



DIRECCIÓN DE GEOAMENAZAS

**VISITA DE EMERGENCIA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA
LA PARROQUIA MUNICIPIO DE FUSAGASUGA
DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA**

PROPUESTA TECNICO-ECONOMICA



Bogotá, diciembre de 2014

SERVICIO
GEOLÓGICO
COLOMBIANO



MINMINAS



**TODOS POR UN
NUEVO PAÍS**
PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN

**DIRECCIÓN DE GEOAMENAZAS
GRUPO DE TRABAJO DE EVALUACIÓN DE AMENAZAS POR
MOVIMIENTOS EN MASA**

**VISITA DE EMERGENCIA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA
LA PARROQUIA MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ –
DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA**

PROPUESTA TECNICO-ECONOMICA

Por:

Andrés Reyes Merchán
Ingeniero. Civil Esp. Recursos Hídricos y Medio Ambiente

Bogotá, diciembre de 2014

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	5
ABSTRACT	6
1. INTRODUCCIÓN	7
2. ANTECEDENTES	8
3. LOCALIZACIÓN Y VIAS DE ACCESO	9
4. HIDROLOGIA	11
5. GEOLOGÍA	14
6. OBSERVACIONES DE LA VISITA	16
7. CONCLUSIONES	21
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Localización del municipio de Fusagasugá departamento de Cundinamarca.....	9
Figura 2. Localización de la microcuenca La Parroquia.....	10
Figura 3. Localización estación UDEC-UNIV FUSAGASUGÁ (indicada con rojo) 2119514 – CAR y la zona de estudio.....	11
Figura 4. Detalle plancha geológica 246 Fusagasugá.....	14
Figura 5. Detalle de los procesos de reptación e indicios de los depósitos fluvioglaciares.....	15
Figura 6. Al fondo se observan algunos flujos, vegetación inclinada por procesos de reptación e indicios de depósitos coluviales.....	15
Figura 7. Detalle de la roca expuesta.....	16
Figura 8. Detalle nivel máximo del flujo sobre la margen derecha, en el sector la cascada.....	17
Figura 9. Detalle hacia aguas debajo de la cascada del cauce que entalló el flujo de detritos.....	17
Figura 10. Detalle hacia aguas debajo de la cascada del cauce que entalló el flujo de detritos.....	18
Figura 11. Detalle hacia aguas debajo de la cascada del cauce que entalló el flujo de detritos.....	19
Figura 12. Detalle sección box coulvert y márgenes de la quebrada afectados por remoción de material vegetal.....	19
Figura 13. Detalle sección box coulvert.....	20

RESUMEN

El presente informe se realizó por solicitud de la alcaldía de Fusagasugá y la Gobernación de Cundinamarca, en razón al flujo de detritos presentado el día 30 de octubre de 2014, el cual afectó en gran medida las márgenes de la quebrada La Parroquia y un gran sector del casco urbano municipal, adjunto al informe de campo se presenta la propuesta técnico económica para la zonificación de amenazas por movimientos en masa de la microcuenca La Parroquia y zonificación por movimientos en masa tipo flujo en el cauce de la quebrada La Parroquia.

ABSTRACT

This report was prepared at the request of the town hall of Fusagasugá and governing of Cundinamarca, due to debris flow presented on October 30, 2014, which greatly affected the banks of the river La Parroquia and a large sector municipal village, attached to the technical field report economic proposal for zoning threats presented by mass movements of the watershed La Parroquia and zoning landslide type flow in the channel of the stream La Parroquia.

1. INTRODUCCIÓN

El día 30 de octubre de 2014 en el municipio de Fusagasugá se presentó una emergencia causada por un movimiento en masa tipo flujo de detritos y lodo sobre la quebrada La Parroquia – Pekin, que afectó 48 viviendas según censo de la Administración Municipal de Fusagasugá, por lo que el municipio en cabeza de su alcalde solicitó a las entidades del orden nacional y regional apoyo técnico para verificar las condiciones naturales de la cuenca afectada, razón por la cual la dirección de Geoamenazas delegó al Ingeniero Andrés Reyes Merchán para que realizara un visita de emergencia durante los días 13 y 14 de diciembre de 2014 durante la cual se elaboró un acta de visita dadas las condiciones encontradas en campo.

La visita se realizó en compañía de los Ingenieros Orlando Guzmán Coordinador de Gestión del Riesgo de la Alcaldía de Fusagasugá y de Daniel Orjuela representante de la CAR Regional Sumapaz y de los Bomberos de Fusagasugá Alberto De La Pava Subcomandante de Bomberos y Giovanny Aldana Ruiz Bombero.

Por último a petición de la Administración municipal y departamental mediante oficios de fecha 27 de noviembre de 2014 con radicados 201-261-009649-2 y 2014-261-009645-2, se adjunta al presente informe una propuesta técnico económica del área afectada, en este caso nos referimos al área de la cuenca de la quebrada Parroquia.

2. ANTECEDENTES

El SGC sobre el área de influencia cuenta con el Mapa de Amenazas Geológicas por Erosión y Remoción en masa del Departamento de Cundinamarca – Fase II – 1998 - Mapa aproximado de susceptibilidad a la inundación en escala 1:250.000 y la plancha Geológica 246 Fusagasugá a escala 1:100.000, así mismo existen tres informes de visita de emergencia denominados así: INFORME VISITA TÉCNICA DE EMERGENCIA A LA VEREDA LA ISLA Y BARRIO MONTEVERDE MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ – DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA - 2003 en la urbanización Barrio Monteverde y Vereda La Isla del Municipio de Fusagasugá donde se informa de la afectación de varias viviendas debido a movimientos en masa, INFORME VISITA TÉCNICA DE EMERGENCIA MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ – DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA donde se describen procesos de inestabilidad que se vienen presentando en zona urbana y rural del municipio de Fusagasugá en la urbanización Monteverde y vereda Bosachoque sector Casa de Lata – 2011 e INFORME DE VISITA DE EMERGENCIA VEREDAS USATAMA SAN JOSÉ DE PIAMONTE, LA TRINIDAD Y BERMEJAL EN EL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ – DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA, COLOMBIA 2008.

3. LOCALIZACIÓN Y VIAS DE ACCESO

El municipio de Fusagasugá se localiza 60 km al suroccidente de Bogotá, capital del país. Se ubica en la plancha 246 (escala 1:100.000) del IGAC. La altura promedio de la zona urbana es de 1.728 msnm, se ubica en las coordenadas geográficas 4°20'14" de latitud norte y 74°21'52" de longitud oeste, se llega desde Bogotá por la vía Panamericana, que conduce hacia Ibagué – Tolima (Figura 1). La cuenca de la quebrada La Parroquia se localiza al oriente del casco urbano del Fusagasugá y se observa en la figura 2.

