



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 por Remoción en Masa.
Am:	Coeficiente que representa la aceleración pico efectiva, para diseño.
γ :	Peso Unitario (Ton/m³)



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

DPAE - FOPAE



GEODINÁMICA INGENIERÍA
LTDA.

**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. 3
LOCALIDAD CIUDAD BOLIVAR.
BARRIO SAN JOAQUIN**

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. 3 de riesgo inminente por remoción en masa localizado en la Calle 80D Bis Sur entre la Carrera 17A Este y la Carretera El Mochuelo en el Barrio San Joaquín del Vaticano en la Localidad de Ciudad Bolívar en la ciudad de Bogotá D.C.

En el sector en estudio se encuentra un talud con una longitud aproximada de 85 m, una altura promedio de 10,0 m y pendiente promedio de 42°. Este se encuentra protegido en la mayoría de su área por concreto en una capa de 0,05 m y por neumáticos rellenos de material heterogéneo dispuestos en forma de terrazas de 1,50 m de altura aproximadamente; tanto en la corona como en la pata del talud se construyó un canal de 0,30 m de ancho, por medio de la cual se captan las aguas de escorrentía.

En su extremo sur el talud fue afectado por la saturación de los materiales que lo conforman, debido principalmente a la rotura de la red de conducción de agua potable



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

DPAE - FOPAE



GEODINÁMICA INGENIERÍA
LTDA.

que cruza por la parte superior del mismo, generando la destrucción de la protección de neumáticos y el desplazamiento del suelo.

Por otro lado se observa el deterioro de la protección en concreto del talud, la cual presenta abombamientos y fisuras en la mayor parte del área, adicionalmente en la parte central del talud se observa agua que aflora (Ver Anexo A, Registro fotográfico).

Dentro de las actividades del estudio se realizaron actividades de recopilación de información primaria y secundaria, realizándose actividades de exploración del subsuelo y de topografía, con el fin de establecer las condiciones del talud y características de los materiales que la conforman.

Con base en la información recopilada se establecieron las causas del fenómeno de remoción en masa y se plantearon dos alternativas de intervención del talud, tanto en la zona del deslizamiento como en el resto del talud en la zona donde se encuentra protegido con concreto. Posteriormente se seleccionó para diseño la alternativa de intervención más viable teniendo en cuenta los aspectos técnicos y económicos más relevantes del proyecto, para este sitio y teniendo en cuenta tanto la complejidad como el costo de las obras propuestas por la alternativa seleccionada se dividió la intervención del talud en dos fases: la primera correspondiente a la intervención de la zona del deslizamiento y la segunda al reemplazo de la protección de concreto.

Las obras diseñadas, contemplan el confinamiento de los materiales del talud y la protección de sus materiales contra los procesos erosivos de las aguas superficiales y subsuperficiales; estas obras fueron plasmadas en los planos de construcción del proyecto.

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



CAPITULO 1

1.1. LOCALIZACIÓN

El sitio crítico No. 3 esta localizado en la Calle 80D Bis Sur entre la Carrera 17A Este y la Carretera El Mochuelo en el Barrio San Joaquín del Vaticano dentro la Localidad de Ciudad Bolívar al sur de la ciudad de Bogotá D.C.

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

Tabla 1.1. Coordenadas zona del proyecto

COORDENADA	MIN	MAX
NORTE	93.275	93.425
ESTE	92.850	93.025

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

1.2. UBICACIÓN TEMPORAL.

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

- Visita de reconocimiento conjunta entre DPAE, Interventoría y Consultor día 26 de julio de 2006.
- Trabajos de Topografía del 31 de julio al 01 de agosto de 2006.



- Exploración del subsuelo el 05 y el 07 de agosto de 2006.
- Reconocimiento geológico para toma de información, día 04 de agosto de 2006.

1.3. ÁREA DE INFLUENCIA

1.3.1. Área de Influencia Indirecta.

El área de influencia indirecta se encuentra dentro de la localidad de Ciudad Bolívar al sur oriente de la ciudad de Bogotá D.C. y esta conformada por la parte baja del barrio San Joaquín del Vaticano.

1.3.2. Área de Influencia Directa.

El área de influencia directa se encuentra comprendida por la Calle 80D Bis Sur entre las carreras 17 A Este y Carretera El Mochuelo, en la zona se encuentran 17 viviendas directamente involucradas con el talud en estudio.

El área de influencia directa corresponde a 0.86 Ha.

1.4. ANTECEDENTES.

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

“ESTUDIO DE RIESGOS POR REMOCION EN MASA Y DISEÑOS DETALLADOS DE LAS OBRAS DE CONTROL, PROTECCION Y ESTABILIZACION EN EL SECTOR CARRIZAL DEL BARRIO SAN JOAQUIN, LOCALIDAD DE CIUDAD BOLIVAR, DE LA CIUDAD DE BOGOTA D.C.”. Realizado por IGL Investigaciones Geotécnicas Ltda en el marco del contrato CCS-270-00 en el mes de Noviembre del año 2000.



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

DPAE - FOPAE



GEODINÁMICA INGENIERÍA
LTDA.

“ESTUDIO DE RIESGOS POR INESTABILIDAD DEL TERRENO”. Adelantado por INGEOCIM, 1998

Por otro lado fueron solicitadas las certificaciones IGAC del punto geodésico CD – 607A, el cual está localizado por el sistema de coordenadas MAGNA – SIRGAS y se encuentra a 893.5 m del sitio.

A continuación se mencionan los aspectos relevantes de la zona en estudio encontrados en la información existente y captados en las diferentes visitas a campo:

Según el estudio de Riesgos por inestabilidad del terreno adelantado por la DPAE - INGEOCIM, 1998, el sector esta caracterizado con niveles de amenaza alta debido principalmente a que el sector se encuentra dentro de un frente antiguo de explotación de materiales, abandonado y sin un adecuado tratamiento y manejo de los taludes mineros.

El proceso de urbanización que ha sufrido el sector objeto de estudio ha sido llevado de forma aleatoria y ha obedecido a la conformación de hecho, sin ningún tipo de manejo ingenieril. Es así que se encuentran viviendas construidas o levantadas sobre los escarpes y en la base de los taludes mineros, con cobertura de servicios públicos deficiente, especialmente en lo referente al sistema de alcantarillado y vías de acceso.

El sector objeto en estudio se ubica sobre el costado sur de una zona de explotación de materiales, con un alto grado de intervención del hombre, que inicia desde el manejo antitécnico de los cortes mineros y con el mismo proceso de urbanización; originando paisajes antrópicos con cambio morfométrico de las laderas naturales debidos a cortes y rellenos de materiales sueltos dispuestos sobre la corona o escarpe de los taludes mineros.

Los taludes mineros expuestos están entallados sobre una intercalación de rocas arenosas sobre rocas arcillosas de la Formación Cacho, sobre los cuales se identificaron materiales sueltos tipo relleno y depósitos de ladera producto de movimientos de pequeña magnitud. El sector objeto de estudio se encuentra



influenciado regionalmente por la falla el Mochuelo lo que conlleva a tratar con condiciones estratigráficas complejas.

La mayoría de las superficies libres presentan cobertura vegetal escasa o carecen de ella lo que hace común encontrar procesos de erosión en la zona.

Como primera aproximación se puede establecer que los procesos de fenómenos de remoción en masa que afectan al sector corresponden a movimientos tipo deslizamientos traslacionales de los rellenos y pequeños desprendimientos de material que por acción del agua se configuran en flujos que afectan las viviendas de la parte alta por desconfinamiento de la cimentación de las mismas, y las viviendas de la parte baja por impacto sobre los techos.

Desde el punto de vista de vulnerabilidad el sector se puede categorizar como de muy alta vulnerabilidad. Por una parte por la baja calidad de sus viviendas y su alto nivel de exposición, y por la otra parte por el nivel de daño alto que producirían los desplazamientos verticales de las cimentaciones de las casas y los daños por impacto sobre los techos de las viviendas, dada la ubicación frente a los eventos amenazantes. Lo anterior configura altos niveles de riesgo para la comunidad directamente expuesta.

1.5. DESCRIPCIÓN

El área a estudiar corresponde al talud limitado por las carreras 17 y 17D y entre las Calles 80C Sur y 80D Bis Sur. El sector afectado se encuentra en la parte sur del talud, el cual es de menor altura (9,0 m aproximadamente) y se encontraba protegido con neumáticos rellenos con un material heterogéneo, dispuestos en terrazas de 1.50 m por 1,50 m; en la zona ubicada en la parte alta del talud se presentó la rotura de una tubería de agua potable a presión, lo cual generó la saturación de los materiales del talud y su posterior desestabilización y deslizamiento (Ver Anexo A, Registro fotográfico).

Con un ancho de 15,9 m, el deslizamiento ocupa un área de 200 m² del talud en estudio, el área tiene una forma irregular debido principalmente a las limitantes físicas presentes, como lo son las viviendas y el andén de la corona del talud y la



tensión resistida por la protección de neumáticos la cual restringió el movimiento de parte del material inestable. Este deslizamiento movilizó un volumen aproximado de 60 m^3 , los cuales fueron depositados en la pata del talud.

Teniendo en cuenta las condiciones de pendiente, suelo y forma cóncava del escarpe del deslizamiento, éste se clasifica como un deslizamiento rotacional en suelo, Varnes¹.

La zona norte del talud se encuentra protegida con concreto y evidencia un deterioro generalizado, con abombamientos y fisuras en toda su área (Ver Anexo A, Registro fotográfico).

Tanto en la corona como en la pata del talud se encuentran canales de 0.30 m de ancho, los cuales son los encargados de evacuar las aguas de escorrentía del talud; sin embargo debido al deslizamiento en la parte sur, el canal de la corona colapso y el de pata fue obstruido, lo cual trae como consecuencia que la captación y conducción de las aguas de escorrentía no se está llevando a cabo y se está conduciendo directamente hacia el material deslizado.

Adicionalmente en la corona del talud en el costado norte, el canal se encuentra fisurado y la totalidad de las aguas captadas por un filtro superficial ubicado en la parte posterior de las viviendas que tienen su frente sobre la Carrera 17 A Este, se infiltra totalmente bajo la protección de concreto y aflora posteriormente en los lloraderos del talud.

La ocurrencia del deslizamiento afectó principalmente a las tres primeras viviendas del costado sur del área en estudio, ya que los materiales inestables entraron en contacto con la estructura de madera y tejas de Zinc de una de estas pandeando sus muros.

La corona del deslizamiento se encuentra a 2,0 m de la cimentación de las viviendas de la parte alta del talud, lo que las pone en alto riesgo en caso de que aumente el área del FRM.

¹ Varnes D. (1978) "Slope Movements – Types and Processes".



Después del deslizamiento las viviendas vecinas a este fueron desocupadas y la prestación de servicios suspendida, sin embargo aun se observa flujo de agua en las tuberías que quedaron al descubierto después del deslizamiento, lo que puede generar nuevos movimientos e incrementos en su área.

1.5.1. Descripción Física de Las Viviendas

En la zona de estudio se encuentran 17 viviendas de las cuales 11 están en la parte alta del talud y 6 en la parte baja.

En la parte alta del talud se encuentran tres viviendas de dos pisos, las cuales están construidas en mampostería no reforzada y con cubiertas en teja de zinc o de asbesto cemento. El resto de las viviendas son de un piso y también están construidas en mampostería no reforzada.

De las viviendas de la parte baja del talud solo una es de dos pisos, las viviendas están construidas en mampostería no reforzada. Las tres primeras viviendas tienen su frente sobre la Calle 80D Bis Sur (frente al talud), el resto tiene su frente sobre la Calle 80 C Sur, es decir que sus caras posteriores son las que están en contacto con el talud en estudio. Las divisiones de las partes traseras de las viviendas se encuentran construidas en teja de Zinc, madera y alambre de púas y el espacio entre los linderos y la pata del talud es menor a 2.0 m.

La vivienda mas afectada por el FRM esta construida principalmente en madera y con techo en teja de Zinc, sin embargo no fue posible contactar a su propietario debido a que la vivienda fue desocupada.

Todas las viviendas cuentan con conexión a las redes de servicios públicos y se encuentran legalizadas.

1.5.2. Patología Estructural De La Infraestructura Básica Existente

Debido al riesgo en el que quedaron las viviendas vecinas al deslizamiento fueron suspendidos los servicios de aguas potable, alcantarillado y gas natural.



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.
DPAE - FOPAE



GEODINÁMICA INGENIERÍA
LTDA.

La ocurrencia del deslizamiento afecto principalmente a las redes de alcantarillado y acueducto las cuales quedaron a la vista y presentan fugas aun cuando fue suspendido el suministro.

El aumento del área del deslizamiento podría afectar a la red de distribución de gas natural la cual se encuentra bajo el andén de la corona del talud.

La red de suministro eléctrico no fue afectada y se encuentra en buenas condiciones.

Las redes de servicios de la parte baja del talud no fueron afectadas y se encuentran en buenas condiciones.

1.5.3. Sismicidad

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



CAPITULO 2

ANALISIS DE INGENIERIA.

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

2.1. TRABAJOS DE CAMPO.

2.1.1. Topografía.

Con el fin de tener una idea concreta de cómo están interactuando las propiedades de los materiales en relación con la geometría del talud se realizó un levantamiento topográfico detallado con la utilización de un nivel de precisión y estación total, a escala 1:500.

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

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



2.1.1.1. Método de Trabajo

Como primera actividad se realizó el levantamiento topográfico detallado, a escala 1:500 con curvas de nivel cada 50 cm.

