis de viabilidad

La conexión de las viviendas legalizadas existentes a los servicios de acueducto y alcantarillado y la ampliación de la capacidad de la red de alcantarillado que cruza por la ladera implica la realización de diseños que se encuentran fuera del alcance del presente proyecto, como los son el diseño de la red de acueducto y alcantarillado para las viviendas ubicadas dentro del talud y la utilización de presupuestos considerables, tanto para consultoría como para construcción.

Adicionalmente hay que considerar que en la zona en estudio se encuentra condicionada la legalización de varias de las viviendas existentes, en algunos casos por riesgo geotécnico, en otros por encontrase dentro de ronda de quebradas y en otros por encontrarse dentro del área de una línea de alta tensión, situaciones que evitarían la viabilización de un proyecto de alcantarillado dentro de la zona.

Teniendo en cuenta lo anterior y que un correcto manejo de las aguas de escorrentía del talud en estudio mitigará el avance de los daños causados por la erosión, y por la acumulación de agua en los materiales del talud, la solución propuesta será establecida con base en los resultados del estudio hidrológico e hidráulico que se presenta en el numeral **2.5** y la conformación del talud fallado que se presenta en el numeral 2.4.2.

2.4.2. Intervención del talud en la zona del deslizamiento

Para la estabilización del deslizamiento ocurrido en abril de 2006 es necesario el control de la humedad de los depósitos superficiales, mediante las obras propuestas por el estudio de hidrología e hidráulica, combinado con el perfilado y protección del talud mediante la construcción de terrazas y su empradización.

2.4.2.1. Modelo Geotécnico

El talud en la zona del deslizamiento esta conformado principalmente por un deposito superficial conformado por un material arcilloso de color gris cuyo espesor varia entre 0,20 m y 4,0 m este tipo de material presenta una cohesión de 6,45 Ton/m^2, un ángulo de fricción de 26,9º y un peso unitario de 1,91 Ton/m^3.

Bajo este material se encuentra la roca arenisca de grano fino a medio de color blanco amarillento, perteneciente a la formación Guadalupe, presenta un rumbo de N5E y un Buzamiento favorablemente de 44SE, el estado de la roca es bueno.

2.4.2.2. Diseño

Para el dimensionamiento de las terrazas a construir en la zona del deslizamiento se utilizarán los valores de corte directo obtenidos del material arcilloso que conforma los depósitos superficiales presentes en el talud.

Como primera aproximación la altura de corte se calculó para un talud vertical utilizando la siguiente formula[3]:

$$Hc = \frac{1}{FS}\left[\frac{4c}{\gamma\sqrt{Ka}} - \frac{2q}{\gamma}\right]$$

Donde:

FS: Factor de seguridad (valor utilizado = 2,0).
c: Cohesión (c = 6,45 Ton/m^2).
γ: Peso unitario material del talud (γ = 1,91 Ton/m^3).
Ka: Coeficiente de presión activa de tierras (Ka = 0,7).
q: Sobre carga en el talud (q = 0,0)

[3] Joseph E. Bowles. Foundation Analysis and Desing. 11-8 Earth Pressure on Walls, Soil – Tension Effects, Rupture Zone.

Lo que da como resultado que Hc = 8,07 m, que indica que los taludes a perfilar pueden ser construidos con una altura vertical no mayor a Hc. Es necesario tener en cuenta que el suelo tiende a presentar agrietamiento por desecación, lo que hace necesario para garantizar la duración del talud, tenderlo y dejar terrazas para el manejo de las aguas.

Teniendo en cuenta lo anterior se proyectaran dos taludes con pendiente 1H:1V separados por una terraza de 2,3 m de ancho, debidamente protegidos mediante empradización con césped.

2.5. ESTUDIO HIDROLOGÍCO E HIDRÁULICO

En la zona del cerro el Mirador, las temporadas de lluvias, junto con la intervención de los habitantes de la zona de las laderas de este cerro han generado zonas inestables que amenazan las viviendas ubicadas en las faldas de este, así como la integridad de las familias que habitan estas viviendas.

Es necesario por tanto evitar los procesos erosivos que afectan estas laderas y disminuir así la afectación de los suelos y capa vegetal de recubrimiento para que no se produzcan deslizamientos sobre las viviendas de la zona.

Como desarrollo de las obras de protección, se ha previsto la implementación en la zona de una serie de obras de drenaje, que permitan minimizar el efecto de acumulación de aguas provenientes de la escorrentía superficial.

Este informe presenta los aspectos básicos y los cálculos realizados en el diseño de las obras de drenaje para la protección de las laderas y la evacuación de aguas de escorrentía superficial.

Las obras previstas consisten en una serie de cunetas ó canales trazados en forma semi - paralela a las curvas de nivel, de forma tal que interceptan la escorrentía que baja por la ladera y la transportan hacia cauces definidos en la zona, estos canales o cunetas se han trazado sin interferir con los predios de la zona, así como también

evitando las interferencias con los accidentes geográficos que impidan su construcción.

En los planos de diseño se aprecian los canales trazados y en las memorias de cálculo su justificación dimensional.

2.5.1. Hidrología

2.5.1.1. Recopilación de información:

- **Geográfica:** Se ubicó la zona en las planchas del Instituto Geográfico Agustín Codazzi. IGAC, la zona en cuestión no cuenta con cartografía actualizada, el último vuelo de referencia data desde 1982, por esta razón se desechó esta fuente.