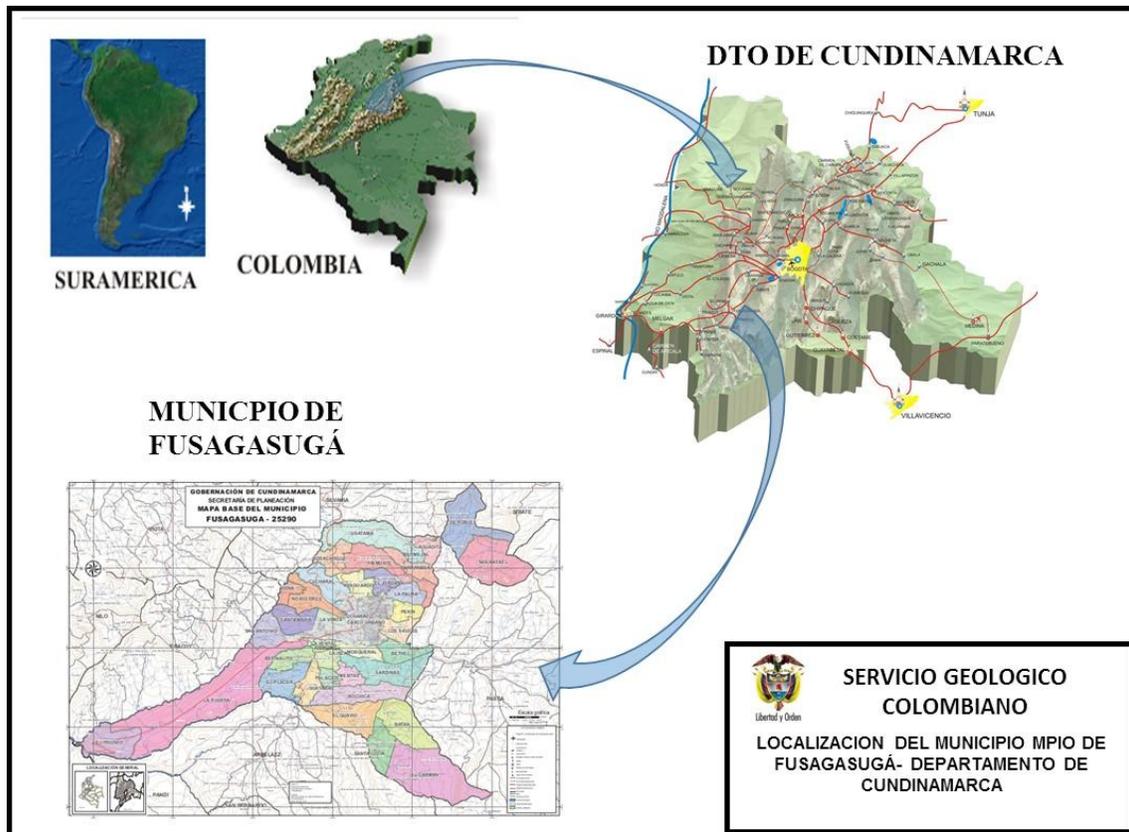


Figura 1. Localización del municipio de Fusagasugá departamento de Cundinamarca.

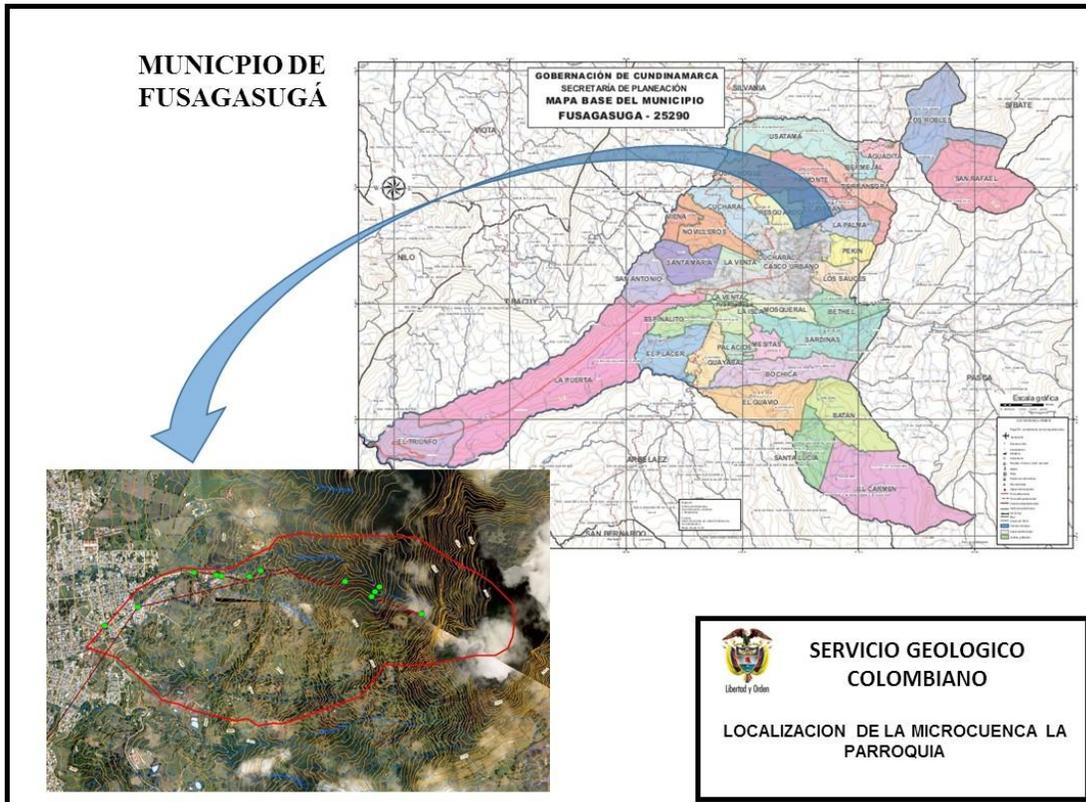


Figura 2. Localización de la microcuena La Parroquia.

4. HIDROLOGIA

Es importante tener en cuenta que el evento climático extraordinario del 30 de octubre de 2014 y las condiciones particulares de la microcuenca, dan lugar a realizar un rápido análisis del tema hidrológico, que permita tener una perspectiva frente al tema de lluvias en la zona de estudio.