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

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

➤ Descripción de la Poligonal de Amarre

El levantamiento fue amarrado al sistema de posicionamiento del IGAC, sistema de coordenadas MAGNA – SIRGAS, con punto de partida en el **CD – 607A** el cual se encuentra localizado cerca de la Avenida Boyacá con calle 74 B sur, a 893,5 m de distancia del sitio en estudio en el sur de Bogotá D.C., y con control a la Iglesia de Monserrate localizada a una distancia de 11.373,67 m. y con un Azimut Plano del Norte al Este de $129^{\circ} 44' 26,544''$. El **CD – 607A** presenta coordenadas planas $N = 94.006,157$ m. y $E = 93.488,051$ m, con una elevación de 2.640,30 m.s.n.m. sobre el plano de proyección de 2.550,000 m.s.n.m. La certificación IGAC se puede observar en el Anexo B Topografía.

El levantamiento se realizó con una Estación Total TOPCON GTS212 de precisión angular al segundo y con alcances de lectura con prisma sencillo de 1.800 m de distancia en longitud.

Error de cierre en coordenadas Norte = - 0,0821 m.

Error de cierre en coordenadas Este = - 0,0049 m.

Error de cierre en ángulo = $0^{\circ}00'08''$

Error Vertical = 0,034 m

Precisión = 1: 22.824

Los detalles de la poligonal de amarre se pueden observar en el Anexo B



➤ **Levantamiento Topográfico del Área.**

En el trabajo de campo que se llevó a cabo con la ayuda de una Estación Total TOPCON GTS212, con aproximación en ángulo al segundo y en distancia al milímetro; se captaron detalles como la silueta del deslizamiento, cercas, pozos de alcantarillado, construcciones existentes, límites de predios, árboles de mayor porte que se encuentren en la zona y que puedan interferir con la construcción de las obras, redes de servicios, postes y demás aspectos relevantes que describan la configuración topográfica del terreno.

El barrido altimétrico y Planimétrico se ejecutó con la captura de una nube de puntos lo suficientemente densa para garantizar una precisión aceptable al dibujar curvas de nivel cada 0,50 m y nivel de detalle requerido en los términos de referencia del proyecto.

➤ **Descripción de la poligonal de cierre**

Para la toma de información, en campo se ubico una poligonal de 6 deltas, cada uno de los cuales fue nivelado con nivel de precisión. El ajuste de esta poligonal presenta los siguientes resultados:

Error de cierre en coordenadas Norte = + 0,0030m.
Error de cierre en coordenadas Este = + 0,00040m.
Error de cierre en ángulo = $0^{\circ}01'07''$
Error Vertical = 0,002 m
Precisión = 1: 86.073

➤ **Ubicación de placas de Referencia**

Para el replanteo de las obras proyectadas se ubicaron dos placas de bronce (#PL3 y #PL4), de la cuales se pueden observar las fotografías e improntas en el Anexo B, adicionalmente en el mismo anexo se encuentran tanto las carteras de campo como de oficina del levantamiento realizado y de la poligonal de amarre.



Las placas ubicadas presentan la siguiente información:

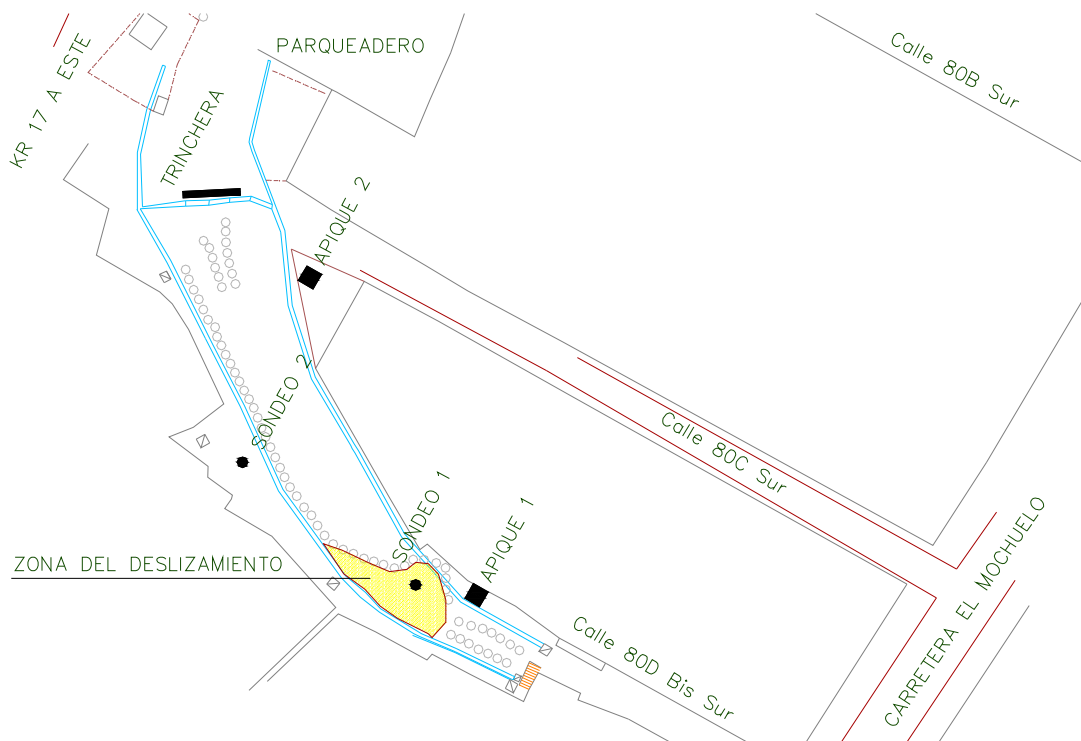
Tabla 2.1. Referencias Materializadas

PLACA No.	NORTE	ESTE	NIVEL
PL3	93.440,43	92.859,81	2.672,06
PL4	93.320,27	92.898,40	2.653,43

2.1.2. Exploración del Subsuelo

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

Figura 2.1. Localización Actividades Exploración del Subsuelo.





ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.
DPAE - FOPAE



GEODINÁMICA INGENIERÍA
LTDA.

Dentro las actividades realizadas se encuentran:

2 Apiques a profundidades de 1,50 y 1,60 m.
Trincheras de 5,0 m de longitud
2 Sondeos manuales de 7,30 m y 3,60 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
Límites de Atterberg
Lavado sobre Tamiz No. 200.

Parámetros geotécnicos

Peso Unitario
Corte Directo
Compresión Inconfinada

2.2. GEOLOGÍA

En el sector evaluado afloran rocas Terciarias afectadas por plegamiento y fallamiento pertenecientes a la Formación Areniscas del Cacho que se encuentran recubiertas localmente por depósitos coluviales.



2.2.1. Estratigrafía

En el sitio evaluado aflora la Formación Areniscas del Cacho (Tpc), La Sociedad Colombiana de Geólogos y Geofísicos del Petróleo (1961, en Julivert 1963 p.16) la elevan al rango de Formación.

La Formación Areniscas del Cacho esta compuesta por dos unidades de arenisca cuarzosa de grano grueso a conglomerático de color rojizo a amarillento en estratos de 1,5 a 3,0 m de espesor con estratificación cruzada e intercalaciones de arcillolitas rojas, ferruginosas separadas por un intervalo de Lutitas amarillentas a blancuzcas. Los dos segmentos de arenisca fueron denominados por Hubach como Infracho y Supracacho.

Se estima que el espesor total de la formación es de 100 m; esta unidad es suprayacida por la Formación Bogotá, en contacto neto y concordante e infrayacida por la Formación Guaduas.

La edad de la formación Cacho según MAC Laughlin & Acce (1972) es Paleoceno con base en paleoflora estudiada por Van Der Hammen (1957), Sarmiento (1994) hace más precisión al discutir el contacto de la formación Guaduas con la formación Cacho y le asigna a esta última una edad de Paleoceno Superior.

Esta Unidad por sus características litológicas sugiere un ambiente fluvial y es correlacionable con la parte superior del Grupo Palmichal y la Arenisca de Socha.

2.2.2. Geología Estructural

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



Cerca del área evaluada, se encuentra la falla inversa El Mochuelo, la cual invierte las capas de la Formación Cacho y pone a cabalgar las arcillolitas de la Formación Guaduas sobre la Formación Bogotá y sobre las areniscas de la Formación Cacho.

Esta estructura influyó en la evolución tectónica del lugar de forma importante ya que con su convergencia al oriente pone fin al Sinclinal asimétrico de Usme y prácticamente desaparece a la Formación Cacho. Por lo anterior se piensa que su salto puede ser superior a los cien metros. A partir de la edad de las rocas que se ven involucradas se puede decir que esta estructura inicio su actividad en el Eoceno tardío. Actualmente esta falla es pasiva y su principal influencia en el comportamiento del talud obedece al estado en el que quedaron los materiales cuando la falla fue activa y al proceso de meteorización que han sufrido hasta el presente.

Muy cerca del sitio evaluado las rocas presentan un rumbo N80W y buzan 40 grados al SW.

2.2.3. Geología Local

En el sitio evaluado aflora la Formación Cacho en la cual se reconocen Tres niveles:

Nivel 1: Constituido por areniscas feldespáticas friables, de grano fino, color rojizo amarillento, en capas de espesor medio a grueso, las coloraciones rojizas son producto de la alteración de minerales de hierro, el nivel de arenisca presenta alto grado de meteorización y diaclasamiento.

Nivel 2: Está conformado por arcillolitas plásticas moradas a rojizas, meteorizadas, diaclasadas, fracturadas, con presencia de minerales ferrosos.

Nivel 3: Se encuentran Areniscas color amarillo-rojizo friables de grano medio, meteorizadas, con niveles conglomeráticos con laminación inclinada y presencia de costras ferruginosas, en capas de espesor muy gruesas.



2.2.4. Depósitos Recientes:

En el área de estudio se identificaron cuatro tipos de depósitos recientes así:

Depósitos de ladera (Qdl): Acumulaciones en la base del talud originadas por el material proveniente de los fenómenos de remoción en masa que han afectado los rellenos ó el suelo residual arcilloso y arenoso de la parte alta del talud, se encuentra en la parte sureste de la zona.

Depósitos Antrópicos (Qrb): Son acumulaciones constituidas por desperdicios orgánicos y de construcción mal conformados, de baja compactación y sin cementación, son propensos a inestabilizarse, se ubican en la parte central y sureste del área de estudio.

Depósitos de base y rellenos (Qr): Rellenos regularmente conformados para constituir la base de vías y edificaciones.

Suelo residual (Qsr): Son acumulaciones de suelo arcilloso y arenoso producto de la alteración química de las rocas de la formación Cacho, las cuales no tienen un transporte considerable, son cuerpos alargados que se desarrollan paralelos al conjunto superior de areniscas de la formación Cacho.

Los materiales presentes en el talud se encuentran alterados principalmente en la superficie ya que son susceptibles a la acción del agua, su estado mejora con la profundidad en donde presentan condiciones favorables para prestar servicio como suelo de fundación de las obras proyectadas.

2.2.5. Geomorfología y Procesos Morfodinámicos

El sitio estudiado forma parte de una ladera con una pendiente muy alta cercana a los 45 grados, El buzamiento de las capas va en sentido contrario a la pendiente del terreno siendo una situación favorable.



La ladera natural ha sido modificada por la acción antrópica, generando por corte un talud de pendiente muy alta, en su base se encuentra un relicto de las explotaciones mineras, y en su parte superior fue ubicado material de relleno para readecuar la pendiente del talud y controlar el deslizamiento colocando drenes por los cuales se observa flujo.

En esta unidad geomorfología los procesos morfodinámicos que se observan en el sitio evaluado son flujos, erosión hídrica, la socavación y la meteorización.

2.3. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

2.3.1. Perfil Estratigráfico

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

- El talud en estudio en la parte superior presenta césped como cobertura vegetal, adicionalmente se encuentran varias zonas del talud protegidas con neumáticos dispuestos a manera de terrazas de 1,50 m de altura rellenos de un material heterogéneo; el resto del talud se encuentra cubierto por zonas duras las cuales corresponden al andén presente en la parte superior sur del talud y a la protección del mismo con mortero.
- En la parte alta del talud y bajo las coberturas mencionadas anteriormente se encuentra un relleno heterogéneo con espesor promedio de 0,70 m, el cual corresponde a la estructura de cimentación del andén existente en algunos casos, a la cobertura vegetal y a rellenos antrópicos en otros.
- A lo largo de la zona en estudio se encuentran areniscas de grano fino altamente alteradas y friables, intercaladas por arcillolitas de color habano con vetas rojizas; estos estratos presentan un rumbo N80W y buzan 40 grados al SW, lo cual es favorable con respecto a la orientación del talud en estudio.



Debido a la orientación de los estratos presentes, su disposición a lo largo del talud varia tal como se puede observar en el plano geológico local y en los perfiles estratigráficos del Anexo D, sin embargo su buzamiento es favorable para la estabilidad general del talud.

- En la pata del talud se encuentra una zona de menor pendiente, conformada por un depósito antrópico con 1,50 m de espesor el cual está conformado por desechos de construcción y basura.

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

El ensayo de corte directo se realizó a dos de las muestras más representativas de los materiales del talud; el primero se realizó al material arcilloso color café rojizo con vetas habanas que se encuentra más cercano a la superficie (Muestra tomada en la trinchera) y el segundo se realizó al material limo arenoso de grano fino color naranja encontrado en el Apique No.2; esta información se presenta a continuación:

Para determinar la resistencia al corte de las muestras escogidas se empleó el ensayo de corte directo con una velocidad de corte de 0,002726 mm/min. y esfuerzos normales de 2,40 ton/m², 4,70 ton/m² y 9,40 ton/m² para la muestra de la trinchera y de 0,80 ton/m², 1,60 ton/m² y 3,19 ton/m² para la muestra del apique No. 2, los resultados se observan a continuación.

Tabla 2.2. Características de los materiales analizados.

