TOCANCIPÁ TRABAJAMOS Para Ti

ALCALDÍA DE TOCANCIPÁ

ANEXO TECNICO.

1. OBJETO

ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DETALLADOS, DISEÑOS Y PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE REDUCCIÓN DEL RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCION EN MASA EN EL CENTRO POBLADO RURAL SAN VICTORINO, VEREDA CANAVITA Y SECTOR SOLER, VEREDA LA ESMERALDA DEL MUNICIPIO DE TOCANCIPA..

2. JUSTIFICACIÓN Y ANTECEDENTES

En atención a lo dispuesto en los numerales 7 y 12 del artículo 25 de la ley 80 de 1993 y el artículo 2.2.1.1.2.1.1. del decreto 1082 de 2015, modificado por el artículo 1 del Decreto 399 de 2021, en donde se establece la obligación a cargo de las entidades estatales de realizar los estudios y documentos previos a la apertura de los procesos de selección, el Municipio de Tocancipá realizó el presente documento, que servirá de soporte para elaborar el proyecto de pliego de condiciones, el pliego de condiciones definitivo y el contrato correspondiente. A continuación, se expone de forma sucinta la necesidad que la Entidad pretende satisfacer.

El artículo 2 de la Constitución Política de Colombia, establece que: *"Son fines esenciales del estado: servir a la comunidad, promover la prosperidad general y garantizar la efectividad de los principios, derechos y deberes consagrados en la Constitución; facilitar la participación de todos en las decisiones que los afectan y en la vida económica, política, administrativa y cultural de la Nación; defender la independencia nacional, mantener la integridad territorial y asegurar la convivencia pacífica y la vigencia de un orden justo".*

A su vez, el artículo 209 de la Constitución Política de Colombia dispone que: *"la función administrativa está al servicio de los intereses generales y se desarrolla con fundamento en los principios de igualdad, moralidad, eficacia, economía, celeridad, imparcialidad y publicidad, mediante la descentralización, la delegación y la desconcentración de funciones. Las autoridades administrativas deben coordinar sus actuaciones para el adecuado cumplimiento de los fines del Estado (...)".*

Que el artículo 311 Ibidem dicta que *"Al municipio como entidad fundamental de la división político-administrativa del Estado le corresponde prestar los servicios públicos que determine la ley, construir las obras que demande el progreso local, ordenar el desarrollo de su territorio, promover la participación comunitaria, el mejoramiento social y cultural de sus habitantes y cumplir las demás funciones que le asignen la Constitución y las leyes".*

Que el artículo 339 Ibidem establece que *"Los servicios públicos son inherentes a la finalidad social del Estado. Es deber del Estado asegurar su prestación eficiente a todos los habitantes del territorio nacional. (...)"*

De conformidad con el numeral 1 del artículo 11 de la Ley 80 de 1993, la competencia para ordenar y dirigir la celebración de los contratos corresponde al Jefe de la Entidad, en este caso al Alcalde Municipal.

La Ley 1523 de 2012 define la gestión del riesgo de desastres como: "(...) *un proceso social orientado a la formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas, estrategias, planes, programas, regulaciones, instrumentos, medidas y acciones permanentes para el conocimiento y reducción del riesgo y para el manejo de desastres (...)"*; que es responsabilidad de todas las autoridades y habitantes del territorio colombiano. En su artículo 14 establece: "*Los Alcaldes en el Sistema Nacional. Los alcaldes como jefes de la administración local representan al Sistema Nacional en el Distrito y el Municipio. El alcalde, como conductor del desarrollo local, es el responsable directo de la implementación de los procesos de gestión del riesgo en el distrito o municipio, incluyendo el conocimiento y la reducción del riesgo y el manejo de desastres en el área de su jurisdicción. Parágrafo: Los alcaldes y la administración municipal o distrital deberán integrar en la planificación del desarrollo local, acciones estratégicas y prioritarias en materia de gestión del riesgo de desastres, especialmente, a través de los planes de ordenamiento territorial, de desarrollo municipal o distrital y demás instrumentos de gestión pública*".

El conocimiento del riesgo es el primer componente de la gestión del riesgo de desastres, que define el numeral 7 del artículo 4 de la Ley 1523 de 2012 como: "*El proceso de la gestión del riesgo compuesto por la identificación de escenarios de riesgo, el análisis y la evaluación del riesgo, el monitoreo y seguimiento del riesgo y sus componentes, y la comunicación para promover una mayor conciencia del mismo que alimenta los procesos de reducción del riesgo y de manejo de desastres*"; y constituye la base tanto para la toma de decisiones y criterios de sostenibilidad de los procesos de planificación del desarrollo, ordenamiento territorial y planificación ambiental. Y esta subdividido en cuatro subprocesos: identificación y caracterización de escenarios, análisis, monitoreo y comunicación del riesgo.

Por ello, el conocimiento del riesgo no debe ser entendido como un gasto sino como una inversión de gran utilidad y beneficio económico, social, ambiental e institucional, ya que las inversiones que se dejan de hacer en prevención y reducción del riesgo lastimosamente luego son trasladadas en los procesos de manejo, respuesta y recuperación del desastre a un valor mucho mayor.

En este sentido el Acuerdo Municipal No. 009 del 27 de octubre de 2010 *"POR EL CUAL SE REVISA Y AJUSTA EL PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE TOCANCIPÁ, ADOPTADO MEDIANTE EL ACUERDO No. 011 DE 2005"* (Plan de Ordenamiento Territorial) establece descripción de zonas de amenazas y riesgo del cual se describe:

• El artículo 8 determina la amenaza geomorfológica, relacionando al Municipio con peligros de erosión hídrica tanto laminar, y remoción en masa. Igualmente existen factores de riesgo por iintercalaciones y espesores diversos de rocas blandas y duras que crea incompetencia y, a su vez, erosión diferencial y desprendimientos; la alta meteorización o intemperismo de las rocas y suelos; la compleja geología estructural (estratos de rocas inclinadas, fracturadas o plegadas); la amenaza sísmica (alta sismicidad, fallas geológicas activas y otras sismo fuentes regionales); y condiciones hidrogeológicas (distintos niveles freáticos, zonas húmedas, zonas de nacederos, etc.). También factores externos (extrínsecos o exógenos), tales como: Régimen climático variable (lluvias, vientos y temperaturas que pueden ser extremas); la hidrología superficial.

- El artículo número 38 determina la amenaza geológica del Municipio de Tocancipá, situando al territorio dentro de amenaza Sísmica Intermedia superficial ya que casi la totalidad de sus focos o hipocentros se generan a una profundidad entre 0 a 30.

•, En el mismo artículo mencionan que veredas como Canavita y La Esmeralda son susceptibles a fenómenos de remoción en masa, ccorrespondiente a las laderas (o vertientes), a los taludes de corte de canteras, viales y para la fundación de viviendas, y que están catalogados en amenaza medio y alta.

Según el estudio básico de riesgo realizado en la ejecución del Contrato No. 421 de 2018 con objeto fue: *"CONSULTORÍA TÉCNICA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS DETALLADOS DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y CATEGORIZACIÓN DEL RIESGO POR INUNDACIÓN EN CAUCES NATURALES, REMOCIÓN EN MASA EN ÁREAS RURALES, ESCENARIOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y PROPUESTA DE DELIMITACIÓN DEL POLÍGONO MINERO DETERMINANDO LAS ÁREAS DE MANEJO Y PROTECCIÓN AMBIENTAL EN LA JURISDICCIÓN DEL MUNICIPIO DE TOCANCIPÁ, EN CUMPLIMIENTO A LA SENTENCIA DEL RIO BOGOTÁ"*; identifica sectores de las veredas Canavita y La Esmeralda en Intermedia y alta amenaza por fenómenos de Remoción en masa (ver Ilustración 1).



Ilustración 1. Zonificación de amenaza por fenómenos de remoción en masa, Municipio de Tocancipá. Archivos Rinex Contrato 421 de 2018.

Así mismo, el Plan de Desarrollo Municipal "Tocancipá Trabajamos para Ti 2020 - 2023" establece en su Línea 2 – Avancemos en Desarrollo Territorial, Dimensión 7. Trabajemos en Planeación y Gestión del Territorio, la Meta: Documentos de estudios técnicos para el conocimiento y reducción de riesgo y desastres elaborados (estudio de riesgo).

Así mismo, acorde con el Decreto 1807 de 2014, Titulo III relaciona la Incorporación de la Gestión del Riesgo en el Ordenamiento, que en su Artículo 22 dispone *"Los estudios básicos, y cuando se disponga de estudios detallados, deben integrarse al Documento Técnico de Soporte que contiene la justificación, la descripción, el desarrollo y la aplicación de las determinaciones de planificación de los componentes y contenidos del Plan de Ordenamiento Territorial."* Al igual que en el Articulo 23, Numeral 1 "Objetivos ***y estrategias territoriales de mediano y largo plazo.*** *Se deben establecer los objetivos y estrategias de mediano y largo plazo garantizando la incorporación de la gestión del riesgo en el plan de ordenamiento territorial y la definición de medidas para el conocimiento y la reducción (prevención y mitigación) del riesgo, procurando el desarrollo seguro del territorio, de acuerdo con los análisis efectuados en los estudios básicos, así como con los análisis de estudios detallados cuando se disponga de estos."*, por lo tanto es importante la realización de estudios detallados de Riesgo.

Adicionalmente, dentro del proceso de priorización de estudios detallados de riesgo a realizar en el municipio de Tocancipá, la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR mediante el Contrato de Consultoria N°1633 de 2022 con objeto "ELABORACION DE ESTUDIOS Y DISEÑOS DE OBRAS DE INGENIERIA NECESARIOS PARA EL CONOCIMIENTO Y LA REDUCCIÓN DEL RIESGO EN SITIOS CRITICOS POR PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA, INUNDACIÓN Y AVENIDA TORRENCIAL EN LA CUENCA DEL RIO BOGOTA Y OTRAS CUENCAS PRIORIZADAS EN JURISDICCIÓN DE LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA" ha

gestionado estudios en asentamientos en el Sector Patiño, Quindingua, Linares, Divino Niño y Mirador del Aliso. Por lo tanto el Municipio debe focalizar y priorizar la realización de estudios de Riesgo

Dentro de la revisión de los sectores con amenaza intermedia y alta a priorizar para el estudio previo en el presente proceso, se analizó los siguientes sectores bajo los siguientes parámetros:

- *Dentro del Plan de Ordenamiento Territorial vigente mediante Acuerdo 009 de 2010 "POR EL CUAL SE REVISA Y AJUSTA EL PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE TOCANCIPÁ, ADOPTADO MEDIANTE EL ACUERDO No. 011 DE 2005" en el Articulo 38 en su parágrafo establece " La Administración Municipal en cabeza de la Gerencia de Medio Ambiente, Planeación y Gobierno deberá realizar un estudio de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo en los seis (6) meses posteriores a la aprobación del presente acuerdo, antes de otorgar cualquier tipo de licencia en el polígono establecido como Centro Poblado San Victorino.",* del cual el centro poblado en mención en el estudio básico de Riesgo Contrato No. 421 de 2018 obtuvo condiciones de amenaza y de riesgo Altos en intermedios en la mayoría de su polígono y por el cual es necesario ser priorizado.

- *Por otro lado, en los resultados del estudio básico de riesgo producto del Contrato 421 de 2018, el sector Soler se obtiene está bajo condición de amenaza y riesgo en niveles Intermedios y altos, donde es de total atención y priorización en el estudio bajo los siguientes motivos en los últimos años:*

    - *Mediante eventos ocasionado en el mes de Marzo de 2020 expuesta en el Concejo Municipal de Gestión del Riesgo No 007 del 30/03/2020 se expone eventos de remoción de masa por causa de deslizamiento y erosión del terreno, aumentando la vulnerabilidad de las viviendas la parte superior del talud y la vía municipal en el pie del talud del Sector. Este caso también fue analizado sobre las posibles soluciones de mitigación mediante el Concejo de Riesgo N°008 de 20/04/2020.*





Ilustraciones: Identificación eventos de remoción en masa y socavación del terreno Sector Soler. Marzo de 2020.

- Mediante las afectaciones registradas en el mes de Octubre de 2022, el sector Soler también presentó afectaciones por deslizamiento en otro talud, exponiendo a más de una vivienda, del cual fue expuesto en con Concejo Municipal de Riesgo No010 del 31/10/2022 y que posteriormente fue tratado mediante concejo de riesgo N°012 del 11/11/2022, del cual recalca la realización de estudios para la mitigación de eventos en el sector.



Ilustraciones: Identificación eventos de remoción en masa y socavación del terreno Sector Soler. Octubre de 2022.

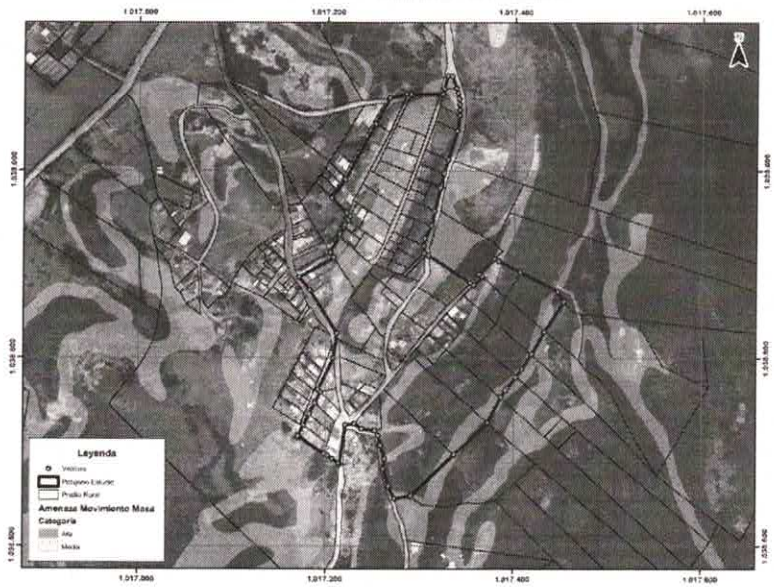
SS

Que, en concordancia con el principio de precaución y prevención del riesgo, y ante la amenaza Intermedia y Alta por fenómenos de remoción en masa en los Cerros orientales de Tocancipá y la proliferación de asentamientos humanos en Centros poblados (San Victorino-Arizmendi, Soler) sobre los sectores en amenaza, se deben entonces, tomar las medidas y acciones de intervención restrictiva o prospectiva dispuestas con anticipación con el fin de evitar que se causen daños o pérdidas humanas, materiales económicas o ambientales generando una alteración intensa, grave y extendida en las condiciones normales de funcionamiento de la población en el Municipio de Tocancipá.

