

**ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGOS POR
PROCESO DE REMOCIÓN EN MASA Y DISEÑO DETALLADO
DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA EL PREDIO "LA POLA
III" UBICADO EN LA CALLE 65C NO. 94-80 DE MEDELLÍN
(ANTIOQUIA). CONTRATO DE CONSULTORIA 1513 DE 2016
DEL INSTITUTO COLOMBIANO DE BIENESTAR FAMILIAR**

INFORME FINAL



Panorámica área de estudio, a la derecha la masa de terreno inestable que se recuesta sobre el muro de contención provocando su falla y al fondo taludes de corte sin medidas de protección geotécnica.

**INSTITUTO COLOMBIANO DE BIENESTAR
FAMILIAR**

Bogotá D.C.
14 de Diciembre de 2016

Ingeniería y Desarrollo Urbanístico SAS -INGEDEUR

Contenido

1. GENERALIDADES	9
1.1. ALCANCE DEL ESTUDIO	9
1.2. ORGANIZACIÓN DEL INFORME	10
1.3. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES REALIZADAS	10
1.4. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA Y SUS POSIBLES CAUSAS	11
1.5. DELIMITACIÓN GEOMÉTRICA DEL ÁREA DE ESTUDIO	16
1.6. POBLACIÓN BENEFICIADA Y ÁREA BENEFICIADA	18
2. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	19
2.1. CRITERIOS	19
2.2. MÉTODO DE TRABAJO	19
2.3. EQUIPO UTILIZADO	20
3. ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO	22
3.1. CRITERIOS	22
3.1.1. <i>Evaluación Geológica</i>	22
3.1.2. <i>Evaluación Geomorfológica</i>	23
3.2. MÉTODO DE TRABAJO	23
3.3. GEOLOGÍA REGIONAL	24
3.4. GEOLOGÍA LOCAL	27
3.5. ESTRATIGRAFÍA	29
3.6. GEOMORFOLOGÍA E INVENTARIO DE PROCESOS	30
<i>Inventario de Procesos</i>	30
3.7. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL	31
4. CLIMA, HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA, HIDROGEOLOGÍA Y SISMOLOGÍA	33
4.1. CRITERIOS	34
4.1.1 <i>Hidrología y Evaluación del Drenaje Superficial</i>	35
4.1.2 <i>Hidrogeología</i>	36
4.1.3 <i>Sismología</i>	38
4.2. MÉTODO DE TRABAJO	38
4.3. CLIMA	38
4.4. HIDROGEOLOGÍA	41
4.5. HIDROLOGÍA Y EVALUACIÓN DE DRENAJE SUPERFICIAL	47
4.6 HIDRÁULICA	51
4.7 SISMOLOGÍA	51
5. COBERTURA VEGETAL Y USOS DEL SUELO	54
5.1. CRITERIOS	55
5.2. MÉTODO DE TRABAJO	55
5.3. COBERTURA VEGETAL	57
5.4. USOS DEL SUELO	64
5.5. CONTAMINACIÓN	66
6. INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA	67
6.1. CRITERIOS	68
6.2. MÉTODO DE TRABAJO	68

6.3.	INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO	68
6.4.	ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA	69
6.5.	ENSAYOS DE LABORATORIO	69
6.6.	DETERMINACIÓN DEL MODELO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO	70
7.	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD.....	71
7.1.	CRITERIOS	71
7.2.	MÉTODO DE TRABAJO.....	71
7.3.	MODELO NUMÉRICOS Y ANÁLISIS DE ESTABILIDAD.....	71
8.	EVALUACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE AMENAZA POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA ACTUAL Y FUTURA (ESCENARIO SIN MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS)	72
8.1.	CRITERIOS	72
8.2.	METODO DE TRABAJO Y METODOLOGÍAS APLICADAS	74
8.2.1	<i>Aspectos Metodológicos Generales:</i>	75
8.2.1.1	<i>Criterios para la evaluación de amenaza por deslizamiento</i>	75
8.2.1.2	<i>Niveles de Amenaza por Deslizamiento</i>	75
8.2.1.3	<i>Escenarios de Amenaza</i>	75
8.3.	ZONIFICACIÓN DE AMENAZA POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA PARA LOS ESCENARIOS ACTUAL	76
8.3.1	<i>Evaluación de amenaza en el escenario actual bajo condición normal</i>	76
8.3.2	<i>Evaluación de la amenaza en el escenario actual bajo condición extrema</i>	76
8.4.	EVALUACIÓN DE AMENAZA EN EL ESCENARIO CON CAMBIO DE USO CON CONSTRUCCIÓN DE LA POLA III	77
8.4.1	<i>Evaluación de Amenaza en el Escenario con Construcción de La Pola III en Condición Normal</i>	77
8.4.2	<i>Evaluación de amenaza en el escenario con construcción de la Pola III bajo condición extrema</i>	77
9.	EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD Y RIESGO.....	78
9.1.	CRITERIOS	78
9.2.	MÉTODO DE TRABAJO.....	78
9.2.1.	<i>Identificación y localización de los elementos expuestos.</i>	79
9.2.2.	<i>Caracterización tipológica de los elementos expuestos.</i>	80
9.2.3.	<i>Exposición.</i>	82
9.2.4.	<i>Resistencia de las edificaciones.</i>	84
9.2.5.	<i>Resistencia de las líneas vitales.</i>	87
9.2.6.	<i>Matriz de Daño</i>	87
9.3.	INVENTARIO DE EDIFICACIONES Y LÍNEAS VITALES, ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS, ESTADÍSTICAS E INTERPRETACIÓN.	89
9.4.	VALORACIÓN DE LA VULNERABILIDAD FÍSICA ANTE LA OCURRENCIA DE PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA	96
9.5.	DEFINICIÓN DE TIPIFICACIÓN DE EDIFICACIONES	96
9.5.1	<i>Definición de los niveles de Solicitaciones de las edificaciones y las vías</i>	97
9.5.2	<i>Definición de los niveles de daño en Edificaciones</i>	98
9.5.3	<i>Evaluación de la Vulnerabilidad física – Escenario Actual bajo Condición Extrema</i>	99
9.5.4	<i>Evaluación de la Vulnerabilidad física – Escenario Con Proyecto bajo Condición Extrema</i>	100
9.6.	EVALUACIÓN DE RIESGO DE EDIFICACIONES	100
9.6.1	<i>Evaluación de Riesgo – Escenario Actual bajo Condición Extrema</i>	100

9.6.2 Evaluación de Riesgo – Escenario Con Proyecto (Pola III) bajo Condición Extrema	101
10. DEFINICIÓN DE LAS ESTRATEGIAS DE REDUCCIÓN DEL RIESGO, ANÁLISIS DE MEDIDAS Y ALTERNATIVAS PARA MITIGACIÓN DEL RIESGO	101
10.1 PLANTEAMIENTO DE ESTRATEGIAS NO ESTRUCTURALES	101
10.2 PLANTEAMIENTO DE ESTRATEGIAS ESTRUCTURALES.....	101
10.3 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS	102
11. ANALISIS DE AMENAZA DEL ESCENARIO CON PROYECTO Y MEDIDAS DE MITIGACION.....	104
9.1 EVALUACIÓN DE AMENAZA EN EL ESCENARIO CON PROYECTO (CONSTRUCCIÓN LA POLA III) Y OBRAS DE MITIGACIÓN BAJO CONDICIÓN NORMAL Y EXTREMA.....	104
11.1.1. EVALUACIÓN DE AMENAZA EN EL ESCENARIO CON PROYECTO Y OBRAS DE MITIGACIÓN BAJO CONDICIÓN NORMAL.....	104
11.1.2. EVALUACIÓN DE AMENAZA EN EL ESCENARIO CON PROYECTO Y OBRAS DE MITIGACIÓN BAJO CONDICIÓN EXTREMA	105
12. ANALISIS DE ESCENARIO CON MEDIDAS DE MITIGACION.....	106
12.1. EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD EN EL ESCENARIO CON PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OBRAS DE MITIGACIÓN BAJO CONDICIÓN EXTREMA	106
12.1.1. DEFINICIÓN DE LOS NIVELES DE SOLICITACIONES DE LAS EDIFICACIONES	106
12.1.2. EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD FÍSICA– ESCENARIO CON PROYECTO Y OBRAS DE MITIGACIÓN BAJO CONDICIÓN EXTREMA	106
12.2. EVALUACIÓN DEL RIESGO EN EL ESCENARIO CON CONSTRUCCIÓN LA POLA III, DE CONSTRUCCIÓN Y OBRAS DE MITIGACIÓN BAJO CONDICIÓN EXTREMA.....	107
13. DEFINICIÓN DE LA ALTERNATIVA MÁS FAVORABLE PARA MITIGACIÓN DEL RIESGO Y DISEÑO DEL PLAN DE ACCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO POR PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA.....	107
12.1 CRITERIOS	107
12.2 MÉTODO DE TRABAJO.....	107
12.3 COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS	108
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	109
15. BIBLIOGRAFÍA.....	112
16. ANEXOS	113

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Población Beneficiada por el presente Estudio	18
Tabla 2 Evidencias de actividad tectónica reciente en el Sistema de Romeral	33
Tabla 3 Valores de número de curva para diferentes grupos hidrológicos y de usos del suelo	37
Tabla 4 Estación La Iguañá-Valores mensuales de precipitación máximos en 24 horas (mm).....	41
Tabla 5. Coeficientes espectrales para los sismos de control de daños y de diseño. Los datos tomados para el presente Estudio son los de la Zona Homogénea 1.	53
Tabla 6. Leyenda y Clasificación de uso y Cobertura de la Tierra	55
Tabla 7. Área ocupada por cada tipo de cobertura del suelo.	65
Tabla 8 Criterios para Evaluación de Amenaza en Condición Normal de Parámetros Detonantes	75
Tabla 9 Criterio para evaluación de amenaza en condición extrema de parámetros detonantes	75
Tabla 10 Escenarios de análisis para la evaluación de la amenaza	75
Tabla 11 Factores de seguridad mínimos mecanismo de falla rotacional-escenario actual condición normal	76
Tabla 12 Factores de seguridad mínimos mecanismo de falla rotacional- escenario actual condición extrema	76
Tabla 13 Factores de seguridad Mínimos Mecanismo de Falla Rotacional- Con Construcción y Condición Normal, sin medidas de mitigación.....	77
Tabla 14 Factores de seguridad mínimos mecanismo de falla rotacional - con construcción y condición extrema – sin medidas de mitigación	77
Tabla 15 Clasificación, identificación y uso de los elementos expuestos sujetos a evaluación de vulnerabilidad.	79
Tabla 16 Tipología de edificaciones respecto a la capacidad de respuesta de la estructura	80
Tabla 17 Clasificación de la Red de Sistema de Alcantarillado.....	82
Tabla 18 Zonas o escenarios de exposición	83
Tabla 19 Evaluación de la capacidad de Respuesta de las Edificaciones.	84
Tabla 20 Calificación para Variable: Calidad de la Construcción	84
Tabla 21 Calificación para Variable: Sistema de Cimentación	85
Tabla 22 Calificación para Variable: Sistema Estructural.....	85
Tabla 23 Calificación para Variable: Sistema de Cubierta	86
Tabla 24 Calificación para Variable: Daño en la Construcción (tomado y adaptado de Day, 1999).....	86
Tabla 25 Parámetro de resistencia en función del material de fabricación	87
Tabla 26 Matriz de Daño (Intensidad del Daño).....	88
Tabla 27 Tabla de Clasificación de Daños Propuesta por DRM.....	88
Tabla 28 Tipificación general de las edificaciones (Leone, 1996)	96
Tabla 29 Solicitaciones por empuje lateral.....	97
Tabla 30 Solicitaciones por desplazamiento vertical	97
Tabla 31 Nivel de sollicitación de las Edificaciones– Escenario Actual Condición Extrema	98
Tabla 32. <i>Nivel de Sollicitación de las Edificaciones– Escenario Con Proyecto Condición Extrema</i>	98
Tabla 33 Índices de daños en Edificaciones (Leone 1996)	98
Tabla 34 Calificación de daño en Edificaciones (Leone 1996).....	99
Tabla 35 Calificación del índice de vulnerabilidad física	99
Tabla 36. <i>Nivel de Vulnerabilidad de las edificaciones para el Escenario Actual en Condición Extrema</i>	99
Tabla 37. <i>Nivel de Vulnerabilidad de las edificaciones para el Escenario Con Proyecto en Condición Extrema</i>	100

Tabla 38. <i>Matriz de riesgo utilizada para definir el riesgo de la infraestructura localizada dentro del área de influencia</i>	100
Tabla 39. <i>Nivel de Riesgo de Viviendas e infraestructura en el Escenario Actual y Condiciones Extremas</i>	100
Tabla 40. <i>Nivel de Riesgo de la infraestructura en el Escenario con Proyecto y Condiciones Extremas</i>	101
Tabla 41 Factores de Seguridad Mínimos Mecanismo de Falla Rotacional- Con Construcción La Pola III y obras de mitigación bajo Condición Normal	104
Tabla 42 Factores de Seguridad Mínimos Mecanismo de Falla Rotacional- Con Proyecto y obras de mitigación bajo Condición Extrema	105
Tabla 43. <i>Nivel de Solicitación de las Edificaciones– Escenario Con proyecto y Obras de Mitigación - Condición Extrema</i>	106
Tabla 44. <i>Nivel de Vulnerabilidad de las Viviendas para el Escenario con Proyecto y Obras de Mitigación en Condición Extrema</i>	106
Tabla 45. <i>Nivel de Riesgo de edificaciones y otros elementos en el Escenario Con Proyecto y obras de mitigación - Condiciones Extrema</i>	107
Tabla 46 Comparación alternativas	108

INDICE DE IMÁGENES

Imagen 1 Localización del polígono de estudio "La Pola III". Calle 65C No. 94-80, sector Pajarito – Cucaracho, sector nor-occidental de la ciudad de Medellín, departamento de Antioquia – Colombia.	9
Imagen 2. Vista de la obra en construcción y falla del muro de contención.	12
Imagen 3 Grietas de tracción a media ladera generadas por el proceso de remoción en masa.	13
Imagen 4 Muros de cerramiento inmersos en el proceso de remoción en masa los cuales se encuentran con pérdida de verticalidad y presentan un alto riesgo de caída súbita.	14
Imagen 5 Taludes del costado occidental del proyecto la Pola III, los cuales se encuentran altamente erosionados y muy susceptibles de generar nuevos procesos de remoción en masa.	15
Imagen 6 Polígono inicial.	16
Imagen 7 Ubicación geográfica del polígono evaluado (área de estudio), en el predio ubicado en la Calle 65C No. 94-80 de Medellín (Antioquia), Centro de Atención al Joven Carlos Lleras Restrepo.	17
Imagen 8 Área beneficiada con el Estudio.	19
Imagen 9 Estación Total Spectra Focus 8 utilizada para levantamiento topográfico.	22
Imagen 10 Mapa geológico simplificado del valle de Aburrá. La línea discontinua marca el borde de la cuenca del valle. En la parte superior izquierda: valle tributario de La Iguaá. Fuente: Mapa geológico de Colombia, INGEOMINAS 2007.	25
Imagen 11 Panorámicas del área de estudio.	26
Imagen 12 Geología del Sector.	29
Imagen 13 Perfil de meteorización de roca anfibolita. Suelo limo arcilloso de color rojizo en el polígono de estudio.	30
Imagen 14 Distribución de eventos en el periodo 1880-2007 contra precipitación mensual media para el Valle de Aburrá (Aristizabal Gómez 2007).	34
Imagen 15 Localización del canal de drenaje natural de aguas de escorrentía superficial.	35
Imagen 16 Cuenca hidrográfica de la quebrada La Gómez.	42
Imagen 17 Localización de estaciones hidrometeorológicas seleccionadas.	48
Imagen 18 Curva Intensidad – Duración y Frecuencia para la Ayurá. Fuente: EPM.	49
Imagen 19 Zona para análisis en términos hidrológicos.	51
Imagen 20 Mapa de microzonificación sísmica de Medellín. El polígono objeto del presente estudio se encuentra en la Zona 1.	54
Imagen 21 Proyecto la Pola III en proceso de construcción con obra suspendida.	58
Imagen 22 Edificaciones informales en calidad de invasión.	59
Imagen 23. Bosque Natural Fragmentado.	60
Imagen 24 Bosque Plantado de pinos de gran porte.	61
Imagen 25. Pastos enmalezados y enrastrados y pastos enmalesados y arbolados.	62
Imagen 26 Arbustos y Matorrales.	63
Imagen 27 Mosaico de Cultivos.	64
Imagen 28 Tierras desnudas (taludes con alto grado de erosión).	64

Imagen 29 Contaminación generada por vertimientos indebidos al canal de escorrentía y por disposición inadecuada de residuos sólidos.	67
Imagen 30 Modelo geológico geotécnico para análisis de estabilidad	71
Imagen 31 Zonas de exposición de los elementos ante un deslizamiento	83
Imagen 32 Edificación en construcción, proyecto la Pola III.	90
Imagen 33 Muro de cerramiento sector A.....	91
Imagen 34 Muro de cerramiento sector C.	93
Imagen 35 Red de alcantarillado de aguas negras (servidas) que para por la zona inestable y con fugas hacia la ladera.	93
Imagen 36 Edificaciones informales usadas para la crianza de cerdos y aves de corral	95
Imagen 37 Otras edificaciones informales construidas al interior del polígono de estudio.	96

1. GENERALIDADES

1.1. Alcance del estudio

El estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgos por procesos de remoción en masa y el Diseño detallado de obras de mitigación para el predio "La Pola III", localizado en la Calle 65C No. 94-80, sector Pajarito – Cucaracho, sector nor-occidental de la ciudad de Medellín, departamento de Antioquia - Colombia, a cargo del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, presenta las estrategias, medidas y alternativas de mitigación del riesgo más favorables económica y técnicamente en consistencia con los análisis y zonificación de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo a partir de la información adquirida, recopilada y analizada, obteniendo como resultado final presupuestos detallados, especificaciones técnicas de construcción, procesos constructivos, conclusiones y recomendaciones.

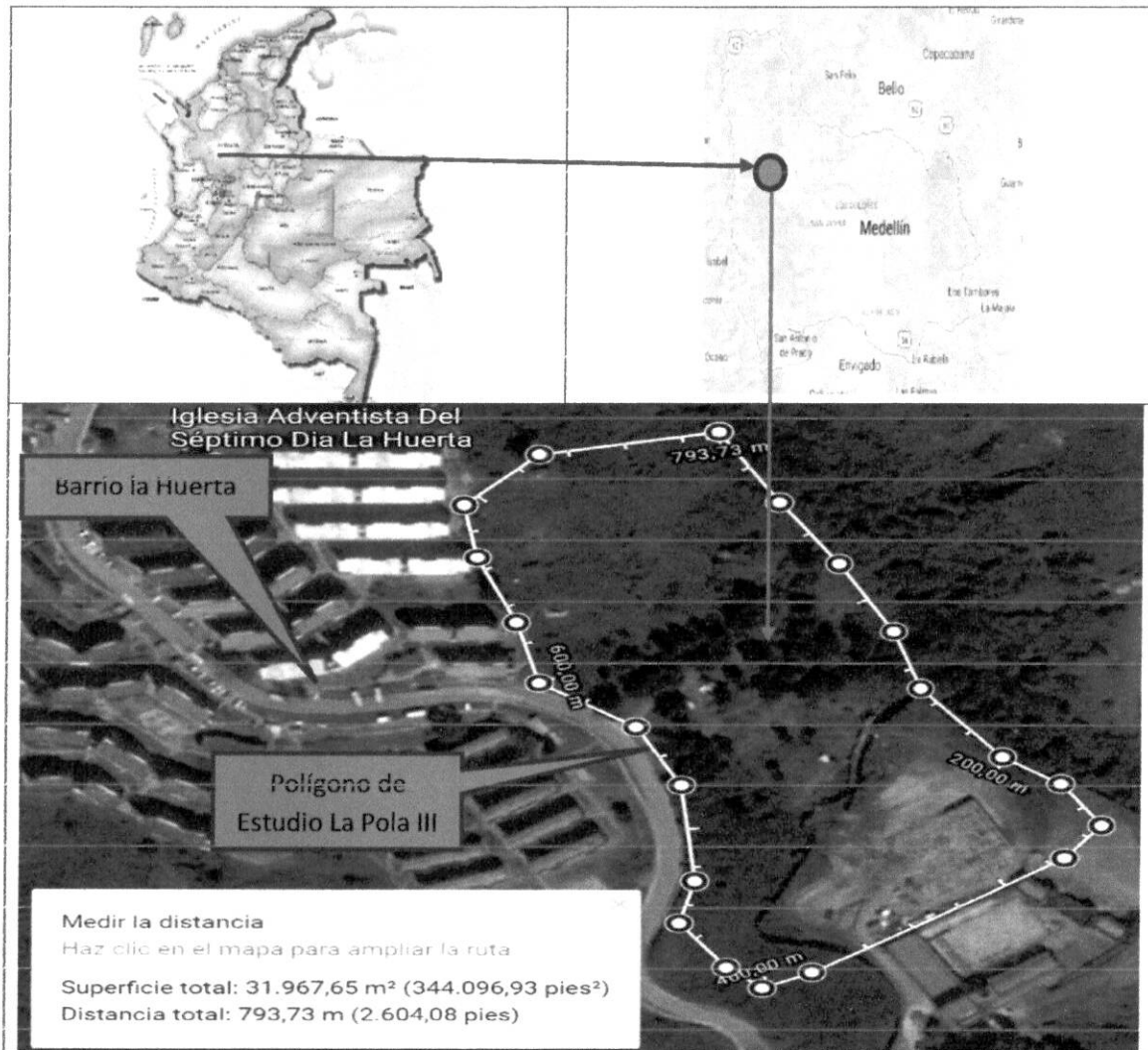


Imagen 1 Localización del polígono de estudio "La Pola III". Calle 65C No. 94-80, sector Pajarito – Cucaracho, sector nor-occidental de la ciudad de Medellín, departamento de Antioquia – Colombia.

Los resultados del presente estudio se encuentran soportados en el trabajo previo en donde se destaca la revisión de información existente para este punto, levantamiento topográfico, caracterización física y mecánica de los suelos, caracterización geológica y geomorfológica, clasificación de la flora y fauna presente, análisis y medidas de mitigación ante fuentes de contaminación internas y externas, identificación y análisis geotécnico, geológico y geomorfológico, caracterización hidráulica e hidrológica incluyendo análisis de precipitación y condiciones de drenaje, caracterización sísmica, factores detonantes actuales y potenciales de inestabilidad del terreno, localización de los fenómenos de inestabilidad identificados, evaluación y zonificación de amenaza en el corto plazo (1 año) y en el largo plazo (50 años) por fenómenos de remoción en masa, cuantificación de las pérdidas económicas esperadas en el corto plazo (1 año) y largo plazo (50 años) para el escenario en donde no se lleven a cabo ningún tipo de estrategias y medidas de reducción de riesgos, determinación de las estrategias de reducción de riesgos estructurales y no-estructurales, elaboración de mapas temáticos y mapas de amenazas, vulnerabilidad y riesgo y análisis de la viabilidad técnica, económica, predial y de redes de servicios para determinar la implementación de las alternativas de mitigación del riesgo propuestas.

1.2. Organización del informe

El informe final del estudio denominado "Estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgos por proceso de remoción en masa y diseño detallado de obras de mitigación para el predio "La Pola III", ubicado en la Calle 65C No. 94-80 de Medellín (Antioquia), se encuentra organizado en 16 capítulos.

En la primera parte (Capítulos 1 al 5), se recopila toda la información necesaria presentando las generalidades, levantamiento topográfico, geología, geomorfología, hidrología, hidráulica, coberturas, entre otros, que es la base de los análisis, caracterización, zonificación del sector objeto de estudio.

En la segunda parte (Capítulos 6 al 11), a partir de la información recopilada en los capítulos anteriores se define la caracterización geotécnica y se realiza el análisis de estabilidad y la evaluación y zonificación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por fenómenos de remoción en masa para el escenario actual.

En la tercera parte (Capítulos 12 al 16), se definen las estrategias de reducción del riesgo y las alternativas de mitigación, estableciendo la alternativa más favorable, para la cual se realizan los diseños geotécnicos y estructurales, procesos constructivos, análisis de precios unitarios, planos, presupuestos y finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones, la bibliografía y todos los anexos necesarios como soporte del presente estudio.

1.3. Descripción de actividades realizadas

Para la realización del presente estudio se realizaron las siguientes actividades:

- ✓ Revisión de la información existente de carácter técnico y normativo para el sector.
- ✓ Recorridos de campo para reconocimiento, toma de registros fotográficos y recolección de información primaria.

- ✓ Reconocimiento detallado del área de estudio para la evaluación de la geología del área.
- ✓ Levantamiento topográfico del área de estudio.
- ✓ Recorridos de campo para la identificación de elementos de cobertura vegetal.
- ✓ Levantamiento de información geotécnica como rumbos y buzamientos de los afloramientos de roca existentes en el polígono de estudio.
- ✓ Reconocimiento geotécnico e hidrológico del polígono e identificación de zonas con presencia de bloques de roca potencialmente inestables.
- ✓ Estudio de las condiciones sismológicas del sector.
- ✓ Realización de perforaciones para la obtención de muestras de suelo y ensayos de laboratorio conducentes a definir estratigrafía y resistencia de los estratos presentes en el área de estudio.
- ✓ Zonificación geotécnica e hidrológica del área de estudio
- ✓ Elaboración modelo geológico – geotécnico - hidrológico.
- ✓

1.4. Descripción del problema y sus posibles causas

En el predio objeto de estudio ubicado en la Calle 65C No. 94 – 80 de Medellín (Antioquia), se encuentra el proyecto La Pola del Sistema de Responsabilidad Penal para Adolescentes del ICBF, el cual está siendo desarrollado por etapas. Las etapas I y II se encuentran terminadas y en operación. Para la Etapa III se ha suspendido la construcción dado que la Dirección Administrativa del ICBF en cumplimiento de sus funciones por intermedio del Grupo de Infraestructura Inmobiliaria evidenció la necesidad de adelantar una intervención estratégica, a través de la estabilización del terreno donde se desarrollará la ampliación del Centro de Atención al Menor Infractor - Carlos Lleras Restrepo "La Pola III", el cual se encuentra afectado por un proceso de remoción en masa que de no mitigarse puede expandirse y generar daño severo sobre la infraestructura aledaña, así como a las edificaciones que actualmente hacen parte del Centro de Atención al Menor Infractor Carlos Lleras Restrepo ICBF "La Pola III". El propietario del predio es el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar – ICBF.

Este predio se encuentra en una zona de ladera cuya pendiente promedio es cercana a los 40 grados y se encuentra conformada por suelos arcillosos y arenosos (posiblemente derivados de la meteorización de rocas ígneas), los cuales conforman una matriz en la que se encuentran bloques de roca con volúmenes de hasta 1,5 metros cúbicos.

El proyecto La Pola III consiste en la construcción de un módulo integral nuevo para ampliación de capacidad instalada en el centro de atención Carlos Lleras Restrepo en Medellín – Antioquia, desarrollado mediante Contrato No. 1707 de 2013, cuyo objeto fue la *"Construcción de la Infraestructura para el Sistema de Responsabilidad para Adolescentes en los Departamentos de Antioquia y Bolívar"*, adjudicado a la firma FAGAR SERVICIOS 97 S.L con NIT. 900.400.391-6, con interventoría por medio del Contrato de Consultoría No. 1733 de 2013, a nombre de DAIMCO S.A.S con NIT. 900.021.482-1.

El Proyecto La Pola III, proyecta la construcción de una edificación en concreto reforzado que tendría 3 niveles, y para su construcción fue necesario la realización de excavaciones y la conformación de taludes en la ladera adyacente a la obra, de hasta 8 metros de altura en una longitud cercana a los 80 metros, principalmente en los costados norte y occidental. Durante la etapa de excavación y cimentación, en el costado norte, lugar en donde se había conformado un talud, se presentó un proceso de remoción en masa que

movilizó un volumen de terreno cercano a los 3.000 metros cúbicos, los cuales al recostarse a la estructura en construcción generaron empujes que provocaron la falla de una parte del de contención en concreto reforzado, en una longitud de 20 metros, quedando este con una inclinación de unos -30 grados con respecto a la vertical.

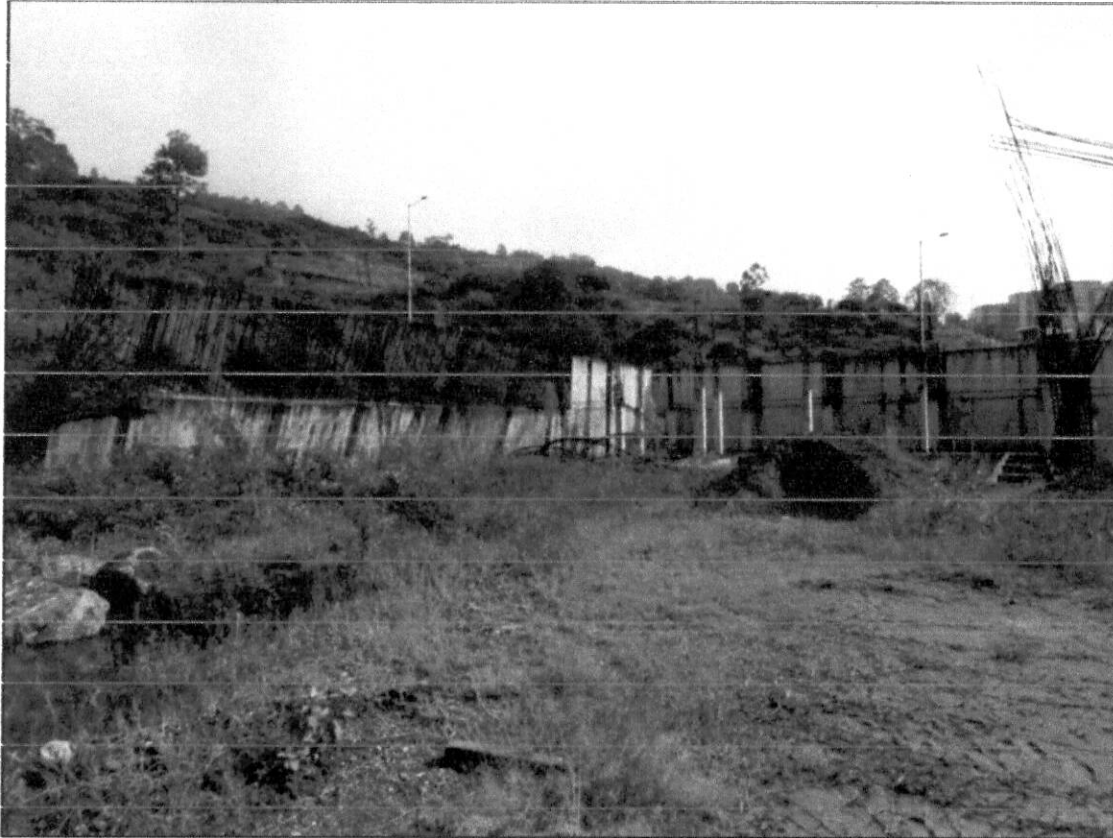


Imagen 2. Vista de la obra en construcción y falla del muro de contención.

El proceso de remoción en masa generó grietas de tracción a lo largo de la masa inestable, principalmente a media ladera (a 50 metros de la obra ladera arriba), con aberturas de hasta 70 centímetros en una longitud cercana a los 30 metros. Al movilizarse la masa de terreno se puede observar el escarpe principal de una longitud de 45 metros y 80 centímetros de altura. También se observa que a lo largo y ancho de la masa inestable existen procesos activos evidenciados en la caída y en la pérdida de verticalidad de algunos individuos arbóreos y en la generación de nuevas grietas de tracción que exponen la parte radicular de otros individuos los cuales presentan alto riesgo de caída. Ver imagen 3.



Imagen 3 Grietas de tracción a media ladera generadas por el proceso de remoción en masa.

El muro de cerramiento del Centro de Reclusión de Jóvenes se encuentra construido en bloques de cemento con machones en el mismo material separados entre sí por distancias que oscilan entre los 3 y los 5 metros y alturas que oscilan entre los 3 y 5 metros. Parte de este muro se encuentra inmerso en esta masa inestable, algunas de sus secciones ya han colapsado (aproximadamente 50 metros lineales) y se observan otras secciones las cuales se encuentran muy inestables y con alto riesgo de colapso súbito. Se destaca que en las secciones de muro que han colapsado se han realizado cerramientos provisionales con láminas de zinc y otros elementos metálicos y de madera.

Lo anterior ha encadenado una problemática relacionada primero por el alto riesgo de los transeúntes que pasan por estas zonas inestables, los cuales corresponden a personal de mantenimiento, personal de la Policía Nacional que presta la seguridad del recinto, instructores y los internos adolescentes y segundo porque los muros provisionales construidos no prestan la seguridad necesaria para los internos y la separación de las secciones de muro han generado rutas de fuga de internos.



Imagen 4 Muros de cerramiento inmersos en el proceso de remoción en masa los cuales se encuentran con pérdida de verticalidad y presentan un alto riesgo de caída súbita.

Adicionalmente, hacia los costados oriental y occidental, principalmente en este último, se observan taludes de hasta 8 metros de altura, conformados posiblemente para la construcción del proyecto La Pola III, en donde también se han presentado procesos de remoción en masa de menor magnitud (según información de hasta 100 metros cúbicos), los cuales han sido parcialmente retirados para despejar la zona; se observa que estos taludes han presentado procesos de remoción en masa de carácter retrogresivo.

Estos taludes se encuentran altamente erosionados, con bloques de suelo altamente inestables, carentes de protección geotécnica y presentan alta posibilidad de ocurrencia de nuevos procesos de remoción en masa como caída de rocas o desprendimiento de bloques, los cuales pueden ser detonados por acción antrópica, de la escorrentía o por sismo. Esta situación también genera alto riesgo a los transeúntes del sector y también puede generar el colapso de un tramo de unos 200 metros del muro de cerramiento que se encuentra en la parte superior del talud a distancias muy cortas que oscilan entre 1 y 3 metros en la parte más crítica.

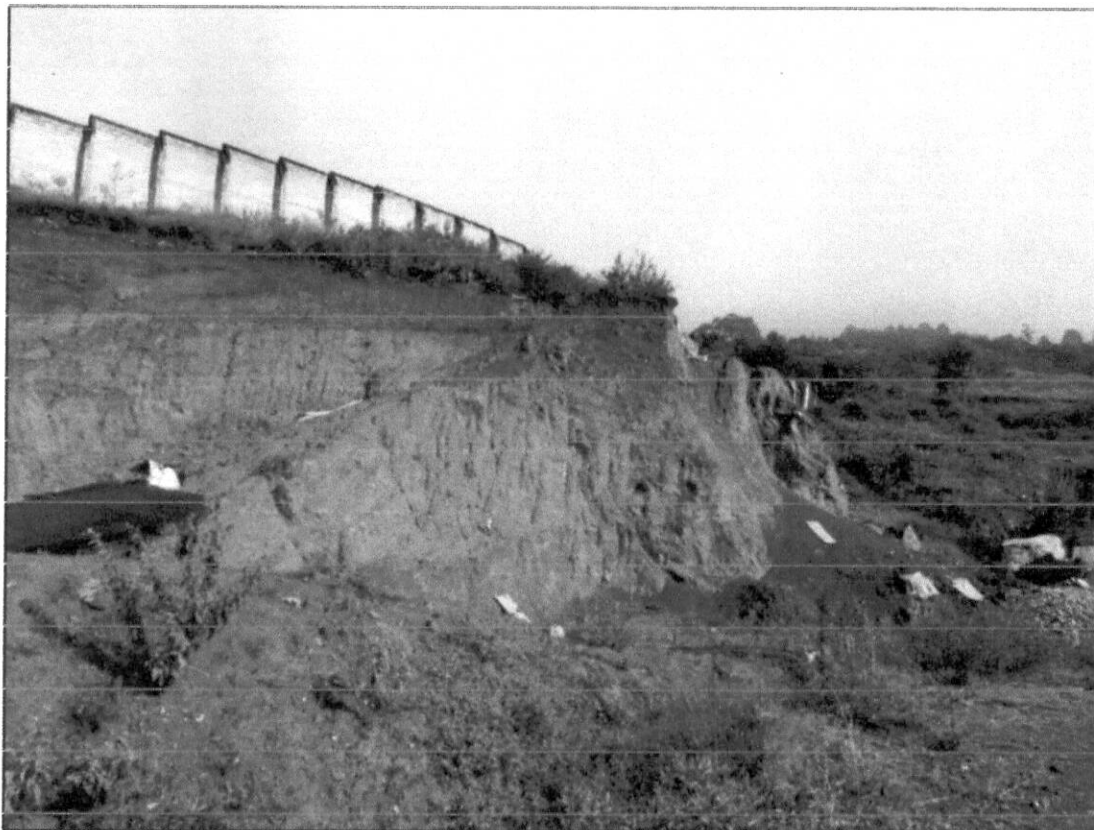


Imagen 5 Taludes del costado occidental del proyecto la Pola III, los cuales se encuentran altamente erosionados y muy susceptibles de generar nuevos procesos de remoción en masa.

En la actualidad esta obra se encuentra suspendida (por razones imputables al contratista (FAGAR SERVICIOS 97 S.L), el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar – ICBF, se vio obligado a declarar el incumplimiento del Contrato de Obra No. 1707 de 2013). Y según lo observado en visitas técnicas efectuadas por personal del Grupo de Infraestructura Inmobiliaria del ICBF (Noviembre 2015 y Abril 2016), el proceso de remoción en masa se encuentra activo presentando retrogresión y extendiéndose en la ladera principalmente hacia el costado nor-occidental.

Las posibles causas que provocaron estos procesos de remoción en masa fueron la falta de medidas de protección de los taludes durante la construcción de la obra, los cuales al parecer se encontraban sin ningún tipo de estabilización geotécnica, sin revestimiento o protección, ni vegetación, ni tampoco contaban con medidas adecuadas de manejo de la escorrentía superficial y subsuperficial, aunado a las condiciones mecánicas del suelo en el sector los cuales se observan altamente meteorizados y erosionados con un material muy susceptible de pérdida de resistencia ante la influencia del agua; y adicionalmente, posterior al evento ocurrido y al no implementar oportunamente las medidas de mitigación necesarias, el proceso de remoción en masa sigue activo aumentando los factores de amenaza, vulnerabilidad y riesgo.

Ante la dimensiones de los procesos de remoción en masa, que afectan el predio de la Calle 65C No. 94 – 80 Medellín (Antioquia), dentro de las cuales se resalta el gran volumen de material inestable cercano a los 3000 metros cúbicos, la longitud cercana a los 180 metros y abertura del escarpe que en los lugares más críticos alcanza 70

1.5. Delimitación geométrica del área de estudio

Ingeniería y Desarrollo Urbanístico SAS -INGEDEUR

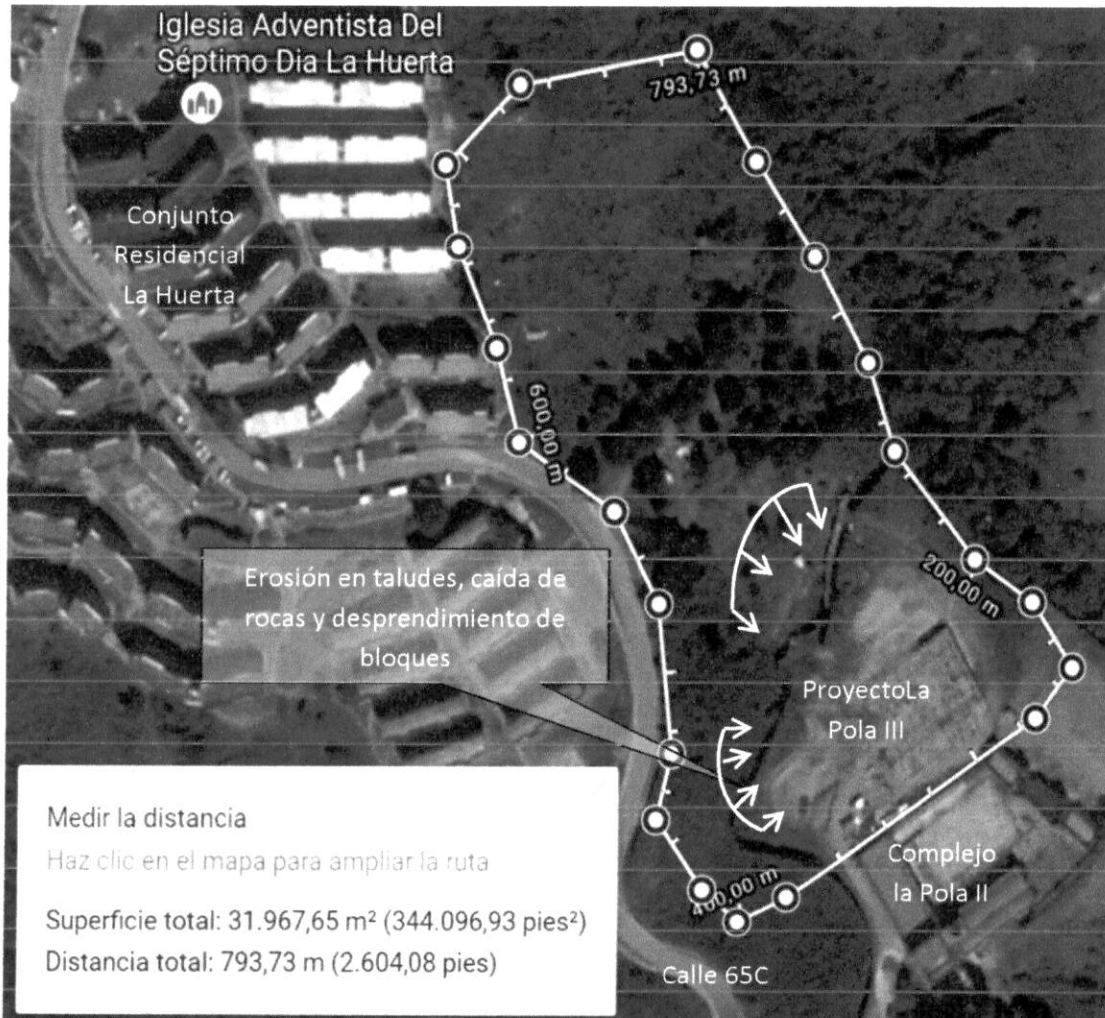


Imagen 7 Ubicación geográfica del polígono evaluado (área de estudio), en el predio ubicado en la Calle 65C No. 94-80 de Medellín (Antioquia), Centro de Atención al Joven Carlos Lleras Restrepo.

Durante visitas técnicas realizadas al predio objeto de estudio, se pudo identificar que la edificación a proyectarse (ampliación del CAE La Pola) no se encuentran al interior de dicho polígono y por tal razón su nivel de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por procesos de remoción en masa no serán cuantificados en el estudio. Por lo anterior, la Consultoría solicitó la modificación del polígono de estudio al Instituto Colombiano de Bienestar Familiar y a través de reuniones técnicas en las cuales participó la firma consultora, el interventor y la entidad contratante, se definió, acordó y aprobó el polígono de estudio identificado en la imagen anterior, en el cual se adelantó la zonificación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, dando de esta manera cumplimiento al contrato de consultoría No. 1513 de 2016.

El polígono evaluado corresponde a un área aproximada de 3.5 hectáreas localizadas entre 1800 y 1900 msnm en la comuna 7 Robledo, entre los sectores Cucaracho y Pajarito y limita por el norte y oriente por un arroyo de escorrentía natural y predios sin construir, al sur con el complejo la Pola I y al occidente con la calle 65C, el barrio La Huerta y el barrio El Porvenir.

1.6. Población beneficiada y área beneficiada

El desarrollo de este estudio y la implementación de la mejor alternativa de mitigación permitirán el beneficio de varios grupos poblacionales como son primeramente los adolescentes internos, los instructores, la policía que presta seguridad al recinto, los empleados del Centro de Atención y los visitantes; segundo los habitantes del barrio La Huerta y Porvenir y tercero las personas que transitan por la Calle 65 C entre Carreras 94 y 105, ya sea en algún tipo de vehículo o caminando.

Grupo Poblacional	Cantidad
Internos La Pola I	148
Internos La Pola II	90
Proyectado Internos La Pola III	300
Personal de la Policía que presta vigilancia al recinto	10
Instructores y otros empleados	30
Total población beneficiada al interior del Centro de Atención al Joven	578
Habitantes del barrio el Porvenir	1.000
Habitantes del barrio La Huerta	13.000
Transeúntes Calle 65 C	5.000
Total población beneficiada a los alrededores del proyecto	19.000
TOTAL POBLACION BENEFICIADA	19.578

Tabla 1 Población Beneficiada por el presente Estudio



Imagen 8 Área beneficiada con el Estudio

2. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

2.1. Criterios

El levantamiento topográfico del polígono fue realizado los días 15, 16 y 17 de octubre de 2016, obteniéndose de esta manera la información necesaria para adelantar la caracterización geométrica y detallada del área de estudio; a partir de la cual se realizaron los diferentes análisis geotécnicos que se presentan en este documento, así como los diseños detallados de las obras de mitigación. Como producto de los trabajos de campo y oficina, se generaron planos y perfiles con curvas de nivel cada metro.

El levantamiento topográfico incluye la localización de edificaciones, vías, redes de servicios públicos, cajas de alcantarillado, tanques, corrientes de agua, accidentes topográficos, y en general todo detalle de interés para el presente estudio.

El trabajo topográfico se amarra a mojones debidamente instalados por el consultor en el polígono (ver planta topográfica para localización), los cuales serán útiles al constructor para el replanteo posterior de las obras de mitigación. Por otra parte, el levantamiento topográfico incluyó la localización de los sitios de exploración geotécnica, las estaciones de levantamiento geológico, y en general los sitios donde se realizan las inspecciones técnicas de interés para el estudio.

Para el desarrollo de los trabajos de topografía se ha hecho uso de una estación total de 2 segundos, con certificado de calibración expedido el 5 de octubre de 2016, y elementos auxiliares como bastones, prismas, trípode, brújula, niveles, y demás herramientas menor como machetes, martillos, puntillas etc.

2.2. Método de trabajo

Como actividades previas a los trabajos de campo se adelantó la revisión de la información cartográfica de la ciudad de Medellín, para lo cual se consultaron fuentes como el IGAC, Universidad Nacional sede Medellín, Google Earth y la Alcaldía de Medellín, entre otras entidades. Es así que a partir de esta información se planificó todo lo relacionado al método a utilizar para el levantamiento topográfico, la cantidad de personal necesario, y los instrumentos requeridos.

Días antes de llevarse a cabo los trabajos de campo se revisaron y verificaron los instrumentos a utilizar, chequeando que los dispositivos electrónicos funcionasen de manera correcta, y que los elementos complementarios como bastones, prismas, niveles manuales, bases nivelantes y trípodes se encontraran en buenas condiciones.

Una vez en el polígono de estudio, se tomaron las decisiones pertinentes para dar inicio al levantamiento topográfico, determinando la ubicación inicial de los equipos, la distribución del personal en el área, la ubicación de los puntos de control, la orientación del equipo por medio de brújula, y la selección del método de trabajo de acuerdo a las características del

terreno, concluyéndose de esta manera que la mejor metodología dado el tamaño y dificultad del terreno sería el levantamiento por medio de poligonal abierta y puntos radiados.

Las labores efectuadas directamente en el terreno fueron las siguientes:

- ✓ Ubicación del punto de inicio para el armado, la nivelación y orientación de la estación topográfica
- ✓ Ingreso de parámetros de arranque en la estación topográfica
- ✓ Levantamiento topográfico mediante el método de punto radiado, teniendo especial cuidado de realizar la toma de puntos a distancias constantes en diferentes direcciones.
- ✓ Una vez tomados todos los puntos necesarios desde el sitio en donde inicialmente se había armado la estación, se definió cual era el segundo punto adecuado para trasladar la estación (segundo vértice de la poligonal abierta), realizando los procedimientos necesarios en el aparato electrónico para enlazar el nuevo vértice con el vértice anterior, tras lo cual se dio inicio nuevamente al procedimiento de toma de puntos radiados descrito anteriormente.
- ✓ El procedimiento descrito en el párrafo anterior, se realizó múltiples veces hasta lograr coleccionar la información topográfica de toda el área de estudio.

Concluidas las operaciones en campo se procedió al descargue de la información de los instrumentos por medio de un interfaz de comunicación con un equipo de cómputo. De igual manera se realizó el ordenamiento de los datos y la lectura de los mismos por medio del software ArcGIS y AutoCAD, calculando las coordenadas cartesianas de todos los puntos, la distancia entre puntos y los distintos ángulos, para posteriormente visualizar la nube de puntos en las tres dimensiones, generándose de esta manera los planos y cortes necesarios para los siguientes capítulos del estudio.

Por último, se debe tener en cuenta que los trabajos de campo y oficina han sido desarrollados teniendo en cuenta que el presente análisis está enfocado de manera tal que permita identificar factores y detalles geomorfológicos para la generación de modelos y perfiles y posterior estudio de variables relevantes para los análisis de estabilidad, zonificación de diferentes parámetros y el diseño de las medidas de mitigación necesarias; es por esto que este trabajo se enfoca en presentar elementos de la topografía útiles para el diseño de obras de mitigación de riesgos por procesos de remoción en masa, sin profundizar en otros aspectos de la topografía.

2.3. Equipo utilizado

Para el levantamiento topográfico se utilizaron los siguientes elementos:

- Estación Total Spectra Focus 8 de 2 segundos de precisión angular, calibrada específicamente para el desarrollo de este estudio el 5 de octubre de 2016 (El certificado de calibración se presenta como Anexo).
- Un Trípode

- Dos Prismas
- Dos bastones topográficos
- Cuatro radios de Comunicación
- Cuatro chalecos de Seguridad
- Cinta métrica
- Equipos y herramientas complementarias: Machete, Libreta de campo, mazo, clavos de acero.
- Brújula
- Nivel
- Base nivelante
- Puntillas
- Plomada
- Linternas
- Otros elementos de protección personal suministrados por el Consultor

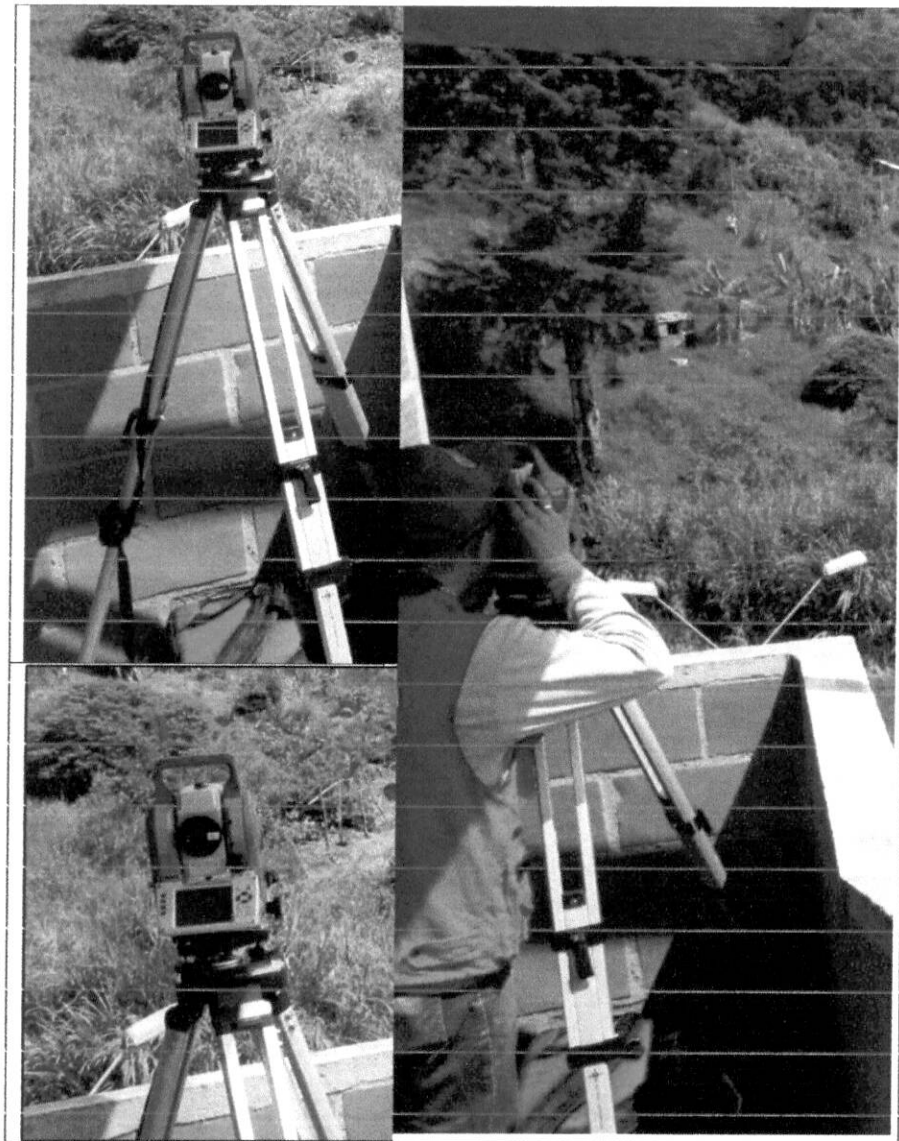


Imagen 9 Estación Total Spectra Focus 8 utilizada para levantamiento topográfico.

Teniendo en cuenta lo anterior, los resultados del presente levantamiento topográfico se plasman en una planta topográfica a escala 1:750, y 27 perfiles topográficos a escala 1:1000, entregados tanto en medio físico como en medio digital.

3. ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO

3.1. Criterios

3.1.1. Evaluación Geológica

El estudio integra la geología regional y local, teniendo en cuenta aspectos de génesis, litología, estratigrafía y geología estructural, unidades de superficie, perfiles de meteorización, petrografía y procesos de erosión. El mapa geológico regional y el mapa geológico detallado, se presentarán utilizando una base cartográfica a escala apropiada, el cual vendrá acompañarse de una descripción geológica que contemple la siguiente información:

Estratigrafía: Descripción litológica, referencia de edad y origen, espesor, distribución y posición en la secuencia de las distintas unidades litológicas en el área de estudio. Teniendo en cuenta el nivel de detalle, la geología se debe realizar en unidad de roca, preferiblemente asociándola a la formación a la que pertenece, y realizando el levantamiento de columnas estratigráficas detalladas.

El levantamiento geológico de detalle se hará a escala apropiada, con curvas de nivel cada 1.0 m, comprendiendo el reconocimiento de campo y el levantamiento de columnas estratigráficas.

Geología Estructural: Identificación de fallas (locales y regionales, si las hay), estructuras anticlinales y sinclinales, y diaclasas cuando se trate de un macizo rocoso, en especial con afloramientos en el área de estudio y establecer la diferenciación de bloques estructurales.

En caso de requerirse, se realizara el levantamiento de datos estructurales (rumbos y buzamientos de las capas y estructuras presentes), así como la caracterización de las discontinuidades para obtener la información suficiente y representativa para efectuar los análisis de estabilidad de macizos rocosos. La evaluación geológica estará orientada principalmente hacia la obtención de un modelo geológico y estratigráfico que permita optimizar la exploración geotécnica e interpretar las condiciones regionales y locales de

estabilidad. A su vez la información obtenida durante la exploración geotécnica será considerada para mejorar el modelo geológico inicial.

3.1.2. Evaluación Geomorfológica

Corresponde al conjunto de formas específicas del relieve que se han originado producto de la interacción de procesos, estructuras y materiales, asociados a la evolución geológica de la superficie terrestre o por la acción del hombre, se presentará una caracterización de las geoformas y de su dinámica en el área de estudio, considerando la génesis de las diferentes unidades y su evolución.

De manera precisa serán cartografiados los procesos, con énfasis en los de remoción en masa y erosión. El levantamiento geomorfológico con énfasis en la localización de los procesos de inestabilidad por remoción en masa identificados será trabajado y presentado sobre una base cartográfica a escala apropiada. Se evaluarán los siguientes criterios:

Morfometría: La pendiente, como componente del relieve, se refiere al grado de inclinación del terreno, expresada en porcentaje. Cada formación o unidad superficial posee un comportamiento diferente según la pendiente donde está localizada.

En el sector de Robledo se identificaron áreas planas a semiplanas (0-10%) sin mayores problemas de manejo; áreas inclinadas urbanizables (11-40%) donde la topografía condiciona en parte el desarrollo urbanístico; áreas de pendientes altas a escarpadas, mayores del 40%, que no soportan desarrollos urbanos continuos y en algunos casos tampoco permiten edificaciones aisladas; áreas mayores de 60%, no urbanizables, estos últimos terrenos se deben proteger y conservar.

Las Unidades litológicas y/o formaciones superficiales. Se refiere a los diferentes materiales geológicos, naturales o antrópicos que constituyen la superficie de un terreno determinado. Cada tipo de formación posee unas características físicas y mecánicas que condicionan su aptitud para el uso y la manera como pueden ser intervenidos sin que se vea afectada su estabilidad.

Los procesos erosivos hacen referencia a todos los fenómenos que ocasionan la degradación del suelo, aunque son de tipo natural pueden ser acelerados por la acción antrópica. La identificación de estos permite definir zonas homogéneas en cuanto a su concentración, en función del estado de degradación de los terrenos.

En particular el levantamiento de los procesos morfodinámicos presentes en el área de estudio, incluirá su localización, magnitud, grado de actividad y factores detonantes y contribuyentes. Esto implica la descripción y clasificación de todos los procesos de inestabilidad identificados en el área de estudio clasificando en antiguos y recientes de acuerdo con su estado de actividad y según los mecanismos de falla y forma de propagación considerando la retrogresividad o progresividad del proceso y el área de influencia directa con su actividad.

3.2. Método de trabajo

Para la realización del presente estudio se utilizó la siguiente metodología:

- Recopilación de la información existente relacionada con la geología, geomorfología, hidrología y estudios de aguas subterráneas desarrollada por varias entidades y autores en trabajos anteriores.
- Ubicación de los puntos estratégicos para la toma de muestras de suelos y perforaciones.
- Toma de muestras de los suelos superficiales para la caracterización.
- Elaboración de perforaciones para toma de muestras del subsuelo.
- Ensayos de laboratorio y caracterización física de los suelos.
- Estudio de los terrenos que conforman el subsuelo.
- Con los datos obtenidos en los trabajos de campo y ensayos de laboratorio se realizó la interpretación correspondiente.

Por otra parte, los trabajos de campo fueron desarrollados, teniendo en cuenta que el presente análisis debe estar enfocado de manera tal que se permita identificar los factores de seguridad del terreno, así como sus causas detonantes, por lo que este trabajo se enfoca en presentar elementos de la geología útiles para el diseño de obras de mitigación de riesgos por procesos de remoción en masa, sin profundizar en otros aspectos de la geología.

3.3. Geología Regional

El valle de Aburrá está localizado al norte de la cordillera Central; está compuesto de un basamento metamórfico paleozoico, rocas ígneas ultrabásicas, una secuencia volcano sedimentaria, cuerpos graníticos intrusivos y depósitos de vertiente y aluviales (Maya y González, 1995). El basamento metamórfico, conformado esencialmente por secuencias intercaladas de esquistos, anfibolitas y gneises, fue abducido durante el Cretácico por cuerpos alargados de composición dunítica, basaltos y sedimentos de origen marino, fuertemente afectados tectónicamente (Restrepo y Toussaint, 1984). Adicionalmente, tonalitas y granodioritas cretácicas y triásicas de composición ácida a intermedia, instruyeron este complejo cuerpo metamórfico (McCourt et al., 1984; Kerr et al., 1996). La Imagen 10 muestra el mapa geológico del valle de Aburrá y los depósitos de vertiente asociados al origen y conformación del valle.

El valle de Aburrá tiene un área de 1152 km² con una longitud de 65 km. Morfológicamente, es definido por Arias (2003) como una depresión con orientación sur norte de fondo plano, localizada en la parte alta de la cordillera Central, limitada por respaldos laterales muy inclinados en roca y cubiertos en la parte baja por flujos de lodos. Las alturas del fondo del valle varían entre 1000 y 3000 msnm hacia su nacimiento. El interior del valle es caracterizado por terrazas, llanuras aluviales a lo largo del río Medellín y depósitos aluviotorrenciales que forman abanicos a lo largo de sus principales tributarios.

Tres grandes sectores pueden identificarse en el valle. La parte central que consiste en un valle amplio, limitado al oriente y occidente por valles tributarios de la Quebrada Santa Elena y La Iguañá, respectivamente, de gran extensión y evolución, mientras que los sectores norte y sur consisten en un estrecho valle asimétrico limitado por vertientes con fuertes pendientes.

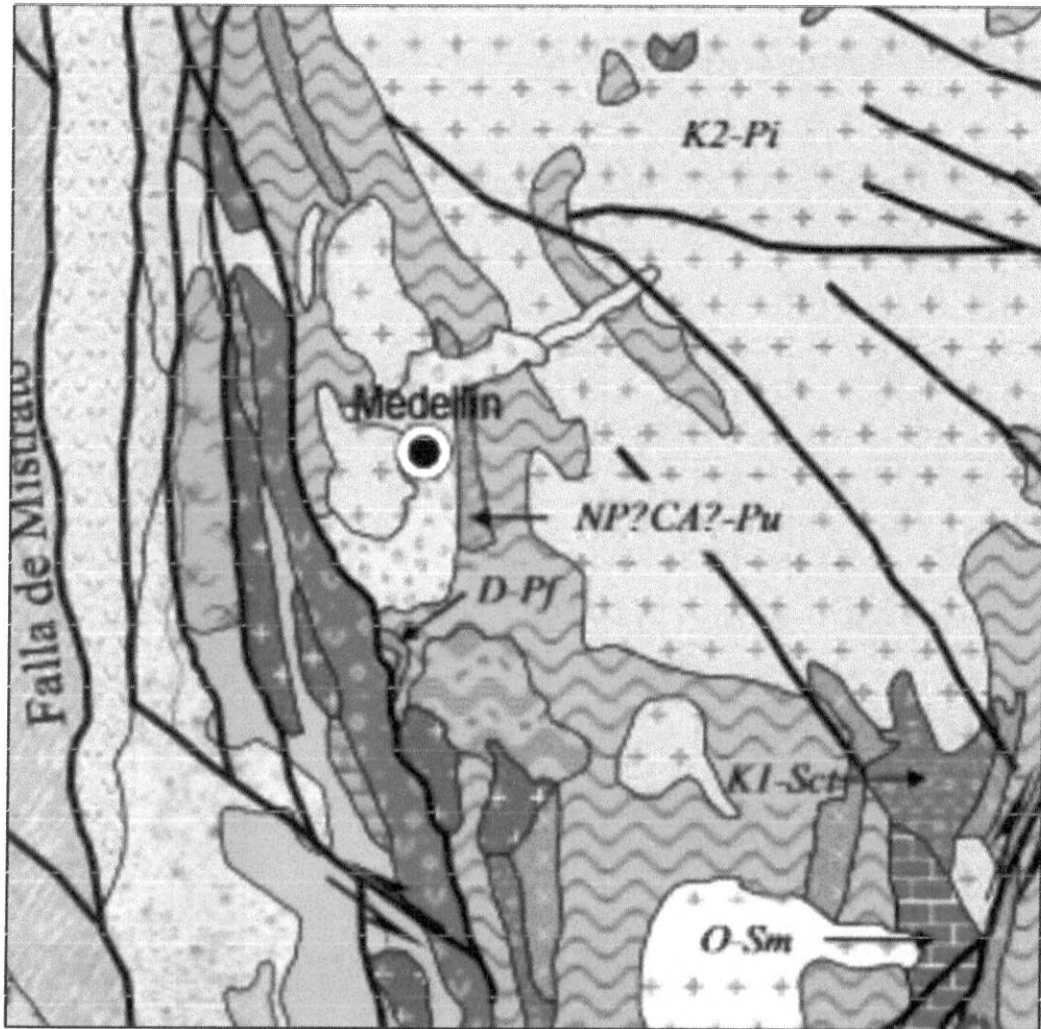


Imagen 10 Mapa geológico simplificado del valle de Aburrá. La línea discontinua marca el borde de la cuenca del valle. En la parte superior izquierda: valle tributario de La Iguaá. Fuente: Mapa geológico de Colombia, INGEOMINAS 2007

Antiguos altiplanos desarrollados por tres generaciones de superficies de erosión caracterizan el paisaje de la parte central de la Cordillera Central, donde se encuentra enmarcado el valle de Aburrá (Arias, 1996). El altiplano de Santa Elena (2750 m.s.n.m.) y San Pedro (2800 m.s.n.m) limitan el valle hacia el oriente y norte, pero desaparecen en el sector suroccidental donde se encuentra el frente de erosión del valle de río Cauca (Arias, 1995).