PERFORACIÓN Y MUESTRA	MATERIAL	PESO UNITARIO Ton/m ³	PESO UNITARIO SATURADO Ton/m ³	COHESIÓN Ton/m ²	ANGULO DE FRICCIÓN
TRINCHERA MUESTRA 2	Arcilla café rojizo con vetas habanas	2.32	2.61	2.5	35.7
APIQUE-2 MUESTRA 3	Limo arenoso de grano fino color naranja	1.74	2.04	6.50	27.1



Con el fin de contar con la información suficiente para la creación de los modelos en computador y la realización de los diseños, se determinó el peso unitario de los materiales que conforman el talud, obteniéndose valores de $2,15 \text{ Ton/m}^3$ para la arena y de $2,08 \text{ Ton/m}^3$ para la arcilla.

También se realizó el ensayo de compresión inconfiada al material arcilloso de color habano con vetas rojizas, encontrado a una profundidad de 3,50 m en el sitio del deslizamiento (Sondeo No. 1), obteniendo un valor de resistencia a la compresión de $44,9 \text{ Ton/m}^2$.

2.3.2. Diagnóstico

2.3.2.1. Factores detonantes

A continuación se describen los factores detonantes del deslizamiento:

- La saturación de los materiales que conforman el talud, debido a la rotura de la red de alcantarillado que cruza por la parte superior del mismo.
- El nivel de alteración que presentan las areniscas de la formación Cacho en la superficie y su alto grado de susceptibilidad a la acción del agua.

Los factores que han generado el deterioro de la protección en mortero del resto del talud son los siguientes:

- Las fisuras que presenta el canal de la parte superior del deslizamiento, las cuales permiten la infiltración en el talud de las aguas de escorrentía y de las aguas servidas de las casas del costado norte del talud que tienen su frente sobre la Carrera 17A Este, captadas por el filtro superficial ubicado en la corona del talud en el costado norte del mismo.



- El nivel de alteración que presentan las areniscas de la formación Cacho en la superficie y su alto grado de susceptibilidad a la acción del agua.
- El crecimiento de maleza en los orificios y fisuras de la protección en mortero.

Lo anterior hace evidente que la principal causa del deslizamiento fue la saturación del material como consecuencia de la rotura de la tubería de agua potable en la parte alta del talud, y el deterioro de la protección en concreto se debe principalmente a la presencia de aguas de infiltración, las cuales han generado pérdida de adherencia entre el concreto y los materiales del talud.

2.3.2.2. Modelo geotécnico

Con base en la información geológica adquirida durante el desarrollo de los trabajos se logró establecer que la roca presente en el lugar tiene un buzamiento favorable para la estabilidad general y por tanto los deslizamientos que se puedan presentar están asociados al perfil de meteorización y a depósitos superficiales de suelo que han sido dispuestos para la conformación del talud.

Los depósitos de suelo dentro del talud presentan espesores irregulares, lo que dificulta la determinación de su espesor; adicionalmente, dada la alta pendiente, estos depósitos deben ser confinados o retirados para evitar su desplazamiento.

Para clasificar el deslizamiento según Varnes², se tuvo en cuenta la forma cóncava y definida del escarpe principal y la presencia de suelo en un espesor suficiente para producir un deslizamiento de tipo rotacional en suelo, tal como fue corroborado en el análisis de estabilidad por el método de Janbu que se presenta en el Anexo F. El deslizamiento rápidamente tendió a flujo de suelo dada la presencia de una gran cantidad de agua proveniente de las tuberías rotas.

² Varnes D. (1978) "Slope Movements – Types and Processes".



El análisis por el método de Janbu se ejecutó con el fin de establecer la forma de la superficie de falla para el talud actual el cual por simple inspección se encuentra en estado límite, para el análisis se emplearon los siguientes parámetros:

En la zona del deslizamiento se consideraron cuatro materiales componentes del talud; los cuales se describen a continuación:

- El primero corresponde al material deslizado que corresponde a un material heterogéneo hasta de 2,0 m de espesor, este se encuentra en la zona cercana a la pata del deslizamiento.
- El segundo corresponde al relleno heterogéneo de la pata del talud, tiene un espesor de 1,50 m.
- El tercero corresponde al estrato de arenisca color rojizo perteneciente a la formación Cacho, se encuentra en todo el cuerpo del talud desde la pata hasta la corona.
- El cuarto corresponde al estrato de arcilla color habano con vetas rojizas perteneciente a la formación Cacho, se encuentra en la pata del talud bajo el relleno heterogéneo.

2.3.2.3. Parámetros de resistencia.

A continuación se encuentran las características para cada uno de los materiales considerados en los modelos de análisis elaborados:



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

ESTRATO No.	DESCRIPCIÓN	COHESIÓN (Ton/m ²)	ANGULO DE FRICCIÓN	PESO UNITARIO (Ton/m ³)
1	Material deslizado	0,5	20	2,0
2	Relleno heterogéneo	0,5	25	1,8
3	Arenisca color rojizo	6,5	27,1	2,15
4	Arcilla color habano con vetas rojizas	2,5	35,7	2,08

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

La tabla de agua se ubicó de acuerdo con la información encontrada en la exploración del subsuelo.

2.3.2.4. Análisis

El análisis se realizó en dos escenarios, el primero sin considerar sismo y el segundo considerando la ocurrencia de un sismo con un coeficiente de aceleración A_m de 0,24g según la microzonificación sísmica de Bogotá³ para la Zona I Cerros.

En la zona del deslizamiento los resultados de análisis obtenidos demuestran que en la situación actual, el deslizamiento más probable involucra la mayoría del material deslizado, el factor de seguridad obtenido para este caso es de 0,97 sin sismo y de 0,66 contemplando sismo, el análisis se realizó por el método de Janbu y utilizó mas de 29.700 superficies de falla circulares.

Estos resultados demuestran que el talud en estudio se encuentra en un nivel de equilibrio crítico, en donde los incrementos de humedad y los efectos de la erosión pueden desencadenar nuevos movimientos. Por tal razón y con el motivo adicional de

³ Microzonificación Sísmica de Santa fe de Bogotá, Convenio Interadministrativo 01-93, INGEOMINAS – Universidad de los Andes.



recuperar la zona de circulación en la parte superior del talud, es clara la necesidad de construcción de una estructura de contención, que garantice la estabilidad del talud.

En el Anexo F se pueden observar las memorias del análisis realizado por el método de Janbu.

En el área donde el talud esta protegido con concreto ya se encuentran abombamientos, fisuras y maleza; estos daños se deben principalmente al efecto del agua de infiltración, que deteriora los materiales del talud y genera pérdida de adherencia entre el concreto y el talud.

Teniendo en cuenta que el deterioro de la protección de concreto del talud en estudio se debe a la presencia de agua de infiltración y con el fin de utilizar al máximo la infraestructura existente, se recomienda rehabilitar completamente las obras de drenaje del talud, para mitigar el avance en el deterioro de la protección y hacer el seguimiento con el fin de establecer la necesidad de su reemplazo por otro tipo de obras.

2.4. OBRAS DE ESTABILIZACIÓN

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

La intervención del talud en estudio se realizará en dos fases, la primera consiste en la construcción de las obras necesarias para la estabilización del talud en la zona del deslizamiento, adicionalmente en la rehabilitación de las obras de drenaje de todo el talud, con el fin de mitigar los daños causados por el agua de infiltración a la protección de concreto y la puesta en marcha de un monitoreo durante un año del avance de dichos daños. Los resultados del monitoreo establecerán la necesidad de construcción de las obras de la segunda fase que consisten en el reemplazo de la protección del talud en concreto reforzado.

A continuación se describen las alternativas propuestas:



2.4.1. Alternativa No. 1

2.4.1.1. Fase I

Consiste en la construcción en la pata del talud de un muro de contención en concreto reforzado con altura variable entre 6,0 m y 7,5 m y longitud 18,8 m en la zona del deslizamiento, y la rehabilitación de las obras de drenaje en el resto del talud.

La construcción requiere la realización de las siguientes actividades:

- Demolición y retiro del andén existente y de su estructura de cimentación en el tramo afectado por el deslizamiento.
- Retiro del material deslizado y el perfilado del talud para la posterior construcción del relleno para estructuras requerido en la espalda del muro de contención.
- Construcción del muro de contención en concreto reforzado en sitio de deslizamiento.
- Construcción del relleno para estructuras y sub drenes en la espalda del muro y perfilado del talud en toda su longitud.
- Reconstrucción y reubicación de las redes de servicios, de la estructura del andén y de la obras de drenaje de todo el talud.
- Empradización de los taludes para evitar su posterior debilitamiento por acción de la erosión.



2.4.1.2. Fase II

La alternativa No. 1 contempla la construcción de una pantalla anclada al talud desde el fin del muro de contención en concreto hasta el dissipador de energía existente. La construcción de esta estructura se pondrá en marcha si el monitoreo realizado indica la necesidad de reemplazar la protección de concreto del talud. La construcción de esta alternativa implica las siguientes actividades:

- Demolición y retiro de la protección en concreto y de la protección en neumáticos del talud desde el final del deslizamiento hasta el dissipador existente.
- Realización de la excavación necesaria para la construcción de la pantalla y perfilado del talud.
- Perforación y anclaje de la pantalla al talud.
- Reconstrucción de canales de drenaje.
- Emptradización de los taludes para evitar su posterior debilitamiento por acción de la erosión.

2.4.2. Alternativa No. 2

2.4.2.1. Fase I

La fase I de la segunda alternativa consiste en la construcción de un muro de contención en gaviones con altura de 7,0 m y longitud 18,8 m y el perfilado del talud con una pendiente 2H : 1V, en la zona del deslizamiento y la rehabilitación de las obras de drenaje en el resto del talud, las actividades que implica esta alternativa son:



- Demolición y retiro del andén existente y de su estructura de cimentación en el tramo afectado por el deslizamiento.
- Retiro del material deslizado y el perfilado del talud.
- Construcción del muro de contención en gaviones en el sitio de deslizamiento.
- Construcción del relleno para estructuras y sub drenes en la espalda del muro y perfilado del talud en toda su longitud.
- Reconstrucción y reubicación de las redes de servicios, de la estructura del andén y de la obras de drenaje de todo el talud.
- Empradización de los taludes para protección.

2.4.2.2. Fase II

La alternativa 2 contempla la construcción de una protección del talud con un concreto lanzado anclado al talud mediante pernos de anclaje desde el fin del muro de contención en gaviones hasta el dissipador de energía existente. La construcción de esta estructura se pondrá en marcha si el seguimiento realizado indica la necesidad de reemplazar la protección de mortero del talud. La construcción de esta alternativa implica las siguientes actividades:

- Demolición y retiro de la protección en mortero y de la protección en neumáticos hasta el dissipador existente.
- Perforación y colocación de pernos de anclaje.
- Fundida zapatas de anclaje y colocación de concreto lanzado en toda el área del talud.



- Reconstrucción de canales de drenaje.

2.4.3. Alternativa No. 3

La alternativa contempla la intervención de la zona del deslizamiento, razón por la cual debe ser complementada con la fase II de las alternativas No. 1 o No. 2.

La alternativa No. 3 consiste en la intervención del deslizamiento mediante la construcción de un muro de contención en tierra armada, con una altura total de 9,40 m, distribuidos en dos terrazas, la primera de 6.0 m de altura y la superior de 3,4 m de altura, con una pendiente 0,5H : 1,0V.

Esta alternativa incluye las siguientes actividades.

- Demolición y retiro del andén existente y de su estructura de cimentación en el tramo afectado por el deslizamiento.
- Retiro del material deslizado y el perfilado del talud.
- Construcción del muro de contención en tierra armada en el sitio de deslizamiento y subdrenes en la espalda del muro y perfilado del talud en toda su longitud.
- Reconstrucción y reubicación de las redes de servicios, de la estructura del andén y de la obras de drenaje de todo el talud.
- Empradización de los taludes.

En el Anexo F se puede observar el esquema del muro en tierra armada y los detalles constructivos que su ejecución implica.



2.5. ANÁLISIS DE VIABILIDAD

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

- En la zona del deslizamiento es necesaria la reubicación de la red de aguas negras que pasa por el andén superior, lo cual se requiere en cada una de las alternativas propuestas.
- Es necesario garantizar senderos peatonales durante la realización de las actividades, al igual que garantizar la señalización y aislamiento necesarios del área de obra con el fin de causar el menor impacto posible a los vecinos del proyecto. Esta recomendación se debe tener en cuenta para la construcción de cualquiera de las alternativas.
- En ninguna de las alternativas se genera la afectación directa a los predios aledaños al talud.
- La construcción del muro de contención en concreto de la alternativa No. 1 genera mayores costos de construcción tanto por los materiales a utilizar, como por el proceso constructivo, comparada con las alternativas dos y tres; adicionalmente la construcción de su cimentación implica el trabajo al lado de la cimentación de la viviendas vecinas en la pata del talud, lo cual puede comprometer su estabilidad.
- La alternativa No. 1 propone una obra de contención más Rígida, por lo tanto los niveles de confianza esperados para esta son más elevados a los ofrecidos por las alternativas 2 y 3.
- La construcción de la pantalla de la alternativa No. 1 presenta como inconveniente principal la ubicación de la maquinaria necesaria para la excavación, ya que esta excavación esta proyectada en la corona del talud.



- La protección con concreto lanzado propuesta en la alternativa No. 2 genera menores costos de excavación ya que solo requiere de un perfilado del talud, para la posterior protección.
- En la construcción de la alternativa No. 3 se requiere la realización de una excavación mayor, la cual puede afectar la cimentación de las viviendas ubicadas en la parte alta del talud. Las alternativas uno y dos implican la realización volúmenes de excavación similares.
- La construcción del muro de contención de la alternativa No. 2 se puede realizar a una distancia prudente de la cimentación de las viviendas de la pata del talud, lo que es conveniente, durante construcción.

Teniendo en cuenta los anteriores aspectos, y considerando que cada una de las alternativas propuestas presenta dos frentes de intervención correspondientes al deslizamiento en la zona sur del sitio y a la protección del resto del talud hasta el dissipador existente, se seleccionaron las alternativas mas convenientes desde los puntos de vista técnico y económico para cada una de las situaciones existentes.