  Como fuente de información cartográfica se utilizó la presentada en el trabajo de "Zonificación de Amenazas por Remoción en Masa de los Barrios Cordillera Sur, Tierra Lina y Los Alpes", elaborado por La Unión Temporal IGR – GIA para la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias de Bogotá en marzo de 2003.

  Se revisó también el proyecto No. 4863 de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado. EAAB de Bogotá "Diseño Definitivo de Redes Locales de Alcantarillado Ciudad Bolívar sector I Barrio Los Alpes, de este proyecto se revisó especialmente el tema de las áreas de drenaje incluidas.

- **Hidrometeorológica:** Se recopiló la información de intensidad de la lluvia para la ciudad de Bogotá para las coordenadas de la zona en estudio, este dato es entregado por la EAAB:

Tabla 2.4. Curvas IDF zona en estudio.

Coordenadas punto a buscar:	Norte	Este
	993.932	991.481
Nodo más cercano:	Norte	Este
	993.847	991.664
Distancia a punto deseado (m):		201,29

Tr (años)	Parámetros curva IDF		
	C1	X0	C2
3	1.959,0	21,9	-1,02
5	2.276,2	20,3	-1,02
10	2.641,2	18,9	-1,02
25	3.153,4	17,9	-1,03
50	3.596,0	17,5	-1,03
100	4.039,5	17,2	-1,04

Estos parámetros corresponden a los parámetros de ecuación básica de la intensidad de la lluvia:

$$I = C1(d + Xo)^{C2}$$

Esta ecuación es necesaria para la obtención de los caudales de diseño como se puede leer mas adelante.

2.5.1.2. Metodología de cálculo

- **Parámetros Morfométricos**

Para todas las cuencas en estudio se han evaluado los parámetros de: pendiente media y tiempo de concentración, según la siguiente metodología:

- **Pendiente media del cauce (S)**

Es la variación de inclinación del cauce, determina la velocidad de escurrimiento del agua, a mayor pendiente mayor velocidad.

La pendiente media del cauce se realizó por el método de Taylor - Schwarz, que ajusta una rasante al perfil de la corriente.

$$S = \left[\frac{L_t}{\sum_{i=1}^{n} \frac{L_i}{\sqrt{S_i}}} \right]^2 \qquad (2.1)$$

Donde

L_t= Longitud total del cauce principal en (Km)
L_i= Longitud en que se divide el cauce principal (Km)
S_i= Pendiente de cada uno de los tramos
Las corrientes que afectan este corredor, se caracterizan por discurrir en zona de llanura únicamente, por lo tanto solo tienen un tramo característico de pendiente (i=1).

- **Tiempo de Concentración (T_c)**

Tiempo que tarda en llegar a la sección de salida la gota de lluvia caída en el extremo hidráulicamente mas alejado de la cuenca

El tiempo de concentración se calculo con la formula de Kirpich de la forma:

$$T_c = 3.9756 \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}} \qquad (2.2)$$

Donde:

L= Longitud total del cauce principal o zona en ladera en (Km)
S= Pendiente Promedio en (m/m)
T_c= Tiempo de Concentración en (min.)

Se utiliza como mínimo un tiempo de concentración de 15'

2.5.1.3. Lluvia De Diseño

Por tratarse de diseños de obras de drenaje, en el perímetro urbano de la ciudad de Bogotá, se usan las recomendaciones dadas en la norma NS-085 de la EAAB para diseño de sistemas de drenaje.

Para zonas ó áreas de drenaje inferiores a 3,0 Has se recomienda la utilización de un periodo de retorno de 3 años.

2.5.1.4. Caudal De Diseño

El caudal de diseño de las obras de drenaje se calcula por el Método Racional por tratarse de obras con áreas de drenaje inferiores a 1 Km^2.

Este método se rige por la expresión: Q=C.I.A, donde:

C= Coeficiente de escorrentía
I= Intensidad de la lluvia para el periodo de retorno considerado
A= Área a drenar

De otra parte el Método Racional, esta autorizado por la norma NS-085 de la EAAB, así como la aplicación ó elección de sus variables, como el coeficiente de escorrentía y el periodo de retorno que varía según el tamaño del área a drenar.

En las memorias de cálculo (Anexo No. 6) se encuentran las variables utilizadas en la aplicación de este método, así como los valores morfométricos de las cuencas ó áreas de drenaje de las obras previstas.

2.5.2. Diseño hidráulico

Los Diseños hidráulicos de las obras de drenaje requeridas, se realizan de acuerdo con los caudales de diseño producto del Estudio de Hidrología.

Los canales ó cunetas se han diseñado de acuerdo con su pendiente longitudinal, para los canales con pendiente longitudinal inferior a 10% se diseñan con la ecuación de Manning:

$$Q = AR^{(2/3)}S^{1/2} \quad n$$

Donde:

n = coeficiente de rugosidad de manning
A = sección transversal del canal (mojada)
R = radio hidráulico del canal
S = pendiente longitudinal

Los canales con pendiente longitudinal mayor a 10% se diseñan de acuerdo con la metodología expuesta en [4] , esta metodología permite el diseño de canales con pantallas de manera que se produce una disipación permanente de la energía del flujo.