Es de resaltar que según lo estipulado en el Decreto 1077 de 2015 del ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (Decreto 1807/2014) para la determinación de la categorización del riesgo y establecimiento de las medidas de mitigación correspondientes es necesario realizar estudios detallados de amenaza por fenómenos por movimientos en masa.

3. **DESCRIPCION ACTUAL O ZONA A INTERVENIR**

Sector San Victorino, Vereda Canavita.



Ilustración, Zonificación del área directa de estudio sector San Victorino, Vereda Canavita.

El área directa de estudio esta determinada bajo los siguientes vértices de la siguiente tabla:

M

VERTICES DE AREA DIRECTA ESTUDIO DETALLADO DE RIESGO CENTROPOBLADO SAN VICTORINO, VEREDA CANAVITA, MUNICIPIO DE TOCANCIPA.

No.	Este	Norte	No.	Este	Norte	No.	Este	Norte
1	1017332,456	1039100,938	28	1017432,657	1038828,030	55	1017182,470	1038740,780
2	1017337,356	1039087,611	29	1017419,221	1038804,319	56	1017188,420	1038752,340
3	1017339,030	1039081,967	30	1017408,918	1038788,810	57	1017194,360	1038763,910
4	1017340,206	1039076,199	31	1017402,465	1038779,753	58	1017191,770	1038766,320
5	1017340,874	1039070,350	32	1017393,181	1038768,432	59	1017207,950	1038799,680
6	1017341,029	1039064,465	33	1017391,597	1038766,054	60	1017211,430	1038826,030
7	1017340,671	1039058,589	34	1017386,728	1038758,922	61	1017182,590	1038872,600
8	1017338,398	1039042,651	35	1017372,556	1038732,150	62	1017171,160	1038886,420
9	1017328,834	1039011,799	36	1017336,890	1038697,753	63	1017207,720	1038907,210
10	1017324,425	1038997,252	37	1017291,143	1038653,633	64	1017204,070	1038912,590
11	1017321,338	1038984,007	38	1017273,681	1038650,415	65	1017213,120	1038930,430
12	1017320,893	1038981,864	39	1017267,236	1038663,778	66	1017214,110	1038932,420
13	1017315,010	1038956,847	40	1017261,766	1038682,143	67	1017218,140	1038940,470
14	1017311,506	1038941,563	41	1017262,983	1038692,994	68	1017219,230	1038942,140
15	1017304,865	1038927,757	42	1017258,840	1038707,270	69	1017222,740	1038947,490
16	1017303,635	1038919,852	43	1017256,070	1038718,110	70	1017224,900	1038951,590
17	1017304,088	1038912,048	44	1017252,190	1038723,410	71	1017221,290	1038954,950
18	1017308,477	1038909,860	45	1017238,730	1038725,170	72	1017205,000	1038970,910
19	1017353,151	1038880,734	46	1017230,870	1038730,460	73	1017219,370	1038990,500
20	1017357,011	1038878,217	47	1017221,120	1038729,200	74	1017251,760	1039049,840
21	1017366,053	1038887,095	48	1017215,020	1038687,480	75	1017266,490	1039077,120
22	1017362,711	1038889,981	49	1017213,700	1038688,220	76	1017284,290	1039080,900
23	1017379,309	1038906,035	50	1017207,300	1038693,310	77	1017289,090	1039080,930
24	1017383,957	1038903,673	51	1017202,530	1038696,840	78	1017322,830	1039081,180
25	1017406,742	1038892,097	52	1017198,310	1038698,340	79	1017324,370	1039087,010
26	1017446,746	1038871,772	53	1017170,580	1038717,660	80	1017327,760	1039101,110
27	1017453,111	1038860,302	54	1017176,530	1038729,220	81	1017332,46	1039100,94

Igualmente, dentro del área de influencia directa de estudio, se tiene identificado las siguientes unidades prediales como:

RELACION PREDIAL AREA DIRECTA DE ESTUDIO DETALLADO DE RIESGO CENTRO POBLADO SAN VICTORINO, VEREDA CANAVITA MUNICIPIO DE TOCANCIPA.					
N°	Cedula catastral	N°	Cedula catastral	N°	Cedula catastral
1	25817000000061280000	27	25817000000061330000	53	25817000000061489000
2	25817000000061758000	28	25817000000060995000	54	25817000000061740000
3	25817000000060879000	29	25817000000060993000	55	25817000000061378000
4	25817000000061047000	30	25817000000061750000	56	25817000000061193000
5	25817000000061194000	31	25817000000061303000	57	25817000000061789000
6	25817000000061203000	32	25817000000061515000	58	25817000000061747000
7	25817000000061755000	33	25817000000061748000	59	25817000000061742000
8	25817000000061760000	34	25817000000061281000	60	25817000000061279000
9	25817000000061749000	35	25817000000060656000	61	25817000000061220000
10	25817000000060559000	36	25817000000060990000	62	25817000000061741000
11	25817000000061729000	37	25817000000061376000	63	25817000000061605000
12	25817000000061753000	38	25817000000061754000	64	25817000000061792000
13	25817000000060558000	39	25817000000060562000	65	25817000000061363000
14	25817000000061365000	40	25817000000061751000	66	25817000000061160000
15	25817000000060387000	41	25817000000061448000	67	25817000000061727000
16	25817000000061756000	42	25817000000061036000	68	25817000000061367000
17	25817000000061472000	43	25817000000061377000	69	25817000000061514000
18	25817000000061191000	44	25817000000061761000	70	25817000000061744000
19	25817000000061743000	45	25817000000061793000	71	25817000000061351000

20	25817000000061075000	**46**	25817000000061728000	**72**	25817000000061369000
21	25817000000061361000	**47**	25817000000061746000	**73**	25817000000061791000
22	25817000000061757000	**48**	25817000000061519000	**74**	25817000000061223000
23	25817000000060925000	**49**	25817000000061788000	**75**	25817000000061794000
24	25817000000061752000	**50**	25817000000061787000	**76**	25817000000060884000
25	25817000000061370000	**51**	25817000000060375000	**77**	25817000000061305000
26	25817000000060991000	**52**	25817000000061745000		

Sector Soler , Vereda La Esmeralda.



VERTICES AREA DE INFLUENCIA DIRECTA SECTOR SOLER, VEREDA LA ESMERALDA.		
Punto	**Este**	**Norte**
1	1019700,24	1040829,54
2	1019700,43	1040847,70

3	1019709,56	1040851,54
4	1019723,32	1040854,85
5	1019739,32	1040852,73
6	1019772,26	1040824,43
7	1019794,75	1040810,21
8	1019821,54	1040803,26
9	1019825,8	1040798,49
10	1019816,14	1040709,48
11	1019812,45	1040708,54
12	1019809,27	1040705,58
13	1019807,79	1040702,41
14	1019805,67	1040699,23
15	1019802,5	1040694,57
16	1019790,28	1040694,15
17	1019708,13	1040760,03
18	1019700,24	1040829,54

Unidades Prediales Sector Soler.	
No.	Cedula catastral
1	25817000000070743000
2	25817000000070731000

El área de estudio directa se localiza dentro del área de estudio total y está delimitada por las zonas urbanizadas de los asentamientos Centro poblado San Victorino Y El sector Soler, comprendiendo un área aproximada de 7.97 Hectáreas, es importante recalcar que el área hace referencia parte del barrio objeto de análisis para el proceso a contratar; sin embargo, el área de estudio para la determinación de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo depende de las zonas aledañas a los barrios las cuales deberán analizarse y contemplarse dentro del presente estudio para la obtención del resultado final; lo cual no generará reconocimiento de pago adicional.

4. ALCANCE Y ACTIVIDADES PARA EJECUTAR

El desarrollo de esta consultoría contempla la realización de las siguientes actividades o componentes para cada uno de los sectores priorizados objetos del estudio:

a) Modelo geológico-geotécnico-hidráulico

b) Escenarios de amenaza
c) Zonificación de la amenaza
d) Escenarios de vulnerabilidad
e) Zonificación de la vulnerabilidad
f) Estimación de daños, costos asociados y pérdidas potenciales
g) Zonificación del riesgo
h) Identificación de las medidas de mitigación de riesgo
i) Priorización y diseño detallado de las medidas de mitigación.

Dentro de los 5 días siguientes a la suscripción del acta de inicio el contratista deberá entregar el plan de trabajo (PDT) con la programación de todas las actividades generales con sus respectivas tareas específicas descritas en el presente anexo (tanto de campo como de oficina), caracterizando la ruta crítica, además tiempos planteados acordes con la ejecución del proyecto bajo los principios de organización y planeación, que deberá ser aprobado por la supervisión.

Una vez aprobado, el plan de trabajo (PDT) será inmodificable a menos que sobrevengan condiciones técnicas; imprevistos no atribuibles al contratista o circunstancias de caso fortuito o fuerza mayor que alteren la programación aprobada.

La zonificación de amenaza por fenómenos de remoción en masa deberá realizarse teniendo en cuenta e incorporando la información del estudio básico de Riesgo Realizado mediante contrato 421 de 2018, y por ello este componente se necesita hacer el estudio detallado de Riesgo , del cual deben tener en cuenta:

a) Revisión del estudio inicial
b) integración y adecuación de los resultados del estudio a la cartografía base de la presente consultoría
c) revisión de los resultados de la exploración geotécnica, reinterpretación e integración de esta a la presente consultoría
d) inventario, evaluación, y diagnóstico de obras de mitigación existentes e) modelación geológica-geotécnica.
e) zonificación detallada de amenaza por fenómenos de remoción en masa conforme a los requerimientos de la guía metodológica (SGC 2015) para el área directa de estudio.

La actualización de la zonificación de amenaza por fenómenos de remoción en masa deberá realizarse para el área total de estudio de la siguiente forma:

1) zonificación detallada del área directa de estudio (aproximadamente 7.97Ha) actualización de la zonificación del área restante con base en el inventario, evaluación, y

diagnóstico de las obras de mitigación existentes a día de hoy, inventario de procesos morfodinámicos, y a cambios importantes inferidos en condiciones hidrogeológicas, y geológico-geotécnicas que puedan sustentarse a través de información secundaria.

El desarrollo de todas las actividades y los productos deberá ajustarse a la siguiente metodología, para las áreas que correspondan: la ley 1523 de 2012, el decreto 1077 de 2015, y especialmente con la guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo para movimientos en masa a escala detallada del Servicio Geológico Colombiano 2016 para escala detallada.

Para cada una de las etapas, se deberán llevar a cabo las actividades que se detallan a continuación

N°	ETAPA	ID	ACTIVIDADES.
1	ACTUALIZACION DE CARTOGRAFIA BASE DIGITAL Y MODELADO 3D	1,1	Recopilacion y análisis de informacion primaria y secundaria.
		1,2	Levantamiento Topográfico en Drone.
		1,3	Levantamiento Topográfico detallado.
		1,4	Estructuracion y Actualizacion de la cartografia basica digital 1:1000
2	GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA	2,1	Caracterización de la Geologia Local
		2,2	Caracterización Unidades Geológicas para Ingenieria.
		2,3	Actualización de Inventario y Catálogo de procesos morfodinámicos.
		2,4	Caracterización Geomorfológica a nivel (Morfodinámica, MorfoGenesis, Morfometria)
3	COBERTURA Y USO DEL SUELO.	3,1	Identificacion de uso y cobertura del suelo metodologia corine land cover y realizar el diagnostico de perdida de cobertura mediante análisis multitemporal.
4		4,1	Realizacion de Sondeos mecánicos a rotación y apiques.
		4,2	Ensayos para caracterización de muestras de suelos (humedad, granulometria, límites, compresion simple, peso unitario y especifico, cortes directos, permeabilidad)
		4,3	Ensayo de refracción sismica para determinación de perfiles del suelo.
		4,4	Ensayo de tomografía eléctrica.
5	HIDROGEOLOGIA	5,1	Estudio Hidrogeológico (niveles freáticos o piezométricos, condiciones de permeabilidad de estratos, capacidad de almacenamiento, zonas de recarga, tipos de acuiferos)
6	DIAGNOSTICO DE OBRAS DE MITIGACION EN EL AREA DE ESTUDIO.	6,1	Inventario, evaluación y diagnóstico de obras de mitigación existente.

7	ANALISIS DETALLADO DE AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA	7,1	Caracterización, Zonificación y Modelación Geotecnica.
		7,2	Determinación y Zonificación de la amenaza por movimientos en masa.
8	Analisis de amenaza por Origen Tecnológico	8,1	Determinación y Zonificación de la amenaza por origen tecnológico.
9	Evaluacion de Vulnerabilidad.	9,1	Encuesta de caracterización predial.
		9,2	Inventario, evaluacióny diagnóstico físico y social de predios y obras de mitigación.
		9,3	Determinación y Zonificación de Vulnerabilidad.
10	Evaluación del Riesgo.	10,1	Determinación, zonificación y Categorización de Riesgo.
		10,2	Identificación de medidas de mitigación.
11	DISEÑO DE MEDIDAS DE MITIGACION.	11,1	Diseño a nivel de Ingenieria de detalle de obras de mitigación.
		11,2	Elaboración de Programación, presupuestos, especificaciones técnicas y lineamientos ambientales.
12	CARTOGRAFIA TEMÁTICA.	12,1	Estructuración Cartografía temática digital 1 escala mínima 1:500
13	SOCIALIZACIÓN	13,1	Jornadas de socialización con la comunidad y la Alcaldia de Tocancipa , para presentar el proyecto y dar a conocer los resultados obtenidos en el estudio.