En cuanto al deslizamiento presente en la zona sur del talud se descarta la alternativa No. 1, del muro de contención en concreto reforzado debido a que la construcción de la cimentación involucra de manera directa la cimentación de las viviendas vecinas en la pata del talud.

Igualmente la alternativa No. 3 correspondiente a la construcción del muro de tierra armada compromete la estabilidad de las viviendas ubicadas en la corona del talud, razón por la cual también se descarta.



Por tal motivo la alternativa más viable corresponde a la No. 2 en Fase I que es la construcción del muro de contención en gaviones.

Para la fase II en la intervención del talud desde el fin del muro de contención hasta el dissipador de energía se descarta la alternativa No. 1 ya que el espacio disponible no permite la realización de las actividades de excavación. Por tal motivo la protección del talud se debe hacer con base en la alternativa No. 2 correspondiente a la construcción de una protección en concreto lanzado de 3.000 PSI anclada al terreno mediante pernos en acero de 4.200 Kg/cm².

La construcción de esta alternativa esta condicionada a las conclusiones obtenidas del seguimiento que se realizará al sector del talud en cuestión.

Una vez definida las alternativas a ejecutar en cada uno de los frentes de intervención del talud se dio inicio al diseño de los mismos.

2.5.1. Muro de contención en Gaviones:

Se procedió a la realización de su diseño de la siguiente manera:

Para el diseño del muro de contención en gaviones se utilizó el programa de computador GAWAC-Win 2.003, Software de Maccaferri que trabaja con la teoría limite de equilibrio y las teorías de Ranking, Coulomb, Meyerhof, Hansen y Bishop (optimizadas por subrutinas) para revisar la estabilidad global del sistema suelo estructura. Para facilitar la comprensión el programa cuenta con una interfase grafica la cual permite revisar los resultados de los datos de entrada en una forma simple y directa. Con la interfase grafica es posible revisar la sección transversal de la pared, la geometría del relleno, la geometría de la fundación y las cargas externas en caso de que existan.

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



Con el GAWAC-Win 2003, se dimensionó el muro, revisando su resistencia al volcamiento, al deslizamiento en una superficie de falla general y al deslizamiento entre niveles, considerando la acción de condiciones externas críticas como sismo (Para el cual se consideró un coeficiente de aceleración de 0,24g).

Para la realización del modelo se tuvieron en cuenta los siguientes materiales:

- El primer material corresponde al estrato de arenisca color rojizo perteneciente a la formación Cacho, se encuentra en todo el cuerpo del talud desde la pata hasta la corona.
- El segundo material corresponde al estrato de arcilla color habano con vetas rojizas perteneciente a la formación Cacho, se encuentra en la pata del talud bajo un relleno heterogéneo, este material será utilizado como nivel de cimentación.
- El tercer material corresponde al material de relleno para estructuras, debidamente compactado en la espalda del muro de gaviones.

A diferencia del modelo elaborado para el análisis de estabilidad por el método de Janbu, en el modelo final no se contempla el material correspondiente al deslizamiento y al relleno ubicado en la pata del talud ya que durante la construcción serán retirados.

Tabla 2.4. Parámetros del suelo, modelo diseño gavión.

ESTRATO No.	DESCRIPCIÓN	COHESIÓN (Ton/m ²)	ANGULO DE FRICCIÓN	PESO UNITARIO (Ton/m ³)
1	Arenisca color rojizo	6,5	27,1	2,0
2	Arcilla color habano con vetas rojizas	2,5	35,7	2,0
3	Relleno para estructuras	1,0	30,0	2,0



En el Anexo F se pueden observar la memoria de cálculo del programa GawacWin 2.003; los datos de entrada utilizados en el modelo se encuentran en las páginas 1 y 2 y los resultados obtenidos del análisis del talud en las páginas 3 a 5.

Los resultados obteniendo se muestran a continuación:

Factor de seguridad al deslizamiento:	1.99
Factor de seguridad al volcamiento:	1.26
Factor de seguridad a la falla general:	2.03
Esfuerzo normal en la base del gavión (Izquierda):	571.6 KN/m ²
Esfuerzo normal en la base del gavión (Derecha):	0,00 KN/m ²

Con base en los resultados obtenidos se observa que el diseño y la geometría del gavión son estables y son regidos por la falla al volcamiento del mismo debido a que el esfuerzo normal en la base derecha del gavión es cero.

2.5.2. Protección del talud en concreto lanzado anclado

Teniendo en cuenta que los materiales presentes en la superficie del talud en estudio son susceptibles a la acción del agua y que las deficiencias en el manejo de drenaje del mismo han generado la pérdida del soporte de la protección en concreto y su subsiguiente deterioro, incrementando la posibilidad de su desprendimiento, con base en el seguimiento efectuado se definirá sobre su reemplazo.

Con base en lo anterior se proyecta el retiro de la capa de concreto existente y de la protección con neumáticos, seguido de la reconfiguración del talud y la construcción de una nueva protección en concreto lanzado.

Sin embargo considerando que los materiales encontrados en la exploración del subsuelo no garantizan la estabilidad de la capa de concreto lanzado, especialmente por sus características erodables y su baja resistencia en la superficie, como lo demuestra el ensayo de penetración estándar (Sondeo No. 2); se hace necesario anclar la nueva estructura por medio de pernos a los materiales competentes encontrados desde profundidades de 2,0 m en la corona del talud.



El sistema propuesto consistirá en una capa de concreto lanzado de 3.000 PSI de resistencia, con un espesor de 0,10 m, reforzado con una malla electrosoldada de diámetro 5,0 mm, con separaciones de 0,10 m en ambos sentidos, la cual estará anclada al terreno portante mediante 80 pernos de anclaje de una (1”) pulgada de diámetro, de acero de 4,200 Kg/cm², adheridos al terreno mediante la inyección de una lechada de mortero en una longitud de 5,0 m. Estos pernos serán tensionados a 5,2 Ton y transmitirán esta tensión al terreno mediante zapatas de anclaje en concreto reforzado de 3.000 Psi, de 1,0 X 1,0 m y espesor 0,20 m.

El diseño de la protección se realizó teniendo en cuenta que a lo largo de la zona a proteger, en el talud se encuentra un material arcilloso color rojizo como el estudiado en la trinchera No. 2; este material presenta un peso unitario de 2,0 Ton/m³ y ángulo de fricción de 35,7°.

En el diseño se determinaron las solicitaciones actuantes sobre los elementos estructurales de la protección, como los son las cargas del terreno y las cargas propias de la estructura; posteriormente estas fueron confrontadas con las tensiones resistidas por las barras de anclaje obteniéndose un factor de seguridad de 2,3, el cual consideramos suficiente para este tipo de diseño.

Para el diseño de la cimentación se consideró una capacidad portante de 15,3 Ton/m², la cual fue obtenida con base en el ensayo de penetración estándar SPT realizado en el sondeo No. 1 (Ver cálculo de capacidad portante Anexo F).

Las memorias de diseño de la protección en concreto lanzado se pueden observar en el Anexo F del informe.

Tanto la construcción del muro de contención de gaviones, como la protección en concreto lanzado deben ser construidas con los materiales y procesos exigidos en las especificaciones establecidas en el presente estudio y por el interventor.

En el Anexo D se pueden encontrar los planos construcción de la alternativa definitiva correspondiente a la No. 2, a su vez en el Anexo F se pueden observar las



memorias de diseño emitidas por el programa de computador utilizado para el diseño del muro de contención y las memorias de diseño de los pernos de anclaje.

2.6. CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO.

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

2.7. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN.

2.7.1. Desmonte y limpieza

2.7.1.1. Generalidades

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

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



2.7.1.2. Equipo

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

2.7.1.3. Ejecución De Los Trabajos

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

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

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

2.7.1.4. Remoción Y Disposición De Materiales

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



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

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

2.7.1.5. Controles

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

- Verificar que el Constructor disponga de todos los permisos requeridos.
- Comprobar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Constructor.
- Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos aplicados por el Constructor.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Comprobar que la disposición de los materiales obtenidos de los trabajos de desmonte y limpieza se ajusten a las exigencias de la presente especificación y todas las disposiciones legales vigentes.
- Medir las áreas en las que se ejecuten los trabajos en acuerdo a esta especificación.
- Señalar todos los árboles que deban quedar de pie y ordenar las medidas para evitar que sean dañados.

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



2.7.1.6. Condiciones Específicas Para El Recibo Y Tolerancias

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

2.7.1.7. Medida

La unidad de medida del área desmontada y limpiada será el m², en su proyección horizontal, aproximada al décimo de metro cuadrado, de área limpiada y desmontada satisfactoriamente, dentro de las zonas señaladas en los planos o indicadas por el Interventor.

2.7.1.8. Forma De Pago

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

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

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



2.7.1.9. Ítem De Pago

2.7.1. Desmonte y limpieza Metro cuadrado (m²)

2.7.2. Excavaciones varias

2.7.2.1. Descripción

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

2.7.2.2. Materiales

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

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



2.7.2.3. Equipo

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

2.7.2.4. Ejecución De Los Trabajos

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

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

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

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



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

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

➤ **Excavaciones para filtros**

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

➤ **Excavaciones para gaviones**

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

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

Cuando se encuentre un fondo rocoso, la excavación se deberá ejecutar de tal forma, que la roca sólida quede expuesta y preparada en lechos horizontales o dentados para recibir el gavión, debiendo ser removidos todos los fragmentos de roca suelta o



desintegrada, así como los estratos muy delgados. Las grietas y cavidades que queden expuestas, deberán ser limpiadas y rellenadas con concreto o mortero.

➤ **Excavaciones Para Remoción De Derrumbes Y/O Descargue De Taludes**

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

➤ **Excavaciones Para Cimentaciones De Estructuras De Concreto**

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

2.7.2.5. Controles

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

- Verificar que el Constructor disponga de todos los permisos requeridos para la ejecución de los trabajos.
- Comprobar el estado del equipo utilizado por el Constructor.
- Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos adoptados por el Constructor.
- Vigilar el cumplimiento del programa de trabajo.



- Verificar alineamiento, perfil y secciones de las áreas excavadas.
- Comprobar la lisura y firmeza del fondo de las excavaciones.
- Medir los volúmenes de trabajo ejecutado por el Constructor en acuerdo a la presente especificación.

2.7.2.6. Condiciones Específicas Para El Recibo Y Tolerancias

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

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

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

2.7.2.7. Medida

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

En excavaciones para estructuras y filtros, toda medida se hará con base en caras verticales a partir de los bordes autorizados de la excavación. Las excavaciones efectuadas por fuera de estos límites y los volúmenes adicionales causados por desprendimientos, derrumbes, hundimientos, sedimentaciones o rellenos debidos a



causas naturales, descuido o negligencia del Constructor, no se medirán y su corrección correrá por cuenta de éste, a plena satisfacción del Interventor.

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

2.7.2.8. Forma De Pago

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

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

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

2.7.2.9. Ítem De Pago

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



2.7.3. Gaviones

2.7.3.1. Descripción

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

2.7.3.2. Materiales

➤ Canastas metálicas

Las canastas metálicas estarán formadas de alambre de hierro galvanizado de triple torsión, con huecos hexagonales de abertura no mayor de diez centímetros (10 cm). El alambre deberá ajustarse a la norma ASTM A-116 o a la ASTM A-856.

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

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

➤ Material de relleno

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



El peso unitario del material deberá ser, cuando menos, de un mil doscientos cincuenta kilogramos por metro cúbico (1250 kg/m^3).

Deberá cumplir, además, los siguientes requisitos:

- **Granulometría**

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

- **Resistencia a la abrasión**

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

- **Absorción**

Su capacidad de absorción de agua será inferior al dos por ciento (2%) en peso. Para determinarla, se fragmentará una muestra representativa de las piedras y se ensayará de acuerdo con la norma INV E-223.

2.7.3.3. Equipo

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



2.7.3.4. Ejecución De Los Trabajos

➤ **Conformación de la superficie de apoyo**

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

➤ **Colocación de las canastas**

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

➤ **Relleno**

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

➤ **Costura y anclaje**

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

2.7.3.5. Controles

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



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

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

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

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

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

2.7.3.6. Condiciones Específicas Para El Recibo Y Tolerancias

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

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

2.7.3.7. Medida

La unidad de medida será el metro cúbico (m³), aproximado al décimo de metro cúbico, de gaviones fabricados y colocados a satisfacción del Interventor.

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



No se medirán cantidades en exceso de las recién indicadas.

2.7.3.8. Forma De Pago

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

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

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

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

2.7.3.9. Ítem De Pago

2.7.3. Gaviones

Metro cúbico (m³)



2.7.4. Sub drenes con geotextil.

2.7.4.1. Descripción

Este trabajo consiste en el suministro, transporte y colocación de geotextil para la construcción de filtros para subdrenaje compuestos por geotextil y material drenante (El cual esta contemplado por la especificación 2.7.5.B. Capa filtrante), en los sitios señalados en los planos del proyecto o indicados por el Interventor. Esta especificación se basa en la supervivencia de los geotextiles frente a los esfuerzos de instalación.

2.7.4.2. Materiales

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

2.7.4.3. Geotextil

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

➤ Requerimientos de propiedades mecánicas

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

**Tabla 2.5. Requerimientos mínimos de propiedades mecánicas del geotextil**

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

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

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

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

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



➤ **Requerimientos de propiedades hidráulicas y de filtración**

Tabla 2.6. Requerimientos mínimos de propiedades hidráulicas del geotextil

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

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

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

2.7.4.4. Equipo

Se deberá disponer de los equipos necesarios para colocar el geotextil, también para colocar y compactar el suelo que cubrirá el filtro o subdren.

2.7.4.5. Ejecución de los trabajos

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

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



La construcción del subdren debe estar coordinada con las actividades de relleno para estructuras y construcción del muro de gaviones.