Como se mencionó anteriormente, las cunetas se han trazado en forma semi - paralela a las curvas de nivel, entregando en lo posible en cursos naturales; para dos de las cunetas (No. 4 y No. 8) no es posible hacer entrega a curso natural, por lo que se dispone su entrega a las escaleras peatonales existentes.

Estas escaleras coinciden con depresiones ó cursos naturales, las áreas que drenan según el diseño hacen parte de las mismas áreas ya recolectadas por estas y no generan valores considerables de caudal adicional.

[4] "III Seminario Nacional de Hidráulica, Canal con Pantallas Deflectoras", Jorge Ramírez G.

La cuneta 4 entrega, 0,017 m^3/s y la cuneta 8, 0,015 m^3/s, se considera que durante la duración del aguacero de diseño (Tr = 3 años), no se presenta circulación peatonal por este sitio.

No se presenta un análisis hidráulico de la capacidad de las escaleras para el manejo de estos caudales, por tratarse de obras existentes y por no pertenecer estas en su concepción original a obras de drenaje, además de buscar con la solución planteada una adecuación económica al flujo sobre laderas que afecta la estabilidad de las mismas.

Es de anotar que las escaleras presentan a sus costados, adosadas a la estructura de la escalera secciones en media caña ó semi – circulares para el manejo de la escorrentía superficial.

El planteamiento presentado de canales interceptores, no cubre la totalidad del área en estudio, las obras propuestas se han ubicado de acuerdo con su viabilidad de construcción tanto por accidentes del terreno como por la interferencia con predios y su utilidad como obra interceptora de flujos en la zona alta de las manzanas.

De acuerdo con lo anterior, la cobertura de áreas de drenaje a interceptar es del orden de 53%, las áreas no cubiertas coinciden con zonas estables que mientras no sean alteradas sus condiciones de cobertura vegetal y uso del suelo ó sean sometidas a flujos de aguas residuales de forma superficial no deben presentar inestabilidad.

En las memorias de cálculo (Anexo No 6), se encuentran los cálculos para los diferentes canales y sus tramos según la pendiente y sus caudales de diseño. Por otro lado en el Anexo No. 4 se pueden observar los planos constructivos de la alternativa propuesta.

2.5.3. Diseño estructural

Teniendo en cuenta que la función de los canales proyectados, es la de captar y conducir las aguas de escorrentía de la ladera, las cuales inducen cargas despreciables al canal, y que por tal motivo dentro de esta función no está incluida la contención o

confinamiento del terreno, consideramos que los esfuerzos a los que estarán sometidas estas estructuras, son mínimos.

Por tal razón los canales serán el reforzados utilizando la cuantía mínima especificada por la NSR - 98[5] en su Titulo C, numeral **C.10.5. – REFUERZO MINIMO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A FLEXIÓN** donde:

$$As_{\min} = \rho_{\min} db_w = \frac{\sqrt{f'c}}{4\,fy} db_w \geq \frac{1{,}4}{fy} db_w$$

Donde:

As_{min}: Área mínima de refuerzo para flexión, mm.
ρ_{min}: Cuantía mínima de refuerzo.
d: Distancia desde la fibra extrema sometida a compresión hasta el centroide del refuerzo a tracción, en mm.
b_w: Ancho del alma, en mm.
f'c: Resistencia nominal del concreto a la compresión en MPa.
fy: Resistencia nominal a la fluencia del refuerzo, en MPa.

Adicionalmente se deben hacer juntas constructivas cada 3,0 m, estas deben ser impermeabilizadas con una masilla plática bituminosa o similar, con el fin de evitar cualquier tipo de infiltración en el terreno.

2.5.4. Diseño fundación canales.

Para el diseño de la fundación de los canales propuestos, se cálculo la capacidad portante del suelo de cimentación, utilizando los resultados del ensayo de compresión inconfinada (q_u = 4,19 Kg/cm^2 y γ = 1,96 Ton/m^3), realizado al suelo de arcilla arenosa (de grano fino) color habano de plasticidad alta y de baja compresibilidad, presente en la zona del deslizamiento y encontrado en el sitio del sondeo No. 3 –

[5] Normas colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente, NSR – 98. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica – AIS.

muestra No. 3; obteniendo una capacidad portante de 35,89 Ton/m^2 con un factor de seguridad de 3,0.

Por otro lado con el fin de establecer las cargas de servicio se consideró el canal proyectado cuya sección transversal es mas grande (Sección tipo 1, Plano 10 de 11) para considerar la condición crítica.

La construcción del canal requiere la realización de una excavación cuyo peso promedio por metro de canal es de 1,76 Ton/m, el cual es mayor al peso propio del canal proyectado que es de 0,89 Ton/m, lo que indica que el suelo de fundación no sufrirá incrementos de esfuerzos por cargas adicionales. La carga del canal genera una presión de contacto sobre el suelo de fundación de 1,7 Ton/m^2, la cual es menor a su capacidad portante y por lo tanto suficiente.