La región del valle ha sido tectónicamente activa por millones de años (AMVA, 2002). Anomalías en los drenajes y zonas de cizalla han sido reportadas en la última década, reflejando reciente actividad tectónica a lo largo de los sistemas estructurales principales (AMVA, 2002, Ortiz, 2002, Yokota y Ortiz, 2003). Uno de los principales sistemas de fallas regionales que afectan el valle de Aburrá es el Sistema Romeral, con evidencias regionales de movimientos dextrales y sinestral (Ego et al., 1995), y tren de dirección NNW SS.

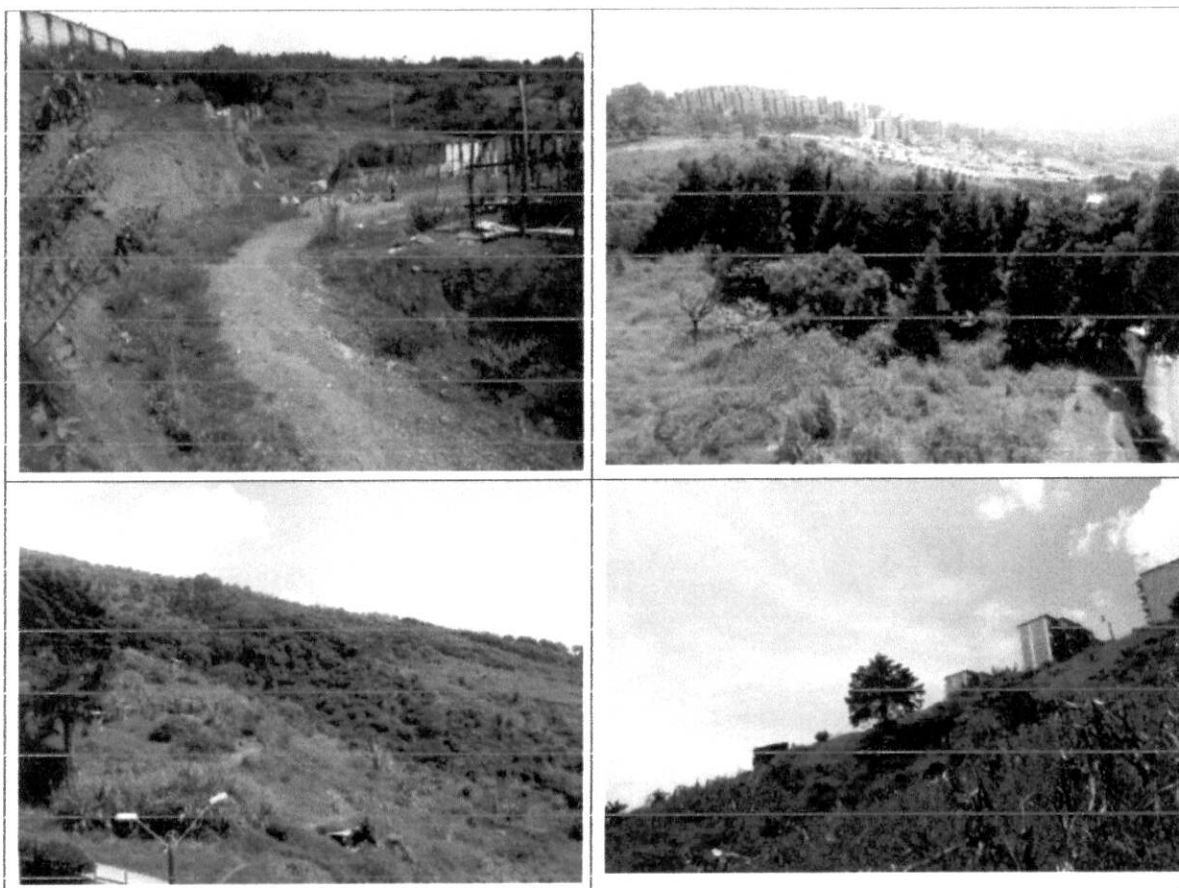


Imagen 11 Panorámicas del área de estudio.

El municipio de Medellín se localiza en la parte más amplia del valle de Aburrá, el cual constituye un valle con avanzado grado de encajamiento, dentro del macizo levantado de la cordillera Central. Este valle es producto de la actividad combinada entre la tectónica y los procesos de erosión, asociados al valle aluvial del río Aburrá.

Por otro lado, las unidades geológicas que conforman el respaldo y el basamento del valle están constituidas por rocas metamórficas representadas por el Complejo Cajamarca con los Esquistos de Cajamarca (TReC) y el Grupo El Retiro, con las Anfibolitas de Medellín (TRaM), los Esquistos Anfibólicos de Baldías (TRaB), el Gneis de La Ceja (TRgLC) y las Migmatitas de Puente Peláez (TRmPP). Además, aflora el Gneis de Palmitas (TRgP), la Milonita de La Iguaá (JmI) y el Gneis Milonítico de Sajonia (JKmgS). Dentro de las rocas ígneas, aflora la Peridotita de Romeral (KuR) y el Gabro de Romeral (KgR) y las rocas del Complejo Ofiolítico de Aburra con las Dunitas de Medellín (JKuM) y las Metabasitas del Picacho (JKmbP). Dentro de las rocas volcanosedimentarias está el Complejo Quebradagrande con su miembro volcánico y volcanosedimentario (KvQG, KvsQG). Y finalmente, dentro del basamento rocoso del municipio de Medellín aparecen intrusivos cretáceos como el Batolito Antioqueño (KcdA), el Stock de Las Estancias (KcdE), el Stock

de Medialuna (KcdML), el Stock de Altavista (KdA), el Batolito de Ovejas (KtO) y el Gabro de San Diego (KgSD).¹

3.4. Geología Local

La zona de la parte alta de la Comuna 7 Robledo de la ciudad de Medellín, sector en donde se ubica el polígono objeto del presente estudio, está constituida por dos unidades litológicas, anfibolita de Medellín margen izquierda (Kpam) y por depósitos no consolidados o depósitos de vertiente.

Anfibolita margen izquierda (Kpam):

Roca metamórfica de aspecto masiva, bandeada, de color grisácea a verde, con bandas blancas y crema, foliada y diaclasada. Esta unidad litológica se manifiesta como una franja alargada en dirección N-S, entre las quebradas La Corcovada y La García. Se caracteriza por presentar una profunda meteorización y desarrollar suelos residuales limosos de baja plasticidad de color amarillento a amarillo rojizo, alcanzando perfiles de suelo entre los 20-30 metros; el primer nivel está constituido por un limo arcilloso blando de color pardo rojizo a amarillo, el cual pasa gradualmente a un saprolito limo arenoso de color gris verdoso con bandas blancas que presentan estructuras heredadas de la roca parental. Ocupan algunos salientes topográficos a mitad de ladera y la parte más alta del costado Noroccidental; constituyendo el basamento rocoso de la casi totalidad de la ladera.

Los suelos residuales de anfibolita presentan densidades e índices de consistencia altos, que coinciden con la resistencia a la penetración estándar, la cual aumenta con la profundidad. Esta unidad litológica aflora en el sector de Pajarito entre la confluencia de las quebradas La Corcovada y La García.

Depósitos de Vertiente:

Término genérico utilizado para identificar todos aquellos depósitos generados por movimientos en masa. Son depósitos constituidos por material transportado debido a la acción de la gravedad, a fuertes precipitaciones o a movimientos sísmicos ocurridos en períodos de alta pluviosidad. En la zona de Pajarito se diferencian los siguientes tipos de depósitos:

- Depósitos de flujos de escombros (Qfe). Este depósito presenta una matriz arcillo - limosa de color pardo grisácea con muy poco contenido de óxidos de hierro, y cantos decimétricos a heterométricos frescos a parcialmente alterados, los cuales también afloran en superficie. La relación bloques: matriz es de 80%:20% aproximadamente. Este tipo de depósito aflora en la vereda Pajarito entre las quebradas La Puerta y La Guagüita.
- Depósitos de flujos de escombros y lodos (Qfel). Material superficial que cubre amplios sectores de la zona de expansión de Pajarito, entre las quebradas El Chagualón o La Merced y La Corcovada. Presenta una matriz limo - arcillosa parda amarillenta, rojiza y grisácea, con espesores entre 20 y 30 metros, que

¹ Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Microzonificación sísmica detallada de los municipios de Barbosa, Girardota, Copacabana, Sabaneta, La Estrella, Caldas y Envigado. 2007

cubren bloques de tamaño métrico frescos a parcialmente meteorizados. Esta formación superficial aflora en los siguientes sectores: Hacienda Lusitania, La Uribe, Nazareth, Pollos COA, La Montaña, Quebrada La Gómez, quebrada La Puerta y parte superior del tanque de Empresas Públicas de Pajarito. Este tipo de depósitos son muy antiguos, estables, y presentan un alto grado de meteorización. La resistencia a la penetración estándar de estos materiales se incrementa a medida que se aumenta la profundidad.

- Depósitos Coluviales (Qc). Material superficial constituido por una matriz limo-arcillosa clara y tonalidades oscuras debido a la presencia abundante de suelo orgánico. Se encuentran localizados a media ladera, sobre la vertiente izquierda de la quebrada La Iguañá (Pedregal Bajo, márgenes de la quebrada La Puerta, Finca El Tirol, costado W de las Hamacas, parte alta finca La Montaña, La Aurora y Pajarito y en el cañón de la quebrada La Corcovada), interrumpidos localmente por los flujos de escombros y lodos. Este depósito presenta en algunos sectores un avanzado proceso de reptación y de inestabilidad potencial debido a las condiciones de saturación del suelo como resultado de la adecuación de acequias, rebose de tanques, ruptura de mangueras, carencia de redes para la disposición de aguas servidas, trasvase de quebradas, riego de cultivos, y carencia de obras de drenaje adecuadas en la vía al mar y en las vías secundarias de acceso a la zona. El espesor de estos depósitos varían entre 1.0 y 4.0 metros, y presentan una morfología irregular, aborregada (casco de vaca) y escalonada.
- Depósitos antrópicos (Llenos, Qa): Se agrupan en esta categoría de terrenos todos los rellenos de material heterogéneo y botaderos de escombros, basuras y desechos conformados por el hombre, dada la necesidad de urbanización de los terrenos adyacentes. Se incluyen los rellenos conformados sobre los cañones y retiros de quebradas (quebrada La Corcovada) y otros de carácter puntual ubicados en costado oriental de la placa polideportiva de Pajarito, límite occidental del Centro de Rehabilitación al Menor Infractor, etc.

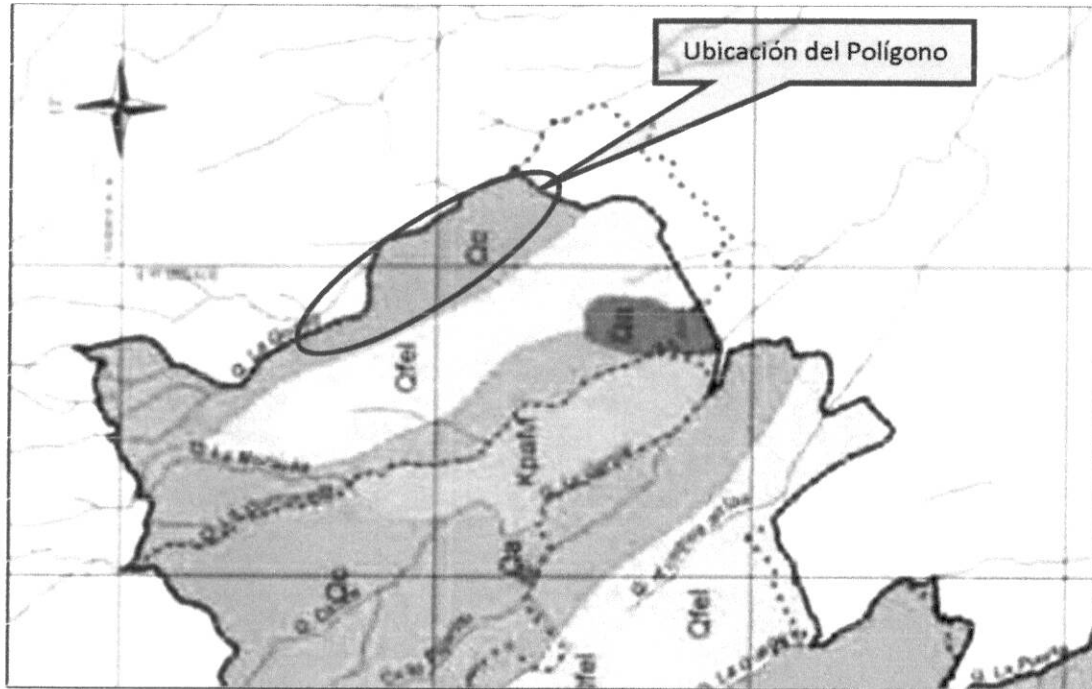


Imagen 12 Geología del Sector

3.5. Estratigrafía

En el polígono de estudio predomina la unidad litológica, *anfíbolita de Medellín margen izquierda (Kpam)*, representada en superficie por suelos residuales de esta Formación (Ver Imagen 13), cuyos espesores en el área de estudio superan los 15 metros, para posteriormente dar paso niveles de saprolito que suprayacen a la unidad litológica citada.



Imagen 13 Perfil de meteorización de roca anfibolita. Suelo limo arcilloso de color rojizo en el polígono de estudio

3.6. Geomorfología e inventario de procesos

La ocurrencia de movimientos en masa es el resultado de la evolución del paisaje como un sistema controlado por procesos exogénicos y endogénicos (Scheidegger, 1998). Estos procesos sobre las vertientes son parte integral de la dinámica geomorfológica, como variables que controlan la evolución del paisaje en el largo plazo. El análisis de las actuales geoformas representa entonces la mejor y más adecuada herramienta para entender y caracterizar la relación entre los procesos de vertiente y la configuración morfológica, generando la base para un modelo de evolución de paisaje, que ofrezca la mejor explicación de la susceptibilidad de los elementos del paisaje a la intervención antrópica (Brunsden, 2001).²

De acuerdo con la información del Atlas Metropolitano Área Metropolitana del Valle de Aburrá, el Valle de Aburrá ocupa un valle intramontano profundo relativamente estrecho, que corta un sistema de superficies de erosión o altiplanos, los cuales conforman el rasgo morfológico más sobresaliente del norte de la Cordillera Central.

Corresponde a una depresión topográfica alargada que puede ser dividida en dos tramos, el primero de ellos se localiza hacia el sur y centro, y va desde el municipio de Caldas hasta Bello en dirección aproximada norte - sur, la cual presenta una curvatura en cercanía de Sabaneta y Envigado. El segundo tramo presenta dirección noreste y va desde el municipio de Bello hasta finalizar en Barbosa. Las condiciones paisajísticas del Valle de Aburrá están enmarcadas por el valle estrecho al sur, el cual se amplía en el municipio de Medellín alcanzando unos siete kilómetros de amplitud, y que luego se cierra nuevamente a la altura del municipio de Copacabana.

Inventario de Procesos

Procesos Erosivos. Realizando un análisis de los procesos erosivos de los alrededores de la zona de estudio los procesos erosivos existentes tiene estrecha relación con las formaciones superficiales, los perfiles de meteorización, las características geomorfológicas, el clima, la vegetación, los usos del suelo y la acción antrópica. La cartografía de los procesos erosivos es una variable de bastante peso para determinar la aptitud del suelo para el uso urbano. En esta franja de terreno los procesos morfo dinámicos actúan de una manera más intensa en los cañones de las quebradas La Gómez, La Corcovada, La Puerta, El Chagualón y La Chaguala y en los taludes aledaños a la vía al Mar entre las quebradas La Puerta y El Hato, generando el transporte de una cantidad importante de sedimentos y bloques de roca, por las corrientes de agua que la drenan y por la vía al Mar (calle 63). En la zona se presentan: socavación de márgenes, incisión de cauces, hundimientos, deslizamientos, reptación, escarpes erosivos, erosión por sobrepastoreo, etc.

² <http://revistas.unal.edu.co/index.php/rbct/article/view/9268/11011>

Socavación de márgenes y/o incisión de quebradas. La manera en que se presenta la erosión por escurrimiento concentrado, es la de una alta socavación lateral y disección de los márgenes de los cauces y del propio lecho; esta situación se presenta en forma casi general o puntual en las siguientes quebradas: La Gómez, El Chagualón, La García, La Corcovada, La Puerta, La Chaguala y El Hato, ocasionando severos procesos de remoción en masa en sus vertientes o taludes laterales.

Movimientos en masa. Estos procesos morfodinámicos en la zona se presentan en mayor proporción sobre los depósitos de vertiente (flujos de escombros y lodos y en los depósitos coluviales) y en los depósitos antrópicos (llenos), involucrando volúmenes considerables. El agente más importante para que este tipo de procesos se generen es el agua, con amplia participación de la acción humana y los usos del suelo, la carencia de una red de acueducto y alcantarillado convencional (vereda Pajarito) y el retrabajamiento de las quebradas. Los movimientos en masa en la zona de expansión de Pajarito se presentan en forma de flujos lentos y rápidos y en hundimientos, localizándose fundamentalmente sobre los depósitos coluviales, en los depósitos de flujos de escombros y/o lodos y en los llenos artificiales (La Corcovada). Siendo los más severos y que representan una potencial o latente amenaza para los asentamientos localizados en la parte baja de las quebradas La Puerta y La Corcovada, los que actualmente se presentan en la parte baja de la Finca La Montaña (margen izquierda de la quebrada La Corcovada), ambas márgenes de la quebrada La Puerta (finca El Tirol, vereda Pajarito y Finca La Aurora) y los ubicados en el talud Norte de la vía al Mar en proximidades a los barrios Vallejuelos y Santa Margarita.

Deslizamientos. Se presentan indistintamente en varios sectores de la zona, ocurren generalmente como flujos lentos de formas cóncavas, flujos rápidos (desgarres superficiales y hundimientos), sobre los depósitos de vertiente de la anfíbolita y en algunos casos como el de la margen izquierda de la quebrada La Corcovada sobre un depósito antrópico (lleno), el cual fue dispuesto en una depresión con antecedentes de inestabilidad geológica (deslizamientos antiguos). Los principales sectores donde se concentran los deslizamientos de mayor magnitud y los que representan un mayor nivel de amenaza por sus potenciales consecuencias en la parte baja de la vertiente son: quebrada La Corcovada (margen izquierda, cotas 1820-1850 m.s.n.m.), quebrada El Chagualón (margen izquierda), quebrada La Puerta o La Colonia (finca El Tirol – Vereda Pajarito, cotas 1860-1930 m.s.n.m., y Finca La Aurora), y vía al Mar (talud Norte) entre las quebradas La Puerta y El Chagualón o La Merced y las cotas 1700 – 1770 m.s.n.m. Otros sectores con marcados procesos de inestabilidad (deslizamientos) en la zona son: Pedregal Bajo (costado Norte de la cancha de fútbol, parte baja y costado NW de la escuela), cañón de la quebrada La Chaguala, quebrada La García, y ambas márgenes de la quebrada La Gómez (cotas: 1820-1960 m.s.n.m.).

3.7. Geología Estructural³

La ciudad de Medellín se encuentra ubicada en un marco tectónico complejo, rodeado de varios sistemas de fallas, entre las que sobresalen el sistema Cauca y Romeral. La relativa cercanía de este sistema de fallas hace necesario definir con mayor precisión las posibles fallas locales, su posible actividad neotectónica y su relación con algunos eventos de inestabilidad de vertientes que se están presentando al interior o en

³ En www.medellin.gov.co/PlanAmbiental de Medellín

proximidades a la zona objeto del presente estudio. Debido al mismo carácter y alcances de este estudio, se retomaron algunas descripciones del control estructural de la zona, realizado por otros autores haciendo énfasis en los rasgos geomorfológicos encontrados en el campo y en el análisis fotogeológico de la zona.

A continuación se hace una descripción geomorfológica de algunas estructuras geológicas que pueden tener alguna relación con la zona de estudio:

- Falla Iguaná – Boquerón. Corresponde a la traza del sistema Romeral más cercana al Valle del Río Aburrá, con dirección N80W – N20W. Controla en parte el cauce de la quebrada La Iguaná.
- Alineamiento La Corcovada. Estructura de dirección aproximada N40 – 50W, que presenta como rasgos geomorfológicos los siguientes: saltos hidráulicos en la quebrada, tramos rectos, escarpes asociados a cicatrices de deslizamiento, etc.
- Alineamiento Yolombo. De dirección S –N; controla estructuralmente el curso de algunos tramos de las quebradas La Corcovada y La Montaña, por fuera de la zona de estudio.
- Alineamiento Pajarito. Dirección N40E; presenta como rasgos geomorfológicos escarpes sucesivos y zonas de deslizamiento, por fuera de la zona de estudio en el costado norte entre la Vía al Mar y la cota 2050 m.s.n.m.

Las estructuras más importantes para Medellín pertenecen al sistema de fallas Cauca - Romeral. El sistema Romeral se localiza en el valle del río Cauca y va desde Ecuador hasta el norte de Antioquia y está compuesto por fallas inversas con componentes variables de rumbo. El sistema Cauca es una zona de falla similar a la de Romeral, tiene hasta 5 Km. de ancho y está conformado por fallas inversas.

En particular para el municipio de Medellín al occidente está la falla de San Jerónimo, la cual pone en contacto las "rocas verdes" con las anfibolitas del Grupo Ayurá Montebello, ambas definidas en Botero (1963). Al oriente de Medellín está la falla Rodas que pone en contacto las dunitas serpentinizadas con las anfibolitas de la margen derecha. Estas fallas son subparalelas, de dirección norte – nor-occidente y buzamientos sub-verticales.

De acuerdo con Toro y Velásquez (1984), en el Valle de Aburrá existen un primer grupo de fallas de dirección norte – sur y norte-noroccidente que se entrecruzan con fallas inferidas de dirección noroccidental y oriente – occidente, las cuales generan extensos depósitos de vertiente y mencionan un segundo grupo de fallas, compuestas por: El Poblado, Ancón y La Iguaná.

Algunos alineamientos se encuentran sobre el flanco sur-oriental del municipio, en la comuna de El Poblado, con algún control estructural sobre la quebrada La Escopetería y otros tres sobre la vertiente derecha de la quebrada Santa Elena. En la zona Nororiental se identifican otros alineamientos que controlan quebradas como La Loca, La Honda y La Seca.

En la Tabla 2 se presentan las fallas geológicas del sistema Romeral estudiadas por el Grupo de Sismología de Medellín para determinar su actividad tectónica reciente, con el fin de evaluar la amenaza sísmica aportada por dichas estructuras.

Tabla 2 Evidencias de actividad tectónica reciente en el Sistema de Romeral

FALLA	TIPO	ORIENTACIÓN	EVIDENCIAS	GRADO DE ACTIVIDAD
Iguaná – Boquerón	Rumbo	N15°W/90°	No	Bajo a muy bajo
La Cajetilla	Rumbo	N20°W/90°	No	Bajo a muy bajo
La Chilloná	Rumbo	N10°E/60°W-65°E	No	Bajo a moderado
La Sucia	Rumbo	N-S/65°E	No	Bajo a moderado
San Jerónimo	Rumbo	N20°W/90°	No (1)	Bajo a moderado
Romeral	Rumbo	N-S/30°W	No (2)	Bajo a moderado

Fuente: Grupo de Sismología de Medellín (1999).

(1) Hermelin, 1982. Reporta flujos de escombros desplazados y truncados, con edad de 790 000 a 1 000 000 años.

(2) Woodward – Clyde Co. Reporta un flujo de lodo que probablemente está fallado 5 metros, con una edad estimada de 10 000 años.

En general, las fallas del sistema Romeral tienen un grado de actividad tectónica reciente bajo a moderado. El sistema Cauca tiene menor evidencia de actividad que Romeral y la falla Rodas que fue reconocida en la conducción Niquía – Manantiales y en la quebrada Rodas, al Norte del municipio de Medellín, no posee evidencias de fallamiento reciente, por lo que se le consideró, por el Grupo de Sismología de Medellín, de un grado de actividad muy bajo a nulo.

4. CLIMA, HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA, HIDROGEOLOGÍA Y SISMOLOGÍA

Los movimientos en masa son con frecuencia los responsables de pérdidas humanas y económicas considerables alrededor del mundo, cuyo impacto aumenta con el desarrollo urbano y los cambios del uso del suelo. Aunque en países en desarrollo como Colombia, las pérdidas económicas generadas por este tipo de eventos pueden ser relativamente pequeñas, el número de pérdidas humanas es, por lo general, mucho mayor en comparación con países desarrollados como Japón, donde dichos casos también ocurren con frecuencia (Alcántara-Ayala, 2002).

En particular en el valle de Aburrá las complejas condiciones físicas del territorio, sumadas a los altos índices de vulnerabilidad, han propiciado escenarios con un alto potencial de pérdidas humanas y económicas ante la ocurrencia de fenómenos de origen natural tales como movimientos en masa (Aristizábal y Gómez, 2007).

Estos eventos recurrentes en el valle de Aburrá han estado asociados al origen y evolución del valle, lo que ha modelado y permitido su actual configuración (Aristizábal, 2004; Aristizábal, Roser y Yokota, 2005).

Recientes estudios sobre inventarios de desastres en el valle de Aburrá han permitido dimensionar la problemática de los movimientos en masa. Aristizábal y Gómez (2007) recopilan datos del periodo de 1880 al primer semestre del año 2007, incluyendo bases de datos anteriores realizadas por Hormaza (1991) y Saldarriaga (2003), registrando un total de 6.750 casos. Según dichos eventos, estos autores encuentran que para el valle de Aburrá las inundaciones representan el fenómeno de mayor recurrencia (42%), seguido

por los movimientos en masa (35 %), y los incendios forestales (15 %).

En cuanto a los daños, los movimientos en masa han dejado un saldo trágico de 1.071 víctimas, que representan el 77% del total registrado, seguido por las avenidas torrenciales con el 13%, y las inundaciones con el 5%. Entre los movimientos en masa con mayores pérdidas asociadas ocurridos en el valle de Aburrá están: Rosellón (1927), Media Luna (1954), Santo Domingo Savio (1974), Villatina (1987) y El Barro (2005).

Los fenómenos de remoción en masa tienen múltiples causas, tales como geología, geomorfología, aspectos físicos y humanos; sin embargo, un solo factor, denominado como detonante, es considerado el estímulo externo que puede generar una respuesta casi inmediata de movilizar los materiales que conforman la vertiente, sea por el rápido incremento de los esfuerzos o por la reducción de la resistencia (Wang y Sassa, 2003; Crosta y Frattini, 2008). En ambientes tropicales, como el valle de Aburrá, un alto porcentaje de estos movimientos son desencadenados por precipitaciones intensas o largas (Aristizábal y Gómez, 2007), por lo que recientes investigaciones en Colombia han estudiado el rol de la lluvia como factor detonante (Paz y Torres, 1989; Gómez, 1990; Terlien, 1997; Arango, 2000; Echeverry y Valencia, 2004; Moreno et al., 2006; Suárez, 2008).

Aristizábal y Gómez (2007) comparan el inventario de desastres y las estaciones de lluvia en el periodo 1880-2007, argumentando la estrecha relación entre la precipitación y la recurrencia de los eventos, con una tendencia bimodal y picos en los meses de mayo y octubre. De cada 10 casos que se presentan en el valle de Aburrá, 8 son de origen hidrometeorológico, ante todo, movimientos en masa e inundaciones (Ver Imagen).

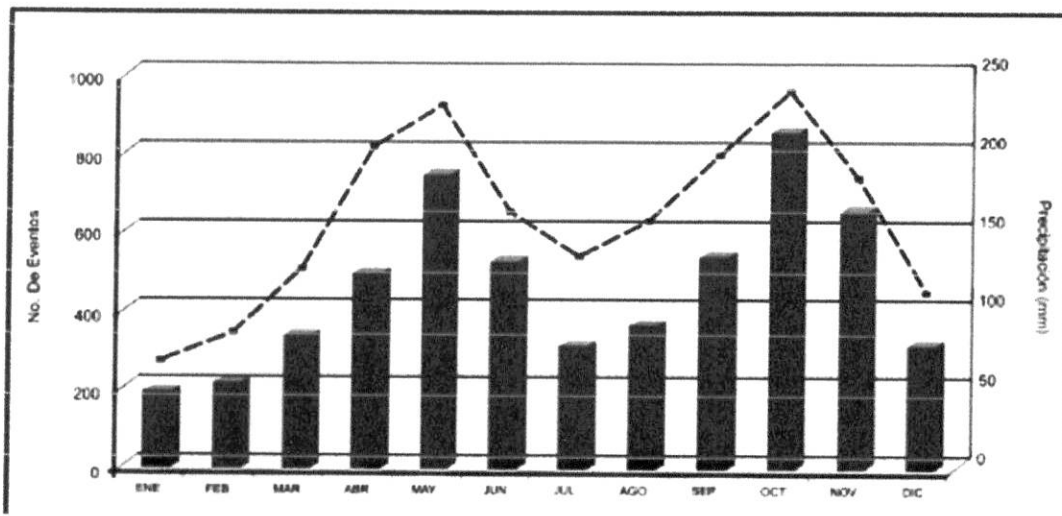


Imagen 14 Distribución de eventos en el periodo 1880-2007 contra precipitación mensual media para el Valle de Aburrá (Aristizabal Gómez 2007)

4.1. Criterios

4.1.1 Hidrología y Evaluación del Drenaje Superficial

El área de estudio, la cual se encuentra constituida por definición de parte del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar por 4 Hectáreas en el predio ubicado en la Calle 65C No. 94 – 80 en la ciudad de Medellín corresponde a una zona de ladera sin desarrollo antrópico importante salvo en la pata del talud, franja de terreno que evidencia actividades de corte mecánico conducentes en principio al desconfinamiento del material y por ende a la generación del fenómeno de remoción objeto de estudio en la presente consultoría.

La imagen No. 15 muestra la existencia de un canal de origen natural al costado oriental del predio en el cual presta los servicios el centro de internamiento preventivo CAE – Carlos Lleras Restrepo, constituyéndose este en el mecanismo de drenaje superficial de la escorrentía de agua lluvia del sector, agua que posteriormente es canalizada por la empresa de servicios públicos EPM aguas abajo.

En la parte norte y a media ladera se evidencia la intervención antrópica mediante la construcción de filtros de tipo francés por parte del contratista de obra seleccionado en su momento por parte del ICBF (FAGAR) con el fin de efectuar la captación de aguas de escorrentía superficial y sub superficial y evitar así la saturación del suelo de la ladera inestable. Es de precisar que el lugar resaltado en la imagen y al que se hace referencia en el presente aparte no corresponde a la corona del talud más si se observa en terreno la presencia de una grieta de tracción del talud.

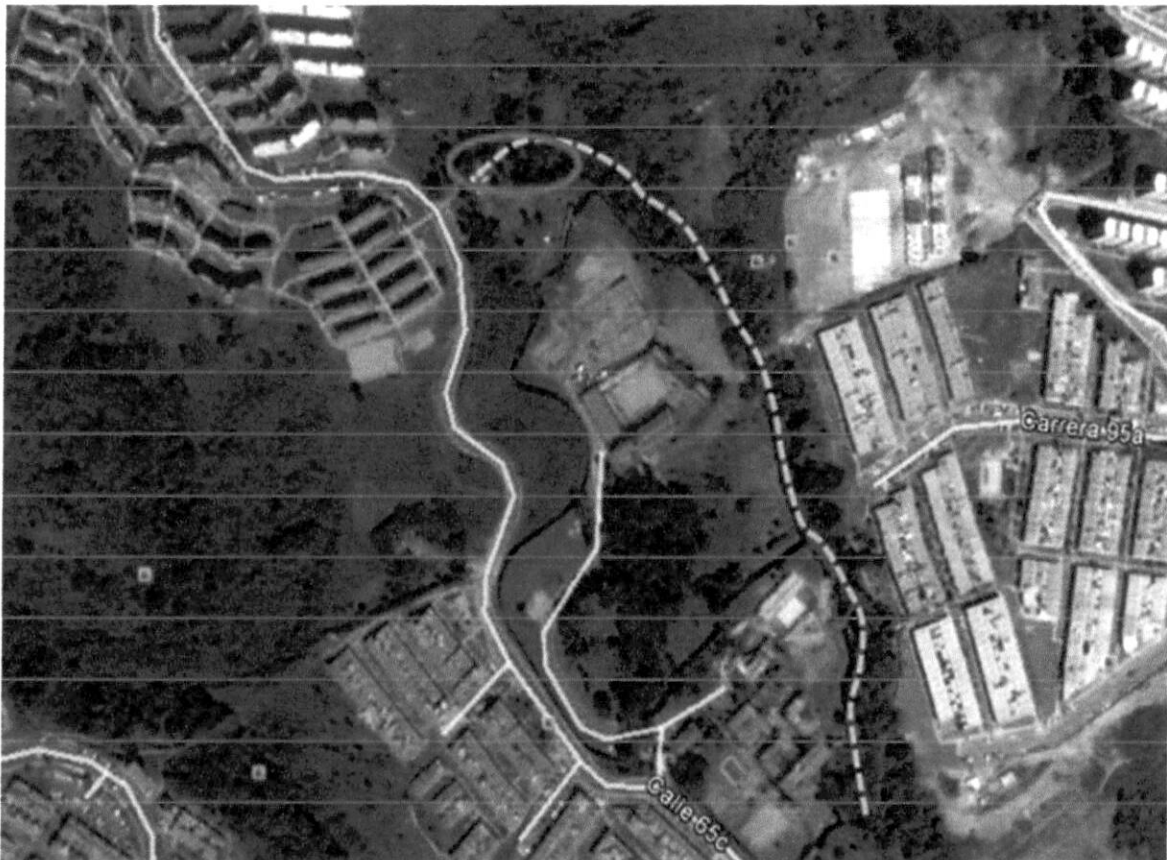


Imagen 15 Localización del canal de drenaje natural de aguas de escorrentía superficial

El costado oriental del predio de propiedad del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar se encuentra limitado con vía pública de acceso a la zona urbanizada del barrio y cuenta la misma con pavimento flexible y cunetas que recogen las aguas lluvias para ser finalmente conducidas mediante la red de alcantarillado del sector. El espacio público en este costado izquierdo del predio cuenta con andenes en concreto cuyo bombeo es irregular ya que parte del agua de escorrentía infiltra en la porción de terreno no desarrollada y que en la actualidad cuenta con cobertura vegetal.

No se evidencia ningún tipo de estructura de captación de aguas de escorrentía ni redes que conformen el sistema de alcantarillado pluvial o sanitario en la franja comprendida entre el lugar en el cual se desarrollaron los filtros de tipo francés y la institución educativa La Huerta la cual se emplaza en la parte alta del talud objeto del estudio.

Así las cosas, no hay evidencia mediante la inspección ocular y el levantamiento topográfico adelantado que permita determinar la posible incidencia por fallas de redes hidráulicas en el lugar.

4.1.2 Hidrogeología

Dado que en los fenómenos de remoción en masa la profundidad del nivel freático es generalmente un condicionante de la inestabilidad, mediante los ensayos de campo se ha determinado la profundidad de la lámina de agua, la cual se asocia a un cierto periodo de retorno, para el cual se considera que ocurrirá la falla.

En el caso que nos ocupa y dadas las condiciones encontradas en terreno, corroboradas estas mediante el análisis de datos disponibles para la estación LA IGUANA (618N, 7539W) operada por el IDEAM así como la estación SAN CRISTOBAL y OLAYA HERRERA.

En virtud de que los deslizamientos profundos ocurren debido a un incremento en la presión de poros del suelo generado por el ascenso del nivel freático, y que estos procesos están asociados a largos periodos de lluvia, se valorará la relación de alguna variación marcada e indicativa del nivel freático con la variabilidad de la lluvia acumulada para largos periodos según los datos recolectados para la estación en comento.

El análisis de amenaza para el presente estado de inestabilidad del terreno se efectuará considerando como profundidad promedio de la lámina de agua la profundidad del nivel freático levantada durante la exploración de campo.

Por otra parte, dado que una proporción de la lluvia que cae al suelo se infiltra, que otro porcentaje queda detenido en la vegetación y en depresiones del suelo mientras se evapora y que otro más fluye como escorrentía directa, se utilizará la fracción que se infiltra para calcular la variabilidad de la profundidad del nivel freático, tomando en cuenta las características de la vegetación y de los suelos superficiales.

Para estimar dicha fracción de agua infiltrada se utilizará el método lluvia-escorrentía del Servicio de Conservación de Suelos (SCS) del Departamento de Agricultura de Estados Unidos.

El estudio determinara y evaluara las condiciones del agua subsuperficial y superficial en condiciones extremas más probables y se hará a partir de un análisis de las características:

- Topográficas del terreno.
- De uso actual del suelo.

Para la determinación de la evaluación hidrológica en función del uso del suelo, se toma de la siguiente Tabla el valor correspondiente según la descripción detallada de la cobertura y uso del suelo de la zona de análisis que permita clasificarla de acuerdo con el SCS.

USO DE SUELO	GRUPO HIDROLÓGICO DE SUELO			
	A	B	C	D
Tierra cultivada				
Sin tratamiento de conservación	72	81	88	91
Con tratamiento de conservación	62	71	78	81
Pastizales				
Condiciones pobres	68	79	86	89
Condiciones óptimas	39	61	74	80
Vegas de ríos	30	58	71	78
Bosques				
Troncos delgados, cubierta pobre, sin hierbas	45	66	77	83
Cubierta buena	25	55	70	77
Áreas abiertas, césped, parques, campos de golf, cementerios, etc.				
Óptimas condiciones: cubierta en pasto (75 % o más)	39	61	74	80
Condiciones aceptables: cubierta en pasto (50 al 75 %)	49	69	79	84
Áreas comerciales de negocios (85 % impermeables)	89	92	94	95
Distritos industriales (72 % impermeables)	81	88	91	93
Residencial				
Tamaño promedio lote porcentaje promedio impermeable				
1/8 de acre 65	77	85	90	92
1/4 de acre 38	61	75	83	87
1/3 de acre 30	57	72	81	86
1/2 de acre 25	54	70	80	85
1 de acre 20	51	68	79	84
Parqueadero pavimentado, techos, accesos, etc.	98	98	98	98
Calles y carreteras				
Pavimentados con cunetas y alcantarillados	98	98	98	98
Grava	76	85	89	91
Tierra	72	82	87	89

Fuente: Chow et al., 1994.

Tabla 3 Valores de número de curva para diferentes grupos hidrológicos y de usos del suelo

De textura de los materiales presentes (depósitos, suelos residuales, rocas) y sus rasgos macro estructurales y/o de fracturamiento.

- Climatológicas y pluviométricas del área.
- De los resultados de las observaciones y mediciones pertinentes en la exploración de campo.

4.1.3 Sismología

Las condiciones de amenaza sísmica a utilizar serán las establecidas para la zona conforme a la normatividad vigente y la adopción de los valores utilizados para los análisis de estabilidad estarán debidamente justificados y soportados.

Para los análisis se considerará el valor de aceleración horizontal pico efectiva del terreno en superficie (A_0) correspondiente para el periodo de análisis a largo plazo (50 años) y una probabilidad de excedencia no mayor al 10%.

En el caso de considerar análisis pseudo-estáticos, en los análisis de estabilidad para la evaluación de amenaza por remoción en masa, la aceleración crítica no podrá ser menor a $2/3$ de la aceleración (A_0) de acuerdo con lo estipulado en la normatividad vigente al momento de ejecución del estudio.

4.2. Método de trabajo

El trabajo se desarrolla con base en la revisión y análisis de la documentación citada en la referencia y bibliografía así como de la información recopilada en campo. Es de tal manera que a lo largo del capítulo, se exponen elementos del clima, hidrología, hidráulica, hidrogeología y sismología, relevantes a nivel regional y local para el área de estudio.

Por otra parte, los trabajos de campo se efectuaron, teniendo en cuenta que el presente análisis debe estar enfocado de manera tal que se permita identificar los factores de seguridad del terreno, así como sus causas detonantes, por lo que este trabajo se enfoca en presentar elementos del clima, hidrología, hidráulica, hidrogeología y sismología útiles para el diseño de obras de mitigación de riesgos por procesos de remoción en masa, sin profundizar en otros aspectos del clima, hidrología, hidráulica, hidrogeología y sismología.

4.3. Clima

La precipitación del Valle de Aburrá está controlada principalmente por los vientos alisios, cuyo recorrido es modificado por la topografía, con dos estaciones húmedas centradas alrededor de abril y de octubre, recibe lluvias que van de los 1400mm a 300mm, principalmente al sur del valle. Las temperaturas varían entre los 13 y 22 °C en función de la altura y su fluctuación es nocturna – diurna.

Para el caso que nos ocupa, es de precisar que las condiciones ambientales de la zona metropolitana de Medellín se encuentran influenciadas en su carácter variable por los fenómenos propios que se enmarcan en la variabilidad climática que se ha acrecentado

de manera especial en las últimas dos décadas en el territorio colombiano, sin ser ajena tal región a los bruscos cambios que conllevan la presencia del fenómeno de la niña 2011 y 2012 con altas precipitaciones y por ende saturación de terrenos así como las temporadas secas marcadas en los años 2015 y 2016 primer semestre.

La descripción de las condiciones particulares de precipitación de la zona en estudio se valoran según las mediciones efectuadas por parte del IDEAM mediante la estación automática 27011120 LA IGUANA, dado su carácter eminente pluviométrico.

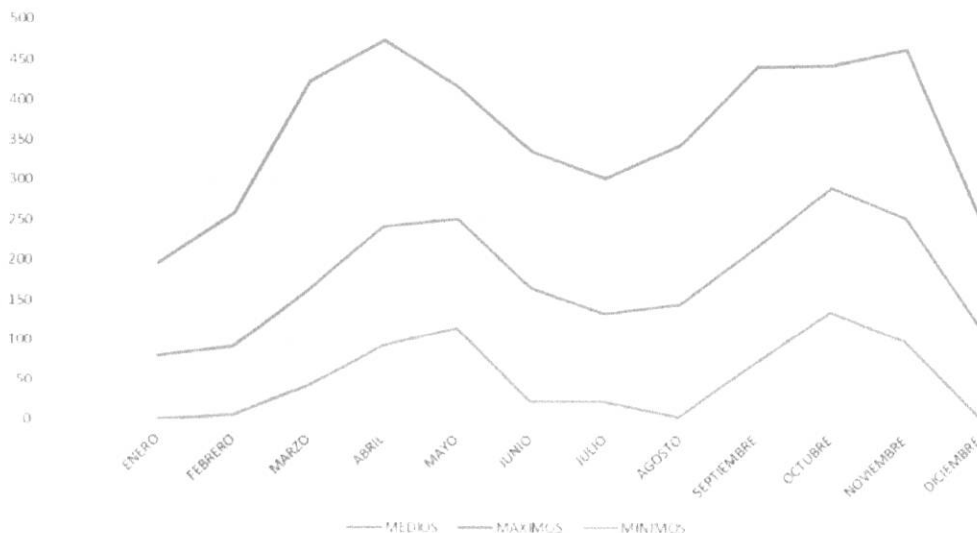
Así las cosas, se tiene:

VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACION (mm)

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	VALOR ANUAL
1990 2 01										252,7	258	144,6	655,3
1991 2 01		6,1	214,8	135,3	116,1	193,1	75,2	28,8	202	279,5	162,5	55	1468,4
1992 2 01	46,4	32,9	42	168	186	90	53,2	25,8	132,8	184,2	181	101	1242,8
1993 2 01	296	50	120	307,7	240	55	22,7	122	201	154	296	119	1873,4
1994 2 01	42,9	61,4	204	234	188,3	146,5	92	140	130	299	377	119	2034,1
1995 2 01	0	20	140	156	311	171	257	300	267	438	373	172	2605
1996 2 01	193	119	196	189	271	167	79	213	165	249	99	69	2009
1997 2 01	113	114	123	250	118	227	36	4	193	237	166,7	37,6	1619,3
1998 2 01	60,5	23,4	136,1	275	328,6	80	152,2	134,8	253,3	207	187,1	156,8	1994,8
1999 2 01	89,6	258,3	113	240	207	286	115,7	100,7	284,4	246,1	232,6	136	2309,4
2000 2 01	153	108,7	125,3	169,6	302,3	336	205,6	152,6	270,4	198	109	134	2264,5
2001 2 01	40	88,4	154,1	93,8	126,4	129,2	156,8	36,5	344	310,7	266,8	109,6	1856,3
2002 2 01	25,3	55,1	165,3	364,2	172,1	193	81,9	44,6	145,5	277,5	112	187	1823,5
2003 2 01	4	94,6	100,4	241	185	218	119	97	221	435	370	87	2172
2004 2 01	86	131	108	274,4	246,5	32,6	190,4	126,7	217,6	353,5	343	124,2	2233,9
2005 2 01	83,2	12	99	140	289,1	74	97	46	131,5	359	142	143	1615,8
2006 2 01	46	40	271	295	262	135,4	28,5	75,4	195,1	243,6	184,1	95,4	1871,5
2007 2 01	41	81,2	179	268,6	324,6	96	213,2	344,6					1548,2
2008 2 01	110,6	232,9	228	285,5	417	305,3	300	339,1	442	417	464	54	3595,4
2009 2 01	147,5	108	424	237	186	249	120,6	174	159	297,5	268	91,1	2461,7
2010 2 01	14	21	87	286,5	345	308,2	301,8	241,6	361	280	376	254,1	2876,2
2011 2 01	142,9	203,1	253	474,9	286,5	234,8	194	160,1	268	444	412,5	249,8	3323,6
2012 2 01	104,7	111,3	227,1	410,6	231,4	153,4	115,3	189,9	71,2	305,3	205,8	88	2214
2013 1 01	25	118,9	96,8	233,7	330,6	139,8	88,3	231,8	126,7	245,7	313,9	144,2	2095,4
2014 1 01	120	166,5	225,4	181,6	372,7	132,1	57,2	129,2	238,6	400,7	228,3	119,8	2372,1
2015 1 01	45,1	80,1	153	194,1	176	23	297,4	177	155	136,3	171,5	6,4	1514,9
2016 1 01	95,6	68	83,9	172,3	302,8	125,1	130,4						978,1
MEDIOS	81,0	92,5	163,8	241,5	250,8	165,4	133,9	145,4	215,6	290,0	252,0	119,9	2151,9
MAXIMOS	196,0	258,3	424,0	474,9	417,0	336,0	301,8	344,6	442,0	444,0	464,0	254,1	474,9
MINIMOS	0,0	6,1	42,0	93,8	116,1	23,0	22,7	4,0	71,2	136,3	99,0	6,4	0,0

Evidenciando así como el año más lluvioso el año 2008 con 3.595,4 mm de lluvia acumulada, siendo los meses de mayor precipitación marzo, abril, mayo, septiembre, octubre y noviembre corroborando la condición bimodal del régimen de lluvias en la zona.

VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACION (mm)



Fuente: Elaboración propia

En el análisis hidrológico se ha tenido en cuenta la información correspondiente al número de días de lluvia por mes con el fin de efectuar la correlación Número de días de lluvia Vs. Precipitación mensual.

VALORES NUMERO DE DIAS

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	VALOR
1990 2 01										18	17	13	48
1991 2 01		5	16	15	16	17	12	9	14	14	18	8	144
1992 2 01	9	10	2	9	13	4	11	10	9	9	15	6	107
1993 2 01	10	1	14	19	15	6	6	13	20	17	22	11	154
1994 2 01	8	9	12	18	20	15	9	19	11	21	18	3	163
1995 2 01	0	2	10	9	15	16	16	21	16	21	15	14	155
1996 2 01	8	13	16	19	23	18	13	17	12	17	8	8	172
1997 2 01	11	9	11	12	10	15	4	2	11	11	20	3	119
1998 2 01	7	7	16	23	14	12	18	20	24	23	20	18	202
1999 2 01	12	18	16	16	15	19	16	14	23	27	21	16	213
2000 2 01	11	13	14	20	25	23	23	18	25	14	9	14	209
2001 2 01	4	8		16	19	13	17	5	24	23	21	13	184
2002 2 01	7	12	16	24	14	12	11	8	14	15	8	13	154
2003 2 01	1	10	12	15	13	19	10	12	16	25	16	9	158
2004 2 01	7	12	11	19	23	4	20	14	21	21	15	15	182
2005 2 01	13	4	9	14	18	9	10	9	14	22	18	8	148
2006 2 01	5	7	15	20	14	27	14	18	24	20	19	10	193
2007 2 01	8	3	19	23	24	14	20	27					138
2008 2 01	10	17	21	26	22	26	27	28	22	29	27	10	265
2009 2 01	21	12	23	20	23	23	15	21	13	23	17	10	221
2010 2 01	4	7	16	24	27	23	28	24	28	23	27	19	250
2011 2 01	3	16	12	23	23	21	16	18	22	25	26	23	247
2012 2 01	15	9	20	28	21	13	13	20	11	23	17	11	201
2013 1 01	9	17	14	20	25	15	11	23	20	21	25	13	213
2014 1 01	12	13	16	16	19	14	7	16	18	24	13	14	182
2015 1 01	6	11	12	17	18	6	14	15	12	19	16	3	149
2016 1 01	9	6	17	18	19	14	19						102
MEDIOS	9	10	15	19	19	15	15	16	18	20	18	11	185
MAXIMOS	21	18	23	29	27	27	28	28	28	29	27	23	308
MINIMOS	0	1	2	9	10	4	4	2	9	9	8	3	61

De lo anterior se evidencia que el año con mayor número de días con precipitación registrada corresponde a 2008, lo cual es coincidente con el valor de precipitaciones totales registradas. Es de resaltar que esta correlación no siempre es directa pues en algunos casos puede presentarse un bajo número de días con registros de lluvias pero estas pueden ser de tal magnitud que se convierten en registros con mayor relevancia para los análisis.

Siguiendo con el análisis típico de la estación para los registros de lluvia, las máximas precipitaciones en 24 horas son significativas y distribuidas a lo largo de la cadena montañosa; tal es el caso del sector en estudio, que presentó una lluvia de 130,0mm en el mes de marzo de 1994.

VALORE MAXIMO ENSUAL PRECIPITACION EN RAS (mm)

AÑO	ENER	FEBRER	MARZ	ABRIL	MAY	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTIEMBR	OCTUBR	NOVIEMBR	DICIEMBR	VALO	MEDI	MAXIM	MINIM
1990 2																
1991 2	0	3	55,5	81,3	43,8	49,2	21,1	7	49	38	65,5	59		54	65,5	38
1992 2	29	8	23	46	31	39	21,1	7	45,9	41	41	52		34	81,3	0
1993 2	60	50	25	90	42	31	7	39	29	29	55	21		32	52	7
1994 2	0	24	130	43	35	50	32	33	33	47	59	100		40	90	7
1995 2	0	17	57	47	56	30	49	44	40	58	69	29		49	130	0
1996 2	43	37	25	27	39	21	24	44	45	42	32	40		41	69	0
1997 2	29	31	38	111	43	68	22	3	67	54	35	15		35	45	21
1998 2	33	13	30	40	57	19	21	29	52	28	33	32		43	111	3
1999 2	26	57	21	51	27	79	41	20	43	50	53,3	43		32	57	13
2000 2	36	22	29	22	32	96	34	21	52	37	31	32		43	79	20
2001 2	26	62	26	33	19,3	35	32	18	57	76	44,6	38		37	96	21
2002 2	11	11	40	46	40,3	43	33	11	36	95	37	29		39	76	18
2003 2	4	54	29	35	41	41	40	29	35	57	86	24		36	95	11
														40	86	4

2004 2	28	22	23	81	42	21	30,4	28	48	69	64	30		41	81	21
2005 2	31	6	24	25	59	28	18	14	30	74	20	44		31	74	6
2006 2	24	20	76	53	68	29,6	6,2	18,1	49,1	38	42,2	32,9		38	76	6,2
2007 2	16	61,2	28	35	59	32	47	46	0	0	0	0		27	61,2	0
2008 2	47	65	31	54	75	43	40	38	95	46	61	15		51	95	15
2009 2	47	25	118	43	26	50	46	37	52	80	40	26		49	118	25
2010 2	6	9	18	76	50	34	41	47	41	33	50	36		37	76	6
2011 2	51	39	54	50	84	38	40	25	52	56	65	43		50	84	25
2012 2	20	67	37	36	40	51	39	41	25	51	40	30		40	67	20
2013 1	4	23	40	39	41	24	67	36	34	52	52	30		37	67	4
2014 1	60	58	49	30	60	29	20	30	97	49	70	32		49	97	20
2015 1	27	30	47	52	42	7	46	86	81	54	35	4		43	86	4
2016 1	30	21	40	40	65	70	20							42	70	21
MEDIOS	26,5	32,1	42,8	49,5	46,8	40,7	32,5	30,0	47,5	50,0	46,9	32,8	0,2			
MAXIMO	60,0	67,0	130,0	111,0	84,0	96,0	67,0	86,0	97,0	95,0	86,0	100,0	0,1			
MINIMO	0,0	6,0	18,0	22,0	19,3	7,0	6,2	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			

En resumen se tiene:

Tabla 4 Estación La Iguaná-Valores mensuales de precipitación máximos en 24 horas (mm)

Estación	Meses del año											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
La Iguana	60,0	67,0	130,0	111,0	84,0	96,0	67,0	86,0	97,0	95,0	86,0	100,0
Año de la lluvia	2014	2012	1994	1997	2011	2002	2013	2015	2014	2002	2003	1994

4.4. Hidrogeología

Las cuencas hidrográficas son consideradas como un sistema que posee una connotación amplia, en la que se incluye el área de manejo de los recursos naturales o de preservación, y protección de los ecosistemas que contienen; es también una fuente del recurso agua, base del desarrollo y marco general de planificación.

Además es un espacio que sustenta la ocupación de un grupo humano el cual genera una demanda sobre la oferta de recursos naturales renovables y no renovables, y realiza diferentes transformaciones del medio, las que repercuten en forma positiva o negativa según las interacciones que tenga con los demás elementos del sistema.

Cerca al polígono de estudio se encuentran localizadas 8 microcuencas (El Hato o La Guayaba, La Chaguala, La Cascua, El Chagualón o La Merced, Mariela, La Puerta o La Colonia, La Corcovada y La Gómez), sobre las cuales vierten 26 corrientes naturales de agua (quebradas, escorrentías, acequias, caños etc.), que pertenecen a la cuenca de la quebrada La Iguaná, que se ubica en la zona Centro - Occidental del municipio de Medellín y está clasificada como una cuenca de orden superior por tener un área mayor de 20 Km². Los retiros establecidos para estas quebradas según el Acuerdo 62 de 1999, se encuentran entre los diez (10) y treinta (30) metros.



Imagen 16 Cuenca hidrográfica de la quebrada La Gómez.

Quebrada La Gómez

Esta quebrada corre por terrenos constituidos por depósitos coluviales y por escombros y lodos con bloques en superficie, en su cauce presenta grandes bloques de roca los cuales evidencian el fenómeno de torrencialidad de la misma; presenta buena cobertura vegetal. A la altura de la finca Los Sauces y en su margen derecha (cota 1860 m.s.n.m.) se observan algunos procesos que afectan la estabilidad de la zona como la erosión superficial y la reptación, deslizamientos activos y cicatrices de antiguos deslizamientos.

El retiro establecido en el Acuerdo 62 de 1999 para esta quebrada es de treinta (30) metros en ambas márgenes, estas fajas de terreno se deben proteger a lo largo de su recorrido por medio de una arborización adecuada.

El desarrollo del presente análisis conlleva no solo a la condición de valoración mediante la valoración de la cobertura del suelo y su uso, que como ya se mencionó corresponde a una ladera con condiciones históricamente relacionadas a cultivo sin ningún tipo de tratamiento.

La estimación del NÚMERO de CURVA (CN), basado en el método de lluvia escurriente del Servicio de Conservación de Suelos (SCS) de Estados Unidos conlleva a la estimación del aporte de la lluvia en términos de nivel freático, lámina o altura de agua al considerar el agua lluvia como factor detonante de los deslizamientos.

En la valoración del lugar no se evidencia ninguna condición de intervención antrópica relevante a excepción de los cortes mecánicos inapropiados en la pata del talud y la construcción de filtros de tipo francés discontinuos en la parte media del talud. No hay identificación de cortes intermedios ni explanaciones en el área de estudio.

Dado que en los Fenómenos de Remoción en Masa la posición del nivel freático

corresponde a un condicionamiento de la inestabilidad, es imperante el establecimiento de la profundidad de la lámina de agua que se asocia a determinado periodo de retorno (Tr) para el cual se considera el fallo de la ladera, la cual para nuestro caso corresponderá a un periodo de retorno $Tr = 50$ años.

Es de esta manera como la relación directa entre el volumen acumulado de agua precipitada en un periodo de lluvia y el ascenso del nivel freático cobra relevancia en el análisis de la problemática del predio CAE – CARLOS LLERAS RESTREPO.

Con los datos obtenidos de las estaciones mencionadas anteriormente se establece el análisis correspondiente encontrando:

1. Identificación del número de curva (CN)

Dado el uso de suelo como tierra de cultivo sin tratamiento y compuesta por suelos que se expanden de manera significativa al saturarse el valor D corresponderá a 91 según la tabla del SCS.

2. La retención potencial máxima corresponderá a:

$$s = \frac{25400}{CN} - 254$$
$$S = \frac{25400}{91} - 254 = 25,12$$

3. El tiempo de concentración de la microcuenca se ha determinado mediante el método establecido por Ibáñez Asencio Sara et al que dispone:

$$T_c = 0,3 \left(\frac{L}{\left(\frac{H}{L} \right)^{0,25}} \right)^{0,76}$$

Donde:

TC en horas

L en Kms

H en metros

Generando como resultados del perfil No. 8 del levantamiento topográfico un T_c de 3,32 minutos.

Para el cálculo de la profundidad del nivel freático de la lluvia se toma lo expuesto en la guía metodológica de análisis de fenómenos de remoción en masa del servicio Geológico Colombiano así:

$$Pf_{50} = (Pf - 1,65 CV Pf) - (li_{50} * 24)$$

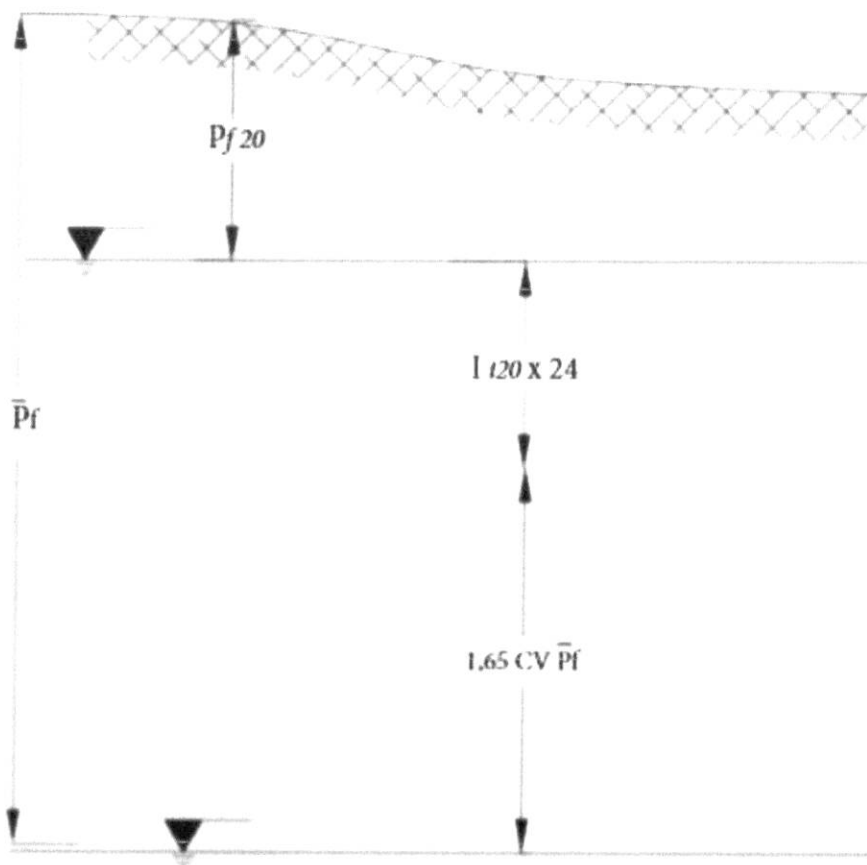
Donde:

Pf_{50} corresponde a la profundidad del nivel freático asociado a una lluvia de 20 años de periodo de retorno, en milímetros.

Pf corresponde a la profundidad media del nivel freático, en milímetros.

$CV Pf$ corresponde a la desviación estándar asignada a la variación del nivel freático, expresada en términos del coeficiente de variación de los acumulados anuales de precipitación infiltrada, en milímetros.

Dado que en las perforaciones efectuadas en el terreno se identifica un nivel freático a



profundidades de 5 metros, la profundidad de la lámina de lluvia para el Tr de 50 años presentaría una profundidad de 1,47 metros.