➤ **Preparación del terreno**

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

➤ **Condiciones normales de instalación del geotextil**

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

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

➤ **Colocación del material drenante**

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

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



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

➤ **Cobertura del subdren**

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

2.7.4.6. Controles

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

➤ **Calidad del geotextil**

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

➤ **Calidad del producto terminado**

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

2.7.4.7. Medida Geotextil

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



2.7.4.8. Forma De Pago

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato por toda obra ejecutada, de acuerdo con los planos y esta especificación, y aceptada a satisfacción por el Interventor. Tanto el material filtrante como el de cobertura serán contemplados por las especificaciones 2.7.5.A. y 2.7.5.B. respectivamente.

2.7.4.9. Ítem De Pago

2.7.4. Geotextil Metro cuadrado (m²)

2.7.5. Rellenos para estructuras

2.7.5.1. Generalidades

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

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

2.7.5.2. Materiales

Todos los materiales que se empleen en la construcción del relleno deberán provenir de las excavaciones de la explanación, de préstamos laterales o de fuentes aprobadas; deberán estar libres de sustancias deletéreas, de materia orgánica, raíces y otros



elementos perjudiciales. Su empleo deberá ser autorizado por el Interventor, quien de ninguna manera permitirá la construcción del relleno con materiales de características expansivas.

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

Tabla 2.7. Requisitos de los materiales de relleno

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

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

Los valores de C.B.R. indicados en la Tabla anterior corresponden a los medidos a una densidad mínima del 95 % de la densidad óptima de compactación. Cada una de las capas del relleno deberá estar compactada a una densidad mínima del 95 % de la densidad obtenida mediante el ensayo de proctor modificado, se deben realizar controles de densidad por parte del contratista cada 50 m³ compactados, los tramos o capas que no cumplan deben ser recompactadas, con el fin de garantizar la densidad mínima especificada.

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

**Tabla 2.8. Granulometría material filtrante**

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

2.7.5.3. Equipo

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

2.7.5.4. Ejecución De Los Trabajos

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

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

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



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

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

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

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

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

➤ **Extensión y compactación del material**

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

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

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



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

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

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

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

➤ **Capas filtrantes**

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

➤ **Acabado**

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



➤ Limitaciones en la ejecución

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

2.7.5.5. Controles

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

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Constructor.
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.
- Comprobar que los materiales cumplan los requisitos de calidad exigidos en la presente especificación.
- Realizar medidas para determinar espesores y levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie.
- Verificar la densidad de cada capa compactada. Este control se realizará en el espesor de cada capa realmente construida, de acuerdo con el proceso constructivo aprobado.
- Controlar que la ejecución del relleno contra cualquier parte de una estructura, solamente se comience cuando aquella adquiera la resistencia especificada.
- Medir los volúmenes de relleno y material filtrante colocados por el Constructor en acuerdo a la presente especificación.



2.7.5.6. Condiciones Específicas Para El Recibo Y Tolerancias

➤ Calidad de los materiales

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

➤ Calidad del producto terminado

Los taludes terminados no deberán acusar irregularidades a la vista.

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

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

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

➤ Compactación

Los niveles de densidad por alcanzar en las diversas capas del relleno son los mismos que se indican en el aparte **Materiales** de estas especificaciones.

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



2.7.5.7. Medida

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

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

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

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

2.7.5.8. Forma De Pago

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

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

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de construcción o adecuación de las vías de acceso a las fuentes de materiales, la extracción, preparación y suministro de los materiales, así como su cargue, transportes, descargue, almacenamiento, colocación, humedecimiento o secamiento, compactación y, en general, todo costo relacionado con la correcta construcción de los rellenos para estructuras y las capas filtrantes, de acuerdo con los planos del proyecto, esta especificación y las instrucciones del Interventor.



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

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

2.7.5.9. Ítem De Pago

2.7.5.A. Rellenos para estructuras Metro cúbico (m³)

2.7.5.B. Capa filtrante Metro cúbico (m³)

2.7.6. Tubería de drenaje D=65mm.

2.7.6.1. Materiales

➤ Material Drenante

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

➤ Tubería drenaje

La tubería perforada de drenaje debe estar protegida con Geotextil no tejido punzonado por agujas.



2.7.6.2. Ejecución De Los Trabajos

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

2.7.6.3. Forma de Pago

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

2.7.6.4. Ítem de Pago

2.7.6. Tubería de drenaje D=65 mm Metro lineal (m)

2.7.7. Canal de concreto de 3000 PSI.

2.7.7.1. Descripción

Este trabajo consiste en el acondicionamiento del terreno, colocación de formaleta y fundida en concreto de los canales del proyecto de acuerdo con las formas y dimensiones señaladas en los planos.

2.7.7.2. Materiales

➤ Concreto

El concreto tendrá una resistencia de 3000 Psi, a los 28 días.



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

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

➤ **Sellante para juntas**

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

2.7.7.3. Ejecución De Los Trabajos

➤ **Cimentación del canal**

El Constructor deberá cimentar el canal, de acuerdo con las secciones, pendientes transversales y cotas indicadas en los planos.

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

➤ **Colocación de formaletas**

Acondicionado el suelo de cimentación de los canales, el Constructor instalará las formaletas de manera que garantice que los canales queden construidos con las secciones y espesores señalados en los planos u ordenados por el Interventor.



➤ **Elaboración del concreto**

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

➤ **Construcción del canal**

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

Durante la construcción, se deberán dejar juntas a no mas de tres (3) metros. Sus bordes serán verticales y normales, al alineamiento del canal. Las juntas se han de dejar selladas con el producto asfáltico.

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

2.7.7.4. Controles

El Interventor deberá exigir que los el terreno queden correctamente acondicionado, antes de colocar la formaleta y verter el concreto.

Se deberá verificar la resistencia del concreto por medio de la toma y falla de testigos, durante cada fundida o cada 50,0 m³.



2.7.7.5. Condiciones Específicas Para El Recibo Y Tolerancias

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

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

2.7.7.6. Medida

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

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

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

2.7.7.7. Forma De Pago

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



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

2.7.7.8. Ítem De Pago

2.7.7. Canal en concreto 3.000 PSI

Metro cúbico (m³)

2.7.8. Empradización de taludes

2.7.8.1. Descripción

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

2.7.8.2. Materiales

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



➤ **Bloques de césped**

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

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

➤ **Agua**

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

➤ **Equipo**

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

2.7.8.3. Ejecución De Los Trabajos

➤ **Preparación de la superficie existente**

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

Si la superficie presenta irregularidades que excedan las tolerancias determinadas en las especificaciones respectivas, de acuerdo con lo prescrito en las unidades de obra



correspondientes, el Constructor hará las correcciones previas, a satisfacción del Interventor.

➤ **Trasplante de césped**

Sobre la superficie preparada se aplicará abono del tipo orgánico, a continuación, se extenderán los bloques de césped haciéndolos casar en la mejor forma posible, evitando traslajos y vacíos y buscando que los extremos del área empradizada empalmen armónicamente con el terreno natural adyacente.

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

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

➤ **Conservación**

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

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



2.7.8.4. 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.
- 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 empedrada hasta su recibo definitivo.
- Medir, para efectos de pago, el trabajo correctamente ejecutado.

2.7.8.5. 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 empedrada no podrá presentar irregularidades o desperfectos y se deberá encontrar podada a satisfacción del Interventor.

2.7.8.6. Medida

La unidad de medida de la empedración de taludes será el metro cuadrado (m²), aproximado al entero, de área empedrada 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 empedradas por fuera de los límites autorizados por el Interventor.

2.7.8.7. Forma De Pago

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

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

2.7.8.8. Ítem De Pago

2.7.8. Empedración de taludes con bloques de césped Metro cuadrado (m²)

2.7.9. Instalación de tuberías para alcantarillado novafort de 12” con sus respectivos accesorios

La presente especificación cubre los requisitos que se deben seguir para la instalación de tuberías de PVC, igualmente aplica para el reemplazo de las tuberías dañadas durante la construcción de las redes matrices y/o locales de Acueducto y/o alcantarillado.



La actividad comprende el suministro, mano de obra, cargue, transporte y colocación de la tubería con sus respectivos accesorios, la limpieza interior y cualquier otra operación necesaria para la correcta instalación de las tuberías.

Serán a cargo del Contratista los costos de almacenamiento de la tubería dentro del área del Proyecto, su vigilancia y cuidado y los costos resultantes de los daños, pérdidas y deterioro de la tubería por cualquier causa. Todos los tubos o elementos que se encuentren defectuosos antes de su colocación o en cualquier momento antes de la firma del Acta de Recibo a satisfacción de la obra, serán reemplazados o reparados por cuenta del Contratista.

2.7.9.1. Instalación De La Tubería

El Contratista deberá replantear exactamente la posición del eje de la tubería según el alineamiento y cotas mostrados en los planos de construcción o lo indicado por la Interventoría. El replanteo deberá ser aprobado por la Interventoría. Ningún tubo podrá colocarse cuando, a criterio de la Interventoría, las condiciones del sitio de instalación no sean adecuadas.

El ensamble de los tubos puede hacerse utilizando palancas, pero es muy importante que el tubo este suspendido durante la operación de ensamble para que el empalme sea suave sin dañar los sellos, espigos y campanas. Los anillos de caucho, las juntas herméticas, las uniones de tipo mecánico y los extremos de los tubos deben lubricarse de acuerdo a lo especificado por el Fabricante.

No se permitirá el tránsito por encima de los tubos una vez sean hechas las uniones.

El interior de los tubos debe conservarse siempre libre de tierra, mortero y otros materiales a medida que el trabajo progresa y se dejará perfectamente limpio en el momento de la terminación.

Cuando por cualquier razón se suspendan los trabajos de instalación, el Contratista taponará los extremos de la tubería instalada. El Contratista deberá tomar todas las medidas necesarias, para prevenir la flotación de la tubería, en el caso de una eventual



inundación del sitio de instalación cualquiera que sea la causa de las aguas que originan la inundación.

2.7.9.2. Base y Atraque de la Tubería

La base o cama de cimentación y los rellenos de atraque de la tubería para los diámetros especificados en el diseño, se harán de acuerdo con las exigencias del fabricante.

La base se extenderá cuando el fondo de la excavación esté totalmente seco, para lo cual el Contratista deberá disponer del equipo de bombeo necesario para el control de aguas.

2.7.9.3. Medida Y Pago

El precio incluye la ejecución de todos los trabajos necesarios para la instalación de las tuberías y deberá incluir el suministro de materiales, instalaciones, equipos, transportes y mano de obra necesarios para completar esta actividad.

No habrá medida ni pago por separado por la realización de los siguientes trabajos requeridos para completar esta parte de la obra:

1. Obras provisionales requeridas dentro del sistema constructivo del Contratista para la correcta instalación de la tubería.
2. Equipo de transporte y de construcción, suministro de materiales y herramientas requeridas para llevar las tuberías hasta su posición final dentro de la excavación.
3. Transportes, cargues y descargues, manejo y almacenamiento de la tubería.



4. Retiro, reparación o reemplazo y reinstalación de la tubería que resulte dañada por instalación defectuosa o por mal manejo. Retiro, reparación o reemplazo y reinstalación de ductos eléctricos, telefónicos, de gas y redes existentes de acueducto dañados por el Contratista.
5. Instalación de los diferentes accesorios tales como yees, codos, semicodos, etc., cuyo costo que debe estar incluido en la instalación por metro lineal de tubería.
6. Corte y/o demolición de secciones de tubería que sean necesarios para ajustar longitudes de tubería.
7. Control integral de aguas.
8. Todos los demás trabajos que deberá ejecutar el Contratista para cumplir lo especificado en este capítulo y que no son objeto de ítems separados de pago.

2.7.9.4. Requisitos para la Medida y Pago

La Interventoría no autorizará la medida y pago de tubería instalada, hasta cuando el Contratista haya terminado a satisfacción de la Interventoría y en todo de acuerdo con las Especificaciones, los siguientes trabajos:

La medida para el pago de la instalación de tubería, será la longitud total en metros lineales (m) de cada diámetro, incluyendo los accesorios respectivos. La medida se realizará sobre la tubería realmente colocada a satisfacción de la Interventoría, teniendo en cuenta las pendientes reales de instalación. No se medirán para pago las secciones de tubería que sea necesario cortar o demoler para ajustar las longitudes de tubería al proyecto o las condiciones encontradas en el terreno.

2.7.9.5. Ítems de Pago

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD
9.7.9.	Tubería PVC Diámetro 12" Novafort	m



2.7.10. Caja de inspección 0,90 m X 0,90 m

Esta especificación comprende el suministro de toda la mano de obra, planta, equipo y materiales para la construcción de cajas de inspección.

Se entiende como caja de inspección la estructura con forma cuadrada de sección 0,90m X 0,90m, dotada de tapa removible que permita el acceso a las tuberías desde la superficie para su inspección o mantenimiento.

2.7.10.1. Dimensiones Y Elementos

- **Sección Interna:** La sección interna de los cajas de inspección será de 0,90 m X 0,90 m.
- **Espesor de muros:** El espesor de pared será de 0,125 m equivalente al ancho de las unidades de mampostería.
- **Espesor de la tapa de cubierta:** La placa de cubierta será de 0,07 m de espesor y con marco y contramarco en ángulo de acero de 2"X2"X1/8" y con acero de refuerzo # 3 cada 0,20 m en ambos sentidos.
- **Cañuela:** Es la parte inferior de la caja de inspección; se deben configurar las cañuelas correspondientes con mortero (125 kg/cm²) impermeabilizado integralmente.
- **Cuerpo de la Caja:** Es la sección media de la caja de inspección, será construida en mampostería, utilizando ladrillo tolete recocido que cumpla con la norma NTC 4205 y mortero de pega, según la norma CSR 98, de 125 kg/cm² impermeabilizado integralmente.

El espesor del pañete interno, será de 1 cm.