Es importante resaltar que el suelo de cimentación evaluado anteriormente corresponde a una arcilla arenosa (de grano fino) color habano con parámetros geotécnicos claramente definidos, y teniendo en cuenta que el área de construcción de la red de canales proyectada es bastante extensa se pueden encontrar distintos tipos de suelo de cimentación, por tal razón el constructor del proyecto debe reevaluar las condiciones de cimentación de las obras cimentándolas siempre sobre terreno firme, en el caso que el suelo de fundación presente menores especificaciones de resistencia al considerado aquí, debe ser reemplazado por material de relleno para estructuras, debidamente compactado, con el fin de proporcionar el debido soporte a la estructura.

El cálculo de la capacidad portante se puede observar en el Anexo No. 6 del presente informe.

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.

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.

El Constructor debe hacer una disposición de los materiales sobrantes de las actividades en los sitios debidamente autorizados por la Ley.

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, señalización preventiva y en general todos los costos necesarios 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

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.

2.7.2.1. 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.

2.7.2.2. 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.

2.7.2.3. 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.

Cuando la cimentación de las estructuras proyectadas 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 a las estructuras, 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 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.

2.7.2.4. 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.

2.7.2.5. 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.

El alineamiento de los canales propuestos deberá ser replanteado por el constructor y en caso de modificaciones al trazado estas deben ser aprobadas por el Interventor.

El Constructor debe hacer una disposición de los materiales sobrantes de las actividades en los sitios debidamente autorizados por la Ley.

2.7.2.6. 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, 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 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.

2.7.2.7. 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 las vías y el control del tránsito automotor y peatonal durante la ejecución de los trabajos.

2.7.2.8. Ítem de pago

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

2.7.3. Rellenos para estructuras

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, contempladas en el proyecto o autorizadas por el Interventor.

2.7.3.1. 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 2.5. Requisitos de los materiales de relleno

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

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

Los valores de C.B.R. indicados en la Tabla anterior corresponden a los medidos a una densidad mínima del 95 % de la densidad óptima de compactación, 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, adicionalmente para aprobación del material a utilizar la interventoría debe realizar los ensayos de laboratorio necesarios para verificar que este cumple con las exigencias de la presente especificación.

2.7.3.2. Equipo

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

2.7.3.3. 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.

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.

- **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.

2.7.3.4. 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^oC).

2.7.3.5. Controles

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

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

- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.

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

- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.

- Comprobar que los materiales cumplan los requisitos de calidad exigidos en la presente especificación.

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

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

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

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

2.7.3.6. Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

- **Calidad de los materiales**

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

- **Calidad del producto terminado**

Los taludes terminados no deberán acusar irregularidades a la vista.

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

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

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

- **Compactación**

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

2.7.3.7. Medida

La unidad de medida para los volúmenes de rellenos 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 por fuera de las líneas del proyecto o de las establecidas por el Interventor, efectuados por el Constructor, ya sea por negligencia o por conveniencia para la operación de sus equipos.

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

2.7.3.8. Forma de pago

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

Todo relleno 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, 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 las vías y ordenamiento del tránsito automotor y peatonal durante el período de ejecución de los trabajos.

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

2.7.3.9. Ítem de pago

2.7.3.A. Rellenos para estructuras — Metro cúbico (m^3)

2.7.4. Empradización de taludes

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

2.7.4.1. 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.

En los casos en los que la pendiente del talud a empradizar sea mayor a 1.5H:1V se debe anclar el césped al terreno con la utilización de madera rolliza, malla de gallinero, y acero de anclaje.

- **Madera rolliza**

Para el aseguramiento de los bloques de césped al talud se utilizará madera rolliza, la cual debe tener diámetros que varían entre 0,07 m y 0,12 m, esta debe estar sana y en óptimas condiciones, cada tronco debe tener una longitud mínima debe ser de 3,0 m o la especificada en los planos del proyecto.

- **Acero de anclaje**

Para proporcionar soporte a la madera rolliza se debe utilizar acero de ½" de diámetro, la longitud del acero debe ser la especificada en los planos del proyecto o mínimo de 0,40 m.

- **Malla de alambre galvanizado tipo gallinero**

Para el aseguramiento de los bloques de césped se debe utilizar malla de alambre galvanizado tipo gallinero (Tipo CDMB), la cual debe estar debidamente sujetada al acero de anclaje y a la madera rolliza.

- **Agua**

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

2.7.4.2. Equipo

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

2.7.4.3. 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 no cumplan con las pendientes establecidas en los planos del proyecto, el Constructor hará las correcciones previas, a satisfacción del Interventor.

- **Trasplante de césped**

Cuando la pendiente del talud a empradizar sea mayor a 1.5H:1V, sobre la superficie preparada se aplicará abono del tipo orgánico, a continuación, se hincará el acero de anclaje en la profundidad establecida en los planos del proyecto para dar soporte a la madera rolliza, posteriormente 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, finalmente se debe colocar la malla de alambre galvanizado asegurándola tanto a la madera como al acero.

Cuando la pendiente del talud a empradizar sea menor a 1,5H:1V se deberá aplicar abono del tipo orgánico sobre la superficie, posteriormente 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 evitando que el flujo de agua erosiones tanto el abono como la tierra negra colocados 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.

- **Conservación**

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

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

2.7.4.4. 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 para la ejecución de los trabajos.

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

- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.