Los registros de precipitación se obtuvieron de la estación ESTACIÓN: 2119514 UNIV. FUSAGASUGA - CAR (Figura 3), del análisis de esta información se tiene que para la precipitación media, las mayores precipitaciones se presentan durante la segunda mitad del año, principalmente en el mes de Noviembre llegando a valores cercanos a los 105.7 mm al mes. Igualmente se presenta un pico de precipitación en la primera mitad del año en el mes abril con un valor de 86.3 mm., la precipitación total anual es de 806.2 mm. (Gráficas 1 y 2).

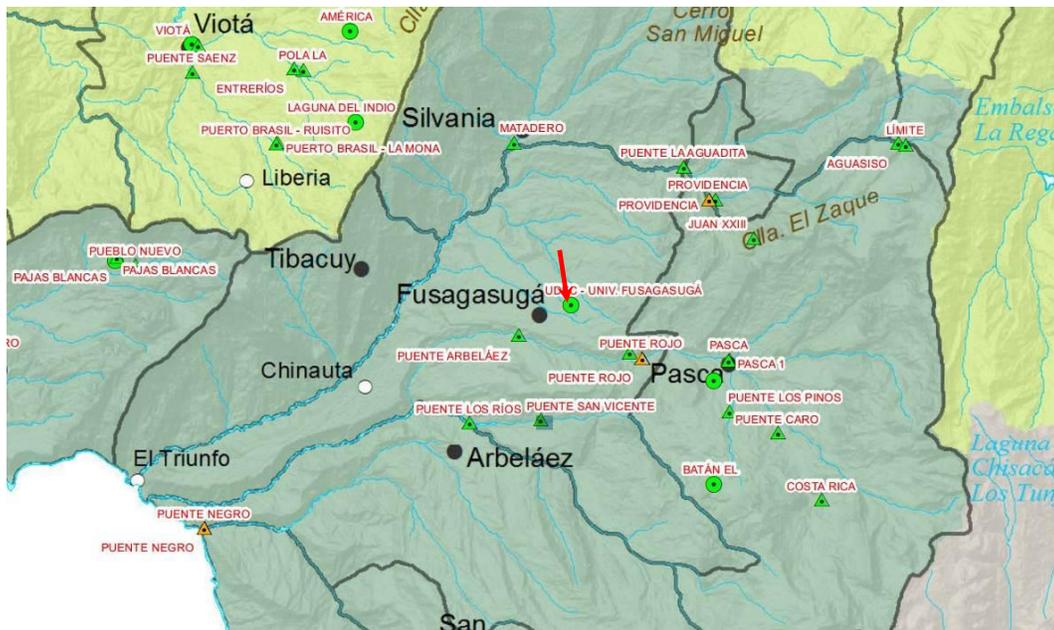
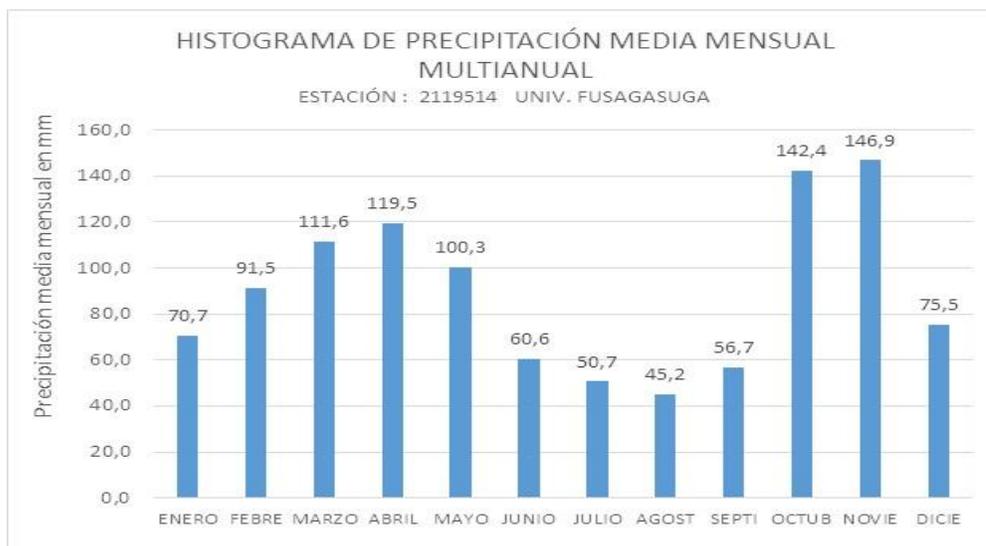


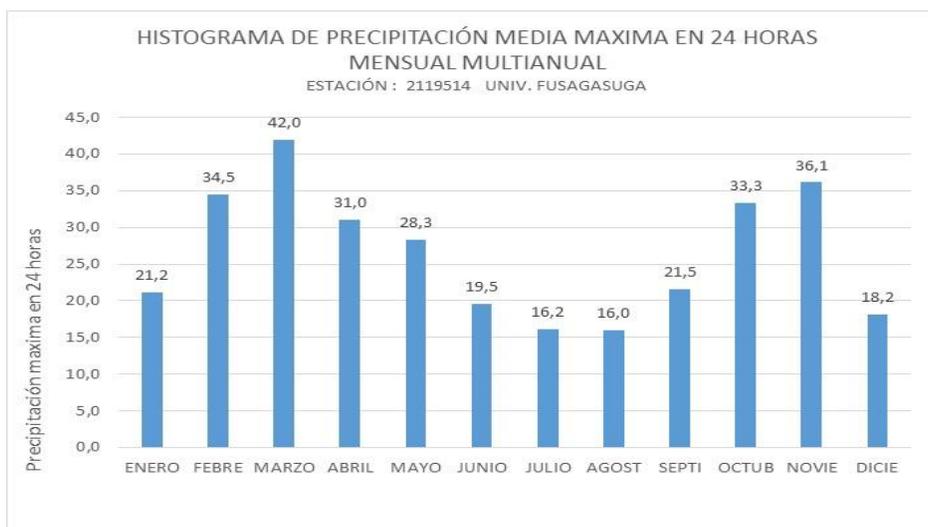
Figura 3. Localización estación UDEC-UNIV FUSAGASUGÁ (indicada con rojo) 2119514 – CAR y la zona de estudio.



	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	TOTAL
MEDIOS	70,7	91,5	111,6	119,5	100,3	60,6	50,7	45,2	56,7	142,4	146,9	75,5	1071,5

Grafico 1. Histograma de precipitación media mensual Estación Univ.Fusagasugá.