4.1. ACTUALIZACIÓN DE CARTOGRAFÍA BASE DIGITAL Y MODELADO 3D

4.1.1. Recopilación y análisis de la información secundaria

Deberá recopilarse y evaluarse la información disponible de la zona de estudio, como informes previos sobre los problemas de estabilidad identificados, estudios de zonificación de amenazas, de zonificación geotécnica y sísmica indicativa, información geológica, geomorfológica, redes de servicios públicos fotografías aéreas, mapas temáticos y en general toda la información que se considere necesaria para cumplir con el objeto del contrato, incluyendo la revisión de los antecedentes disponibles la oficina de Gestión del Riesgo y Desastres de Tocancipa, las autoridades ambientales, y los archivos disponibles en las diferentes entidades competentes, en especial en el contrato 421 de 2018 con objeto " *CONSULTORÍA TÉCNICA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS DETALLADOS DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y CATEGORIZACIÓN DEL RIESGO POR INUNDACIÓN EN CAUCES NATURALES, REMOCIÓN EN MASA EN ÁREAS RURALES, ESCENARIOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y PROPUESTA DE DELIMITACIÓN DEL POLÍGONO MINERO DETERMINANDO LAS ÁREAS DE MANEJO Y PROTECCIÓN AMBIENTAL EN LA JURISDICCIÓN DEL MUNICIPIO DE TOCANCIPÁ, EN CUMPLIMIENTO A LA SENTENCIA DEL RIO BOGOTÁ.*"

4.1.2. Levantamiento en Drone

Se realizará levantamiento topográfico drone para el mapeo planimétrico y altimétrico del área directa de estudio. Generando un modelo 3D que permita detallar las edificaciones existentes y demás elementos terrestres.
Para la ejecución de los vuelos, el operario deberá contar con los respectivos permisos y certificados de la autoridad competente acorde con las disposiciones de la Aeronáutica Civil, fuerza Aérea y/o demás entidades reguladoras y/o competentes.
La ortofotografía y la cartografía vectorial generada producto del levantamiento deberán cumplir con una escala 1:500 a 1:1000, en cumplimiento con las resoluciones del IGAC No. 471, 529 de 2020 y No. 197 de 2022, se deberá obtener los planos a escala con curvas de nivel mínimo cada 0.5 metros, los informes de soporte de actividades, los sensores a utilizar por el contratista deberán presentar su certificado de calibración de fábrica no mayor a dos años. - Los puntos de apoyo deberán localizarse en lugares estables geológicamente y fuera de amenazas inminentes por cualquier otro fenómeno natural o antrópico.

4.1.3. Levantamiento topográfico

Se deberán realizar levantamiento topográfico de la información que no pueda restituirse a partir de la información de sensores remotos, y deberá contener como mínimo la siguiente información y requisitos:

- Para las fuentes hídricas permanentes e intermitentes presentes en el área de estudio (topobatimetría), se tomará secciones mínimo cada 10 metros y una franja de 10 a 20 metros a lado y lado de la fuente, caracterizando las orillas y el cauce mediante secciones transversales al eje de la fuente hídrica. Las secciones transversales deben abarcar toda la zona hasta la cual puedan llegar los niveles de agua para los caudales de diseño siempre que garanticen la correcta representación de geoforma del cauce, y la ubicación de estructura o elemento que incidan en su comportamiento fluido – dinámico. Se debe medir la pendiente hidráulica de la fuente hídrica. En la primera sección aguas arriba y en la última agua abajo a una misma hora, se toma el nivel del agua dejando algún testigo de este nivel. Posteriormente se nivelan ambos testigos y con ello se halla la cota del nivel de agua en ambos extremos del río, pudiéndose calcular la pendiente hidráulica.

– De existir, se debe tomar la información altimétrica y planimétrica de las estructuras existentes aguas arriba y aguas abajo de la sección de cruce: puentes, bocatomas, defensas, etc.
- El levantamiento topográfico detallado deberá incluir absolutamente todos los aspectos del terreno como edificaciones, vías peatonales, redes de servicios públicos, pozos, sumideros, canales, cajas de alcantarillado, aguas lluvias, cercas, puentes, obras ingenieriles, arboles, vegetación, etc...
- Se realizará levantamiento de la infraestructura existente en el área de estudio la cual será consistente con las fichas o encuestas de vulnerabilidad levantadas en campo.

- Se debe contemplar los detalles de las posibles obras de mitigación existentes dentro del área de estudio para un posterior análisis.
- Se debe contemplar el levantamiento de las redes existentes dentro de la zona de estudio (redes de gas, acueducto, alcantarillado, etc.).
- Definir el polígono de los barrios, con sus respectivos alinderamientos, se debe hacer identificación del área de interés que se encuentran en la zona de estudio de acuerdo a las clasificaciones del POT.
- Si el levantamiento se hace por el método de nube de puntos, se deberá complementar con el levantamiento directo de por lo menos una sección transversal de verificación por hectárea, preferiblemente en algunos de los sitios seleccionados para realizar los análisis detallados de estabilidad.
- La comisión de topografía tendrá en cuenta que en algunos casos se requerirá realizar desmonte, rocería y limpieza de los terrenos a levantar, para lo cual tendrá los implementos adecuados y tramitará los permisos que se requieran. Toda la información levantada deberá amarrarse al sistema de coordenadas establecido actualmente por el IGAC (Resolución 471 de 2020 , concordantes y complementarias en materia).
- El contratista es responsable de todas las medidas de seguridad e higiene ocupacional que se deben tener en cuenta durante el levantamiento para todos los integrantes de la comisión. Igualmente, el contratista tendrá en cuenta suministrar la señalización requerida en vías de tráfico vehicular, esto no implica la implementación de un Plan de Manejo de tráfico.
- Se debe emplear en el levantamiento una estación total con certificado de calibración vigente y reciente, expedido con un máximo de tres meses de anterioridad de la fecha de inicio de realización de los trabajos topográficos. Los equipos de posicionamiento satelital que se empleen deben contar con un certificado de calibración expedido con un máximo de tres meses de anterioridad de la fecha de iniciación de los trabajos topográficos. Para las nivelaciones se debe emplear un nivel de precisión con certificado de calibración expedido con un máximo de tres meses de anterioridad de la fecha de realización de los trabajos. Los certificados de calibración deben indicar que los equipos se encuentran en buen estado y cumplen con las especificaciones técnicas de uso.
- Deberán construirse en campo dos mojones en concreto debidamente amarrados al sistema satelital de referencia, con por lo menos 500 metros de distancia entre sí, sin embargo, de ser necesario, deberán materializarse más.
- La información correspondiente a la planimetría, altimétrica y demás, producto del levantamiento topográfico, deberá ser entregada y presentada dentro del volumen correspondiente en archivo gráfico con extensión de DWG, mínimo versión 2014 o compatible y junto con los correspondientes soportes escritos y gráficos antes relacionados, en DOS copias originales impresas y DOS copias magnéticas debidamente firmadas por los profesionales responsables.
- Desde el levantamiento topográfico el contratista deberá asignar una numeración de los predios y edificaciones existentes, la cual debe tomarse como referencia en todo el proyecto.

En especial las otras etapas del proyecto que involucran análisis predio a predio, como las encuestas de vulnerabilidad social y física.

4.1.4. Estructuración cartografía básica digital 1:1000

Se deberá estructurar la cartografía básica digital a partir de los datos capturados en el área total de estudio, se construirá una base datos espaciales con las siguientes capas: curvas de nivel, la red de drenajes superficiales, construcciones o edificaciones, vías peatonales, vehiculares y sardineles y todo detalle adicional que contribuya a una mejor descripción planimétrica del proyecto, cercas en diferentes materiales, estructuras existentes (puentes, muros de contención y mampostería), elementos de las redes de acueducto y alcantarillado que confluyen o cruzan la zona de estudio, y árboles más representativos, cubriendo la totalidad del área de influencia directa e indirecta, así como la localización de los sitios de exploración geotécnica, estaciones de levantamiento geológico, y en general los sitios donde se realicen inspecciones técnicas de interés para el estudio.

Se deberá actualizar la delimitación de los asentamientos humanos presentes en el área de estudio con base a los datos cartográficos capturados y revisión del Plan de Ordenamiento Territorial vigente. Incluyendo el total de predios y viviendas que los conforman.

En general, para el desarrollo de la etapa de Cartografía Base Digital y Modelado 3D se debe seguir las especificaciones técnicas de obligatorio cumplimiento dispuestas en la resolución del IGAC N° 471 de 2020 *"Por medio de la cual se establecen las especificaciones técnicas mínimas que deben tener los productos de la cartografía básica de Colombia"*. y la Resolución 2182 de 2016 del Ministerios de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Igualmente, en los informes técnicos se deben anexar los archivos RINEX de puntos base, ROVER y estaciones GNSS usados, correcciones diferenciales, procesamiento de datos GPS, y certificaciones IGAC que correspondan.

4.2 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

4.2.1 Caracterización Geológica Local (Litología, Estratigrafía, Geología Estructural, Unidades Geológicas para ingeniería)

Se identificarán las unidades geológicas superficiales, discriminando las unidades de roca y suelos y realizando la caracterización de estos a partir de la información recopilada en

campo (resistencia relativa, GSI, meteorización, diaclasamiento, compacidad, consistencia, humedad relativa, tenacidad, entre otras características inferidas desde la inspección visual de afloramientos o muestras colectadas). Para la descripción de las propiedades es clave contar con la información básica contenida en los formatos de los anexos A-2, A-3.1 y A-3.2 de la "Guía metodológica para estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa, 2016"

Este producto requiere la fotointerpretación de rasgos estructurales, posibles lineamientos y la identificación de fallas. Se debe hacer énfasis en la identificación y cartografía de depósitos coluviales, fluvio-torrenciales, fluviales, así como de llenos antrópicos.

La generación de líneas de detalle en afloramientos de roca permitirá realizar la caracterización de la orientación y propiedades de las discontinuidades presentes en el macizo rocoso. El mapeo se realizará a escala de ladera (1:1.000 para el área urbana y suburbana).

Las columnas estratigráficas detalladas deben levantarse y presentarse a escala 1:25, ya sea de afloramiento, sondeos de recuperación de muestras o trincheras profundas, indicando en el mapa cada sitio donde se levantó y en la leyenda sus coordenadas, e incluir como mínimo la siguiente información:

- Tipos de material geológico.
- Espesor y extensión vertical de cada estrato de material homogéneo.
- Características físicas litológicas (color, textura, composición, fábrica, estructuras).
- Grado de fracturamiento.
- Grado de consolidación o cementación.
- Tipo de estratificación, foliación, esquistosidad, dureza; si el material corresponde a depósitos describir las características geotécnicas y tipos de suelo (granulares, finos, cohesivos, no cohesivos, orgánicos).
- Características especiales físicas o químicas, cementantes calcáreos, silíceos, entre otros.
- Zonas de meteorización; diferencias entre las zonas de materiales meteorizados y sanos.
- Detalles de la estructura, estratificación, buzamientos, diaclasamiento, evidencia neotectónica, fallas activas.

NOTA 1: En la columna debe aparecer igualmente la correlación con miembros, niveles o Formación estratigráfica formalmente definida para el área por el Servicio Geológico Colombiano actualmente.
NOTA 2: Las libretas de campo de los profesionales a cargo de la geología de campo deberán adjuntarse en forma digital con todos aspectos relevantes de cada uno de los afloramientos registrados.

Es importante representar gráficamente los datos estructurales, por ejemplo, con proyecciones estereográficas, ya que contribuyen eficientemente en el análisis de estabilidad. El responsable del estudio deberá complementar la información anterior con planos en planta, secciones transversales y elementos geológicos de carácter regional, si éstos son esenciales para la conformación del modelo geológico-geotécnico local.

4.2.2. Caracterización de Unidades de Geología para Ingeniería -UGI:

Se realizará un mapa de las Unidades geológicas para ingeniería-UGI a escala 1:1.000 para el área total del estudio, siguiendo la metodología descrita en el numeral 3.1.1.1 Geología para ingeniería de la "Guía metodológica para estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa, 2016" tomando como base los resultados de la exploración geotécnica realizada en marco del estudio contrato 421 de 2018 con objeto " *CONSULTORÍA TÉCNICA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS DETALLADOS DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y CATEGORIZACIÓN DEL RIESGO POR INUNDACIÓN EN CAUCES NATURALES, REMOCIÓN EN MASA EN ÁREAS RURALES, ESCENARIOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y PROPUESTA DE DELIMITACIÓN DEL POLÍGONO MINERO DETERMINANDO LAS ÁREAS DE MANEJO Y PROTECCIÓN AMBIENTAL EN LA JURISDICCIÓN DEL MUNICIPIO DE TOCANCIPÁ, EN CUMPLIMIENTO A LA SENTENCIA DEL RIO BOGOTÁ."* ,la información del Servicio Geológico Nacional y demás estudios previos, así como los resultados del levantamiento en campo.