El cálculo del caudal de la precipitación se encuentra determinado por:

$$Q = \frac{C * I * A}{3,6}$$

Donde:

Q es el caudal en (m³ /seg)

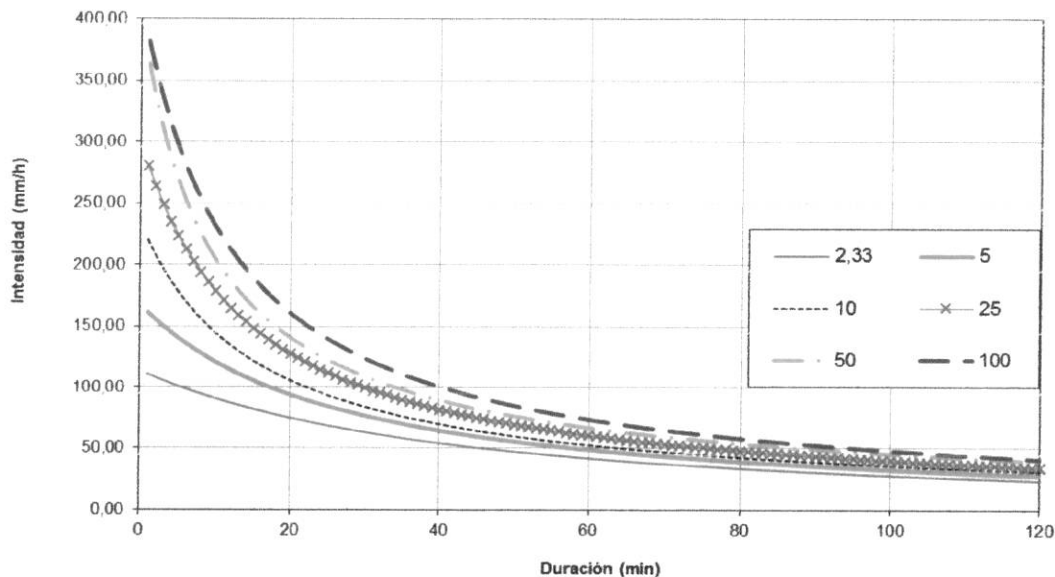
C es el coeficiente de escorrentía, el cual para nuestro caso corresponderá a 0,2

I es la intensidad de precipitación en (mm/Hora) el cual se obtiene de la curva IFD de la estación San Cristóbal y una precipitación máxima en 24 horas de 80,92 mm/h (Intensidad media diaria de 3,37 mm/h)

Así las cosas el caudal obtenido corresponde a 0,0083 m³/seg.

En el desarrollo de las curvas IDF y el hietograma correspondiente para la estación San Cristóbal tenemos:

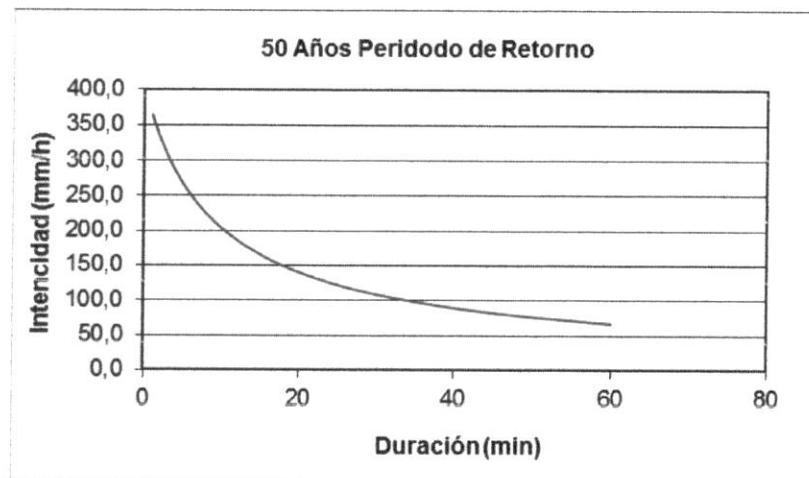
CURVAS IDF PARA LA ESTACION SAN CRISTOBAL

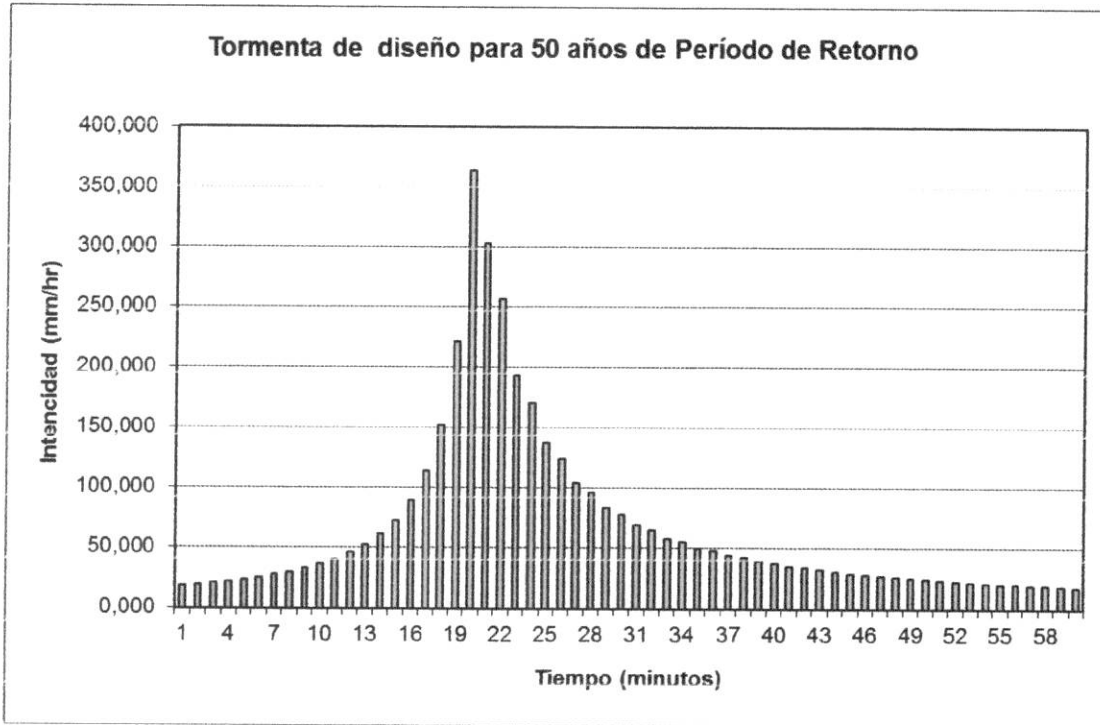


Curva IDF			Tormenta de Diseño Estacion San cristobal					
a	b	c	Duración (minutos)	Intencidad (mm/hr)	Lluvia Acum. (mm)	Incre. Lluvia (mm)	Int Bloque (mm/hr)	Int Bloque Ordenado
-75,12	268,26	0,31	1	364,137	6,069	6,069	364,137	18,194
-72,21	251,19	0,31	2	333,347	11,112	5,043	302,557	19,276
-69,40	235,99	0,31	3	307,743	15,387	4,276	256,535	20,492
-66,71	222,37	0,31	4	286,090	19,073	3,685	221,130	21,868
-64,12	210,11	0,31	5	267,519	22,293	3,221	193,234	23,436
-61,63	199,02	0,32	6	251,401	25,140	2,847	170,812	25,236
-59,24	188,95	0,32	7	237,270	27,681	2,541	152,483	27,324
-56,94	179,76	0,32	8	224,771	29,969	2,288	137,279	29,768
-54,73	171,34	0,32	9	213,630	32,045	2,075	124,506	32,664
-52,60	163,62	0,33	10	203,633	33,939	1,894	113,657	36,142

Estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgos por procesos de remoción en masa y diseño detallado de obras de mitigación para el predio ubicado en la Calle 65C No. 94-80 de Medellín (Antioquia), "La Pola III". Contrato de Consultoría 1513 de 2016 del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar

-50,56	156,50	0,33	11	194,607	35,678	1,739	104,350	40,383
-48,60	149,92	0,33	12	186,415	37,283	1,605	96,296	45,652
-46,71	143,82	0,33	13	178,942	38,771	1,488	89,272	52,341
-44,90	138,16	0,33	14	172,056	40,156	1,385	83,102	61,060
-43,15	132,89	0,34	15	165,800	41,450	1,294	77,649	72,800
-41,48	127,97	0,34	16	159,987	42,663	1,213	72,800	89,272
-39,87	123,37	0,34	17	154,604	43,804	1,141	68,485	113,657
-38,32	119,06	0,34	18	149,602	44,881	1,076	64,572	152,483
-36,83	115,01	0,35	19	144,942	45,898	1,018	61,060	221,130
-35,40	111,21	0,35	20	140,589	46,863	0,965	57,877	364,137
-34,03	107,63	0,35	21	136,512	47,779	0,916	54,983	502,557
-32,71	104,25	0,35	22	132,686	48,652	0,872	52,341	726,536
-31,44	101,06	0,36	23	129,088	49,484	0,832	49,922	1,039,234
-30,22	98,04	0,36	24	125,697	50,279	0,795	47,699	1,420,812
-29,04	95,18	0,36	25	122,495	51,039	0,761	45,652	1,879,279
-27,91	92,46	0,36	26	119,467	51,769	0,729	43,761	2,414,506
-26,83	89,89	0,36	27	116,598	52,469	0,700	42,009	3,030,350
-25,79	87,44	0,37	28	113,876	53,142	0,673	40,383	3,734,296
-24,79	85,11	0,37	29	111,289	53,790	0,648	38,870	4,525,102
-23,83	82,88	0,37	30	108,828	54,414	0,624	37,460	5,404,649
-22,90	80,76	0,37	31	106,484	55,017	0,602	36,142	6,374,465
-22,01	78,74	0,38	32	104,247	55,598	0,582	34,908	7,537,572
-21,16	76,81	0,38	33	102,111	56,151	0,563	33,751	8,895,077
-20,34	74,96	0,38	34	100,068	56,705	0,544	32,664	10,450,983
-19,55	73,19	0,38	35	98,113	57,233	0,527	31,641	12,209,922
-18,79	71,49	0,39	36	96,240	57,744	0,511	30,678	14,179,699
-18,06	69,87	0,39	37	94,443	58,240	0,496	29,768	16,367,461
-17,36	68,30	0,39	38	92,719	58,722	0,482	28,908	18,780,009
-16,68	66,81	0,39	39	91,062	59,190	0,468	28,095	21,425,870
-16,03	65,37	0,39	40	89,468	59,646	0,455	27,324	24,314,460
-15,41	63,98	0,40	41	87,935	60,089	0,443	26,592	27,458,908
-14,81	62,65	0,40	42	86,458	60,520	0,432	25,897	30,871,751
-14,24	61,36	0,40	43	85,034	60,941	0,421	25,236	34,560,641
-13,69	60,13	0,40	44	83,661	61,351	0,410	24,607	38,541,678
-13,15	58,93	0,41	45	82,335	61,751	0,400	24,008	42,823,908
-12,64	57,78	0,41	46	81,055	62,142	0,391	23,436	47,418,095
-12,15	56,67	0,41	47	79,817	62,523	0,381	22,889	52,337,592
-11,68	55,60	0,41	48	78,620	62,896	0,373	22,367	57,592,897
-11,23	54,56	0,42	49	77,462	63,261	0,364	21,868	63,198,607
-10,79	53,56	0,42	50	76,340	63,617	0,356	21,390	69,162,008
-10,37	52,59	0,42	51	75,254	63,966	0,349	20,932	75,494,889
-9,97	51,65	0,42	52	74,201	64,307	0,342	20,492	82,218,967
-9,58	50,74	0,42	53	73,180	64,642	0,335	20,070	89,348,900
-9,21	49,86	0,43	54	72,189	64,970	0,328	19,665	96,892,932
-8,85	49,01	0,43	55	71,227	65,291	0,321	19,276	104,860,070
-8,51	48,18	0,43	56	70,292	65,606	0,315	18,902	113,260,665
-8,18	47,38	0,43	57	69,384	65,915	0,309	18,541	122,105,902
-7,86	46,60	0,44	58	68,502	66,218	0,303	18,194	131,409,541
-7,56	45,85	0,44	59	67,643	66,516	0,298	17,859	141,187,859
-7,26	45,12	0,44	60	66,808	66,808	0,292	17,537	151,457,537





De lo anterior se deduce posterior a los análisis de ordenamiento de valores mediante el método DOODLER SANTER una lluvia o tormenta de diseño con una intensidad de 364,13 mm/h y precipitación de 121,37 mm.

4.5. Hidrología y Evaluación de drenaje superficial

Las estaciones meteorológicas para el Valle de Aburrá que cuentan con coeficientes para la elaboración de las curvas IDF, son las estaciones Aeropuerto Olaya Herrera, Caldas, planta de Tratamiento La Ayurá, San Antonio de Prado, San Cristóbal y la Estación Miguel de Aguinaga.

Dada la caracterización bimodal ya demostrada, se han escogido las siguientes estaciones hidrometeorológicas para el desarrollo de los análisis correspondientes en función de la condición de establecimiento de precipitaciones en las partes altas y centrales del área metropolitana de Medellín en atención a la condición probable de ocurrencia de lluvias de carácter convectivo.



Imagen 17 Localización de estaciones hidrometeorológicas seleccionadas

Así las cosas, el desarrollo de las curvas correspondientes a la condición de intensidad, duración y frecuencia se construyen para la valoración del comportamiento en la parte alta para la estación SAN CRISTÓBAL y en la ciudad consolidada en la parte central del valle para las estaciones AEROPUERTO OLAYA HERRERA y LA AYURA, esto con el fin último de poder determinar la condición más extrema y que conlleve a condiciones de seguridad adecuadas en el momento de efectuar los cálculos correspondientes para las obras hidráulicas necesarias en el sector afectado por el proceso de inestabilidad en la ladera objeto de estudio en el predio de propiedad del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar en el cual se prestan los servicios de internamiento de menores CAE – Carlos Lleras Restrepo.

- I. Para la estación LA AYURÁ, se tiene la siguiente curva de Intensidad, Duración y Frecuencia cuya fuente de información corresponde a las Empresas Públicas de Medellín –EPM y se ha constituido de manera especial como referencia para el desarrollo de este tipo de análisis en la zona del Área Metropolitana de Medellín en el Valle de Aburrá.

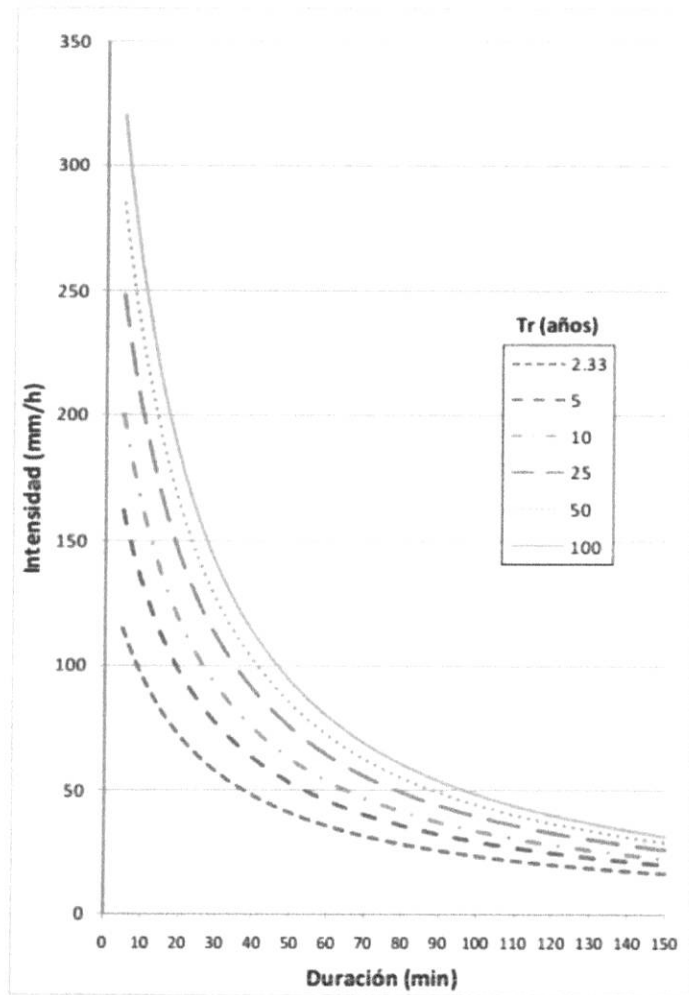
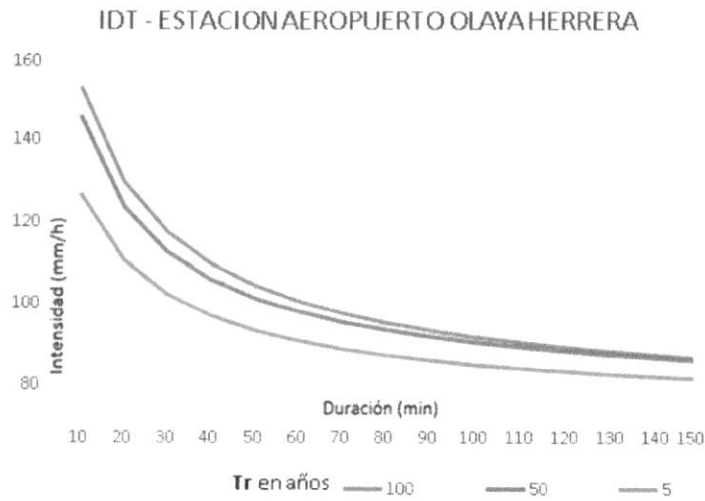
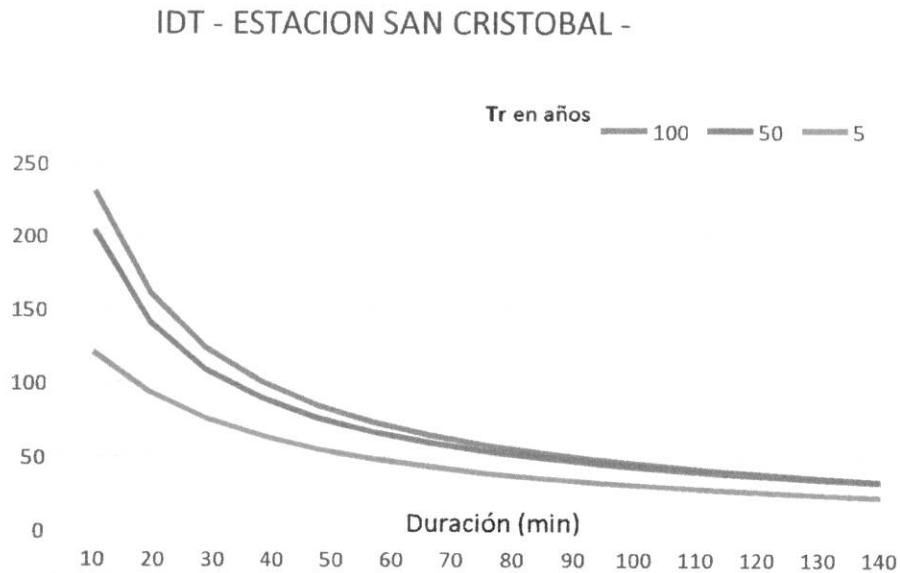


Imagen 18 Curva Intensidad – Duración y Frecuencia para la Ayurá. Fuente: EPM

- II. Para la estación correspondiente a la parte media de la ciudad (AEROPUERTO OLAYA HERRERA) la curva IDT corresponde a:



- III. La estación de la parte alta más cercana a la zona de estudio corresponde a la estación SAN CRISTOBAL, cuya información conlleva a la generación de la siguiente IDT.



Para el análisis de la cuenca en términos hidrológicos, se ha determinado un área correspondiente a 44.5 Ha y una longitud de 442 mts., según se denota en la imagen correspondiente. La misma identifica la zonas de corte en la parte alta y baja así como los límites de confinamiento de las aguas captadas en los costados (vía publica al occidente y valle del caño natural al oriente).



Imagen 19 Zona para análisis en términos hidrológicos

4.6 Hidráulica

El área de estudio se caracteriza por pendientes medias y una cobertura vegetal predominante con plantación típica de antiguos cultivos y pastizales, donde no existen cunetas ni otros sistemas de drenaje superficial artificiales, por lo tanto, el agua se infiltra de manera natural en el terreno. Como medidas básicas de carácter antrópico para la captación del agua de escorrentía se evidencian dos tramos de filtro francés de unos 200 metros de longitud con la intención de descole y entrega final del volumen de agua captada al caño natural del costado oriental del terreno.

No se evidencia ningún tipo de red privada de acueducto o alcantarillado o cualquier tipo de infraestructura en el polígono de estudio.

4.7 Sismología

Con base en los estudios de neotectónica realizados sobre el sistema de fallas de Romeral, el análisis de la sismicidad instrumental y el conocimiento disponible sobre las demás sismo fuentes, el Grupo de Sismología de Medellín, asociación integrada por la Universidad EAFIT, la Facultad de Minas de la Universidad Nacional, la Seccional del INGEOMINAS de Medellín e INTEGRALS.A evaluó la amenaza sísmica a la cual está expuesta la ciudad. Esta amenaza se definió en términos de la probabilidad de ocurrencia en un periodo de tiempo de sismos que superen un determinado nivel de intensidad (medida como aceleración del terreno durante el terremoto) y de su periodo de retorno, que es el tiempo promedio en el cual es probable que se presente un sismo de dicha intensidad. Los resultados del estudio de amenaza sísmica para Medellín muestran que la amenaza sísmica es intermedia, que los sismos grandes son mucho menos frecuentes y la posibilidad de ocurrencia en nuestra vida es muy baja.

Por otra parte, de acuerdo con los estudios de microzonificación sísmica de Medellín y del Valle de Aburrá, la ciudad de Medellín se encuentra localizada en un ambiente tectónico complejo, resultado de la interacción de tres placas tectónicas que la expone a una actividad sísmica importante, que difiere significativamente en función de la localización geográfica dentro del Valle, con intensidades que pueden llegar a ser catastróficas para la ciudad y para la región.

De acuerdo a la Microzonificación Geotécnica y Sísmica, el estudio de microzonificación sísmica realizado para Medellín, dividió la ciudad en 14 zonas homogéneas y el Polígono objeto de estudio se encuentra en la denominada Zona Homogénea 1: Noroccidental la cual comprende básicamente la comuna noroccidental de la ciudad de Medellín, limitada al norte por la quebrada La Madera, que a su vez separa los municipios de Medellín y Bello. Al oriente limita con el río Medellín hasta la calle 93, cruzando en diagonal hasta aproximadamente la calle 89 con la carrera 65 (E=834629m, N=1186578m), y siguiendo hasta la calle 80 con carrera 67 (E=834327m, N=1186278m), sin incluir el Cementerio Universal. Continúa por la carrera 67 hasta la transversal 78. Al sur, parte de la transversal 78 con la transversal 73 (E=833770m, N=1185692m), sigue hacia la calle 65 hasta el cruce con la carrera 80 y se extiende por la quebrada La Igua. Comprende el sector del Doce de Octubre con los barrios Santander, Doce de Octubre No.1 y No.2, Pedregal, Los Arrayanes, El Triunfo, El Progreso No.2, Mirador del Doce, Kennedy, San Martín de Porres, La Esperanza. Igualmente, incluye el sector de Castilla con los barrios Florencia, Téjelo, Las Brisas, Toscana, Boyacá, Héctor Abad Gómez, Plaza de Ferias, Girardot, Belalcázar, Tricentenario, Castilla, Francisco Antonio Zea, Alfonso López, parte de El Progreso y El Oleoducto. Se encuentra además en esta zona homogénea el sector de Robledo con los barrios Córdoba, Luis López de Mesa, Bosques de San Pablo, Pilarica, Facultad de Minas, Altamira, Bello Horizonte, El Diamante, Aures No.1 y No.2, Picachito, Picacho, Palenque No.1 y No.2, Villa Flora, La Pola, El Cucaracho, Robledo, Porvenir, Fuente Clara y Santa Margarita.

Los terrenos de esta zona están constituidos básicamente por una serie de depósitos del tipo coluvial, predominantemente flujos de lodos y/o escombros. Adicionalmente, presenta afloramientos locales de anfibolita y neis. El relieve de esta parte del flanco del valle está caracterizado por una morfología desde irregular a ondulada, con una pendiente suave en su parte inferior cercana al río Medellín. A medida que se asciende sobre la ladera, la morfología se torna moderada, rasgo que se conserva hasta llegar a la parte alta media del flanco del valle, a la altura de la vía que conduce de Medellín a San Pedro.

Tabla 5. Coeficientes espectrales para los sismos de control de daños y de diseño. Los datos tomados para el presente Estudio son los de la Zona Homogénea 1.

Zona Homogénea	Sismo de control de daños						Sismo de diseño					
	a_{smax}	F_a	S_{amax}/l	T_0	T_c	α	a_{smax}	F_a	S_{amax}/l	T_0	T_c	α
1	0.05	4.50	0.23	0.10	0.50	1.43	0.27	2.60	0.70	0.10	0.60	1.34
2	0.08	2.80	0.22	0.10	0.30	1.17	0.34	2.35	0.80	0.10	0.40	1.17
3	0.07	3.57	0.25	0.10	0.50	1.48	0.30	2.66	0.80	0.20	0.70	1.52
4	0.05	3.60	0.18	0.10	0.60	1.46	0.23	2.17	0.50	0.10	0.65	1.22
5	0.06	3.66	0.22	0.10	0.50	1.42	0.20	3.00	0.60	0.10	0.60	1.26
6	0.05	2.81	0.14	0.10	0.40	1.11	0.20	2.50	0.50	0.10	0.50	1.07
7	0.06	3.66	0.22	0.10	0.50	1.42	0.20	3.00	0.60	0.10	0.60	1.26
8	0.08	2.25	0.18	0.10	0.65	1.52	0.23	2.40	0.55	0.10	0.75	1.37
9	0.06	3.75	0.23	0.10	0.40	1.31	0.26	2.70	0.70	0.10	0.55	1.28
10	0.09	2.78	0.25	0.10	0.40	1.35	0.38	2.10	0.80	0.10	0.50	1.29
11	0.06	3.75	0.23	0.10	0.50	1.43	0.26	2.88	0.75	0.10	0.65	1.43
12	0.06	4.16	0.25	0.10	0.65	1.67	0.26	3.07	0.80	0.15	0.70	1.52
13	0.06	4.16	0.25	0.10	0.40	1.35	0.26	3.07	0.80	0.10	0.50	1.29
14	0.05	2.81	0.14	0.10	0.50	1.23	0.20	3.00	0.60	0.10	0.55	1.21

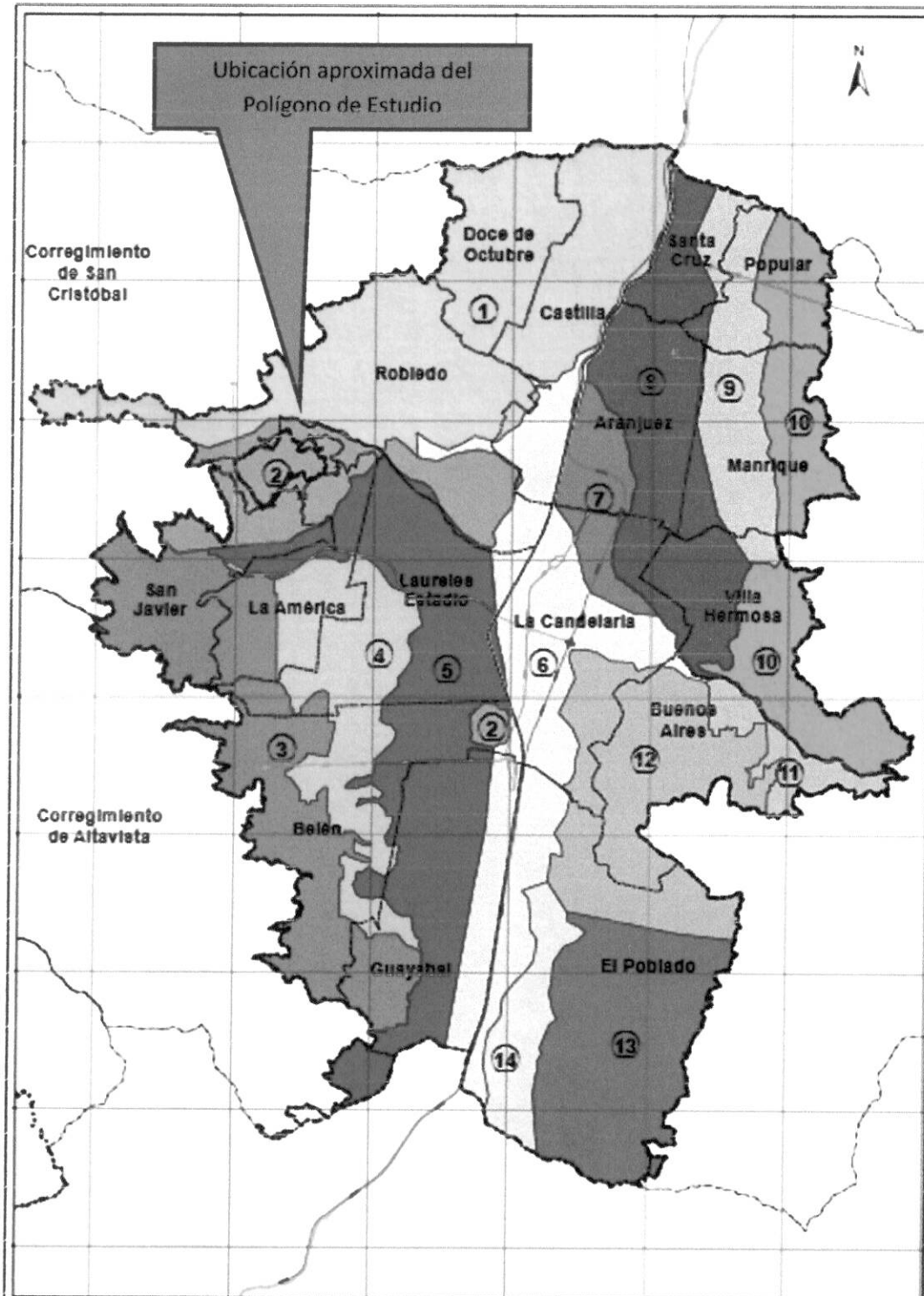


Imagen 20 Mapa de microzonificación sísmica de Medellín. El polígono objeto del presente estudio se encuentra en la Zona 1

5. COBERTURA VEGETAL Y USOS DEL SUELO

5.1. Criterios

El levantamiento de la cobertura y uso del suelo puede definirse como el análisis y la clasificación de los diferentes componentes del medio en superficie y de los usos asociados que el hombre practica en un espacio determinado. La COBERTURA es un elemento integrante del paisaje y junto con la geoforma constituyen su expresión visible, y el USO es el empleo que el hombre da a los diferentes tipos de cobertura, ya sea de forma cíclica o permanente, para satisfacer sus necesidades. Es evidente que las características del uso del suelo son el resultado de la interrelación entre los factores físicos o naturales y los factores culturales o humanos.

El estudio tendrá en cuenta la influencia de la cobertura y el uso del suelo en las condiciones de estabilidad actual y futura. Para los análisis de estabilidad se tendrá en cuenta tanto la cobertura y uso actuales como los posibles efectos producidos por los cambios de cobertura y usos que se recomienden en el estudio.

5.2. Método de trabajo

Existen diferentes sistemas de clasificación, preparados con el fin de estudiar coberturas locales con objetivos particulares. La mayoría de los sistemas toman como punto de partida las nueve (9) clases del sistema de clasificación de la Unión Geográfica Internacional, cuyo propósito fue unificar criterios sobre los diversos usos del suelo.

En el presente estudio se utiliza el sistema de clasificación de uso y cobertura del suelo CIAF, éste sistema es análogo al propuesto por el ITC, pero se diferencia de él en que fija criterios de jerarquización de clases correspondientes a categorías menores de manera que sean congruentes con las escalas de trabajo (Vargas, 1992).

El método establece una clara distinción entre los conceptos de uso y cobertura, y los clasifica en grupos diferentes de clases, puede ser ejecutado mediante la interpretación de imágenes de sensores remotos de diversas fuentes y escalas, o directamente en campo. La clasificación involucra cuatro niveles de jerarquización que van de lo general a lo detallado (Vargas, 1992) así:

- Nivel 1: Exploratorio
- Nivel 2: Reconocimiento
- Nivel 3: Semi-detalle
- Nivel 4: Detalle

Para cada uno de los niveles aplica la clasificación expuesta en la siguiente Tabla, acorde con la escala de trabajo y ajustada con los requerimientos del estudio, el tratamiento de la cobertura y el uso es menester acometerlo desde el cuarto nivel exploratorio: el de detalle, exclusivamente apoyado en cartografía directa (i.e. con trabajo de campo).

Tabla 6. Leyenda y Clasificación de uso y Cobertura de la Tierra

1er Nivel Exploratorio:	2do Nivel Exploratorio:	3er Nivel Exploratorio: Descripción

Unidad	Características	
1. Construcciones	A. Edificaciones en proceso de construcción:	Corresponden al proyecto la Pola III el cual se encuentra suspendido.
	B. Edificaciones informales:	Se encuentran dispersas a lo largo del polígono, incluye corrales de aves, cocheras de cerdos, depósitos de almacenamiento de materiales reciclados y vivienda, todas en calidad aparente de invasión.
2. Vegetación	A. Bosque natural fragmentado:	Hace referencia a los bosques y rastrojos altos
	B. Bosque plantado	Corresponde a plantaciones de pino
	C. Pastos enmalezados o en rastrojados y pastos enmalezados Arbolados	Esta categoría la conforman los potreros en desuso y dentro de esta categoría se incluyeron zonas que contienen pastos enmalezados y poblados con árboles dispersos.
	D. Arbustos y matorrales:	Esta cobertura comúnmente denominada rastrojo bajo
	E. Mosaico de cultivos	Pequeñas parcelas con cultivos de maíz, yuca, tomate de árbol y frijol.
3. Tierras eriales	A. Suelo Desnudo. Erosión provocada	Tierras desnudas: hacen referencia a algunos taludes remanentes y descubiertos de vegetación que fueron adecuados para las obras del proyecto la Pola III. Involucra los surcos, expuestos al intemperismo y los procesos de inestabilidad en los que el factor condicionante o detonante, por excelencia, recae en la actividad antrópica.

Fuente: Elaboración propia, tomado de

Para establecer el tipo de cobertura vegetal existente en el área de estudio, se estableció el siguiente procedimiento:

- Adquisición y preparación de la información: Revisión de información existente como: Imágenes satelitales, Cartografía básica y/o topográfica, Mapas temáticos de cobertura del territorio, Información estadística de uso y coberturas y Censos o inventarios de diferentes tipos de uso y ocupación del territorio.
- Visita de campo y toma de registro fotográfico: Para la verificación de campo se realizó un recorrido general de toda el área del polígono para verificar la diversidad de

coberturas y usos de la tierra teniendo en cuenta las posibilidades de acceso y garantizando la seguridad de los intérpretes y acompañantes para el control de campo.

- Generación de la caracterización y del mapa temático de cobertura vegetal y usos del suelo.

5.3. Cobertura vegetal

El concepto de clasificación desarrollado cuyo objetivo es dividir la cubierta vegetal del polígono de estudio calculando la ponderación de cada cobertura respecto a la totalidad del sistema natural, dando como resultado las coberturas vegetales con mayor nivel de significancia del sistema natural.

La cobertura vegetal del área de estudio está representada especialmente por pastos naturales no manejados, por rastrojo alto el cual se encuentra principalmente en la rivera de la escorrentía ubicada en el límite oriental de lote, por áreas con rastrojo bajo las cuales hacen parte de la sucesión vegetal donde las pasturas se abandonaron totalmente y por un área de cultivos la cual se caracteriza por pequeñas parcelas informales de maíz, yuca y frijol utilizadas para autoconsumo. Existen también plantaciones forestales de especies foráneas de la familia de los pinos, los cuales son de gran porte (parte media del polígono de estudio).

Las especies existentes al interior de las áreas identificadas en el mapa de coberturas vegetales, son las siguientes:

Pastos Naturales: Kikuyo no manejado

Pastos de Corte: King grass

Plantación Forestal: Pinos de gran porte

Rastrojo Alto: Pomos, suribios, yarumos, sauce, totumos, acacias, casco devaca, aguacatillos, gualanday, pátula, cipres, palmas.

Rastrojo Bajo: Higuera, girasol, dormidera, uvito, arrayán, cordoncillos, mortiños.

Cultivo: Yuca, maíz, frijol, tomate de árbol.

- **1-A. Edificaciones en proceso de construcción:** Corresponden al proyecto la Pola III el cual se encuentra suspendida.

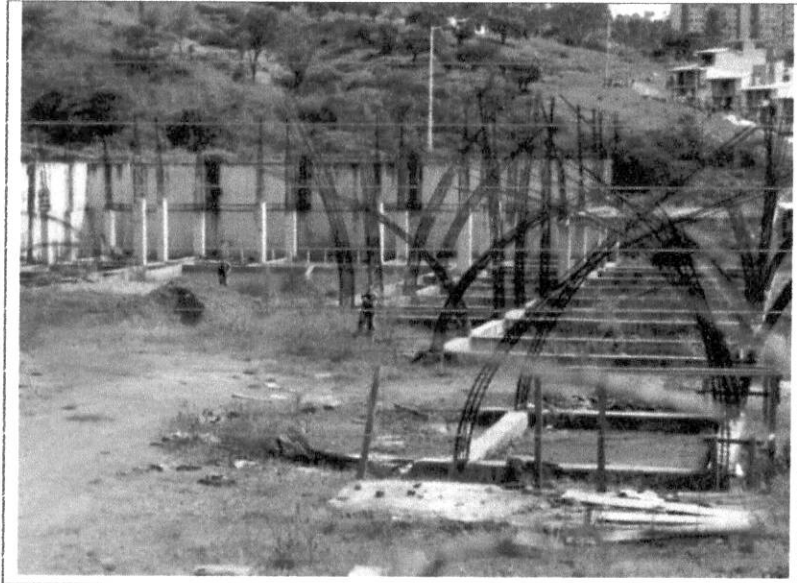


Imagen 21 Proyecto la Pola III en proceso de construcción con obra suspendida.

- **1-B. Edificaciones informales:** Se encuentran dispersas a lo largo del polígono, incluye corrales de aves, cocheras de cerdos, depósitos de almacenamiento de materiales reciclados y vivienda, todas en invasiones.

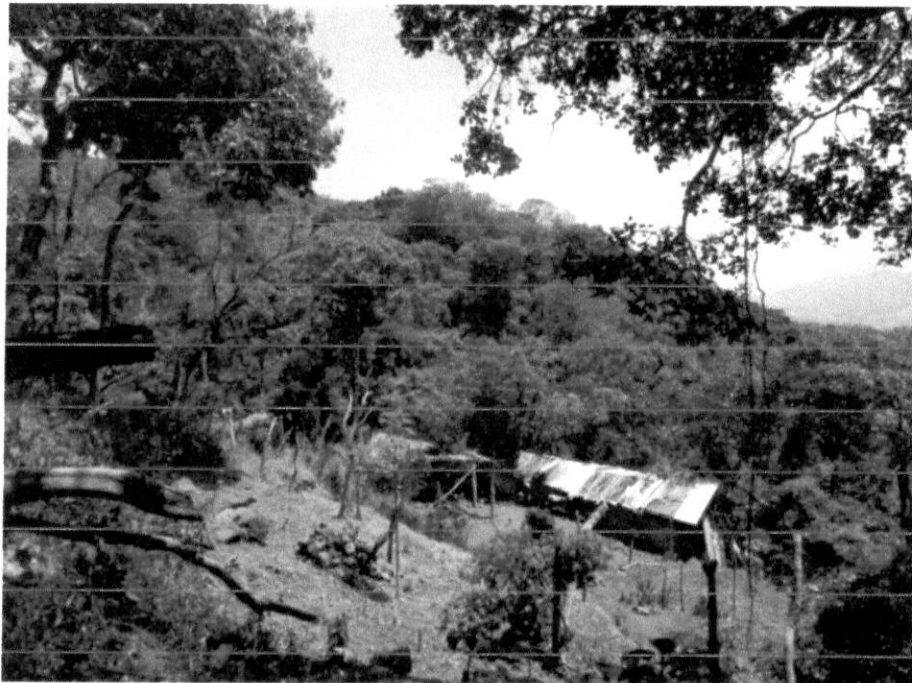




Imagen 22 Edificaciones informales en calidad de invasión.

- **2-A. Bosque natural fragmentado:** Hace referencia a los bosques y rastrojos altos, ubicados principalmente en la parte norte del polígono y cubriendo el retiro de la escorrenría que limita el área de estudio hacia el oriente.



Imagen 23. Bosque Natural Fragmentado.

- **2-B. Bosque plantado:** Corresponde a plantaciones de pino que posiblemente tienen una función protectora y se ubican hacia la parte alta del escarpe principal del proceso de remoción en masa.





Imagen 24 Bosque Plantado de pinos de gran porte.

- **2-C. Pastos enmalezados o enrastrados y pastos enmalezados Arbolados:** Esta categoría la conforman los potreros en desuso y dentro de esta categoría se incluyeron zonas que contienen pastos enmalezados y poblados con árboles dispersos. Esta cobertura está conformada por potreros con pinos, cipreses y palmas de plátano silvestre dispersos.





Imagen 25. Pastos enmalezados y enrastrados y pastos enmalesados y arbolados

- **2-D. Arbustos y matorrales:** Esta cobertura comúnmente denominada rastrojo bajo. Se encuentra principalmente en parches donde se evidencia la recuperación de las coberturas boscosas. Se encuentra también en zonas aledañas a bosques naturales fragmentados y a cultivos a lo largo de todo el polígono.





Imagen 26 Arbustos y Matorrales.

- **2-E. Mosaico de cultivos:** distribuido especialmente hacia la parte central del polígono, conformada en su mayoría por pequeñas parcelas con cultivos de maíz, yuca, tomate de árbol y frijol.





Imagen 27 Mosaico de Cultivos

- **3-A. Tierras desnudas:** hacen referencia a algunos taludes remanentes y descubiertos de vegetación que fueron adecuados para las obras del proyecto la Pola III.



Imagen 28 Tierras desnudas (taludes con alto grado de erosión)

5.4. Usos del suelo

Con respecto a los usos actuales del suelo, en las áreas cubiertas con pastos no se presentan explotaciones pecuarias de ningún tipo (ganadería, lechería), convirtiéndose en tierras ociosas o eriales. Las áreas con rastrojo alto y bajo cumplen una función protectora tanto para el recurso hídrico como para el medio suelo. Igual función cumple las áreas con plantaciones forestales, aunque en ella se realiza aprovechamientos relacionados con invasiones informales para vivienda y almacenamiento de materiales de reciclaje.

El área ocupada con cultivos, no es representativa con respecto a los otros usos presentes en la zona y son considerados como cultivos de subsistencia. La actividad agroindustrial está representada por un galpón para el levante de cerdos y aves de corral, todos estos aprovechamientos del suelo se realizan por personas vecinas del sector las cuales al parecer no son propietarias del terreno.

Sobre el primer tercio de la margen sur del polígono existe una gran cantidad de material inestable producto de la activación de un proceso de remoción en masa detonado por la falta de protección geotécnica de los taludes generados para la conformación del terreno en donde se encuentra localizado el proyecto La Pola III. Adicionalmente hacia el costado sur occidental del polígono se localizan otros taludes con alturas hasta de 8 metros, los cuales tampoco muestran medidas de protección, razón por la cual se ha generado un proceso de inestabilidad y erosión sobre el terreno natural poniendo en riesgo la estabilidad del muro de cerramiento en este sector.

Los usos institucionales y equipamientos corresponden al lote en donde se encuentra en construcción del proyecto La Pola III como ampliación de las instalaciones del Centro de Atención al Menor Infractor.

Lo asentamientos informales realizados en calidad de invasión, distribuidos de manera dispersa en el polígono, se caracterizan por estar conformados por edificaciones usadas para corral de animales como cerdos y aves de corral y depósitos para el almacenamiento de materiales reciclados. Cabe resaltar que estas invasiones se propician por la falta de medidas de seguridad del lote al no contar con un cerramiento perimetral y/o vigilancia permanente.

En el siguiente cuadro se describe el área ocupada por cada tipo de cobertura y uso del suelo.

Tabla 7. Área ocupada por cada tipo de cobertura del suelo.

Tipología de cobertura vegetal	Área: m²	Porcentaje del Total (%)
Bosque natural fragmentado	3274.5689	9.55
Mosaico de cultivos	3454.0254	10.08
Arbustos y matorrales	6730.604	19.65
Pastos enmalezados y enrastrojados	9914.5748	28.93
Bosque plantado	5275.2318	15.39
Edificaciones informales	500	1.47
Edificaciones en proceso de construcción	1757.4831	5.12
Tierras desnudas	3372.1687	9.81
Total	34278.6567	100

5.5. Contaminación

La contaminación más visible se localiza en el cuerpo de agua de la escorrentía, que establece el límite del polígono en el costado oriental, la cual tiene un caudal aproximado a las tres pulgadas y sus aguas se aprecian turbias y jabonosas y con olores que evidencian el vertimiento indebido de aguas servidas en este cuerpo de agua. Uno de los vertimientos indebidos que se pueden observar es el de la marranera ubicada al interior del polígono en cual vierte sus aguas servidas de manera indebida a la ladera y cuyas aguas caen a este canal de escorrentía. Tampoco se descarta el vertimiento de aguas contaminadas aguas arriba en zonas que no pertenecen al polígono de estudio y que se escapa de su alcance el identificarlas.

También se observa, principalmente en el sector en donde se encuentra la invasión con edificaciones informales usadas para vivienda y para almacenamiento de material reciclado, la disposición indebida de residuos sólidos no aptos para el reciclaje y no perecederos como colchones, muebles, vidrio, plásticos contaminados y otros.





Imagen 29 Contaminación generada por vertimientos indebidos al canal de escorrentía y por disposición inadecuada de residuos sólidos.

6. INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA

6.1. Criterios

La investigación geotécnica tiene por objeto el levantar, mediante trabajos de campo, complementados con trabajos de laboratorio, la información suficiente y adecuada que permita caracterizar cuantitativamente los procesos de inestabilidad identificados.

La investigación geotécnica comprende un programa suficiente y razonable de exploración directa mediante perforaciones, apiques, trincheras etc., definidos por el responsable del estudio y adecuadamente distribuidos sobre el área de manera que permita garantizar la obtención de la información geotécnica requerida para completar el modelo o modelos geológico-geotécnicos de las diferentes zonas consideradas dentro del área donde se requiere el estudio detallado y donde se plantearan las medidas y/u obras de mitigación.

El trabajo de campo se ha complementado con un programa de ensayos de laboratorio (propiedades índice y mecánicas) que permite caracterizar adecuadamente los materiales (rocas y suelos) y establecer adecuadamente las características esfuerzo-deformación, resistencia u otras propiedades (tales como: permeabilidad, cohesión, ángulo de fricción, módulos, etc.) de los materiales involucrados.

6.2. Método de trabajo

Para el desarrollo de los trabajos de investigación del subsuelo se utilizó un equipo de exploración, que mediante la rotación de una broca tricono y lodos a base de bentonita, permitió extraer muestras del suelo ubicadas a profundidades de hasta 15 metros (mediante la utilización de tubos de pared delgada). De igual manera, dadas las características del terreno y su susceptibilidad al colapso frente a la adición de agua, fue necesario realizar el encamisado de los pozos de perforación, lo cual adicionalmente permitió medir la ubicación del nivel freático a los 8 días de finalizada la exploración. Posteriormente y una vez se colectó la información referente a la ubicación del nivel freático, se procedió a sellar los pozos con tierra a fin de evitar que los mismos representen un riesgo para los habitantes y transeúntes, así como para la fauna presente en el sitio.

Por otra parte, se realizaron 6 apiques a 1.5 metros de profundidad, los cuales fueron elaborados mediante técnicas de excavación manual con herramienta menor. Estos apiques se distribuyeron de manera uniforme en el polígono de estudio de tal manera que se lograra una amplia cobertura del área de estudio. Una vez finalizada la actividad de recolección de información, se procedió a rellenar los apiques realizados con el propósito de no generar elementos de riesgo para los transeúntes del sector, o zonas de acumulación de agua que puedan afectar en alguna medida la estabilidad del terreno.

6.3. Investigación del subsuelo

Mediante la técnica de exploración de rotación y lavado se realizaron 14 perforaciones a 15 metros de profundidad, y la extracción de muestras de suelo poco alteradas para

realizar con ellas ensayos de Corte Directo, ensayos de Permeabilidad y ensayos de Clasificación física del terreno.

De otro lado, mediante trincheras se recuperaron muestras de suelo para ensayos de permeabilidad y en menor medida para determinar las propiedades mecánicas de resistencia al corte del suelo, ya que las muestras de mayor representatividad para estimar la resistencia al corte del terreno evaluado, son las ubicadas a profundidades superiores a los 1.5 metros.

De los aspectos a resaltar y que fueron evidenciados en las actividades de exploración del subsuelo, se resalta que las perforaciones realizadas con el método de rotación y lavado experimentaron continuos derrumbes que obstaculizaron el paso de las brocas de perforación, razón por la cual fue necesario encamisar dichas perforaciones con tubería de PVC, sin embargo los cortes realizados durante la ejecución de las trincheras no mostraron afloramiento de agua en sus paredes y se mostraron estables en toda su altura (1.5 metros), pero al adicionarles agua para medir la infiltración del terreno experimentaron colapso de sus paredes, situación que evidencia la alta susceptibilidad del suelo frente a los cambios de posición del nivel freático.

6.4. Zonificación geotécnica

Como producto de la exploración adelantada, en toda la extensión del polígono se encontró predominantemente el mismo perfil del terreno hasta los 15 metros de profundidad, razón por la cual la zonificación geotécnica del área de estudio se puede representar mediante le siguiente perfil estratigráfico.

PROFUNDIDAD (m)		DESCRIPCION DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO
DE	A	
0	0,5	Capa vegetal y/o suelo orgánico
0,5	15	Suelos residuales de anfíbolita de color amarillo oscuro. Material limo arcilloso con contenidos de arena y plasticidad media, con presencia de bloques irregulares de anfíbolita de hasta 1 metro cúbico. No se identifica cambio de estratos visibles. A los 2 días de realizada la exploración el nivel freático se identifica a 3,2 metros de profundidad. CLASIFICACION: ML - CL

Los perfiles estratigráficos para cada perforación se presentan en el Anexo correspondiente.

6.5. Ensayos de laboratorio

Obtenidas las muestras las mismas fueron embaladas en papel parafinado, guardadas en tubería de PVC y transportadas a laboratorio donde fueron sometidas a los siguientes ensayos:

1. Corte Directo
2. Permeabilidad
3. Granulometría
4. Límites de consistencia
5. Humedad
6. Peso unitario
7. Peso específico
8. Esclerómetro
9. Hidrómetro

A partir de estos ensayos se obtuvieron los siguientes parámetros de diseño,

1. Angulo de fricción de 30 grados y cohesión de 50 KPa.
2. Permeabilidad de $4.5E-03 \text{ cm/seg}^2$
3. La granulometría clásica el material como un suelo arenoso con contenido de finos y bloques de roca de hasta 1 metro cubico de volumen.
4. Limite liquido de 45 y Limite plástico de 22 CL - ML
5. Humedad natural de 30%
6. Peso unitario de 1.92 gr/cm^3
7. Peso específico 2.65
8. A partir del esclerómetro se estima una resistencia de los bloques de roca de aproximadamente 525 kg/cm^2 .
9. A partir del hidrómetro se establece que el componente fino del suelo es una arcilla limo arenosa.

6.6. Determinación del modelo geológico-geotécnico

A partir de la integración de la información sobre los aspectos geológicos y geomorfológicos, de exploración del subsuelo y de resultados de ensayos de laboratorio, se delimitó en un plano con curvas de nivel cada 0.5 m, las zonas homogéneas en términos de su comportamiento geotécnico. En cada una de las zonas se determinaron entre otros aspectos los mecanismos actuales y potenciales de inestabilidad, composición y distribución estratigráfica de los materiales y su relación con las condiciones geológicas, geomorfológicas, hidrológicas e hidráulicas, identificación de comportamientos típicos ante diferentes solicitaciones, evaluación de parámetros representativos de resistencia y determinar las relaciones esfuerzo-deformación, etc.

La zonificación elaborada permitió orientar la selección de los sitios puntuales y las secciones transversales sobre los cuales se realizaron los análisis detallados de estabilidad. Es así que con base en el análisis geológico realizado se estableció que el material presente es un suelo residual de anfíbolita que ocupa la totalidad del polígono de estudio y se extiende en profundidad hasta los 15 metros explorados, pudiendo suprayacer a un saprolito que posteriormente da paso a la roca sana.

Teniendo en cuenta lo anterior, el modelo geológico geotécnico para análisis de estabilidad es representado por el perfil que se presenta a continuación, y está conformado por un suelo homogéneo con propiedades mecánicas y físicas uniformes en todo el polígono de estudio.

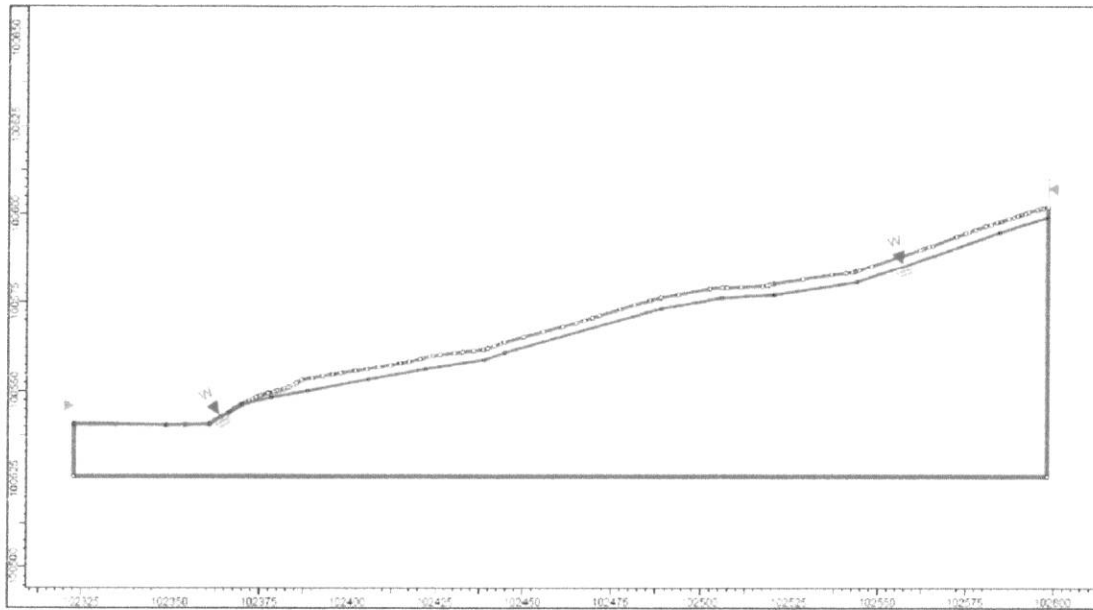


Imagen 30 Modelo geológico geotécnico para análisis de estabilidad

7. ANALISIS DE ESTABILIDAD

7.1. Criterios

Antes de ejecutar los análisis numéricos de estabilidad por remoción en masa, se definieron los posibles mecanismos de falla, y se identificaron los agentes detonantes y contribuyentes con los procesos de inestabilidad, que deben incluirse en los análisis de estabilidad de taludes y laderas como elementos detonantes (nivel freático y el sismo).

7.2. Método de trabajo

Haciendo uso de 27 perfiles topográficos, así como de la información obtenida en la exploración del subsuelo, y la caracterización del terreno, se definieron modelos numéricos mediante el Software Slide de Rocscience Inc, usando las teorías de cálculo simplificadas desarrolladas para este propósito por Bishop y Janbu, las cuales han sido ampliamente utilizadas en el campo de la ingeniería y validadas en múltiples escenarios. Los parámetros de resistencia han sido elegidos con base en ensayos de laboratorio y se han teniendo en cuenta escenarios de análisis en condiciones normales, y extremas de agua y sismo.

7.3. Modelo numéricos y análisis de estabilidad

Los análisis de estabilidad para los 27 perfiles topográficos estudiados en el proceso de sectorización de la amenaza por remoción en masa, y los perfiles seleccionados para diseño, son presentados en el Anexo de Análisis de Estabilidad.

8. EVALUACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE AMENAZA POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA ACTUAL Y FUTURA (ESCENARIO SIN MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS)

8.1. Criterios

La valoración de las condiciones fundamentales de amenaza por Fenómeno de Remoción en Masa para el predio denominado La Pola en el cual se desarrollaba la Fase III, objeto del presente estudio incluye no sólo la condición de estabilidad de la ladera bajo condiciones extremas, sino que efectúa una revisión detallada de los siguientes aspectos con criterios particulares descritos a continuación:

- **Escala de análisis:** Para la delimitación y zonificación de las amenazas por movimientos en masa se ha utilizado la escala adecuada con el fin de generar un detalle de la problemática existente en la zona de estudio, permitiendo la identificación adecuada de posibles afectaciones en la infraestructura propia del ICBF, las construcciones aledañas y el entorno natural del polígono de estudio determinado por la Dirección Administrativa de la Sede Nacional del ICBF.
- **Categorización de las amenazas:** Para la categorización de las amenazas, se ha propuesto una categorización convencional de tres (3) escalas a saber: alta, media y baja, las cuales corresponden a condiciones de valoración comúnmente utilizadas para estos fines, estos parámetros son aplicados para establecer las condiciones particulares de cada una de las condiciones amenazantes identificadas en el estudio y análisis técnico.
- De acuerdo a la metodología requerida por la entidad contratante (ICBF) en el desarrollo contractual se ha considerado de manera particular los parámetros determinantes, los cuales fueron estudiados y descritos en detalle en capítulos anteriores del presente informe:

Cartografía base: Mediante la obtención de información de la cartografía existente y la elaboración del levantamiento topográfico del lugar con las condiciones actuales de la ladera se ha construido el correspondiente plano topográfico detallado en la escala apropiada incluyendo aquellos aspectos de mayor relevancia para el análisis y determinación de alternativas de intervenciones. Esta cartografía incluye las condiciones tanto planimétricas como de altimetría.

Geología Regional y Local: Basados en el análisis de información existente respecto a la geología regional y local mediante los análisis de campo se ha efectuado revisión detallada de aspectos relevantes para la determinación o validación del modelo geológico según la información existente y recopilada y así entrar a clasificar la incidencia en la parametrización del nivel de amenaza.

Geomorfología: Esta condición ha permitido adelantar el análisis particular de los posibles factores detonantes y contribuyentes de la problemática evidenciada de la

inestabilidad de la ladera en estudio en el sector denominado por el ICBF como La Pola III.

Análisis Hidrológico e Hidrogeológico: Mediante el informe elaborado y remitido al ICBF, se ha establecido el carácter particular de la "microcuenca" en el entendido de las relaciones de precipitación y el comportamiento general de las aguas de escorrentía superficial, subsuperficial y el grado de percolación de los suelos, la particularidad de la infiltración y condiciones particulares de la ladera frente lluvias particulares y así establecer la interrelación con el procesos de remoción en masa

Cobertura y Uso del Suelo: La condición de la vegetación y en general la de uso del suelo se convierte en factor de análisis para establecer el proceso antrópico e histórico natural de la ladera con el fin de asociar la problemática en análisis a aspectos cuya génesis puede estar asociada a cambios sustanciales por fenómenos naturales o sencillamente por la intervención del hombre en alguna momento desestabilizando la masa de terreno.

Análisis Sismológico: El país ha establecido de manera particular el análisis de las condiciones sísmicas como factor preponderante para la reducción de la vulnerabilidad de los elementos expuestos y susceptibles de afectación en el entendido en que corresponde a este fenómeno las mayores pérdidas probables en condiciones generales. La NSR-10 ha establecido parámetros específicos a tener en cuenta, así como la normatividad señala particulares condiciones en el territorio del Valle de Aburra. En el caso que nos ocupa, se ha verificado la influencia del factor sismo respecto a la generación movimientos en masa en el polígono de estudio.

Inventario de movimientos en masa: Dado que la problemática particular se observa en la pata del talud del predio cuya propiedad corresponde al ICBF y sobrepasa el muro de cerramiento perimetral construido por la misma entidad, se ha hecho necesaria la evaluación que permita la identificación no sólo de los mecanismos de falla extramuros sino la evidencia de posibles movimientos antiguos y recientes.

Investigación del Subsuelo: Por medio de exploraciones al subsuelo con perforaciones profundas y el análisis de laboratorio según las normas técnicas vigentes a las muestras obtenidas, se ha determinado los parámetros de resistencia y características particulares del terreno.

Zonificación Geotécnica y Modelo Geológico y Geotécnico: Evaluando la caracterización y comportamiento geotécnico y la susceptibilidad de los suelos a presentar procesos de inestabilidad como reptaciones, desprendimientos de material o deslizamientos, se ha clasificado el área objeto de análisis y sus resultados se encuentran en el capítulo correspondiente.

Análisis de Estabilidad: El análisis de estabilidad del área determinada por el ICBF se ha efectuado de manera tal que considerando el estado actual y bajo condiciones normales y extremas de sismo y lluvia como factores detonantes permitan la obtención de factores de seguridad apropiados para el uso final que pretende el ICBF en la parte baja de la ladera así como posibles desarrollos en la zona media de la misma como aprovechamiento del terreno que conforma el CAE Carlos Lleras Restrepo de la ciudad de Medellín.

- **Evaluación de la amenaza:** Con la información primaria y secundaria obtenida se han realizado los análisis respecto a los escenarios más desfavorables, los cuales corresponden a un talud totalmente saturado producto de lluvias extremas, la ocurrencia de un evento sísmico cuya modelación arroja determinadas condiciones y probables afectaciones en el lugar. A partir de los resultados obtenidos se elabora el mapa de zonificación de amenaza, identificando en todo caso la categorización anteriormente descrita en el presente documento así: amenaza alta, media o baja.

A continuación se presenta la caracterización particular:

Amenaza Alta: Pertenecen a esta categoría áreas inestables en las cuales se debe determinar la pertinencia de desarrollo de obras de mitigación teniendo en cuenta los criterios de costo - beneficio, debido a que presentan riesgos altos para la vida y la infraestructura, teniendo en cuenta que su recuperación puede llegar a ser muy compleja o demasiado costosa. En lo posible estas zonas se deberán destinar a zonas verdes, reforestación o de tratamientos especiales según los criterios de la entidad contratante y la necesidad de desarrollos futuros frente a la prestación de los servicios misionales o de apoyo.