Para la precipitación máxima en 24 horas se tienen picos máximos en los meses de septiembre (105 mm), octubre (76 mm) y noviembre (135 mm)



	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	TOTAL
MEDIOS	21,2	34,5	42,0	31,0	28,3	19,5	16,2	16,0	21,5	33,3	36,1	18,2	317,8

Grafico 2. Histograma de precipitación máxima mensual Estación Univ.Fusagasugá.

De acuerdo a lo anterior, se concluye que el casco urbano de Fusagasugá se encuentra bajo un régimen de lluvias bimodal donde en el primer semestre del año se presenta la primera temporada de lluvias en los meses febrero, marzo, abril y mayo, mientras que en el segundo semestre se da en los meses de octubre y noviembre, que la precipitación anual del casco urbano está por debajo de la media anual para la zona andina, la cual es de 2.000 mm a 3.000 mm anuales y por debajo del promedio de Colombia que es de 2.000 mm para el 88% del territorio nacional. Nos obstante como no existe información puntual en sobre el cerro Fusacatán y dadas las condiciones evidentes de humedad sobre el cerro, es muy probable que se presente un micro-clima con precipitaciones mucho más intensas que las registradas por la estación Univ. Fusagasugá sobre las microcuencas que drenan desde el cerro en mención lo que puede dar lugar a eventos con picos extraordinarios como el del 30 de octubre del año 2014.



intercalaciones de limolitas síliceas gruesas. Después se identifican LODOLITAS DE FUSAGASUGÁ Pgf: Lodolitas y limolitas negras, moradas y blancas, intercaladas con arenitas feldespáticas y líticas en capas muy gruesas con laminación inclinada, por ultimo tenemos los depósitos cuaternarios Terraza aluvial alta y Qta Depósitos fluvioglaciales Qf.



Figura 5. Detalle de los procesos de reptación e indicios de los depósitos fluvioglaciales.



Figura 6. Al fondo se observan algunos flujos, vegetación inclinada por procesos de reptación e indicios de depósitos coluviales.

6. OBSERVACIONES DE LA VISITA

Sobre el cauce de la quebrada Parroquia desde la parte alta de la cuenca en sector conocido como la cascada se identificó una sección donde se procedió a medir sus dimensiones. El canal es trapezoidal con base mayor de 9.0 m 4.0 m de base menor, altura de 5.6 m y longitud en dirección de la corriente de 22 m, este punto además se verificaron las condiciones morfológicas identificando aspectos que pueden ser interpretados como el represamiento y tránsito del flujo de detritos, ya que existen rastros de lavado de suelo que dejaron desnuda la roca y raíces del material vegetal de la ronda que indican alta velocidad del tránsito del flujo. Figuras 7, 8 y 9.



Figura 7. Detalle de la roca expuesta.



Figura 8. Detalle nivel máximo del flujo sobre la margen derecha, en el sector la cascada.



Figura 9. Detalle hacia aguas debajo de la cascada del cauce que entalló el flujo de detritos.



En este punto, dadas sus condiciones es un lugar adecuado para la localización de un sistema de alerta temprana (geófono) que permita poner en alerta a la población y los administradores municipales en un posible nuevo evento climático geológico, por lo que es importante adelantar las gestiones necesarias con la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres para su instalación.

Aguas abajo, en un punto con coordenadas E:970.463 N:472.664 altura 2.112 msnm se identificó lo que pudo ser otro estrangulamiento y represamiento del cauce por efecto del material vegetal de la ronda de la quebrada que fue arrastrado por el flujo de detritos, allí se procedió a medir la sección del canal trapezoidal con dimensiones de 12 m base mayor 1.2 m base menor y altura de 6 m, con taludes de 7 m. En este punto se encontró gran cantidad material vegetal como raíces, troncos y árboles a punto de colapso, por lo que en su momento se recomendó remover este cuanto antes para lo cual el Ingeniero Danilo Orjuela funcionario de la CAR autorizó realizar la tala de los árboles que presentan inestabilidad. La tala de estos árboles y de los demás que se pudieran encontrar sobre el cauce y sobre las márgenes, deben ser bajo la técnica de tocón, dejando entre un metro y un metro y medio de tronco lo que permite quitarle peso al árbol y deja que las raíces continúen soportando los taludes. Figuras 10 y 11.



Figura 10. Detalle hacia aguas debajo de la cascada del cauce que entalló el flujo de detritos.



Figura 11. Detalle hacia aguas debajo de la cascada del cauce que entalló el flujo de detritos.

Aguas abajo y ya sobre el área sub-urbana, se localiza el sector conocido como “la ladrillera”, donde se encuentra un box coulvert de sección insuficiente la cual impide el normal paso de las aguas de la quebrada, esta estrangulación del cauce hizo que el día 30 de octubre de 2014 el flujo de detritos llenara la sección y se desbordara, causando la socavación y remoción de material vegetal de las márgenes de la quebrada. Figura 12.



Figura 12. Detalle sección box coulvert y márgenes de la quebrada afectados por remoción de material vegetal.



Una vez en el casco urbano se identificó la afectación que causó la avalancha sobre las márgenes y zonas de drenaje, donde hay 12 viviendas destruidas y 36 viviendas no habitables, en el barrio Pekín sector del box coulvert donde se dio el taponamiento, se encuentra un canal cerrado con sección rectangular de base 2.0 m y 1.0 m de altura, esta sección claramente es insuficiente para drenar las aguas de eventos de precipitación críticos como los del 30 de octubre de 2014, por lo que se recomienda a la administración municipal que en el largo plazo incluya en sus planes municipales la construcción de una canal abierto con sección adecuada que permita el tránsito de crecientes de por lo menos 100 años de retorno. Figura 13.



Figura 13. Detalle sección box coulvert.

7. CONCLUSIONES

Finalmente, se tiene que las márgenes y laderas adyacentes a la quebrada La Parroquia son depósitos coluviales con pendientes de 30 a 70 grados, donde se aprecian múltiples sectores con reptación y movimientos en masa aislados de tipo traslacional y flujo, la actividad antrópica se caracteriza por la deforestación y la ganadería.

De acuerdo a lo identificado en la plancha 246 en escala 1:100.000, se tiene en nivel regional depósitos Fluvio glaciales Qf y formación Chipaque Ksch, igualmente el área afectada se enmarca en la zona de influencia de la falla de Fusagasugá y del anticlinal de Altagracia.