- **Conexión de las tuberías:** Cuando se vaya a instalar la tubería, se deberá adoptar un sistema que absorba los movimientos diferenciales entre la tubería y la estructura y los esfuerzos que se generen por esta causa. Este sistema consistirá en la instalación de una banda de material elástico (espuma de poliuretano) alrededor del tramo de tubo empotrado en el cuerpo de la caja. Adicionalmente, la longitud del tubo que sobresale de la superficie exterior de la caja no debe exceder a 0,50 m.

Esta banda de espuma de poliuretano Clase 23 - Grado 24, de acuerdo con la norma NTC 2019 denominada: “Plásticos - Espumas Flexibles de Poliuretano”, tendrá un espesor de 1,5 cm y un ancho igual al espesor del muro menos 2 cm, de tal manera que quede un centímetro a cada extremo de la banda para aplicar alrededor de ella un cordón de material sellante elástico. La banda será fijada alrededor del tubo, antes de su colocación, por medio de zunchos; una vez colocada alrededor del tubo, quedará con sus extremos a tope y no deberán tener traslapes. La ranura que queda en esta unión debe ser sellada también con un cordón sellante elástico tipo Igas o similar.

La banda de espuma de poliuretano podrá ser fijada con zunchos constituidos por alambre anudado convenientemente, en número mínimo de dos zunchos por cada banda. Los zunchos serán anudados de tal manera que no dejen marcas pronunciadas en la espumas de poliuretano y que el nudo no produzca interferencias con la instalación del tubo.

2.7.10.2. Medida Y Pago

La medida de la presente especificación corresponde a la unidad e incluye materiales, mano de obra, excavación, equipos transporte de material de excavación conexión y las demás actividades necesarias para llevar a cabo la construcción satisfactoria de la caja de inspección.

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD
2.7.10	Caja de inspección.	UN



2.7.11. 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.

2.7.11.1. Diseño De Las Mezclas De Concreto

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

➤ Ensayos de Resistencia del Concreto

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

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 m³ de concreto mezclado en obra. Si el concreto es proveniente de una central de mezclas, se tomará un par de cilindros por cada Mixer que llegue a la obra, con un mínimo de una muestra diaria según lo indicado anteriormente.

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

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

Si existe alguna duda sobre la calidad del concreto en la estructura, la Interventoría podrá exigir ensayos adicionales a costa del Contratista, de acuerdo con la Norma ACI



318, Sección 20.1, o ensayos de compresión a muestras tomadas de la estructura por rotación con recobro de núcleo (Norma ASTM C 42).

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

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

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

➤ **Proporciones de las Mezclas de Concreto**

○ **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 2.9.

**Tabla 2.9. Clases de concreto**

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

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

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



- **Resistencia**

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

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

- **Tamaño Máximo del Agregado**

Sin limitar en ninguna forma el derecho que tiene la Interventoría de especificar el tamaño del agregado que deberá usarse en cualquier parte de la obra, se estima que los tamaños máximos del agregado no excederán los tamaños estipulados en la Tabla 2.10.

- **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 añade 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.

2.7.11.2. Materiales

El Contratista suministrará todos los materiales que se requieran en la elaboración del concreto, según se especifica más adelante, y notificará a la Interventoría, con 30 días de anticipación, en cuanto al uso de cualquier material en las mezclas de concreto. No



deberá efectuarse ningún cambio respecto de la fuente de los materiales o de las características de los mismos, sin que medie la aprobación previa y por escrito de la Interventoría.

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

➤ **Cemento**

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

➤ **Agua**

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

➤ **Agregados**

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

Por lo menos 30 días antes de que se inicie la explotación de los materiales para la producción de los agregados, el Contratista deberá notificar a la Interventoría acerca del sitio del cual se propone obtener dichos materiales, y deberá suministrar y transportar



las muestras requeridas por la Interventoría para que ésta pueda determinar si los materiales propuestos son adecuados para la producción de agregados para concreto y para que apruebe su uso en el caso de que lo sean.

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

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

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

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

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

○ **Agregado Fino**

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



○ **Agregado Grueso**

Por agregado grueso deberá entenderse aquel agregado bien gradado compuesto de partículas entre 4,8 mm y el tamaño máximo permitido por la tabla 2.10 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 2.10.

Tabla 2.10. 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.

2.7.11.3. Dosificación

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

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

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



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

Las variaciones en el suministro y peso no excederán los límites especificados en la Tabla 2.11.

Tabla 2.11. Variación permisible en los pesos de los materiales

Material	Variación Permisible
Agua, cemento y aditivos	$\pm 1\%$
Agregado Fino	$\pm 2\%$
Agregado Grueso	$\pm 2\%$

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.

2.7.11.4. Mezcla

➤ Mezcladoras

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

A menos que la Interventoría permita algo diferente, el concreto debe mezclarse por medios mecánicos en plantas centrales y en mezcladoras diseñadas para cochadas



mínimas de 0,35 metros cúbicos de capacidad. Las mezcladoras no deberán sobrecargarse.

➤ **Muestreo y Ensayos**

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

1. El peso unitario del mortero de cada muestra no deberá variar en más de 0,8% del promedio del peso del mortero en las dos muestras.
2. El porcentaje en peso del agregado retenido en el tamiz No. 4, para cada muestra, no deberá variar en más de 5% con respecto al promedio de los porcentajes en peso del agregado en las dos muestras.
3. La diferencia en el asentamiento de las muestras no deberá exceder de 2,5 centímetros.

➤ **Operación de Mezclado**

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

Cuando se añadan aditivos, estos deben entrar en la mezcladora simultáneamente con el agua de mezcla. En caso de utilizar aditivos inclusores de aire con el fin de impermeabilizar integralmente los concretos, se deben diluir previamente en el agua de



acuerdo con las indicaciones de la Interventoría y luego si pueden entrar en la mezcladora simultáneamente con el agua de la mezcla.

En las mezcladoras de hasta 0,75 metros cúbicos de capacidad, la operación de mezclado deberá continuar durante un período mínimo de sesenta segundos después de que todos los materiales, incluyendo el agua, hayan entrado a la mezcladora. En las mezcladoras de mayor capacidad, este tiempo mínimo deberá aumentarse en 20 segundos por cada 0,50 metros cúbicos adicionales de capacidad, o proporcionalmente para fracciones de 0,5 metros cúbicos. La Interventoría se reservará el derecho de aumentar el tiempo de mezcla si las operaciones de mezclado no permiten producir un concreto que tenga una composición y consistencia uniformes, de acuerdo con estas especificaciones. En ningún caso el tiempo de mezcla deberá ser superior a tres veces el tiempo mínimo de mezcla especificado y no se permitirá mezclado excesivo que requiera la adición de agua para mantener la consistencia requerida.

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

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

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

➤ **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 boceses 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 boceses 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 2.12.

Tabla 2.12. 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 2.12 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.



2.7.11.5. Juntas en el concreto

➤ Generalidades

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

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

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



➤ **Juntas de Construcción**

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

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

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

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

➤ **Juntas de Contracción**

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

➤ **Juntas de Dilatación**

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



2.7.11.6. Preparación Para La Colocación

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

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

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

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



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

2.7.11.7. Transporte

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

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

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

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

2.7.11.8. Colocación

La colocación del concreto deberá realizarse solamente en presencia de la Interventoría excepto en determinados sitios específicos previamente aprobados por la misma. El concreto no se colocará bajo la lluvia sin permiso de la Interventoría. Dicho permiso se



dará solamente cuando el Contratista suministre cubiertas que, en opinión de la Interventoría sean adecuadas para la protección del concreto durante su colocación y hasta cuando éste haya fraguado.

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

Los métodos y equipos que se utilicen para la colocación del concreto deberán permitir una buena regulación de la cantidad de concreto que se deposite, para evitar así que éste salpique, o que se produzca segregación cuando el concreto caiga con demasiada presión, o que choque o golpee contra la formaleta o el refuerzo. No se permitirá que el concreto caiga libremente desde alturas mayores de 1,5 metros, sin la previa aprobación de la Interventoría.

A menos de que se especifique algo diferente, el concreto deberá colocarse en capas continuas horizontales cuya profundidad no exceda de 0,5 metros. La Interventoría podrá exigir profundidades aún menores cuando lo estime conveniente, si las considera necesarias para la adecuada realización del trabajo.

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

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



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

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

2.7.11.9. Consolidación del Concreto

El concreto se consolidará mediante vibración hasta obtener la mayor densidad posible de manera que quede libre de cavidades producidas por partículas de agregado grueso y burbujas de aire, y que cubra completamente las superficies de los encofrados y materiales embebidos. Durante la consolidación de cada capa de concreto, el vibrador deberá operarse a intervalos regulares y frecuentes, y en posición vertical. La cabeza del vibrador deberá penetrar profundamente dentro del concreto para someter de nuevo a vibración las capas subyacentes. La capa superior de cada colocación deberá someterse de nuevo a vibraciones sistemáticas para que el concreto mantenga su plasticidad. No se deben colocar nuevas capas de concreto mientras las capas anteriores no hayan sido sometidas a las operaciones especificadas. Deberá tenerse cuidado de que la cabeza vibradora no quede en contacto con los encofrados o con los elementos metálicos embebidos para evitar que éstos puedan dañarse o desplazarse. La consolidación del concreto deberá llevarse a cabo con vibradores eléctricos de inmersión o de tipo neumático, que tengan suficiente potencia y capacidad para consolidar el concreto en forma efectiva y rápida. Los vibradores de inmersión deben operarse a velocidades de por lo menos 7.000 r.p.m. cuando se sumerjan en el concreto.

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

Al compactar la superficie de un vaciado de concreto, las partículas más gruesas del agregado que estén quedando localizadas en la superficie deberán embeberse completamente dentro del concreto. No deberán usarse vibradores de superficie o



"puddlers". Se evitará la aplicación de vibración excesiva en la parte superficial del concreto.

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

2.7.11.10. Remoción De Encofrados

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

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

Para evitar esfuerzos excesivos en el concreto, debidos a expansión o deformaciones de los encofrados, las formaleas 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.

2.7.11.11. Curado Del Concreto

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

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

➤ Curado con Agua

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

Cuando se use agua para curar superficies para las que se especifica el acabado U3, el curado se hará por medio de un rociador de acción continua. El agua que se use para el



curado del concreto deberá cumplir con lo especificado en la Sección “Materiales” para el agua destinada a usarse en mezclas de concreto.

➤ **Curado con Membrana**

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

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

➤ **Tolerancias**

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

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



2.7.11.12. Acabados

Las tolerancias admisibles para el concreto 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.

2.7.11.13. Sellos Para Juntas

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

Sellos de Acero

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



➤ Sellos de Polivinilo

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

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

➤ Instalación de Sellos

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

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

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

➤ Material llenante de las Juntas de Concreto

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



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

2.7.11.14. Protección Con Morteros

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

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

2.7.11.15. Medida

La unidad de medida será el metro cúbico (m³), 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.

2.7.11.16. Forma De Pago

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

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

Deberá cubrir, también todos los costos de construcción o mejoramiento de las vías de acceso a las fuentes, los de la explotación de ellas; la selección, trituración, y eventual lavado y clasificación de los materiales pétreos; el suministro, almacenamiento, desperdicios, cargues, transportes, descargues y mezclas de todos los materiales constitutivos de la mezcla cuya fórmula de trabajo se haya aprobado, excepto los aditivos si su empleo está previsto en los documentos del proyecto o ha sido solicitado por el Interventor.

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

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



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

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

2.7.11.17. Ítem De Pago

2.7.11.A.	Concreto Clase A	Metro cúbico (m ³)
2.7.11.B.	Concreto Clase B	Metro cúbico (m ³)
2.7.11.C.	Concreto Clase C	Metro cúbico (m ³)
2.7.11.D.	Concreto Clase D	Metro cúbico (m ³)
2.7.11.E.	Concreto Clase E	Metro cúbico (m ³)
2.7.11.F.	Concreto Clase F	Metro cúbico (m ³)
2.7.11.G.	Concreto Clase G	Metro cúbico (m ³)

2.7.12. Anclajes de acero

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



2.7.12.1. Materiales

➤ Barras

Las barras a utilizar consisten en varillas de media a una y media pulgada de diámetro corrugadas, roscadas en uno de sus extremos para la tuerca de tensionamiento y con ganchos soldados en el otro para garantizar a la adherencia del anclaje al suelo. El acero de las barras de anclaje debe tener una resistencia nominal a la fluencia f_y de 4200 Kg/cm².

➤ Anclajes

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

➤ Lechada

La lechada debe cumplir lo siguiente:

- **Agua:** El agua que se utilice para fabricación de la lechada, deberá ser limpia, libre de aceites, tierra, materia orgánica, azúcar, sedimentos, sales, álcalis, ácidos y cualquier otra sustancia que pueda afectar la calidad, resistencia y/o durabilidad de las obras. En particular, no deberá contener más de doscientos cincuenta miligramos (250 mg) de ión cloro por litro, según la norma de ensayo ASTM D-512; su pH, determinado según la norma ASTM D-1293 no podrá ser inferior a siete (7); y no podrá presentar trazas de hidratos de carbono.
- **Cemento:** El Cemento para la lechada será Pórtland que corresponda a los tipos I, II ó III de la especificación AASHTO M-85. El cemento que se use en la inyección deberá ser fresco y no contendrá grumos, ni otras muestras de hidratación o fraguado falso.



- **Arena:** La arena que se emplee eventualmente en la lechada deberá pasar, en su totalidad, el tamiz de 600 μm (No.30) y no deberá contener partículas de tamaño inferior al tamiz de 75 μm (No.200). Deberá, además, estar exenta de impurezas y sustancias perjudiciales, tales como iones ácidos, y de partículas laminares procedentes de mica o pizarra.
- **Aditivos:** Se permitirá el uso de aditivos, si se demuestra que ellos mejoran las propiedades de la mezcla y no causan efectos perjudiciales sobre el acero de pre-esfuerzo. Su empleo se deberá efectuar siguiendo las instrucciones del fabricante.