Amenaza Media: Son áreas consideradas geológicamente como "relativamente inestables" en los cuales para adelantar la construcción de obras se realizarán los estudios detallados, en donde se presentarán los respectivos diseños de las medidas de mitigación y presupuesto que permita una adecuada toma de decisiones. Esto con el fin de garantizar su estabilidad o las condiciones para el manejo del terreno, orientados a conservar o mejorar su estabilidad natural.

Amenaza Baja: Son terrenos geológicamente estables donde las amenazas por movimientos en masa son mínimas o no existen.

Zonificación de Amenaza por procesos de remoción en masa: Se ha elaborado el mapa de zonificación en donde se presentan las zonas de amenaza alta en color rojo, amenaza media en amarillo y amenaza baja en verde para el polígono de estudio definida por el ICBF.

8.2. Método de trabajo y metodologías aplicadas

La evaluación de la amenaza por fenómenos de remoción en masa se hace con base en los análisis de estabilidad para diferentes condiciones posibles, con el fin de evaluar la sensibilidad de las variables que intervienen.

El consultor ha realizado los análisis de estabilidad para el escenario actual en donde los factores detonantes y contribuyentes de inestabilidad (nivel freático, sismo, etc.) presentan condiciones normales (periodo de análisis de 1 año) y, para el escenario a largo plazo en donde los factores detonantes y contribuyentes de inestabilidad (nivel freático, sismo, etc.) presentan condiciones extremas (periodo de análisis de 50 años).

En este estudio se llevó a cabo la evaluación de amenaza para el mecanismo de falla rotacional en los tres escenarios de amenaza descritos y detallados a lo largo del presente escrito. Lo anterior teniendo en cuenta las características de los materiales que

conforman el modelo geológico-geotécnico y las variables descritas al principio del presente capítulo.

Los niveles de amenaza fueron determinados mediante métodos determinísticos, cuya descripción se presenta a continuación:

8.2.1 Aspectos Metodológicos Generales:

8.2.1.1 Criterios para la evaluación de amenaza por deslizamiento

Para el mecanismo de falla rotacional, se usaron los Métodos de equilibrio límite Bishop y Jambu, bajo condiciones normales y extremas. Para ello se utilizó el programa Slide V6.0 de Rocscience, que permite evaluar con facilidad y rapidez, diversas condiciones de sobrecargas estáticas, cargas pseudo- estáticas, presiones de agua y condiciones de refuerzo.

8.2.1.2 Niveles de Amenaza por Deslizamiento

Los niveles de amenaza para la evaluación determinística se resumen en las siguientes tablas:

Tabla 8 Criterios para Evaluación de Amenaza en Condición Normal de Parámetros Detonantes

NIVEL DE AMENAZA	FACTOR DE SEGURIDAD
Amenaza Baja	> 1.9
Amenaza Media	1.2 - 1.9
Amenaza Alta	< 1.2

Tabla 9 Criterio para evaluación de amenaza en condición extrema de parámetros detonantes

NIVEL DE AMENAZA	FACTOR DE SEGURIDAD
Amenaza Baja	> 1.3
Amenaza Media	1.0 - 1.3
Amenaza Alta	< 1.0

8.2.1.3 Escenarios de Amenaza

Los escenarios de amenaza definidos para el presente proyecto, se describen en la siguiente Tabla.

Tabla 10 Escenarios de análisis para la evaluación de la amenaza

ESCENARIO		CONDICIÓN	
1	Actual	Normal(*)	Extrema(**)
2	Cambio de uso - con construcción de la Pola III.	Normal(*)	Extrema(**)
3	Con construcción del CAE La Pola III y obras de Mitigación	Normal *)	Extrema(**)

Nota:

(*) Condición Norma: Nivel freático Normal y sin sismo pseudo - estático

(**) Condición Extrema: Nivel freático y con sismo pseudo - estático ($A_0=0.3g$)

8.3. Zonificación de amenaza por fenómenos de remoción en masa para los escenarios actual

Se presentan a continuación los resultados de los análisis de estabilidad geotécnica y de la evaluación de amenaza por procesos de remoción en masa para el escenario actual.

8.3.1 Evaluación de amenaza en el escenario actual bajo condición normal

En la siguiente Tabla se presenta el resumen de los factores de seguridad mínimos determinísticos, obtenidos mediante el análisis de estabilidad de los perfiles de análisis para el escenario actual bajo condición normal, estos resultados se encuentra en el Anexo correspondiente.

Tabla 11 Factores de seguridad mínimos mecanismo de falla rotacional-escenario actual condición normal

SECCIÓN	CONDICIÓN	MECANISMO DE FALLA	FS MÍNIMO (BISHOP)	CATEGORÍA DE AMENAZA
PERFIL 1 al 4	Normal	Rotacional	Entre 1,2 y 1,9	Baja
PERFIL 22 al 27	Normal	Rotacional	Entre 1,2 y 1,9	Baja
PERFIL 5 al 21	Normal	Rotacional	Entre 1,2 y 1,9	Media

Ver Anexos Análisis de Estabilidad Geotécnica

8.3.2 Evaluación de la amenaza en el escenario actual bajo condición extrema

En la siguiente Tabla se presenta el resumen de los factores de seguridad mínimos determinísticos, obtenidos mediante el análisis de estabilidad de los perfiles de análisis para el escenario actual bajo condición extrema estos resultados se encuentra en el Anexo correspondiente.

Tabla 12 Factores de seguridad mínimos mecanismo de falla rotacional- escenario actual condición extrema

SECCIÓN	CONDICIÓN	MECANISMO DE FALLA	FS MÍNIMO (BISHOP)	CATEGORÍA DE AMENAZA
PERFIL 1 al 27	Extrema	Rotacional	Menor a 1	Alta

Ver Anexos Análisis de Estabilidad Geotécnica

Con respecto a la Zonificación de Amenaza por remoción en masa, esta fue definida para la condición extrema y los resultados se presentan en el **PLANO AMENAZA ESCENARIO ACTUAL – CONDICIÓN EXTREMA**, el cual fue construido a partir de la distribución de factores de seguridad a lo largo de los perfiles de análisis.

Finalmente, es posible concluir que para el escenario actual condición extrema todo el polígono de estudio se encuentra en una zona de amenaza alta.

8.4. Evaluación de amenaza en el escenario con cambio de uso con construcción de la Pola III

Se presentan a continuación los resultados de los análisis de estabilidad geotécnica y de la evaluación de amenaza por procesos de remoción en masa para el escenario con Construcción de La Pola III sin obras de mitigación, el cual resulta ser igual al escenario actual sin construcción del proyecto, ya que esta edificación se ubica en la parte baja de la ladera (el proyecto La Pola III se ubica en la zona de amortiguamiento donde se depositará el material movilizado durante un eventual avance en el proceso de remoción en masa que afecta el polígono de estudio), y su construcción no genera incrementos en los esfuerzos actuantes en terreno, y por tanto no modifica los factores de seguridad del mismo, ni la categorización de la amenaza por procesos de remoción en masa de la ladera.

8.4.1 Evaluación de Amenaza en el Escenario con Construcción de La Pola III en Condición Normal

En la siguiente Tabla se presenta el resumen de los factores de seguridad mínimos obtenidos mediante el análisis de estabilidad de los perfiles de análisis de estabilidad, para el escenario con proyecto bajo condición normal estos resultados se encuentra en el correspondiente.

Tabla 13 Factores de seguridad Mínimos Mecanismo de Falla Rotacional- Con Construcción y Condición Normal, sin medidas de mitigación.

SECCIÓN	CONDICIÓN	MECANISMO DE FALLA	FS MÍNIMO (BISHOP)	CATEGORÍA DE AMENAZA
PERFIL 1 al 4	Normal	Rotacional	Entre 1,2 y 1,9	Baja
PERFIL 22 al 27	Normal	Rotacional	Entre 1,2 y 1,9	Baja
PERFIL 5 al 21	Normal	Rotacional	Entre 1,2 y 1,9	Media

Ver Anexos Análisis de Estabilidad Geotécnica

8.4.2 Evaluación de amenaza en el escenario con construcción de la Pola III bajo condición extrema

En la siguiente Tabla se presenta el resumen de los factores de seguridad mínimos obtenidos mediante el análisis de estabilidad de los perfiles en el escenario con Construcción de La Pola III bajo condición extrema sin obras de mitigación, estos resultados se encuentran en el respectivo Anexo.

Tabla 14 Factores de seguridad mínimos mecanismo de falla rotacional - con construcción y condición extrema – sin medidas de mitigación

SECCIÓN	CONDICIÓN	MECANISMO DE FALLA	FS MÍNIMO (BISHOP)	CATEGORÍA DE AMENAZA
PERFIL 1 al 27	Normal	Rotacional	Menor 1	Alta

Ver Anexos Análisis de Estabilidad Geotécnica

Con respecto a la Zonificación de Amenaza por deslizamiento, esta fue definida para la condición extrema y los resultados se presentan en el **PLANO AMENAZA ESCENARIO ACTUAL – CONDICION EXTREMA**, el cual fue construido a partir de la distribución de factores de seguridad a lo largo de los perfiles de análisis.

9. EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD Y RIESGO

9.1. Criterios

La vulnerabilidad, entendida como la predisposición intrínseca de un sujeto o de un elemento a sufrir daño debido a posibles acciones externas (La Red, 2000), o como "el porcentaje de pérdida de un elemento o de un grupo de elementos en un área sometida a una amenaza" (Uzielli et al, 2008), es función de la exposición y de la resistencia, variables dependientes a su vez de la solicitud v.g. un deslizamiento. Es medible al grado de severidad de las consecuencias esperadas. Su cuantificación está dada por dos connotaciones: una en términos de costos por el daño físico y otra por el peso específico de las variables que inciden en la función socioeconómica (Millán, 2000). Su evaluación contribuye en forma fundamental al conocimiento del riesgo mediante interacciones del elemento susceptible con el ambiente peligroso; en otras palabras, tiene como objetivo analizar la respuesta de los elementos (i.e. las edificaciones y la red de alcantarillado) frente a los diferentes fenómenos de remoción en masa potenciales y actuales.

El análisis de vulnerabilidad comprende dos etapas fundamentales: la identificación de escenarios de vulnerabilidad y la zonificación de la vulnerabilidad. Los escenarios de vulnerabilidad se construyen con base en los escenarios de amenaza y consisten en la identificación de los tipos de daños esperados, para lo cual se consideran variables de entrada de los elementos expuestos (bienes físicos y personas) y la fragilidad de tales elementos ante el tipo de amenaza definida en el escenario que se evalúa. Esta fragilidad depende de la tipología de la edificación, de las condiciones de exposición y de su resistencia ante las solicitaciones impuestas. Una vez que se tienen los escenarios se procede a realizar la zonificación de vulnerabilidad, mediante la construcción de mapas en los que se identifiquen las zonas de vulnerabilidad alta, media y baja.

Las etapas generales que se deben seguir para evaluar la vulnerabilidad son:

- Identificación y localización de los elementos expuestos.
- Caracterización de los elementos expuestos: tipología, exposición y resistencia.
- Tipos de daño o efectos esperados como resultado de los escenarios de vulnerabilidad.
- Zonificación de la vulnerabilidad.

9.2. Método de trabajo

La vulnerabilidad se evalúa en forma cuantitativa y se analizan los escenarios en este aspecto ante los tipos de movimientos en masa esperados en el área objeto de estudio. Dichos escenarios incluyen la exposición de los elementos (bienes físicos y personas) y el

grado de resistencia ante el evento amenazante. Al relacionar la intensidad de las masas que se pueden desplazar (en cuanto a su energía, su volumen o su deformación) con la resistencia de los elementos expuestos, se pueden establecer unos niveles de daño para cada edificación, y con base en estos niveles de daño se definen las categorías de vulnerabilidad física que permiten realizar los mapas de zonificación de vulnerabilidad.

La vulnerabilidad de las personas se define en función de los posibles niveles de afectación en materia de pérdidas probables de vidas o de lesiones corporales, asociadas con los niveles de daño de las edificaciones, previamente evaluados.

Aunque se trata de un aspecto importante, no es objeto de este estudio evaluar la vulnerabilidad social ni la vulnerabilidad funcional relacionada con probables pérdidas por interrupción de los sistemas productivos puesto que en la zona de análisis no se evidencia condición alguna que impacte estos procesos, más sin embargo se tiene en cuenta la condición de prestación de servicio del ICBF así como la condición de los menores que son objeto de atención en el CAE Carlos Lleras Restrepo.

9.2.1. Identificación y localización de los elementos expuestos.

En los elementos expuestos se incluyen elementos físicos (bienes e infraestructura) como servicios ambientales, recursos económicos y sociales y bienes culturales, que por su localización pueden resultar afectados por la materialización de la amenaza. La metodología desarrollada y aplicada en el presente estudio para la evaluación de vulnerabilidad física se hace con el objetivo de establecer estimaciones cuantitativas de riesgo, para lo cual los elementos expuestos se reducen a dos grupos: bienes físicos y personas.

Tabla 15 Clasificación, identificación y uso de los elementos expuestos sujetos a evaluación de vulnerabilidad.

CLASIFICACIÓN	IDENTIFICACIÓN	USO - COMPONENTES
Bienes Físicos	Indispensables - Grupo IV (norma NSR-10)	Salud (pública/privada)
	Atención a la comunidad - Grupo III (norma NSR-10)	Seguridad
		Emergencia
		Educación
	Edificaciones	Institucionales
		Gubernamentales
		Centros comerciales
	Ocupación especial - Grupo II (norma NSR-10)	Industria
	Ocupación normal - Grupo I (norma NSR-10)	Residencial y comercio
	Líneas Vitales	Red vial
Puentes vehiculares		
Puentes peatonales		
Servicios públicos		Líneas de acueducto, alcantarillado y gas (tu- berías)
		Redes eléctricas y comu- nicaciones
Personas	Población	

La base para la identificación y localización de los elementos expuestos es la información presentada en el levantamiento topográfico de acuerdo con la información obtenida en campo.

La vulnerabilidad física de personas depende de factores relacionados tanto con la amenaza (tipo, tamaño, distribución e intensidad del evento) como con la capacidad de respuesta y resistencia de los individuos. A causa de la complejidad y dinámica de la naturaleza humana, la vulnerabilidad de las personas cambia en el tiempo e involucra grandes incertidumbres que inciden directamente en el planteamiento de metodologías de evaluación basadas en el conocimiento experto y datos empíricos.

Para este Estudio, la vulnerabilidad física de personas se considerará en conjunto con la vulnerabilidad física de las edificaciones, asociada como un factor de vulnerabilidad, con arreglo a relaciones empíricas como las que presentan Uzielli et al. (2008) y Nadim (2013), o como un factor de ocupación por el uso del suelo.

Según Yamín et al. (2013), el análisis por escenarios de ocupación permite estimar la vulnerabilidad de personas como un porcentaje respecto a la ocupación máxima estimada de las edificaciones. Para este fin, se plantea el uso de índices de ocupación calculados con el análisis de la información obtenida respecto a la identificación y localización de los elementos expuestos.

La densidad de la ocupación máxima de la edificación corresponde al número máximo de personas que pueden habitarla con respecto al área total construida y en un determinado momento. Por su parte, la densidad de ocupación máxima del terreno se establece como el número máximo de personas que pueden habitar la edificación en algún momento en relación con el área total del terreno que ocupa dicha construcción.

De acuerdo con las exigencias de la normativa existente y con el tamaño de las áreas urbanizadas, cada elemento identificado y localizado se describe y categoriza en función de sus características de tipología, exposición y fragilidad, con el propósito de evaluar su vulnerabilidad física ante la ocurrencia de un movimiento en masa.

9.2.2. Caracterización tipológica de los elementos expuestos.

- **Edificaciones.** De acuerdo a las tipologías de edificaciones, respecto a la capacidad de respuesta de la estructura o los niveles de "resistencia" para las edificaciones definidas a partir de los trabajos de Heinimann (1999) y Jam (2007), se presentan los niveles aplicables a las edificaciones encontradas en el polígono de estudio.

Tabla 16 Tipología de edificaciones respecto a la capacidad de respuesta de la estructura

NIVEL	DESCRIPCIÓN
A	Integra viviendas que cumplen con parámetros mínimos de rigidez y solidez estructural, tipo pórtico, mampostería estructural o de muros confinados, exenta de daños o con leves daños, buena calidad de la construcción y de cubierta, y con zapatas y vigas de amarre.
B	Unidades residenciales con parámetros mínimos de rigidez y solidez estructural, tipo pórtico, mampostería estructural o de muros portantes confinados, con calidad de la construcción de buena a regular, cubiertas en concreto, cimentación en zapatas y viga de amarre, con daños catalogados desde leves

	hasta moderados.
C	El sistema estructural es de mampostería estructural, muros portantes no confinados, o combinación de confinados y pórtico con muros no confinados, con daños no mayores a moderados y calidad regular de la construcción. La cubierta es en concreto, asbesto-cemento o zinc, y la cimentación es de placas de concreto, zapatas aisladas o vigas de amarre, o de zapatas con vigas de amarre.
D	Encierra muros portantes no confinados o combinación de confinados y pórtico con muros no confinados, las cubiertas son en asbesto-cemento o zinc, los daños son moderados y la calidad de la construcción varía de regular a mala. La cimentación está compuesta por zapatas aisladas o vigas de amarre, o por placas de concreto simple o ciclópeo.
E	El sistema estructural es de muros portantes no confinados, o combinación de confinados y pórtico con muros no confinados, las cubiertas son en asbesto-cemento o zinc sobre estructuras de madera; la calidad de la edificación es mala y los daños son hasta altos parciales. La cimentación es en placas de concreto simple o ciclópeo.
F	Viviendas de cuatro pisos en muros no confinados, casas prefabricadas o hechas con materiales de recuperación, las cubiertas son en cartón, zinc, madera, u otros menos resistentes. La cimentación es de placas de concreto simple o ciclópeo, o no es homologable con otros sistemas, o es inexistente.
G	Lo comprenden edificaciones en proceso de construcción y lotes vacíos.

De manera particular en el caso que nos ocupa es de precisar que frente a la evaluación

adelantada en campo se evidencian las siguientes construcciones:

- Parte baja del talud: Construcción de las unidades que conforman LA POLA II, cuya caracterización corresponde a edificaciones aparentemente adelantadas bajo los parámetros del Código Colombiano de Construcciones Sismoresistentes del año 1983, sin actualización a la normatividad vigente constituyéndose así en componentes con alta vulnerabilidad frente a eventos sísmicos y con exposición media a baja frente al fenómeno de remoción en masa objeto de estudio. Estas edificaciones se consideran en **NIVEL D**.
- Parte media del talud: Se evidencian construcciones fuera del perímetro establecido por el muro de cerramiento, las cuales deben ser objeto de verificación pro parte del ICBF en cuanto a la legalidad de las mismas y la condición de ocupación del terreno frente a la propiedad del ICBF cuyo alcance no se encuentra contemplado en el objeto del presente estudio. Estas construcciones aparentemente corresponden a desarrollos informales y la vulnerabilidad es ALTA. Para estas construcciones se considera un **NIVEL F**.
- Parte alta del talud: Se observa la construcción de unidades multifamiliares y dotacionales educativos con el cumplimiento de las normas técnicas de construcción. Se estima un **NIVEL A** para las mismas. Estas edificaciones se encuentran fuera del polígono definido por la Dirección Administrativa del ICBF.
- **Obras Lineales:** Clasificadas según el tipo de infraestructura como de servicios públicos, constituidas por tuberías, en las que se incluyen los elementos de los

sistemas de acueducto y alcantarillado y en las redes aéreas, donde se incluye el sistema eléctrico y de comunicaciones. Aunque en el área determinada por el ICBF objeto del presente estudio no se evidencian redes, se adoptó la clasificación para redes de alcantarillado que se detalla en la siguiente Tabla, para la red provisional correspondiente a un filtro francés sin funcionamiento óptimo. Para tal conducción se tomará como clasificación la de **RED LOCAL**.

Tabla 17 Clasificación de la Red de Sistema de Alcantarillado.

CLASIFICACIÓN	DIÁMETRO (PULGADAS)
Red troncal	≥ 18
Red secundaria	
Red local	< 18
Canales	--

9.2.3. Exposición.

A partir de la evaluación de estabilidad descrita en el capítulo 7, de los resultados de amenaza y de la estimación del mecanismo de falla, y una vez definido el nivel estructural, se establece la exigencia a la que el fenómeno de remoción en masa someterá las construcciones, redes y demás elementos en la zona de estudio; es decir, se determinan las solicitaciones para cada elemento expuesto.

Esta labor a grandes rasgos y entre otros factores, toma en consideración las condiciones geomorfológicas, el arreglo geológico, el tipo de proceso en consideración, su capacidad de progresión o retrogresión, la profundidad y la distancia de viaje del deslizamiento, la velocidad del movimiento, y la posición de la infraestructura con respecto a él. En otras palabras, requiere de un exhaustivo entendimiento de la zonificación de la amenaza.

De manera lógica, puede extraerse que la exigencia en las edificaciones cambia en función tanto de su ubicación relativa con respecto a la masa movilizada o con posibilidad de desplazamiento, como del material involucrado.

De acuerdo con el marco metodológico propuesto en el presente análisis, la vulnerabilidad física hace referencia a la respuesta de los elementos expuestos frente a las solicitaciones generadas por la interacción de los movimientos en masa con dichos elementos.

En bienes físicos, esta respuesta y la intensidad de la solicitud dependen de dos aspectos: las características del elemento (tipología, calidad de construcción, mantenimiento, uso, etc.) y su posición relativa con respecto al área afectada por el evento (exposición).

Para evaluar la exposición se definieron cuatro zonas o escenarios, conforme al esquema presentado a continuación, las cuales se describen más adelante en la siguiente tabla.

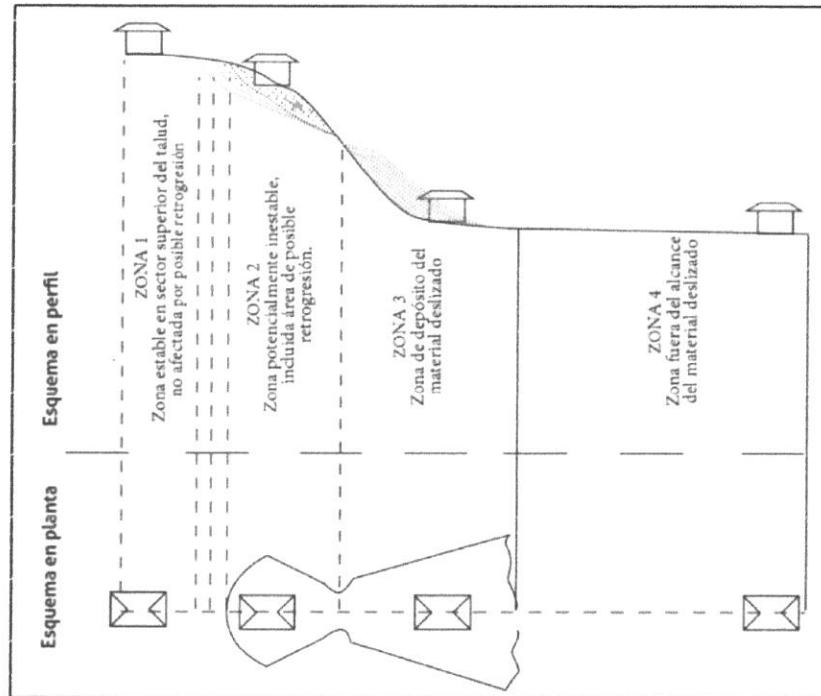


Imagen 31 Zonas de exposición de los elementos ante un deslizamiento

Tabla 18 Zonas o escenarios de exposición

ZONA	DESCRIPCIÓN	DAÑOS ESPERADOS	CRITERIO DE INTENSIDAD O MAGNITUD
1	Elementos ubicados sobre la zona estable en la parte superior del talud, sin posibilidad de afectación por retrogresión.	No se esperan daños a causa de los movimientos en masa.	
2	Elementos ubicados sobre una ladera potencialmente inestable o potencialmente afectados por efectos de retrogresión.	Colapso o daños instantáneos debido a pérdida de soporte en la zona de retrogresión. Asentamientos diferenciales, inclinaciones y agrietamientos asociados con movimientos lentos; colapso de la estructura asociado con movimientos rápidos.	Velocidad del movimiento Actividad del deslizamiento Cantidad de desplazamiento Desplazamientos verticales
3	Elementos ubicados en la trayectoria del movimiento en masa o en la zona de depósito del material deslizado.	Daños localizados por impacto, colapso total, obstrucción, enterramiento, entre otros.	Velocidad del movimiento Distancia de viaje Presiones laterales Impactos (volúmenes y energía cinética) Alturas de acumulación de material
4	Elementos fuera del alcance del movimiento en masa y su área de depósito.	No se esperan daños debidos a los movimientos en masa.	

De esta manera los elementos expuestos y potencialmente expuestos se distribuyen de la siguiente manera:

- Elementos fuera del alcance del movimiento en masa y su área de depósito: Construcciones determinadas como LA POLA II
- Elementos ubicados en la trayectoria del movimiento o en la zona de depósito del material deslizado: Desarrollo denominado LA POLA III y parte de la cancha múltiple.
- Elementos ubicados en la ladera inestable (dentro del área de estudio determinada por la Dirección Administrativa del ICBF): Muro de cerramiento perimetral, construcciones informales y red de filtro francés evidenciado)

9.2.4. Resistencia de las edificaciones.

La determinación del índice que permita evaluar la Vulnerabilidad involucra variables para la calificación de la resistencia de las edificaciones. Su asignación trae consigo grados de incertidumbre que aunada con la ausencia de modelos objetivos, universales y de apropiado sustento teórico, hacen que esta tarea recaiga en los métodos de racionamiento aproximado, y por ende, encierre algún nivel de subjetividad.

Sin embargo, y en aras de subsanar estas limitaciones el modelo que se emplea en este estudio, está fundada en la propuesta de Leone (1996) y Leone et al (1996) con algunas modificaciones ajustadas a las necesidades del presente estudio.

Este procedimiento expresa la vulnerabilidad en función de los posibles daños que pueden sufrir los elementos situados en la zona de afectación previsible por el fenómeno, daños definidos en formas teórica y porcentual, a partir de las intensidades de daño. Aunque Leone (1996) categoriza los niveles de resistencia con base en los sistemas estructurales de las edificaciones, en este caso se toman en cuenta otras variables como: la calidad de la construcción, los sistemas de cimentación, la estructura y el recubrimiento de la cubierta y los daños en la construcción.

Variables ponderadas como se precisan en las siguientes tablas.

Tabla 19 Evaluación de la capacidad de Respuesta de las Edificaciones.

PONDERADO DE PARAMETROS PARA CALIFICACIÓN DEL NIVEL DE RESISTENCIA						
Variable	Calidad de la construcción	Tipo de cimentación	Sistema estructural	Sistema de cubierta	Daño en la construcción	Nivel de resistencia
Peso importancia (%)	20	20	20	20	20	A, B, C, D, E, F ó G.

Tabla 20 Calificación para Variable: Calidad de la Construcción

CATEGORIZACIÓN	DESCRIPCIÓN	CALIFICACIÓN
Buena	Supervisión Profesional: mampostería de buena calidad, piezas homogéneas, elementos estructurales definidos geométricamente. Hormigón de buena calidad, juntas bien construidas y buen recubrimiento del refuerzo.	15
Mala	Autoconstrucción: Hormigqueo intenso, muros con inclinaciones severos, piezas no homogéneas con juntas totalmente irregulares.	3

Tabla 21 Calificación para Variable: Sistema de Cimentación

CATEGORIZACIÓN	DESCRIPCIÓN	CALIFICACIÓN
Muy bueno	Sistema mixto (Zapatas y Vigas)	18
Bueno	Vigas corridas	15
Bueno	Zapatas	15
Bueno	Caissons	15
Bueno	Pilotes	15
Bueno	Placa de cimentación	15
Regular	Concreto ciclópeo	10
Malo	No identificada	6
Pésimo	No existe	3

Tabla 22 Calificación para Variable: Sistema Estructural

CATEGORIZACIÓN	DESCRIPCIÓN	CALIFICACIÓN
Muy bueno	Pórticos en concreto reforzado	18
Bueno	Muros estructurales en concreto reforzado	15
Bueno	Sistema combinado en concreto reforzado	15
Bueno	Prefabricados en concreto	15
Bueno	Mampostería confinada	15

Bueno	Mampostería reforzada	15
Bueno	Pórticos en acero	15
Bueno	Pórtico arriostrado en acero	15
Regular	Pórticos y paneles en madera	9
Regular	Pórticos y paneles en otros materiales	9
Malo	Mampostería no reforzada	4
Malo	Muros en Bahareque	4
Malo	Muros en tapia pisada	4
Malo	Muros en adobe	4
Muy malo	Construcción Improvisada	3

Tabla 23 Calificación para Variable: Sistema de Cubierta

CATEGORIZACIÓN	DESCRIPCIÓN	CALIFICACIÓN
Bueno	Placa en concreto	20
Bueno	Placa en Steel Deck	18
Bueno	Estructura Metálica y teja	18
Regular	Estructura de madera y teja	12
Malo	Material de recuperación	5
Muy malo	No existe	2

Tabla 24 Calificación para Variable: Daño en la Construcción (tomado y adaptado de Day, 1999)

CATEGORIZACIÓN	DESCRIPCIÓN	CALIFICACIÓN
Ninguno	Sin fisuras, ni fractura alguna o con grietas muy delgadas	20
Leve	Incluyen grietas delgadas (o esbeltas) que pueden ser fácilmente cubiertas y fácilmente tratadas, suelen aparecer en el interior de la construcción, son visibles externamente cerca a las puertas y a las ventanas. Grietas visibles con una inspección cercana.	16
Moderado	Grietas con alguna abertura significativa, que pueden ser resanadas convenientemente, son visibles en los muros exteriores por lo que es posible que una pequeña parte requiera ser reemplazada	13

Fuerte	Grietas grandes que requieren un extenso trabajo de reparación que incluye la demolición y el reemplazo de secciones de paredes (sobretudo cerca a las puertas y a las ventanas). Los marcos se exponen deformados, los pisos y las paredes yacen perceptiblemente inclinados, hay protuberancias en muros, pérdida de soporte en vigas y tuberías de servicio interrumpidas; todo replicado en varios elementos de la estructura	7
Severo	Acoge trabajos de reparación mayor, reconstrucción parcial o completa de elementos estructurales y no estructurales. Es patente la pérdida de porte en las vigas; las paredes deben ser apuntaladas; las ventanas se exponen rotas por deformación; y el peligro por inestabilidad estructural es latente en uno varios elementos de la estructura	1

9.2.5. Resistencia de las líneas vitales.

Para el caso de las líneas vitales, su fragilidad se estima a partir de un solo parámetro de Resistencia. La formulación de los parámetros se hizo con base en la información disponible de los fabricantes de los elementos considerados.

Para el caso de las redes incipiente de captación de aguas en la parte media del talud posterior al deslizamiento principal (según información del ICBF), estas no serán tenidas en cuenta dada la evidencia de funcionamiento inadecuado.

No obstante lo anterior, se ilustra la definición del parámetro de resistencia en función de materiales de fabricación de redes de alcantarillado y/o canalización de aguas.

Tabla 25 Parámetro de resistencia en función del material de fabricación

CATEGORIZACIÓN	DESCRIPCIÓN	CALIFICACIÓN
Bueno	Unión Z	18
Bueno	PVC	18
Regular	Asbesto cemento	10
Malo	Gres	6

9.2.6. Matriz de Daño

Representa la interacción física entre los fenómenos de inestabilidad, representados por la exposición y los elementos expuestos –v.g. edificaciones, redes, personas, etc-; toma como punto de partida la propuesta por el DRM, Délégation Aux Risques Majeurs, (1990) y su construcción emerge de análisis bibliográficos y de opinión de expertos.

La finalidad de esta matriz es categorizar la severidad de la afectación que los eventos nocivos pueden acarrear en las edificaciones, que dicho de otra forma correspondería a la capacidad de respuesta de estas. De esta forma se define el daño como producto

matricial entre la exposición de las edificaciones y su caracterización tipológica, generando el algoritmo presentado en la Tabla a continuación.

En ella son notables, pues, los cinco niveles de daño, que representan en escala ascendente el rigor del evento y el conjunto de tipologías de las edificaciones.

Tabla 26 Matriz de Daño (Intensidad del Daño)

TIPOLOGIA EXPOSICION		A	B	C	D	E	F	G	RED
ZONA 1	Zona estable en sector superior del talud no afectada por posible retrogresión	2	0	0	0	0	0	0	3
ZONA 2	Zona potencialmente inestable incluida área de posible retrogresión	0	0	0	0	0	7	0	1
ZONA 3	Zona de depósito del material deslizado	0	0	0	1	0	0	0	0
ZONA 4	Zona fuera del alcance del material deslizado	0	0	0	2	0	0	0	3

La cualificación de los daños respecto a los perjuicios que se producirían sobre las unidades, están condicionados por dos grupos de variables: el de exposición y el de resistencia.

El primero involucra el tipo de evento, la localización de las construcciones y redes respecto al mismo y la sollicitación que el proceso ejerza sobre los componentes; el segundo, cubre la calidad, propiedades y atributos de las edificaciones.

La contribución de las variables ya expuestas para este estudio se registra en la matriz de intensidad de daño.

La asociación de la intensidad con una descripción cualitativa del perjuicio y con una tasa de daño, se hizo de acuerdo con la tabla propuesta por el DRM (DELEGATION AUX RISQUES MAJEURS) y presentada por LEONE, 1996.

Tabla 27 Tabla de Clasificación de Daños Propuesta por DRM

INTENSIDAD DE DAÑO	MODOS DE DAÑO	TASA DE DAÑO
1	Daños ligeros no estructurales. Estabilización no afectada.	0.10 – 0.19
2	Fisuración de muros. Reparaciones no urgentes.	0.20 – 0.39

3	Deformaciones importantes. Fisuras en elementos estructurales.	0.40 – 0.69
4	Fracturación de la estructura. Evacuación inmediata.	0.70 – 0.89
5	Derrumbe parcial o total de la estructura	0.90 – 1.00

9.3. Inventario de edificaciones y líneas vitales, aspectos socioeconómicos, estadísticas e interpretación.

La recopilación de los datos que permiten evaluar la capacidad de respuesta de las estructuras y determinar el nivel de daño de sus alrededores, se solventó a través del inventario de las edificaciones encontradas al interior del polígono de estudio. En tanto que la tipología y la exposición se fundamentó en los resultados del análisis de amenaza descritos en el Capítulo respectivo.

Vale anotar que las edificaciones se valoraron mediante inspección ocular simple, sin desarrollo de valoración patológica o de vulnerabilidad específica salvo la relacionada con la inestabilidad del talud, es decir, la inspección mencionada corresponde a la valoración por el experto frente a la exposición en función de la modelación del comportamiento de la ladera en concordancia con lo indicado por la supervisión del proyecto por parte del ICBF.

No obstante lo anterior, se ha tenido en cuenta la condición evidenciada en campo frente a la ubicación, altura, dimensiones, estado, calidad, servicios públicos y parámetros de ocupación de las construcciones en el polígono definido en el estudio.

Aunque no se evidencian líneas vitales en el área de análisis, se contó con un formato para su eventual valoración, el cual está conformado por 5 secciones: La primera de ellas denominada: Identificación de la red, la cual comprende información concerniente al propietario, la ubicación espacial y catastral de los predios y a las características orgánicas de las edificaciones. La segunda: Clasificación de la obra lineal, recopila información concerniente al tipo de obra y clasificación, longitudes, materiales, tipos de daño. La tercera: Registro fotográfico, pretende ilustrar por medio de fotografías la línea evaluada. La cuarta: contiene un espacio para comentarios y observaciones de los habitantes o apreciaciones del aforador que en alguna medida contribuyen al estudio y la quinta y última: Evaluador, presenta los nombres, apellidos y firma del aforador que diligenció el formulario.

A continuación se resaltan algunos aspectos de cada edificación encontrada en el polígono y la información detallada tabulada se puede encontrar en el Anexo respectivo.

- Formulario 1. Edificación en construcción, Proyecto la Pola III.

El Instituto Colombiano de Bienestar Familiar con el fin de ampliar la capacidad del centro de atención al joven infractor en la ciudad de Medellín, dio inicio al Proyecto La Pola III, el cual proyecta la construcción de una edificación en concreto reforzado de 3 niveles, con una capacidad para 180 internos.

Durante el proceso de construcción de las obras, en la etapa de adecuación, replanteo y excavaciones se realizaron la conformación de taludes, los cuales en los costados norte y occidente muestran alturas de hasta 8 metros en una longitud cercana a los 140 metros, con inclinaciones muy fuertes que van desde los 60 a los 90 grados; mientras que en el costado oriental se observan taludes de 2 metros de altura de longitud cercana a los 50 metros con inclinaciones que van desde los 30 a los 45 grados. Cabe resaltar, que no se observa que a estos taludes se les haya realizado algún tipo de obra de protección geotécnica, ni tampoco que se le hayan implementado medidas adecuadas para el manejo de la escorrentía superficial y subsuperficial.

En las siguientes imágenes se muestra el estado inconcluso de las obras.

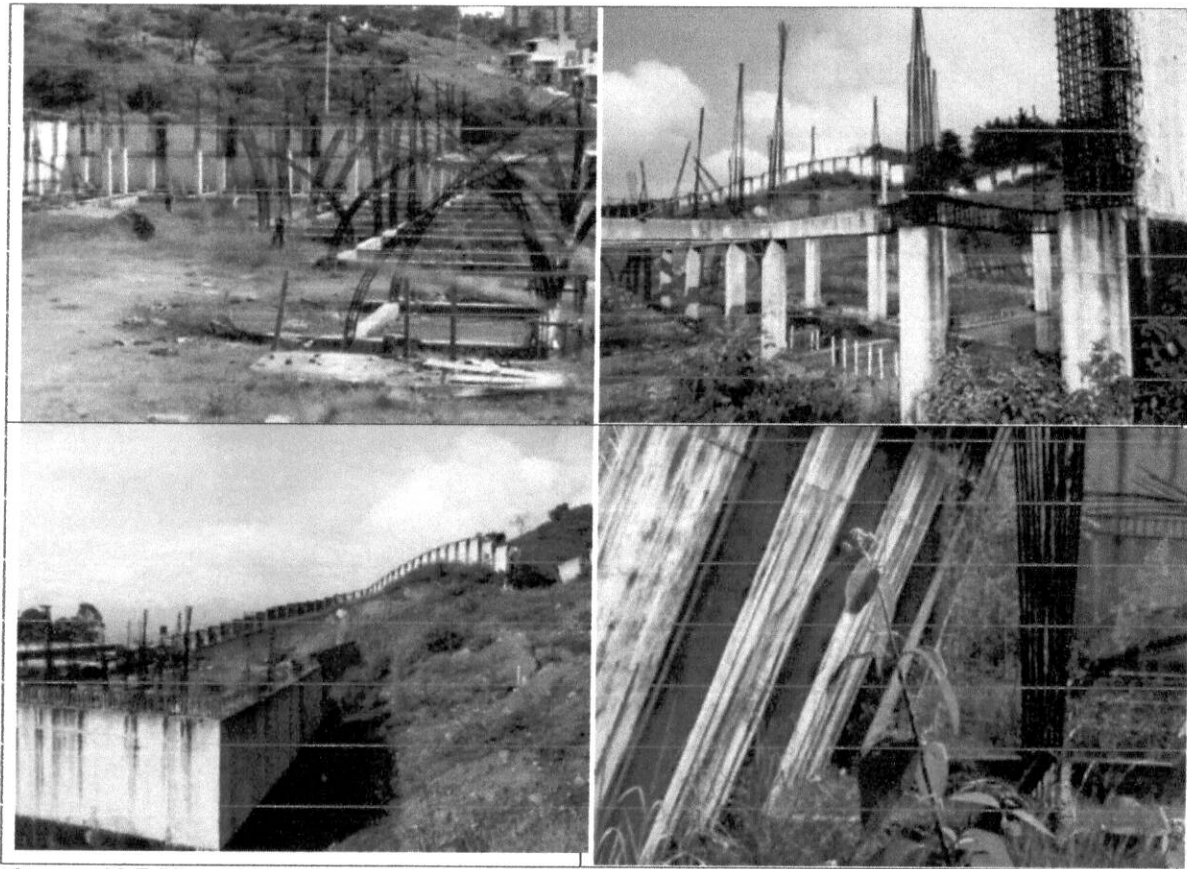


Imagen 32 Edificación en construcción, proyecto la Pola III.

- Formulario 2. Edificación, Muro de cerramiento de la institución.

El muro de cerramiento del Centro de Reclusión de Jóvenes se encuentra construido en mampostería simple con bloques de cemento y machones en el mismo material separados entre sí por distancias que oscilan entre los 3 y los 5 metros y alturas que oscilan entre los 3 y 5 metros.

El muro está cimentado sobre una especie de concreto ciclópeo muy superficial y no se observan elementos de amarre y confinamiento como vigas y columnas lo que indica que por su sistema constructivo el muro presenta un alto riesgo de colapso parcial o total ante

algún evento adverso como sismos, escorrentías que puedan debilitar la pata del muro, por acción de viento o por procesos de remoción en masa.

Para realizar una descripción de este muro de cerramiento, se dividió en tres secciones representativas:

- **Sección A.** Ubicada en el costado occidental del proyecto La Pola III y tiene una longitud aproximada de 200 ml y aunque estos muros en la actualidad se encuentran estables ya que no se observan fisuras, grietas, asentamientos diferenciales ni pérdidas de verticalidad aparentes, se encuentran muy cercanos (entre uno y tres metros de distancia) a unos taludes de hasta 8 metros de altura.

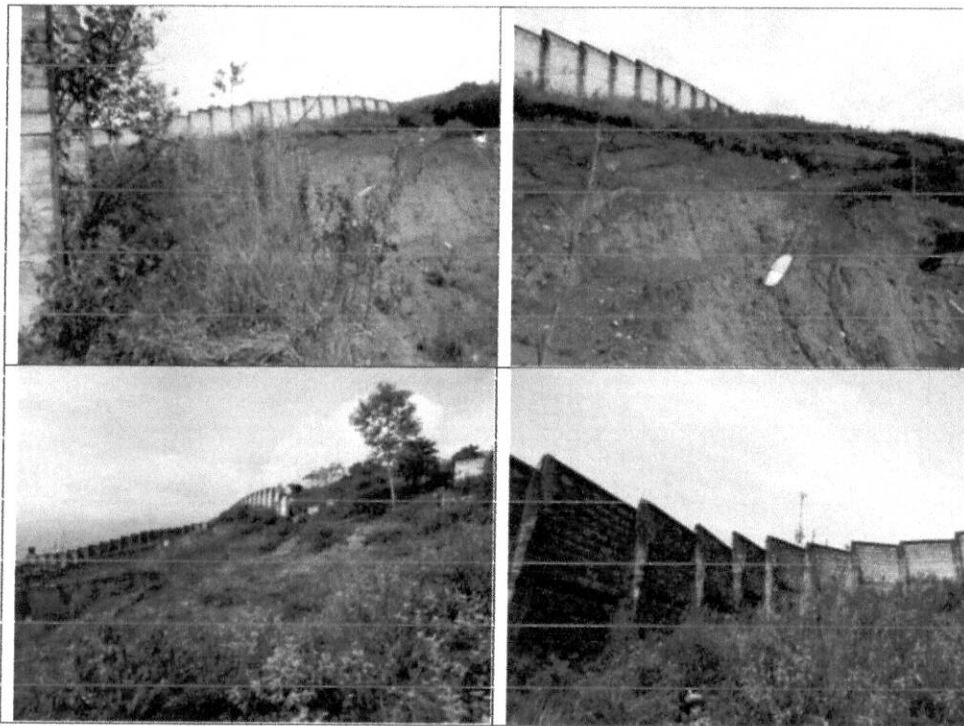


Imagen 33 Muro de cerramiento sector A

- **Sección B.** Esta sección de muro se encuentra inmersa en la masa inestable del proceso de remoción en masa, algunas de sus secciones ya han colapsado (aproximadamente 50 metros lineales) y se observan otras secciones las cuales han sufrido desplazamientos verticales y horizontales por acción de los movimientos de reptación del suelo, presentan pérdida de verticalidad y pérdida del suelo de soporte se encuentran muy inestables y con alto riesgo de colapso súbito.

Se destaca que en las secciones de muro que han colapsado se han realizado cerramientos provisionales con láminas de zinc y otros elementos metálicos y de madera sin estabilidad alguna a la fecha.

Lo anterior ha desencadenado una situación de alto riesgo para los posibles transeúntes que pasan por estas zonas inestables, que aunque son muy pocos,

corresponden a personal de mantenimiento y personal de la Policía Nacional que presta la seguridad en el CAE Carlos Lleras Restrepo.

Es importante resaltar que los muros provisionales construidos también se encuentran con alto grado de inclinación por acción de los movimientos de reptación de la masa inestable y no prestan la seguridad necesaria para los internos y en estos puntos junto con los sectores en donde la separación de las secciones de muro son lo suficientemente anchas, se han generado rutas por las cuales los internos emprenden la fuga.

Las imágenes que se presentan a continuación ilustran las condiciones de inestabilidad del terreno y el alto riesgo de colapso de secciones de muro que se encuentran inmersas en la masa inestable e indican la urgencia de realizar las obras necesarias para mitigar el riesgo existente.



Imagen 1. Muro de cerramiento sector B.

- **Sección C.** Esta sección de muro se encuentra hacia el costado oriental del proyecto la Pola III, tiene una longitud de unos 400 metros y de acuerdo a la inspección visual no se observan fisuras, grietas o asentamientos que indiquen algún grado de inestabilidad del mismo, no obstante por las mismas características constructivas del muro, este es altamente vulnerable. Las imágenes que se presentan a continuación muestran el estado actual del muro de cerramiento del costado oriental.

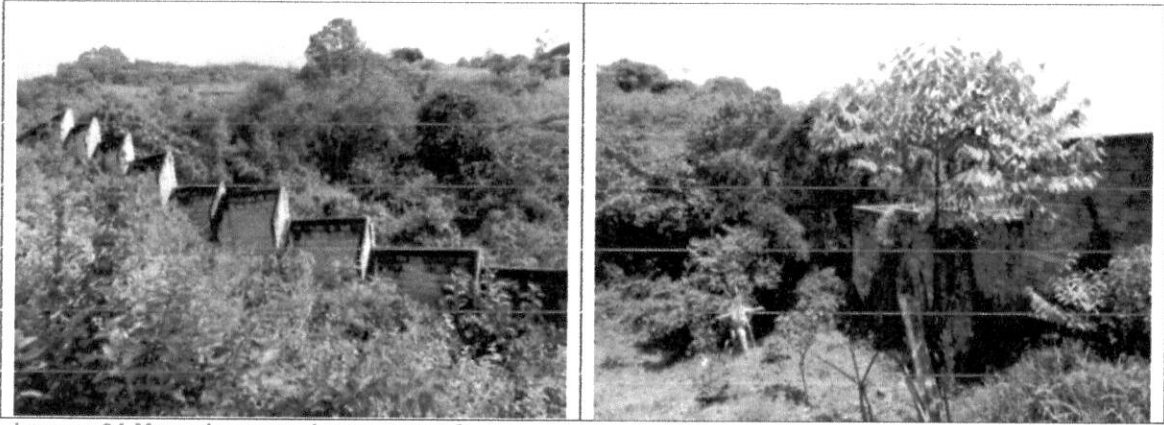


Imagen 34 Muro de cerramiento sector C.

- Formulario 3. Línea de Captación de aguas – Filtro Francés

Hacia la parte alta del proceso de remoción en masa, muy cercano al escarpe principal, se encuentra inmersa parte de una línea de captación de aguas sin descole o entrega final de las aguas recolectadas. Esta red está construida en PVC de 6 pulgadas con cajas de inspección en ladrillo y tapas de concreto de forma rectangular.

Cerca de 60 metros de esta red se encuentra sobre el proceso de remoción en masa y se puede observar una caja de inspección que se encuentra con fugas y tramos de la tubería que afloran en la superficie del suelo. Lo anterior es un factor detonante y agravantes de la situación ya que el vertimiento permanente de agua sobre este sector inestable, puede aumentar la velocidad de desplazamiento de la masa y generan afectaciones mayores ladera abajo.

Por lo anterior, se recomienda al propietario de esta red de alcantarillado la suspensión de su uso y en caso de ser necesario relocalizarla hacia una zona estable.

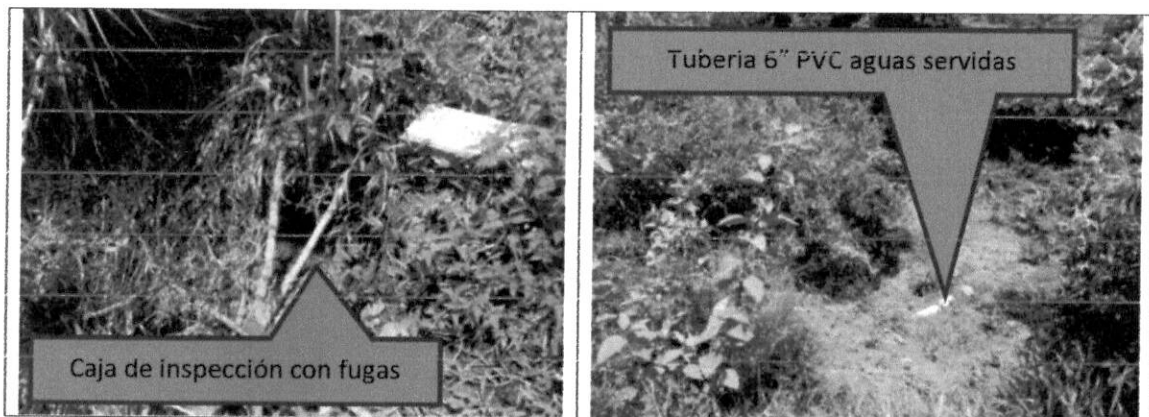


Imagen 35 Red de alcantarillado de aguas negras (servidas) que para por la zona inestable y con fugas hacia la ladera.

- Formulario 4. Edificación informal utilizada como bodegas de almacenamiento de materiales reciclados y posible vivienda de los cuidanderos.

Es un conjunto de tres edificaciones utilizadas para el almacenamiento de materiales de recuperación, construidas con materiales de recuperación como latas de zinc, madera reciclada, poli sombra, plástico y otros materiales reciclados, con pisos en tierra, en las cuales se observan deficiencias constructivas relacionadas con la carencia de elementos estructurales del tipo vigas y columnas.

Es importante destacar que en este lugar habitan personas en calidad de poseedores (no fue posible determinar la cantidad y no estuvieron dispuestos a aportar información), las cuales cuidan estos materiales, observando que la invasión de estos sectores se ha prestado por la falta de un cerramiento adecuado y vigilancia.

Estas edificaciones se encuentran en zona de amenaza alta por posible retrogresión del proceso de remoción en masa presente ladera abajo, configurando una condición de vulnerabilidad alta de estos elementos expuestos y personas que habitan en este lugar.

Adicionalmente, los alrededores de estas edificaciones se encuentran invadidos de materiales sobrantes del ejercicio de reciclaje, siendo esto un foco de contaminación por residuos sólidos no reciclables. Además de configurarse un foco de inseguridad por la aglomeración de personas dedicadas a las labores del reciclaje.

Se recomienda realizar las gestiones necesarias para recuperar estos terrenos previa identificación de la propiedad del lote, condición que no fue suministrada por el ICBF, retirar todos estos residuos sólidos y realizar un cerramiento adecuado para evitar nuevas invasiones.

- Formulario 5. Corrales para cría de cerdos y aves de corral.

Es una edificación utilizada para la crianza de aves de corral y cerdos, construida con materiales de recuperación como latas de zinc, madera reciclada, poli sombra, plástico y mampostería simple con partes del piso en tierra y otras en mortero aplicado sobre terreno natural, en la cual se observan deficiencias constructivas relacionadas con la carencia de elementos estructurales del tipo vigas y columnas. Esta edificación al parecer es una invasión de un vecino del sector el cual es muy probable que también habite allí con el fin de cuidar. El señor que no accedió a aportar sus datos personales, también combina su labor de crianza de aves de corral y cerdos con cultivos diversos de maíz, frijol y tabaco, observando que cada vez amplía más sus cultivos hacia los alrededores los cuales ha ido limpiando de pastos enmalezados.

Es importante destacar que el agua utilizada para la limpieza del corral de cerdos es captada aguas arriba del canal de escorrentía y luego por medio de zanjas en tierra se vierten a la ladera las aguas servidas, que van a caer nuevamente a la quebrada sin ningún tipo de tratamiento. Esta situación puede ser un factor detonante de un proceso de remoción en masa ya que los materiales de la ladera pierden su capacidad mecánica cuando se encuentran saturados. También el retiro de la capa vegetal de la ladera para la siembra de cultivos de pan coger, están generando procesos erosivos y debilitamiento del suelo el cual se encuentra muy desprotegido y susceptible de generar procesos de remoción en masa por acción de la escorrentía principalmente en épocas de invierno.

Se recomienda la recuperación del sector por parte del propietario del lote, realizar siembras controladas de cobertura vegetal y realizar un cerramiento al lote para evitar nuevas invasiones.

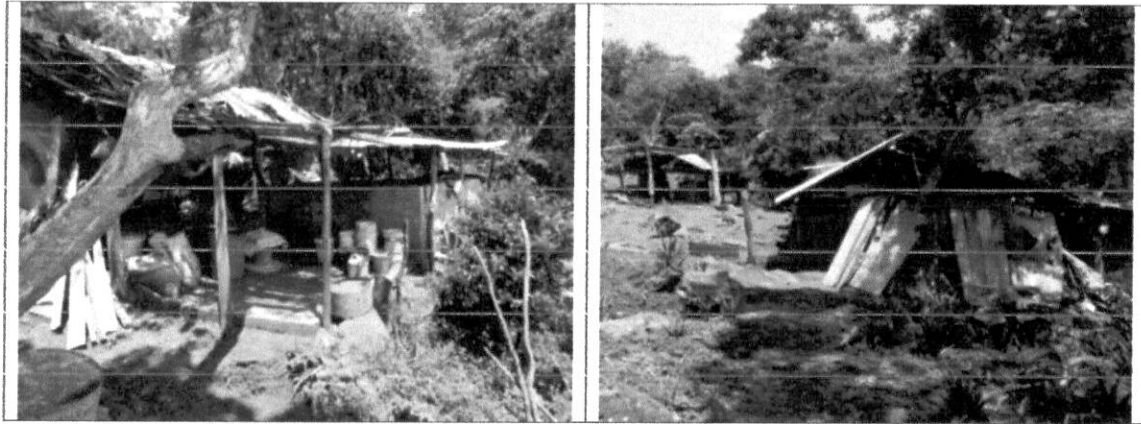


Imagen 36 Edificaciones informales usadas para la crianza de cerdos y aves de corral

- Formulario 6. Otras edificaciones informales

Son dos edificaciones utilizadas para el ocio y para el almacenamiento de materiales de recuperación, construidas con materiales de recuperación como latas de zinc, madera reciclada, poli sombra, plástico y otros materiales reciclados, con pisos en tierra, en las cuales se observan deficiencias constructivas relacionadas con la carencia de elementos estructurales del tipo vigas y columnas.

Es importante destacar que en estos lugares son frecuentados por personas vecinas del sector, las cuales los usan como guardidas para el consumo de estupefacientes (no fue posible determinar la cantidad y no estuvieron dispuestos a aportar información), generando un foco de inseguridad en el sector. Es importante destacar que la invasión de estos sectores se ha prestado por la falta de un cerramiento adecuado y vigilancia.

Estas edificaciones se encuentran en muy mal estado, con elementos de madera muy mal instalados y con alto grado de pudrición, generando esto un alto grado de riesgo por colapso, pudiendo llegar a afectar a las personas que frecuentan estos lugares.

Adicionalmente, los alrededores de estas edificaciones se encuentran cubiertas de pastos enmalezados, los cuales son muy susceptibles de generar incendios que pueden llegar a ser detonados al arrojar colillas encendidas o en el peor de los casos por manos criminales que los puedan inducir.

Se recomienda realizar las gestiones necesarias para recuperar estos terrenos, retirar todos estos residuos sólidos y realizar un cerramiento adecuado para evitar nuevas invasiones.

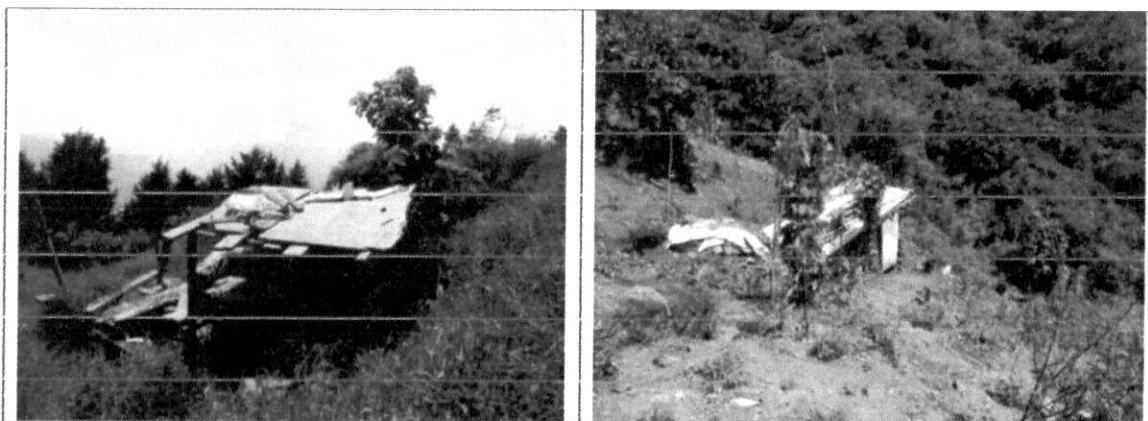


Imagen 37 Otras edificaciones informales construidas al interior del polígono de estudio.

A continuación se presentan los resultados de los análisis de vulnerabilidad y riesgo realizados en la zona de estudio.

9.4. Valoración de la vulnerabilidad física ante la ocurrencia de procesos de remoción en masa

La metodología usada para la evaluación de la vulnerabilidad física de estructuras se base en el cálculo del Índice de Vulnerabilidad Física (IVF), utilizando para tal efecto la metodología propuesta por Leone (1996) y modificada por Soler et al. (1999).

9.5. Definición de tipificación de edificaciones

La vulnerabilidad es función de la resistencia y la exposición del elemento. Para la evaluación de la primera variable (resistencia del elemento expuesto), se tipificaran las estructuras puntuales teniendo en cuenta los siguientes criterios de resistencia de la estructura del modelo propuesto por Leone (1996).

Tabla 28 Tipificación general de las edificaciones (Leone, 1996)

TIPO	DESCRIPCIÓN
B1	Construcciones de muy mala calidad, sin fundación ni ligazón estructural, denominadas generalmente de recuperación, tugurios o ranchos.
B2	Construcciones de calidad regular a mala. No tiene refuerzo estructural ni fundación adecuados.
B3	Construcciones de buena calidad, realizadas con materiales tradicionales (concreto, mampostería, hierro, etc.), de hasta dos niveles.
B4	Construcciones de muy buena calidad, con refuerzo estructural y adecuada cimentación, de más de dos niveles.

Según la tipificación de edificaciones propuesta por Leone (1996) las edificaciones evaluadas se clasifican como viviendas tipo B2 (Construcciones de regular a mala calidad) para la zona determinada como La Pola II y B1 (Construcciones de muy mala calidad) para las construcciones informales evidenciadas en la parte media de la ladera.

El proyecto LA POLA III no se caracteriza dada su condición de inconclusa.

Las construcciones evidenciadas en la parte alta se consideran como B4 aunque se resalta la condición de encontrarse fuera del área del polígono determinado por le ICBF.

9.5.1 Definición de los niveles de Solicitaciones de las edificaciones y las vías

Mediante la calificación propuesta por Leone (1999) se clasificó el nivel de solicitud ejercido por la masa depositada que ejerce un empuje lateral de tierras (PL) sobre las construcciones en la parte baja como PL3 para el caso de LA POLA II y en el caso hipotético de la construcción de LA POLA III como PL1 (Ver Tabla).

Tabla 29 Solicitaciones por empuje lateral

DESCRIPCIÓN	CLASE	CARACTERÍSTICAS
Presión lateral alta	PL1	> 2/3 Altura de la edificación
Presión lateral media	PL2	1/3 – 2/3 Altura de la edificación
Presión lateral baja	PL3	1/3 Altura de la edificación

Adicionalmente, para las edificaciones ubicadas en la parte alta y media se llevó a cabo la calificación por el efecto que ejercen los desplazamientos verticales de la masa movilizada en las construcciones (VM) como VM2 (Ver Tabla siguiente).

Tabla 30 Solicitaciones por desplazamiento vertical

Descripción	Clase	Velocidad Característica (mm/s)
Muy rápido	VM1	> 50
Rápido	VM2	0.5 – 50
Moderado	VM3	0.05 – 0.5
Lento	VM4	0.005 – 0.05
Muy lento	VM5	< 0.005

De acuerdo con las superficies de falla crítica y la zonificación de amenaza por deslizamiento se determinaron los niveles de solicitudes en condiciones extremas para las edificaciones y elementos expuestos en el Escenario Actual y en el Escenario con Construcción de La Pola III.

Tabla 31 Nivel de solicitud de las Edificaciones– Escenario Actual Condición Extrema

ID	EDIFICACIONES	NÚMERO DE PISOS	TIPO DE CONSTRUCCION	DESPLAZAMIENTO VERTICAL (VM)	EMPUJE LATERAL (PL)
1	LA POLA II	1 A 3	B2	VM4	PL3
2	LA, POLA III	2 A 3	B2	VM3	PL2
3	CONSTRUCCIONES INFORMALES A MEDIA LADERA	1	B1	VM2	PL1

Tabla 32. Nivel de Solicitud de las Edificaciones– Escenario Con Proyecto Condición Extrema

ID	EDIFICACIONES	NÚMERO DE PISOS	TIPO DE VIVIENDA	DESPLAZAMIENTO VERTICAL (VM)	EMPUJE LATERAL (PL)
1	LA POLA II	1 A 3	B2	VM5	PL3
2	LA, POLA III	2 A 3	B2	VM5	PL3
3	CONSTRUCCIONES INFORMALES A MEDIA LADERA	1 A 2	B1	VM4	NA

(*) Se evaluará la condición que genere una vulnerabilidad más alta.

9.5.2 Definición de los niveles de daño en Edificaciones

Para calificar los daños producidos en las estructuras por deslizamientos se usará el criterio del DRM (Délégation aux Risques Majeurs), el cual divide los daños en cinco categorías, las cuales se presentan en la siguiente Tabla.