Estas condiciones locales tanto naturales como antrópicas, hacen que la susceptibilidad sea muy alta a movimientos en masa, en concordancia el SGC adjunta al presente informe una propuesta técnico-económica para la zonificación de amenazas de la microcuenca de la Quebrada La Parroquia.

Por último y de acuerdo a las distintas obstrucciones que se presentan a lo largo del cauce de la quebrada La Parroquia es importante que se adelante la demolición de las estructuras que impiden el normal discurrir de la corriente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- INGEOMINAS, 1998. Plancha geológica 246 Fusagasugá, departamento de Cundinamarca. Escala 1:100.000. Publicado por el INGEOMINAS, Bogotá.
- INGEOMINAS, 1998. Mapa de Amenazas Geológicas por Erosión y Remoción en masa del Departamento de Cundinamarca – Fase II – 1998 - Mapa aproximado de susceptibilidad a la inundación en escala 1:250.000. Publicado por el INGEOMINAS, Bogotá.

ANEXO A

PROPUESTA TECNICO-ECONOMICA

***PROPUESTA TÉCNICO-ECONÓMICA PARA LA ZONIFICACIÓN
DE AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA TIPO FLUJO EN
LA QUEBRADA LA PARROQUIA Y AMENAZA POR
MOVIMIENTOS EN MASA DE LA CUENCA LA PARROQUIA, DEL
MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ EN EL DEPARTAMENTO DEL
CUNDINAMARCA***

OBJETIVOS

Objetivo general

Efectuar el estudio de zonificación de amenaza por Movimientos en Masa en las laderas de la microcuenca de la quebrada La Parroquia y zonificación de amenazas por movimientos en masa tipo flujo de la ronda de la quebrada La Parroquia, en un área aproximada de 262 hectáreas a escala 1:2.000, recomendar y formular medidas preventivas y correctivas, encaminadas al control de los procesos de inestabilidad en el área de estudio.

Objetivos específicos

- Caracterizar la zona desde el punto de vista geológico, geomorfológico, hidrológico, hidrogeológico, de cobertura y uso del suelo e identificar los diferentes procesos de inestabilidad y mecanismos de falla en laderas que se puedan presentar en la zona, a partir del levantamiento de información temática del área.
- Evaluar y definir las causas de los procesos de inestabilidad.
- Recomendar medidas y obras de control y mitigación para el uso apropiado del área de estudio

ALCANCE

Específicamente los alcances de la presente propuesta son:

Levantar la información cartográfica (escala 1:2.000) de Geología para Ingeniería, Geomorfología, Cobertura y Uso Actual del suelo a partir de la cartografía base que será elaborada con los estándares para dicha escala contenidos en el capítulo 6 esta propuesta, con el fin de evaluar las distintas variables que intervienen en la generación de movimientos en masa.

- Ejecutar un programa de exploración, monitoreo del subsuelo y ensayos de laboratorio con el fin de establecer perfiles estratigráficos y características geomecánicas de los materiales.
- Aplicar modelos de análisis de Estabilidad que permitan caracterizar la zona afectada por movimientos en masa.



- Realizar recomendaciones encaminadas a la estabilización, control y mitigación de los procesos de inestabilidad en el área en estudio, de acuerdo con su uso actual o posterior.
- Diseñar un programa de monitoreo y seguimiento.

ALCANCE

Se trabajará a una escala 1:2.000. El área de estudio será de 262 Has y estará soportado en la evaluación de las condiciones físicas de las laderas de la ronda de la quebrada La Parroquia y de los parámetros que influyen en su estabilidad.

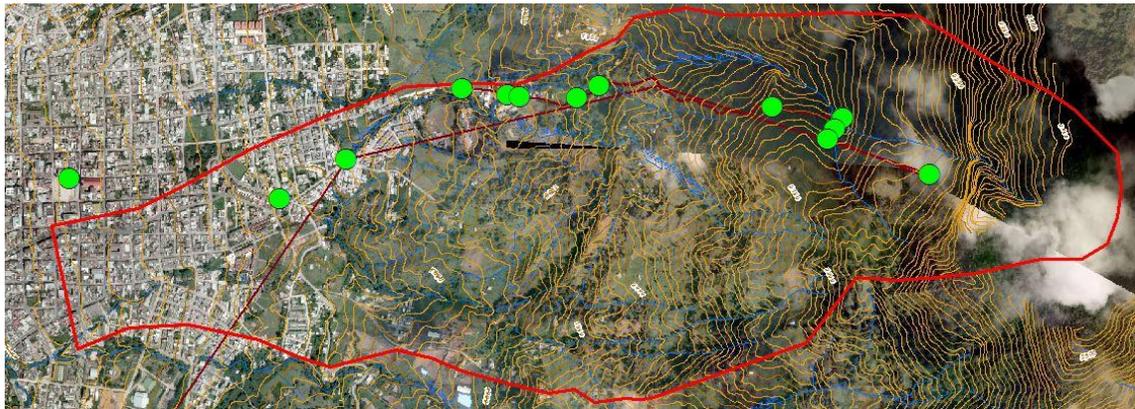


Figura 1. Localización área de estudio de la microcuenca de la quebrada La Parroquia.

Se realizará la revisión de la información existente, análisis de imágenes de sensores remotos, análisis fotogeológico, reconocimiento y trabajos de campo contemplados para las diferentes temáticas, aplicación del método de zonificación seleccionado de acuerdo con las condiciones del terreno para la generación de la zonificación de amenaza por movimientos en masa. El nivel de precisión de los productos estará limitado por la escala y resolución de las fotografías aéreas y sensores remotos disponibles y utilizados en la ejecución de los trabajos.

La recolección de la información de campo estará limitada por el acceso a las zonas de estudio y el nivel de confiabilidad de los resultados dependerá de la información generada y el tipo de metodología aplicada. Para el desarrollo de estas actividades es necesario contar con la base cartográfica IGAC a escala 1:2.000, actualizada y cumpliendo todos los estándares cartográficos para este

nivel de escala. Dicha cartografía se incluye en esta propuesta en el capítulo 6.

De igual forma se realizará la modelación numérica del cauce de la quebrada La Parroquia con el fin de establecer la zonificación de amenaza por movimientos en masa tipo flujo, en el cauce principal del mismo.

Los productos entregados permitirán orientar la toma de decisiones respecto a zonas que presenten problemas de estabilidad, así como las recomendaciones en cuanto a medidas de mitigación y reglamentación del uso del suelo.