En el mapa de las UGI, leyenda debe incluir cada una de las unidades identificadas en cuanto a sus características litoestratigráficas y las propiedades físicas y mecánicas obtenidas a partir del levantamiento en campo, las perforaciones y los ensayos de laboratorio ejecutados a las muestras colectadas. Para la descripción de las propiedades es clave contar con la información básica contenida en los formatos de los anexos A-2, A-3.1 y A-3.2 de la "Guía metodológica para estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa, 2016"

La evaluación geológica debe estar orientada principalmente hacia la obtención de un modelo geológico-geotécnico, pero con detalle estratigráfico, que este soportado por la exploración geotécnica (al menos un sondeo o apique por UGI). A su vez, la información obtenida durante la exploración geofísica deberá considerarse para mejorar el modelo geológico y la descripción de las UGI (en vertical y en planta). El levantamiento geológico deberá ser concordante con las unidades de suelo y roca que fue posible identificar en la zona mediante la geología local. Así, la geología incluirá la descripción litológica de las unidades y su distribución espacial, la geología estructural (presencia de fallas, pliegues, estratificación) y la identificación de estructuras, formaciones, la descripción de zonas y

grado de meteorización y de alteración de la roca, propiedades geomecánicas, niveles de tabla de agua, resistencia, compacidad, consistencia, entre otros).

4.2.3. Actualización de Inventario de eventos presentados y catálogo de procesos morfodinámicos

Se elaborará el catálogo de inventario de procesos morfodinámicos a través de la recopilación de eventos en trabajo de campo y la consulta de información secundaria de entidades locales, regionales o nacionales que registran emergencias asociadas a amenazas por fenómenos naturales. Se consultará como mínimo registros de la oficina de Gestión del Riesgo Municipal, comunicados de prensa, reportes de la Cruz Roja, la Defensa Civil, Bomberos y a través de entrevistas a la comunidad. Además de toda la información secundaria a la que haya lugar.

El catálogo deberá contener como mínimo la siguiente información;

- Tipología del Proceso Morfodinámico
- Fecha Evento
- Fecha Reporte
- Fuente de Registro
- Daños producidos
- Coordenadas

Este producto se deberá tomar como punto de partida para la realización de la actualización del inventario de procesos morfodinámicos y se usará con fines de calibración y validación de la zonificación de los distintos fenómenos naturales evaluados.

De manera precisa serán cartografiados los procesos, con énfasis en los de remoción en masa y erosión. Se efectuará un análisis multitemporal a partir de fotografías aéreas, levantamientos topográficos anteriores, imágenes satélites que permita evaluar la dinámica de dichos procesos, considerando como mínimo tres fechas (reciente de los últimos dos años, 20 y 40 ó 50 años atrás). 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 1:1000, con curvas de nivel cada 1.0 metros como mínimo.

Se elaborará inventario de procesos morfodinámicos en el área total de estudio que permitan entender la ocurrencia de dichos procesos, como fecha de ocurrencia, localización, forma, dimensiones, factores que intervienen en su ocurrencia, mecanismos de falla, factores detonantes, dinámica, magnitud e intensidad. Se debe usar el anexo A-6 de la "Guía metodológica para estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por

movimientos en masa, 2015", adoptado por el Proyecto Multinacional Andino Geociencias para las Comunidades Andinas (PMA-GCA) (2007) y ajustado por el SGC. Deberá incluirse como mínimo 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 lo mecanismos de falla y forma de propagación considerando la retrogresividad o progresividad del proceso y el área de influencia directa con su actividad.

El inventario de procesos morfodinámicos incluirá un análisis multitemporal a partir de fotografías aéreas, levantamientos topográficos anteriores o imágenes satélite que permita evaluar la dinámica de dichos procesos, considerando como mínimo tres fechas (reciente de los últimos dos años, 20 y 40 o 50 años atrás). En general el catálogo e inventario de procesos morfodinámicos debe cumplir como mínimo con los siguientes requisitos:

En general el catálogo e inventario de procesos morfodinámicos debe cumplir como mínimo con los siguientes requisitos:

- Representación como polígono; Todos los procesos morfodinámicos deben ser representados como polígonos, si no alcanza el ancho mínimo cartografiable a la escala 1:1000 (2.5m) se representarán como puntos.
- Mapeo; Los polígonos del inventario de estar categorizados con los siguientes atributos;
- Tipo, Actividad, Partes del proceso Morfodinámico, Rasgos geomorfológicos indicativos de susceptibilidad ante los fenómenos evaluados.
- Atributos de base de datos; Se deberá crear una base de datos, en la cual se deberá incluir los atributos dispuestos en la Tabla 5 del Anexo 3.1 de la "Metodológica para la zonificación de la amenaza por movimientos en masa escala 1:25.000" y se debe ajustar en concordancia a la naturaleza de los eventos de inundaciones y avenidas torrenciales.
- El informe debe contener; Análisis estadísticos de los datos del inventario y catálogo de movimientos en masa y su relación con las unidades de geología para ingeniería, con el objetivo de definir el tipo de análisis de estabilidad que se debe efectuar en la zonificación de amenaza por movimientos en masa.

4.2.4. Actualización de Caracterización Geomorfológica (Morfometría, Morfogénesis, Morfodinámica)

Se desarrollará la identificación y caracterización de las geoformas del área total de estudio desde los siguientes puntos de vista: morfogénesis, morfología, morfometría, y morfodinámica. Se debe hacer uso anexo A-5 de la "*Guía metodológica para estudio de*

amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa, 2015" para la caracterización de los elementos geomorfológicos, la terminología del ITC y Carvajal 2012.

Se debe generar un mapa geomorfológico detallado a nivel de subunidades geomorfológicos a escala 1:1.000 para el área total de estudio. Debe incluir la especialización del catálogo y actualización del inventario de procesos morfodinámicos diferenciados, de acuerdo con el tipo de mecanismo de falla. Haciendo uso de la representación cartográfica propuesta por (PMA-GCA) (2007) y el numeral *3.1.4.1 Simbología* de *"La guía metodológica para la zonificación de la amenaza por movimientos en masa a escala de detalle"*

Los elementos geomorfológicos deben estar discriminados por ambientes, pero su diferenciación y nomenclatura debe seguir la nomenclatura morfogenética usada por el SGC y adaptada del ITC, no se acepta nomenclatura fisiográfica. Será posible usar los niveles de intervención antrópica para diferenciar geoformas.

4.3. COBERTURA Y USO DEL SUELO

4.3.1. Identificación de uso y cobertura del suelo

Se debe realizar mapa de cobertura y uso del suelo actual para el área total de estudio a Escala 1:1.000, de acuerdo con la metodología del Corinne Land Cover, adaptada para Colombia por el instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (Ideam) (2010). Se deben incluir aspectos antrópicos como cambios en el uso, cortes de laderas y explanaciones, obras de mitigación. Se deberá generar una capa de cobertura y uso del suelo en escenario actual y un segundo escenario futuro, con unas posibles coberturas generadas en función de la potencialidad de desarrollo de las áreas analizadas.

La caracterización se debe enfocar en diferenciar y describir cualitativamente aspectos tales como el tipo, densidad y profundidad efectiva de las raíces, tipología, tamaño y características de las especies vegetales como generadoras de carga y resequedad del suelo, zonas de bosques, áreas afectadas por prácticas culturales de manejo del suelo para cultivos que promuevan la inestabilidad, áreas urbanizadas con distinto grado de impermeabilización de la superficie del terreno, y áreas con presencia de obras de drenaje y alcantarillado. Estos aspectos se deben centrar en analizar las causas y posibles soluciones de los movimientos de masas.

Se deberá desarrollar control de calidad de campo con el objeto de verificar cada uno de los aspectos necesarios a caracterizar. Se realizará a través de visitas de campo y se

plasmará en fichas descriptivas de la unidad de uso y cobertura del suelo. Estas fichas se elaborarán por cada unidad delimitada y deberá contener como mínimo lo siguiente:

- Código y descripción de la unidad en marco de la clasificación Corine Land Cover.
- Código y descripción de la unidad correspondiente en marco a la clasificación del Soil Conservation Service.
- Descripción de los criterios usados para la identificación y delimitación de la unidad y principales características de la vegetación.
- Visualización de la unidad en ortofotos y/o imágenes satelitales.
- Localización de puntos de control representativos de la unidad.
- Visualización de la distribución espacial de la unidad en el área total de estudio.
- Registro fotográfico de la unidad.
- Descripción del lugar de adquisición de registro fotográfico y del punto de control.
- Observaciones.

Se deberá generar una capa de cobertura y uso del suelo en escenario actual y un segundo escenario futuro con unas posibles coberturas generadas en función de la potencialidad de desarrollo de las áreas analizadas.

El informe se deberá describir la metodología de trabajo, delimitación de las unidades, control de calidad, construcción del escenario futuro y resultados. Deberá constituir una base útil para clasificar las unidades de cobertura y uso del terreno, de acuerdo con los requerimientos de método lluvia-escorrentía del Servicio de Conservación de Suelos correspondientes al número de curva, tal como se indica en los numerales 3.1.3.1 y 3.2.4.1 de la *"Guía metodológica para estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa, 2016"*, al igual que para correlacionar dichas coberturas y usos con los movimientos en masa, actuales y potenciales.

4.4. EXPLORACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA

4.4.1. Realización de sondeos mecánicos a rotación.

La selección de la tipología y número de ensayos dependen de las características propias de los suelos y del criterio del ingeniero experto en geotecnia. Esta etapa estará enfocada en primer lugar, en refinar los modelos geológicos establecidos en estudios previos, y en segundo, contar con la información de caracterización geomecánica suficiente para el diseño de obras de mitigación a nivel de ingeniería de detalle.

Se deberán realizar 60 metros lineales de sondeos empleando equipo de perforación a rotación con diámetros HQ o los establecidos en las normas ASTM D1586 – I.N.V.E. 111-13. Distribuidos en el área directa del estudio, en función de la correcta selección de secciones representativas de análisis; en donde mínimo se deberán contar con

información de tres sondeos que permitan identificar el perfil geotécnico, el espesor de los materiales y la zona de falla potencial. En todo caso, estos sondeos tendrán que llegar, mínimo, hasta 3 m por debajo de la superficie estimada de deslizamiento; si esta superficie se encuentra en el contacto suelo-roca, se deberá profundizar en la roca por lo menos 1 m.

Se deberá recuperar muestras y se deberá realizar reportes con la siguiente información:

- Número del sondeo.
- Localización y en lo posible coordenadas del sitio del sondeo.
- Nombre del director de la cuadrilla de perforación.
- Fecha de inicio de la perforación.
- Fecha de terminación de la perforación.
- Método de perforación (percusión, lavado, rotación con aire, lodo o agua, etc.).
- Diámetro de la perforación.
- Profundidad de la perforación.
- Cota de la superficie del terreno en el sitio de la perforación.
- Marca, referencia y capacidad del equipo de perforación.
- Descripción detallada del perfil estratigráfico obtenido con base en las muestras obtenidas.
- Descripción de las muestras obtenidas: Las muestras obtenidas en los sondeos se deben describir en cuanto a color, litología, nivel de meteorización, textura, fábrica, tamaño de partículas, forma u angulosidad de las partículas, gradación, minerales presentes, estructura, materia orgánica y raíces, porosidad, consistencia o resistencia, humedad y expansividad.
- Número de referencia y profundidad de cada muestra.
- Resultados de los ensayos de campo realizados en el sondeo (golpes/pie, etc.).
- Porcentaje de muestra recuperada.
- Sistema de muestreo utilizado (tubo partido, tubo de pared delgada, etc.).
- RQD de las muestras de roca.

4.4.2. Ensayos para caracterización de muestras de suelos (humedad, granulometría, límites, compresión, peso unitario, cortes directos)

Las actividades de sondeos mecánicos y apiques deben incluir la aplicación como mínimo de los siguientes ensayos de laboratorio

3.5	Ensayo de Ganulometría, Limites de Attemberg, humedades, Peso Especifico	Und	90
3.6	Ensayo de Corte Directo	Und	30

3.7	Ensayo de Compresión Simple	Und	25
3.8	Ensayo de permeabilidad	Und	25
3.9	Ensayo de peso unitario	Und	25

Se deberán realizar 5 apiques de mínimo 2 metros de profundidad, su distribución deberá estar compartida con el área total de estudio.

4.4.3. Ensayo de refracción sísmica para determinación de perfiles del suelo

Se deberán levantar mínimo 115 metros lineales de tomografía de refracción sísmica, distribuidas en el área directa del estudio, utilizando equipos geófonos, con el objeto de:

- Determinar los perfiles de suelo por correlación con los valores de velocidad de ondas superficiales.
- Detectar la presencia de mantos de suelos duros o blandos en el perfil estratigráfico.

4.4.4. Ensayo de MASW para detectar presencia de mantos de suelos duros o blandos en el perfil estratigráfico

Se deberán levantar mínimo 550 metros lineales de tomografía sísmica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves), distribuidas en el área directa del estudio, utilizando un equipo con 24 geófonos, con el objeto de:

- Determinar los perfiles de suelo por correlación con los valores de velocidad de ondas superficiales.
- Detectar la presencia de mantos de suelos duros o blandos en el perfil estratigráfico.

4.4.5. Ensayo de tomografía eléctrica

Se deberán levantar mínimo 550 metros lineales de tomografía de resistividad eléctrica, con el objeto de determinar la geología subterránea, los mantos de materiales, los niveles freáticos, las corrientes de aguas subterráneas, las diferencias de permeabilidad de los mantos y posibles fracturas geológicas.

4.5. HIDROGEOLOGÍA

4.5.1. Estudio hidrogeológico (niveles freáticos, condiciones de permeabilidad de estratos, capacidad de almacenamiento de agua en el suelo)

Se deben obtener los niveles freáticos como factores detonantes de movimientos en masa, la determinación de parámetros de conductividad hidráulica de los estratos, la estimación de la capacidad de almacenamiento y la estimación de caudales subsuperficiales en caso de afectar la estabilidad.

El estudio deberá determinar y evaluar las condiciones del agua subsuperficial y superficial en condiciones normales y extremas más probables.