Tabla 33 Índices de daños en Edificaciones (Leone 1996)

ÍNDICE DE DAÑO	TIPO DE DAÑO	ÍNDICE DE VULNERABILIDAD FÍSICA (IVF)
7I	Daños ligeros no estructurales. Estabilidad no afectada	0.0 - 0.2
II	Fisuras de paredes (muros). Reparaciones no urgentes	0.2 - 0.4
III	Deformaciones importantes. Daños en elementos estructurales	0.4 - 0.7
IV	Fracturación de la estructura. Evacuación inmediata	0.7 – 0.9
V	Derrumbe parcial o totalidad de la estructura	0.9 – 1.0

La calificación de los daños que se podrán producir en las construcciones está condicionada por dos variables: la exposición de las estructuras y la resistencia de las mismas. La primera involucra la localización de las edificaciones con respecto al potencial proceso de remoción en masa y la sollicitación que el proceso ejerza sobre los componentes. La segunda, cubre la calidad, propiedades y atributos de la edificación, que se condensan en la tipología.

En la Tabla se presenta la clasificación de daño en función de los Índices de Daño y en función de la Intensidad de Daño de acuerdo a lo expuesto por Leone (1996).

Tabla 34 Calificación de daño en Edificaciones (Leone 1996)

	Clase de Sollicitación	Tipo de Vivienda			
		B1	B2	B3	B4
Desplazamiento Vertical	VM1	V	V	V	IV
	VM2	V	V	IV	IV
	VM3	V	IV	!!!	!!
	VM4	IV	III	II	I
	VM5	III	II	I	I
Empuje Lateral	PL1	V	IV	III	II
	PL2	IV	IV	III	II
	PL3	IV	III	II	I

Índice de Vulnerabilidad Física (IVF) en Edificaciones y otros elementos

El índice de vulnerabilidad Física (IVF) presenta la siguiente calificación en la siguiente Tabla:

Tabla 35 Calificación del índice de vulnerabilidad física

IVF	Vulnerabilidad
$IVF \geq 0.65$	Alta
$0.35 \leq IVF < 0.65$	Media
$IVF < 0.35$	Baja

9.5.3 Evaluación de la Vulnerabilidad física – Escenario Actual bajo Condición Extrema

Tabla 36. Nivel de Vulnerabilidad de las edificaciones para el Escenario Actual en Condición Extrema

ID	EDIFICACIONES	ÍNDICE DE DAÑO	IVF	VULNERABILIDAD
1	LA POLA II	I	0,2	BAJA
2	LA POLA III (VIGAS Y COLUMNAS EXISTENTES)	V	1	ALTA
3	CONSTRUCCIONES INFORMALES A MEDIA LADERA	V	1	ALTA

9.5.4 Evaluación de la Vulnerabilidad física – Escenario Con Proyecto bajo Condición Extrema

Tabla 37. Nivel de Vulnerabilidad de las edificaciones para el Escenario Con Proyecto en Condición Extrema

ID	EDIFICACIONES	ÍNDICE DE DAÑO	IVF	VULNERABILIDAD
1	LA POLA II	I	0,2	BAJA
2	LA POLA III (PROYECTO TERMINADO)	V	1	ALTA
3	CONSTRUCCIONES INFORMALES A MEDIA LADERA	V	1	ALTA

9.6. Evaluación de riesgo de edificaciones

Para la evaluación del Riesgo que presentan tanto las viviendas y otros elementos que se localizan dentro del área de influencia, se definió la matriz de riesgo combinando los niveles a amenaza y vulnerabilidad definidos en cada escenario para condiciones extremas. En la siguiente Tabla se presenta dicha matriz.

Tabla 38. Matriz de riesgo utilizada para definir el riesgo de la infraestructura localizada dentro del área de influencia

	AMENAZA		
VULNERABILIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA
BAJA	BAJO	BAJO	MEDIO
MEDIA	BAJO	MEDIO	ALTO
ALTA	MEDIO	ALTO	ALTO

9.6.1 Evaluación de Riesgo – Escenario Actual bajo Condición Extrema

A continuación se presenta el nivel de riesgo definido para cada uno de los elementos expuestos en el escenario actual y condiciones extremas de agua y sismo.

Tabla 39. Nivel de Riesgo de Viviendas e infraestructura en el Escenario Actual y Condiciones Extremas

ID	EDIFICACIONES	VULNERABILIDAD	AMENAZA	RIESGO
1	LA POLA II	MEDIA	BAJA	BAJO
2	LA POLA III (VIGAS Y COLUMNAS EXISTENTES)	ALTA	ALTA	ALTO
3	CONSTRUCCIONES INFORMALES A MEDIA LADERA	ALTA	ALTA	ALTO

(*) SE ACLARA QUE LA VULNERABILIDAD ANALIZADA PARA LA POLA II CORRESPONDE AL PROCESO OBJETO DEL PRESENTE ESTUDIO DE INESTABILIDAD DEL TERRENO EN EL AREA DETERMINADA POR EL ICBF.

9.6.2 Evaluación de Riesgo – Escenario Con Proyecto (Pola III) bajo Condición Extrema

A continuación se presenta el nivel de riesgo definido para cada uno de los elementos expuestos en el escenario con proyecto y condiciones extremas de agua y sismo.

Tabla 40. Nivel de Riesgo de la infraestructura en el Escenario con Proyecto y Condiciones Extremas

ID	EDIFICACIONES	VULNERABILIDAD	AMENAZA	RIESGO
1	LA POLA II	MEDIA	BAJA	BAJO
2	LA POLA III (PROYECTO TERMINADO)	ALTA	ALTA	ALTO
3	CONSTRUCCIONES INFORMALES A MEDIA LADERA	ALTA	ALTA	ALTO

10. DEFINICIÓN DE LAS ESTRATEGIAS DE REDUCCIÓN DEL RIESGO, ANÁLISIS DE MEDIDAS Y ALTERNATIVAS PARA MITIGACIÓN DEL RIESGO

10.1 Planteamiento de estrategias No estructurales

Como estrategias no estructurales se entiende aquellas que no requieren intervención física con obras de ingeniería, es así que una de las alternativas para la mitigación del riesgo en el polígono de estudio (Alternativa 2), consiste en desarrollar acciones para el manejo de la cobertura vegetal existente y acciones de reforestación. Es necesario que se desarrolle un plan de gestión para la reforestación de la zona donde se proyecta construir la Pola III, de tal forma que se garantice una zona verde de vegetación nativa de bajo porte y gramíneas; garantizando visibilidad y seguridad en el sitio y así mismo contribuyendo a la estabilización del terreno.

De igual forma, se recomienda no adelantar tala de especies arbóreas en el área de estudio, a menos que por el estado fitosanitario o de riesgo de colapso se requiera, dado que la cobertura vegetal presente en el polígono de estudio forma una barrera de contención natural.

Dentro de esta alternativa, se debe realizar un monitoreo permanente del proceso de remoción en masa presente en el polígono de estudio, por parte del grupo de Infraestructura Inmobiliaria del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar-ICBF.

10.2 Planteamiento de estrategias estructurales

Como estrategias estructurales, es decir, las que requieren intervención física con obras de ingeniería, en el presente estudio se contempla como Alternativa de mitigación la No. 1, la cual está conformada por obras de confinamiento, obras para el manejo de la escorrentía y obras para incrementar la resistencia al corte del terreno. Ya que a pesar de que el mismo presenta propiedades mecánicas que lo clasifican con un material competente, factores como las fuerzas sísmicas hacen que los mismos, sean insuficientes para garantizar la estabilidad del terreno de acuerdo con los factores de seguridad mínimos exigidos por la normatividad vigente para el desarrollo de proyectos urbanísticos, en especial aquellos dedicados a uso educativo.

10.3 Planteamiento de Alternativas

A continuación se hace una descripción de las diferentes alternativas de mitigación que pueden reducir el riesgo por fenómenos de remoción en masa en el polígono de estudio:

ALTERNATIVA 1: Obras de mitigación

La Alternativa constituye la construcción de las obras de tal forma que se mitigue el riesgo por remoción en masa, de esta manera la alternativa 1 se encuentra conformada por los siguientes elementos:

- i. Construcción de pilotes de 1,5 metros de diámetro, cuya función principal es la de incrementar la resistencia al corte de la masa de suelo. Esto se logra a través de la distribución espacial de dichos elementos en la ladera.
- ii. Construcción de muro en concreto reforzado para confinar y mejorar los factores de seguridad por deslizamiento del terreno contiguo al proyecto La Pola III.
- iii. Construcción de obras de drenaje para el manejo de la escorrentía, cuya función principal es interceptar los flujos de agua que puedan discurrir hacia el proyecto La Pola III, afectando tanto la estabilidad del terreno como el posible normal funcionamiento de las instalaciones de la Pola III por anegación.
- iv. Reconformación del terreno mediante cortes y rellenos con lo cual se busca mejorar los factores de seguridad de la ladera, a través de la modificación geométrica de los taludes y regularización topográfica para facilitar el manejo de los flujos de escorrentía y labores de revegetalización de la zona intervenida.
- v. Otros elementos complementarios como anclajes, con los cuales principalmente se busca mejorar la estabilidad del muro de contención, disminuir su espesor y disminuir su refuerzo. De igual manera, se incluyen elementos adicionales como las barandas, a lo largo del muro de contención, las cuales se conciben como elementos de seguridad de las personas para las labores de mantenimiento o circulación de la obra.

El detalle de dichas obras de mitigación se presentan en los planos que acompañan el presente Estudio, contiene los detalles necesarios para adelantar la construcción de la Alternativa 1, igualmente se incluye elementos complementarios como lo son las especificaciones técnicas de construcción y los análisis de precios unitarios. (Ver Anexos)

ALTERNATIVA 2: Relocalización del proyecto la Pola III, monitoreo permanente y cambio de uso a zona verde.

Con esta alternativa se plantea relocalizar el proyecto La Pola III, la no construcción de las obras de mitigación, es así que más que convivir con el problema, es necesario realizar un monitoreo permanente del polígono de estudio, que permita identificar los cambios que puedan presentarse de tal forma que, con tiempo se pueda prevenir la materialización de la amenaza.

Así mismo, se plantea la conservación y potencialización de la zona verde, mediante programas de reforestación con vegetación nativa de porte bajo que contribuya a la estabilidad del terreno de las siguientes formas:

- Incremento en la resistencia al corte por efecto del sistema radicular de las plantas.
- Disminución del potencial de infiltración del terreno.
- Abatimiento de niveles freáticos cercanos a la superficie.
- Control de los procesos erosivos.

De acuerdo con la Cartilla de "Movimientos en Masa" de la Alcaldía de Medellín, dentro de las estrategias para prevenir la ocurrencia de movimientos en masa, *"es conveniente proteger la superficie del terreno mediante la siembra de especies vegetales idóneas como kikuyo, vetiver, maní forrajero, entre otros, con la idea de facilitar el amarre del suelo, controlar los procesos erosivos y minimizar la infiltración"*. (Alcaldía de Medellín, s.f)

En el polígono de estudio, durante las visitas de campo se identificaron una serie de cultivos y construcciones informales que al parecer son invasiones al predio del ICBF, por lo anterior se recomienda verificar la información y en todo caso restringir el desarrollo de actividades agrícolas principalmente en la parte alta de la ladera.

Esta Alternativa contempla un monitoreo periódico al polígono de estudio, dicho monitoreo implica adelantar recorridos, inventario de grietas existentes y su evolución en el tiempo, teniendo en cuenta factores como la presencia de nuevas grietas, incremento del tamaño de las grietas existentes o desplazamientos del terreno; todo lo anterior puede realizarse a través de una inspección visual de área afectada por el proceso de remoción en masa, bajo la responsabilidad de un profesional idóneo en el área de la Ingeniería Civil.

El personal del área de Infraestructura Inmobiliaria del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar-ICBF o a quien este delegue, deberá realizar el monitoreo preventivo, con el propósito de identificar avances en el proceso de remoción en masa, que de presentarse y ser significativos darán paso a la implementación de la Alternativa 1, previo visto bueno por escrito de la presente Consultoría, quien establecerá en su momento si las obras de mitigación diseñadas para la Alternativa 1 siguen vigentes o deben actualizarse o si el avance del proceso de remoción en masa identificado por el ICBF es o no significativo. Para esto es necesario que el ICBF provea a la Consultoría de la información suficiente para emitir el concepto técnico, para lo cual el Consultor no asumirá costos de desplazamientos u otros costos diferentes a la emisión de un concepto con base en la información provista por parte del ICBF, dentro de los tiempos de las pólizas propias de este contrato de Consultoría.

No obstante, el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar-ICBF puede seleccionar otros métodos o técnicas que le permitan adelantar el monitoreo del proceso de remoción en masa que se presenta en el predio objeto de este Estudio.

11. ANALISIS DE AMENAZA DEL ESCENARIO CON PROYECTO Y MEDIDAS DE MITIGACION

9.1 EVALUACIÓN DE AMENAZA EN EL ESCENARIO CON PROYECTO (CONSTRUCCIÓN LA POLA III) Y OBRAS DE MITIGACIÓN BAJO CONDICIÓN NORMAL Y EXTREMA

Para este último escenario se propone una serie de medidas de mitigación, tendientes a disminuir el nivel de amenaza para la zona de estudio, este análisis busca definir las obras de estabilización de los taludes de corte generados al momento de realizar la construcción de La Pola III. Así como evaluar posibles afectaciones o generación de procesos de remoción en masa debidos a las sobre cargas en las laderas a intervenir generadas por el proyecto.

La alternativa de mitigación, contempla las siguientes obras de intervenciones:

- a) Construcción de pilotes de confinamiento debidamente anclados al terreno.
- b) Perfilado y reconfiguración del terreno.
- c) Construcción de muros de contención en concreto reforzado, cimentados sobre pilotes y anclados al terreno.
- d) Sistema de manejo y control del drenaje superficial y subsuperficial (Ver planos)

Para el escenario con obras de mitigación en condiciones normales se emplean en el modelo geológico geotécnico niveles freáticos cercanos a la superficie, al igual que para la condición extrema. (Ver planos).

11.1.1. Evaluación de Amenaza en el Escenario Con Proyecto y Obras de Mitigación bajo Condición Normal

En la siguiente Tabla se presenta el resumen de los factores de seguridad mínimos obtenidos mediante el análisis de estabilidad de los perfiles para el escenario con proyecto (construcción de La Pola III) y obras de mitigación bajo condición Normal estos resultados se encuentran en el Anexo.

Tabla 41 Factores de Seguridad Mínimos Mecanismo de Falla Rotacional- Con Construcción La Pola III y obras de mitigación bajo Condición Normal

SECCIÓN	CONDICIÓN	MECANISMO DE FALLA	FS MÍNIMO (BISHOP)	CATEGORÍA DE AMENAZA
PERFIL 1 al 27	Normal	Rotacional	Mayor a 1.9	BAJA

De la tabla anterior se observa que el valor de factor de seguridad para los perfiles de análisis supera el valor de 1.9. Por lo tanto, se puede concluir que las obras propuestas permiten mejorar y optimizar la estabilidad del área de estudio satisfactoriamente en condiciones normales conllevando a una afectación poco probable frente a elementos expuestos tales como construcciones en la pata del talud como eventuales desarrollos técnicamente adelantados en la parte media de la ladera sin que estos últimos afecten de manera directa las obras propuestas en el presente estudio.

11.1.2. Evaluación de Amenaza en el Escenario Con Proyecto y Obras de Mitigación bajo Condición Extrema

En la siguiente Tabla se presenta el resumen de los factores de seguridad mínimos obtenidos mediante el análisis de estabilidad de los perfiles para el escenario con proyecto (Construcción de La Pola III) y obras de mitigación bajo condición extrema estos resultados se encuentran en el Anexo respectivo.

Tabla 42 Factores de Seguridad Mínimos Mecanismo de Falla Rotacional- Con Proyecto y obras de mitigación bajo Condición Extrema.

SECCIÓN	CONDICIÓN	MECANISMO DE FALLA	FS MÍNIMO (BISHOP)	CATEGORÍA DE AMENAZA
PERFIL 1 al 27	Extrema	Rotacional	Superior a 1.3	BAJA

En la Tabla se observa que el valor de factor de seguridad para los perfiles de análisis se supera el valor de 1.3. Por lo tanto, se puede concluir que las obras propuestas permiten mejorar la estabilidad del sector satisfactoriamente.

Con respecto a la Zonificación de Amenaza por deslizamiento, esta fue definida para la condición extrema y los resultados se presentan en el PLANO AMENAZA OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA CONDICIÓN EXTREMA. El cual fue construido a partir de la distribución de factores de seguridad a lo largo de los perfiles de análisis.

12. ANALISIS DE ESCENARIO CON MEDIDAS DE MITIGACION

12.1. EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD EN EL ESCENARIO CON PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OBRAS DE MITIGACIÓN BAJO CONDICIÓN EXTREMA

12.1.1. Definición de los niveles de Solicitaciones de las edificaciones

Tabla 43. Nivel de Solicitación de las Edificaciones– Escenario Con proyecto y Obras de Mitigación - Condición Extrema

ID	EDIFICACIONES	NÚMERO DE PISOS	TIPO DE VIVIENDA	DESPLAZAMIENTO O VERTICAL (VM)	EMPUJE LATERAL (PL)	ÍNDICE DE DAÑO
1	LA POLA II	1 A 3	B2	VM5	PL3	I
2	LA POLA III	2 A 3	B3	VM5	PL3	I
3	CONSTRUCCIONES INFORMALES A MEDIA LADERA	1	B1	VM4	NA	II

12.1.2. Evaluación de la Vulnerabilidad física– Escenario Con Proyecto y obras de mitigación bajo Condición Extrema

Tabla 44. Nivel de Vulnerabilidad de las Viviendas para el Escenario con Proyecto y Obras de Mitigación en Condición Extrema

ID	EDIFICACIONES	ÍNDICE DE DAÑO	IVF	VULNERABILIDAD
1	LA POLA II	I	0.2	BAJA
2	LA POLA III	I	0.2	BAJA
3	CONSTRUCCIONES INFORMALES A MEDIA LADERA	II	0.4	ALTA

(*) LA CONDICION DE VULNERABILIDAD ALTA PARA LAS VICVIENDAS INFORMALES CORRESPONDE A LAS CONDICIONES Y CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE ESTAS, LAS CULES NO APLICAN LOS PARAMETROS ESTABLECIDOS POR LA NSR-10

(**) LA VULNERABILIDAD PARA LA POLA II SE ENCUENTRA DETERMINADA EN FUNCION DEL FRM. SE HACE CLARIDAD FRENTE A LA NECESIDAD DE NORMALIZAR LA CONSTRUCCION DE ESTA AREA A LO ESTABLECIDO EN LA NSR-10

12.2. EVALUACIÓN DEL RIESGO EN EL ESCENARIO CON CONSTRUCCIÓN LA POLA III, DE CONSTRUCCIÓN Y OBRAS DE MITIGACIÓN BAJO CONDICIÓN EXTREMA

A continuación se presenta el nivel de riesgo definido para cada uno de los elementos expuestos en el escenario con proyecto y obras de mitigación bajo condiciones extremas de agua y sismo.

Tabla 45. Nivel de Riesgo de edificaciones y otros elementos en el Escenario Con Proyecto y obras de mitigación - Condiciones Extrema

ID	EDIFICACIONES	VULNERABILIDAD	AMENAZA	RIESGO
1	LA POLA II	MEDIA	BAJA	BAJO
2	LA POLA III	BAJA	BAJA	BAJO
3	CONSTRUCCIONES INFORMALES A MEDIA LADERA	ALTA	BAJA	MEDIO

13. DEFINICIÓN DE LA ALTERNATIVA MÁS FAVORABLE PARA MITIGACIÓN DEL RIESGO Y DISEÑO DEL PLAN DE ACCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO POR PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA

12.1 Criterios

La definición de la alternativa más favorable partirá del análisis de riesgo por fenómenos de remoción en masa de cada una de las alternativas de mitigación de riesgo identificadas. Con base en el análisis comparativo de riesgo, se seleccionara la alternativa más favorable considerando las pérdidas probables para cada alternativa de mitigación en términos técnicos, económicos, sociales, urbanísticos, ambientales y de viabilidad para su ejecución.

12.2 Método de trabajo

La selección de las alternativas se efectuó empleando una metodología costo beneficio, en donde el costo se refiere a la inversión requerida para implementar las estrategias de

reducción del riesgo incluyendo aquellos costos derivados de la relocalización de usuarios y el beneficio se evalúa a partir de la valoración de la reducción del riesgo.

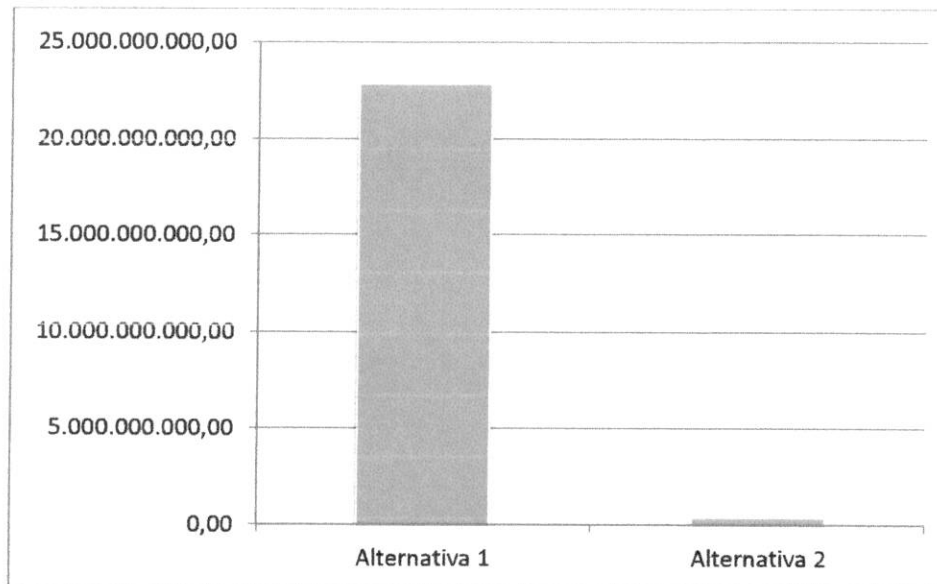
Una vez seleccionada la alternativa de mitigación de riesgo, con base en las medidas y estrategias planteadas, se definió el plan de acción para la reducción del riesgo. En dicho plan de acción se plantearon recomendaciones sobre el uso del suelo, señalando las áreas donde se debe evitar su ocupación por amenaza y/o riesgo por fenómenos de inestabilidad geotécnica y las zonas donde se requiera aplicar medidas para la reducción de la amenaza, de la vulnerabilidad, el mejoramiento urbanístico y la protección ambiental.

12.3 Comparación de alternativas

Con relación a las Alternativas 1 y 2 planteadas anteriormente, a continuación se presenta una tabla de tal forma que pueda compararse los valores estimados para cada una y así establecer la alternativa que por su relación Costo Vs Beneficio, representa el menor riesgo económico para el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar-ICBF.

ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
Obras de Mitigación	Relocalización del proyecto La Pola III, monitoreo periódico y reforestación
\$22.834.088.506,72 (sin incluir Interventoría)	\$400.000.000

Tabla 46 Comparación alternativas



14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ✓ Los resultados del presente estudio se encuentran soportados en el trabajo previo en donde se destaca la revisión de información existente para este punto, levantamiento topográfico, caracterización física y mecánica de los suelos, caracterización geológica y geomorfológica, clasificación de la flora y fauna presente, análisis y medidas de mitigación ante fuentes de contaminación internas y externas, identificación y análisis geotécnico, geológico y geomorfológico, caracterización hidráulica e hidrológica incluyendo análisis de precipitación y condiciones de drenaje, caracterización sísmica, factores detonantes actuales y potenciales de inestabilidad del terreno, localización de los fenómenos de inestabilidad identificados, evaluación y zonificación de amenaza en el corto plazo (1 año) y en el largo plazo (50 años) por fenómenos de remoción en masa, cuantificación de las pérdidas económicas esperadas en el corto plazo (1 año) y largo plazo (50 años) para el escenario en donde no se lleven a cabo ningún tipo de estrategias y medidas de reducción de riesgos, determinación de las estrategias de reducción de riesgos estructurales y no-estructurales, elaboración de mapas temáticos y mapas de amenazas, vulnerabilidad y riesgo y análisis de la viabilidad técnica, económica, predial y de redes de servicios para determinar la implementación de las alternativas de mitigación del riesgo propuestas.
- ✓ Las posibles causas que provocaron estos procesos de remoción en masa fueron la falta de medidas de protección de los taludes durante la construcción de la obra, los cuales al parecer se encontraban sin ningún tipo estabilización geotécnica, sin revestimiento o protección, ni vegetación, ni tampoco contaban con medidas adecuadas de manejo de la escorrentía superficial y subsuperficial, aunado a las condiciones mecánicas del suelo en el sector los cuales se observan altamente meteorizados y erosionados con un material muy susceptible de pérdida de resistencia ante la influencia del agua; y adicionalmente, posterior al evento ocurrido y al no implementar oportunamente las medidas de mitigación necesarias, el proceso de remoción en masa sigue activo aumentando los factores de amenaza, vulnerabilidad y riesgo.
- ✓ La contaminación más visible se localiza en el cuerpo de agua de la escorrentía, que establece el límite del polígono en el costado oriental, la cual tiene un caudal aproximado a las tres pulgadas y sus aguas se aprecian turbias y jabonosas y con olores que evidencian el vertimiento indebido de aguas servidas en este cuerpo de agua. Uno de los vertimientos indebidos que se pueden observar es el de la marranera ubicada al interior del polígono en cual vierte sus aguas servidas de manera indebida a la ladera y cuyas aguas caen a este canal de escorrentía. Tampoco se descarta el vertimiento de aguas contaminadas aguas arriba en zonas que no pertenecen al polígono de estudio y que se escapa de su alcance el identificarlas.

- ✓ La calificación de los daños que se podrán producir en las construcciones está condicionada por dos variables: la exposición de las estructuras y la resistencia de las mismas. La primera involucra la localización de las edificaciones con respecto al potencial proceso de remoción en masa y la sollicitación que el proceso ejerza sobre los componentes. La segunda, cubre la calidad, propiedades y atributos de la edificación, que se condensan en la tipología.
- ✓ La condición de amenaza actual del polígono de estudio puede calificarse de media a baja siempre y cuando se mantengan niveles bajos del nivel freático y no exista carga sísmica, pero ante cualquier ascenso del nivel freático y la existencia de una carga sísmica los niveles de amenaza cambian abruptamente presentándose una categorización de amenaza alta por procesos de remoción en masa.
- ✓ De materializarse la amenaza, el terreno donde se planea construir La Pola III será ocupado por el suelo, roca, material vegetal y escombros que sean movilizados; sin embargo, en las primeras etapas del proceso de remoción en masa esta área se estima suficiente para recibir el material deslizado sin generar daños en La Pola II.
- ✓ Teniendo en cuenta las características del proceso de remoción en masa que afecta al polígono, dentro de las cuales se resalta su tipo (superficie de falla tipo compuesto o complejo), el material donde se desarrolla el proceso y la topografía de la ladera se estima que de materializarse la amenaza, el proceso de remoción en masa tendrá bajas velocidades de movimiento, permitiendo un tiempo suficiente para la toma de acciones de mitigación.
- ✓ De acuerdo con los resultados del presente Estudio, se plantearon dos Alternativas para la mitigación del riesgo por procesos de remoción en masa, a saber la Alternativa 1 que constituye una medida de mitigación estructural relacionada con la construcción de obras de mitigación consistentes en obras de contención, obras para el manejo de la escorrentía, elementos para incrementar la resistencia al corte del terreno y reconfiguración morfológica del mismo. La Alternativa 2 relacionada con la relocalización de La Pola III, el monitoreo periódico por parte del ICBF y procesos de reforestación para la adecuación de zonas verdes.
- ✓ Frente a los costos de implementación de las dos Alternativas planteadas y teniendo en cuenta que el desarrollo de obras de mitigación de riesgo por procesos de remoción en masa tiene implícito elementos de incertidumbre asociados con la gran variabilidad de las propiedades mecánicas del terreno o su cambio durante el tiempo, la presente Consultoría considera que la alternativa más favorable y con menor riesgo económico es la Alternativa 2. Ya que con el paso

del tiempo se espera que la reacomodación del terreno de paso a nuevas conformaciones topográficas locales que podrán presentar factores de seguridad mayores a los que actualmente presenta el terreno lo cual puede ser potencializado con las actividades recomendadas en la Alternativa No. 2 y gestiones complementarias como la eliminación de conexiones erradas que puedan verter flujos de aguas servidas hacia la ladera como aquellas que pueden asociarse con la urbanización indebida de zonas verdes con construcciones informales de uso residencial y/o agrícola.

- ✓ Teniendo en cuenta que el costo de las Obras de Mitigación de la Alternativa 1, incluyendo la Interventoría, tendría un valor cercano a los 26 mil millones de pesos, que comparado con el valor estimado de inversión para la construcción de La Pola III (\$6mil millones), se recomienda al ICBF implementar la alternativa de mitigación No. 2. Sin embargo, si durante las labores de monitoreo, que incluye esta alternativa, se identifican desplazamientos del terreno superiores a los 5m debe implementarse la Alternativa de Mitigación No. 1, la cual se considera válida y totalmente aplicable en dicho escenario.

15. BIBLIOGRAFÍA

Alcaldía de Medellín. Departamento Administrativo de Gestión del Riesgo de Desastres. Bomberos Medellín. Tecnológico de Antioquia I.U. Movimientos en Masa, Cartilla Plan de Prevención, Preparación y Respuesta ante Emergencias para edificios o conjuntos de uso residencial.

Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Atlas Metropolitano Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Registro ISBN 978-958-8513-40-9. Primera edición, diciembre de 2010. Medellín – Antioquia – Colombia.

Área Metropolitana del Valle de Aburrá, CORNARE y CORANTIOQUIA, 2007. Plan de ordenación y manejo de la cuenca del río Aburrá, POMCA.

SIMPAD. Instrumentación y microzonificación sísmica del área urbana de la ciudad de Medellín, Informe final (No. Contrato C112 de 1997). Medellín: Facultad nacional de minas, Universidad EAFIT, Ingeominas, Integral S.A. 1999.

Departamento Administrativo de Planeación Medellín. Descripción De Zonas Homogéneas Microzonificación Sísmica Del Área Urbana De Medellín. Documentos de soporte para dar cumplimiento a la directiva del Departamento Administrativo de Planeación en relación con el cumplimiento de la NSR-2010 enviada el 25 de abril de 2011 a las entidades públicas y descentralizadas y las Empresas Comerciales del Estado. Medellín, 2011.

Martínez, John. (2008). Desarrollo de La Gestión Del Riesgo por Fenómenos de origen natural y antrópico en el Municipio de Medellín durante el periodo 1987 – 2007. Monografía de grado para optar al título de Especialista en Gestión Ambiental. Universidad de Antioquia, Medellín.

16. ANEXOS

MARCO CONCEPTUAL

- ✓ SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA: Es un sistema formado por Hardware, Software y procedimientos para capturar, manejar, manipular, analizar y representar datos georreferenciados, con el objetivo de resolver problemas de gestión y planificación.
- ✓ AMENAZA: Probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente destructor, en un área específica dentro de un determinado período de tiempo. (Suárez J., 1998).
- ✓ ARCILLOLITA: Roca sedimentaria de origen detrítico. Es una roca compacta, sin fisilidad que está formada por partículas del tamaño de la arcilla.
- ✓ BASE TOPOGRÁFICA: Mapa base que contiene información topográfica, utilizable para referenciar localizaciones de otros elementos, y la elaboración de mapas temáticos (mapas geológicos, estructurales, de uso de tierras, entre otros).
- ✓ BUZAMIENTO: Ángulo de inclinación que forma un filón, estructura o capa rocosa con un plano horizontal, medido perpendicularmente a la dirección o rumbo del filón.
- ✓ CAUCE: Canal por donde normalmente discurren las aguas de un río. El cauce es continuamente modificado por el caudal, la velocidad, la pendiente, la carga de sedimentos y el nivel de base local del río.
- ✓ CARTOGRAFÍA: Ciencia que tiene por objeto la realización de mapas, y comprende el conjunto de estudios y técnicas que intervienen en su establecimiento.
- ✓ COBERTURA: Conjunto de datos asociados temáticamente y considerados como una unidad. Una cobertura usualmente representa un tema único, o corresponde a una capa de información tal como suelos, ríos, caminos, uso de la tierra, entre otros.
- ✓ CUENCAS HÍDRICAS: Es el espacio delimitado por la unión de todas las cabeceras que forman el río principal o el territorio drenado por un único sistema de drenaje natural, es decir, que drena sus aguas al mar a través de un único río, o que vierte sus aguas a un único lago endorreico.
- ✓ DESASTRE: Alteración intensa en las personas, los bienes, los servicios, y el ambiente, causados por un suceso natural o generado por la actividad humana, que exceden la capacidad de respuesta de la comunidad afectada. (Millán J., 1999).
- ✓ DESLIZAMIENTO ROTACIONAL: En un deslizamiento rotacional la superficie de falla es formada por una curva cuyo centro de giro se encuentra por encima del centro de gravedad del cuerpo del movimiento. (Suárez J., 1998).
- ✓ DESLIZAMIENTO TRASLACIONAL: En el deslizamiento traslacional el movimiento de la masa se desplaza hacia fuera o hacia abajo, a lo largo de una superficie más o menos plana o ligeramente ondulada y tiene muy poco o nada de movimiento de rotación o volteo. (Suárez J., 1998).

- ✓ **DESLIZAMIENTOS:** Movimiento consistente en un desplazamiento de corte a lo largo de una o varias superficies, que pueden detectarse fácilmente o dentro de una zona relativamente delgada. El movimiento puede ser progresivo, o sea, que no se inicia simultáneamente a lo largo de toda, la que sería, la superficie de falla. Los deslizamientos pueden ser de una sola masa que se mueve o pueden comprender varias unidades o masas semi-independientes. Los deslizamientos pueden obedecer a procesos naturales o desestabilización de masas de tierra por el efecto de cortes, rellenos, deforestación, etc. (Suárez J., 1998).
- ✓ **ESCARPE PRINCIPAL:** Superficie muy inclinada a lo largo de la periferia posterior del área en movimiento, causado por el desplazamiento del material. La continuación de la superficie del escarpe dentro del material conforma la superficie de la falla. (Suárez J., 2009).
- ✓ **ESTABILIDAD (GEOTECNIA):** Resistencia de una estructura, talud o muro de contención a la falla por deslizamiento o colapso bajo condiciones normales, para las que fue diseñado.
- ✓ **ESTACIÓN TOTAL:** Dispositivo topográfico electrónico, con capacidad de almacenamiento de los puntos que se levantan en el terreno. (Mide distancia, coordenadas en los tres ejes x, y, z; así, como la medida de ángulos horizontales y verticales, es un instrumento de bastante precisión).
- ✓ **ESTADO DE ACTIVIDAD:** Hace referencia a una condición temporal de la masa en movimiento, asociado con un número de formas de la zona de rotura en desarrollo y de la masa que se moviliza (grado de desarrollo).
- ✓ **ESTRATO:** Capa de roca caracterizada por sus propiedades litológicas particulares y los atributos que la distinguen de las capas adyacentes.
- ✓ **FACTOR DE RIESGO:** Cualquier elemento o fenómeno del ambiente de trabajo o acción que pueda causar un daño.
- ✓ **FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA (FRM):** Junto con la erosión hacen parte de los procesos naturales de denudación de la corteza terrestre, como tales no se consideran susceptibles de manejo total y se definen como movimientos en masa de traslocación por acción de la gravedad, la cual no es un medio de transporte. (González, 1990).
- ✓ **FLANCO:** Un lado (perfil lateral) del movimiento. Se debe diferenciar el flanco derecho y el izquierdo. (Suárez J., 2009).
- ✓ **FOTOGRAMETRÍA:** ciencia desarrollada para obtener medidas reales a partir de fotografías, tanto terrestres como aéreas, para realizar mapas topográficos, mediciones y otras aplicaciones geográficas.
- ✓ **GEODESIA:** Ciencia que tiene por objeto el estudio y la determinación de la forma y dimensiones. Previamente a la realización del mapa topográfico de un país son necesarios los trabajos de geodesia. Permite obtener datos para fijar con exactitud los puntos de control de la triangulación y la nivelación.
- ✓ **GEOLOGÍA:** Ciencia que estudia la composición y la disposición de los materiales que constituyen la litosfera terrestre, su naturaleza, su situación y las causas o fenómenos que originan esa disposición y de los efectos de los agentes que la alteran.
- ✓ **GEOMORFOLOGÍA:** Ciencia que tiene por objeto el estudio y la explicación de las formas del relieve terrestre.

- ✓ GPS: (Global Positioning System) Un sistema que, mediante la utilización de una constelación de satélites, permite determinar la posición de cualquier punto sobre la tierra con gran precisión.
- ✓ NORTE GEOGRÁFICO: Es el señalado por la meridiana geográfica.
- ✓ LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: es un conjunto de operaciones que determinan las posiciones de puntos, la mayoría calculan superficies y volúmenes y la representación de medidas tomadas en el campo mediante perfiles y planos entonces son topográficos. Descripción y delineamiento de un terreno en su configuración superficial.
- ✓ NIVEL FREÁTICO: Superficie en la zona de saturación de un acuífero libre sometido a la presión atmosférica.
- ✓ PERFIL: Es la secuencia y conjunto de horizontes de un suelo; corte vertical hecho en el suelo a fin de hacer un estudio.
- ✓ REPTACIÓN: Es el movimiento lento e imperceptible del material
- ✓ RIESGO: Se considera como la existencia o contingencia espacio temporal de que se suscite un daño a partir de la manifestación de un fenómeno natural. Es el valor esperado de daños, destrucción o pérdida de un grupo particular de elementos expuestos a la ocurrencia de un evento, potencialmente catastrófico.
- ✓ SONDEO: Operación que se efectúa con el fin de perforar el suelo, mediante la apertura de orificios de diámetro pequeño para la exploración.
- ✓ SUPERFICIE DE FALLA: Área por debajo del movimiento y que delimita el volumen del material desplazado. El suelo por debajo de la superficie de la falla no se mueve, mientras que el que se encuentra por encima de ésta, se desplaza. En algunos movimientos no hay superficie de falla. (Suárez J., 2009).
- ✓ SUSCEPTIBILIDAD: Expresa la facilidad con que un fenómeno puede ocurrir sobre la base de las condiciones locales del terreno.
- ✓ TALUD: Superficie inclinada del terreno en la base de un cerro o de una colina, donde se encuentra un depósito de detritos.
- ✓ VULNERABILIDAD: Grado de debilidad o resistencia que presentan las personas, sus bienes y el mismo ambiente natural, frente a la ocurrencia de un fenómeno peligroso.
- ✓ SUSCEPTIBILIDAD: mayor o menor predisposición a que un evento suceda u ocurra sobre un determinado espacio geográfico.
- ✓ ANÁLISIS DE RIESGO: Es el resultado de identificar, caracterizar, evaluar y valorar la relación entre una amenaza en particular y la vulnerabilidad a esa amenaza de uno o varios elementos expuestos, con el fin de determinar escenarios potenciales de riesgo a desastres, y con ello los posibles efectos y consecuencias sociales, económicas y ambientales asociadas a un fenómeno peligroso.
- ✓ ÁREAS DE AMENAZA POR PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA: Son áreas que por condiciones naturales o actividad antrópica presentan una determinada probabilidad de ocurrencia de procesos de remoción en masa incluyendo sus zonas de influencia directa e indirecta. Se refiere a los movimientos de suelo o roca como deslizamiento, reptación, flujos de material, caídas y volcamiento de material.
- ✓ EVALUACIÓN DE LA AMENAZA: Es el proceso mediante el cual se determina la posibilidad de que un fenómeno se manifieste, con un determinado grado de

- severidad, durante un período de tiempo definido y en un área determinada. Representa la recurrencia estimada y la ubicación geográfica de eventos probables
- ✓ **EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD:** Proceso mediante el cual se determina el grado de susceptibilidad y predisposición al daño de un elemento o grupo de elementos expuestos ante una amenaza particular.
 - ✓ **GESTIÓN DE RIESGOS:** Es el proceso social integrado a todo el quehacer humano cuyo fin último es la prevención, mitigación, reducción y control permanente del riesgo de desastres; en la búsqueda de un desarrollo humano, económico, ambiental y territorial, sostenibles.
 - ✓ **PREVENCIÓN:** Medidas y acciones dispuestas con anticipación con el fin de evitar, impedir o suprimir las posibles consecuencias dañinas de un fenómeno peligroso de origen natural o de autoría humana y proveer protección permanente sobre la población, los bienes, los servicios y el ambiente. Incluye medidas legislativas para el control del uso de la tierra y ordenación urbana, así como su aplicación, al igual que medidas de ingeniería y de protección física.
 - ✓ **RIESGO ALTO MITIGABLE:** Son aquellos sectores que por sus características de amenaza y vulnerabilidad, pueden presentar afectación para la vida y pérdidas económicas o de la infraestructura existente; sin embargo con una intervención adecuada con obras de mitigación (resultantes de un estudio técnico y de un análisis costo - beneficio) se pueden reducir los efectos.
 - ✓ **RIESGO ALTO NO MITIGABLE:** Son aquellos sectores en donde por sus características de amenaza y vulnerabilidad, existe una alta probabilidad de que se presenten pérdidas de vidas humanas, bienes e infraestructura. La mitigación no es viable por condiciones técnico-económicas.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Contenido

1. PREELIMINARES.....	8
1.1 DEMOLICIONES	8
1.1.1 DESCRIPCIÓN	8
1.1.2 PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN.....	8
1.1.3 EQUIPOS.....	8
1.1.4 MATERIALES.....	8
1.1.5 MANO DE OBRA.....	9
1.1.6 MEDIDA Y PAGO	9
1.1.7 NO CONFORMIDAD.....	9
1.2 CAMPAMENTO Y OFICINAS.....	9
1.2.1 DESCRIPCIÓN	9
1.2.2 PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN.....	9
1.2.3 EQUIPOS.....	9
1.2.4 MATERIALES.....	10
1.2.5 MANO DE OBRA.....	10
1.2.6 MEDIDA Y PAGO	10
1.2.7 NO CONFORMIDAD.....	10
1.3 ALMACÉN DE OBRA (CONTENEDOR DE 20 PIES).....	10
1.3.1 DESCRIPCIÓN	10
1.3.2 PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN.....	10
1.3.3 EQUIPOS.....	12
1.3.4 MATERIALES.....	12
1.3.5 MANO DE OBRA.....	12
1.3.6 MEDIDA Y PAGO	12
1.3.7 NO CONFORMIDAD.....	12
1.4 CERRAMIENTOS PROVISIONALES EN LONA VERDE (POLISOMBRA) H=2.00 m.....	12

1.4.1	DESCRIPCIÓN	12
1.4.2	PROCEDIMIENTO DE EJECUCION.....	13
1.4.3	EQUIPO	13
1.4.4	MATERIALES.....	13
1.4.5	MANO DE OBRA.....	13
1.4.6	MEDIDA Y FORMA DE PAGO	13
1.4.7	NO CONFORMIDAD.....	14
1.5	SERVICIOS PÚBLICOS (BAÑOS PORTATILES Y DESAGÚE)	14
1.5.1	DESCRIPCIÓN	14
1.5.2	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN.....	14
1.5.3	EQUIPO	14
1.5.4	MATERIALES.....	14
1.5.5	MANO DE OBRA.....	14
1.5.6	MEDIDA Y FORMA DE PAGO	14
1.5.7	NO CONFORMIDAD.....	15
1.6	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO	15
1.6.1	DESCRIPCIÓN	15
1.6.2	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN.....	15
1.6.3	EQUIPO	15
1.6.4	MATERIALES.....	15
1.6.5	MANO DE OBRA.....	16
1.6.6	MEDIDA Y FORMA DE PAGO	16
1.6.7	NO CONFORMIDAD.....	16
2.	MOVIMIENTO DE TIERRAS, EXCAVACIONES Y RELLENOS	16
2.1	EXCAVACIÓN MATERIAL COMÚN MANUAL (MATERIAL SECO O HÚMEDO)	16
2.1.1	DESCRIPCIÓN	16
2.1.2	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN.....	16

2.1.3	EQUIPO	17
2.1.4	MATERIALES.....	17
2.1.5	MANO DE OBRA.....	17
2.1.6	MEDIDA Y FORMA DE PAGO	17
2.1.7	NO CONFORMIDAD.....	17
2.2	EXCAVACIÓN MECANICA MATERIAL COMÚN	17
2.2.1	DESCRIPCIÓN	18
2.2.2	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN.....	18
2.2.3	EQUIPOS.....	18
2.2.4	MATERIALES.....	18
2.2.5	MANO DE OBRA.....	18
2.2.6	MEDIDA Y FORMA DE PAGO	18
2.2.7	NO CONFORMIDAD.....	19
2.3	RELLENO MATERIAL SELECCIONADO MECANICA.....	19
2.3.1	DESCRIPCIÓN	19
2.3.2	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN.....	20
2.3.3	MATERIALES.....	20
2.3.4	EQUIPOS.....	20
2.3.5	MANO DE OBRA.....	20
2.3.6	MEDIDA Y FORMA DE PAGO	20
2.3.7	NO CONFORMIDAD.....	21
3.	CIMENTACIONES, PILOTES Y ANCLAJES.....	21
3.1	VIGA DE CIMENTACIÓN CONCRETO 4000 PSI	21
3.1.1	DESCRIPCIÓN	21
3.1.2	PROCEDIMIENTO DE EJECUCION.....	21
3.1.3	MATERIALES.....	21
3.1.4	EQUIPO	21
3.1.5	MANO DE OBRA.....	22

3.1.6	MEDIDA Y FORMA DE PAGO	22
3.1.7	NO CONFORMIDAD.....	22
3.2	ACERO DE REFUERZO DE 60000 PSI – 420 MPa	22
3.2.1	DESCRIPCION	22
3.2.2	PROCEDIMIENTO DE EJECUCION.....	22
3.2.3	MATERIALES.....	23
3.2.4	EQUIPO	23
3.2.5	MANO DE OBRA.....	23
3.2.6	MEDIDA Y FORMA DE PAGO	23
3.2.7	NO CONFORMIDAD.....	23
3.3	ANCLAJES DE 50 TONELADAS CON DIAMETRO DE 5"	23
3.3.1	DESCRIPCION	23
3.3.2	PROCEDIMIENTO DE EJECUCION.....	23
3.3.3	MATERIALES.....	24
3.3.4	EQUIPO	24
3.3.5	MANO DE OBRA.....	24
3.3.6	MEDIDA Y FORMA DE PAGO	24
3.3.7	NO CONFORMIDAD.....	24
3.4	PROCESO (excavación + colocación de concreto) PILOTES PREEXCAVADOS y FUNDIDOS en SITIO	24
3.4.1	DESCRIPCIÓN	25
3.4.2	PROCEDIMIENTO DE EJECUCION.....	25
3.4.3	MATERIALES.....	25
3.4.4	EQUIPO	25
3.4.5	MANO DE OBRA.....	25
3.4.6	MEDIDA Y PAGO	25
3.4.7	NO CONFORMIDAD.....	26
4.	ESTRUCTURA	26

4.1	COLUMNAS EN CONCRETO 4000 PSI.....	26
4.1.1	DESCRIPCIÓN	26
4.1.2	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN.....	26
4.1.3	EQUIPO	26
4.1.4	MATERIALES.....	27
4.1.5	MANO DE OBRA.....	27
4.1.6	MEDIDA Y PAGO	27
4.1.7	NO CONFORMIDAD.....	27
4.2	MUROS DE CONTENCIÓN EN CONCRETO REFORZADO 4000psi.....	27
4.2.1	DESCRIPCIÓN	27
4.2.2	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN.....	28
4.2.3	EQUIPO	28
4.2.4	MATERIALES.....	28
4.2.5	MANO DE OBRA.....	28
4.2.6	MEDIDA Y PAGO	28
4.2.7	NO CONFORMIDAD.....	29
5.	DRENAJES	29
5.1	FILTRO CON GEODREN PLANAR.....	29
5.1.1	DESCRIPCIÓN	29
5.1.2	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN.....	29
5.1.3	EQUIPO	30
5.1.4	MATERIALES.....	30
5.1.5	MANO DE OBRA.....	30
5.1.6	MEDIDA Y FORMA DE PAGO	30
5.1.7	NO CONFORMIDAD.....	30
5.2	DREN HORIZONTAL O DE PENETRACIÓN.....	30
5.2.1	DESCRIPCIÓN	30
5.2.2	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN.....	30

5.2.2	EQUIPO	32
5.2.3	MATERIALES.....	32
5.2.4	MANO DE OBRA.....	32
5.2.5	MEDIDA Y FORMA DE PAGO	32
5.2.6	NO CONFORMIDAD.....	32
5.3	CUNETAS EN CONCRETO.....	32
5.3.1	DESCRIPCIÓN	33
5.3.2	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN.....	33
5.3.3	EQUIPO	35
5.3.4	MATERIALES	35
5.3.5	MANO DE OBRA.....	35
5.3.6	MEDIDA Y PAGO.....	35
5.3.7	NO CONFORMIDAD.....	36
6	REVEGETALIZACION.....	36
6.1	EMPRADIZACIÓN DE ZONAS VERDES	36
6.1.1	DESCRIPCIÓN.....	36
6.1.2	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN.....	36
6.1.3	EQUIPO	37
6.1.4	MATERIALES	37
6.1.5	MANO DE OBRA.....	37
6.1.6	MEDIDA Y PAGO.....	37
6.1.7	NO CONFORMIDAD.....	37

1. PREELIMINARES

DESCRIPCIÓN

Comprende todas las actividades preliminares necesarias para la ejecución de las obras, tales como: demoliciones, campamentos, almacén, oficinas, cerramientos, instalaciones provisionales de servicios de acueducto, energía, teléfono, sanitarios, limpieza y descapote del terreno y la localización de las obras.

1.1 DEMOLICIONES

UNIDAD DE MEDIDA: Metros cúbicos (M3)

1.1.1 DESCRIPCIÓN

Se ejecutarán las demoliciones indicadas en los planos, en el formulario de propuesta o las que señale el Interventor, retirando a la mayor brevedad y con autorización de la Interventoría, los escombros y demás materiales resultantes. La Entidad se reserva el derecho de propiedad sobre los materiales de valor que resulten de la demolición y podrán exigir al Contratista su reutilización o el transporte de ellos hasta algún sitio, determinado por el Interventor. Los materiales y elementos aprovechables, a criterio del Interventor, deberán retirarse o desmontarse con especial cuidado para evitarles daños que impidan su empleo posterior.

1.1.2 PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

Las demoliciones se ejecutarán de acuerdo con las normas de seguridad vigentes, tomando las precauciones necesarias para evitar accidentes de los trabajadores o terceras personas, y daños a las obras que se construyen o a propiedades vecinas.

1.1.3 EQUIPOS

- ❖ Herramienta menor.

1.1.4 MATERIALES

- ❖ Materiales descritos en los APU.

1.1.5 MANO DE OBRA

El contratista utilizará la mano de obra adecuada para la demolición. Además, deberá tener en cuenta los costos que implican las medidas de seguridad apropiadas.

1.1.6 MEDIDA Y PAGO

Las unidades de medida para el pago serán indicadas en el formulario de propuesta. Los precios propuestos incluirán los costos directos e indirectos necesarios para la correcta ejecución de la actividad, así como el traslado de los materiales reutilizables hasta el sitio señalado por el Interventor.

1.1.7 NO CONFORMIDAD

En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.

1.2 CAMPAMENTO Y OFICINAS

UNIDAD DE MEDIDA: Unidad por mes

1.2.1 DESCRIPCIÓN

Acorde con el contrato y de común acuerdo con el Interventor, el Contratista levantará en el sitio de la obra una caseta o construcción provisional, que reúna los mínimos requisitos de higiene, comodidad, ventilación y ofrezca protección y seguridad contra los agentes atmosféricos.

Podrá también emplear construcciones existentes que se adapten cabalmente para este menester.

Estas se utilizarán primordialmente para oficina de Dirección e Interventoría, Almacén y Depósito de materiales que puedan sufrir pérdidas o deterioro por su exposición a la intemperie. La capacidad del depósito la determinará el flujo de materiales de acuerdo con el programa de trabajo.

El tamaño y materiales con que se construya, lo mismo que la ubicación o localización del campamento será de libre elección del Contratista teniendo en cuenta que los permisos, primas, impuestos, prestación de servicios públicos, u otros, serán gestionados y pagados por el Contratista a su costo.

1.2.2 PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

Los campamentos o casetas temporales se ubicarán en sitios fácilmente drenables, donde no ofrezcan peligros de contaminación, con aguas negras, letrinas y demás desechos y contarán con todos los servicios higiénicos debidamente conectados a los colectores de aguas negras existentes en cercanías de la caseta o campamento. Cuando ello no sea posible se construirá un pozo séptico adecuado cuyo diseño será sometido a la aprobación de la Interventoría.

1.2.3 EQUIPOS

- ❖ Herramienta menor.
- ❖ Montacargas 3.5 Ton.

1.2.4 MATERIALES

- ❖ Campamento móvil - contenedor de 20 pies (especificación en el análisis de precios unitarios).

1.2.5 MANO DE OBRA

El contratista utilizará la mano de obra adecuada para la construcción. Además, deberá tener en cuenta los costos que implican las medidas de seguridad apropiadas.

1.2.6 MEDIDA Y PAGO

Las unidades de medida para el pago serán indicadas en el formulario de propuesta. Los precios propuestos incluirán los costos directos e indirectos necesarios para la correcta ejecución de la actividad, así como el traslado de los materiales reutilizables hasta el sitio señalado por el Interventor.

1.2.7 NO CONFORMIDAD

En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.

1.3 ALMACÉN DE OBRA (CONTENEDOR DE 20 PIES)

UNIDAD DE MEDIDA: Unidad por mes

1.3.1 DESCRIPCIÓN

El Contratista contará durante la ejecución del contrato, con un centro de acopio para los materiales a utilizar en la obra, incluyendo los resultantes de las excavaciones que posteriormente se utilizará en los llenos. La Entidad no aceptará, por ningún motivo, el depósito y acumulación de algún material o escombros, en las zonas de trabajo y por lo tanto durante las horas no laborables, la zona de trabajo permanecerá limpia de escombros o materiales.

El incumplimiento de las órdenes de Interventoría causará las sanciones pertinentes.

1.3.2 PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

La construcción y adecuación del centro de acopio de materiales se llevará a cabo sólo en horas diurnas. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado podrá autorizar el trabajo en horas nocturnas, siempre y cuando El Contratista garantice el suministro y operación de equipos de iluminación artificial que resulten apropiados para el trabajo.

Esta actividad se ejecutará de acuerdo con las normas de seguridad de EPM, tomando las precauciones necesarias para evitar accidentes de los trabajadores o de terceras personas, y daños a las obras que se construyen o a propiedades vecinas. Además, deben cumplir en su totalidad con el Decreto Gerencial 1266 de 2002, o la disposición que lo complementa, modifique, sustituya o derogue, el Manual Corporativo de Procedimientos de Seguridad, y con la normatividad establecida por el Ministerio del Medio Ambiente, o la entidad competente sobre cortes y excavaciones, ocupación del terreno y disposición final de los escombros.

El Contratista debe cumplir las disposiciones del Plan de Ordenamiento Territorial, POT y cumplir las normas de urbanismo, de impacto comunitario y de impacto ambiental vigentes en el momento de la construcción, en el proceso de selección del sitio, construcción y operación del centro de acopio.

El centro de acopio debe contar con el espacio y las instalaciones apropiadas para almacenar los equipos, materiales e insumos necesarios para la construcción.

La ubicación del centro de acopio debe tener en cuenta su potencial de contaminación de aguas superficiales y subterráneas, y la localización de sitios ecológicamente sensibles, en zonas con especies bióticas protegidas o en peligro de extinción y lugares con nivel freático cercano a la superficie. Su selección y funcionamiento con destino a la obra, debe contar con el visto bueno de EPM y de la autoridad ambiental.

Las edificaciones deberán contar con instalaciones de agua potable, servicios sanitarios y energía eléctrica. El área de talleres y depósitos, deberá disponer de sistemas de recolección de desechos sólidos y de drenaje adecuados para conducir las aguas lluvias y evitar la contaminación al suelo y a cursos naturales de agua.

Las áreas destinadas al almacenamiento de materiales granulares, deben contar con barreras apropiadas que impidan su arrastre por acción del agua lluvia o del agua de escorrentía.

En el patio de mantenimiento de los equipos y maquinaria necesarios para la ejecución de las labores, se deberá disponer de sistemas apropiados de manejo y disposición de grasas y aceites, con el fin de que todos los derrames y escurrimientos que ocurran en dichas áreas no contaminen los cuerpos receptores. Todos los residuos de aceites y lubricantes deberán almacenarse en recipientes herméticos y en sitios adecuados de almacenamiento, con miras a su posterior eliminación.

En las operaciones de abastecimiento de combustible, el mantenimiento del equipo y el lavado, debe evitarse el derrame de sustancias contaminantes al suelo o a corrientes de agua.

Las plantas de trituración y de preparación de mezclas de concreto deberán estar provistas de piscinas de decantación para los residuos de lavado de los camiones de transporte del concreto y de sistemas de abatimiento de gases y polvo por medio de agua, con el fin de prevenir la contaminación de cursos de agua superficial o subterránea.

Durante el período de ejecución de la obra, El Contratista deberá controlar la contaminación por ruido, residuos, gases, humo y partículas en suspensión y sedimentables generados por las plantas de producción, para que se encuentren por debajo los límites establecidos en la normatividad vigente.

El horario de trabajo deberá ser limitado, para no alterar la tranquilidad de la zona, en especial durante la noche; las áreas ocupadas por las plantas deberán estar provistas de una adecuada señalización de ordenamiento operacional y tránsito vehicular, y disponer de señales advirtiendo la prohibición de verter desperdicios de las plantas de producción de materiales en los cauces de agua.

Una vez terminada la obra, el centro de acopio se retirará o demolerá, si es del caso, se restituirán las condiciones que existían inmediatamente antes de iniciar las construcciones y se presentará a EPM la constancia de cancelación y retiro de los servicios públicos provisionales instalados.

1.3.3 EQUIPOS

- ❖ Montacargas 3.5 Ton.
- ❖ Herramienta menor

1.3.4 MATERIALES

- ❖ Contenedor de 20 pies.

1.3.5 MANO DE OBRA

El contratista utilizará la mano de obra adecuada para la colocación del contenedor como centro de acopio para materiales dispuesto para la obra. Además, deberá tener en cuenta los costos que implican las medidas de seguridad apropiadas.

1.3.6 MEDIDA Y PAGO

Los siguientes costos correspondientes al centro de acopio serán gestionados y pagados por el Contratista y deberá tenerlos en cuenta como costos indirectos de administración al elaborar su propuesta:

- ❖ La construcción o adecuación de este centro.
- ❖ Los costos de alquiler, operación, vigilancia y administración.
- ❖ Los permisos, primas e impuestos requeridos.
- ❖ La instalación y facturación por la utilización de los servicios públicos.
- ❖ La demolición o retiro de las instalaciones temporales y la restitución de las condiciones anteriores a la construcción de la obra. En los costos indirectos deberá incluirse además la mano de obra, maquinaria, equipo y todos aquellos que sean necesarios para la ejecución de esta actividad

1.3.7 NO CONFORMIDAD

En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.

1.4 CERRAMIENTOS PROVISIONALES EN LONA VERDE (POLISOMBRA) H=2.00 m **UNIDAD DE MEDIDA: Metro lineal (ML)**

1.4.1 DESCRIPCIÓN

El contratista, en cuanto sea posible, aislará el lugar de los trabajos de las zonas aledañas, mediante cerramientos provisionales con una altura mínima de 2.50 m y gestionará ante las autoridades competentes el respectivo permiso.

Se proveerán puertas para el tráfico de vehículos y peatones, provistas de los elementos que garanticen el aislamiento y seguridad de las obras. Sobre las puertas se colocarán los números correspondientes a la nomenclatura provisional que aparece en la licencia de construcción.

1.4.2 PROCEDIMIENTO DE EJECUCION

- ❖ Estudiar y aplicar normas distritales sobre manejo del espacio público.
- ❖ Prever zonas de excavación y taludes Estudiar alternativas de accesos vehiculares y peatonales.
- ❖ Localizar accesos vehiculares y peatonales.
- ❖ Realizar excavación manual para cimientos.

- ❖ Fundir cimientos y empotrar estacones de madera cada 3 metros.
- ❖ Arriostrar estacones en caso de necesidad. Instalar Lona plástica.
- ❖ Instalar puertas peatonales.
- ❖ Instalar puertas vehiculares desmontables.

1.4.3 EQUIPO

- ❖ Herramienta menor.

1.4.4 MATERIALES

- ❖ Polisombra verde H=2.00 m
- ❖ Poste cerca 10 X 10 CM 210 Kg/Cm2
- ❖ Puntilla promedio

1.4.5 MANO DE OBRA

El contratista utilizará la mano de obra adecuada para la construcción. Además, deberá tener en cuenta los costos que implican las medidas de seguridad apropiadas.

1.4.6 MEDIDA Y FORMA DE PAGO

Se medirá y pagará por metros lineales (ml) debidamente ejecutados y recibidos a satisfacción por la interventoría. La medida será obtenida por cálculos realizados sobre Planos Arquitectónicos. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato e incluye:

- ❖ Materiales descritos en el APU.
- ❖ Equipos y herramientas descritos en el APU.
- ❖ Mano de obra.
- ❖ Transportes dentro y fuera de la obra.
- ❖ Demolición y remoción del cerramiento al final de la obra.

1.4.7 NO CONFORMIDAD

En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.

1.5 SERVICIOS PÚBLICOS (BAÑOS PORTATILES Y DESAGÜE)

UNIDAD DE MEDIDA: Unidad por mes

1.5.1 DESCRIPCIÓN

El Contratista gestionará ante las entidades competentes, los permisos y la legalización de las instalaciones provisionales de servicios públicos, siendo responsables por el mantenimiento, la extensión, la ampliación de éstas y los pagos que se generen por lo anterior.

Antes de hacer la solicitud de instalación, el Contratista calculará los consumos previendo que el suministro sea suficiente para atender las necesidades de la construcción, mientras se hace la instalación definitiva.

Su construcción se hará de acuerdo con los planos y cumpliendo las respectivas normas de cada una de las entidades locales, encargadas de la prestación de cada uno de estos servicios; teniendo en cuenta además las normas y decretos establecidos por las entidades competentes en lo relativo a la prestación de los mismos.

1.5.2 PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

- ❖ Cumplir disposiciones y normas de las empresas de servicios públicos.
- ❖ Solicitar conexión de servicios provisionales.
- ❖ Estudiar exigencias de suministro y consumo para la obra.
- ❖ Instalar servicios para unidades sanitarias.

1.5.3 EQUIPO

- ❖ Herramientas menores

1.5.4 MATERIALES

- ❖ Baño portátil (incluye desagüe sanitario)

1.5.5 MANO DE OBRA

El contratista utilizará la mano de obra adecuada para la construcción provisional de servicios públicos. Además, deberá tener en cuenta los costos que implican las medidas de seguridad apropiadas.