METODOLOGÍA

La zonificación de amenaza por movimientos en masa corresponde a una síntesis de tres tipos de factores físicos que intervienen en la estabilidad de una ladera: a) Intrínsecos b) Contribuyentes a la inestabilidad y c) Detonantes, de tal manera que la metodología de trabajo implica una interacción multi-temática e inter-disciplinaria. Igualmente, la evaluación de la amenaza por flujo de un río implica la evaluación de los aspectos hidráulicos y geotécnicos que permitan definir los caudales sólido y líquido que pueden presentarse para diferentes períodos de retorno, de tal manera que se puedan obtener láminas de agua y velocidad de los diferentes flujos que pueden presentarse en una cuenca dada.

Con fines de realizar un control logístico, económico y desarrollo temático, el estudio se ejecutará a manera de subproyectos o actividades interrelacionadas y dirigidas por el Servicio Geológico Colombiano. Estas actividades se describen a continuación de una forma muy general.

DIRECCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO

Esta actividad define el detalle e interrelación de las actividades que permitan alcanzar los objetivos planteados, vela por la calidad de los trabajos, orienta a cada uno de los grupos de trabajo a fin de generar los resultados parciales y productos finales que cumplan con las expectativas de los usuarios finales de los mismos. Además de participar en actividades técnicas, el Director del Proyecto debe liderar las acciones de divulgación y socialización de los resultados y gestionar todo lo relacionado con la logística y los recursos que sean requeridos en el desarrollo del estudio.

RECOPIACIÓN, ADQUISICIÓN CLASIFICACIÓN y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN SECUNDARIA

Como primer punto es importante recalcar que para ejecutar el estudio es importante tener en cuenta que se deberá contar con la cartográfica base del

IGAC a escala 1:2.000. Esta cartografía debe cumplir con los estándares cartográficos para este tipo de trabajos, de tal manera que sea posible generar modelos digitales de elevación que permitan modelar los diferentes eventos a estudiar.

Esta actividad comprende la revisión, recopilación, adquisición y análisis de información secundaria temática y cartográfica, de tal manera que se revisarán planchas, fotos, aerofotografías, imágenes de sensores remotos, datos hidrometeorológicos, estudios geológicos, geotécnicos, hidrológicos y climatológicos, entre otros. Esta información se organizará en bases de datos que permitan su acceso a los diferentes integrantes del proyecto. En esta fase del estudio se enfatizará en la evaluación de información con relación a estudios geológicos, geomorfológicos, geotécnicos, de uso del suelo, POT, de estabilidad, entre otros, efectuados por intermedio de entidades del orden municipal, departamental y nacional, así como aquellos que hayan sido elaborados por empresas consultoras y que se encuentren a disposición.

En esta actividad se incluye la adquisición de todo el material de trabajo, tal como fotografías aéreas y datos hidrometeorológicos, copias de soporte de los estudios de POT del municipio, informes de concejos municipales y departamentales de gestión de riesgo y CAR entre otros.

Finalmente es importante recalcar que si bien esta es una actividad puntual, la misma puede continuar a lo largo de la ejecución del trabajo, a medida que se tenga acceso a nueva información no identificada en esta etapa.

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

Se propone que la escala de trabajo sea 1:2.000 la cual es indispensable para poder ejecutar el estudio, por lo que se debe contratar la topografía de detalle que suministre la base cartográfica de acuerdo con los siguientes estándares para dicha escala, de la siguiente manera.

Realizar el levantamiento topográfico detallado de la microcuenca de la quebrada La Parroquia de acuerdo con las siguientes especificaciones técnicas:

- El levantamiento se realizará con amarre al sistema de coordenadas del Instituto geográfico Agustín Codazzi para lo cual se puede partir de placas conocidas de la red geodésica nacional o en su defecto de mojones materializados previamente a los cuales se le debe hacer el traslado de coordenadas mediante el uso de GPS de doble frecuencia y con ocupación simultánea de rastreo.

- Se materializarán por lo menos dos puntos con coordenadas planas que servirán para amarrar el levantamiento topográfico y replanteos posteriores. La materialización de los puntos se hará con mojones de concreto y placas de bronce de acuerdo a las especificaciones técnicas establecidas por el IGAC para este tipo de trabajos, se construirán en puntos estratégicos, que brinden suficiente estabilidad y permanencia y que sean visibles entre sí. Las placas llevarán una inscripción que permita la identificación del punto en campo.
- Cada mojón contendrá por lo menos dos referencias que se amojonarán igual que éstos.
- Los puntos de arranque materializados con incrustación de placa de bronce, llevarán una inscripción que permita la identificación del punto en campo, esta coincidirá con la descripción que se haga en el informe final.
- Los estudios topográficos se realizarán utilizando estación total de topografía de lectura directa al segundo, para la cual se debe contar con el certificado de calibración del equipo antes de iniciar los trabajos.
- Se tomará información topográfica para cada punto levantado en las 3 dimensiones: coordenada X (norte), coordenada Y (Este), Z (altura).
- Para el Cierre Lineal el máximo error admisible en las poligonales será de 1:1.000.
- Para el cierre Angular el máximo error admisible (E), estará dado por la siguiente ecuación: Siendo "E" el error de cierre en segundos, "n" el número de vértices o estaciones de la poligonal, y "a" la aproximación de la estación en las mismas unidades de "E". $E = \pm a \sqrt{n}$.
- Las carteras se diligenciarán y presentarán en forma clara y ordenada, lo que permitirá la revisión completa y sin problemas. Se deberán entregar las carteras originales
- Generar cartografía de detalle, impresa y digital a escala 1:1.000 de la microcuenca de la quebrada La Parroquia y con principal detalle del cauce considerando 15 metros a cada lado del eje: los planos incluirán detalles como drenajes menores, viviendas, escuelas, arroyos, lagos, nacimientos de agua, árboles de gran tamaño, caminos, carreteras, cercas y demás obras de infraestructura, así como otros elementos geográficos que se consideren de importancia (escarpes, rocas de gran tamaño, etc).

- Se generarán curvas de nivel cada metro y elaborar perfiles transversales cada 20 metros; si hay puntos que requieran la construcción de perfiles adicionales deberán ejecutarse a criterio del experto.

Metodología

El levantamiento de la microcuenca de la quebrada La Parroquia se hará partiendo y llegando de los mojones materializados a los que previamente se les ha hecho traslado de coordenadas, se utilizará el método de poligonal cerrada y detalles.

En desarrollo de los trabajos se debe llevar una cartera de campo en la que se hará un croquis con los detalles relevantes de la microcuenca y las observaciones del caso, también se debe llevar un registro fotográfico de las actividades de campo.