Este estudio se hará a partir de un análisis de las características topográficas del terreno, de su uso actual, de la textura de los materiales presentes (depósitos, suelos residuales, rocas) y sus rasgos macroestructurales y/o de Fracturamiento, de las condiciones climatológicas y pluviométricas del área, de los resultados de las observaciones y mediciones pertinentes (niveles de agua, niveles piezométricos) durante la etapa de investigación y exploración de campo.

Como conclusión del análisis del marco hidrogeológico del área, el estudio fijará los parámetros correspondientes a:

- Posición(es) de niveles de agua o factores ru (relación presión de poros/esfuerzo total vertical) o condición(es) de frontera para modelar una red de flujo en condiciones normales.
- Posición(es) de niveles de agua o factores ru en condiciones extremas de lluvias críticas y el período de recurrencia de esta situación.

4.6. DIAGNÓSTICO DE OBRAS DE MITIGACIÓN EN EL ÁREA DE ESTUDIO

a) Para el área de estudio se deberá realizar un inventario de la totalidad de obras de mitigación existentes, correspondientemente georreferenciadas. El inventario comprenderá realizar un levantamiento patológico, identificando la tipología de las estructuras, el estado, la clase de falla que puede presentar y sus agentes detonantes. Se deberá generar formatos para registro de información de campo con aprobación previa de la supervisión. Estos formatos deberán llevar como mínimo los siguientes campos:

- Fecha de inspección
- Nombre e identificación de profesional que realiza la inspección
- Localización y georreferenciación
- Tipo de Obra (Pantallas ancladas, Muros en gaviones, Muros en voladizo, Muros anclados, Tierra armada, etc.)
- Dimensiones geométricas (Longitud, altura, ancho)
- Descripción geológico - geotécnica

- Identificación de daños (Volcamiento, Socavación, Asentamientos, Giros, Fisuras, Fractura, Desplome, Vegetación, Filtraciones, Drenajes insuficientes, Drenajes obstruidos, Juntas frías, refuerzo expuesto, segregación, Hormigueros, Eflorescencias, Carbonatación, Contaminación del concreto, Punzonamiento, Perdida de pernos, fisuramiento de placa, Corrosión, Rotura de malla, perdida de recubrimiento, Resistencia del concreto, entre otros.)
- Evaluación de sobrecargas generadas por infraestructura existente.
- Esquema gráfico

Se deberá determinar la edad de las estructuras de mitigación y su periodo de diseño, en caso de que estas tengan un diseño formal. De lo contrario, en base a información secundaria se deberá calcular la vida útil de la estructura en base a sus características.

b) Deberá incluirse un diagnóstico del estado de las redes existentes alcantarillado pluvial, alcantarillado sanitario, y canalización de drenajes, soportado en modelos hidráulicos de detalle.

En todo caso, la información recolectada deberá permitir presentar una caracterización y evaluación patológica general de las estructuras. El contratista deberá contar y hacer uso de herramientas como el esclerómetro, fisurómetro y demás que se considere necesarios, sin que esto implique algún tipo de sobrecosto o de actividad adicional a las ya contempladas. En la fase de determinación de las medidas de mitigación del presente estudio, conforme al diagnóstico resultante, se deberá proponer alternativas de mitigación patológica de las obras de inventariadas.

4.7. ACTUALIZACIÓN DE ANÁLISIS DETALLADO DE AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA

Se debe efectuar un análisis detallado de la amenaza a escala 1:1.000 para el área directa de estudio, basado en un modelo probabilístico, a partir de la cartografía base digital, unidades de geología para ingeniería, elementos geomorfológicos, inventarios de procesos morfodinámicos, cobertura y uso del terreno, exploración geotecnia, análisis de secciones y factores detonantes de lluvia y sismo.

Los análisis de estabilidad deben incluir efectos de sobrecargas, cortes, variación en las condiciones de aguas superficiales y subsuperficiales o cualquier otro hecho que incida en la determinación de la amenaza.

Se realizará una actualización de los resultados del estudio del año 2015 considerando: a) la metodología para la realización de zonificación detallada de amenaza por movimientos

en masa de la *Guía Metodológica para Estudios De Amenaza, Vulnerabilidad Y Riesgo Por Movimientos En Masa* b) la exploración geotécnica complementaria c) la actualización de los factores condicionantes (UGI, geomorfología, cobertura, morfodinámica) d) los factores detonantes y e) **el inventario y diagnóstico de las obras de mitigación adelantadas en el área de estudio.** A continuación, el esquema general de la metodología a utilizar:

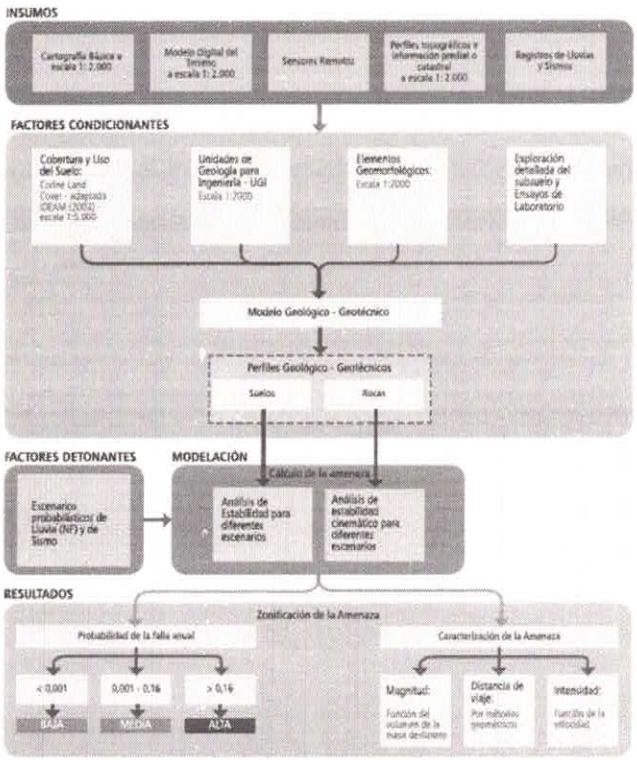


Ilustración 2. Flujograma para zonificación detallada de amenaza por movimientos en masa a escala 1:2000. Fuente: SGC

Los análisis de estabilidad deben incluir efectos de sobrecargas, cortes, variación en las condiciones de aguas superficiales y subsuperficiales o cualquier otro hecho que incida en la determinación de la amenaza.

El análisis de amenaza por fenómenos de remoción en masa comprende por lo menos las siguientes actividades:

4.7.1. Caracterización, Zonificación y Modelación Geotécnica

4.7.1.1. Unidades y secciones de análisis.

Se deben definir unidades de ladera, las cuales se determinarán a partir de las divisorias de aguas y drenajes naturales. Por cada unidad de ladera se deberá definir mínimo una sección de análisis, cuya selección deberá justificarse en el marco de hipótesis de movimientos de masa definidas por características geológicas, geomorfológicas y geotécnicas del área de estudio, que garanticen la mayor representatividad en lo concerniente a la amenaza.

4.7.1.2. Modelo geológico - geotécnico

Se debe desarrollar un modelo geológico-geotécnico basado en la topografía a lo largo de las secciones de análisis definidas, la litología y la secuencia estratigráfica, la localización del nivel freático y la definición como mínimo de los parámetros geomecánicas de peso unitario, intercepto de cohesión y ángulo de resistencia interna de los estratos identificados en cada unidad geotécnica homogénea. Es indispensable que antes de ejecutar los análisis numéricos de estabilidad por remoción en masa, estén claramente definidos los posibles mecanismos de falla y muy bien identificados los agentes detonantes y contribuyentes a los procesos de inestabilidad en cada sitio seleccionado.

El estudio debe contener las memorias de cálculo detalladas y soportadas con las referencias teóricas pertinentes e indicar, además, los métodos de análisis y la justificación de los parámetros que se empleen para la evaluación de estabilidad. Los parámetros de resistencia elegidos en los modelos elaborados para la realización de los análisis de estabilidad deben ser obtenidos únicamente en los ensayos de campo o laboratorio realizados en el desarrollo del proyecto; además, dichos parámetros deben ser cotejados con los obtenidos por análisis retrospectivos contemplando superficies de falla y condiciones de agua representativas de los fenómenos de remoción presentes en el sitio de estudio y corroboradas por evidencias fruto del programa de investigación llevado a cabo.

4.7.1.3. Análisis de efecto local

Se debe realizar un análisis de efecto local a través de simulaciones dinámicas de las secciones geotécnicas representativas de la variabilidad de la posición de los estratos, escalonamiento entre bloques, geometría irregular de capas, topografía de la superficie, análisis del comportamiento no lineal de capas de suelo.

Se deberá hacer uso de un modelo de respuesta de suelo para describir el comportamiento esfuerzo-deformación ante carga sísmica.

4.7.1.4. Factores detonantes

Lluvia

Se deberán seguir los procedimientos sugeridos por el *numeral 3.2.4.1* de la *"Guía metodológica para estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa, 2015"* o similares para el análisis de la incidencia de la lluvia sobre la estabilidad de la ladera para deslizamientos superficiales o profundos según corresponda.

Sismo

Se debe incluir el efecto de la carga sísmica como una aceleración horizontal para diferentes periodos de retorno (31, 225 y 475 años), la determinación de la aceleración se deberá hacer a partir de las curvas de amenaza sísmica.

Se deberá tener en cuenta las ***curvas de amenaza*** sísmica determinadas en la " *CONSULTORÍA TÉCNICA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS DETALLADOS DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y CATEGORIZACIÓN DEL RIESGO POR INUNDACIÓN EN CAUCES NATURALES, REMOCIÓN EN MASA EN ÁREAS RURALES, ESCENARIOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y PROPUESTA DE DELIMITACIÓN DEL POLÍGONO MINERO DETERMINANDO LAS ÁREAS DE MANEJO Y PROTECCIÓN AMBIENTAL EN LA JURISDICCIÓN DEL MUNICIPIO DE TOCANCIPÁ, EN CUMPLIMIENTO A LA SENTENCIA DEL RIO BOGOTÁ."* .

4.7.1.5. Análisis de estabilidad

Métodos de análisis de estabilidad

Los análisis de estabilidad se deberán realizar a través de modelos matemáticos geotécnicos que permitan determinar el índice de fiabilidad de taludes y laderas en términos de seguridad y probabilidad de falla por equilibrio límite.

La selección del método de análisis para la determinación del factor de seguridad y el modelo constitutivo de representación de la resistencia del material, deberá estar debidamente justificado en marco del mecanismo de falla y las características geoambientales del área de estudio.

Para la identificación de los mecanismos de falla de los materiales involucrados, deberá basarse en análisis de procesos morfodinámicos identificados en las inspecciones de campo, los cuales deberán ser descritos en las memorias técnicas.

Los parámetros de resistencia elegidos en los modelos elaborados para la realización de los análisis de estabilidad deben ser obtenidos de resultados de ensayos de campo y/o laboratorio; además, dichos parámetros deben ser cotejados con los obtenidos por análisis retrospectivos contemplando superficies de falla y con- Falla rotacional – Método equilibrio límite.

- Falla trasnacional – Método equilibrio límite.
- Caída de Bloques – Cualquier modelo de simulación de caída de bloques.

Las condiciones de agua representativas de los fenómenos de remoción presentes en el sitio de estudio y corroboradas por evidencias fruto del programa de investigación llevado a cabo.

En relación con los métodos empleados en los análisis de estabilidad, será correspondiente con los mecanismos de falla planteados así:

Para la definición de las superficies de falla se deberá realizar un análisis de optimización con el objeto de buscar el factor de seguridad mínimo global más bajo.

Escenarios de análisis

En los análisis de estabilidad se deben considerar como mínimo los siguientes escenarios:

1. Sin evento invernal (Nivel freático usual) + Sin evento sísmico
2. Sin evento invernal (Nivel freático usual) + Evento sísmico
3. Evento invernal (Suelo saturado) + Sin evento sísmico
4. Evento invernal (Suelo saturado) + Evento sísmico

Para el evento invernal se debe considerar la variación del nivel freático en base a la respuesta hidrológica de las laderas como se describió en el *numeral 4.8.1.3 (lluvia)* del presente documento, *en* función de las precipitaciones con periodos de retorno de 2.33, 5, 10, 20,50 y 100 años.

Para el evento sísmico se debe considerar el efecto de la carga sísmica como se describió en el *numeral 4.8.1.3 (Sismo)* teniendo en cuenta sismos con periodos de retorno de 31,225 y 475 años.

Cálculo de la probabilidad de falla

Se deberá seguir la metodología del cálculo de la probabilidad de falla propuesto en el numeral 3.2.6.1 de la "Guía metodológica para estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa, 2016" o similares. En todo caso, se deberá estimar la probabilidad de falla total para cada punto de análisis en función del tipo de mecanismo de falla, las probabilidades de falla de cada escenario analizado y de sus respectivas probabilidades de ocurrencia.

4.7.2. Determinación y zonificación de la amenaza por movimientos en masa

4.7.2.1. Clasificación de la amenaza

Se debe clasificar la amenaza de acuerdo con lo propuesto en el numeral 3.2.6.3 de la "Guía metodológica para estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa, 2015" o similares. En todo caso, la categorización deberá ser en nivel alto, medio y bajo, con base en la probabilidad de falla.

4.7.2.2. Caracterización de la amenaza

Se debe realizar la caracterización de la amenaza de acuerdo con lo sugerido en el numeral 3.2.6.4 de la "Guía metodológica para estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa, 2015" o similares, en todo caso, como mínimo deberá estar en función de la magnitud, distancia de viaje e intensidad.

4.7.2.3. Zonificación de la amenaza

Se debe elaborar el mapa de amenaza a escala 1:1000, especializando los niveles de amenaza en el área de estudio en base en los valores de probabilidad de falla obtenidos para cada zona de análisis, representadas por la sección de análisis definidos y con los criterios de categorización.