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

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

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

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

2.7.4.5. Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

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

2.7.4.6. Medida

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

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

2.7.4.7. 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 señalización preventiva, de suministro y colocación de los materiales, el aseguramiento del césped al talud; la compactación de la superficie, el riego y poda periódicos del área empradizada; el suministro y aplicación de fertilizantes, insecticidas y demás materiales requeridos para la conservación del área empradizada; los desperdicios, el transporte al sitio de obra y en general, todo costo adicional relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

2.7.4.8. Ítem de pago

2.7.4.A.	Empradización de taludes con bloques de césped pendiente menor a 1,5H:1V	Metro cuadrado (m^2)
2.7.4.B.	Empradización de taludes con bloques de césped pendiente mayor a 1,5H:1V	Metro cuadrado (m^2)

2.7.5. 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.

2.7.5.1. 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.

2.7.5.2. 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.

2.7.5.3. Proporciones de las Mezclas de Concreto

- **Composición**

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

El Contratista preparará las diferentes clases de concreto que se requieran, de acuerdo con lo especificado en la Tabla 2.6.

Tabla 2.6. Clases de concreto

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

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

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

2.7.5.4. 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.

2.7.5.5. 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.

2.7.5.6. 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.

2.7.5.7. 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 2.7**.

Tabla 2.7. Agregado grueso

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

- **Aditivos**

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

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

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

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

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

2.7.5.8. Dosificación

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

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

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

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

Las variaciones en el suministro y peso no excederán los límites especificados en la Tabla 2.8.

Tabla 2.8. Variación permisible en los pesos de los materiales

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

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

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

2.7.5.9. Mezcla

- **Mezcladoras**

Las mezcladoras serán del tipo y tamaño adecuado para producir un concreto que tenga composición y consistencia uniforme al final de cada ciclo de mezclado. Cada mezcladora deberá estar diseñada en forma tal que los materiales de cada cochada entren sin que haya pérdida y que el descargue del concreto ya mezclado se realice

perfecta y libremente en tolvas húmedas o en cualesquiera otros recipientes aprobados por la Interventoría.

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

- **Muestreo y Ensayos**

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

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

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

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

- **Operación de Mezclado**

Los materiales para cada cochada del concreto deberán depositarse simultáneamente en la mezcladora, a excepción del agua, que se verterá primero y que se dejará fluir continuamente mientras los materiales sólidos entren a la mezcladora, y que continuará fluyendo por un corto período adicional después de que los últimos materiales sólidos hayan entrado a la mezcladora. Todos los materiales, incluyendo el agua, deberán entrar

en la mezcladora durante un período que no sea superior al 25% del tiempo total de mezclado.

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

En las mezcladoras de hasta 0.75 metros cúbicos de capacidad, la operación de mezclado deberá continuar durante un período mínimo de sesenta segundos después de que todos los materiales, incluyendo el agua, hayan entrado a la mezcladora. En las mezcladoras de mayor capacidad, este tiempo mínimo deberá aumentarse en 20 segundos por cada 0,5 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.

2.7.5.10. Formaletas

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

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

Las formaletas y la obra falsa deberán ser lo suficientemente fuertes para soportar todas las cargas a que vayan a estar sujetas, incluyendo las cargas producidas por la colocación y vibración del concreto. Todas las formaletas y obras falsas deberán ser suficientemente herméticas para impedir pérdidas del mortero del concreto. Dichas formaletas y andamios deberán permanecer rígidamente en sus posiciones desde el momento en que se comience el vaciado del concreto hasta cuando éste haya fraguado lo suficiente para sostenerse por sí mismo.

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

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

Los límites de tolerancia para el concreto, especificados en la Sección correspondiente a "Tolerancias" de este Capítulo y las irregularidades de las superficies permitidas en la

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

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

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

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

Los materiales empleados para fabricar las formaletas de madera y las formaletas metálicas, deberán ser como se especifica en la Tabla 2.9.

Tabla 2.9. Materiales para formaletas

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

Las láminas de acero indicadas en la Tabla 2.9 se refieren a platinas de acero que no tengan soportes de madera. El recubrimiento de acero indicado en la Tabla anterior se refiere a láminas delgadas de acero soportadas por un respaldo de tablas de madera.

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

A menos que se indique algo diferente, una misma formaleta sólo podrá usarse de nuevo después de que haya sido sometida a limpieza y reparación adecuadas, y siempre y cuando la Interventoría considere que dicha formaleta permitirá obtener los acabados requeridos para el concreto. No se permitirá reparar con láminas metálicas las formaletas de madera.

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

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

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

2.7.5.11. 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 numeral.

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.

Las juntas deben estar completamente impermeabilizadas con le fin de evitar infiltraciones en el terreno.

2.7.5.12. 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.

2.7.5.13. 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 m, 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.

2.7.5.14. 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.

2.7.5.15. 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.

2.7.5.15. 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.

2.7.5.16. 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.

2.7.5.17. 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 :

2.7.5.18. 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.

2.7.5.19. 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.

2.7.5.20. 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.

2.7.5.21. 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.

2.7.5.22. 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 y peatonal 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.

2.7.5.23. Ítem de pago

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

2.7.6. 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.

2.7.6.1. Materiales

- **Barras de refuerzo**

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

- **Alambre y mallas de alambre**

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

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

Tabla 2.10 Peso de las barras por unidad de longitud

BARRA 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.

2.7.6.2. 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.