Equipos

Se equipos como estaciones totales, niveles y GPS para la ejecución de los trabajos y de los cuales se incluirá una descripción detallada de las especificaciones técnicas (características, modelo, marca y estado).

Productos a entregar

Informe escrito y en medio magnético que contendrá como mínimo la siguiente información:

- Descripción general de la microcuenca.
- Descripción de la metodología utilizada.
- Descripción de los mojones y referencias materializados.
- Registro fotográfico en detalle y panorámico.
- Determinación de coordenadas de los mojones materializados en la microcuenca; incluirá archivos Rinex de la base permanente y archivos Rinex del rastreo en campo.
- Relación de equipos - certificados de calibración.
- Carteras de campo (originales)
- Carteras de cálculos
- Nube de punto con datos de coordenadas y cotas

- Archivos digitales en formato Shape para manejo en GIS, Autocad DWG y de intercambio DXF.
- Dos juegos de planos a escala 1:1000
- Mojoneros materializados en campo

Se entregará toda la información impresa en original y dos (2) copias idénticas.

Esta información será la base para los estudios geológicos, geomorfológicos, geotécnicos, climatológicos, hidrológicos y de uso y cobertura de suelo.

GEOLOGÍA PARA INGENIERÍA Y GEOMORFOLOGÍA

Geología para ingeniería

Se realizará la identificación y caracterización de las Unidades Geológicas Superficiales (UGS) con base en fotointerpretación y comprobación en campo, con el fin de obtener el mapa de UGS y rasgos estructurales principales a escala 1:2.000.

La comprobación y complementación en campo, permitirá obtener los rasgos geológicos y estructurales principales del área de estudio mediante el análisis de información geológica de referencia y una actividad de exploración geológica de campo, durante la cual se hará control y toma de datos para el posterior mapeo de las unidades geológicas superficiales y estructuras principales.

Se realizará una descripción de las principales estructuras geológicas tanto a nivel local como regional, igualmente la descripción de rasgos estructurales como fallas y pliegues mencionando su posible incidencia sobre la estabilidad de la zona.

Se incluye igualmente el levantamiento de discontinuidades en el caso que haya afloramientos de roca, mediante el estudio de las propiedades físicas de las discontinuidades como planos de estratificación, diaclasas y fallas. Esta última actividad comprende una descripción de dichas discontinuidades, teniendo en cuenta los siguientes parámetros: orientación, espaciamiento, persistencia, rugosidad, resistencia de las paredes, apertura, rellenos y contenido de agua.

Se generará el mapa de geología para ingeniería a escala 1:2.000 para definir el comportamiento de los materiales, mediante el cual se obtendrá la calidad del macizo rocoso y la caracterización de los depósitos encontrados, donde se

incluirán las características principales como espesores promedio y conformación y características de los clastos y la matriz de los depósitos.

Geomorfología

El análisis geomorfológico de las laderas, se realizará a nivel de elementos geomorfológicos que hará énfasis en la identificación de los procesos tanto de origen endógeno como exógeno. Para cumplir el objeto del estudio propuesto, se enfocará bajo tres componentes principales: la morfología que identifica y zonifica las formas del terreno por su génesis u origen, la morfometría que cuantifica o mide las formas del terreno y la morfodinámica que identifica, clasifica, caracteriza y zonifica los diferentes procesos morfodinámicos pasados y recientes.

Esta actividad comprende la identificación y caracterización de las geoformas del terreno y de los procesos morfodinámicos, basados en fotointerpretación, comprobación de campo e inventarios y en el Modelo Digital del Terreno (MDT), generando como resultado el mapa de Elementos Geomorfológicos a escala 1:2.000 para la cuenca.

Se hará especial énfasis en la identificación de los procesos denudativos que se presenten en el área de estudio, los cuales comprenden la meteorización de la roca, los tipos de movimientos en masa (reptación, deslizamientos, desprendimientos, entre otros.) y las clases de erosión (laminar, en surcos, en cárcavas, entre otras.).

Finalmente se realizará una identificación geomorfológica de los depósitos de antiguos flujos generados por la quebrada La Parroquia y la geomorfología se analizará de manera multi-temporal, con el fin de determinar posibles cambios en el cauce generados por antiguos flujos, que permita definir diferentes escenarios de amenaza por flujo.

INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA

Con el fin de poder caracterizar los mecanismos predominantes en el área de estudio y las condiciones para las cuales se presentan, se realizará la caracterización de los procesos activos y el análisis de la información histórica contenida en el Sistema de Información de Movimientos en Masa SIMMA y la información recopilada relacionada en otras fuentes. Se partirá de las zonas inestables identificadas en el mapa de elementos geomorfológicos y se complementará con base en trabajos de campo, para lo cual se utilizará el formato estándar de levantamiento de datos de inventario de movimientos en masa del SGC.

Con base en la información capturada en campo se generará el mapa de las zonas de ruptura y los diferentes escenarios de amenaza tomarán esta información como base para el análisis por los diferentes mecanismos.

COBERTURA Y USO DEL SUELO

Mediante la aplicación de la metodología de Corine Land Cover, se obtendrá el mapa de cobertura y uso actual del suelo del área de estudio a escala 1:2.000. A partir de dicho mapa y con base en los mapas de suelos edafológicos, será posible analizar las diferentes variables que intervienen en la estabilidad de las laderas. Por otra parte, el mapa de cobertura estará encaminado a la determinación indirecta del caudal de escorrentía e infiltración y determinar los parámetros que afectan la estabilidad por los diferentes usos de suelo, que permita determinar el porcentaje de sólidos que pueden llegar al cauce y puedan alimentar un movimiento tipo flujo.

ANÁLISIS HIDROLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO

Una de las principales causas de los procesos de inestabilidad se relaciona con el agua y su interacción con los materiales, por lo tanto se requiere una evaluación detallada del agua lluvia y la interacción de ésta con el agua sub-superficial. Para tal fin se realizarán estudios geofísicos para evaluar los flujos sub-superficiales que pueden estar afectando los diferentes materiales identificados en el área de estudio. Se plantea la ejecución de estudios tomográficos que, analizados junto con otras variables hidrometeorológicas necesarias para la caracterización climatológica y de precipitación del sector de interés, permitirán definir las causas de la inestabilidad de la zona. Por otra parte, el estudio enfatizará en la variable climática de precipitación, determinando la distribución espacial (curvas isoyetas) para el sector.

Para los análisis propuestos, se deberán recopilar y adquirir todos los datos climáticos e hidrológicos de las estaciones pertinentes dentro del área de estudio y sus alrededores. En caso de existir estudios que contengan el detalle requerido en esta temática en las zonas de estudio, se podrá utilizar dicha información realizando los ajustes necesarios.