La ejecución de análisis probabilísticos de estabilidad de taludes y laderas no sustituye los análisis determinísticos en los cuales se obtiene el factor de seguridad. Los dos análisis deben realizarse y sus resultados usados conjuntamente para proporcionar un mejor entendimiento del proyecto.

4.8. ANALISIS DE AMENAZA POR ORIGEN TECNOLÓGICO

Se deberá evaluar las amenazas por origen tecnológico que puedan presentarse en el área de estudio total, relacionadas a escenarios de explosión, incendio o fugas, en función de la localización de redes de alta tensión, almacenamiento, tuberías y rutas de sustancias inflamables, entre otras.

Para el desarrollo de esta actividad, se deberá consultar como mínimo la siguiente normatividad:

- Decreto 1521 de 1998
- NTC 4595
- Resolución 90708 de 2013 del Ministerio de Minas y Energía.

4.9. ACTUALIZACIÓN DE EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

Para el área directa de estudio se deberá identificar y localizar de elementos expuestos a las amenazas por movimientos en masa, inundación y avenidas torrenciales. Para la

evaluación de la vulnerabilidad física se deberá realizar el inventario de cada uno de los elementos en mención y caracterizar según tipología de construcción (materiales, sistema estructural, estado actual, daños, funcionalidad, cobertura de servicios públicos, etc.), exposición y resistencia, se deberán identificar los tipos de daños o efectos esperados para los escenarios de vulnerabilidad, que permitan definir las categorías de vulnerabilidad física y elaborar los mapas de zonificación. Se deberá contemplar al menos la información dispuesta en "Formato B-1". Diagnóstico estructural e inspección visual: edificaciones" y "Formato B-2". Diagnóstico estructural e inspección visual: obras lineales (Red vial e Infraestructura de servicios públicos) de la "Guía metodológica para estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa, 2016".

La inclusión de la vulnerabilidad social en los estudios de AVR nos permite dejar de lado el discurso sobre la victimización y comprender que las comunidades juegan un papel muy importante en el desarrollo socioeconómico poco sostenibles, así como por la demografía muy dinámica de nuestra sociedad, las amenazas y la vulnerabilidad social van a ejercer un conjunto de presiones recíprocas a lo largo de los próximos años, generando con alta probabilidad desastres de alto riesgo. Es por esto por lo que se deberá definir la vulnerabilidad de las personas en función de las posibles afectaciones asociadas a los diferentes niveles de daño de las edificaciones. En esta evaluación se deben tener en cuenta además aspectos socioeconómicos. La evaluación de la vulnerabilidad socioeconómica deberá determinar las principales condiciones socioeconómicas y culturales de los habitantes del sector, además de tener en cuenta la percepción y expectativas de la comunidad frente a los problemas de inestabilidad que la afectan. Esta variable deberá tenerse en cuenta en la selección de alternativas de mitigación.

Con respecto al estudio se deberá tener en cuenta un levantamiento de información sociodemográfico con el fin de mostrar del riesgo y la vulnerabilidad social que existe en estas zonas, este estudio se debe dividir en tres partes, inicialmente se debe comenzar verificando la zona de estudio con el fin de conocer el área completa a trabajar teniendo en cuenta que cada hogar será el objetivo de estudio principal. En segundo lugar, se debe crear un formato que reúna todas las características sociales, económicas, riesgo, vulnerabilidad entre otras, donde la población brindara soporte de todas las dinámicas sociales que se presentan en estas zonas, adicional se deberá cuantificar el número de familias residentes, así como el número de habitantes por género y grupo poblacional. Se definirá e identificará los predios (cédula catastral y folios de matrícula) que conforman los polígonos señalados como objeto de estudio técnico. De tal forma que dicha información se logre tomar como insumo para la elaboración del respectivo estudio de títulos requerido dentro del proceso de legalización de asentamientos humanos, y que con esta información se logre determinar si son predios de mayor extensión y/o subdivididos, y la modalidad de dicha subdivisión.

Por último, esta información deberá ser unificada, compilada y analizada procurando brindar elementos para la compresión de la vulnerabilidad social de estos asentamientos, además de brindar los elementos necesarios para relacionar las categorías definidas mediante el análisis de la vulnerabilidad social con otros análisis necesarios (categorización dicha amenaza) para la categorización y entendimiento de los escenarios de riesgo. Más que lograr una caracterización de la vulnerabilidad social de dichas zonas, las presentes metodologías buscan el entendimiento de las causas y las consecuencias de la vulnerabilidad social, procurando así, medidas de gestión que atiendan las necesidades reales y contribuyan al mejoramiento de la calidad de vida de la población y consecuentemente, disminuya las condiciones de riesgo de la población a estudiar. En este sentido, se recomienda que la aplicación de dichas herramientas a utilizar sea realizada por profesionales con formación en ciencias humanas/sociales con experiencia en el trabajo comunitario y relación con la gestión del riesgo de desastres desde una perspectiva social.

El contratista deberá diseñar:

• Formatos de encuesta de diagnóstico estructural e inspección visual, tanto de edificaciones como de líneas vitales.
• Formatos de encuesta de diagnóstico social teniendo en cuenta principalmente los aspectos socioeconómicos del área de estudio.
El inventario de viviendas deberá contener además la siguiente información:

- Identificación clara de ubicación del predio mediante la nomenclatura oficial más reciente, georreferenciada y enlazada con la topografía de campo y el sistema de información.
- Nombre completo, cédula de ciudadanía y teléfono del propietario y el arrendatario (si aplica).
- Indicación si el predio está construido, parcialmente construido o vacío.
- Registro fotográfico de los inmuebles.

En general, se deberá basar en los procedimientos planteados en la "Guía metodológica para estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa, 2016" y ajustar a la exposición de la totalidad de las amenazas identificadas haciendo énfasis en la identificación de las líneas vitales como alcantarillado, acueducto, red de gas, red eléctrica y comunicaciones.

En todo caso, las metodologías definidas y formatos preparados deberán ser aprobados previamente por la Alcaldía de Tocancipa.

M

La evaluación de la vulnerabilidad socioeconómica deberá determinar las principales condiciones socioeconómicas y culturales de los habitantes del sector, además de tener en cuenta la percepción y expectativas de la comunidad frente a los problemas de inestabilidad que la afectan. Esta variable deberá tenerse en cuenta en la selección de alternativas de mitigación.

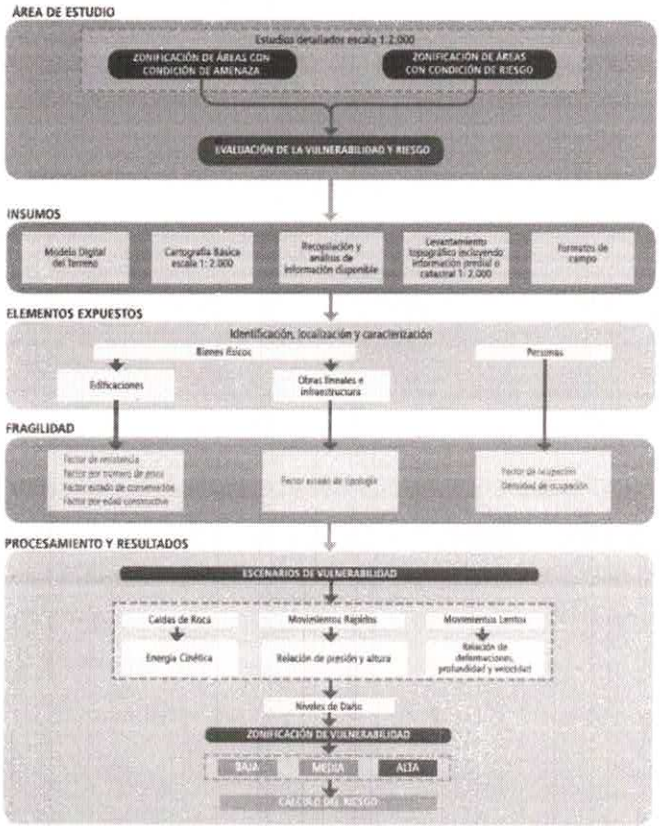


Ilustración. Flujograma para zonificación detallada de vulnerabilidad por movimientos en masa a escala 1:2000. Fuente: SGC

Se deberá cuantificar el número de familias residentes, así como el número de habitantes por género y grupo poblacional.

Se deberá definir e identificar los predios (cédula catastral y folios de matrícula) que conforman los polígonos señalados como objeto de estudio técnico. De tal forma que dicha información se logre tomar como insumo para la elaboración del respectivo estudio de títulos requerido dentro del proceso de legalización de asentamientos humanos, y que con esta información se logre determinar si son predios de mayor extensión y/o subdivididos, y la modalidad de dicha subdivisión.

Igualmente se deberán caracterizar los elementos de infraestructura existente (obras lineales, equipamientos públicos, estructuras de servicios públicos) expuestos a las amenazas identificadas. La definición de las metodologías a emplear deberá ser aprobada por la supervisión, así como los formatos a emplear para la toma de datos y encuestas.

La base de datos obtenida deberá estar relacionada espacialmente mediante un sistema de información geográfico.

4.9.1. Inventario, evaluación y diagnóstico de obras de mitigación existentes

Para el área de estudio directa se deberá realizar un inventario de la totalidad de obras de mitigación existentes, correspondientemente georreferenciadas.

El inventario comprenderá realizar un levantamiento patológico, identificando la tipología de las estructuras, el estado, la clase de falla que puede presentar y sus agentes detonantes.

Se deberá generar formatos para registro de información de campo con aprobación previa de la supervisión. Estos formatos deberán llevar como mínimo los siguientes campos:

- Fecha de inspección
- Nombre e identificación de profesional que realiza la inspección
- Localización y georreferenciación
- Tipo de Obra (Pantallas ancladas, Muros en gaviones, Muros en voladizo, Muros anclados, Tierra armada, etc.)
- Dimensiones geométricas (Longitud, altura, ancho)
- Descripción geológico - geotécnica
- Identificación de daños (Volcamiento, Socavación, Asentamientos, Giros, Fisuras, Fractura, Desplome, Vegetación, Filtraciones, Drenajes insuficientes, Drenajes obstruidos, Juntas frías, refuerzo expuesto, segregación, Hormigueros, Eflorescencias, Carbonatación, Contaminación del concreto, Punzonamiento, Perdida de pernos, fisuramiento de placa, Corrosión, Rotura de malla, perdida de recubrimiento, Resistencia del concreto, entre otros.)
- Evaluación de sobrecargas generadas por infraestructura existente.
- Esquema gráfico.

Se deberá determinar la edad de las estructuras de mitigación y su periodo de diseño, en caso de que estas tengan un diseño formal. De lo contrario, en base a información secundaria se deberá calcular la vida útil de la estructura en base a sus características.

Deberán incluir un diagnóstico del estado de las redes existentes alcantarillado pluvial, alcantarillado sanitario, y canalización de drenajes, soportado en modelos hidráulicos de detalle.

En todo caso, la información recolectada deberá permitir presentar una caracterización y evaluación patológica general de las estructuras, el contratista deberá contar y hacer uso de herramientas como el esclerómetro, fisurómetro y demás que se consideren necesarios.

En la fase de determinación de las medidas de mitigación del presente estudio, conforme al diagnóstico resultante, se deberá proponer alternativas de mitigación patológica de las obras de inventariadas.

4.9.2. Determinación y zonificación de vulnerabilidad

Para el área directa de estudio se deberá identificar y localizar de elementos expuestos a las amenazas identificadas, se deberá caracterizar según su **tipología, exposición y resistencia**, se deberán identificar los tipos de daños o efectos esperados para los escenarios de vulnerabilidad, que permitan definir las categorías de vulnerabilidad física (para los eventos de inundación, movimientos en masa, y avenidas torrenciales, de forma independiente) y elaborar los mapas de zonificación para cada escenario de amenaza.

Se deberá definir la vulnerabilidad de las personas en función de las posibles afectaciones asociadas a los diferentes niveles de daño de las edificaciones. En esta evaluación se deben tener en cuenta además aspectos socioeconómicos.

La vulnerabilidad a las inundaciones depende de las personas expuestas, los activos y la infraestructura, por un lado, y la magnitud del peligro por el otro (lo más relevante son la profundidad del agua, la velocidad del flujo y la duración de la inundación). Los mapas de vulnerabilidad deben contener todos los grupos de información anteriores y crear cada uno como una capa independiente, el contenido debe ser generalizado usando indicadores o detallado con prioridad a la exposición de grupos particulares de personas; los parámetros de vulnerabilidad pueden variar rápidamente con el tiempo; por lo tanto, se debe construir una base de datos para permitir una actualización regular. Esto es de particular importancia para los mapas de vulnerabilidad que sirven de base para la planificación de emergencias.

Se deberá seguir los procedimientos planteados en la "Guía metodológica para estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa, 2015" y ajustar a la exposición de la totalidad de las amenazas identificadas haciendo énfasis en la

identificación de las líneas vitales como acueducto, alcantarillado, red de gas, red eléctrica y comunicaciones.

4.10. EVALUACIÓN DEL RIESGO

4.10.1. Determinación y zonificación de riesgo

El riesgo se establece como la estimación de los efectos o consecuencias físicas, sociales y económicas en términos de pérdidas (vidas humanas, lesiones personales, daños en propiedades y medios productivos), debido a la materialización del fenómeno amenazante sobre los elementos expuestos. El objetivo de la evaluación y zonificación es optimizar económicamente el plan de acción de reducción del riesgo al permitir enmarcar la decisión sobre estas en un análisis de costo beneficio. El indicador de riesgo más empleado y de fácil incorporación en la planificación territorial es la pérdida anual esperada (Yamín et al., 2013), por lo que se debe hacer el cálculo del riesgo en cuanto a la probabilidad de falla anual para el caso de la amenaza y la valoración económica de los elementos expuestos según su valor presente (VP) en pesos ($); para personas se puede usar el indicador de número de personas por predio o número de personas por metro cuadrado de construcción.