➤ **Zapata de anclaje:**

La zapata de anclaje esta compuesta por los siguientes elementos:

- **Dado de concreto:** El dado de concreto debe ser construido de acuerdo a las dimensiones y características establecidas en los planos del proyecto. La construcción de los dados de concreto y su refuerzo serán pagados y controlados por las especificaciones **2.7.12. Concreto** y **2.7.16. Acero de refuerzo**.
- **Platina de Apoyo:** La platina de apoyo tiene la función de transmitir la tensión de la barra de anclaje al concreto del dado, esta debe cumplir las características estipuladas en los planos del proyecto.
- **Inhibidor de corrosión:** Será del tipo VPI según la especificación MIL-P-3420. Cuando sea aprobado por el Interventor, se puede utilizar aceite soluble en agua.

El anclaje y sus accesorios deben contar con la resistencia suficiente para soportar la carga de tensión aplicada, la calidad de los materiales deben ser certificados por el contratista mediante los certificados de calidad del fabricante.



2.7.12.2. Equipo

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

2.7.12.3. Dirección Y Asesoría De Los Trabajos

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

2.7.12.4. Resistencia Del Concreto

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

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

2.7.12.5. Controles

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

2.7.12.6. Medida

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



2.7.12.7. Forma De Pago

El pago se hará al precio unitario del contrato, por todo trabajo aceptado a satisfacción por el Interventor. El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de suministro, almacenamiento, transportes y colocación de los pernos de anclaje, platinas, tuercas, y demás accesorios requeridos para completar satisfactoriamente el trabajo. También, deberá cubrir todos los costos de tensionamiento y los de suministro de materiales para la lechada requerida, su almacenamiento, manejo, transportes, cargues, descargues, mezcla e inyección; suministro y aplicación de pinturas necesarias; todo el equipo, mano de obra, asesoría, preparación de planos, patentes, muestras de ensayo, medidas de seguridad, limpieza final de la zona de las obras y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución del trabajo especificado. También incluye la perforación necesaria en donde se anclaran los pernos y los costos que esta actividad impliquen.

2.7.12.8. Ítem De Pago

2.7.12. Pernos de anclaje metro lineal (ml)

2.7.13. Demolición y remoción

2.7.13.1. Generalidades

Este trabajo consiste en la demolición total o parcial de estructuras o edificaciones existentes en las zonas que indiquen los documentos del proyecto y la remoción, cargue, transporte, descargue y disposición final de los materiales provenientes de la demolición en las áreas aprobadas por el Interventor. Incluye, también, el retiro, cambio, restauración o protección de los servicios públicos y privados que se vean afectados por las obras del proyecto, así como el manejo, desmontaje, traslado y el almacenamiento de estructuras existentes; la remoción de cercas de alambre, de especies vegetales y otros obstáculos.



2.7.13.2. Equipo

Los equipos que emplee el Constructor en esta actividad deberán tener la aprobación previa del Interventor y ser suficientes para garantizar el cumplimiento de esta especificación y del programa de trabajo.

2.7.13.3. Ejecución De Los Trabajos

El Constructor no podrá iniciar la demolición de estructuras sin previa autorización escrita del Interventor, en la cual se definirá el alcance del trabajo por ejecutar y se incluirá la aprobación de los métodos propuestos para hacerlo. Tal autorización no exime al Constructor de su responsabilidad por las operaciones aquí señaladas, ni del cumplimiento de estas especificaciones y de las condiciones pertinentes establecidas en los documentos del contrato.

El Constructor será responsable de todo daño causado, directa o indirectamente, a las personas, así como a redes de servicios públicos, o propiedades cuya destrucción o menoscabo no estén previstos en los planos, ni sean necesarios para la ejecución de los trabajos contratados.

El Constructor, de acuerdo con las disposiciones vigentes, deberá colocar señales y luces que indiquen, durante el día y la noche, los lugares donde se realicen trabajos de demolición o remoción y será responsable de mantener la vía transitable, cuando ello se requiera.

Los trabajos deberán efectuarse en tal forma, que produzcan la menor molestia posible a los habitantes de las zonas próximas a la obra y a los usuarios de la vía materia del contrato, cuando ésta permanezca abierta al tránsito durante la construcción.

Los pavimentos, aceras y bordillos de concreto, bases de concreto y otros elementos cuya demolición esté prevista en los documentos del proyecto, deberán ser quebrados en pedazos de tamaño adecuado, para que puedan ser utilizados en la construcción de rellenos o disponer de ellos como sea autorizado por el Interventor.



2.7.13.4. Controles

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

- Verificar que el Constructor disponga de todos los permisos requeridos.
- Comprobar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Constructor.
- Identificar todos los elementos que deban ser demolidos o removidos.
- Señalar los elementos que deben permanecer en el sitio y ordenar las medidas para evitar que sean dañados.
- Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos adoptados por el Constructor.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Medir los volúmenes de trabajo ejecutado por el Constructor de acuerdo con la presente especificación.
- Verificar que el constructor realice la correcta disposición de los desechos generados en esta actividad.

➤ **Condiciones específicas para el recibo y tolerancias**

El Interventor considerará terminados los trabajos de demolición y remoción cuando la zona donde ellos se hayan realizado quede despejada, de manera que permita continuar con las otras actividades programadas, y los materiales sobrantes hayan sido adecuadamente dispuestos en los sitios autorizados por el DAMA.



2.7.13.5. Medida

La medida para la demolición y remoción, ejecutada de acuerdo con los planos, la presente especificación, y las instrucciones del Interventor, se hará por metro cúbico (m^3), aproximado al entero.

2.7.13.6. Forma De Pago

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

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de mano de obra, asesoría, equipo, herramientas, materiales, apuntalamientos, andamios, obras de protección a terceros; las operaciones necesarias para efectuar las demoliciones y para hacer los desmontajes, planos, separación de materiales aprovechables, cargue y transporte de éstos al lugar de depósito, descargue y almacenamiento; remoción; traslado y reinstalación de obstáculos, cercas de alambre, traslado, cambio o restauración de conducciones de servicios existentes; cargue de materiales desechables, transporte y descargue en el sitio de disposición final, de acuerdo con lo señalado por el Interventor.

El precio unitario deberá incluir, además, la protección de aquellos elementos que, aunque se encuentren en la zona de los trabajos, no deban ser removidos.

2.7.13.7. Ítem de pago

2.7.13. Demolición de pisos, andenes, bordillos
de concreto y protección de concreto. Metro cúbico (m^3)

2.7.14. Concreto lanzado

Existen dos clases de concreto lanzado. El concreto lanzado seco, como lo indica su nombre se mezcla en seco y se añade el agua en la boquilla de la bomba. El concreto lanzado húmedo se mezcla como un concreto de revenimiento bajo y así es bombeado



hasta la boquilla de la bomba. En el caso de la mezcla puede incorporarse un acelerante en la mezcla, pero en el caso de la mezcla húmeda tendrá que añadirse en la boquilla.

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

- Lanzabilidad: Debe poder lanzarse sobre-cabeza con un mínimo de rebote.
- Resistencia temprana: Debe tener una resistencia suficiente para dar soporte al terreno en menos de 4 a 8 horas.
- Resistencia a largo plazo: Debe alcanzar una resistencia determinada a los veintiocho días con una dosificación de acelerante necesaria para lograr la lanzabilidad y la resistencia temprana.
- Durabilidad: Debe resistir al ambiente a largo plazo.

2.7.14.1. Agregados

La calidad del agregado que requiere el concreto lanzado es la misma exigida por la especificación No. 2.7.11 del presente estudio para un concreto normal.

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

**Tabla 2.13. Límites granulométricos de los agregados finos**

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

Tabla 2.14. Límites granulométricos de los agregados gruesos

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

El acelerante utilizado debe ser aprobado previamente por la interventoría.

2.7.14.2. Proporciones De Mezcla

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

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

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



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

2.7.14.3. Drenaje

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

2.7.14.4. Diseño de mezcla.

El diseño de mezcla se debe hacer siguiendo los parámetros establecidos en la presente especificación y en la especificación **2.7.12 Concreto** y para la resistencia requerida por el proyecto.

2.7.14.5. Refuerzo

El concreto lanzado debe ser reforzado con una malla de electrosoldada de calibre No. 10 y con aberturas de 0,10 X 0,10 m.

El pago de la malla electrosoldada se hará por medio de la especificación **2.7.15 Acero de refuerzo.**

2.7.14.6. Condiciones específicas para el recibo

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



- Verificar que los materiales utilizados cumplan con las características exigidas por las presentes especificación y en general por el proyecto.
- Comprobar el estado y buen funcionamiento del equipo utilizado por el Constructor.
- Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos adoptados por el Constructor.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Medir las cantidades de trabajo ejecutadas por el Constructor de acuerdo con la presente especificación.
- Efectuar las pruebas pertinentes para verificar la calidad del trabajo ejecutado.

2.7.14.7. Forma De Pago

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

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

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

2.7.14. Concreto lanzado.

Metro cúbico (m³)



2.7.15. 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.

2.7.15.1. 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. 2.15

**Tabla 2.15 Peso de las barras por unidad de longitud**

BARRA No.	DIAMETRO NOMINAL		PESO kg/m
	cm	pulgadas	
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.

2.7.15.2. 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.

2.7.15.3. 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 2.16.

Tabla 2.16. 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 2.17.

- **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 espaciado, 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) espaciado 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.

2.7.15.4. Controles

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

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo empleado por el Constructor.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan con los requisitos de calidad exigidos por la presente especificación.
- Verificar que el corte, doblado y colocación del refuerzo se efectúen de acuerdo con los planos, esta especificación y sus instrucciones.
- Vigilar la regularidad del suministro del acero durante el período de ejecución de los trabajos.



- Verificar que cuando se sustituya el refuerzo indicado en los planos, se utilice acero de área y perímetro iguales o superiores a los de diseño.
- Efectuar las medidas correspondientes para el pago del acero de refuerzo correctamente suministrado y colocado.

2.7.15.5. 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.

2.7.15.6. 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.

2.7.15.7. 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.

2.7.15.8. Ítem De Pago

2.7.15. Acero de Refuerzo Grado 60 Kilogramo (kg)

2.7.16. Revegetalización de taludes

2.7.16.1. Descripción

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

2.7.16.2. Materiales

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

Los especímenes deberán estar en 'óptimas condiciones sur raíces deben estar adheridas a la capa de tierra orgánica en la que son transportados.

➤ Agua

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



➤ **Equipo**

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

2.7.16.3. Ejecución De Los Trabajos

➤ **Preparación de la superficie existente**

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

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

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

➤ **Conservación**

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

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



2.7.16.4. 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.
- Comprobar que los materiales cumplan los requisitos de calidad exigidos.
- Verificar que el trabajo se ejecute de acuerdo con los planos y las exigencias de la presente especificación.
- Vigilar que el Constructor efectúe un mantenimiento adecuado del área revegetalizada hasta su recibo definitivo.
- Medir, para efectos de pago, el trabajo correctamente ejecutado.

2.7.16.5. Condiciones Específicas Para El Recibo Y Tolerancias

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

2.7.16.6. Medida

La unidad de medida de la revegetalización de taludes será el metro cuadrado (m²), aproximado al entero, de área revegetalizada de acuerdo con los planos y demás documentos del proyecto, a plena satisfacción del Interventor. La medida se hará sobre la superficie inclinada.

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



2.7.16.7. Forma De Pago

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

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

2.7.16.8. Ítem De Pago

2.7.16. Revegetalización de taludes

Metro cuadrado (m²)



CAPITULO 3

CONCLUSIONES

- En la zona en estudio afloran rocas Terciarias afectadas por plegamiento y fallamiento pertenecientes a la Formación Areniscas del Cacho que se encuentran recubiertas localmente por depósitos coluviales.
- En la formación Cacho se reconocen tres niveles, el primero constituido por areniscas feldespáticas friables, de grano fino, color rojizo amarillento, el segundo por arcillolitas moradas a rojizas, con presencia de minerales ferrosos y el tercero corresponde a areniscas color amarillo-rojizo friables de grano medio, meteorizadas.
- El talud en estudio presenta césped como cobertura vegetal principalmente en la parte superior norte del talud, el resto se encuentra cubierto por zonas duras las cuales corresponden al andén presente en la parte superior sur del talud y a la protección del mismo con concreto, por otro lado se encuentran varias zonas del talud protegidas con neumáticos dispuestos a manera de terrazas de 1.50 m de altura.
- A lo largo de la zona en estudio se encuentran areniscas de grano fino las cuales se encuentran altamente alteradas y son friables, intercaladas por arcillolitas de color habano con vetas rojizas; estos estratos presentan un rumbo N80W y buzan 40 grados al SW, lo cual es favorable con respecto a la orientación del talud en estudio.
- Por otro lado se encuentran depósitos antrópicos tanto en la parte alta como en la pata del talud.
- Los resultados del ensayo de penetración estándar realizado en el sondeo No. 1 indican que el deslizamiento es de carácter superficial.



- Se encontró deterioro de la protección en concreto ya que se observan abombamientos, fisuras, y crecimiento de maleza en varias partes de esta, adicionalmente en la zona donde surge agua de infiltración del talud, se presenta perdida de esta cobertura. Esta protección debe ser objeto de seguimiento para determinar el momento de ejecutar la segunda fase, es decir, el reemplazo, ya que el estado en que se encuentra genera riesgo de deslizamiento en todo el área donde esta instalado.
- Por lo anterior las obras propuestas estarán dirigidas al descargue del material suelto, la construcción de estructuras que contengan los depósitos existentes y a la conducción de las aguas presentes en el talud, con el fin evitar los daños generados por los incrementos de humedad.