ANÁLISIS SISMOLÓGICO

Con el fin de determinar los parámetros sísmicos a incluir en la evaluación de amenaza por movimientos en masa, se partirá de la información del Mapa Nacional de Amenaza Sísmica versión 2010, de tal manera que a partir de la información de los catálogos de sismos y MM se establezca una relación de detonante sismo–Movimiento en Masa. En caso de existir información más

detallada en esta temática se utilizará dicha información, previa revisión y definición del nivel de confiabilidad y aplicabilidad de la misma.

EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO

En el área de estudio se ejecutarán diversos tipos de ensayos geotécnicos y con el fin de complementar y calibrar la caracterización geológica de los materiales que conforman el subsuelo. Se propone realizar perforaciones manuales hasta 8 metros de profundidad y apiques hasta 1.5 metros, los cuales serán definidos una vez se haya realizado el reconocimiento general de campo. Esta exploración permitirá la toma de datos en campo de parámetros de resistencia y la toma de muestras con el fin de realizar ensayos de clasificación de los materiales que permita generar parámetros necesarios para caracterizar la resistencia de los materiales y su comportamiento

ZONIFICACIÓN DE LA AMENAZA

A partir de la información obtenida y analizada se aplicará la metodología que mejor se ajuste al tipo de información generada, la cual puede ser estadística o probabilística, relacionando cada una de las variables temáticas con la ocurrencia de movimientos en masa, específicamente con los datos de inventario de procesos, identificando los tipos mecanismos de falla predominantes de acuerdo con el tipo de material y las condiciones físicas del sitio, para la obtención del mapa de susceptibilidad. Finalmente el mapa de susceptibilidad se cruzará con los detonantes lluvia y sismo mediante la metodología más apropiada de acuerdo con los resultados de los análisis obtenidos para la generación del mapa de Amenaza por Movimientos en Masa.

MODELACIÓN MATEMÁTICA DE FLUJOS

Consiste en la modelación hidráulica del cauce de la quebrada La Parroquia en una longitud aproximada de 2.500 metros, la cual comprende zonas veredales, suburbanas y urbanas. Las simulaciones del flujo, se realizarán a partir de los hidrogramas obtenidos del análisis hidrológico, mediante las cuales se busca establecer zonas de amenaza por flujos de lodos detonados por lluvias. Se propone el empleo de un software especializado que permita simular flujos de agua con altas concentraciones de lodos y flujo de detritos.

La modelación consiste en el procesamiento de la cartografía de acuerdo con la grilla de cálculo que genera el software que se emplee. La simulación de flujos

se realizará para evaluar la condición de flujo de agua con altas concentraciones de lodo y de detritos a nivel espacial y temporal.

Con base en los resultados de la modelación, se generarán mapas de amenaza por flujo para diferentes períodos de retorno, los cuales mostrarán los niveles de agua y las velocidades de flujo para la zona estudiada.

COMUNICACIÓN CON COMUNIDADES

El SGC participará en el proceso de articulación de la información encaminado hacia la toma de decisiones. El objetivo principal es identificar e implementar, de manera conjunta con las autoridades y comunidad de la zona de estudio, estrategias de comunicación e interacción a fin de que los resultados de los estudios sean incorporados efectivamente en los procesos referentes a gestión del riesgo, ordenamiento territorial y planificación de desarrollo sectorial. Este proceso se desarrollará a lo largo de todo el proyecto.

Este será un proceso conjunto entre el SGC y la Alcaldía, con el fin de lograr la apropiación social de dicha información de parte de las demás entidades municipales, regionales y nacionales (Universidades, Consejo Municipal y Departamental de Gestión del Riesgo, UNGRD, Alcaldía, Oficina de Planeación, Asociaciones, Gremios y comunidad en general), con el ánimo de lograr la aplicación de los resultados del estudio.

INFORME FINAL

Consiste en la elaboración del informe final del estudio en el cual se detallarán las actividades realizadas y se anexarán como soporte técnico todos los formatos de captura de información y los productos intermedios generados en el proceso de zonificación.

En esta actividad se contempla la generación de los mapas temáticos y de los productos finales en plataforma ARCGIS, como plataforma institucional de productos cartográficos.

PRODUCTOS A ENTREGAR

Como resultado del estudio se entregará un informe técnico en formato análogo y una (1) copia digital en formato Acrobat, esta última con el fin de facilitar su posterior reproducción. Los productos a entregar se relacionan a continuación:

- Mapa de Geología para Ingeniería escala 1:2.000.
- Mapa de Elementos Geomorfológicos escala 1:2.000

PRESUPUESTO

El valor total de los estudios asciende a la suma de **TRESCIENTOS VEINTITRES MILLONES OCHOCIENTOS NOVETA Y CUATRO MIL OCHOCIENTOS VEINTISEIS PESOS MCTE** de acuerdo con los costos que se presentan en la **Tabla 1:**

CRONOGRAMA PROPUESTA TECNICO-ECONOMICA PARA ZONIFICACIÓN DE AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA Y TIPO FLUJO EN LA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA LA PARROQUIA

No	ACTIVIDADES	VALORES TOTALES POR OBJETO DE GASTO (en pesos)						VALOR TOTAL
		PERSONAL	VIATICOS	GASTOS DE VIAJE Y JORNALAS	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	LABORATORIO	MATERIALES Y SUMINISTROS	
1	Dirección técnica del proyecto	15.380.635	1.134.100	0	0	0	0	16.514.735
2	Recopilación y evaluación de información disponible	3.650.243	1.716.000	0	1.540.000	0	550.000	7.456.243
3	Cartografía Digital y Topografía escala 1:1.000	3.650.243	475.200	0	385.000	0	114.752.000	119.262.443
4	Geología para Ingeniería y geomorfología	18.570.167	4.768.500	550.000	3.850.000	0	8.250.000	35.988.667
5	Hidrología	7.484.770	536.250	110.000	1.155.000	0	8.470.000	17.756.020
6	Geotecnia, incluye: exploración, laboratorio	11.616.986	7.311.150	2.200.000	6.930.000	22.077.000	37.950.000	88.085.136
7	Zonificación de Amenaza por Movimientos en masa y flujo	32.561.583	0	0	0	0	6.270.000	38.831.583
VALOR TOTAL (EN PESOS)		92.914.626	15.941.200	2.860.000	13.860.000	22.077.000	176.242.000	323.894.826

Tabla 1. Presupuesto