1.5.6 MEDIDA Y FORMA DE PAGO

Se medirá y pagará por unidad (un) debidamente ejecutada e instalada y recibida a satisfacción por la residencia interventoría. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato e incluye:

- ❖ Materiales, Equipos y mano de obra.
- ❖ Transportes dentro y fuera de la obra.

1.5.7 NO CONFORMIDAD

En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución o a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Proponente seleccionado

deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.

1.6 LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO

UNIDAD DE MEDIDA: MES

1.6.1 DESCRIPCIÓN

El proyecto deberá localizarse horizontal y verticalmente dejando elementos de referencia permanente con base en las libretas de topografía y los planos del proyecto. El replanteo y nivelación de la obra será ejecutado por el Contratista, utilizando personal que posea licencia para ejercer la profesión y equipos de precisión adecuados para el trabajo a realizar.

Antes de iniciar las obras, el Contratista someterá a la verificación y aprobación de la Interventoría la localización general del proyecto y sus niveles.

Durante la construcción el Contratista deberá verificar periódicamente las medidas y cotas, cuantas veces sea necesario, para ajustarse al proyecto. Deberá disponer permanentemente en la obra de un equipo de topografía adecuado para realizar esta actividad cuando se requiera.

1.6.2 PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

- ❖ Iniciar las actividades una vez la interventoría de la orden de inicio.
- ❖ Cuantificar la cantidad de metros cuadrados de canal a replantear.
- ❖ Programar una secuencia de actividades para la realización de la localización y replanteo del canal.
- ❖ Realizar la localización y replanteo con los equipos estipulados en los términos o pliegos o lo que indique la interventoría.

1.6.3 EQUIPO

- ❖ Herramientas menores
- ❖ Equipo de topografía cuando se requiera

1.6.4 MATERIALES

- ❖ Durmientes de madera en ordinario.
- ❖ Puntilla de 2".

1.6.5 MANO DE OBRA

El contratista utilizará la mano de obra adecuada para la Localización y Replanteo. Además, deberá tener en cuenta los costos que implican las medidas de seguridad apropiadas.

1.6.6 MEDIDA Y FORMA DE PAGO

Se medirá y se pagará por metro cuadrado (m²) de canal Localizado y Replanteado en proyección total del área de las obras de acuerdo a las especificaciones aquí descritas y autorizadas por la interventoría.

El valor será el precio unitario estipulado en el contrato y su costo incluye:

- Equipos

- Mano de Obra

Otros costos directos e indirectos que el contratista estime necesarios para la realización de esta actividad.

1.6.7 NO CONFORMIDAD

En caso de no conformidad con estas especificaciones durante su ejecución, el contratista deberá realizarlas nuevamente a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.

2. MOVIMIENTO DE TIERRAS, EXCAVACIONES Y RELLENOS

2.1 EXCAVACIÓN MATERIAL COMÚN MANUAL (MATERIAL SECO O HÚMEDO)

UNIDAD DE MEDIDA: Metro cúbico (m3)

2.1.1 DESCRIPCIÓN

Esta actividad comprende la ejecución de toda clase de excavaciones manuales necesarias para la construcción de las obras de acuerdo con las líneas, pendientes y profundidades indicadas en los planos o requeridas durante el proceso constructivo.

Las excavaciones deberán ejecutarse por métodos manuales de acuerdo con las normas establecidas o las indicaciones de la Interventoría.

2.1.2 PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

- ❖ Iniciar las actividades una vez la interventoría de la orden de inicio.
- ❖ Coordinar los niveles de excavación con los expresados en los planos del proyecto.
- ❖ Determinar el tipo de equipos mecánicos a emplear.
- ❖ Cuantificar la cantidad de metros cúbicos de excavación a realizar.
- ❖ Garantizar la estabilidad de los cortes de terreno.
- ❖ Evitar adiciones de tierra para restablecer niveles requeridos producidos por sobre excavaciones.
- ❖ Prever posibles alteraciones del terreno como derrumbes, deslizamientos o sobre excavaciones.
- ❖ Evitar la alteración del subsuelo manteniendo secas y limpias las excavaciones.
- ❖ Verificar niveles finales.

2.1.3 EQUIPO

- ❖ Equipo manual para excavación (picos, palas, etc.)

2.1.4 MATERIALES

- ❖ Los materiales que se van a utilizar serán los que estén descritos en los APU.

2.1.5 MANO DE OBRA

El contratista utilizará la mano de obra adecuada para la realización de las excavaciones mecánicas. Además, deberá tener en cuenta los costos que implican las medidas de seguridad apropiadas.

2.1.6 MEDIDA Y FORMA DE PAGO

La medida de las excavaciones mecánicas se hará por metro cúbico (m³) de material excavado, medido en su posición original, de acuerdo con los alineamientos, pendientes, cotas y dimensiones indicadas en los planos o autorizadas por la Interventoría, su pago se efectuará dependiendo con lo establecido en el formulario de cantidades de obra y a los precios contemplados en el contrato. Los precios para excavaciones deberán incluir, además de la excavación misma, el control de aguas lluvias, de infiltraciones y servidas, el costo de los equipos, herramientas, materiales, mano de obra y los demás costos directos e indirectos necesarios para ejecutar las excavaciones de acuerdo con estas especificaciones. Si se presentan derrumbes a causa de negligencia o descuido del Contratista o a operaciones deficientes, serán retirados por el Contratista a su costo. Si tales derrumbes causan perjuicios a las obras, al personal o a terceros, las reparaciones, retiro del material e indemnizaciones correrán por cuenta del Contratista.

El valor será el precio unitario estipulado en el contrato y su costo incluye:

- ❖ Equipos
- ❖ Mano de Obra

Otros costos directos e indirectos que el contratista estime necesarios para la realización de esta actividad.

2.1.7 NO CONFORMIDAD

En caso de no conformidad con estas especificaciones durante su ejecución, el contratista deberá realizarlas nuevamente a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.

2.2 EXCAVACIÓN MECANICA MATERIAL COMÚN

UNIDAD DE MEDIDA: Metro cúbico (m³)

2.2.1 DESCRIPCIÓN

Esta actividad comprende la ejecución de toda clase de excavaciones mecánicas necesarias para la construcción de las obras de acuerdo con las líneas, pendientes y profundidades indicadas en los planos o requeridas durante el proceso constructivo.

Las excavaciones deberán ejecutarse por métodos mecánicos de acuerdo con las normas establecidas o las indicaciones de la Interventoría.

En las excavaciones que presenten peligro de derrumbarse debe colocarse un entibado que garantice la seguridad del personal y la estabilidad de las estructuras y terrenos adyacentes.

2.2.2 PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

- ❖ Iniciar las actividades una vez la interventoría de la orden de inicio.

- ❖ Coordinar los niveles de excavación con los expresados en los planos del proyecto.
- ❖ Determinar el tipo de equipos mecánicos a emplear.
- ❖ Cuantificar la cantidad de metros cúbicos de excavación a realizar
- ❖ Garantizar la estabilidad de los cortes de terreno.
- ❖ Evitar adiciones de tierra para restablecer niveles requeridos producidos por sobre excavaciones.
- ❖ Prever posibles alteraciones del terreno como derrumbes, deslizamientos o sobre excavaciones.
- ❖ Evitar la alteración del subsuelo manteniendo secas y limpias las excavaciones.
- ❖ Verificar niveles finales.

2.2.3 EQUIPOS

- ❖ Herramienta menor
- ❖ Retroexcavadora sobre llantas Tipo 710

2.2.4 MATERIALES

- ❖ Los materiales que se van a utilizar serán los que estén descritos en los APU.

2.2.5 MANO DE OBRA

El contratista utilizará la mano de obra adecuada para la realización de las excavaciones mecánicas. Además, deberá tener en cuenta los costos que implican las medidas de seguridad apropiadas.

2.2.6 MEDIDA Y FORMA DE PAGO

La medida de las excavaciones mecánicas se hará por metro cúbico (m³) de material excavado, medido en su posición original, de acuerdo con los alineamientos, pendientes, cotas y dimensiones indicadas en los planos o autorizadas por la Interventoría, su pago se efectuará dependiendo con lo establecido en el formulario de cantidades de obra y a los precios contemplados en el contrato.

Los precios para excavaciones deberán incluir, además de la excavación misma, el control de aguas lluvias, de infiltraciones y servidas, el costo de los equipos, herramientas, materiales, mano de obra y los demás costos directos e indirectos necesarios para ejecutar las excavaciones de acuerdo con estas especificaciones.

Si se presentan derrumbes a causa de negligencia o descuido del Contratista o a operaciones deficientes, serán retirados por el Contratista a su costo. Si tales derrumbes causan perjuicios a las obras, al personal o a terceros, las reparaciones, retiro del material e indemnizaciones correrán por cuenta del Contratista.

El valor será el precio unitario estipulado en el contrato y su costo incluye:

- ❖ Equipos.

- ❖ Mano de Obra.
- ❖ Otros costos directos e indirectos que el contratista estime necesarios para la realización de esta actividad.

2.2.7 NO CONFORMIDAD

En caso de no conformidad con estas especificaciones durante su ejecución, el contratista deberá realizarlas nuevamente a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.

2.3 RELLENO MATERIAL SELECCIONADO MECANICA

UNIDAD DE MEDIDA: Metro cúbico (m³)

2.3.1 DESCRIPCIÓN

Se refiere a rellenos con materiales compactados por métodos mecánicos. Podrá utilizarse para el relleno los materiales que, a juicio de la Interventoría y previos análisis de laboratorio, presente propiedades físicas y mecánicas apropiadas para lograr una compactación que garantice la resistencia adecuada y el mínimo asentamiento.

Como mínimo para todo tipo de relleno, la Interventoría ordenará, para el material a utilizar la realización de ensayos de: compactación (Proctor Standard), límites de consistencia, y contenido de material orgánico.

Una vez aceptado el material por parte de la Interventoría, el Contratista procederá a la colocación del material seleccionado evitando la contaminación con materiales extraños e inadecuados.

La colocación se hará por métodos mecánicos, en capas de 0,40 m de espesor máximo, de acuerdo con el tipo de trabajo, pero preservando siempre la estabilidad y la integridad de las instalaciones existentes y de las que se están ejecutando.

Se rechazan como materiales de relleno la materia orgánica, arcillas expansivas, material granular mayor de 75 mm (3"), escombros, basuras y los suelos con límite líquido mayor del 50% y humedad natural que por su exceso no permita obtener la compactación especificada.

2.3.2 PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

- ❖ Verificar niveles para terraplenes y rellenos.
- ❖ Verificar alineamientos, cotas, pendientes y secciones transversales incluidas en los planos generales.
- ❖ Aprobar y seleccionar el material proveniente de zonas de préstamo o de la cantera.
- ❖ Aprobar métodos para colocación y compactación del material.
- ❖ Aplicar y extender el material en capas horizontales de 40 cms.
- ❖ Asegurar que el material tenga la humedad necesaria para alcanzar el grado de compactación deseado

- ❖ Compactar por medio de equipos manuales
- ❖ Verificar condiciones finales de compactación y niveles definitivos

2.3.3 MATERIALES

Material seleccionado proveniente de las canteras, previamente aprobado por la interventoría o de canteras autorizadas que cumplan con los requisitos o el mismo material de excavación.

2.3.4 EQUIPOS

- ❖ Herramientas menores
- ❖ Equipo mecánico de compactación (compactador apisonador canguro)

2.3.5 MANO DE OBRA

El contratista utilizará la mano de obra adecuada para la realización del relleno compactado. Además, deberá tener en cuenta los costos que implican las medidas de seguridad apropiadas.

2.3.6 MEDIDA Y FORMA DE PAGO

Se medirá y se pagará por metro cúbico (m³) de relleno compactado; el cálculo se hará con base en los levantamientos topográficos o medidas directas realizadas antes y después de la ejecución de la actividad. El valor será el precio unitario estipulado en el contrato y su costo incluye:

- ❖ Materiales
- ❖ Equipos
- ❖ Mano de Obra
- ❖ Otros costos directos e indirectos que el contratista estime necesarios para la realización de esta actividad

2.3.7 NO CONFORMIDAD

En caso de no conformidad con estas especificaciones durante su ejecución, el contratista deberá realizarlas nuevamente a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.

3. CIMENTACIONES, PILOTES Y ANCLAJES

3.1 VIGA DE CIMENTACIÓN CONCRETO 4000 PSI

UNIDAD DE MEDIDA: Metro cúbico (m³)

3.1.1 DESCRIPCIÓN

Ejecución de vigas en concreto reforzado para cimentaciones en aquellos sitios determinados dentro del Proyecto estructural y en los Planos estructurales.

3.1.2 PROCEDIMIENTO DE EJECUCION

- ❖ Consultar Estudio de Suelos.
- ❖ Consultar Cimentación en Planos Estructurales Verificar excavaciones.

- ❖ Verificar cotas de cimentación.
- ❖ Verificar excavación y concreto de limpieza.
- ❖ Verificar localización y dimensiones.
- ❖ Replantear vigas sobre concreto de limpieza.
- ❖ Verificar nivel superior del concreto de limpieza.
- ❖ Colocar y revisar refuerzo de acero.
- ❖ Colocar soportes y espaciadores para el refuerzo.
- ❖ Verificar refuerzos y recubrimientos.
- ❖ Verificar plomos, alineamientos y dimensiones.
- ❖ Vaciar concreto progresivamente.
- ❖ Vibrar el concreto por medios manuales y mecánicos. Curar concreto. Verificar niveles finales para aceptación.

3.1.3 MATERIALES

- ❖ Concreto premezclado de 4000 PSI (28 Mpa) Especificación particular NSR 10 Soportes y distanciadores para el refuerzo.
- ❖ Tabla burra 0,30 x 0,03 x 2,90 m cepillada y cantizada
- ❖ Repisa 0,08x0,04m
- ❖ ACPM

3.1.4 EQUIPO

- ❖ Herramienta menor
- ❖ Vibrador de concreto
- ❖ Formaleta metálica
- ❖ Bombeo premezclado

3.1.5 MANO DE OBRA

El contratista utilizará la mano de obra adecuada para la construcción de las vigas en concreto reforzado. Además, deberá tener en cuenta los costos que implican las medidas de seguridad apropiadas.

3.1.6 MEDIDA Y FORMA DE PAGO

Se medirá y se pagará por metro cúbico (m³) de concreto debidamente ejecutado y aprobado por la Interventoría, previa verificación de los resultados de los ensayos el cumplimiento de las tolerancias para aceptación y de los requisitos mínimos de acabados. La medida será el resultado de cálculos realizados sobre los Planos Estructurales. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye:

- ❖ Materiales descritos en el APU
- ❖ Equipos descritos en el APU
- ❖ Mano de Obra Transporte dentro y fuera de la obra

3.1.7 NO CONFORMIDAD

En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.

3.2 ACERO DE REFUERZO DE 60000 PSI – 420 MPa

UNIDAD DE MEDIDA: Kilogramo (kg)

3.2.1 DESCRIPCION

Suministro, corte, figuración, amarre y colocación del refuerzo de acero de 60000 PSI para elementos en concreto reforzado según las indicaciones que contienen los Planos Estructurales. El refuerzo y su colocación deben cumplir con la norma NSR 10.

3.2.2 PROCEDIMIENTO DE EJECUCION

Almacenar el acero de refuerzo protegido de la intemperie y evitando esfuerzos y deformaciones. Consultar refuerzos de acero en Planos Estructurales. Verificar medidas, cantidades y despieces. Notificar a la Interventoría las inconsistencias y solicitar correcciones. Cumplir con las especificaciones de los Planos Estructurales en cuanto a figura, longitud, traslapos, calibres y resistencias especificadas. Colocar y amarrar el acero de refuerzo por medio de alambre negro. Proteger el acero de refuerzo contra sustancias que puedan afectar la adherencia del concreto tales como aceites, grasas, polvo, barro, etc. Verificar la correspondencia del acero de refuerzo colocado con los despieces de elementos estructurales, por lo que debe estar colocado en su sitio con 24 horas de anticipación al vaciado de concreto.

3.2.3 MATERIALES

- ❖ Acero $F_y = 420$ MPa (60.000 psi).
- ❖ Alambre negro No 18.

3.2.4 EQUIPO

- ❖ Equipo menor para corte, figuración y amarre del refuerzo

3.2.5 MANO DE OBRA

El contratista utilizará la mano de obra adecuada para la construcción de las vigas en concreto reforzado. Además, deberá tener en cuenta los costos que implican las medidas de seguridad apropiadas.

3.2.6 MEDIDA Y FORMA DE PAGO

Se medirá y se pagará por kilogramos (kg) de acero de refuerzo debidamente colocado y recibido a satisfacción por la interventoría. La medida se efectuará sobre los Planos Estructurales y los pesos se determinarán de acuerdo con la norma NSR 10. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato e incluye:

- ❖ Materiales descritos en el APU

- ❖ Equipos descritos en el APU
- ❖ Mano de obra.
- ❖ Transportes dentro y fuera de la obra.

3.2.7 NO CONFORMIDAD

En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.

3.3 ANCLAJES DE 50 TONELADAS CON DIAMETRO DE 5"

UNIDAD DE MEDIDA: Unidad

3.3.1 DESCRIPCION

Suministro, corte, figuración, amarre y anclaje del hierro de refuerzo de acero de 60000 PSI según las indicaciones que contienen los Planos Estructurales. El refuerzo y su colocación deben cumplir con la norma NSR 10.

3.3.2 PROCEDIMIENTO DE EJECUCION

- ❖ Almacenar el acero de refuerzo protegido de la intemperie y evitando esfuerzos y deformaciones.
- ❖ Consultar ubicación de los anclajes de hierro en Planos Estructurales.
- ❖ Verificar medidas, cantidades y despieces.
- ❖ Notificar a la Interventoría las inconsistencias y solicitar correcciones si las hay.
- ❖ Cumplir con las especificaciones de los Planos Estructurales en cuanto a figura, longitud, traslapos, calibres y resistencias especificadas.
- ❖ Taladrar la superficie en la ubicación señalada por los planos, teniendo en cuenta el diámetro de la barra de anclaje.
- ❖ Limpiar adecuadamente con aire a presión, antes de la instalación del epóxido. La barra debe estar debidamente limpia de aceite, oxido, agua, etc.
- ❖ Instalar el Epóxido para la fijación de la barra

3.3.3 MATERIALES

- ❖ Cable de acero grado 270 de 1/2" (incluye transporte a obra)
- ❖ Platina acero 50 x 50 x 1"
- ❖ Lechada cemento
- ❖ Agua
- ❖ Otros accesorios
- ❖ Centradores

3.3.4 EQUIPO

- ❖ Equipo menor para corte, figuración y amarre del refuerzo Taladro Compresor de aire o elemento similares.

3.3.5 MANO DE OBRA

El contratista utilizará la mano de obra adecuada para la instalación y construcción de los anclajes. Además, deberá tener en cuenta los costos que implican las medidas de seguridad apropiadas.

3.3.6 MEDIDA Y FORMA DE PAGO

Se medirá y se pagará por unidad (und) de anclaje debidamente colocado y recibido a satisfacción por la interventoría. La medida se efectuará sobre los Planos Estructurales y los pesos se determinarán de acuerdo con la norma NSR 10. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato e incluye:

- ❖ Materiales descritos en el APU.
- ❖ Equipos descritos en el APU.
- ❖ Mano de obra.
- ❖ Transportes dentro y fuera de la obra.

3.3.7 NO CONFORMIDAD

En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.

3.4 PROCESO (excavación + colocación de concreto) PILOTES PREEXCAVADOS y FUNDIDOS en SITIO

UNIDAD DE MEDIDA: Metro lineal (ML)

3.4.1 DESCRIPCIÓN

Comprende el proceso de excavación y colocación del concreto de pilotes pre excavados y fundidos in situ de 40, 60 y 70 cm diámetro y 25 m de profundidad, contruidos de acuerdo con las especificaciones y procesos constructivos indicados en el Estudio de Suelos y en los Planos Estructurales. Los pilotes serán de tipo fundido in situ, utilizando lodos de bentonita o polímeros para estabilizar las paredes de la excavación. El concreto se colocará por el sistema de embudos y tubería tipo tremie o trompa de elefante. Se pagarán en ítem independientes el proceso de excavación más colocación concreto, el manejo del acero de refuerzo y el suministro de concreto.

3.4.2 PROCEDIMIENTO DE EJECUCION

- ❖ Consultar Estudio de Suelos.
- ❖ Consultar Cimentación en Planos Estructurales.
- ❖ Verificar cotas de Cimentación.
- ❖ Verificar localización y replanteo.

- ❖ Disponer en obra de los equipos adecuados.
- ❖ Seguir procesos constructivos consignados en el Estudio de Suelos y en los Planos Estructurales.

3.4.3 MATERIALES

- ❖ Los materiales estarán descritos en los APU.

3.4.4 EQUIPO

- ❖ Herramienta menor
- ❖ Piloteadora

3.4.5 MANO DE OBRA

El contratista utilizará la mano de obra adecuada para la instalación y construcción de los anclajes. Además, deberá tener en cuenta los costos que implican las medidas de seguridad apropiadas.

3.4.6 MEDIDA Y PAGO

Se medirá y se pagará por metro lineal (ml) el proceso de excavación más colocación concreto, según diámetro, todo debidamente ejecutado y aprobado por la Interventoría, previa verificación de los resultados de los ensayos el cumplimiento de las tolerancias para aceptación y de los requisitos mínimos de acabados. La medida será el resultado de cálculos realizados sobre los Planos Estructurales. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye:

- ❖ Materiales descritos en el numeral.
- ❖ Equipos descritos en el numeral.
- ❖ Mano de Obra.
- ❖ Transporte dentro y fuera de la obra.

3.4.7 NO CONFORMIDAD

En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.

4. ESTRUCTURA

4.1 COLUMNAS EN CONCRETO 4000 PSI

UNIDAD DE MEDIDA: Metros cúbicos (M3)

4.1.1 DESCRIPCIÓN

Consiste en la construcción de columnas en concreto reforzado, y que funcionarán como elementos estructurales; los cuales transmitirán las cargas a la cimentación y al suelo de fundación. Las columnas en concreto reforzado se realizarán de acuerdo con las especificaciones y detalles consignados en los planos estructurales. Este ítem incluye formaleas, acarreo, vaciado, vibrado y curado del concreto; así como el desencofrado de los elementos.

4.1.2 PROCESAMIENTO DE EJECUCIÓN

- ❖ Consultar y verificar diseños estructurales.
- ❖ Replantear ejes, verificar niveles y localizar las columnas.
- ❖ Se deben verificar dimensiones de los elementos, según los diseños.
- ❖ Se deberá figurar, armar y colocar el refuerzo de acuerdo a las recomendaciones y especificaciones del diseño estructural.
- ❖ En el refuerzo se deberán verificar diámetros, longitudes de traslape y recubrimientos. Armar, levantar y apuntalar formaletas.
- ❖ Verificar plomos y dimensiones de los elementos.
- ❖ Preparación, transporte y vaciado del concreto dentro de las formaletas, reduciendo al mínimo la altura de caída de éste.
- ❖ Se vibrará el concreto por capas, de tal manera que se pueda evitar la segregación de los agregados y la formación de burbujas de aire.
- ❖ Retiro formaleta de los elementos, y proceso de curado del concreto.
- ❖ Si el concreto es premezclado (preparado en planta); el proveedor deberá garantizar al CONTRATISTA el cumplimiento de las especificaciones para la mezcla de concreto; según la norma NSR 98.

4.1.3 EQUIPO

Se utilizará el equipo y herramientas necesarios para la construcción, colocación y apuntalamiento de la formaleta. Se utilizará el equipo y herramienta necesarios para la preparación de la mezcla, transporte, vaciado, vibrado y curado del concreto. Si el concreto es premezclado deberá vaciarse, vibrarse y curarse de acuerdo a las especificaciones de la norma NSR 98 y observaciones de la INTERVENTORÍA.

4.1.4 MATERIALES

Materiales para las formaletas. Para la ejecución de este ítem se debe preparar, transportar y colocar concreto de 3000 PSI, (21MPa); de resistencia a la compresión a los 28 días.

El concreto deberá cumplir todas las especificaciones del capítulo C de la norma NSR 98, y adicionalmente deberá cumplir con las especificaciones de la norma NTC.

4.1.5 MANO DE OBRA

El contratista utilizará la mano de obra adecuada para la instalación y construcción de los anclajes. Además, deberá tener en cuenta los costos que implican las medidas de seguridad apropiadas.

4.1.6 MEDIDA Y PAGO

La ejecución del ítem se medirá por metros cúbicos (M3) de concreto debidamente ejecutado, previa verificación del cumplimiento de las especificaciones y normas, y de los requisitos mínimos de acabados.

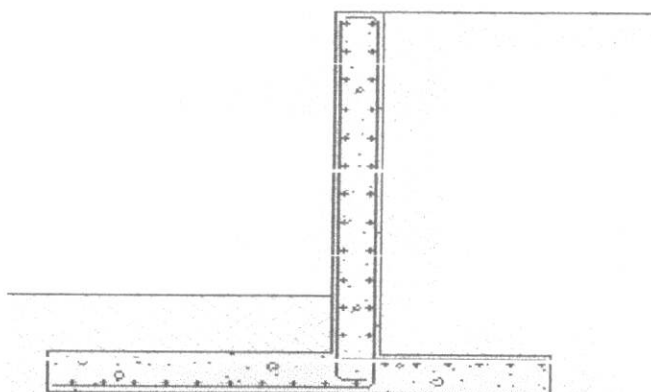
La medida será el resultado del cálculo proveniente de los planos estructurales, o de las medidas en obra aprobadas debidamente por el INTERVENTOR. El precio unitario incluirá todos los costos de suministro de materiales, transporte, formaletas, mano de obra, vibrado, desencofrado y curado; así como los trabajos complementarios que se requieran para la correcta ejecución del ítem, de acuerdo a los diseños estructurales, y las observaciones del INTERVENTOR.

4.1.7 NO CONFORMIDAD

En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.

4.2 MUROS DE CONTENCIÓN EN CONCRETO REFORZADO 4000psi

UNIDAD DE MEDIDA: Metros cúbicos (M3)



4.2.1 DESCRIPCIÓN

Consiste en la construcción de pantallas en concreto reforzado, que funcionarán como elementos estructurales, los cuales transmitirán las cargas a la cimentación y al suelo de fundación. Las pantallas en concreto reforzado se realizarán de acuerdo con las especificaciones y detalles consignados en los planos estructurales. Este ítem incluye formaletas, acarreo, vaciado, vibrado y curado del concreto; así como desencofrado de los elementos.

4.2.2 PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

- ❖ Se deben consultar y verificar los diseños arquitectónicos y los estructurales.
- ❖ Replantear ejes, verificar niveles y localizar las pantallas.
- ❖ Se deben verificar dimensiones de los elementos, según los diseños.
- ❖ Se deberá figurar, armar y colocar el refuerzo de acuerdo a las recomendaciones y especificaciones del diseño estructural.
- ❖ En el refuerzo se deberán verificar diámetros, longitudes de traslapo y recubrimientos.
- ❖ Armar, levantar y apuntalar formaletas.

- ❖ Verificar plomos y dimensiones de los elementos.
- ❖ Preparación, transporte y vaciado del concreto dentro de las formaletas, reduciendo al mínimo la altura de caída de éste.
- ❖ Se vibrará el concreto por capas, de tal manera que se pueda evitar la segregación de los agregados y la formación de burbujas de aire.
- ❖ Retiro de formaleta de los elementos, y proceso de curado del concreto. Verificar plomos y niveles para aceptación.

4.2.3 EQUIPO

Se deberá disponer de todos los equipos y herramientas necesarios para la preparación de la mezcla, transporte horizontal y vertical, vaciado, vibrado y curado del concreto.

4.2.4 MATERIALES

Materiales para las formaletas. Preparación del concreto de 3000 PSI, (21MPa); de resistencia a la compresión a los 28 días. El concreto deberá cumplir todas las especificaciones del capítulo C de la norma NSR 98, y adicionalmente deberá cumplir con las especificaciones de la norma ICONTEC.

4.2.5 MANO DE OBRA

El contratista utilizará la mano de obra adecuada para la instalación y construcción de los anclajes. Además, deberá tener en cuenta los costos que implican las medidas de seguridad apropiadas.

4.2.6 MEDIDA Y PAGO

La ejecución del ítem se medirá por metros cúbicos (M3) de concreto debidamente ejecutado, previa verificación del cumplimiento de las especificaciones y normas, y de los requisitos mínimos de acabados. La medida será el resultado del cálculo proveniente de los planos estructurales, o de las medidas en obra, aprobadas debidamente por el INTERVENTOR. El precio unitario incluirá todos los costos de suministro de materiales, transporte, vaciado, vibrado, y curado del concreto, desencofrado de los elementos; así como los trabajos complementarios que se requieran para la correcta ejecución del ítem, de acuerdo a los diseños estructurales, las especificaciones y las observaciones del INTERVENTOR.

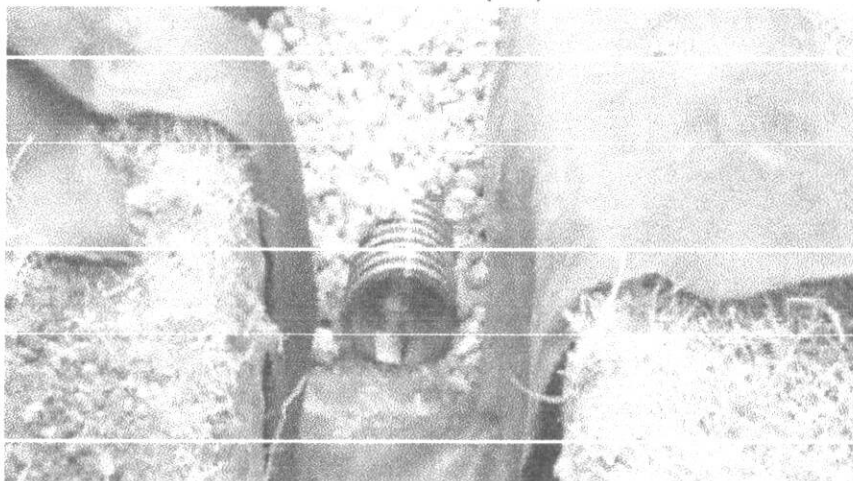
4.2.7 NO CONFORMIDAD

En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución o a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.

5. DRENAJES

5.1 FILTRO CON GEODREN PLANAR

UNIDAD DE MEDIDA: Metro lineal (ML)



5.1.1 DESCRIPCIÓN

Para el control y manejo de las aguas subterráneas se utilizarán filtros de arena y cascajo con tuberías colectoras. Estos drenajes se construirán en los sitios indicados en los planos según los diseños que en ellos aparezcan o donde lo exija la Interventoría. La colocación de los materiales se hará por capas de acuerdo con lo establecido para cada caso. El Contratista tomará las precauciones necesarias para mantener los sistemas de drenaje y filtros libres de obstrucciones, basuras y materiales extraños durante la construcción de las obras hasta hacer la entrega definitiva de las mismas. Si cualquier drenaje se obstruye o pierde parcial o totalmente su capacidad antes de que la Interventoría haga el recibo final de la obra, el Contratista deberá limpiarlo o construirlo de nuevo, por su cuenta.

5.1.2 PROCEDIMIENTO DE EJECUCION

- ❖ Consultar especificaciones y recomendaciones del fabricante.
- ❖ Utilizar la tubería y los accesorios especificados en los Planos y descritos en las cantidades de obra.
- ❖ Limpiar el sitio donde se hará la colocación de filtros.
- ❖ Instalar pases (tubería perforada) en la estructura, previa aprobación del Calculista y el Interventor.
- ❖ Verificar los diámetros de tuberías estipulados en los Planos.
- ❖ Revisión, pruebas y aceptación

5.1.3 EQUIPO

Equipo necesario para instalación de drenajes.

5.1.4 MATERIALES

- ❖ Geodren planar
- ❖ Material seleccionado de 1" a 3"

- ❖ Tubo ranurado de 4"

5.1.5 MANO DE OBRA

El contratista utilizará la mano de obra adecuada para la instalación y construcción de filtros. Además, deberá tener en cuenta los costos que implican las medidas de seguridad apropiadas.

5.1.6 MEDIDA Y FORMA DE PAGO

La medida se hará por metro lineal (ml) de filtro debidamente terminado con base en la longitud tomada por el eje sobre la pendiente, es decir lo que comúnmente se denomina a cinta pisada. Su precio incluye el suministro, transporte y colocación de tubería perforada y material para filtro, geotextil o base de concreto si se requiere, la pega inferior para juntas donde sea necesario, la mano de obra, ensayos, herramientas, equipos y los demás costos directos e indirectos necesarios para la correcta ejecución de esta actividad.

5.1.7 NO CONFORMIDAD

En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución o a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.

5.2 DREN HORIZONTAL O DE PENETRACIÓN

UNIDAD DE MEDIDA: Metro lineal (ML)

5.2.1 DESCRIPCIÓN

Los drenes horizontales de penetración transversal constituyen un sistema de subdrenaje, que consiste en la introducción de tuberías ranuradas insertadas transversalmente en los taludes de cortes y eventualmente en terraplenes, para aliviar la presión de poro.

Este trabajo comprende la perforación de barrenos en los taludes del proyecto, la instalación de tubería perforada en los mismos, con o sin recubrimiento exterior de la tubería perforada con un geotextil, en los sitios establecidos en los planos o en los que indique el Interventor.

5.2.2 PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

- ❖ Trabajos previos. Previamente a la perforación de los barrenos, éstos se ubicarán mediante el auxilio de trazos topográficos, con base en la distribución espacial establecida en el proyecto. Inmediatamente antes de iniciar los trabajos, la superficie sobre la que se instalarán los drenes de penetración transversal, estará limpia y libre de zonas que puedan presentar riesgos de desprendimientos. No se permitirá la instalación de drenes de penetración transversal sobre superficies que no hayan sido previamente aceptadas por el Interventor.
- ❖ Perforación del barreno e instalación del dren. En general, la instalación de los drenes de penetración transversal se hará de acuerdo a la ubicación indicada en los planos del proyecto; sin embargo, la ubicación exacta se determinará conforme lo indique el Interventor. El esviaje y la inclinación de las tuberías

horizontales serán los establecidos en el proyecto o aprobados por el Interventor, pudiéndose realizar los últimos ajustes en campo, según las condiciones del terreno en el punto de instalación de cada dren. Si la perforación se hace en materiales sueltos o inestables, se colocará inmediatamente tubería de revestimiento, la cual se removerá después de haber instalado la tubería ranurada de PVC. Durante la perforación, se cuidará que el agua, si ésta es usada en la barrenación, no contamine los cauces de agua superficiales. A menos que el proyecto indique algo diferente o el Interventor ordene otra cosa, la tubería estará ranurada en toda su longitud, excepto en el último tramo a la salida del talud, y se introducirá recubierta con un geotextil que funcionará como filtro. A menos que el proyecto indique otra cosa o el Interventor ordene algo en contrario, al extremo de la tubería ranurada, se conectará una extensión redondeada o en punta de bala para facilitar la introducción de la tubería en la perforación previa. La tubería se colocará con la ayuda del equipo de perforación para introducirla en el barreno. Para formar una línea de tubería continua se conectarán los tramos de tubería que sean necesarios. Los tubos de cloruro de polivinilo (PVC) se pegarán entre sí, con el sistema indicado en los documentos del proyecto o el ordenado por el Interventor. A menos que el proyecto indique otra cosa o el Interventor ordene algo en contrario, en el último tramo, de entre tres (3) a seis (6) metros de longitud, se utilizará tubería no ranurada que constituya la salida del dren. Instituto Nacional de Vías Artículo 674-07 3 El espacio entre el barreno y la tubería no perforada se sellará en un tramo de al menos tres (3) metros hacia adentro a partir de cara del talud, con un material que cumpla con lo establecido en el proyecto o aprobado por el Interventor. El espacio entre el barreno y la tubería perforada en el resto de la longitud del dren no se deberá sellar. A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe el Interventor, se colocarán tuberías de salida en los extremos de todos los drenes horizontales, utilizando una pieza "T" para conectarlos a la tubería colectora. Se deberá instalar un sistema colector del tipo, características y dimensiones indicadas en el proyecto o aprobadas por el Interventor.

- ❖ Limitaciones en la ejecución No se podrán ejecutar los trabajos de colocación de drenes horizontales en taludes en momentos en que haya lluvia o fundado temor de que ella ocurra, ni cuando la temperatura ambiente sea inferior a dos grados Celsius (2°C). Los trabajos de construcción de drenes horizontales se deberán realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por el INVÍAS o se deban evitar horas pico de tránsito público, el Interventor podrá autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el Constructor garantice el suministro y operación de un equipo de iluminación artificial que resulte satisfactorio para aquel. Si el Constructor no ofrece esta garantía, no se le permitirá el trabajo nocturno y deberá poner a disposición de la obra el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo especificado, operando únicamente durante las horas de luz solar.

5.2.2 EQUIPO

- ❖ Perforadora horizontal

- ❖ Compresor 125 pies cúbicos con martillo
- ❖ Herramienta menor
- ❖ Andamio
- ❖ Planchon 0,20x0,04x3,0m (10 usos)

5.2.3 MATERIALES

- ❖ Tubo pvc ranurado de 4"
- ❖ Geotextil NT 1600
- ❖ Accesorio PVC-P diam 4"

5.2.4 MANO DE OBRA

El contratista utilizará la mano de obra adecuada para la instalación y construcción de drenes horizontales. Además, deberá tener en cuenta los costos que implican las medidas de seguridad apropiadas.

5.2.5 MEDIDA Y FORMA DE PAGO

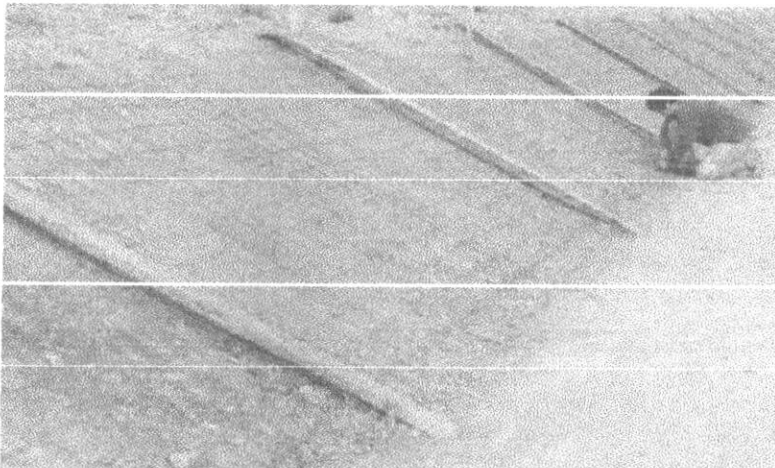
La medida se hará por metro lineal (m) de filtro debidamente terminado con base en la longitud tomada por el eje sobre la pendiente, es decir lo que comúnmente se denomina a cinta pisada. Su precio incluye el suministro, transporte y colocación de tubería perforada y material para filtro, geotextil o base de concreto si se requiere, la pega inferior para juntas donde sea necesario, la mano de obra, ensayos, herramientas, equipos y los demás costos directos e indirectos necesarios para la correcta ejecución de esta actividad.

5.2.6 NO CONFORMIDAD

En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.

5.3 CUNETAS EN CONCRETO

UNIDAD DE MEDIDA: Metros cúbicos (M3)



5.3.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el transporte, suministro, elaboración, manejo, almacenamiento y colocación de los materiales de construcción de cunetas de fundidas en el lugar. También incluye las operaciones de alineamiento, excavación, conformación de la sección, suministro del material de relleno necesario y compactación del suelo de soporte. Las cotas de cimentación, las dimensiones, tipos y formas de las cunetas revestidas de concreto deberán ser las indicadas en los planos del proyecto u ordenadas por el Interventor.

5.3.2 PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

❖ ACONDICIONAMIENTO DE LA CUNETA EN TIERRA

El Constructor deberá acondicionar la cuneta en tierra, de acuerdo con las secciones, pendientes transversales y cotas indicadas en los planos del proyecto o establecidas por el Interventor.

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.

Cuando el terreno natural sobre el cual se vaya a colocar o construir la cuenta no cumpla la condición de suelo tolerable, será necesario colocar una capa de suelo seleccionado, mínimo de diez centímetros (10 cm), convenientemente nivelada y compactada.

Durante la construcción de las cunetas se adoptarán las medidas oportunas para evitar erosiones y cambio de características en el lecho constituido para la cuneta en tierra. A estos efectos, el tiempo que el lecho pueda permanecer sin revestir se limitará a lo imprescindible para la puesta en obra del concreto y, en ningún caso será superior a ocho (8) días.

❖ Elaboración del concreto

El Constructor deberá obtener los materiales y diseñar la mezcla de concreto, elaborarla con la resistencia exigida, transportarla y entregarla, conforme se establece en las estas especificaciones.

Colocación de formaletas para la construcción de cunetas fundidas en obra:

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

❖ Construcción de la cuneta

Previo el retiro de cualquier materia extraña o suelta que se encuentre sobre la superficie de la cuneta en tierra, se humedecerá la superficie de la cuenta en tierra y se procederá a colocar el concreto comenzando por el extremo inferior de la cuneta y

avanzando en sentido ascendente de la misma y verificando que su espesor sea, como mínimo, diez centímetros (10 cm) o el señalado en los planos si éste es mayor.

El concreto deberá ser compactado y curado conforme lo establecen las especificaciones.

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

La cuneta deberá quedar en permanente contacto en toda su área con el suelo de fundación.

❖ Remoción de las formaletas

Si las operaciones de campo están controladas por ensayos de resistencia a compresión de cilindros, la remoción de formaletas se realizará cuando se alcance la resistencia fijada en el diseño. En caso contrario, el Interventor establecerá el plazo para ello, el cual no podrá ser menor de cuarenta y ocho horas (48h).

❖ Juntas

Durante la construcción de cunetas fundidas en el lugar, se deberán dejar juntas de contracción a intervalos no mayores de tres metros (3 m) y con la abertura que indiquen los planos u ordene el interventor. Sus bordes serán verticales y normales al alineamiento de la cuneta. Cuando las cunetas se construyan adosadas a un pavimento rígido, las juntas deberán coincidir con las juntas transversales del pavimento.

En las uniones de las cunetas con las cajas de entrada de las alcantarillas se ejecutarán juntas de dilatación, cuyo espesor estará comprendido entre quince y veinte milímetros (15 - 20 mm). Después del curado del concreto las juntas se deberán limpiar, colocando posteriormente los materiales de relleno, sellado y protección que figuren en el proyecto.

Las juntas verticales de unión de las piezas prefabricadas se deberán rellenar, cuidadosamente, con un mortero de las características señaladas.

❖ Limpieza final

Al terminar la obra y antes de la aceptación definitiva del trabajo, el Constructor deberá retirar del sitio de las obras todos los materiales excavados o no utilizados, desechos, sobrantes, basuras y cualquier otro elemento de similar característica, restaurando en forma aceptable para el Interventor toda propiedad pública o privada que pudiera haber sido afectada durante la ejecución de este trabajo, y dejando el lugar limpio y presentable.

5.3.3 EQUIPO

❖ Herramientas menores.

❖ Vibrador de concreto

- ❖ Formaleta metálica para cunetas
- ❖ Bombeo premezclado

5.3.4 MATERIALES

- ❖ Concreto premezclado 210 Kg/cm² (3000 psi) certificado grava común
- ❖ ACPM
- ❖ Puntilla promedio

5.3.5 MANO DE OBRA

El contratista utilizará la mano de obra adecuada para la instalación y construcción de filtros. Además, deberá tener en cuenta los costos que implican las medidas de seguridad apropiadas.

5.3.6 MEDIDA Y PAGO

La unidad de medida será el metro cúbico (m³), aproximado al décimo de metro cúbico, de cuneta satisfactoriamente elaborada y terminada, de acuerdo con la sección transversal, cotas y alineamientos indicados en los planos o determinados por el Interventor.

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

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 apropiados de relleno necesarios para el acondicionamiento previo de la superficie; la elaboración, suministro, colocación y retiro de formaletas cuando corresponda; 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 manufactura, transporte, entrega en obra y correcta instalación de las piezas prefabricadas de concreto; 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 y para la unión de las piezas prefabricadas; la señalización preventiva de la vía durante la ejecución de los trabajos; la limpieza final del sitios de las obras; todo equipo y mano de obra requeridos para la elaboración y terminación de las cunetas y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

El precio unitario deberá cubrir, también, los costos de administración, imprevistos y la utilidad del Constructor

5.3.7 NO CONFORMIDAD

En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución o a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.

6 REVEGETALIZACION

6.1 EMPRADIZACIÓN DE ZONAS VERDES

UNIDAD DE MEDIDA: Metro cuadrado (M2)

6.1.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo comprende la siembra de césped tipo trenza o similar, ya sea mediante el trasplante de bloques de césped o el recubrimiento con tierra orgánica y la subsiguiente siembra, en los sitios indicados en los planos o los determinados por el Interventor. Cualquier daño por erosión u otras causas, deberá ser reparado satisfactoriamente antes de iniciar los trabajos de empradización.

6.1.2 PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

Trasplante del Césped: Los bloques de césped se colocarán, previamente emparejados, rastrillados y humedecidos, de tal manera que no quede espacio entre ellos y que los extremos del área empradizada empalme en el terreno natural adyacente. Se deberán regar hasta cuando hayan arraigado, con la frecuencia que determine el Interventor.

Colocación de Tierra Orgánica y Siembra: La superficie se cubrirá con una capa de tierra orgánica cuyo espesor, después de conformada y compactada no deberá ser menor que lo indicado en los planos o por el Interventor. La conformación y compactación se deberá hacer con procedimientos manuales. Después de efectuada la siembra del prado se deberá retapar las juntas de los bloques de césped con tierra orgánica y esparcirá manualmente este mismo material sobre toda el área sembrada. Los trabajos solamente se deben ejecutar cuando los materiales o suelos estén razonablemente secos. La siembra se ejecutará de acuerdo con las especificaciones y en las épocas que determine el Interventor.

6.1.3 EQUIPO

El Constructor deberá disponer de los equipos y herramientas necesarios para asegurar que los trabajos de protección de los taludes tengan la calidad exigida y se garantice el cumplimiento de su programa de ejecución.

Los elementos para la aplicación de los riegos periódicos deberán ser de tipo aspersor u otros similares que apliquen el agua en forma de lluvia fina.

El Constructor deberá disponer, además, de las herramientas, rastrillos, azadones, horcas, ganchos para formar surcos, cuerdas, cinturones de seguridad, cascos, estacas, palas, balanzas, envases calibrados y todos los demás elementos que sean necesarios para ejecutar correctamente los trabajos especificados.

6.1.4 MATERIALES

Los bloques de césped, con tierra orgánica deben provenir de áreas aceptadas por el interventor, localizadas fuera de la zona del proyecto, a no ser que se hayan obtenido durante las operaciones de descapote.

La tierra orgánica o vegetal, preferiblemente la obtenida del descapote deberá estar libre de raíces, troncos o palos, terrones de arcilla, piedra y otras materias extrañas o nocivas. La semilla será gramínea, de las características que apruebe el Interventor.

6.1.5 MANO DE OBRA

El contratista utilizará la mano de obra adecuada para la empradización. Además, deberá tener en cuenta los costos que implican las medidas de seguridad apropiadas.

6.1.6 MEDIDA Y PAGO

La medida será el número de metros cuadrados (m²), sobre la superficie inclinada, con aproximación a un (1) decimal de áreas de empradización conforme con las especificaciones y las construcciones del Interventor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de preparación o reparación de las superficies por empradizar, el suministro, la colocación y todos los gastos relacionados con la correcta ejecución de los trabajos especificados y la conservación de las obras terminadas, hasta el recibo final de las obras del Contrato.

6.1.7 NO CONFORMIDAD

En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.

FORMATOS DE CAMPO



Estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgos por procesos de remoción en masa y diseño detallado de obras de mitigación para el predio ubicado en la Calle 65C N°94-80 de Medellín (Antioquia), "La Pola III". Contrato de consultoría 1513 de 2016 del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar.

FORMATO DE CAMPO, DIAGNOSTICO ESTRUCTURAL E INSPECCIÓN VISUAL - EDIFICACIONES

N° Formulario	1	Hora y fecha de visita	OCTUBRE	17 DE 2016
Sección 1. IDENTIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN				
1.1 Departamento: ANTIOQUIA	1.2 Municipio: MEDELLIN		1.3 Barrio: LA POLA	
1.4 Identificación catastral	Sector	Manzana	Predio	Construcción
1.5 Coordenadas	831.158	1.187.290		
	X	Y		Cota
1.6 Tipo de identificación	Vista en planta			
Inspección Exterior Parcial Completa ☒ No Inspección No se permitió Colapso Desocupada Otro	REGISTRO FOTOGRÁFICO			
DESCRIPCIÓN DE LA EDIFICACIÓN EVALUADA: Obra en construcción a nivel de cimentación la cual ha sido afectada en la zona 1 por proceso de remoción en masa que se recosto en muro de contención y causo su falla e inclinación de má de 30% con respecto a la vertical.				
1.7 Identificación predial	Dirección	65c		
	Carrera	Calle	Transversal	Diagonal
1.8 Tenencia del bien	Número(N°)	94 - 80		
	Propietario	☒	C.C. - Nit.	899.999.239-2
	Arrendatario		C.C. - Nit.	
	Otro		C.C. - Nit.	
Sección 2. CLASIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN				
2.1 Uso predominante	6			
Indispensables: G IV	Ocupación especial: G II			
1. Salud pública	6. Institucionales			
2. Salud privada	7. Gubernamentales			
Atención comunidad: GIII	8. Comerciales			
3. Seguridad	9. Industria			
4. Emergencia	10. Oficinas			
5. Educación	11. Parquederos			
Ocupación normal: G I				
12. Residencial				
13. Comercio				
14. Multipropósito				
15. Otro				
2.2 Ubicación en la manzana				
Esquinera ☐ Medianera ☐ Aislada ☒				
2.3 Número de pisos				
Niveles sobre terreno UNO Sótanos CERO Total UNO Altura entrepiso 2.80 m				
2.4 Dimensiones aproximadas del lote				
Frente (m) 20 m Profundidad (m) 30 m 600 m^2				
2.5 Área total construida				
2.6 Estado de la construcción				
Completa ☐ En construcción ☒ Autoconstrucción ☐				
Incompleta ☒ No construido ☐ Supervisión profesional ☐				
Edad de la construcción 4				
2.7 Calidad de la construcción				
2.8 Servicios públicos en el predio				
Alcantarillado ☐ Aguas servidas ☐ Acueducto ☐ Teléfono ☐				
Aguas lluvias ☐ Energía eléctrica ☐ Gas ☐				
2.9 Parámetros Socioeconómicos				
Habilitada ☒ Valor Catastral del inmueble (\$ millones)				
No habilitada ☐ Valor de bienes - enseres (\$ millones)				
Estratificación Valor x m^2 de edificación (\$ miles)				
Ocupación máxima (N° de habitantes)				

FORMATO DE CAMPO. DIAGNOSTICO ESTRUCTURAL E INSPECCIÓN VISUAL - EDIFICACIONES

3.1 Cimentación

1. Zapatas
2. Concreto ciclópeo
3. No existe

2. Vigas corridas
6. Pilotes
10. Otro

3. Sistema mixto
7. Placa de cimentación

4. Caissons
8. No identificada

X

3.2 Sistema de entrepiso

1. Placa maciza de concreto
2. Placa aligerada de concreto
3. Lámina colaborante (SteelDeck)

4. Vigas metálicas
5. Cerchas metálicas
6. Entramado en madera

7. No aplica
8. No identificada

3.3 Sistema estructural

1. Pórticos en concreto reforzado
2. Muros estructurales en concreto reforzado
3. Sistema combinado en concreto reforzado
4. Prefabricados en concreto
5. Mampostería confinada
6. Mampostería reforzada
7. Mampostería no reforzada
8. Pórticos en acero
9. Pórtico arriostrado en acero
10. Pórticos y paneles en madera
11. Pórticos y paneles en otros materiales
12. Muros en bahareque
13. Muros en tapia pisada
14. Muros en adobe
15. Construcción improvisada
16. Mixto
17. Otro

X

3.4 Sistema de cubierta

1. Placa en concreto
2. Placa en Steel Deck
5. Otro

3. Estructura metálica y teja
4. Estructura

Aun no cuenta con una cubierta

3.5 Fecha de construcción

Antes de 1960
De 1961 a 1997

Después de 1998

X

3.6 Reforma en la estructura

No realizadas
En altura número de pisos adicionales
En extensión: ancho (paralelo vía)
Profundidad (perpendicular vía)

3.7 Irregularidad en planta

Irregularidad alta
Irregularidad intermedia
Irregularidad baja o inexistente

X

3.8 Irregularidad en altura

Irregularidad alta
Irregularidad intermedia
Irregularidad baja o inexistente

X

1. Con reforzamiento especial: GIII y GIV	☒	5. Estructuras ligeras	☐
2. Reforzadas: GI y GII	☐	6. Construcciones simples	☐
3. Mampostería reforzada	☐	7. Lotes vacíos	☐
4. Con confinamiento deficiente a híbridas	☐	8. Otra	☐ _____

4.1 Causa de daños presentes 1. Asentamientos 2. Movimientos en masa 3. Sismos 4. Inundaciones 5. Impactos 6. Deficiencias constructivas 7. Otra	X X	4.2 Consecuencias presentes 1. No presenta daños 2. Humedades 3. Empozamientos 4. Fisuras 5. Grietas 6. Roturas 7. Otra	X X X
		☒	falla parte del muro de contención

4.3 inundaciones previas 1. Se ha inundado 4. No se ha inundado	X	2. Altura de inundación (m) 5. Periodos de lluvias	
		3. Fecha/periodicidad (mes)	



Estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgos por procesos de remoción en masa y diseño detallado de obras de mitigación para el predio ubicado en la Calle 65C N°94-80 de Medellín (Antioquia), "La Pola III". Contrato de consultoría 1513 de 2016 del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar.

FORMATO DE CAMPO, DIAGNOSTICO ESTRUCTURAL E INSPECCIÓN VISUAL - EDIFICACIONES

4.4 Evaluación de daños en elementos estructurales

ELEMENTO	DAÑO				
	Ninguno	Leve	Moderado	Fuerte	Severo
Elementos verticales	☐	☐	☐	☐	☒
Elementos horizontales	☐	☐	☐	☐	☒
Elementos no estructurales	☒	☐	☐	☐	☐

OBSERVACIONES EN DAÑOS

Perdida de verticalidad de parte del muro de contención del costado norte por impacto de proceso de remoción en masa quedando a un 30% de inclinación con respecto a la horizontal.

Falla de las vigas de amarre en el primer tercio continuo al muro de contención afectado por el proceso de remoción en masa.

4.5 Sistema de recolección de aguas servidas

- Conexiones aguas servidas mpio
- Conexiones improvisadas
- No son recogidas

☐
☐
☐

4.6 Reparación de daños interiores

- Total
- No se ha reparado

☐
☒

- Parcial
- No hay daños

☐
☐

Sección 5. CONDICIONES DE LOS MOVIMIENTOS EN MASA EN EL PREDIO

5.1 Zonas o escenarios de exposición

- Zona 1. Elementos ubicados sobre la zona estable en la parte superior del talud, sin posibilidad de afectación por integración
- Zona 2. Elementos ubicados sobre una ladera potencialmente inestable, o potencialmente afectados por efectos de retrogresión
- Zona 3. Elementos ubicados en la trayectoria del movimiento en masa o en la zona de deposito de material deslizado
- Zona 4. Elementos fuera del alcance del movimiento en masa y su área de depositación

☐
☐
☐
☐

Sección 6. REGISTRO FOTOGRÁFICO

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgos por procesos de remoción en masa y diseño detallado de obras de mitigación para el predio ubicado en la Calle 65C N°94-80 de Medellín (Antioquia), "La Pola III". Contrato de consultoría 1513 de 2016 del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar.

FORMATO DE CAMPO, DIAGNOSTICO ESTRUCTURAL E INSPECCIÓN VISUAL - EDIFICACIONES

Sección 7. COMENTARIOS Y OBSERVACIONES

* Se sugiere realizar un estudio de patología estructural para determinar la resistencia de los materiales de los elementos construidos ya que su exposición permanente a la interperie pudiera perdido propiedades, situación que no es posible determinar en la inspección visual.

* Se debe determinar la estabilidad del suelo en donde se encuentra la construcción realizando perforaciones que permitan determinar y comparar las condiciones mecánicas del suelo y sus posibles variaciones.

* Realizar apiques a la pata del muro de contención afectado para determinar si la cimentación también sufrió desplazamiento.

Sección 8. EVALUADOR

1. Nombres y apellidos

2. Firma



Estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgos por procesos de remoción en masa y diseño detallado de obras de mitigación para el predio ubicado en la Calle 65C N°94-80 de Medellín (Antioquia), "La Pola III". Contrato de consultoría 1513 de 2016 del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar.

FORMATO DE CAMPO. DIAGNOSTICO ESTRUCTURAL E INSPECCIÓN VISUAL - EDIFICACIONES

N° Formulario	2	Hora y fecha de visita	OCTUBRE	17 de 2016
Sección 1. IDENTIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN				
1.1 Departamento: ANTIOQUIA	1.2 Municipio: MEDELLIN	1.3 Barrio: LA POLA		
1.4 Identificación catastral	Sector	Manzana	Predio	Construcción
1.5 Coordenadas	831.087	1.187.263		
	X	Y	Cota	
1.6 Tipo de identificación	Vista en planta			
Inspección Exterior Parcial Completa	☐ ☐ ☒			
N° Inspección	REGISTRO FOTOGRÁFICO			
No se permitió Colapso Desocupada Otro	☐ ☐ ☐ ☐			
DESCRIPCION DE LA EDIFICACION EVALUADA: Tres secciones del muro del cerramiento del complejo La Pola.				
1.7 Identificación predial	Dirección	65c		
	Carrera	Calle	Transversal	Diagonal
1.8 Tenencia del bien	Número(N°)	94 - 80		
	Propietario	X	C.C. - Nit.	899.999.239-2
	Arrendatario		C.C. - Nit.	
	Otro		C.C. - Nit.	
Sección 2. CLASIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN				
2.1 Uso predominante	6			
Indispensables: G IV	Ocupación especial: G II			
1. Salud pública	6. Institucionales			
2. Salud privada	7. Gubernamentales			
Atención comunidad. GIII	8. Comerciales			
3. Seguridad	9. Industria			
4. Emergencia	10. Oficinas			
5. Educación	11. Parqueaderos			
Ocupación normal: G I				
12. Residencial				
13. Comercio				
14. Multipropósito				
15. Otro				
2.2 Ubicación en la manzana	Esquinera	Medianera	Aislada X	
2.3 Número de pisos	Niveles sobre terreno	Sótanos	Total	Altura entrepiso
	2	0	2	2.5 m
2.4 Dimensiones aproximadas del lote	Frente (m)	Profundidad (m)	2.5 Área total construida	
2.6 Estado de la construcción	Completa	En construcción	Autoconstrucción	
	X			
	Incompleta	No construido	Supervisión profesional	
2.7 Calidad de la construcción	Edad de la construcción (años)			
2.8 Servicios públicos en el predio	Alcantarillado	Acueducto	Teléfono	
	Aguas servidas	Energía eléctrica	Gas	
	Aguas lluvias			
2.9 Parámetros Socioeconómicos	Habilitada	Valor Catastral del inmueble (\$ millones)		
	No habilitada	Valor de bienes - enseres (\$ millones)		
	Estratificación	Valor x m² de edificación (\$ miles)		
	Ocupación máxima (N° de habitantes)			



Estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgos por procesos de remoción en masa y diseño detallado de obras de mitigación para el predio ubicado en la Calle 65C N°94-80 de Medellín (Antioquia), "La Pola III". Contrato de consultoría 1513 de 2016 del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar.

FORMATO DE CAMPO, DIAGNOSTICO ESTRUCTURAL E INSPECCIÓN VISUAL - EDIFICACIONES

Sección 3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

3.1 Cimentación			
1. Zapatas	☐	2. Vigas corridas	☐
5. Concreto ciclópeo	☒	6. Pilotes	☐
9. No existe	☐	10. Otro	☐
3.2 Sistema de entrepiso			
1. Placa maciza de concreto	☐	4. Vigas metálicas	☐
2. Placa aligerada de concreto	☐	5. Cerchas metálicas	☐
3. Lámina colaborante (SteelDeck)	☐	6. Entramado en madera	☐
3.3 Sistema estructural			
1. Pórticos en concreto reforzado	☐	3.4 Sistema de cubierta	
2. Muros estructurales en concreto reforzado	☐	1. Placa en concreto	☐
3. Sistema combinado en concreto reforzado	☐	2. Placa en Steel Deck	☐
4. Prefabricados en concreto	☐	3. Estructura metálica y teja	☐
5. Mampostería confinada	☐	4. Estructura	☐
6. Mampostería reforzada	☒	5. Otro	No aplica
7. Mampostería no reforzada	☐	3.5 Fecha de construcción	
8. Pórticos en acero	☐	Antes de 1960	☐
9. Pórtico arriostrado en acero	☐	De 1961 a 1997	☐
10. Pórticos y paneles en madera	☐	Después de 1998	☒
11. Pórticos y paneles en otros materiales	☐	3.6 Reforma en la estructura	
12. Muros en bahareque	☐	No realizadas	☐
13. Muros en tapia pisada	☐	En altura número de pisos adicionales	☐
14. Muros en adobe	☐	En extensión: ancho (paralelo vía)	☐
15. Construcción improvisada	☐	Profundidad (perpendicular vía)	☐
16. Mixto	☐	3.7 Irregularidad en planta	
17. Otro	☐	Irregularidad alta	☐
		Irregularidad intermedia	☐
		Irregularidad baja o inexistente	☒
		3.8 Irregularidad en altura	
		Irregularidad alta	☐
		Irregularidad intermedia	☐
		Irregularidad baja o inexistente	☒

3.9 Tipología estructural de la edificación

1. Con reforzamiento especial: GIII y GIV	☐	5. Estructuras ligeras	☐
2. Reforzadas: GI y GII	☐	6. Construcciones simples	☒
3. Mampostería reforzada	☐	7. Lotes vacíos	☐
4. Con confinamiento deficiente a híbridas	☐	8. Otra	☐

Sección 4. EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE DAÑOS DE LA EDIFICACIÓN

4.1 Causa de daños presentes			
1. Asentamientos	☐	4.2 Consecuencias presentes	
2. Movimientos en masa	☒	1. No presenta daños	☐
3. Sismos	☐	2. Humedades	☐
4. Inundaciones	☐	3. Empozamientos	☐
5. Impactos	☐	4. Fisuras	☒
6. Deficiencias constructivas	☐	5. Grietas	☒
7. Otra	☐	6. Roturas	☒
		7. Otra	☒
		Colapsos parciales	
4.3 Inundaciones previas			
1. Se ha inundado	☐	2. Altura de inundación (m)	☐
4. No se ha inundado	☐	3. Fecha/periodicidad (mes)	☐
		5. Períodos de lluvias	☐



Estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgos por procesos de remoción en masa y diseño detallado de obras de mitigación para el predio ubicado en la Calle 65C N°94-80 de Medellín (Antioquia), "La Pola III". Contrato de consultoría 1513 de 2016 del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar.