CAPITULO 4

RECOMENDACIONES

- La excavación para la construcción del muro de contención se debe hacer en dos frentes (Comenzando por los extremos) y construyendo simultáneamente el gavión; la excavación se debe realizar por tramos de máximo 4.0 m de ancho con el fin de evitar la desestabilización del talud.
- El tensionamiento de los pernos de anclaje debe ser calibrado en campo realizando tensionamientos de prueba, con los que se corroborará o modificará la tensión propuesta en los presentes estudios.
- Las viviendas de la pare superior del deslizamiento deben estar desocupadas y los servicios deben estar suspendidos durante la ejecución de las obras.
- Los daños causados a los canales de drenaje no intervenidos deben ser reparados al final de la obra.
- Todas las superficies expuestas del talud deben ser empradizadas para evitar daños por erosión.



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

DPAE - FOPAE



GEODINÁMICA INGENIERÍA
LTDA.

BIBLIOGRAFÍA

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

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

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

Joseph E. Bowles, “Foundation Analysis And Design”, Fifth Edition.

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



TABLA DE CONTENIDO

	Pag.
GLOSARIO	1
INFORME PRINCIPAL	2
INTRODUCCION	2
CAPITULO 1	4
1.1. LOCALIZACIÓN	4
1.2. UBICACIÓN TEMPORAL.	4
1.3. ÁREA DE INFLUENCIA	5
1.3.1. Área de Influencia Indirecta.	5
1.3.2. Área de Influencia Directa.	5
1.4. ANTECEDENTES.	5
1.5. DESCRIPCIÓN	7
1.5.1. Descripción Física de Las Viviendas	9
1.5.2. Patología Estructural De La Infraestructura Básica Existente	9
1.5.3. Sismicidad	10
CAPITULO 2	11
ANALISIS DE INGENIERIA.	11



2.1.	TRABAJOS DE CAMPO.	11
2.1.1.	Topografía.	11
2.1.1.1.	Método de Trabajo	12
2.1.2.	Exploración del Subsuelo	14
2.2.	GEOLOGÍA	15
2.2.1.	Estratigrafía	16
2.2.2.	Geología Estructural	16
2.2.3.	Geología Local	17
2.2.4.	Depósitos Recientes:	18
2.2.5.	Geomorfología y Procesos Morfodinámicos	18
2.3.	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD	19
2.3.1.	Perfil Estratigráfico	19
2.3.2.	Diagnóstico	21
2.3.2.1.	Factores detonantes	21
2.3.2.2.	Modelo geotécnico	22
2.3.2.3.	Parámetros de resistencia.	23
2.3.2.4.	Análisis	24
2.4.	OBRAS DE ESTABILIZACIÓN	25
2.4.1.	Alternativa No. 1	26
2.4.1.1.	Fase I	26
2.4.1.2.	Fase II	27
2.4.2.	Alternativa No. 2	27
2.4.2.1.	Fase I	27
2.4.2.2.	Fase II	28
2.4.3.	Alternativa No. 3	29
2.5.	ANÁLISIS DE VIABILIDAD	30
2.5.1.	Muro de contención en Gaviones:	32
2.5.2.	Protección del talud en concreto lanzado anclado	34
2.6.	CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO.	36
2.7.	ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN.	36



2.7.1.	Desmonte y limpieza	36
2.7.1.1.	Generalidades	36
2.7.1.3.	Ejecución De Los Trabajos	37
2.7.1.4.	Remoción Y Disposición De Materiales	37
2.7.1.5.	Controles	38
2.7.1.6.	Condiciones Específicas Para El Recibo Y Tolerancias	39
2.7.1.7.	Medida	39
2.7.1.8.	Forma De Pago	39
2.7.1.9.	Ítem De Pago	40
2.7.2.	Excavaciones varias	40
2.7.2.1.	Descripción	40
2.7.2.2.	Materiales	40
2.7.2.3.	Equipo	41
2.7.2.4.	Ejecución De Los Trabajos	41
2.7.2.5.	Controles	43
2.7.2.6.	Condiciones Específicas Para El Recibo Y Tolerancias	44
2.7.2.7.	Medida	44
2.7.2.8.	Forma De Pago	45
2.7.2.9.	Ítem De Pago	45
2.7.3.	Gaviones	46
2.7.3.1.	Descripción	46
2.7.3.2.	Materiales	46
2.7.3.3.	Equipo	47
2.7.3.4.	Ejecución De Los Trabajos	48
2.7.3.5.	Controles	48
2.7.3.6.	Condiciones Específicas Para El Recibo Y Tolerancias	49
2.7.3.7.	Medida	49
2.7.3.8.	Forma De Pago	50
2.7.3.9.	Ítem De Pago	50
2.7.4.	Sub drenes con geotextil.	51
2.7.4.1.	Descripción	51
2.7.4.2.	Materiales	51
2.7.4.3.	Geotextil	51
2.7.4.4.	Equipo	53
2.7.4.5.	Ejecución de los trabajos	53
2.7.4.6.	Controles	55
2.7.4.7.	Medida Geotextil	56
2.7.4.8.	Forma De Pago	57
2.7.4.9.	Ítem De Pago	57
2.7.5.	Rellenos para estructuras	57
2.7.5.1.	Generalidades	57



2.7.5.2. Materiales	57
2.7.5.3. Equipo	59
2.7.5.4. Ejecución De Los Trabajos	59
2.7.5.5. Controles	62
2.7.5.6. Condiciones Específicas Para El Recibo Y Tolerancias	63
2.7.5.7. Medida	64
2.7.5.8. Forma De Pago	64
2.7.5.9. Ítem De Pago	65
2.7.6. Tubería de drenaje D=65mm.	65
2.7.6.1. Materiales	65
2.7.6.2. Ejecución De Los Trabajos	66
2.7.6.3. Forma de Pago	66
2.7.6.4. Ítem de Pago	66
2.7.7. Canal de concreto de 3000 PSI.	66
2.7.7.1. Descripción	66
2.7.7.2. Materiales	66
2.7.7.3. Ejecución De Los Trabajos	67
2.7.7.4. Controles	68
2.7.7.5. Condiciones Específicas Para El Recibo Y Tolerancias	69
2.7.7.6. Medida	69
2.7.7.7. Forma De Pago	69
2.7.7.8. Ítem De Pago	70
2.7.8. Empradización de taludes	70
2.7.8.1. Descripción	70
2.7.8.2. Materiales	70
2.7.8.3. Ejecución De Los Trabajos	71
2.7.8.4. Controles	73
2.7.8.5. Condiciones Específicas Para El Recibo Y Tolerancias	73
2.7.8.6. Medida	73
2.7.8.7. Forma De Pago	74
2.7.8.8. Ítem De Pago	74
2.7.9. Instalación de tuberías para alcantarillado novafort de 12" con sus respectivos accesorios	74
2.7.9.1. Instalación De La Tubería	75
2.7.9.2. Base y Atraque de la Tubería	76
2.7.9.3. Medida Y Pago	76
2.7.9.4. Requisitos para la Medida y Pago	77
2.7.9.5. Ítems de Pago	77
2.7.10. Caja de inspección 0,90 m X 0,90 m	78
2.7.10.1. Dimensiones Y Elementos	78
2.7.10.2. Medida Y Pago	79



2.7.11.	Concreto	80
2.7.11.1.	Diseño De Las Mezclas De Concreto	80
2.7.11.2.	Materiales	84
2.7.11.3.	Dosificación	88
2.7.11.4.	Mezcla	89
2.7.11.5.	Juntas en el concreto	95
2.7.11.6.	Preparación Para La Colocación	97
2.7.11.7.	Transporte	98
2.7.11.8.	Colocación	98
2.7.11.9.	Consolidación del Concreto	100
2.7.11.10.	Remoción De Encofrados	101
2.7.11.11.	Curado Del Concreto	102
2.7.11.12.	Acabados	104
2.7.11.13.	Sellos Para Juntas	106
2.7.11.14.	Protección Con Morteros	108
2.7.11.15.	Medida	108
2.7.11.16.	Forma De Pago	109
2.7.11.17.	Ítem De Pago	110
2.7.12.	Anclajes de acero	110
2.7.12.1.	Materiales	111
2.7.12.2.	Equipo	113
2.7.12.3.	Dirección Y Asesoría De Los Trabajos	113
2.7.12.4.	Resistencia Del Concreto	113
2.7.12.5.	Controles	113
2.7.12.6.	Medida	114
2.7.12.7.	Forma De Pago	115
2.7.12.8.	Ítem De Pago	115
2.7.13.	Demolición y remoción	115
2.7.13.1.	Generalidades	115
2.7.13.2.	Equipo	116
2.7.13.3.	Ejecución De Los Trabajos	116
2.7.13.4.	Controles	117
2.7.13.5.	Medida	118
2.7.13.6.	Forma De Pago	118
2.7.13.7.	Ítem de pago	118
2.7.14.	Concreto lanzado	118
2.7.14.1.	Agregados	119
2.7.14.2.	Proporciones De Mezcla	120
2.7.14.3.	Drenaje	121
2.7.14.4.	Diseño de mezcla.	121
2.7.14.5.	Refuerzo	121



2.7.14.6. Condiciones específicas para el recibo	121
2.7.14.7. Forma De Pago	122
2.7.15. Acero de refuerzo	123
2.7.15.1. Materiales	123
2.7.15.2. Equipo	124
2.7.15.3. Ejecución De Los Trabajos	124
2.7.15.4. Controles	127
2.7.15.5. Condiciones Específicas Para El Recibo Y Tolerancias	128
2.7.15.6. Medida	128
2.7.15.7. Forma De Pago	129
2.7.15.8. Ítem De Pago	130
2.7.16. Revegetalización de taludes	130
2.7.16.1. Descripción	130
2.7.16.2. Materiales	130
2.7.16.3. Ejecución De Los Trabajos	131
2.7.16.4. Controles	132
2.7.16.5. Condiciones Específicas Para El Recibo Y Tolerancias	132
2.7.16.6. Medida	132
2.7.16.7. Forma De Pago	133
2.7.16.8. Ítem De Pago	133
CAPITULO 3	134
CONCLUSIONES	134
CAPITULO 4	136
RECOMENDACIONES	136
BIBLIOGRAFÍA	137

**LISTADO DE TABLAS**

	Pag.
<u>CAPITULO 1</u>	
Tabla 1.1. Coordenadas zona del proyecto	4
<u>CAPITULO 2 ANALISIS DE INGENIERIA</u>	
Tabla 2.1. Referencias Materializadas	14
Tabla 2.2. Características de los materiales analizados.	20
Tabla 2.3. Parámetros del suelo, modelo de análisis de estabilidad.	24
Tabla 2.4. Parámetros del suelo, modelo diseño gavión.	33
Tabla 2.5. Requerimientos mínimos de propiedades mecánicas del geotextil	52
Tabla 2.6. Requerimientos mínimos de propiedades hidráulicas del geotextil	53
Tabla 2.7. Requisitos de los materiales de relleno	58
Tabla 2.8. Granulometría material filtrante	59
Tabla 2.9. Clases de concreto	83
Tabla 2.10. Agregado grueso	87
Tabla 2.11. Variación permisible en los pesos de los materiales	89
Tabla 2.12. Materiales para formaletas	93
Tabla 2.13. Limites granulométricos de los agregados finos	120
Tabla 2.14. Limites granulométricos de los agregados gruesos	120
Tabla 2.15. Peso de las barras por unidad de longitud	124
Tabla 2.16. Diámetro mínimo de doblamiento	125



LISTADO DE ANEXOS

	PAG.
ANEXO A. LOCALIZACIÓN Y REGISTRO TOPOGRÁFICO	138
ANEXO B. TOPOGRAFÍA	145
ANEXO B.1. Certificación Placas IGAC	146
ANEXO B.2. Certificado de calibración Equipo de Topografía	148
ANEXO B.3. Poligonal Local	152
ANEXO B.4. Poligonal de Amarre	154
ANEXO B. 5 Cartera de Detalles	156
ANEXO B.6. Listado de Coordenadas	182
ANEXO B.7. Nivelación	202
ANEXO B.8. Copia de Carteras de Campo	209
ANEXO C. EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO Y RESULTADOS DE LABORATORIO	219
ANEXO C.1. Exploración del Subsuelo	220
ANEXO C.2. Resultados de Laboratorio	225
ANEXO D. PLANOS (Ver Volumen 3)	



	PAG.
ANEXO E CANTIDADES DE OBRA PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA	251
ANEXO E.1 Presupuesto	252
ANEXO E.2 Cronograma	255
ANEXO E.3 Análisis de Precios Unitarios	258
ANEXO F. MEMORIAS DE DISEÑO	278
ANEXO F.1 Diseño de Cimentación	279
ANEXO F.1.1. Diseño de Cimentación en Arenas	280
ANEXO F.1.2. Diseño de Cimentación en Arcillas	282
ANEXO F.2 Memorias de Análisis	284
ANEXO F.3 Memorias de Cálculo	287
ANEXO F.4 Esquema Muro en Suelo Mecánicamente Estabilizado.	301



LISTADO DE PLANOS (VOLUMEN 3)

PLANO 1 DE 9.	LOCALIZACIÓN GENERAL
PLANO 2 DE 9.	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
PLANO 3 DE 9.	PLANTA Y PERFILES GEOLOGICOS
PLANO 4 DE 9.	PLANTA DE ALTERNATIVA 1, MURO DE CONTENCIÓN EN CONCRETO Y PANTALLA EN CONCRETO ANCLADA
PLANO 5 DE 9.	SECCIONES ALTERNATIVA 1, MURO DE CONTENCIÓN EN CONCRETO Y PANTALLA EN CONCRETO ANCLADA
PLANO 6 DE 9.	PLANTA Y SECCIÓN ALTERNATIVA 2, FASE I MURO DE CONTENCIÓN EN GAVIONES Y OBRAS DE DRENAJE COMPLEMENTARIAS
PLANO 7 DE 9.	DETALLE DESPIECE GAVIONES, ALTERNATIVA 2 FASE I
PLANO 8 DE 9.	PLANTA ALTERNATIVA 2, FASE II CONCRETO LANZADO Y ANCLAJES
PLANO 9 DE 9.	SECCIONES Y DETALLE ALTERNATIVA 2 FASE II CONCRETO LANZADO Y ANCLAJES