2.7.6.3. Ejecución de los trabajos

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

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

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

Tabla 2.11. Diámetro mínimo de doblamiento

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

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

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

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

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

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

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

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

Estos requisitos se deberán cumplir también en la separación libre entre un empalme por traslapo y otros empalmes u otras barras.

Además, se deberán obtener los recubrimientos mínimos especificados en la Norma Colombiana de Construcciones Sismo Resistentes NSR-98.

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

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

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

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

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

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

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

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

2.7.6.4. 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.

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

- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.

- 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.

2.7.6.5. 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.

2.7.6.6. 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.

2.7.6.7. 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.

2.7.6.8. Ítem de pago

2.7.6.	Acero de Refuerzo Grado 60	Kilogramo (Kg)

CAPITULO 3

CONCLUSIONES

- El talud en estudio tiene una topografía montañosa con pendiente promedio de 45º, presenta una cobertura vegetal conformada por césped, arbustos y maleza. Alrededor de la ladera en estudio y en sitios con menor pendiente se encuentran asentados barrios como Los Alpes en la parte alta de la montaña y Tierra Linda, Villas del Progreso y Cordillera en la parte baja de la misma; estos barrios se encuentran bordeando la mayor parte del talud en estudio, el cual presenta varios sectores despoblados.

  En los sectores poblados del talud en estudio se encuentran viviendas con muros y techo principalmente en teja de zinc, madera y latas, y piso en "Tierra", aunque también se encuentran en menor proporción y en la parte baja del talud viviendas con muros en mampostería simple y techos en teja de zinc o asbesto cemento.

  En el área de estudio (14 Has aproximadamente) se presentan deficiencias de conducción de aguas lluvias, las viviendas existentes cuentan con servicio de energía mas no cuentan con servicios de acueducto y alcantarillado y por lo tanto depositan sus aguas servidas directamente al talud, y se realizan excavaciones verticales para la construcción de viviendas nuevas, los cuales debilitan los depósitos superficiales del talud.

- En la actividad de exploración del subsuelo se realizaron 12 apiques (A 1,60 m de profundidad), seis sondeos (Con profundidad hasta de 4,20) y 15,0 m de trinchera, de los cuales se tomaron muestras alteradas y se realizaron ensayos de clasificación y resistencia, obteniendo valores de cohesión que varían entre 5,49 y 6,45 Ton/m^2, ángulos de ficción interna que varían entre 26,9 y 45,7 una resistencia a la compresión inconfinada de 41,9 ton/m^2. También se realizó el ensayo de penetración estándar por medio del cual se tomo información continua de la resistencia del suelo.

- Para la realización del presente estudio se utilizó la información topográfica suministrada por la DPAE y correspondiente al levantamiento topográfico realizado por la Unión Temporal IGR – GIA CONSULTORES LTDA en el marco del contrato CONS-450/02 del mes de Abril del año 2003. Esta topografía corresponde a un levantamiento detallado de la zona en estudio escala 1:1000 y con curvas de nivel cada metro. Sin embargo esta información fue actualizada con el fin de tener en cuenta los cambios del terreno por el deslizamiento ocurrido y los cambios en terreno por la construcción de nuevas viviendas.

- En el sector evaluado afloran rocas del Cretáceo-Terciario afectadas por plegamiento y fallamiento pertenecientes a la Formación Guaduas y Formación Guadalupe, que se encuentran recubiertas localmente por depósitos Fluvioglaciares y rellenos antrópicos.

- El talud en estudio presenta césped, arbustos y maleza como cobertura vegetal en la mayoría de su área, sin embargo esta cobertura se ha perdido especialmente en los sitios de asentamiento de viviendas, en los cuales se han realizado cortes verticales en el talud y depositación de sobrantes de excavaciones y desechos de construcción.

- Bajo la cobertura vegetal existente se encuentra un estrato conformado por material orgánico con presencia de raíces y con espesores que varían entre 0,10 m y 1,0 m. Posteriormente se encuentra a un material arcilloso de color gris cuyo espesor varia entre 0,20 m y 4,0 m. Bajo el material anterior en la mayoría del área de estudio se encuentra la roca la cual pertenece a la formación Guadalupe y presenta un rumbo de N5E Buzando 44SE, el cual es favorable.

- En la parte alta de la zona de estudio cerca de la torre de energía se encuentran depósitos fluvioglaciares conformados por rocas areniscas hasta de 2,0 m de diámetro. Adicionalmente en los sitios donde se encuentra la roca en la superficie, como en los cortes realizados por los habitantes de la zona para la construcción de sus viviendas la roca presenta un nivel de alteración considerable.

- Los factores detonantes participantes en el deslizamiento (flujo de lodo) ocurrido en Abril de 2006 son:

La entrega de aguas servidas de manera directa al talud mediante zanjas.

Los efectos del intenso invierno ocurrido en la época.

La alta pendiente del talud.

El carácter erodable de los materiales arcillosos que conforman los depósitos superficiales.

La principal causa del deslizamiento, corresponde al elevado nivel de humedad en el que se encontraba el depósito superficial arcillo arenoso como consecuencia del invierno y de la entrega directa de aguas negras que se encuentra metros arriba del sitio.

- La acción de los factores detonantes existentes en el área de estudio**,** genera la necesidad de un control integral de los mismos en todo el área del talud, realizando un manejo de las aguas de escorrentía, realizando la conexión de las viviendas legalizadas existentes a los servicios de acueducto y alcantarillado, evitando la realización de cortes verticales en el talud.