FORMATO DE CAMPO. DIAGNOSTICO ESTRUCTURAL E INSPECCIÓN VISUAL - EDIFICACIONES

4.4 Evaluación de daños en elementos estructurales

ELEMENTO	DAÑO				
	Ninguno	Leve	Moderado	Fuerte	Severo
Elementos verticales	☐	☐	☐	☐	☒
Elementos horizontales	☐	☐	☐	☐	☒
Elementos no estructurales	☐	☐	☐	☐	☒

OBSERVACIONES EN DAÑOS

Los daños severos se presentan en la sección 2 debido a un proceso de remoción en masas en el cual el mismo se encuentra inmerso.

Las secciones 1 y 3 no presentan afectaciones mayores a pesar de las deficiencias constructivas que tiene este muro de cerramiento.

4.5 Sistema de recolección de aguas servidas

- Conexiones aguas servidas mpio
- Conexiones improvisadas
- No son recogidas

☐
☐
☐

4.6 Reparación de daños interiores

- Total
- No se ha reparado

☐
☐

- Parcial
- No hay daños

☐
☐

Sección 5. CONDICIONES DE LOS MOVIMIENTOS EN MASA EN EL PREDIO

5.1 Zonas o escenarios de exposición

- Zona 1. Elementos ubicados sobre la zona estable en la parte superior del talud, sin posibilidad de afectación por integración
- Zona 2. Elementos ubicados sobre una ladera potencialmente inestable, o potencialmente afectados por efectos de retrogresión
- Zona 3. Elementos ubicados en la trayectoria del movimiento en masa o en la zona de deposito de material deslizado
- Zona 4. Elementos fuera del alcance del movimiento en masa y su área de depositación

☐
☒
☐
☐

Sección 6. REGISTRO FOTOGRÁFICO

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgos por procesos de remoción en masa y diseño detallado de obras de mitigación para el predio ubicado en la Calle 65C N°94-80 de Medellín (Antioquia), "La Pola III". Contrato de consultoría 1513 de 2016 del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar.

FORMATO DE CAMPO, DIAGNOSTICO ESTRUCTURAL E INSPECCIÓN VISUAL - EDIFICACIONES

Sección 7. COMENTARIOS Y OBSERVACIONES

* El muro de cerramiento de la institución se encuentra construido en mampostería simple con bloques de cemento de 20x40x15 y columnetas en forma de cuña en el mismo material y con una cimentación que al parecer es en ciloqueo.

*Este muro presenta deficiencias constructivas relacionadas con la falla de elementos estructurales de amarre y confinamiento y de una adecuada cimentación.

* La sección 1 del muro se encuentra en buen estado pero muy cercano a un talud carente de medidas de protección y contención el cual es susceptible de presentar colapso total o parcial por posibles avances en la erosión del talud.

* La sección 2 se encuentra inmersa en un proceso de remoción en masas activo, parte de sus secciones ya han colapsado y las que se encuentran en pie presentan inestabilidad severa al sufrir desplazamientos verticales y horizontales, y pérdida de verticalidad. Existe alta posibilidad de colapsos parcial y del muro.

* La sección 3 se encuentra en zona aparentemente estable pero por su sistema constructivo presenta una alta vulnerabilidad.

Sección 8. EVALUADOR

1. Nombres y apellidos

2. Firma.



Estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgos por procesos de remoción en masa y diseño detallado de obras de mitigación para el predio ubicado en la Calle 65C N°94-80 de Medellín (Antioquia), "La Pola III". Contrato de consultoría 1513 de 2016 del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar.

FORMATO DE CAMPO, DIAGNOSTICO ESTRUCTURAL E INSPECCIÓN VISUAL - OBRAS LINEALES

N° Formulario **3** Hora y fecha de visita **OCTUBRE** **17 de 2016**

Sección 1. IDENTIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN

1.1 Departamento **1.2 Municipio** **1.3 Barrio**
1.4 Identificación catastral
Sector Manzana Predio Construcción
1.5 Coordenadas
831.116 1.187.386
X Y Cota

Vista en planta

REGISTRO FOTOGRÁFICO

DESCRIPCION DE LA EDIFICACION EVALUADA: Línea de aguas negras en PVC 6" que pasa por la zona inestable que pasa por proceso de remoción en masa.

1.6 Ubicación Dirección **65c**
Carrera Calle Transversal Diagonal Otro
Número(N°) **94-80**

Sección 2. CLASIFICACIÓN DE LA OBRA LINEAL

2.1 Tipo de Obra Lineal **5**
Red vial Red de servicio público
1. Artería vial 4. Acueducto 7. Electricidad
2. Puente vehicular 5. Alcantarillado 8. Comunicación
3. Puente peatonal 6. Gas 9. Otro

2.1.1 Redes viales
Ancho de la vía (m) **Nombre de la vía**
Tipo de Arteria Vial
Principal (V1-60m) **Intermedia (V4-22m/V5-18m/V6-16m)** **Otra**
Secundaria (V2-40m/V3-25m) **Local (V7-13m/V8-10m/V9-8m)**
Puente vehicular **Puente peatonal**

Tipo de material de la Estructura del pavimento **Número de Calzadas**
Número de Carriles por Calzada **Ancho del Carril (m)**
Ancho de la berma (m) **Ancho de Andenes (m)**
Causa de Daños presentes
Tipo de Deterioro **Largo (m)** **Ancho (m)**
Ancho invadido (m) **Ancho Útil para transito (m)**



Estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgos por procesos de remoción en masa y diseño detallado de obras de mitigación para el predio ubicado en la Calle 65C N°94-80 de Medellín (Antioquia), "La Pola III". Contrato de consultoría 1513 de 2016 del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar.

FORMATO DE CAMPO, DIAGNOSTICO ESTRUCTURAL E INSPECCIÓN VISUAL - OBRAS LINEALES

2.1.2 Redes de Servicio Público

1. Red de acueducto

Primaria (6" - 12")

Secundaria (2" - 6")

Local (1/2" - 2")

Diámetro de la tubería

3. Red Eléctrica

Alta Tension

Media Tensión

Baja Tensión

Diámetro de Poste

2. Red de Alcantarillado

Troncal/Secundaria > 18"

Local < 18"

Diámetro de la tubería

Material de la tubería

6"

PVC

Transporte y Distribución (57,5 -230 kV)

Producción y Distribución (1- 57,5 kV)

Distribución y Consumo (<kV)

Altura de Poste

Material del Poste

Causa de Daños presentes

Tipo de Deterioro

Fractura, desempates.

Largo (m)

100

Ancho (m)

1.0

Longitud en deterioro (m)

100

REGISTRO FOTOGRÁFICO

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgos por procesos de remoción en masa y diseño detallado de obras de mitigación para el predio ubicado en la Calle 65C N°94-80 de Medellín (Antioquia), "La Pola III". Contrato de consultoría 1513 de 2016 del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar.

FORMATO DE CAMPO, DIAGNOSTICO ESTRUCTURAL E INSPECCIÓN VISUAL - OBRAS LINEALES

COMENTARIOS Y OBSERVACIONES

Esta red al parecer de aguas negras (servidas) pasa por la masa inestable observándose que una de las cajas inspección se encuentra fracturada y vierte constantemente sus aguas a la ladera, siendo este un factor detonante que puede reactivar el proceso de remoción en masas. Igualmente, esta red vierte sus aguas a la quebrada contaminandola.

Se recomienda a la empresa encargada de la red realizar las verificaciones de vertimiento y conexiones erradas y replantear el trazado ya que no es conveniente que pase por un terreno con un proceso de remoción en masas activo.

EVALUADOR

1. Nombres y apellidos

2. Firma



Estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgos por procesos de remoción en masa y diseño detallado de obras de mitigación para el predio ubicado en la Calle 65C N°94-80 de Medellín (Antioquia), "La Pola III". Contrato de consultoría 1513 de 2016 del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar.

FORMATO DE CAMPO, DIAGNOSTICO ESTRUCTURAL E INSPECCIÓN VISUAL - EDIFICACIONES

N° Formulario	4	Hora y fecha de visita	OCTUBRE	17 de 2016		
Sección 1. IDENTIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN						
1.1 Departamento: ANTIOQUIA	1.2 Municipio: MEDELLIN	1.3 Barrio: LA POLA				
1.4 Identificación catastral	Sector	Manzana	Predio	Construcción		
1.5 Coordenadas	831.062		1.187.390			
	X		Y	Cota		
1.6 Tipo de identificación	Vista en planta					
Inspección	REGISTRO FOTOGRÁFICO					
Exterior						
Parcial						
Completa					X	
N° Inspección						
No se permitió						
Colapso						
Desocupada						
Otro						
DESCRIPCION DE LA EDIFICACION EVALUADA: Tres secciones del muro del cerramiento del complejo La Pola.						
1.7 Identificación predial	Dirección	Carrera	Calle	Transversal	Diagonal	Otro
	Número(N°)	Sin dirección				
1.8 Tenencia del bien	Propietario				C.C. - Nit.	
	Arrendatario				C.C. - Nit.	
	Otro	X			C.C. - Nit.	Invasión
Sección 2. CLASIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN						
2.1 Uso predominante	15					
Indispensables: G IV	Ocupación especial: G II					
1. Salud pública	6. Institucionales					
2. Salud privada	7. Gubernamentales					
Atención comunidad: GIII	8. Comerciales					
3. Seguridad	9. Industria					
4. Emergencia	10. Oficinas					
5. Educación	11. Parqueaderos					
	Ocupación normal: G I					
	12. Residencial					
	13. Comercio					
	14. Multipropósito					
	15. Otro X Bodega de reciclaje					
2.2 Ubicación en la manzana						
Esquinera Medianera Aislada						
2.3 Número de pisos						
Niveles sobre terreno 1 Sótanos 0 Total 1 Altura entrepiso 2.50 m						
2.4 Dimensiones aproximadas del lote						
Frente (m) 8 Profundidad (m) 15						
2.5 Área total construida 120 m²						
2.6 Estado de la construcción						
Completa						
En construcción						
Incompleta						
No construido						
2.7 Calidad de la construcción						
Autoconstrucción	X					
Supervisión profesional						
Edad de la construcción (años)	5					
2.8 Servicios públicos en el predio						
Alcantarillado	Aguas servidas			Acueducto		
	Aguas lluvias			Energía eléctrica		
2.9 Parámetros Socioeconómicos						
Habilitada	X					
No habilitada						
Estratificación						
Ocupación máxima (N° de habitantes)	2					
Valor Catastral del inmueble (\$ millones)						
Valor de bienes - enseres (\$ millones)						
Valor x m² de edificación (\$ miles)						



Estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgos por procesos de remoción en masa y diseño detallado de obras de mitigación para el predio ubicado en la Calle 65C N°94-80 de Medellín (Antioquia), "La Pola III". Contrato de consultoría 1513 de 2016 del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar.

FORMATO DE CAMPO, DIAGNOSTICO ESTRUCTURAL E INSPECCIÓN VISUAL - EDIFICACIONES

Sección 3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

3.1 Cimentación			
1. Zapatas	☐	2. Vigas corridas	☐
5. Concreto ciclópeo	☐	6. Pilotes	☐
9. No existe	☒	10. Otro	☐
3.2 Sistema de entrepiso			
1. Placa maciza de concreto	☐	4. Vigas metálicas	☐
2. Placa aligerada de concreto	☐	5. Cerchas metálicas	☐
3. Lámina colaborante (SteelDeck)	☐	6. Entramado en madera	☐
3.3 Sistema estructural			
1. Pórticos en concreto reforzado	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☒ ☐	3.4 Sistema de cubierta	
2. Muros estructurales en concreto reforzado		1. Placa en concreto	☐
3. Sistema combinado en concreto reforzado		2. Placa en Steel Deck	☐
4. Prefabricados en concreto		3. Estructura metálica y teja	☐
5. Mampostería confinada		4. Estructura	☐
6. Mampostería reforzada		5. Otro	Material de recuperación
7. Mampostería no reforzada		3.5 Fecha de construcción	
8. Pórticos en acero		Antes de 1960	☐
9. Pórtico arriostrado en acero		De 1961 a 1997	☐
10. Pórticos y paneles en madera		Después de 1998	☒
11. Pórticos y paneles en otros materiales		3.6 Reforma en la estructura	
12. Muros en bahareque		No realizadas	☒
13. Muros en tapia pisada		En altura número de pisos adicionales	☐
14. Muros en adobe		En extensión: ancho (paralelo vía)	☐
15. Construcción improvisada		Profundidad (perpendicular vía)	☐
16. Mixto		3.7 Irregularidad en planta	
17. Otro		Irregularidad alta	☐
	Irregularidad intermedia	☐	
	Irregularidad baja o inexistente	☒	
	3.8 Irregularidad en altura		
	Irregularidad alta	☐	
	Irregularidad intermedia	☐	
	Irregularidad baja o inexistente	☒	

3.9 Tipología estructural de la edificación

1. Con reforzamiento especial: GIII y GIV	☐	5. Estructuras ligeras	☐
2. Reforzadas: GI y GII	☐	6. Construcciones simples	☒
3. Mampostería reforzada	☐	7. Lotes vacíos	☐
4. Con confinamiento deficiente a híbridas	☐	8. Otra	☐

Sección 4. EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE DAÑOS DE LA EDIFICACIÓN

4.1 Causa de daños presentes		4.2 Consecuencias presentes	
1. Asentamientos	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	1. No presenta daños	☒
2. Movimientos en masa		2. Humedades	☐
3. Sismos		3. Empozamientos	☐
4. Inundaciones		4. Fisuras	☐
5. Impactos		5. Grietas	☐
6. Deficiencias constructivas		6. Roturas	☐
7. Otra		7. Otra	☒
4.3 inundaciones previas		Pérdida de verticalidad	
1. Se ha inundado	☐	2. Altura de inundación (m)	☐
4. No se ha inundado	☐	3. Fecha/periodicidad (mes)	☐
	5. Periodos de lluvias		



Estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgos por procesos de remoción en masa y diseño detallado de obras de mitigación para el predio ubicado en la Calle 65C N°94-80 de Medellín (Antioquia), "La Pola III". Contrato de consultoría 1513 de 2016 del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar.

FORMATO DE CAMPO, DIAGNOSTICO ESTRUCTURAL E INSPECCIÓN VISUAL - EDIFICACIONES

4.4 Evaluación de daños en elementos estructurales

ELEMENTO	DAÑO				
	Ninguno	Leve	Moderado	Fuerte	Severo
Elementos verticales	☐	☐	☐	☐	☐
Elementos horizontales	☐	☐	☐	☐	☐
Elementos no estructurales	☐	☐	☐	☐	☒

OBSERVACIONES EN DAÑOS

Edificación en material de recuperación (latas, madera, plástico) con deficiencias constructivas.

Piso en tierra y almacenamiento desordenado de materiales de recuperación.

4.5 Sistema de recolección de aguas servidas

1. Conexiones aguas servidas mpio
2. Conexiones improvisadas
3. No son recogidas

☐
☐
☐

4.6 Reparación de daños interiores

1. Total
3. No se ha reparado

☐
☐

2. Parcial
4. No hay daños

☐
☐

Sección 5. CONDICIONES DE LOS MOVIMIENTOS EN MASA EN EL PREDIO

5.1 Zonas o escenarios de exposición

- Zona 1. Elementos ubicados sobre la zona estable en la parte superior del talud, sin posibilidad de afectación por integración
- Zona 2. Elementos ubicados sobre una ladera potencialmente inestable, o potencialmente afectados por efectos de retrogresión
- Zona 3. Elementos ubicados en la trayectoria del movimiento en masa o en la zona de depósito de material deslizado
- Zona 4. Elementos fuera del alcance del movimiento en masa y su área de depositación

☒
☐
☐
☐

Sección 6. REGISTRO FOTOGRÁFICO

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgos por procesos de remoción en masa y diseño detallado de obras de mitigación para el predio ubicado en la Calle 65C N°94-80 de Medellín (Antioquia), "La Pola III". Contrato de consultoría 1513 de 2016 del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar.

FORMATO DE CAMPO, DIAGNOSTICO ESTRUCTURAL E INSPECCIÓN VISUAL - EDIFICACIONES

Sección 7. COMENTARIOS Y OBSERVACIONES

Son edificaciones informales elaboradas con materiales reciclados como latas, madera y plásticos, apoyados en los árboles con pisos en tierra los cuales son usados para almacenamiento de materiales reciclados y vivienda para los cuidanderos de este material.

Estas edificaciones al parecer son invasiones que según los vecinos del sector llevan más de cuatro años.

Presentan deficiencias constructivas relacionadas con la falta de cimentación y de elementos estructurales de confinamiento y amarre haciéndolas altamente vulnerables a fenómenos naturales con fuertes aguaceros, sismos o procesos de remoción en masa.

Igualmente esta actividad de reciclaje genera contaminación al sector por residuos sólidos y líquidos los cuales son esparcidos por toda el área de sus alrededores, es por esto que se ven artículos como muebles, colchones, electrodomesticos que han sido dejados en diferentes partes del lote.

Sección 8. EVALUADOR

1. Nombres y apellidos

2. Firma.



Estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgos por procesos de remoción en masa y diseño detallado de obras de mitigación para el predio ubicado en la Calle 65C N°94-80 de Medellín (Antioquia), "La Pola III". Contrato de consultoría 1513 de 2016 del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar.

FORMATO DE CAMPO, DIAGNOSTICO ESTRUCTURAL E INSPECCIÓN VISUAL - EDIFICACIONES

N° Formulario	5	Hora y fecha de visita	OCTUBRE	17 de 2016	
Sección 1. IDENTIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN					
1.1 Departamento: ANTIOQUIA	1.2 Municipio: MEDELLÍN	1.3 Barrio: LA POLA			
1.4 Identificación catastral	Sector	Manzana	Predio	Construcción	
1.5 Coordenadas	831.002		118.733		
	X		Y	Cota	
1.6 Tipo de identificación	Vista en planta				
Inspección	REGISTRO FOTOGRÁFICO				
Exterior					X
Parcial					
Completa					
N° Inspección					
No se permitió					
Cotapso					
Desocupada					
Otro					
DESCRIPCION DE LA EDIFICACION EVALUADA: Edificación informal construida en material de recuperación usada para cría de cerdos y aves de corral.					
1.7 Identificación predial	Dirección	Carrera	Calle	Transversal	
	Número(N°)	Sin dirección	Diagonal	Otro	
1.8 Tenencia del bien	Propietario		C.C. - Nit.		
	Arrendatario		C.C. - Nit.		
	Otro		C.C. - Nit.		
Sección 2. CLASIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN					
2.1 Uso predominante					
Indispensables: G IV					
1. Salud pública	Ocupación especial: G II	Ocupación normal: G I			
2. Salud privada	6. Institucionales	12. Residencial			
	7. Gubernamentales	13. Comercio			
Atención comunidad. GIII	8. Comerciales	14. Multipropósito			
3. Seguridad	9. Industria	15. Otro			
4. Emergencia	10. Oficinas	CORRALES			
5. Educación	11. Parqueaderos				
2.2 Ubicación en la manzana	Esquinera	Medianera	Aislada	X	
2.3 Número de pisos	Niveles sobre terreno	Sótanos	Total	Altura entrepiso	
	1	0	1	3.0 m	
2.4 Dimensiones aproximadas del lote	Frente (m)	Profundidad (m)	2.5 Área total construida		
	15	15	225 m2		
2.6 Estado de la construcción	Completa	En construcción	2.7 Calidad de la construcción		
	X		Autoconstrucción		
Incompleta		No construido	Supervisión profesional		
			Edad de la construcción (años)		
2.8 Servicios públicos en el predio	Alcantarillado	Acueducto	4		
	Aguas servidas	Energía eléctrica			
	Aguas lluvias				
2.9 Parámetros Socioeconómicos	Habilitada	Valor Catastral del inmueble (\$ millones)			
	X	Valor de bienes - enseres (\$ millones)			
No habilitada		Valor x m² de edificación (\$ miles)			
Estratificación					
Ocupación máxima (N° de habitantes)	1				



Estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgos por procesos de remoción en masa y diseño detallado de obras de mitigación para el predio ubicado en la Calle 65C N°94-80 de Medellín (Antioquia), "La Pola III". Contrato de consultoría 1513 de 2016 del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar.

FORMATO DE CAMPO, DIAGNOSTICO ESTRUCTURAL E INSPECCIÓN VISUAL - EDIFICACIONES

Sección 3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

3.1 Cimentación			
1. Zapatas	☐	2. Vigas corridas	☐
5. Concreto ciclópeo	☐	6. Pilotes	☐
9. No existe	☒	10. Otro	☐
3.2 Sistema de entrepiso			
1. Placa maciza de concreto	☐	4. Vigas metálicas	☐
2. Placa aligerada de concreto	☐	5. Cerchas metálicas	☐
3. Lámina colaborante (SteelDeck)	☐	6. Entramado en madera	☐
3.3 Sistema estructural			
1. Pórticos en concreto reforzado	☐	3.4 Sistema de cubierta	
2. Muros estructurales en concreto reforzado	☐	1. Placa en concreto	☐
3. Sistema combinado en concreto reforzado	☐	2. Placa en Steel Deck	☐
4. Prefabricados en concreto	☐	3. Estructura metálica y teja	☐
5. Mampostería confinada	☐	4. Estructura	☐
6. Mampostería reforzada	☐	5. Otro	Material de recuperación
7. Mampostería no reforzada	☐	3.5 Fecha de construcción	
8. Pórticos en acero	☐	Antes de 1960	☐
9. Pórtico arriostrado en acero	☐	De 1961 a 1997	☐
10. Pórticos y paneles en madera	☐	Después de 1998	☒
11. Pórticos y paneles en otros materiales	☐	3.6 Reforma en la estructura	
12. Muros en bahareque	☐	No realizadas	☒
13. Muros en tapia pisada	☐	En altura número de pisos adicionales	☐
14. Muros en adobe	☐	En extensión: ancho (paralelo vía)	☐
15. Construcción improvisada	☐	Profundidad (perpendicular vía)	☐
16. Mixto	☒	3.7 Irregularidad en planta	
17. Otro	☐	Irregularidad alta	☐
		Irregularidad intermedia	☐
		Irregularidad baja o inexistente	☒
		3.8 Irregularidad en altura	
		Irregularidad alta	☐
		Irregularidad intermedia	☐
		Irregularidad baja o inexistente	☒

3.9 Tipología estructural de la edificación			
1. Con reforzamiento especial: GIII y GIV	☐	5. Estructuras ligeras	☐
2. Reforzadas: GI y GII	☐	6. Construcciones simples	☒
3. Mampostería reforzada	☐	7. Lotes vacíos	☐
4. Con confinamiento deficiente a híbridas	☐	8. Otra	☐

Sección 4. EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE DAÑOS DE LA EDIFICACIÓN

4.1 Causa de daños presentes			
1. Asentamientos	☐	4.2 Consecuencias presentes	
2. Movimientos en masa	☐	1. No presenta daños	☒
3. Sismos	☐	2. Humedades	☐
4. Inundaciones	☐	3. Empozamientos	☐
5. Impactos	☐	4. Fisuras	☐
6. Deficiencias constructivas	☒	5. Grietas	☐
7. Otra	☐	6. Roturas	☐
		7. Otra	Colapsos parciales
4.3 Inundaciones previas			
1. Se ha inundado	☐	2. Altura de inundación (m)	☐
4. No se ha inundado	☐	5. Períodos de lluvias	☐
		3. Fecha/periodicidad (mes)	☐



Estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgos por procesos de remoción en masa y diseño detallado de obras de mitigación para el predio ubicado en la Calle 65C N°94-80 de Medellín (Antioquia), "La Pola III". Contrato de consultoría 1513 de 2016 del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar.

FORMATO DE CAMPO, DIAGNOSTICO ESTRUCTURAL E INSPECCIÓN VISUAL - EDIFICACIONES

4.4 Evaluación de daños en elementos estructurales

ELEMENTO	DAÑO				
	Ninguno	Leve	Moderado	Fuerte	Severo
Elementos verticales	☐	☐	☐	☐	☐
Elementos horizontales	☐	☐	☐	☐	☐
Elementos no estructurales	☐	☐	☐	☐	☐

OBSERVACIONES EN DAÑOS

Elementos estructurales no existentes y se observan daños severos en los elementos no estructurales por sus deficiencias constructivas.

4.5 Sistema de recolección de aguas servidas

- Conexiones aguas servidas mpio
- Conexiones improvisadas
- No son recogidas

☐
☒
☐

4.6 Reparación de daños interiores

- Total
- No se ha reparado

☐
☒

- Parcial
- No hay daños

☐
☐

Sección 5. CONDICIONES DE LOS MOVIMIENTOS EN MASA EN EL PREDIO

5.1 Zonas o escenarios de exposición

- Zona 1. Elementos ubicados sobre la zona estable en la parte superior del talud, sin posibilidad de afectación por integración
- Zona 2. Elementos ubicados sobre una ladera potencialmente inestable, o potencialmente afectados por efectos de retrogresión
- Zona 3. Elementos ubicados en la trayectoria del movimiento en masa o en la zona de deposito de material deslizado
- Zona 4. Elementos fuera del alcance del movimiento en masa y su área de depositación

☐
☐
☐
☐

Sección 6. REGISTRO FOTOGRÁFICO

REGISTRO FOTOGRÁFICO

FORMATO DE CAMPO, DIAGNOSTICO ESTRUCTURAL E INSPECCIÓN VISUAL - EDIFICACIONES

[illegible]

1. Nombres y apellidos _____

2. Firma. _____



Estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgos por procesos de remoción en masa y diseño detallado de obras de mitigación para el predio ubicado en la Calle 65C N°94-80 de Medellín (Antioquia), "La Pola III". Contrato de consultoría 1513 de 2016 del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar.

FORMATO DE CAMPO, DIAGNOSTICO ESTRUCTURAL E INSPECCIÓN VISUAL - EDIFICACIONES

SECCIÓN 7. COMENTARIOS Y OBSERVACIONES

* Son edificaciones aisladas en el lote usadas para ocio que contienen muebles y otros elementos en alto grado de deterioro.

* Se encuentran construidas en material de recuperación como latas, tejas, madera, tapetes usados y polisombra.

Sección 8. EVALUADOR

1. Nombres y apellidos

2. Firma.



Estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgos por procesos de remoción en masa y diseño detallado de obras de mitigación para el predio ubicado en la Calle 65C N°94-80 de Medellín (Antioquia), "La Pola III". Contrato de consultoría 1513 de 2016 del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar.

FORMATO DE CAMPO, DIAGNOSTICO ESTRUCTURAL E INSPECCIÓN VISUAL - EDIFICACIONES

4.4 Evaluación de daños en elementos estructurales

ELEMENTO	DAÑO				
	Ninguno	Leve	Moderado	Fuerte	Severo
Elementos verticales	☐	☐	☐	☐	☐
Elementos horizontales	☐	☐	☐	☐	☐
Elementos no estructurales	☐	☐	☐	☐	☒

OBSERVACIONES EN DAÑOS

No tiene estructura.

Los elementos no estructurales presentan deterioro muy alto por la calidad de los mismos y por acción de la intemperie.

4.5 Sistema de recolección de aguas servidas

1. Conexiones aguas servidas mpio
2. Conexiones improvisadas
3. No son recogidas

☐
☐
☒

4.6 Reparación de daños interiores

1. Total
3. No se ha reparado

☐
☒

2. Parcial
4. No hay daños

☐
☐

Sección 5. CONDICIONES DE LOS MOVIMIENTOS EN MASA EN EL PREDIO

5.1 Zonas o escenarios de exposición

- Zona 1. Elementos ubicados sobre la zona estable en la parte superior del talud, sin posibilidad de afectación por integración
- Zona 2. Elementos ubicados sobre una ladera potencialmente inestable, o potencialmente afectados por efectos de retrogresión
- Zona 3. Elementos ubicados en la trayectoria del movimiento en masa o en la zona de depósito de material deslizado
- Zona 4. Elementos fuera del alcance del movimiento en masa y su área de deposición

☐
☐
☐
☐

Sección 6. REGISTRO FOTOGRÁFICO

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgos por procesos de remoción en masa y diseño detallado de obras de mitigación para el predio ubicado en la Calle 65C N°94-80 de Medellín (Antioquia), "La Pola III". Contrato de consultoría 1513 de 2016 del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar.

FORMATO DE CAMPO. DIAGNOSTICO ESTRUCTURAL E INSPECCIÓN VISUAL - EDIFICACIONES

Sección 3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

3.1 Cimentación			
1. Zapatas	☐	2. Vigas corridas	☐
5. Concreto ciclópeo	☐	6. Pilotes	☐
9. No existe	☒	10. Otro	☐
3.2 Sistema de entrepiso			
1. Placa maciza de concreto	☐	4. Vigas metálicas	☐
2. Placa aligerada de concreto	☐	5. Cerchas metálicas	☐
3. Lámina colaborante (SteelDeck)	☐	6. Entramado en madera	☐
3.3 Sistema estructural			
1. Pórticos en concreto reforzado	☐	3.4 Sistema de cubierta	
2. Muros estructurales en concreto reforzado	☐	1. Placa en concreto	☐
3. Sistema combinado en concreto reforzado	☐	2. Placa en Steel Deck	☐
4. Prefabricados en concreto	☐	3. Estructura metálica y teja	☐
5. Mampostería confinada	☐	4. Estructura	☐
6. Mampostería reforzada	☐	5. Otro	☐
7. Mampostería no reforzada	☐	Material de recuperación	
8. Pórticos en acero	☐	3.5 Fecha de construcción	
9. Pórtico arriostrado en acero	☐	Antes de 1960 ☐ Después de 1998 ☐	
10. Pórticos y paneles en madera	☐	De 1961 a 1997 ☐	
11. Pórticos y paneles en otros materiales	☐	3.6 Reforma en la estructura	
12. Muros en bahareque	☐	No realizadas ☐	
13. Muros en tapia pisada	☐	En altura número de pisos adicionales ☐	
14. Muros en adobe	☐	En extensión: ancho (paralelo vía) ☐	
15. Construcción improvisada	☐	Profundidad (perpendicular vía) ☐	
16. Mixto	☒	3.7 Irregularidad en planta	
17. Otro	☐	Irregularidad alta ☐	
		Irregularidad intermedia ☐	
		Irregularidad baja o inexistente ☐	
		3.8 Irregularidad en altura	
		Irregularidad alta ☐	
		Irregularidad intermedia ☐	
		Irregularidad baja o inexistente ☐	

3.9 Tipología estructural de la edificación

1. Con reforzamiento especial: GIII y GIV	☐	5. Estructuras ligeras	☐
2. Reforzadas: GI y GII	☐	6. Construcciones simples	☒
3. Mampostería reforzada	☐	7. Lotes vacíos	☐
4. Con confinamiento deficiente a híbridas	☐	8. Otra	☐

Material de recuperación

Sección 4. EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE DAÑOS DE LA EDIFICACIÓN

4.1 Causa de daños presentes		4.2 Consecuencias presentes	
1. Asentamientos	☐	1. No presenta daños	☐
2. Movimientos en masa	☐	2. Humedades	☒
3. Sismos	☐	3. Empozamientos	☐
4. Inundaciones	☐	4. Fisuras	☐
5. Impactos	☐	5. Grietas	☐
6. Deficiencias constructivas	☒	6. Roturas	☐
7. Otra	☐	7. Otra	☒
Perdida de verticalidad			
4.3 inundaciones previas			
1. Se ha inundado	☐	2. Altura de inundación (m)	☐
4. No se ha inundado	☐	3. Fecha/periodicidad (mes)	☐
		5. Periodos de lluvias	☐



Estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgos por procesos de remoción en masa y diseño detallado de obras de mitigación para el predio ubicado en la Calle 65C N°94-80 de Medellín (Antioquia), "La Pola III". Contrato de consultoría 1513 de 2016 del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar.

FORMATO DE CAMPO, DIAGNOSTICO ESTRUCTURAL E INSPECCIÓN VISUAL - EDIFICACIONES

N° Formulario	6	Hora y fecha de visita		
Sección 1. IDENTIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN				
1.1 Departamento: ANTIOQUIA	1.2 Municipio: MEDELLÍN		1.3 Barrio: LA POLA	
1.4 Identificación catastral				
	Sector	Manzana	Predio	Construcción
1.5 Coordenadas				
	X	Y	Cota	
1.6 Tipo de identificación	Vista en planta			
Inspección Exterior ☐ Parcial ☐ Completa ☒				
N° Inspección No se permitió ☐ Colapso ☐ Desocupada ☐ Otro ☐				
DESCRIPCION DE LA EDIFICACION EVALUADA: Tres secciones del muro del cerramiento del complejo La Pola.				
1.7 Identificación predial	Dirección	Carrera	Calle	Transversal
	Número(N°)	Sin dirección		
1.8 Tenencia del bien	Propietario			C.C. - Nit.
	Arrendatario			C.C. - Nit.
	Otro	Invasión		C.C. - Nit.
Sección 2. CLASIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN				
2.1 Uso predominante				
Indispensables: G IV 1. Salud pública 2. Salud privada Atención comunidad. GIII 3. Seguridad 4. Emergencia 5. Educación	Ocupación especial: G II 6. Institucionales 7. Gubernamentales 8. Comerciales 9. Industria 10. Oficinas 11. Parqueaderos	Ocupación normal: G I 12. Residencial 13. Comercio 14. Multipropósito 15. Otro ☒ Bodega		
2.2 Ubicación en la manzana				
2.3 Número de pisos	Esquinera ☐	Medianera ☐	Aislada ☒	
Niveles sobre terreno	1	Sótanos	0	Total 1
2.4 Dimensiones aproximadas del lote	Frente (m)	3	Profundidad (m)	3
2.5 Área total construida	9 m2			
2.6 Estado de la construcción	Completa ☐	En construcción ☐	No construido ☐	
2.7 Calidad de la construcción	Autoconstrucción ☒	Supervisión profesional ☐	Edad de la construcción (años)	3
2.8 Servicios públicos en el predio	Alcantarillado	Aguas servidas ☐	Acueducto ☐	Teléfono ☐
	Aguas lluvias ☐	Energía eléctrica ☐		Gas ☐
2.9 Parámetros Socioeconómicos	Habilitada ☐	No habitada ☒	Estratificación	
Ocupación máxima (N° de habitantes)			Valor Catastral del inmueble (\$ millones)	
			Valor de bienes - enseres (\$ millones)	
			Valor x m ² de edificación (\$ miles)	

INCOEDUR S.A.S
CALLE 85C N°94-80 de Medellín (Antioquia), "La Pola III". Contrato de consultoría 1513 de 2016
del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar.

Estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgos por procesos de remoción en masa y diseño detallado de obras de mitigación para el predio ubicado en la Calle 85C N°94-80 de Medellín (Antioquia), "La Pola III". Contrato de consultoría 1513 de 2016 del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar.

FORMATO DE CAMPO, DIAGNOSTICO ESTRUCTURAL E INSPECCIÓN VISUAL - EDIFICACIONES

N° Formulario	Hora y fecha de visita		
Sección 1. IDENTIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN			
1.1 Departamento:	1.2 Municipio:	1.3 Barrio:	
1.4 Identificación catastral	Sector	Manzana	Predio
1.5 Coordenadas	Estado	Norte	Oeste
1.6 Tipo de identificación	Vista en planta		
Inspección Exterior ☐ Parcial ☐ Completa ☐ N° Inspección No se permitió ☐ Colapso ☐ Desocupada ☐ Otro ☐			
DESCRIPCIÓN DE LA EDIFICACIÓN EVALUADA:			
1.7 Identificación predial	Dirección	Carrera	Calle
1.8 Tenencia del bien	Número(N°)	Transversal	Diagonal
	Propietario		C.C. - NUL
	Arrendatario		C.C. - NUL
	Otro		C.C. - NUL
Sección 2. CLASIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN			
2.1 Uso predominante			
Indicadores: G/R			
1. Salud pública	Ocupación especial: G/R	Ocupación normal: G/R	
2. Salud privada	8. Institucionales	12. Residencial	
Atención comunitaria, G/R	7. Gubernamentales	13. Comercio	
3. Seguridad	8. Comerciales	14. Multipropósito	
4. Emergencia	9. Industria	15. Otro	
5. Educación	10. Oficinas		
	11. Pasqueros		
2.2 Ubicación en la manzana			
Esquina ☐ Mediana ☐ Alisado ☐			
2.3 Número de pisos			
Niveles sobre terreno ☐ Sótanos ☐ Total ☐ Altos entrapiso ☐			
2.4 Dimensiones aproximadas del lote			
Frente (m) ☐ Profundidad (m) ☐			
2.5 Área total construida			
2.6 Estado de la construcción			
Completa ☐	En construcción ☐	Autoconstrucción ☐	
Incompleta ☐	No construido ☐	Supervisión profesional ☐	
2.7 Calidad de la construcción			
2.8 Servicios públicos en el predio			
Abastecido	Agua servida ☐	Acueducto ☐	Teléfono ☐
	Agua limpia ☐	Energía eléctrica ☐	Gas ☐
2.9 Parámetros Socioeconómicos			
Habitada	Valor Catastral del inmueble (\$ millones)		
No habitada	Valor de bienes - enseres (\$ millones)		
Ocupación máxima (N° de habitantes)	Valor x m² de edificación (\$ miles)		
Estabilización			

2.2 Ubicación en la manzanaEsquinera Medianera Aislada **2.3 Número de pisos**Niveles sobre terreno Sótanos Total Altura entrepiso **2.4 Dimensiones aproximadas del lote**Frente (m) Profundidad (m) **2.5 Área total construida****2.6 Estado de la construcción**

Completa	☐	En construcción	☐
Incompleta	☐	No construido	☐

2.7 Calidad de la construcción

Autoconstrucción	☐	Estado de la construcción (años)	
Supervisión profesional	☐		

2.8 Servicios públicos en el predio

Alcantarillado	Aguas servidas		Acueducto		Teléfono	
	Aguas lluvias		Energía eléctrica		Gas	

2.9 Parámetros Socioeconómicos

Habilitada	☐	Valor Catastral del inmueble (\$ millones)	
No habilitada	☐	Valor de bienes - enseres (\$ millones)	
Ocupación máxima (N° de habitantes)		Valor x m ² de edificación (\$ miles)	
Estratificación			

Sección 3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL**3.1 Cimentación**

1. Zapatas	☐	2. Vigas corridas	☐	3. Sistema mixto	☐	4. Caissons	☐
5. Concreto ciclópeo	☐	6. Pilotes	☐	7. Placa de cimentación	☐	8. No identificada	☐
9. No existe	☐	10. Otro	☐				

3.2 Sistema de entrepiso

1. Placa maciza de concreto	☐	4. Vigas metálicas	☐	7. No aplica	☐
2. Placa aligerada de concreto	☐	5. Cerchas metálicas	☐	8. No identificada	☐
3. Lámina colaborante (SteelDeck)	☐	6. Entramado en madera	☐		

3.3 Sistema estructural

1. Pórticos en concreto reforzado	☐
2. Muros estructurales en concreto reforzado	☐
3. Sistema combinado en concreto reforzado	☐
4. Prefabricados en concreto	☐
5. Mampostería confinada	☐
6. Mampostería reforzada	☐
7. Mampostería no reforzada	☐
8. Pórticos en acero	☐
9. Pórtico arriostrado en acero	☐
10. Pórticos y paneles en madera	☐
11. Pórticos y paneles en otros materiales	☐
12. Muros en bahareque	☐
13. Muros en tapia pisada	☐
14. Muros en adobe	☐
15. Construcción improvisada	☐
16. Mixto	☐
17. Otro	☐

3.4 Sistema de cubierta

1. Placa en concreto	☐	3. Estructura metálica y teja	☐
2. Placa en Steel Deck	☐	4. Estructura	☐
5. Otro	☐		

3.5 Fecha de construcción

Antes de 1960	☐	Después de 1998	☐
De 1961 a 1997	☐		

3.6 Reforma en la estructura

No realizadas	☐
En altura número de pisos adicionales	
En extensión: ancho (paralelo vía)	
Profundidad (perpendicular vía)	

3.7 Irregularidad en planta

Irregularidad alta	☐
Irregularidad intermedia	☐
Irregularidad baja o inexistente	☐

3.8 Irregularidad en altura

Irregularidad alta	☐
Irregularidad intermedia	☐
Irregularidad baja o inexistente	☐

3.9 Tipología estructural de la edificación

1. Con reforzamiento especial: GII y GIV
2. Reforzadas: GI y GII
3. Mampostería reforzada
4. Con confinamiento deficiente a híbridas

☐
☐
☐
☐

5. Estructuras ligeras
6. Construcciones simples
7. Lotes vacíos
8. Otra

☐
☐
☐
☐

Sección 4. EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE DAÑOS DE LA EDIFICACIÓN

4.1 Causa de daños presentes

1. Asentamientos
2. Movimientos en masa
3. Sismos
4. Inundaciones
5. Impactos
6. Deficiencias constructivas
7. Otra

☐
☐
☐
☐
☐
☐

4.2 Consecuencias presentes

1. No presenta daños
2. Humedades
3. Empozamientos
4. Fisuras
5. Grietas
6. Roturas
7. Otra

☐
☐
☐
☐
☐
☐

4.3 Inundaciones previas

1. Se ha inundado
2. Altura de inundación (m)
3. Fecha/periodicidad (mes)
4. No se ha inundado
5. Periodos de lluvias

☐
☐
☐
☐

4.4 Evaluación de daños en elementos estructurales

ELEMENTO	DAÑO				
	Ninguno	Leve	Moderado	Fuerte	Severo
Elementos verticales	☐	☐	☐	☐	☐
Elementos horizontales	☐	☐	☐	☐	☐
Elementos no estructurales	☐	☐	☐	☐	☐

OBSERVACIONES EN DAÑOS

4.5 Sistema de recolección de aguas servidas

1. Conexiones aguas servidas mpio
2. Conexiones improvisadas
3. No son recogidas

☐
☐
☐

4.6 Reparación de daños interiores

1. Total
2. Parcial
3. No se ha reparado
4. No hay daños

☐
☐
☐
☐

Sección 5. CONDICIONES DE LOS MOVIMIENTOS EN MASA EN EL PREDIO

5.1 Zonas o escenarios de exposición

- Zona 1. Elementos ubicados sobre la zona estable en la parte superior del talud, sin posibilidad de afectación por integración
- Zona 2. Elementos ubicados sobre una ladera potencialmente inestable, o potencialmente afectados por efectos de retrogresión
- Zona 3. Elementos ubicados en la trayectoria del movimiento en masa o en la zona de depósito de material deslizado
- Zona 4. Elementos fuera del alcance del movimiento en masa y su área de depositación

☐
☐
☐
☐

Sección 6. REGISTRO FOTOGRÁFICO

Sección 7. COMENTARIOS Y OBSERVACIONES

[illegible]

Sección 8. EVALUADOR

© 2010 Blackwell Publishing Ltd, *Journal of Internal Medicine* 267: 101–110

© 2000 Blackwell Science Ltd *Journal of Internal Medicine* 247: 395–402

Contenido

1. Introducción	5
2. Objetivo	6
3. Toma de datos.....	6
4. Metodología de adquisición y registro de información en campo.....	6
5. Descripción del formato de campo, diagnóstico estructural e inspección visual para edificaciones	8
5.1 DILIGENCIAMIENTO DEL FORMATO - EDIFICACIONES	8
6. Descripción del formato de campo, diagnóstico estructural e inspección visual para obras lineales.....	24
6.1 DILIGENCIAMIENTO DEL FORMATO-OBRAS LINEALES.....	25

INSTRUCTIVO PARA LLENAR FORMATOS DE CAMPO

1. Introducción

Los fenómenos de remoción en masa o movimientos en masa son uno de los eventos naturales que producen cada vez más desastres en Colombia, ocasionando un sinnúmero de daños a la población y su infraestructura de redes y servicios. La toma de medidas preventivas reduce los efectos negativos y sus consecuentes pérdidas en el contexto urbano.

En Colombia se evidencia con claridad que las pérdidas ocurridas por movimientos en masa son exponencialmente importantes, tanto por la alta vulnerabilidad de la infraestructura urbana y de líneas vitales como por la relación directa de la geografía nacional con la manifestación de dichos fenómenos. A estas características se suman los efectos de un desarrollo no planificado y desordenado de las áreas de expansión, la explotación irracional de los recursos naturales, el deterioro consecuente del ambiente y una pobreza en constante aumento, que actúan como factores que incrementan el riesgo existente.

Con el desarrollo de este aparte se pretende identificar, caracterizar y evaluar las características físicas de los asentamientos o centros urbanos propensos a ser frágiles y deteriorados por procesos de deslizamiento, para ampliar así el conocimiento sobre la vulnerabilidad y el riesgo de las áreas urbanas. De este modo, se evalúa a su vez la vulnerabilidad de una manera cuantitativa con el objetivo de complementar el análisis de la amenaza –ya descrita y evaluada–, para determinar una percepción del riesgo a partir de los daños que pueden sufrir los elementos potencialmente expuestos, con el fin de que sea fácil de entender para la comunidad y útil para los tomadores de decisiones.

El análisis de la vulnerabilidad se fundamenta en el procesamiento de información primaria obtenida en campo mediante el reconocimiento de la

zona de estudio, el cual basa su desarrollo metodológico en el diligenciamiento eficaz, claro y pertinente de formatos que condensan la información sobre la zona de estudio.

2. Objetivo

Desarrollar una metodología de adquisición y registro de información de campo para edificaciones y obras lineales expuestas a la ocurrencia de movimientos en masa, con el propósito de analizarlas y evaluarlas para reducir el nivel de pérdidas y daños, e implementar acciones, iniciativas y procedimientos que mejoren la calidad de vida de la población.

3. Toma de datos

Para analizar la vulnerabilidad en materia de exposición se determina el nivel de daño de un elemento expuesto en función de la naturaleza del evento amenazante y de su tipo, representando la interacción del elemento con el fenómeno de remoción en masa en cuanto a su daño potencial se refiere.

Los elementos expuestos a las amenazas se deben identificar y caracterizar en función de su uso (viviendas, equipamientos, vías, obras lineales, de transmisión, etc.) y de su resistencia a los tipos de sollicitación. El fundamento para identificar estos elementos es el trabajo topográfico, que se determina en la localización del urbanismo en la zona de estudio; esta se efectúa predio a predio y es la base del proceso para caracterizarlos, desarrollando así el inventario de elementos de la zona que hay que considerar. Dicho inventario contiene información clave que permite establecer, mediante la identificación en campo de los daños en los elementos expuestos, zonas de afectación por movimientos, lo cual ayuda a hacer con mayor detalle el inventario de fenómenos de remoción en masa en los sectores urbanizados.

Es esencial el apoyo por parte de los entes públicos de orden territorial (alcaldías, entidades prestadoras de servicios públicos) para desarrollar actividades en estudios de esta magnitud.

Existe información adicional concerniente a este tema, en la que se hace énfasis en el estado de las obras lineales y de infraestructura, en particular de vías y servicios públicos básicos. Es necesario conocer y comprender el estado de las redes junto a las entidades prestadoras de los servicios públicos, así como evaluar su nivel de funcionamiento (tipo de red, longitudes de tramos, conexiones, cotas, diámetros, etc.), ya que la información disponible sobre los aspectos aquí tratados es insuficiente, por lo cual, en su interacción y soporte, se favorecen el avance del estudio y la comprensión del problema actual.

4. Metodología de adquisición y registro de información en campo

La vulnerabilidad de los elementos expuestos depende de factores involucrados tanto en el proceso de construcción como durante su uso y ocupación. Una mayor vulnerabilidad aumenta el riesgo de sufrir daños, e incluso colapsar, ante la ocurrencia de eventos extremos como fenómenos

de remoción en masa, inundación o sismos de mediana y gran magnitud. La falta de planificación urbana, los procesos de autoconstrucción, el desconocimiento de las normas de construcción, el elevado crecimiento demográfico y los desarrollos subnormales en áreas propensas a la acción de fenómenos inducidos incrementan los índices de vulnerabilidad de las edificaciones, obras lineales e infraestructura.

Variables implicadas, como el sistema constructivo, el tipo de materiales, año de construcción, topografía, el entorno, los daños presentes, permiten evaluar la vulnerabilidad física de los elementos expuestos. Con base en estos factores se determinará el grado de vulnerabilidad, que se define como la propensión de dichos elementos a sufrir daños en caso de un evento determinado.

El proceso para la toma de datos consta de los siguientes pasos:

- ❖ Ingresar a la edificación.
- ❖ Diligenciar los datos iniciales, como fecha de la evaluación, hora, departamento y municipio,
- ❖ dirección, coordenadas y nombre del propietario; para esto se recurre a información
- ❖ proporcionada por la persona residente o encargada en la edificación.
- ❖ Recorrer la edificación y hacer un diagnóstico visual por parte del evaluador.
- ❖ Tomar fotografías, como vistas generales, visuales del sistema estructural y patologías
- ❖ estructurales, si las hay.
- ❖ Diligenciar la evaluación en el formato, de acuerdo con la metodología y el diagnóstico hecho en campo, así como complementar con datos e información en oficina.

Para la toma de adquisición y registro de información en campo se utilizan los formatos de campo, diagnóstico estructural e inspección visual para edificaciones y obras lineales, los cuales se presentan y explican en los siguientes apartes del presente anexo; estos constan de las secciones mencionadas a continuación:

1. Sección 1. Identificación de la edificación u obra lineal.
2. Sección 2. Clasificación de la edificación u obra lineal.
3. Sección 3. Descripción del sistema estructural de la edificación.
4. Sección 4. Evaluación y diagnóstico de daños de la edificación.
5. Sección 5. Condiciones de los fenómenos de remoción en masa en el predio.
6. Fotografías y esquemas de detalle.
7. Comentarios y observaciones.
8. Evaluador.

5. Descripción del formato de campo, diagnóstico estructural e inspección visual para edificaciones

El formato de campo (anexo B-1) contiene cinco secciones y tres segmentos complementarios que incluyen los siguientes aspectos de evaluación:

1. Sección 1. Identificación de la edificación
2. Sección 2. Clasificación de la edificación
3. Sección 3. Descripción del sistema estructural de la edificación.
4. Sección 4. Evaluación y diagnóstico de daños de la edificación.
5. Sección 5. Condiciones de los fenómenos de remoción en masa en el predio.
6. Fotografías y esquemas de detalle.
7. Comentarios y observaciones.
8. Evaluador.

Cada una de estas secciones tiene como objetivo identificar y caracterizar la estructura que se está evaluando y los niveles de daño que registra a causa de la ocurrencia de eventos por movimientos en masa.

Vale la pena aclarar que para el correcto y completo diligenciamiento del formato de campo es indispensable la inspección en sitio del elemento, y en algunos aspectos tratados se complementará con la consecución de información secundaria preliminarmente investigada o suministrada por entidades involucradas en el proceso de estudio o en su defecto por información de oficina producto de etapas anteriores en el estudio.

En el anexo B-1 se presenta el formato de campo diseñado para las edificaciones como elementos expuestos que hay que evaluar, detallando su diligenciamiento en las secciones desarrolladas más adelante.

5.1 DILIGENCIAMIENTO DEL FORMATO - EDIFICACIONES

Este formato (anexo B-1) se diligencia como se explica a continuación:

Número de formulario

El número del formulario corresponde a un consecutivo que tendrá la siguiente composición:

XXX-YYY

Donde

XXX: corresponde a caracteres alfanuméricos, de acuerdo con la abreviatura asignada al municipio donde se hace la evaluación.

YYY: corresponde a caracteres numéricos, los cuales son un número consecutivo desde el 000 hasta el 999.

Hora y fecha de la visita

Corresponde a la hora y minutos al inicio de la visita. Se escribirá desde la hora 0:00 hasta la

hora 23:59, en tanto que la fecha se anotará por día, mes y año, en números.

Sección 1. Identificación de la edificación

1.1 Departamento

1.2 Municipio

1.3 Barrio

Se diligencia el texto con los nombres específicos del departamento, municipio y barrio, de acuerdo con la división político-administrativa del área de inspección.

1.4 Identificación catastral

Es la identificación específica del predio o edificación recolectada de la base de datos del registro catastral correspondiente a la organización catastral que maneje el municipio, que lo diferencia y marca como único para el posterior procesamiento de datos de todo el muestreo de campo. Si la edificación por su naturaleza no lo posee, se identificará con un número consecutivo que especifique el sector, el número de manzana, el número del predio en la manzana y el número de construcción en el predio, que obedecería a la identificación topográfica de cada edificación, según el plano topográfico del estudio.

1.5 Coordenadas

Corresponden a los datos numéricos de la ubicación geográfico-espacial de cada edificación.

1.6 Tipo de identificación

Se especifica si la evaluación de la edificación se hizo con una inspección exterior, parcial o completa, o en su defecto, por qué razones no se pudo llevar a cabo, estableciendo si no se permitió el acceso, si fue por colapso, por no estar habitada o por otra razón.

Además, se hará el registro fotográfico pertinente, tomando como identificación de la edificación su vista frontal preferiblemente, consignando en la casilla el número consecutivo que arroja la cámara fotográfica.

1.7 Identificación predial

Hay que indicar el número de la carrera, calle, transversal, diagonal u otra especificación en las casillas y el complemento de la dirección en el espacio de número, especificando el número interior de cada predio. En los predios donde exista doble nomenclatura, se consignará la actualizada en caso de presentarse cambios. Como fuente confiable se verificará la dirección de la edificación, tal como conste en un recibo de servicio público o su registro en la Oficina de Planeación Municipal.

1.8 Tenencia del bien

Se especifica el nombre del propietario del bien con su número de identificación, o en su defecto el nombre del arrendatario u otra especificidad con su número de identificación respectivo. En caso de ser una edificación o institución pública o privada, se debe indicar su nombre y su encargado, con su identificación.

Sección 2. Clasificación de la edificación

2.1 Uso predominante

En el recuadro de uso predominante se deberá marcar el número correspondiente, de acuerdo con la clasificación dada: edificaciones indispensables, de atención a la comunidad, de ocupación especial o de ocupación normal.

En caso de clasificarse como multipropósito, se consignarán los números de los usos correspondientes en las casillas dispuestas, y si se clasifica como otro, se deberá consignar el nombre del uso predominante en frente.

2.2 Ubicación en la manzana

Se marcará con una X la ubicación del predio dentro de la manzana, entre las opciones propuestas: esquinera, medianera (ubicación central en el lote entre dos edificaciones) o aislada (no tiene edificaciones en su colindancia).

2.3 Número de pisos

Se escribirá en la casilla correspondiente el número de niveles sobre terreno –sin contar la cubierta o terraza–, el número de sótanos –si existen, y en la casilla de total se escribirá la suma de los dos anteriores. En la última casilla se consignará la altura del entrepiso o placa, si es posible evidenciarla o si se tiene información estructural o planos de diseño.

2.4 Dimensiones aproximadas de lote

Corresponde a los datos numéricos medibles en campo de la magnitud en metros del frente de la edificación y de su fondo o profundidad.

2.5 Área total construida (m²)

Corresponde al dato numérico que resulta del producto de las dos dimensiones levantadas anteriormente (frente y fondo de la edificación) y multiplicadas por el total de número de pisos o niveles encontrados en el elemento.

2.6 Estado de la construcción

Muestra el avance constructivo a la fecha o intenciones de ampliaciones, modificaciones estructurales, etc. Se marcará con una X el estado en que corresponda: completa, en caso de que la edificación se encuentre construida íntegramente (cimientos, estructura portante, cerramientos, divisiones y cubierta); incompleta, en caso de que no se esté ejecutando la construcción y no se pueda catalogar como completa; en construcción, en caso de que se encuentre en proceso de construcción, y no construido, en caso de que el lote esté vacío.

2.7 Calidad en la construcción

Se refiere al cumplimiento de las especificaciones mínimas de construcción durante el proceso constructivo. Se identifica la técnica de construcción, además del control en el proceso constructivo.

Se marcará con una X la casilla que corresponda: autoconstrucción, en caso de que, por los procedimientos constructivos, la diversidad de materiales estructurales utilizados o por información del propietario del bien, se encuentre que la edificación la construyó personal sin capacitación tecnológica o profesional en construcción, arquitectura o ingeniería civil (o mecánica, si es una estructura en acero), desconocedor de las normas de construcción sismorresistentes o del código correspondiente; o con supervisión profesional, en caso de que por las causas antes nombradas se pueda inferir que la construcción la ejecutó personal con capacitación tecnológica o profesional en construcción, arquitectura o ingeniería civil (o mecánica, si es una estructura en acero), conocedor de las normas de construcción sismorresistentes o del código correspondiente. Además, se identifica la edad en años de la edificación, consecuente con el momento de construcción de la edificación, y se escribirá en la casilla de en frente los años de construida, aproximando el número de años a la unidad.

2.8 Servicios públicos en el predio

Se marca con una X cada una de las casillas correspondientes a los servicios públicos con que están dotados el predio y la edificación. Esta información se podrá complementar con la disponible en cada una de las entidades de servicios con las que cuente el municipio.

2.9 Parámetros socioeconómicos

Se marca con una X la casilla correspondiente al estado de ocupación de la edificación. Además, se especifica si está habitada o no y se consigna el número de habitantes máximo de ésta. A su vez, se indica en número el nivel de estratificación social correspondiente al predio y como información socioeconómica se consigna el valor catastral del inmueble a través de una fuente oficial municipal, el valor aproximado de muebles y enseres contenidos en la edificación y el valor del m² de edificación, deducido por el cociente entre el valor catastral del inmueble y el dato numérico del área total construida del elemento.

Sección 3. Descripción del sistema estructural de la edificación

3.1 Cimentación

Se marcará con una X el tipo de cimentación de la edificación, ya sean zapatas, vigas corridas (vigas en concreto reforzado para sistemas de muros), sistema mixto, caissons o pilares (corresponden a pilotes excavados a mano que funcionan principalmente por punta), concreto ciclópeo (vigas en concreto ciclópeo, sin vigas de concreto reforzado), pilotes o placa de cimentación (cimentación superficial mediante placa maciza o aligerada). En caso de que la cimentación no se pueda apreciar y el propietario no tenga conocimiento de ésta se marcará la casilla no identificada, y de no existir cimentación se marcará la casilla no existe. De presentar otro sistema de cimentación se marcará la casilla otro y se escribirá en frente el tipo de cimentación presente.

3.2 Sistema de entrepiso

Se marcará con una X el sistema estructural del entrepiso o los entrepisos como corresponda, ya sea placa maciza en concreto, placa aligerada en concreto, placa en lámina colaborante (tipo steel deck, con viguetas metálicas o en concreto), entrepiso conformado por vigas metálicas, entrepiso conformado por cerchas metálicas y loseta en concreto o madera, con entramados de madera, y si no hay entrepisos en la edificación se marcará en la casilla no aplica. En caso de encontrarse otro sistema estructural se marcará en la casilla otro y se escribirá en frente el sistema estructural que presenta el entrepiso o los entrepisos evaluados.

3.3 Sistema estructural

Se marcará con una X el sistema al que corresponda la estructura. A continuación, se explica brevemente la composición de los sistemas estructurales.

1. *Pórticos en concreto reforzado.* Este sistema está compuesto por un pórtico espacial (columna- vigas), resistente a momentos, esencialmente completo, sin diagonales, en concreto reforzado.
2. *Muros estructurales en concreto reforzado.* Sistema que no dispone de un pórtico esencialmente completo y en el cual todas las solicitaciones son soportadas por muros en concreto reforzado o pórticos en concreto reforzado, con diagonales en el mismo material.
3. *Sistema combinado en concreto reforzado.* Se caracteriza por presentar pórticos (columna- viga) en concreto reforzado esencialmente completos, combinados con muros en concreto reforzado o pórticos con diagonales en el mismo material.
4. *Prefabricados en concreto.* Sistema compuesto principalmente por elementos prefabricados de concreto, los cuales conforman una estructura resistente a las solicitaciones impuestas y a las particiones de la edificación. Estos prefabricados están conectados por medio de perfiles metálicos, anclajes mecánicos o químicos.

5. *Mampostería confinada*. Sistema de muros de unidades de mampostería de perforación vertical, perforación horizontal o maciza, ya sean de arcilla, concreto o sílico-calcareos, unidas por mortero; se construye utilizando muros de mampostería rodeados de elementos de concreto reforzado vaciado después de la ejecución del muro y que actúan monolíticamente con éste.
6. *Mampostería reforzada*. Sistema de muros de unidades de perforación vertical, ya sean de arcilla, concreto o sílico-calcareos, unidas por medio de mortero; está reforzada internamente por barras y alambres de acero, y algunas o todas las celdas se inyectan con mortero de relleno.
7. *Mampostería no reforzada*. Sistema de muros portantes de unidades de mampostería de arcilla, concreto o sílico-calcareos, unidas por medio de mortero, que no presenta reforzamiento con elementos de concreto reforzado o con refuerzo interno de barras o alambres de acero.
8. *Pórtico resistente a momento en acero*. Sistema compuesto por un pórtico espacial (columna- vigas), resistente a momentos, esencialmente completo, sin diagonales, con conexiones rígidas, en acero estructural.
9. *Pórtico arriostrado en acero*. Sistema conformado por un pórtico espacial (columna-vigas), no resistente a momentos, esencialmente completo, con diagonales en algunos vanos que van desde la cimentación, con conexiones flexibles, en acero estructural.
10. *Pórtico y paneles de madera*. Sistema compuesto por un pórtico espacial (columna-vigas) y paneles entre los vanos del pórtico fabricados con madera.
11. *Pórtico en madera y paneles en otros materiales*. Sistema conformado por un pórtico espacial (columna-vigas) esencialmente de madera y paneles entre los vanos del pórtico fabricados en otros materiales, como esterilla de guadua.
12. *Muros en bahareque*. Sistema compuesto por parales o columnas en guadua o madera, entre los cuales hay un espacio ocupado por un entramado de guadua y barro seco, que puede estar pañetado con mortero o no; éstos conforman los muros estructurales.
13. *Muros en tapia pisada*. Sistema conformado por muros portantes hechos con tierra adicionada con otros materiales, como paja, material celuloso, melado de caña, cañas de guadua, compactado por acción mecánica.
14. *Muros en adobe*. Sistema de muros portantes de unidades de adobe (tierra adicionada con paja u otros materiales), unidas por medio de mortero, que no presenta reforzamiento con elementos de concreto reforzado o con refuerzo interno de barras o alambres de acero.
15. *Construcción improvisada*. Sistema que presenta la utilización de varios tipos de materiales, sin llegar a constituir una estructura organizada ni estructuralmente portante; como su nombre lo indica, está conformada improvisadamente, sin ninguna técnica constructiva coherente.
16. *Mixto*. Cuando en una edificación se presentan dos o más sistemas estructurales y no se determine uno como predominante, se debe marcar esta casilla y anotar al frente el número del ítem de los sistemas estructurales presentes.
17. *Otro*. Cuando en una edificación el sistema estructural no se clasifique dentro de los descritos con anterioridad, se debe marcar esta casilla y escribir en frente la descripción del sistema estructural.