Con los resultados de la amenaza y la vulnerabilidad, para el área directa de estudio se definirán los costos aproximados de daño y el grado de afectación de las personas, datos con los cuales se caracterizará el riesgo.

Los criterios fijados para la aceptabilidad del riesgo en bienes físicos y personas se basan en comparaciones con estimaciones de pérdidas anuales o en probabilidad de personas afectadas anualmente, en ese orden. De acuerdo con la AGS (2007c) y JAM. (2007), las pérdidas en bienes se pueden calcular como el costo aproximado de daños, definido este como el porcentaje de daño del valor comercial del elemento, incluyendo el terreno y la estructura intacta. El riesgo deberá **caracterizarse, categorizarse y zonificarse** acorde al capítulo 6 "Evaluación del riesgo" de la "Guía metodológica para estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa, 2015" y presentarse en un mapa de zonificación del riesgo donde se categorizará en: **bajo, medio, alto mitigable, alto no mitigable.**

El riesgo es el único parámetro que permite una comparación de los diferentes riesgos y es una necesidad en la evaluación económica. Aunque la pérdida de vidas se expresa a veces en términos monetarios, el riesgo para las personas se debe mostrar por separado, porque la aceptación difiere considerablemente para los diferentes usuarios del mapa. El riesgo deberá caracterizarse, categorizarse y zonificarse en: **bajo, medio, alto mitigable, alto no mitigable.**

De acuerdo con cada categoría, se definirán posibles medidas de intervención y reducción del riesgo. Una vez definida las zonas en riesgo alto, se evaluará la viabilidad de mitigación en dichas zonas. Los resultados se presentarán en un mapa de zonificación de riesgo escala 1:1000, con un nivel de detalle de unidad predial en los siguientes escenarios:

- Escenario actual: sin obras
- Escenario futuro: con obras de mitigación

Se deberá implementar los procedimientos planteados en la "Guía metodológica para estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa, 2015"

En todo caso, se deberá cumplir lo siguiente:

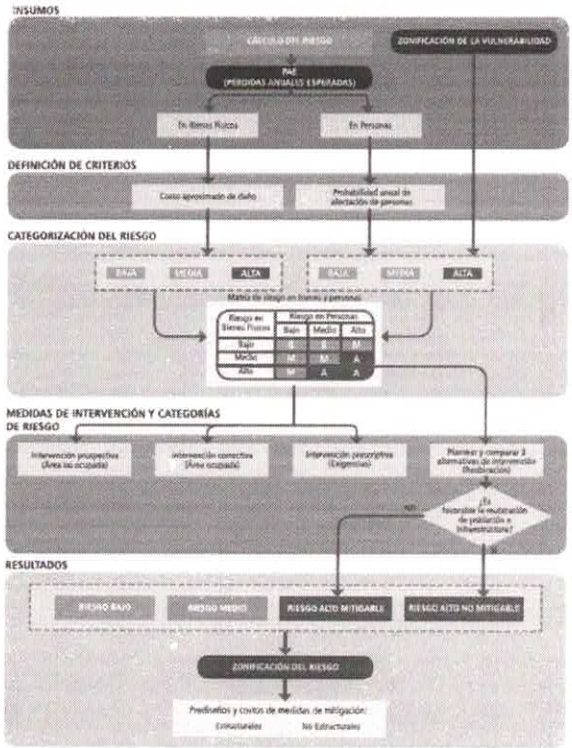
- Revisión de las normas de uso del suelo de las áreas de interés.
- Plantear medidas de intervención prospectiva, correctiva y prescriptiva para cada categoría del riesgo.
- Para la categoría de riesgo alto, se deberá evaluar la viabilidad técnica, financiera y urbanística de medidas de intervención estructurales y no estructurales. A fin, de redefinir en categorías de riesgo alto mitigable y en riesgo alto no mitigable.
- Acorde al decreto 1077 de 2015, se deberá tener en cuenta:

  "[...] 1. Las medidas estructurales, son medidas físicas encaminadas a la realización de acciones y obras para atender las condiciones de riesgo ya existentes. Entre otras se consideran las siguientes: obras de estabilización y de reforzamiento de edificaciones e infraestructura, [...]

En las zonas donde se define que el riesgo es no mitigable se deben identificar en detalle las viviendas y construcciones que serán objeto de reasentamiento, además de las obras de estabilización necesarias para evitar que aumente la influencia del fenómeno en estudio.

2. Las medidas no estructurales, orientadas a regular el uso, la ocupación y el aprovechamiento del suelo mediante la determinación de normas urbanísticas, proyectos para la implementación de sistemas de alertas tempranas en los casos que aplique, así como la socialización y apropiación cultural de los principios de responsabilidad y precaución"

Se deberá plantear una priorización de la implementación de las medidas de intervención.



lustración. Flujograma para ilustrar esquema metodológico para la evaluación del riesgo por FRM. Fuente: SGC.

4.11. DISEÑO DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN

4.11.1. Identificación de medidas de mitigación general

Se deberá determinar y realizar el prediseño de las medidas de intervención tanto estructural como no estructural, según corresponda incluidas obras de manejo de aguas de escorrentía y subdrenajes. El Contratista deberá determinar el planteamiento de las estrategias estructurales mediante intervención física desarrollando o reforzando obras de ingeniería y/o empleando estrategias no estructurales tales como acciones urbanísticas, legislativas, educativas o de organización al interior de la comunidad, de tal forma que se realice la reducción del riesgo por fenómeno de movimientos en masa, inundación y avenida torrencial en el área de estudio con base en los análisis de riesgos efectuados anteriormente.

La definición de las alternativas más favorables deberá partir del análisis de riesgo por los diferentes fenómenos analizados de cada una de las alternativas de mitigación de riesgo identificadas. Con base en el análisis comparativo de riesgo, el Contratista deberá seleccionar las alternativas más favorables considerando las pérdidas probables para cada

alternativa de mitigación en términos técnicos, económicos, sociales, urbanísticos, ambientales y de viabilidad para su ejecución.

La selección de las alternativas debe efectuarse 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. Cada una de las alternativas debe incluir los costos de la inversión inicial, costos derivados de su operación, mantenimiento y otros costos atribuibles a las medidas de reducción del riesgo como adecuación de redes o reconformación geomorfológica de terrenos y costos derivados de la adecuación o relocalización de los predios comprometidos en el área de influencia de los procesos de inestabilidad.

Se deberán emplear herramientas para facilitar la comparación de las alternativas mediante el uso de árboles de decisión, en términos de costos (incluyendo costos de construcción, mantenimiento y falla), relaciones de beneficio versus costo, eficiencia versus costo o cualquier otro método que esté convenientemente soportado que avale los criterios de selección.

En todo caso, se deberá cumplir lo siguiente:

- Revisión de las normas de uso del suelo de las áreas de interés.
- Plantear medidas de intervención prospectiva, correctiva y prescriptiva para cada categoría del riesgo.
- Para la categoría de riesgo alto, se deberá evaluar la viabilidad técnica, financiera y urbanística de medidas de intervención estructurales y no estructurales. A fin, de redefinir en categorías de riesgo alto mitigable y en riesgo alto no mitigable.
- Acorde al decreto 1077 de 2015, se deberá tener en cuenta:

"[...]
1. Las medidas estructurales, son medidas físicas encaminadas a la realización de acciones y obras para atender las condiciones de riesgo ya existentes. Entre otras se consideran las siguientes: obras de estabilización y de reforzamiento de edificaciones e infraestructura, [...]
En la determinación de este tipo de medidas se deben considerar los potenciales efectos que producirán aguas abajo.
En las zonas donde se define que el riesgo es no mitigable se deben identificar en detalle las viviendas y construcciones que serán objeto de reasentamiento, además de las obras de estabilización necesarias para evitar que aumente la influencia del fenómeno en estudio.

2. Las medidas no estructurales, orientadas a regular el uso, la ocupación y el aprovechamiento del suelo mediante la determinación de normas urbanísticas, proyectos para la implementación de sistemas de alertas tempranas en los casos que aplique, así como la socialización y apropiación cultural de los principios de responsabilidad y precaución".

Se requiere que la evaluación de medidas no estructurales tenga la misma profundidad que la evaluación de las medidas estructurales, igualmente que se planteen las ventajas y desventajas en ambos casos en función del correcto sentido de la gestión del riesgo y el ordenamiento territorial. El aspecto arquitectónico deber tener una importancia evidente en estos resultados.

4.11.2. Diseño a nivel de ingeniería de detalle de obras de mitigación

Se deberá determinar y realizar el diseño a nivel de ingeniería de detalle de las medidas de intervención tanto estructural como no estructural, según corresponda. Lo anterior contempla la estimación de los costos de las intervenciones, especificaciones técnicas y seguimiento de los lineamientos ambientales para su desarrollo.

En general, por cada punto donde sea necesario implementar medidas de intervención y reducción del riesgo, se deberán presentar como mínimo 3 (tres) alternativas de mitigación a nivel de ingeniería de detalle. Cada una de las alternativas debe incluir los costos de la inversión inicial, costos derivados de su operación, mantenimiento y otros costos atribuibles a las medidas de reducción del riesgo como adecuación de redes o reconformación geomorfológica de terrenos y costos derivados de la adecuación o relocalización de los predios comprometidos en el área de influencia de los procesos de inestabilidad.

- En especial, se deben incluir estudios hidráulicos de detalle que formulen alternativas de optimización del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial, basado en el diagnóstico realizado y deberán soportarse bajos modelos hidráulicos internacionalmente aceptados.
- Se deben incluir planos de construcción definiendo las protecciones con cobertura vegetal, canales, barreras, obras de bioingeniería y biotecnología, obras de impermeabilización, recubrimientos, muros, anclajes, pernos, enrocados, drenes de pantalla, subdrenes de penetración y otras obras si son requeridas. Se debe contemplar las obras de drenaje y control de aguas lluvias de las estructuras diseñadas, estos deben contener sus propios diseños y características de mantenimiento.
- Se deben presentar planos arquitectónicos de detalle de las obras de impacto urbanístico.
- Se debe presentar plano y memoria de cálculo respectiva de los diseños de cada una de las alternativas de las medidas de mitigación.

- Los planos deben especificar materiales e ítem de pago de cada actividad y deben contar con los cortes y perfiles necesarios para realizar el proceso constructivo.
- Todos los diseños deben estar conformes con la Ley 400 de 1997 y la Norma Sismo Resistente NSR-10.

Se deberá implementar los criterios establecidos en:
- Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP14
- Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente – NSR10
- Y demás normativas que le apliquen.

4.11.3. Elaboración de presupuestos, especificaciones técnicas y lineamientos ambientales

Se debe presentar el formulario de cantidades aproximadas de obra y presupuesto con los respectivos análisis de precios unitarios, especificaciones técnicas y programación para cada zona de estudio. Para cada una de las obras de mitigación por separado deberán presentarse:
- Presupuesto de alternativas planteadas
- Análisis de precios unitarios
- Especificaciones técnicas de construcción
- Memorias de cantidades de obra
- Programación de obra de alternativas planteadas

4.12. CARTOGRAFÍA TEMÁTICA

4.15.1. Estructuración de cartografía temática digital

La información generada se debe entregar en formatos digitales en formato Geodatabase (Archivos mdb), así como en archivos shape con su simbología asociada en archivos LYR compilados en paquetes de mapa *.mpk.

Se deben entregar como capa de información para SIG como mínimo los siguientes temas:
- Curvas de nivel
- Aislamiento por taludes
- Geología
- Geomorfología
- Pendientes
- Zonificación de amenazas de los escenarios contemplados
- Zonificación de la vulnerabilidad física de los escenarios contemplados
- Zonificación del riesgo de los escenarios contemplados
- Localización obras

Cada capa de información debe contar con sus respectivos metadatos mínimos de acuerdo con la norma técnica colombiana NTC 4611 vigente. Se deberá estructurar una GeodataBase, que se ajuste a las especificaciones técnicas dispuestas en la Resolución 2182 de 2016 del Ministerios de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Deberá entregarse también el archivo de salida gráfica (PDF) para cada mapa generado, los planos temáticos y de diseño pueden ser elaborados en Autocad cuyos archivos serán entregados en formato .DWG o .DXF cumpliendo con las siguientes características:

Toda información temática deberá entregarse como archivo SHP y con salida gráfica (PDF) para cada mapa generado. Los planos de diseño pueden ser elaborados en Autocad cuyos archivos serán entregados en formato .DWG o .DXF cumpliendo con las siguientes características:

- Las coordenadas del dibujo, deben corresponder con coordenadas reales del terreno, no se aceptan levantamientos con coordenadas arbitrarias.

- El archivo debe estar organizado por Layers para cada entidad de datos de información incluida en el dibujo, por ejemplo, sí el dibujo contiene curvas de nivel, vías y ríos, debe tener un layer con el mismo nombre del elemento dibujado.

Se debe utilizar los rótulos y logos acordados con la entidad contratante. En todos los rótulos incluir las referencias de las planchas utilizadas para los diferentes empalmes de los planos e indicar claramente el número del plano con el cual se realiza. Adicionalmente se deberán incluir las fuentes de información primaria o secundaria, fecha de elaboración y escalas.

Los productos cartográficos, deberán entregarse debidamente firmados por el especialista encargado de su elaboración, y el Supervisor o quien haga sus veces quien los revisó y aprobó. La base de datos recolectada para el análisis de la vulnerabilidad física y social, así como la probabilidad de deslizamiento, los índices de vulnerabilidad, índices de daño, índices de riesgo para cada escenario contemplado, debe estar relacionada con la información espacial en la zona de estudio.