- Teniendo en cuenta que un correcto manejo de las aguas de escorrentía del talud en estudio mitigará el avance de los daños causados por la erosión y por la acumulación de agua en los materiales del talud, la solución propuesta radica en la implementación en la zona de un sistema de obras de drenaje consistentes en una serie de cunetas ó canales trazados en forma semi - paralela a las curvas de nivel, de forma tal que intercepte la escorrentía que baja por la ladera y la transporte hacia cauces definidos en la zona, evitando la saturación de los depósitos superficiales.

- En el talud que fue afectado por el flujo de lodo en abril de 2006, se tiene previsto el retiro del suelo alterado mediante la conformación de taludes 1H: 1V y terrazas con su respectiva cuneta de drenaje para el manejo del agua de escorrentía, debidamente empradizadas.

- Las obras proyectadas tienen un valor de $ 217.101.263,68 incluido AIU del 25%.

BIBLIOGRAFÍA

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

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

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

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

TABLA DE CONTENIDO

Pag.

GLOSARIO 1

INFORME PRINCIPAL 2

INTRODUCCION 2

CAPITULO 1 4

1.1. LOCALIZACIÓN 4

1.2. UBICACIÓN TEMPORAL. 4

1.3. ÁREA DE INFLUENCIA 5

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

1.4. ANTECEDENTES. 5

1.5. DESCRIPCIÓN 9

1.5.1. Patología estructural de la infraestructura básica existente 11
1.5.2. Sismicidad 11

CAPITULO 2 13

ANALISIS DE INGENIERIA. 13

2.1. TRABAJOS DE CAMPO. 13

2.1.1. Topografía. 13
2.1.1.1. Descripción de la poligonal de amarre: 14
2.1.1.2. Levantamiento topográfico del área 15
2.1.1.3. Descripción de la poligonal de cierre 16
2.1.1.4. Mojonamiento de referencia 16
2.1.2. Exploración del Subsuelo 17

2.2. GEOLOGÍA 18

2.2.1. Estratigrafía 18
2.2.1.1. Formación Guaduas: 18
2.2.1.2. Grupo Guadalupe (Ksg): 19
2.2.2. Geología Estructural 20
2.2.2.1. Falla Quebrada La Estrella 21
2.2.2.2. Falla Quebrada del Sur: 21
2.2.3. Geología Local 22
2.2.3.1. Formación Guadalupe (Ksg): 22
2.2.3.2. Roca Tectonizada - brechada (Ksgt-rb) 23
2.2.3.3. Brecha de falla (Ksgt-bf) 23
2.2.3.4. Brecha de falla (TKgu-bf) 23
2.2.3.5. Formación Guaduas (KTg) 24
2.2.3.6. Cuaternarios 24
2.2.3.7. Suelo Residual (Ksgt-sr) 24
2.2.3.8. Depósitos de ceniza (Qcv) 25
2.2.3.9. Depósito de Relleno Antrópico (Qra) 25
2.2.4. Geomorfología 25
2.2.4.1. Unidad frente estructural (FE) 26
2.2.4.2. Unidad denudativa estructural colinada (DEC) 26
2.2.4.3. Unidad escarpe estructural denudativo en brecha de falla (EeDbf) 26
2.2.4.4. Unidad agradacional terrazas altas (ATA) 26
2.2.4. Geoformas artificiales 27
2.2.4.1. Unidad agradacional denudativo (AD) 27
2.2.4.2. Unidad agradacional (A) 27

2.3. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD 27

2.3.1. Perfil Estratigráfico 27
2.3.2. Diagnóstico 29

2.4. OBRAS DE ESTABILIZACIÓN 30

2.4.1. Análisis de viabilidad 31
2.4.2. Intervención del talud en la zona del deslizamiento 31
2.4.2.1. Modelo Geotécnico 32
2.4.2.2. Diseño 32

2.5. ESTUDIO HIDROLOGÍCO E HIDRÁULICO 33

2.5.1. Hidrología 34
2.5.1.1. Recopilación de información: 34
2.5.1.2. Metodología de cálculo 35
2.5.1.3. Lluvia De Diseño 37
2.5.1.4. Caudal De Diseño 37
2.5.2. Diseño hidráulico 38
2.5.3. Diseño estructural 39
2.5.4. Diseño fundación canales. 40

2.6. CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO. 41

2.7. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN. 42

2.7.1. Desmonte y limpieza 42
2.7.1.1. Generalidades 42
2.7.1.2. Equipo 42
2.7.1.3. Ejecución de los trabajos 42
2.7.1.4. Remoción y disposición de materiales 43
2.7.1.5. Controles 43
2.7.1.6. Condiciones específicas para el recibo y tolerancias 44
2.7.1.7. Medida 44
2.7.1.8. Forma de pago 45
2.7.1.9. Ítem de pago 45
2.7.2. Excavaciones varias 45
2.7.2.1. Materiales 46
2.7.2.2. Equipo 46
2.7.2.3. Ejecución de los trabajos 46
2.7.2.4. Controles 48
2.7.2.5. Condiciones específicas para el recibo y tolerancias 49
2.7.2.6. Medida 49
2.7.2.7. Forma de pago 50
2.7.2.8. Ítem de pago 50