3.4 Sistema de cubierta

Se marcará con una X el sistema estructural de la cubierta, ya sea placa en concreto (maciza o aligerada), placa en steel deck, estructura metálica y teja liviana, o estructura de madera y teja. En caso de presentar otro sistema estructural, se marcará en la casilla otro y se escribirá en frente el sistema estructural que presenta la cubierta evaluada.

3.5 Fecha de construcción

Aunque es difícil determinar el año de construcción de una edificación sin tener la información precisa, se debe investigar con los habitantes o vecinos la fecha aproximada de construcción del elemento evaluado, con el objetivo de analizar su comportamiento de acuerdo con la fecha en que se construyeron.

De esta manera, se agruparon así: construidas antes de 1960, entre 1961 y 1997 –periodo en que se empezó a aplicar la versión preliminar del Código Colombiano de Normas Sismorresistentes de 1984–, la Ley 400 de 1997 y después de 1998, cuando aparece la Norma Sismorresistente de ese año. En estas clasificaciones se indican los cambios y actualizaciones en la normativa para la construcción en Colombia, y a pesar de que en la mayoría de los casos esta información no será decisiva, ya que en gran porcentaje las edificaciones en Colombia se han erigido de manera artesanal y por autoconstrucción, sin tener lineamientos técnicos de diseños estructurales, al observar en general toda la inspección hecha se puede evaluar su comportamiento.

3.6 Reformas en la estructura

Se marcará con una X si en la edificación no se evidencian reformas al sistema original de la construcción.

En caso de no ser así, se consignarán el número de pisos adicionales objeto de la reforma, la dimensión en metros del ancho ampliado y la profundidad del área que se modificó. De este modo, se determinarán la existencia de fallas en el sistema estructural por el empate de elementos, diferencias en edades constructivas sin juntas adecuadas y combinación de procesos y sistemas mal aplicados.

3.7 Irregularidad en planta

Describe el grado de regularidad en planta del sistema estructural.

1. *Irregularidad alta.* Se presenta cuando hay desplazamiento de los planos de acción (figura 1).

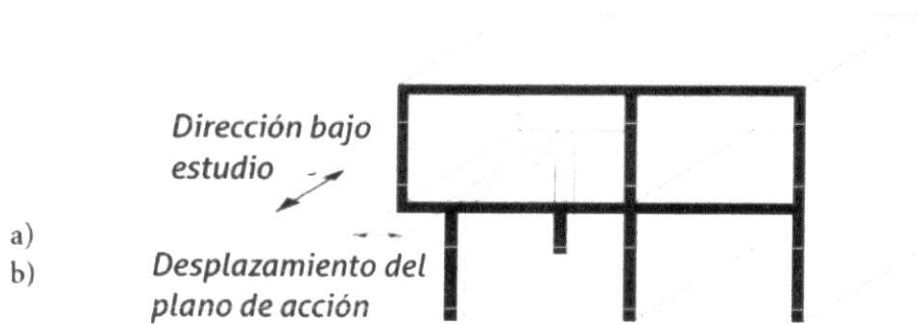


Figura 1. Irregularidad en planta por desplazamiento de los planos de acción.

2. *Irregularidad media.* Se presenta cuando hay:

- a) Retrocesos en las esquinas (figura 2)
- b) Irregularidad del diafragma (figura 3)
- c) Sistemas no paralelos (figura 4)

$$A > 0.15B \quad \text{y} \quad C > 0.15D$$

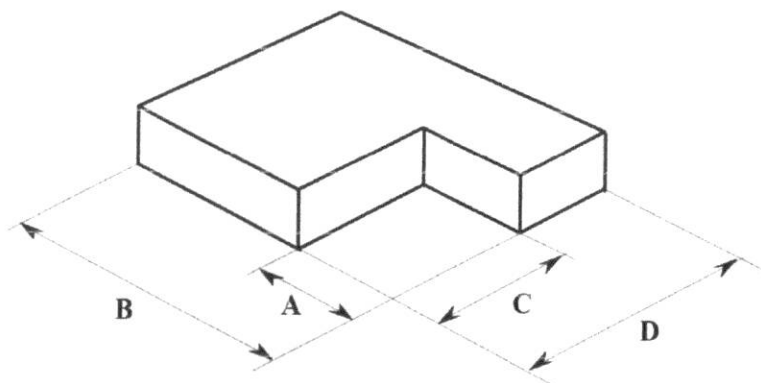


Figura 2. Irregularidad en planta por retrocesos en las esquinas.

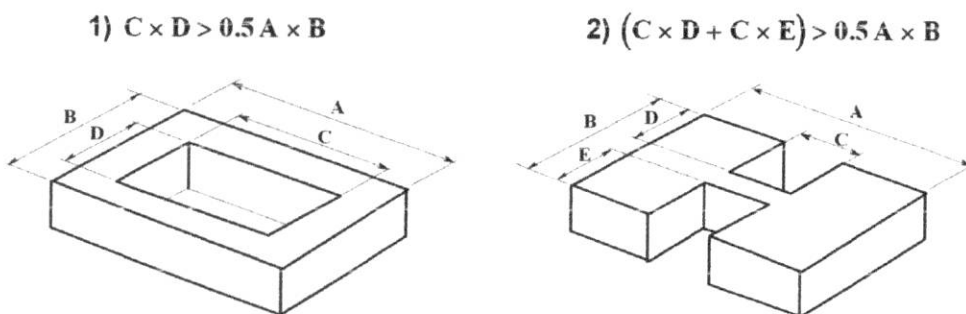


Figura 3. Irregularidad en planta por irregularidad del diafragma.

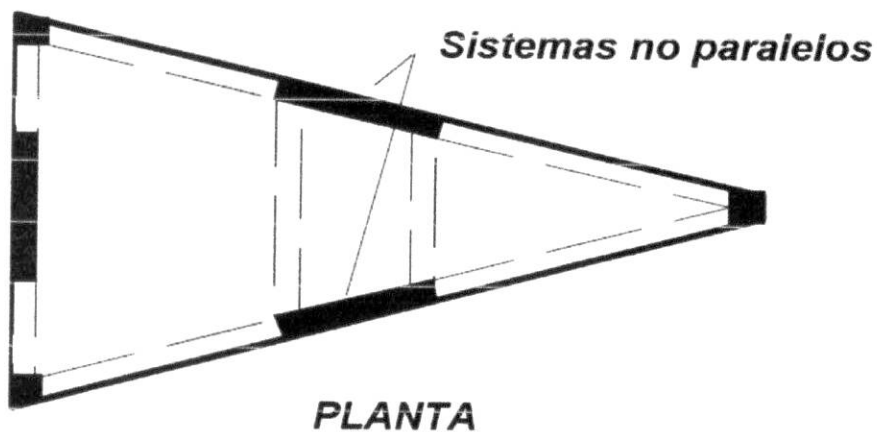


Figura 4. Irregularidad en planta por sistemas no paralelos.

3. *Irregularidad baja o inexistente.* Se presenta cuando no se clasifique dentro de los límites descritos para irregularidad alta o media, o cuando no exista irregularidad.

3.8 Irregularidad en altura

Describe el grado de irregularidad en altura del sistema estructural.

1. Irregularidad alta. Se presenta cuando hay:

- a) un piso flexible bajo pisos de mayor rigidez (figura 5).
- b) desplazamiento dentro del plano de acción (figura 6).
- c) un piso débil bajo otros más fuertes (figura 7).

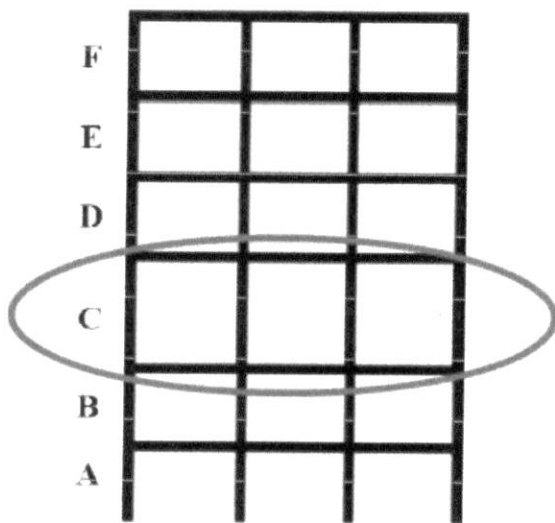


Figura 5. Irregularidad en altura por piso flexible.

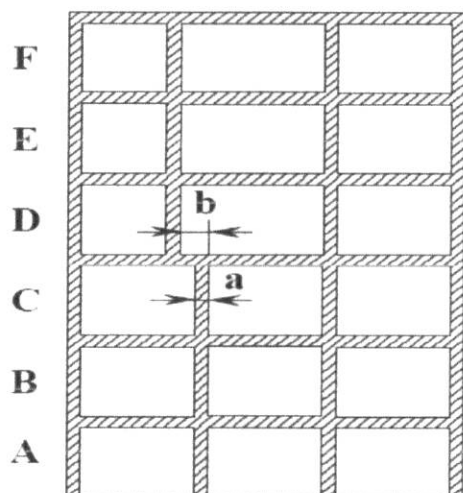


Figura 6. Irregularidad en altura por desplazamiento dentro del plano de acción.

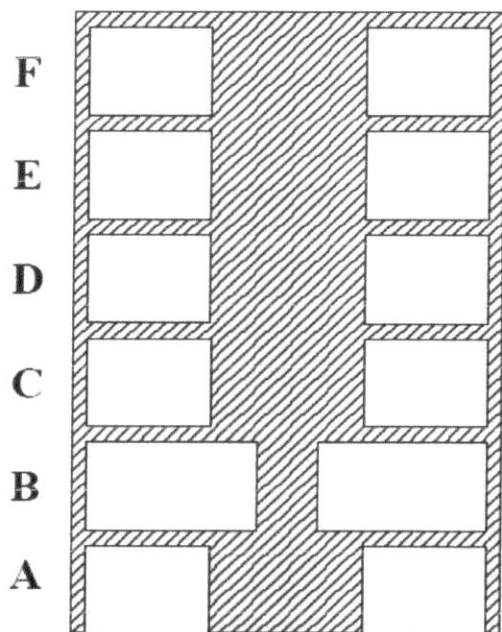


Figura 7. Irregularidad en altura por piso débil.

2. *Irregularidad media.* Se presenta cuando hay:

- a) Distribución de masa no uniforme, cuando la masa de un piso intermedio excede en más de un 50 % la masa de los pisos adyacentes (figura 8).
- b) Irregularidad geométrica (figura 9).

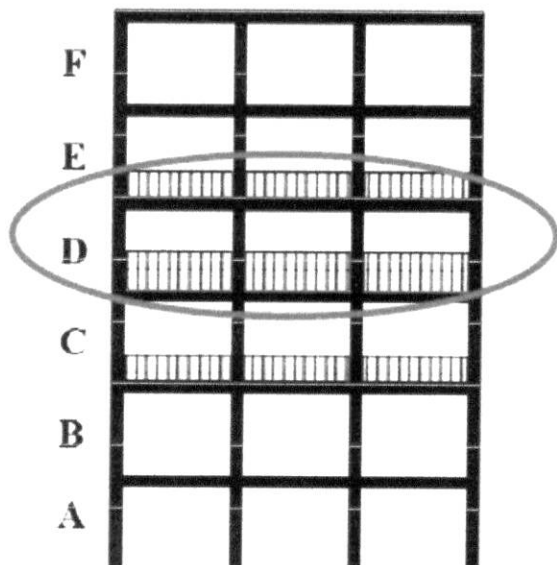


Figura 8. Irregularidad en altura por distribución de masa no uniforme.

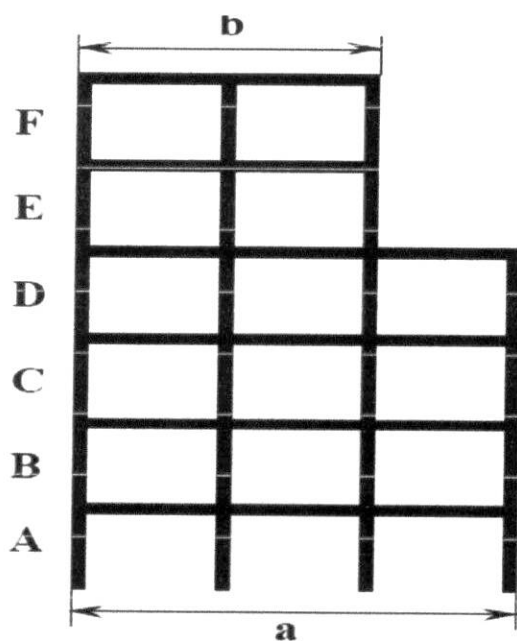


Figura 9. Irregularidad en altura por irregularidad geométrica.

3. Irregularidad baja o inexistente.

Se presenta cuando no se clasifique dentro de los límites descritos para irregularidad alta o media, o cuando no exista irregularidad.

3.9 Tipología estructural de la edificación

Después de la evaluación y análisis del sistema integral de la edificación, se hace la clasificación de su tipología estructural, y se nombran y

particularizan con un código de relación acorde con la clase escogida (tabla 1).

Tabla 1. Tipología estructural de la edificación

CÓDIGO	TIPO DE EDIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
A	Edificaciones con reforzamiento especial	Edificaciones en concreto y acero, diseñadas y construidas con requerimientos superiores a los convencionales o con la exigencia máxima de los códigos de diseño. Se incluyen las edificaciones de los grupos de importancia III y IV, definidos en el Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10, que se construyeron luego de 1998, con pórticos en concreto reforzado, sistema combinado en concreto reforzado, pórticos resistentes a momentos en acero, pórticos arriostrados en acero, etc.
B	Edificaciones reforzadas	Edificaciones con estructura en concreto y acero de los grupos de importancia I y II, construidas con pórticos en concreto reforzado, sistema combinado en concreto reforzado, pórticos resistentes a momentos en acero, pórticos arriostrados en acero, etc. También se incluyen las del grupo A que se construyeron antes de 1998.
C	Mampostería reforzada	Aquellas edificaciones que tienen un sistema estructural de mampostería con elementos de refuerzo (barras, láminas, pernos, platinas, etc.). También se incluyen las edificaciones en mampostería confinada.
D	Estructuras con confinamiento deficiente y estructuras híbridas	Edificaciones con muros cargueros, pero sin confinamiento adecuado (mampostería no reforzada). También hace referencia a aquellas construcciones de las categorías A a C que poseen elementos de otros materiales no competentes, por ejemplo, mampostería no reforzada, adobe, bahareque, madera, tapia pisada, etc., con mayor componente de elementos de los grupos A a C.
E	Estructuras ligeras	Edificaciones construidas con materiales tradicionales o de baja calidad, con un sistema estructural de muros cargueros. Dentro de esta tipología se incluyen las edificaciones construidas en materiales como adobe, bahareque, madera bruta, tapia pisada y las edificaciones prefabricadas.
F	Construcciones simples	Edificaciones que no poseen una estructura definida, de carácter improvisado, generalmente construidas utilizando materiales precarios o de recuperación. Entre éstas se incluyen las edificaciones en proceso de construcción, así como las edificaciones construidas en materiales de recuperación, pórticos y paneles de madera y pórticos en madera y paneles en otros materiales. Tugurios, ranchos, campamentos, carpas, etc., son ejemplo de este tipo de edificaciones.
G	Lotes vacíos	

Sección 4. Evaluación y diagnóstico de daños de la edificación

4.1 Causa de daños presentes

Con esta evaluación se hallará la causa de los daños que se encuentren en la edificación, los cuales se clasifican como daños por asentamientos, movimientos en masa, sismos, inundaciones, impactos y deficiencias constructivas; si hay otra causa, se debe señalar en la casilla respectiva y consignar cuál es la causa evidenciada.

4.2 Consecuencias presentes

Se marcará con una X en la casilla respectiva, de acuerdo con la inspección y evidencia de los daños presentes en la edificación, especificando con respecto a la clasificación presentada si se observan humedades por filtraciones o fugas; empozamientos por acumulaciones, deterioros o inadecuadas impermeabilizaciones; fisuras y grietas por fallas constructivas, pandeos o cargas desmedidas; roturas o extensos agrietamientos a causa de esfuerzos excesivos, u otro daño, y deberá consignar su nombre al frente de esta casilla. De no presentar daños evidentes en la edificación, se marcará en la casilla respectiva a esta situación favorable del elemento.

4.3 Inundaciones previas

Hace referencia a la periodicidad y a la ocurrencia o no de inundaciones en la edificación evaluada. Es un indicador para la obtención de la amenaza por inundación y además, si es posible de determinar, se consignará la altura de la inundación, solo si esta se ha presentado en niveles considerables.

4.4 Evaluación de daños en elementos estructurales

Por medio de la inspección visual se califica el nivel de daño estructural en cada uno de los componentes de la edificación en la siguiente forma (tabla 2).

Para la evaluación del estado de conservación de la estructura se hace una inspección visual a la edificación, en la que se califican tres elementos constituyentes de la estructura: los elementos verticales (columnas o muros cargueros), los elementos horizontales (placas o cubiertas) y los elementos no estructurales (muros divisorios o muros de fachada que no sean cargueros).

1. Elementos verticales. Se asocian los efectos de rotación, pandeo, deslizamiento de las juntas horizontales, mecanismo de tensión diagonal, grietas por flexión y aplastamiento.

Tabla 1. Tipología estructural de la edificación

DAÑOS	NIVEL
No presenta daños.	NINGUNO
Fisuras apreciables (+ 1 mm).	LEVE
Grietas continuas diagonales con aberturas hasta de 3 mm.	MODERADO
Fisuras en juntas horizontales en los extremos superior e inferior del elemento vertical.	
Grietas abiertas continuas (de 3 a 7 mm) y mecanismo de rotura escalonado.	FUERTE
Pérdida de recubrimiento de refuerzo.	
Desplazamiento relativo o movimiento en el plano fuera de él (pandeo). Corrosión del acero de refuerzo.	
Grietas (> 7 mm) y desplazamientos que presenten mecanismos de colapso.	SEVERO
Inclinaciones del elemento fuera de su plano vertical.	
Unidades de mampostería con fallas por aplastamiento. Concreto con fallas por aplastamiento.	
Corrosión muy avanzada en el acero de refuerzo. Pérdidas de sección efectivas superiores al 20 %.	

2. Elementos horizontales. Se asocian los efectos de rotación, pandeo, deflexión, grietas por flexión y cortante (tabla 3).

Tabla 3. Calificación del nivel de daño estructural en los elementos horizontales

DAÑOS	NIVEL
No presenta daños.	NINGUNO
Fisuras apreciables (+ 1 mm).	LEVE
Grietas diagonales de cortante con aberturas hasta de 3 mm. Fisuras continuas.	MODERADO
Grietas abiertas (de 3 a 7 mm). Pérdida de recubrimiento de refuerzo. Pandeo apreciable o deflexión del elemento. Corrosión del acero de refuerzo. Fisuras en los apoyos.	FUERTE
Grietas (> 9 mm) y desplazamientos que presenten mecanismos de colapso. Pandeo o deflexión muy apreciable. Pérdida de recubrimiento de refuerzo. Rotura de las varillas de refuerzo. Corrosión muy avanzada en el acero de refuerzo. Pérdidas de sección efectivas superiores al 20 %. Rotura en el punto de apoyo de los elementos horizontales.	SEVERO

3. Elementos no estructurales. Se asocian los efectos de rotación del muro, deslizamiento de las juntas horizontales, mecanismo de tensión diagonal y grietas por flexión (tabla 4).

Tabla 4. Calificación del diseño de daño estructural en los elementos estructurales

DAÑOS	NIVEL
No presenta daños.	NINGUNO
Fisuras apreciables (+ 1 mm).	LEVE
Grietas continuas diagonales con aberturas hasta de 5 mm.	MODERADO
Fisuras en juntas horizontales en los extremos superior e inferior del muro.	
Grietas abiertas continuas (de 5 a 9 mm) y mecanismo de rotura escalonado.	FUERTE
Unidades de mampostería rotas.	
Desplazamiento relativo o movimiento en el plano fuera de él.	
Grietas (> 9 mm) y desplazamientos que presenten mecanismos de colapso.	SEVERO
Inclinaciones del muro fuera de su plano vertical.	
Unidades de mampostería rotas.	

4.5 Sistema de recolección de aguas servidas

Se evalúa el sistema de recolección de aguas lluvias. Es fundamental conocer y diagnosticar el manejo que cada predio le hace a este servicio, ya que la presencia de fugas o los manejos inadecuados activa los problemas relacionados con los movimientos en masa. Este diagnóstico incluye la inspección del estado y funcionamiento de las redes y sus respectivas conexiones a la red principal del municipio, además de evaluar si son improvisadas o, en su nivel más crítico, si no son recogidas y enviadas directamente al terreno.

4.6 Reparación de daños anteriores

El diagnóstico de daños y su respectiva falta de reparación determinan si la edificación se encontraba en malas condiciones previamente, lo que evidencia deficiencias en su configuración estructural, o en caso contrario, sus reparaciones le han proporcionado una mejor condición al elemento evaluado. Se consigna la información del estado de la construcción entre las clasificaciones de reparación total o parcial, o si no se han ejecutado obras de reparación, o si hasta el momento de la inspección no se ha detectado ningún tipo de daño.

Sección 5. Condiciones de los fenómenos de remoción en masa en el predio

La evaluación de la vulnerabilidad se hace de manera consecuente para cada uno de los elementos expuestos identificados y caracterizados dentro del área de influencia del fenómeno de remoción en masa que amenaza, de modo que su resultado se pueda especializar o representar cartográficamente en un mapa.

En este análisis de tipo cualitativo o cuantitativo, se deberá:

- a) Abordar en primer lugar una evaluación del grado de exposición de los elementos del centro urbano y de su entorno (estructuras e infraestructura existente) a los procesos identificados (actuales y potenciales) dentro del área de interés y en sus sectores.
- b) Analizar, en segunda instancia, los aspectos de capacidad de respuesta de los elementos expuestos a partir de las características estructurales específicas que poseen las construcciones existentes frente a las licitaciones que impondrían los procesos de inestabilidad identificados.

5.1 Zonas o escenarios de exposición

Se determinan la cercanía y ubicación espacial del elemento expuesto con respecto al comportamiento de algún tipo de movimiento en masa, que afecte la condición de la edificación o que debido a su proximidad pueda ver comprometida su estabilidad y estructura. Se marca con una X la casilla correspondiente a la situación presente y evaluada, determinando si el elemento expuesto se encuentra en la zona estable, o potencialmente inestable, o en la trayectoria del movimiento o en su defecto fuera del alcance del movimiento inventariado.

Cabe aclarar que esta actividad debe llevarse a cabo con información ya procesada y analizada en etapas preliminares del estudio, y su determinación obedece a datos extraídos de la información de oficina y corroborada en campo.

Sección 6. Fotografías y esquemas de detalle

Registro fotográfico (listado de fotos)

Se registrará en forma consecutiva el número de la foto que asigne la cámara fotográfica usada por el evaluador y se escribirán las descripciones de la fotografía que haya que indicar en cada una.

Esquemas de detalle

El evaluador hará esquemas de disposición de daños en las estructuras, o en cualquier esquema o representación que crea oportuno para la consideración dentro del análisis de vulnerabilidad de las edificaciones.

Sección 7. Comentarios y observaciones

Este espacio se destina para que el observador consigne sus observaciones y comentarios sobre la inspección hecha, en cuanto al estado y vulnerabilidad de la edificación.

Sección 8. Evaluador

Nombre y apellidos

En este espacio se escribirá(n) el (los) nombre(s) y apellidos del evaluador.

Fecha y número de formato de campo

Corresponde a la fecha de realización de la evaluación y a un consecutivo de los formatos de campo realizados por el evaluador, que coincida con el número de formulario asignado al principio de la actividad.

6. Descripción del formato de campo, diagnóstico estructural e inspección visual para obras lineales

Las líneas vitales se refieren al complejo grupo de componentes y sistemas que son esenciales para sostener la vida y el crecimiento de una comunidad. Para asegurar la calidad de vida y habitabilidad de un sector de la población hay que proveerlo de infraestructura de servicios, tales como energía, redes de acueducto y alcantarillado, al igual que de redes de acceso a los lugares, como vías y puentes. Las líneas vitales agrupan los componentes y sistemas físicos de los servicios públicos que son más importantes para la comunidad, por su alto potencial de riesgo en caso de falla.

El formato de campo (anexo B-2) contiene dos secciones y tres segmentos complementarios, que incluyen los siguientes aspectos de evaluación:

1. Sección 1. Identificación de la obra lineal.
2. Sección 2. Clasificación de la obra lineal.
3. Fotografías y esquemas de detalle.
4. Comentarios y observaciones.
5. Evaluador.

Cada una de estas secciones tiene como objetivo identificar y caracterizar la estructura que se está evaluando, así como los niveles de daño que registran a causa de la ocurrencia de eventos por movimientos en masa. Vale la pena aclarar que para el correcto y completo diligenciamiento del formato de campo resultan indispensables la inspección en sitio del elemento y el acompañamiento y responsabilidad técnica de los aspectos aquí tratados por parte de las entidades municipales involucradas, en lo concerniente a obras lineales y redes de servicios públicos. Su inspección se hará con la ayuda de información secundaria investigada preliminarmente o suministrada por dichas entidades, y el proceso de estudio detallado, si así lo requiere, será responsabilidad de los entes respectivos a escala municipal.

En el anexo B-2 (obras lineales) se presenta el formato de campo creado para las obras lineales como elementos expuestos que hay que evaluar, en tanto que su diligenciamiento se detallará en las secciones desarrolladas más adelante.

6.1 DILIGENCIAMIENTO DEL FORMATO-OBRAS LINEALES

Este formato (anexo B-2) se diligencia como se explica a continuación:

Número de formulario

El número del formulario corresponde a un consecutivo que tendrá la siguiente composición:

XXX-YYY

Donde

XXX: corresponde a caracteres alfanuméricos, de acuerdo con la abreviatura asignada al municipio donde se hace la evaluación.

YYY: corresponde a caracteres numéricos, los cuales son un número consecutivo desde el 000 hasta el 999.

Hora y fecha de la visita

Corresponde a la hora y minutos al inicio de la visita. Se escribirá desde la hora 0:00 hasta la

hora 23:59, en tanto que la fecha se anotará por día, mes y año, en números.

Sección 1. Identificación de la obra lineal

1.1 Departamento

1.2 Municipio

1.3 Barrio

Se diligencia el texto con los nombres específicos del departamento, municipio y barrio, de acuerdo con la división político-administrativa del área de inspección.

1.4 Coordenadas

Corresponden a los datos numéricos de la ubicación geográfico-espacial de cada obra lineal que se considera objeto de evaluación.

1.5 Ubicación

Hay que indicar el número de la carrera, calle, transversal o diagonal, u otra especificación en las casillas, y el complemento de la dirección en el espacio del número, especificando el número interior de cada predio o predios que involucra la red vial o de servicio. En los predios donde exista doble nomenclatura, se consignará la actualizada en caso de presentarse cambios.

Como fuente confiable se verificará la dirección de la obra lineal, tal como conste en un inventario de servicios públicos o en su registro en la Oficina de Planeación Municipal.

Sección 2. Clasificación de la obra lineal

2.1 Tipo de obra lineal

En el recuadro de tipo de obra lineal se marcará el número correspondiente, de acuerdo con la clasificación dada: red vial, que comprende vías, puentes vehiculares y puentes peatonales, o red de servicio público, que abarca redes de acueducto, alcantarillado, gas, electricidad o de comunicación. En caso de clasificarse como otro, se deberá consignar el nombre de la obra lineal inspeccionada.

2.1.1 Redes viales

Se consignará inicialmente en el recuadro la dimensión en metros del ancho de la vía y su nombre específico, si así se conoce.

Tipo de arteria vial

Una vez levantada en campo dicha dimensión, se marcará con una X la casilla que corresponda a la clasificación dada, de acuerdo con su ancho e importancia; también se clasifican en este aparte los tipos de puentes y se debe especificar en el recuadro su ancho en cada caso.

De presentarse la existencia de otro tipo y clase de red vial, se marcará la casilla de otra, se especificará cuál y se anotará su dimensión en ancho.

De igual manera, se inspeccionará el tipo de material de la estructura del pavimento, así como su naturaleza, y se consignará su nombre en el espacio generado al frente; en las casillas siguientes se anotarán características particulares de las arterias viales, tales como el número de calzadas, el número de los carriles de circulación por calzada, el ancho en metros de dicho carril, el ancho en metros de la berma –si existe– e igualmente el ancho en metros de los andenes –si se evidencian en el trazado y corte de la vía.

Causas de daños presentes

En este segmento se consignará la información sobre los daños evidenciados en la inspección a la red vial, teniendo en cuenta qué tipo de patología o deterioro se presenta, su área de incidencia (dimensión de largo y ancho en metros), el ancho invadido por el agente de deterioro sobre la vía y el ancho que resulta útil para el tránsito y su funcionamiento, a pesar de tener obstruida parte de su dimensión total.

2.1.2 Redes de servicio público

Para el diligenciamiento correcto y oficial de este segmento, se necesita el acompañamiento técnico de información por parte de las entidades prestadoras de servicios públicos en el municipio, las cuales dentro de su inventario de obras contarán con las especificaciones que se requieren en algunos ítems.

1. Red de acueducto

Se marca con una X la existencia de una red de acueducto, su clasificación de acuerdo con el nivel de distribución y el diámetro de la tubería inspeccionada.

2. Red de alcantarillado

Se marca con una X la existencia de una red de alcantarillado, su clasificación de acuerdo con el nivel de captación de aguas servidas, el diámetro de la tubería inspeccionada y el material en que está construida la red.

3. Red eléctrica

Se marca con una X la existencia de una red de electricidad, su clasificación de acuerdo con el nivel de transmisión (nivel de tensión eléctrica) y funcionalidad (capacidad en el tránsito de la tensión) en la red, el diámetro o los diámetros de los postes implicados en la inspección, la altura y el material de dichos elementos.

Causas de daños presentes

En este segmento se consignará la información sobre los daños evidenciados en la inspección a la red de servicio público, teniendo en cuenta qué tipo de patología o deterioro se presenta, su área de incidencia (dimensión de largo y ancho en metros), y la longitud total en metros que se observa y evidencia como expuesta potencialmente a sufrir daños o que ya los presenta.

Sección 3. Fotografías y esquemas de detalle

Registro fotográfico (listado de fotos)

Se registrará en forma consecutiva el número de la foto que asigne la cámara fotográfica usada por el evaluador y se escribirán las descripciones de la fotografía que haya que indicar en cada una.

Esquemas de detalle

El evaluador hará esquemas de disposición de daños en las estructuras, o cualquier esquema o representación que crea oportuno para la consideración dentro del análisis de vulnerabilidad de las obras lineales.

Sección 4. Comentarios y observaciones

Este espacio se destina para que el observador consigne sus observaciones y comentarios sobre la inspección hecha, en cuanto al estado y vulnerabilidad de las obras lineales.

Sección 5. Evaluador

1. Nombre y apellidos

En este espacio se escribirá el (los) nombre(s) y apellidos del evaluador.

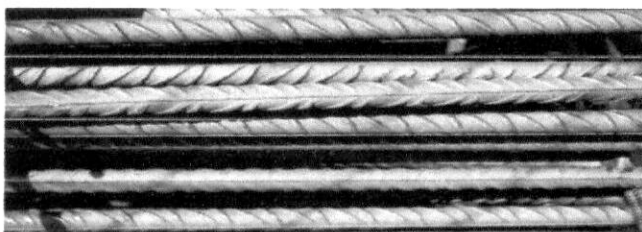
2. Fecha y número de formato de campo

Corresponde a la fecha de realización de la evaluación y a un consecutivo de los formatos de campo hechos por el evaluador, que debe coincidir con el número de formulario asignado al principio de la actividad.

GLOSARIO

ACEPTABILIDAD Y CATEGORIZACIÓN DEL RIESGO: Consiste en comparar los resultados de la etapa de análisis del riesgo con criterios de seguridad, aceptabilidad o tolerancia, con el fin de definir los niveles de riesgo alto, medio o bajo. Estos criterios de aceptabilidad pueden diferir en los ámbitos en que se evalúen y dependen de aspectos económicos, sociales y culturales, aunque es posible plantear indicadores que faciliten su definición y permitan tener resultados comparables para los municipios, tales como la evaluación del riesgo en términos relativos, en los que se compara el valor de las pérdidas probables con el valor de los elementos expuestos. Por otra parte, en la Ley 1523 de 2012 se expresa la necesidad de definir si el riesgo es mitigable o no, lo cual es una decisión que también depende de las condiciones particulares de cada municipio, pero aquí se plantea una propuesta para la toma de las decisiones también en términos relativos, en los que se comparan, por ejemplo, los costos de las alternativas de mitigación, incluyendo el reasentamiento de viviendas, y dependiendo de esto se define si es conveniente mitigar mediante obras o es mejor proceder a reasentamiento, caso en el cual en términos de la Ley 1523 se definiría como zona de riesgo alto no mitigable.

ACERO DE REFUERZO: El acero de refuerzo es aquel que se coloca para absorber y resistir esfuerzos provocados por cargas y cambios volumétricos por temperatura y para quedar ahogado dentro de la masa del concreto.



AMENAZA POR INUNDACIÓN: Las inundaciones son eventos naturales y recurrentes que se producen en las corrientes de agua, como resultado de lluvias intensas o continuas que, al sobrepasar la capacidad de retención del suelo y de los cauces, desbordan e inundan llanuras de inundación, en general, aquellos terrenos aledaños a los cursos de agua. Los mapas de amenaza por inundación deben identificar tres niveles de amenaza de inundación por desbordamiento: alta, media y baja.

AMENAZA: Peligro latente de que un evento físico de origen natural, o causado, o inducido por la acción humana de modo accidental, se presente con una severidad suficiente para causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales. La caracterización de la amenaza debe incluir su ubicación, clasificación, magnitud o intensidad, y se evalúa en función de probabilidad de ocurrencia es parcial y temporal. La magnitud o intensidad de la amenaza se pueden expresar en términos de volumen, área, velocidad, intensidad o energía.

ANÁLISIS DE AMENAZA: Esta etapa comprende tres fases principales: definir un modelo geológico-geotécnico, plantear escenarios de amenaza y zonificar la amenaza. Como resultado de estas fases y de la etapa de análisis en sí misma, se obtienen los mapas de amenaza. La definición del modelo geológico-geotécnico incluye la consideración de los factores condicionantes de inestabilidad prevalentes en el área de estudio. Estos configuran la predisposición del terreno a la inestabilidad y están directamente relacionados con las características geológicas, geomorfológicas y geotécnicas de las

laderas, considerándose inherentes al área de estudio, dado que prácticamente no varían en el espacio o tiempo; debido a su compleja evaluación, los factores directamente relacionados con la intervención antrópica se incluyen como condicionantes, a pesar de que su variación espacio temporal puede ser frecuente. Como resultado de esta etapa se obtiene un mapa de zonas homogéneas desde el punto de vista de características y comportamiento esperado; Factores como la lluvia y los sismos, que pueden modificar las condiciones de estabilidad de una ladera, se consideran detonantes y se deben evaluar en términos probabilísticos para la definición de escenarios de amenaza actuales y potenciales que determinarán las posteriores etapas de análisis de riesgo. La definición de escenarios permite caracterizar la amenaza en términos de ubicación, clasificación, material, tamaño, distancia de viaje, velocidad y frecuencia de ocurrencia, para integrarla con los escenarios de vulnerabilidad en la fase de análisis de vulnerabilidad.

ANÁLISIS DE RIESGO: Es el resultado de identificar, caracterizar, evaluar y valorar la relación entre una amenaza en particular y la vulnerabilidad a esa amenaza de uno o varios elementos expuestos, con el fin de determinar escenarios potenciales de riesgo a desastres, y con ello los posibles efectos y consecuencias sociales, económicas y ambientales asociadas a un fenómeno peligroso.

El APU: (Análisis de Precios Unitarios) es un modelo matemático que adelanta el resultado, expresado en moneda, de una situación relacionada con una actividad sometida a estudio. También es una unidad dentro del concepto "Costo de Obra", ya que una Obra puede contener varios Presupuestos.

ARCILLOLITA: Roca sedimentaria de origen detrítico. Es una roca compacta, sin fisilidad que está formada por partículas del tamaño de la arcilla.

ÁREAS DE AMENAZA DE INUNDACIÓN POR DESBORDAMIENTO: Son áreas que pueden resultar inundadas con una determinada probabilidad de ocurrencia y magnitud por el desbordamiento de cuerpos de agua existentes.

ÁREAS DE AMENAZA POR PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA: Son áreas que por condiciones naturales o actividad antrópica presentan una determinada probabilidad de ocurrencia de procesos de remoción en masa incluyendo sus zonas de influencia directa e indirecta. Se refiere a los movimientos de suelo o roca como deslizamiento, reptación, flujos de material, caídas y volcamiento de material.

BASE TOPOGRÁFICA: Mapa base que contiene información topográfica, utilizable para referenciar localizaciones de otros elementos, y la elaboración de mapas temáticos (mapas geológicos, estructurales, de uso de tierras, entre otros).

BUZAMIENTO: Ángulo de inclinación que forma un filón, estructura o capa rocosa con un plano horizontal, medido perpendicularmente a la dirección o rumbo del filón.

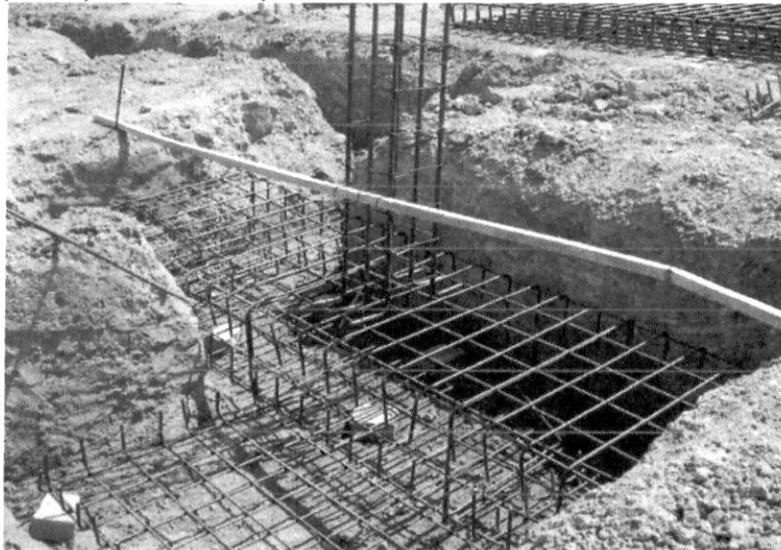
CÁLCULO DEL RIESGO: El riesgo se evalúa para cada uno de los elementos expuestos como el producto de la amenaza por la vulnerabilidad y el valor o número de elementos. Este cálculo se presenta como un valor total de pérdidas probables por año en el caso de bienes físicos, y como un número probable de personas afectadas (muertas o heridas) por año.

CARTOGRAFÍA: Ciencia que tiene por objeto la realización de mapas, y comprende el conjunto de estudios y técnicas que intervienen en su establecimiento.

CAUCE: Canal por donde normalmente discurren las aguas de un río. El cauce es continuamente modificado por el caudal, la velocidad, la pendiente, la carga de sedimentos y el nivel de base local del río.



CIMENTACIÓN: Es el conjunto de elementos estructurales cuya misión es transmitir las cargas de la edificación o elementos apoyados a este al suelo distribuyéndolas de forma que no superen su presión admisible ni produzcan cargas zonales. Debido a que la resistencia del suelo es, generalmente, menor que la de los pilares o muros que soportará, el área de contacto entre el suelo y la cimentación será proporcionalmente más grande que los elementos soportados. La cimentación es importante porque es el grupo de elementos que soportan a la superestructura.



COBERTURA: Conjunto de datos asociados temáticamente y considerados como una unidad. Una cobertura usualmente representa un tema único, o corresponde a una capa de información tal como suelos, ríos, caminos, uso de la tierra, entre otros.

COLUMNA EN CONCRETO: Son elementos verticales y tienen como tarea fundamental transmitir las cargas de las losas hacia los cimientos, la principal carga que recibe es la de

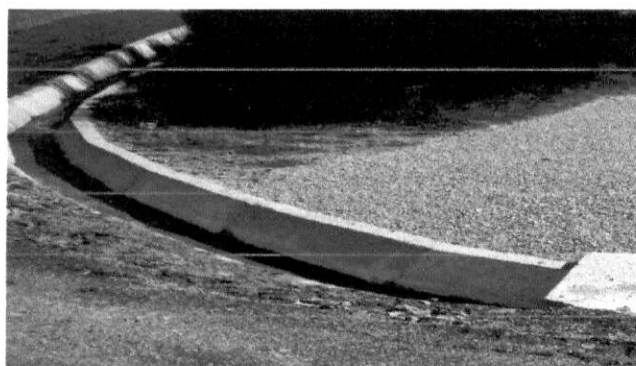
compresión, pero en conjunto estructural la columna soporta esfuerzos flexionantes también, por lo que estos elementos deberán contar con un refuerzo de acero que le ayuden a soportar estos esfuerzos.



CONTROL DE AGUAS SUPERFICIALES: El drenaje longitudinal tiene por objeto filtrar, captar, conducir y evacuar controladamente los flujos de agua para evitar que lleguen a sitios no deseados.

CUENCAS HÍDRICAS: Es el espacio delimitado por la unión de todas las cabeceras que forman el río principal o el territorio drenado por un único sistema de drenaje natural, es decir, que drena sus aguas al mar a través de un único río, o que vierte sus aguas a un único lago endorreico.

CUNETAS: Son canales abiertos que sirven para recoger las aguas de escorrentía procedentes de la calzada, taludes y laderas, evitando encharcamiento e infiltración en las capas subyacentes. Pueden ser de corte triangular semicirculares, trapezoidales o cuadradas.



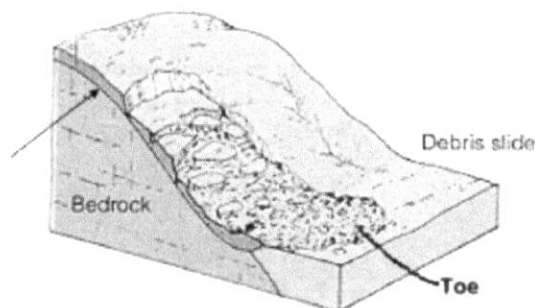
DEMOLICIÓN: Es el proceso mediante el cual se procede a tirar abajo o destruir de manera planificada un edificio o construcción en pie. La demolición es exactamente lo opuesto a la construcción, el proceso mediante el cual se edifica. La demolición también se distingue de otras acciones como el derrumbe ya que es un proceso programado y planificado de acuerdo a las necesidades y cuidados específicos de cada caso.

DESASTRE: Alteración intensa en las personas, los bienes, los servicios, y el ambiente, causados por un suceso natural o generado por la actividad humana, que exceden la capacidad de respuesta de la comunidad afectada. (Millán J., 1999).

DESLIZAMIENTO ROTACIONAL: En un deslizamiento rotacional la superficie de falla es formada por una curva cuyo centro de giro se encuentra por encima del centro de gravedad del cuerpo del movimiento. (Suárez J., 1998).



DESLIZAMIENTO TRASLACIONAL: En el deslizamiento traslacional el movimiento de la masa se desplaza hacia fuera o hacia abajo, a lo largo de una superficie más o menos plana o ligeramente ondulada y tiene muy poco o nada de movimiento de rotación o volteo. (Suárez J., 1998).



DESLIZAMIENTOS: Movimiento consistente en un desplazamiento de corte a lo largo de una o varias superficies, que pueden detectarse fácilmente o dentro de una zona relativamente delgada. El movimiento puede ser progresivo, o sea, que no se inicia simultáneamente a lo largo de toda la que sería la superficie de falla. Los deslizamientos pueden ser de una sola masa que se mueve o pueden comprender varias unidades o masas semindependientes. Los deslizamientos pueden obedecer a procesos naturales o desestabilización de masas de tierra por el efecto de cortes, rellenos, deforestación, etc. (Suárez J., 1998).

DRENAJE: Es todo medio por el cual fluye el agua que está contenida en una zona, por medio de la superficie o de infiltraciones en el terreno. El termino drenaje, cloacas o red de saneamiento, se emplea en la ingeniería y el urbanismo, para designar al sistema de tuberías, sumideros o trampas y todas sus conexiones, que se utilizan para el desalojo de líquidos, por lo general pluviales, en una población determinada.

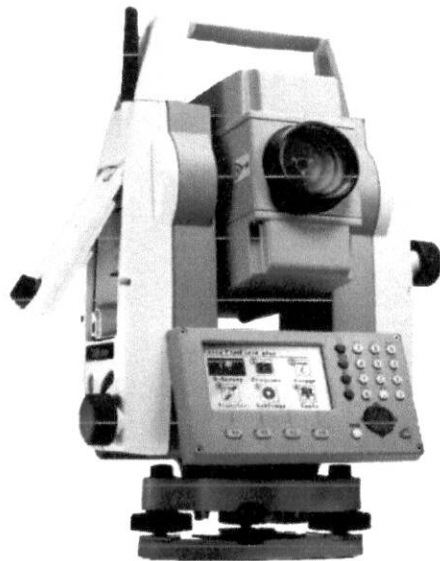
ELEMENTOS EXPUESTOS: Se refiere a las personas, medios de subsistencia, servicios ambientales y recursos económicos y sociales, bienes culturales e infraestructura que por su localización pueden ser afectados por la manifestación de una amenaza.

EMPRADIZAR: Convertir un terreno en prado.

ESCARPE PRINCIPAL: Superficie muy inclinada a lo largo de la periferia posterior del área en movimiento, causado por el desplazamiento del material. La continuación de la superficie del escarpe dentro del material conforma la superficie de la falla. (Suárez J., 2009).

ESTABILIDAD (GEOTECNIA): Resistencia de una estructura, talud o muro de contención a la falla por deslizamiento o colapso bajo condiciones normales, para las que fue diseñado.

ESTACIÓN TOTAL: Dispositivo topográfico electrónico, con capacidad de almacenamiento de los puntos que se levantarán en el terreno. (Mide distancia, coordenadas en los tres ejes x, y, z; así, como la medida de ángulos horizontales y verticales, es un instrumento de bastante precisión).



ESTADO DE ACTIVIDAD: Hace referencia a una condición temporal de la masa en movimiento, asociado con un número de formas de la zona de rotura en desarrollo y de la masa que se moviliza (grado de desarrollo).

ESTRATO: Capa de roca caracterizada por sus propiedades litológicas particulares y los atributos que la distinguen de las capas adyacentes.

EVALUACIÓN DE LA AMENAZA: Es el proceso mediante el cual se determina la posibilidad de que un fenómeno se manifieste, con un determinado grado de severidad, durante un período de tiempo definido y en un área determinada. Representa la recurrencia estimada y la ubicación geográfica de eventos probables.

EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD: Proceso mediante el cual se determina el grado de susceptibilidad y predisposición al daño de un elemento o grupo de elementos expuestos ante una amenaza particular.

EVALUACIÓN DEL RIESGO: Esta evaluación comprende, en primer lugar, la definición de criterios de seguridad, aceptabilidad y tolerancia del riesgo y, en segundo lugar, la zonificación del riesgo en mapas categorizados, para definir tipos de intervención y alcance de la reducción del riesgo.

EXCAVACIÓN: Es el movimiento de tierras realizado a cielo abierto y por medios manuales, utilizando pico y palas, o en forma mecánica con excavadoras, y cuyo objeto consiste en alcanzar el plano de arranque de la edificación, es decir las cimentaciones.



FACTOR DE RIESGO: Cualquier elemento o fenómeno del ambiente de trabajo o acción que pueda causar un daño.

FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA (FRM): Junto con la erosión hacen parte de los procesos naturales de denudación de la corteza terrestre, como tales no se consideran susceptibles de manejo total y se definen como movimientos en masa de translocación por acción de la gravedad, la cual no es un medio de transporte. (González, 1990).

FLANCO: Un lado (perfil lateral) del movimiento. Se debe diferenciar el flanco derecho y el izquierdo. (Suárez J., 2009).

FOTOGRAMETRÍA: Ciencia desarrollada para obtener medidas reales a partir de fotografías, tanto terrestres como aéreas, para realizar mapas topográficos, mediciones y otras aplicaciones geográficas.

FRAGILIDAD: Nivel de daño que un elemento dado puede sufrir luego de estar sometido a la acción de un movimiento en masa. Para bienes materiales, este nivel de daño está relacionado con el valor de las pérdidas relativo al valor de la propiedad; para personas, el nivel de daño se relaciona con la pérdida de vidas humanas y las lesiones físicas sufridas producto de un evento.

GEODESIA: Ciencia que tiene por objeto el estudio y la determinación de la forma y dimensiones. Previamente a la realización del mapa topográfico de un país son necesarios los trabajos de geodesia. Permite obtener datos para fijar con exactitud los puntos de control de la triangulación y la nivelación.

GEOLOGÍA: Ciencia que estudia la composición y la disposición de los materiales que constituyen la litosfera terrestre, su naturaleza, su situación y las causas o fenómenos que originan esa disposición y de los efectos de los agentes que la alteran.

GEOMORFOLOGÍA: Ciencia que tiene por objeto el estudio y la explicación de las formas del relieve terrestre.

GEOTEXTIL: Es una lámina permeable y flexible de fibras sintéticas, principalmente de polipropileno y poliéster, las cuales se pueden fabricar de forma no tejida o tejida dependiendo de la resistencia y capacidad de filtración deseada.

GESTIÓN DE RIESGOS: Es el proceso social integrado a todo el quehacer humano cuyo fin último es la prevención, mitigación, reducción y control permanente del riesgo de desastres; en la búsqueda de un desarrollo humano, económico, ambiental y territorial, sostenibles.

GPS: (Global Positioning System) Es un sistema que, mediante la utilización de una constelación de satélites, permite determinar la posición de cualquier punto sobre la tierra con gran precisión.

HIDROSIEMBRA: Es un tipo de actuación que se realiza en aquellas zonas donde existe un riesgo potencial de erosión y donde no pueden ser utilizados las técnicas convencionales de siembra, debido a la dificultad de acceso o a las fuertes pendientes.

INFILTRACIÓN: Es el movimiento de agua de la superficie hacia el interior del suelo.

INTERVENCIÓN CORRECTIVA: Proceso cuyo objetivo es reducir el nivel de riesgo existente en la sociedad a través de acciones de mitigación.

INTERVENCIÓN PROSPECTIVA: Proceso cuyo objetivo es garantizar que no surjan nuevas situaciones de riesgo por medio de acciones de prevención, impidiendo que los elementos expuestos sean vulnerables o que lleguen a estar expuestos ante posibles eventos peligrosos. Su objetivo último es evitar nuevo riesgo y la necesidad de intervenciones correctivas en el futuro.

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: Descripción y delineamiento de un terreno en su configuración superficial.

LEVANTAMIENTO: Es un conjunto de operaciones que determinan las posiciones de puntos, la mayoría calculan superficies y volúmenes y la representación de medidas tomadas en el campo mediante perfiles y planos entonces son topográficos.

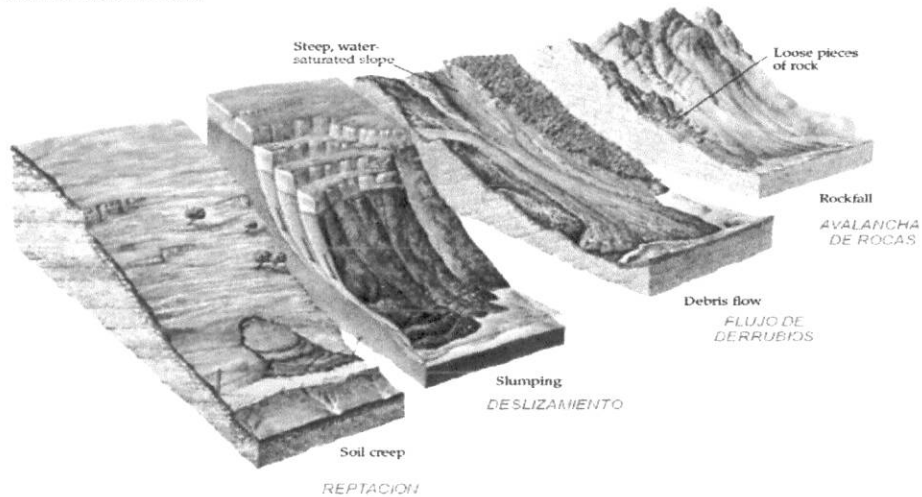
MAMPOSTERÍA: Se llama mampostería al sistema constructivo conformado por bloques que pueden ser de arcilla cocinada, piedra o concreto entre otros.



MITIGACIÓN DEL RIESGO: Aplicación selectiva de medidas apropiadas y principios de manejo para reducir la posibilidad de la ocurrencia de un evento o de sus consecuencias desfavorables. Dichas medidas de intervención prospectiva o correctiva están dirigidas a reducir o disminuir los daños y pérdidas que se puedan presentar a través de reglamentos de seguridad y proyectos de inversión pública o privada, cuyo objetivo es reducir las condiciones de amenaza cuando sea posible y la vulnerabilidad existente.

MOVIMIENTO EN MASA: Equivale a definiciones como procesos de remoción en masa, fenómenos de remoción en masa, deslizamientos o fallas de taludes y laderas. La terminología y clasificación de movimientos en masa para este documento es conforme a la Guía para la evaluación de amenazas por movimientos en masa propuesta por el Proyecto Multinacional Andino (PMA), adoptada por Colombia (PMA: GCA, 2007), en la que movimientos en masa incluye todos aquellos movimientos ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras por efectos de la gravedad.

Movimientos en masa



MUESTRA DE SUELO COMPUESTA: Se refiere a la muestra de suelo obtenida por la extracción de varias muestras simples o sub muestras, reunidas en un recipiente y bien mezcladas, de donde se retiran de 0,5 a 1 kg de suelo. Son las más usadas para la planificación de la fertilización. Se recomienda 15-20 sub muestras por parcela de muestreo.

MUESTRA DE SUELO SIMPLE: Es la que se obtiene con una sola extracción de suelo. Son usadas en trabajos de investigación y en suelos muy homogéneos. Se recomienda cuatro muestras por hectárea, de 1 kilogramo de suelo cada una.

MURO DE CONTENCIÓN: El muro de contención es una estructura sólida hecha a base de mampostería y cemento armado que está sujeta a flexión por tener que soportar empujes horizontales de diversos materiales, sólidos, granulados y líquidos.



NIVEL FREÁTICO: Superficie en la zona de saturación de un acuífero libre sometido a la presión atmosférica.

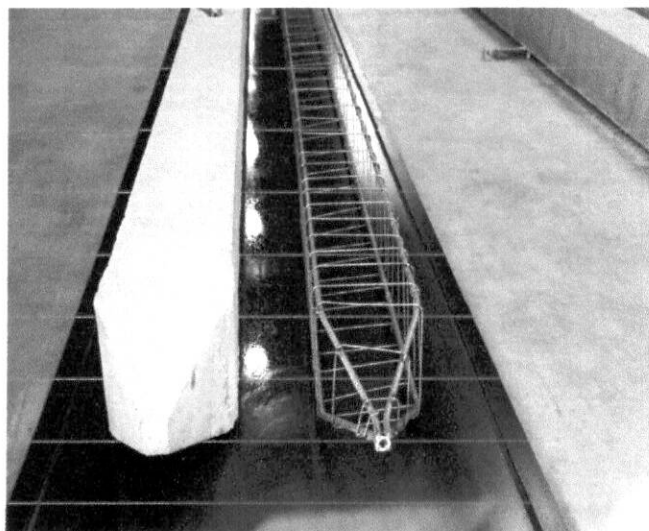
NORTE GEOGRÁFICO: Es el señalado por la meridiana geográfica.

PARTIDA: se puede definir como actividad a realizar.

PERFIL: Es la secuencia y conjunto de horizontes de un suelo; corte vertical hecho en el suelo a fin de hacer un estudio.

PILOTAJE: Es un sistema de cimentación profunda de tipo puntual que consiste en clavar pilotes en el terreno buscando siempre el estrato resistente, a fin de soportar las cargas transmitidas por la estructura.

PILOTE: Es una pieza gruesa y larga de madera, hierro, cemento o concreto que se clava en la tierra para asegurar los cimientos de un edificio o de otra construcción.



PRESUPUESTO: Es la suma del producto Precio Unitario y la cantidad. Cada Presupuesto contiene uno o varias Partidas.

PREVENCIÓN: Medidas y acciones dispuestas con anticipación con el fin de evitar, impedir o suprimir las posibles consecuencias dañinas de un fenómeno peligroso de origen natural o de autoría humana y proveer protección permanente sobre la población, los bienes, los servicios y el ambiente. Incluye medidas legislativas para el control del uso de la tierra y ordenación urbana, así como su aplicación, al igual que medidas de ingeniería y de protección física.

RELLENO: Es el trabajo que se realiza en la construcción, tanto de una obra ingeniera como de arquitectura, con el fin de elevar la cota del perfil natural del terreno, o restituir dicho nivel después de haberse realizado una excavación.

REPTACIÓN: Es la deformación que sufre la masa de suelo o roca como consecuencia de movimientos muy lentos por acción de la gravedad. Se suele manifestar por la inclinación de árboles, postes, corrimiento de carreteras, líneas férreas y la aparición de grietas.

RIESGO ALTO MITIGABLE: Son aquellos sectores que, por sus características de amenaza y vulnerabilidad, pueden presentar afectación para la vida y pérdidas

económicas o de la infraestructura existente; sin embargo, con una intervención adecuada con obras de mitigación (resultantes de un estudio técnico y de un análisis costo - beneficio) se pueden reducir los efectos.

RIESGO ALTO NO MITIGABLE: Son aquellos sectores en donde por sus características de amenaza y vulnerabilidad, existe una alta probabilidad de que se presenten pérdidas de vidas humanas, bienes e infraestructura. La mitigación no es viable por condiciones técnico-económicas, por lo cual los predios se deben incluir en un Programa de Reasentamientos de Familias en Alto Riesgo No-Mitigable y se recomienda el uso como suelo de protección por riesgo.

RIESGO ESPECÍFICO: Cálculo de pérdidas de cualquier tipo que se expresan como proporción del riesgo total. Este cálculo está definido en un periodo de referencia, una región y para una amenaza particular. El riesgo específico también se usa para definir las pérdidas financieras a la propiedad, en cuyo caso se refiere generalmente al coeficiente del costo de reparación o reinstauración de la propiedad, según el costo de remplazo total.

RIESGO: Medida de la probabilidad y severidad de un efecto adverso a la vida, salud, propiedad o el ambiente. Corresponde a los daños o pérdidas potenciales que pueden presentarse debido a eventos físicos peligrosos de origen natural, socio natural, o antrópico no intencional, en un periodo específico y que son determinados por la vulnerabilidad de los elementos expuestos; por consiguiente, el riesgo se deriva de la combinación de la amenaza y la vulnerabilidad. Según la manera como se defina el elemento en riesgo, el riesgo puede medirse según la pérdida económica esperada, según el número de vidas perdidas o según la extensión del daño físico a la propiedad.

SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA: Es un sistema formado por Hardware, Software y procedimientos para capturar, manejar, manipular, analizar y representar datos georreferenciados, con el objetivo de resolver problemas de gestión y planificación.

SONDEO: Operación que se efectúa con el fin de perforar el suelo, mediante la apertura de orificios de diámetro pequeño para la exploración.

SUPERFICIE DE FALLA: Área por debajo del movimiento y que delimita el volumen del material desplazado. El suelo por debajo de la superficie de la falla no se mueve, mientras que el que se encuentra por encima de ésta, se desplaza. En algunos movimientos no hay superficie de falla. (Suárez J., 2009).

SUSCEPTIBILIDAD: Expresa la facilidad con que un fenómeno puede ocurrir sobre la base de las condiciones locales del terreno. Mayor o menor predisposición a que un evento suceda u ocurra sobre un determinado espacio geográfico.

TALUD: Superficie inclinada del terreno en la base de un cerro o de una colina, donde se encuentra un depósito de detritos.



VIGA DE CIMENTACIÓN: Es el medio estructural por el cual los esfuerzos de toda la estructura se van a transmitir a los elementos finales de cimentación.



VULNERABILIDAD FÍSICA: La vulnerabilidad física está directamente relacionada con la capacidad que tiene la estructura para soportar las solicitaciones a las que se ve sometida en el momento de un sismo, es decir, la forma con la cual responde ante los desplazamientos y los esfuerzos producidos por las fuerzas inerciales durante toda la vida útil de la edificación.

VULNERABILIDAD: Susceptibilidad o fragilidad física, económica, social, ambiental o institucional que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un evento físico peligroso se presente. Corresponde a la predisposición a sufrir pérdidas o daños de los seres humanos y sus medios de subsistencia, así como de sus sistemas físicos, sociales, económicos y de apoyo que pueden ser afectados por eventos físicos peligrosos.

ZONA DE ALTA AMENAZA: Son aquellos sectores que por sus características de amenaza no son aptos para el desarrollo de zonas urbanas y para los cuales es necesario restringir el uso y ocupación del suelo.

ZONAS EN AMENAZA ALTA CON CONDICIONAMIENTO DE USO: Corresponde a los predios o zonas donde por las características físicas del sector, así como las condiciones técnicas, económicas y sociales se considera viable adelantar obras o medidas de estabilización o mitigación, es decir que una vez adelantadas las obras o medidas podrían tener viabilidad para adelantar procesos de urbanización y construcción.

ZONAS EN AMENAZA ALTA CON RESTRICCIÓN DE USO: Corresponde a los predios o zonas donde por las características físicas del sector, así como las condiciones técnicas, económicas y sociales se considera no viable adelantar obras de estabilización, dado que éstas no garantizarían la adecuación del terreno para adelantar procesos de urbanización y construcción y deben ser incorporadas como suelos de protección.

ZONIFICACIÓN DEL RIESGO: Consiste en plasmar en mapas las zonas de riesgo, de acuerdo con los criterios antes definidos. Se definen las zonas de riesgo bajo, medio, alto y alto no mitigable. Cada una de estas zonas tiene implicaciones sobre las condiciones de uso y ordenamiento territorial, de acuerdo con lo definido en la Ley 1523. En las zonas de posible expansión que no tienen actualmente elementos expuestos, no se evalúa la condición de riesgo; esta corresponderá a quien realice los desarrollos urbanísticos futuros (podrán los desarrolladores emplear esta misma guía metodológica, considerando tanto el escenario de los procesos constructivos como el del terreno con las obras ya construidas).