2.7.3. Rellenos para estructuras 50
2.7.3.1. Materiales 51
2.7.3.2. Equipo 52
2.7.3.3. Ejecución de los trabajos 52
2.7.3.4. Limitaciones en la ejecución 54
2.7.3.5. Controles 54
2.7.3.6. Condiciones específicas para el recibo y tolerancias 55
2.7.3.7. Medida 56
2.7.3.8. Forma de pago 56
2.7.3.9. Ítem de pago 57
2.7.4. Empradización de taludes 57
2.7.4.1. Materiales 58
2.7.4.2. Equipo 59
2.7.4.3. Ejecución de los trabajos 59
2.7.4.4. Controles 61
2.7.4.5. Condiciones específicas para el recibo y tolerancias 61
2.7.4.6. Medida 62
2.7.4.7. Forma de pago 62
2.7.4.8. Ítem de pago 62
2.7.5. Concreto 63
2.7.5.1. Diseño de las Mezclas de Concreto 63
2.7.5.2. Ensayos de Resistencia del Concreto 63
2.7.5.3. Proporciones de las Mezclas de Concreto 65
2.7.5.4. Resistencia 67
2.7.5.5. Tamaño Máximo del Agregado 67
2.7.5.6. Consistencia 67
2.7.5.7. Materiales 67
2.7.5.8. Dosificación 71
2.7.5.9. Mezcla 72
2.7.5.10. Formaletas 75
2.7.5.11. Juntas en el concreto 78
2.7.5.12. Preparación para la colocación 80
2.7.5.13. Transporte 81
2.7.5.14. Colocación 82
2.7.5.15. Remoción de encofrados 84
2.7.5.16. Curado del concreto 85
2.7.5.17. Tolerancias 86
2.7.5.18. Acabados 87
2.7.5.19. Sellos para juntas 89
2.7.5.20. Protección con morteros 91
2.7.5.21. Medida 91

2.7.5.22. Forma de pago 92
2.7.5.23. Ítem de pago 93
2.7.6. Acero de refuerzo 94
2.7.6.1. Materiales 94
2.7.6.2. Equipo 95
2.7.6.3. Ejecución de los trabajos 95
2.7.6.4. Controles 98
2.7.6.5. Condiciones específicas para el recibo y tolerancias 99
2.7.6.6. Medida 99
2.7.6.7. Forma de pago 100
2.7.6.8. Ítem de pago 100

CAPITULO 3 101

CONCLUSIONES 101

BIBLIOGRAFÍA 104

LISTADO DE TABLAS

Pag.

Tabla 1.1.	Viviendas Afectadas	3
Tabla 1.2.	Coordenadas zona del proyecto	4
Tabla 2.1.	Puntos generados para el ajuste de la poligonal de cierre	15
Tabla 2.2.	Mojones materializados	16
Tabla 2.3.	Características de los materiales analizados.	28
Tabla 2.4.	Curvas IDF zona en estudio.	35
Tabla 2.5.	Requisitos de los materiales de relleno	51
Tabla 2.6.	Clases de concreto	66
Tabla 2.7.	Agregado grueso	70
Tabla 2.8.	Variación permisible en los pesos de los materiales	72
Tabla 2.9.	Materiales para formaletas	77
Tabla 2.10	Peso de las barras por unidad de longitud	94
Tabla 2.11.	Diámetro mínimo de doblamiento	96

ANEXOS

		PAG.
ANEXO A	**REGISTRO FOTOGRAFICO**	**105**
ANEXO B	**TOPOGRAFIA**	**111**
ANEXO B.1.	**Poligonal de amarre**	**112**
ANEXO B.2.	**Poligonal de ajuste**	**114**
ANEXO C	**EXPLORACION DEL SUBSUELO Y RESULTADOS DE LABORATORIO**	**116**
ANEXO C.1	**Exploración del Subsuelo**	**117**
ANEXO C.2	**Resultados de Laboratorio**	**133**
ANEXO D	**PLANOS (Volumen 3. Pag. 211)**	
ANEXO E	**CANTIDADES DE OBRA, PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA**	**178**
ANEXO E.1	**Presupuesto**	**179**
ANEXO E.2	**Cronograma**	**183**
ANEXO E.3	**Análisis de Precios Unitarios**	**185**
ANEXO F	**MEMORIAS DE DISEÑO**	**194**
ANEXO F.1.	**Calculo de capacidad portante de suelo de cimentación canales**	**195**
ANEXO F.2.	**Memorias de análisis**	**197**

LISTADO DE PLANOS (Volumen 3)

PLANO 1: LOCALIZACION

PLANO 2: TOPOGRAFICO 1

PLANO 3: TOPOGRAFICO 2

PLANO 4: GEOLOGICO REGIONAL

PLANO 5: GEOLOGICO LOCAL

PLANO 6: SECCIONES GEOLOGICAS

PLANO 7: PLANTA Y PERFIL ZONA DEL DESLIZAMIENTO.

PLANO 8: PLANTA CUNETAS.

PLANO 9: PERFILES LONGITUDINALES CUNETAS

PLANO 10: SECCIONES CUNETAS Y DETALLES CONSTRUCTIVOS

PLANO 11: PLANTA AREAS DE DRENAJE