4.13. SOCIALIZACIÓN

4.13.1. Jornadas de socialización con la comunidad y la Alcaldía de Tocancipá, para dar a conocer los resultados obtenidos en el estudio

Se deberán llevar a cabo jornadas de socialización con la comunidad y la Alcaldía de Tocancipá, para dar a conocer y presentar los estudios actividades de desarrollo y resultados obtenidos en el estudio.
Las jornadas de socialización con la comunidad se deberán desarrollar a través de reuniones contemplando como mínimo las siguientes temáticas.

- Presentación del proyecto y objetivos
- Socialización de las fechas de desarrollo del proyecto
- Socialización de avances del proyecto
- Socialización de resultados encontrados

En todo caso la cantidad y temario de las reuniones deberán ser concertadas previamente con la Alcaldía de Tocancipá, acorde a la necesidad de la administración y a las temáticas mínimas. La Consultoría estará a cargo de convocar, coordinar y moderar estas socializaciones; las cuales serán de forma presencial, garantizando todas las medidas y protocolos de bioseguridad respectivas.
De igual manera, para este fin se contempla que los profesionales sociales estén a cargo del tema, aprovechando su enfoque social y trabajo comunitario para adelantar de manera satisfactoria esta gestión.

En todo caso la cantidad y temario de las reuniones deberán ser concertadas previamente con la Alcaldía de Tocancipá, acorde a la necesidad de la administración y a las temáticas mínimas. La Consultoría estará a cargo de convocar, coordinar y moderar estas socializaciones; las cuales serán de forma presencial, garantizando todas las medidas y protocolos de bioseguridad respectivas.
De igual manera, para este fin se contempla que los profesionales sociales estén a cargo del tema, aprovechando su enfoque social y trabajo comunitario para adelantar de manera satisfactoria esta gestión.

5. ENTREGABLES

Enmarcado en cada uno de los componentes de la consultoría se contemplan los siguientes entregables:

N°	ETAPA	ID	ACTIVIDADES.	ENTREGABLES.
1	ACTUALIZACION DE CARTOGRAFIA	1,1	Recopilación y análisis de información primaria y secundaria.	1. Informe técnico. 2. inclusión en base de datos cartográfica.

	BASE DIGITAL Y MODELADO 3D	1,2	Levantamiento Topográfico en Drone.	1. Informe técnico. 2. Planos Digitales (pdf, mxd, mpk) e impresos de: - Levantamiento en drone 3. Anexo Digital de nube de puntos. 4. Anexo digital Modelo 3D de edificaciones.
		1,3	Levantamiento Topográfico detallado.	1. Informe técnico. 2. Plano Topográfico escala 1:500 (Dwg/pdf) 3. Carteras Topográficas. 4. Dos mojones de concreto ligado al sistema Satelital de referencia. 5. Plano batimétrico con secciones transversales y perfil indicando los niveles de agua y estructuras hidráulicas presentes (cuando aplique)
		1,4	Estructuración y actualización de la cartografía básica digital 1:500	1. Informe técnico. 2. Base de datos geoespacial (gdb) con catálogo de objetos ICDE, DSM, DTM, Ortofoto Rectificada conforme a lo dispuesto en el Anexo técnico)
2	GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA	2,1	Caracterización de la Geología Local	1. Informe técnico. 2. Planos Digitales (pdf,mxd, mpk) e impresos de: - Unidades Geológicas para ingeniería, escala 1:1000 - Geología estructural y Geología Local.
		2,2	Caracterización Unidades Geológicas para ingeniería.	
		2,3	Actualización de Inventario y Catálogo de procesos morfodinámicos.	1. Informe técnico. 2. Planos Digitales (pdf, mxd, mkp) e impresos de: -Catálogo e inventario de procesos morfodinámicos, escala 1:1000
		2,4	Caracterización Geomorfológica a nivel (Morfodinámica, morfogénesis, morfometría)	1. Informe técnico. 2. Planos Digitales (pdf, mxd, mpk) e impresos de: _Elementos Geomorfológicos, escala 1:1.000. – Procesos morfodinámicos – Pendientes

3	COBERTURA Y USO DEL SUELO.	3,1	Identificación de uso y cobertura del suelo metodología corine land cover y realizar el diagnostico de perdida de cobertura mediante análisis multitemporal.	1. Informe técnico. 2. Fichas descriptivas de la unidad de uso y cobertura del suelo. 3. Planos Digitales (pdf, mxd, mpk) e impresos de: – Uso y cobertura del suelo, escenario actual, escala 1:1.000. – Uso y cobertura del suelo, escenario futuro, escala 1:1.000.
4		4,1	Realización de Sondeos mecánicos a rotación y apiques.	1. Informe técnico - Anexar registros y ensayos de campo; - Anexar registro fotográfico metro a metro de las muestras recuperadas. - Anexar resultados de ensayos de laboratorio. 2. Planos Digitales (pdf, mxd, mpk) e impresos de: – Puntos de exploración geotécnica directa, escala 1:1.000
		4,2	Ensayos para caracterización de muestras de suelos (humedad, granulometría, límites, compresión simple, peso unitario y especifico, cortes directos, permeabilidad)	1. Informe técnico 2. Planos Digitales (pdf, mxd, mpk) e impresos de: – Líneas de refracción sísmica, escala 1:1.000
		4,3	Ensayo de refracción sísmica para determinación de perfiles del suelo.	1. Informe técnico 2. Planos Digitales (pdf, mxd, mpk) e impresos de: – Líneas de refracción sísmica, escala 1:1.000.
		4,4	Ensayo de tomografía eléctrica.	1. Informe técnico 2. Planos Digitales (pdf, mxd, mpk) e impresos de: – Líneas de tomografía eléctrica, escala 1:1.000.
5	HIDROGEOLOGIA	5,1	Estudio Hidrogeológico (niveles freáticos o piezométricos, condiciones de permeabilidad de estratos, capacidad de almacenamiento, zonas de recarga, tipos de acuíferos)	1. Informe técnico. 2. Planos Digitales (pdf, mxd, mpk) e impresos de: – Distribución espacial de niveles freáticos, escala 1:1.000. – Modelo hidrogeológico
6	DIAGNOSTICO DE OBRAS DE MITIGACION EN EL AREA DE ESTUDIO.	6,1	Inventario, evaluación y diagnóstico de obras de mitigación existente.	1. Productos: a) Inventario de obras de mitigación existentes (xls, pdf) b) Plano digital de espacialización del inventario (mxd, mpk, pdf) 2. Informe técnico

7	ANALISIS DETALLADO DE AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA	7,1	Caracterización, Zonificación y Modelación Geotécnica.	1. Informe técnico 2. Planos Digitales (pdf, mxd, mpk) e impresos de: - Mapa de unidades de ladera a escala 1:1.000. - Mapa del modelo geológico-geotécnico, escala 1:1.000. - Cortes de las secciones de análisis representativos, escala 1:1.000. 3. Anexos de modelos de análisis estabilidad para los diferentes escenarios.
		7,2	Determinación y Zonificación de la amenaza por movimientos en masa.	1. Informe técnico. 2. Planos Digitales (pdf, mxd, mpk) e impresos de: - Zonificación de la amenaza por movimientos en masa, escala 1:1.000.
8	Análisis de amenaza por Origen Tecnológico	8,1	Determinación y Zonificación de la amenaza por origen tecnológico.	1. Informe técnico 2. Planos Digitales (pdf, mxd, mpk) e impresos de: 3. Zonificación de la amenaza de origen tecnológico, escala 1:1.000.
9	Evaluación de Vulnerabilidad.	9,1	Encuesta de caracterización predial.	1. Informe técnico 2. Productos: a) Formato de encuesta de caracterización de vulnerabilidad física b) formato de encuesta de vulnerabilidad socioeconómica c) Formato de recolección de información relacionada a la viabilidad jurídica para la inclusión en procesos de regularización de la ocupación del territorio en zonas susceptibles a amenazas por remoción en masa y Tecnológico.
		9,2	Inventario, evaluación y diagnóstico físico y social de predios y obras de mitigación.	1. Informe técnico 2. Inventarios de Obras de Mitigación existentes 3. Planos Digitales (pdf, mxd, mpk) e impresos de: Inventarios de Obras de Mitigación existentes, escala 1:1.000.
		9,3	Determinación y Zonificación de Vulnerabilidad.	1. Informe técnico. 2. Planos Digitales (pdf, mxd, mpk) e impresos de: 3. Zonificación de la amenaza de vulnerabilidad, escala 1:1.000. 4. Anexos de cuantificación de la vulnerabilidad y categorización

10	Evaluación del Riesgo.	10,1	Determinación, zonificación y Categorización de Riesgo.	1. Informe técnico. 2. Planos Digitales (pdf, mxd, mpk) e impresos de: - Zonificación de la amenaza de vulnerabilidad, escala 1:1.000. - Anexo de estimación y categorización del riesgo con los resultados de amenaza y vulnerabilidad
		10,2	Identificación de medidas de mitigación.	1. Informe técnico. 2. Planos Digitales (pdf, mxd, mpk) e impresos de: - a) Plano digital (pdf, mxd, mpk) que contenga: Obras de mitigación propuestas, escala 1:1.000 b) Evaluación y priorización de las alternativas de mitigación conforme a su viabilidad jurídica, técnica, y financiera c) Plano digital (pdf, mxd, mpk) que contenga: Zonificación del riesgo conforme a las alternativas de mitigación propuestas, escala 1:1.000 para cada componente (fenómenos de remoción en masa).
11	DISEÑO DE MEDIDAS DE MITIGACION.	11,1	Diseño a nivel de ingeniería de detalle de obras de mitigación.	1. Informe técnico. 2. Planos Digitales (pdf, mxd, mpk, CAD) e impresos de: - Localización de las obras de mitigación. - Diseños a nivel de ingeniería de detalle. que contenga: Diseño arquitectónico, perfiles, alzados de obras de mitigación (componente urbanístico) c) Plano digital (CAD, pdf, mxd, mpk) que contenga: Diseños a nivel de ingeniería de detalle de obras de mitigación 3. Especificaciones técnicas.
		11,2	Elaboración de programación, presupuestos, especificaciones técnicas y lineamientos ambientales.	1. Presupuesto de obras de mitigación (xls, pdf) 2. Especificaciones técnicas y lineamientos ambientales (xls, pdf) 3. Programaciones de obra con recursos 4. Informe técnico (incluir precios de mercado)
12	CARTOGRAFIA TEMÁTICA.	12,1	Estructuración cartografía temática digital 1 escala 1:500	1. Informe técnico. 2. Base de datos geoespacial (GDB) con catálogo de objetos ICDE,, de acuerdo a lo dispuesto en el presente documento.

13	SOCIALIZACIÓN	13,1	Jornadas de socialización con la comunidad y la Alcaldía de Tocancipá , para presentar el proyecto y dar a conocer los resultados obtenidos en el estudio.	1. Informe técnico. - Anexos de Actas de Reunión. - Registro fotográfico

NOTA 1: TODAS LAS ACTIVIDADES DE CADA UNO DE LOS COMPONENTES, INCLUYENDO LAS ACTIVIDADES DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, TOPOGRAFÍA, Y DEMÁS ACTIVIDADES DE CAMPO, DEBEN ESTAR ENCABEZADAS Y COORDINADAS POR CADA UNO DE LOS PROFESIONALES EXPERTOS RESPONSABLES DE CADA COMPETENTE. ESTOS PROFESIONALES EXPERTOS DEBERÁN ATENDER CUALQUIER REQUERIMIENTO DE LA SUPERVISIÓN DEL CONTRATO, Y ATENDER LAS REUNIONES CITADAS POR CUALQUIERA DE LAS PARTES, LAS SOCIALIZACIONES CON LA COMUNIDAD Y LAS DEMÁS ACTIVIDADES ACORDES CON EL DESARROLLO DEL OBJETO CONTRACTUAL

Se deberá presentar un informe ejecutivo general y/o sector que compile los resultados de cada etapa.
Se deberá detallar en cada informe técnico los procedimientos, análisis e interpretaciones realizadas. Los resultados y memorias técnicas serán revisados y aprobados por la supervisión e interventoría designada por la Alcaldía de Tocancipá.
Se deberá dar respuesta a las inquietudes y hacer ajustes que fuesen necesarios.
Deberá estructurarse, recopilarse y hacerse entrega de la información en tomos dispuestos de la siguiente manera:

- **TOMO 1:** Generalidades (Localización, metodologías, antecedentes de las temáticas Análisis, recopilación de información secundaria, Información geográfica, climatológica). Relacionar también en este tomo toda la información adicional que se genere en el desarrollo del contrato incluyendo los registros de socializaciones, reuniones, y demás actividades desarrolladas en la Etapa 13

- **TOMO 2:** Información base (Cartografía básica, Geomorfología, Geología, Sismología, Hidrogeología, Cobertura y uso del suelo)

Etapas: 1) ACTUALIZACIÓN DE CARTOGRAFÍA BASE DIGITAL Y MODELADO 3D; 2) GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA; 3) COBERTURA Y USO DEL SUELO; 4) EXPLORACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA; 5) HIDROGEOLOGÍA.

- **TOMO 3:** Diagnóstico de obras de mitigación en el área de estudio (Inventario, evaluación, y diagnóstico de obras de mitigación existentes).

Etapas: 6) DIAGNÓSTICO DE OBRAS DE MITIGACIÓN EXISTENTE EN EL ÁREA DE ESTUDIO

- **TOMO 4**: Actualización de Análisis de amenaza por Fenómenos de Remoción en masa (Zonificación geológica – geotécnica, escenarios de amenaza, factores detonantes, modelo geotécnico, cálculo de la probabilidad de falla, zonificación de amenaza).

Etapas: 7) ACTUALIZACIÓN DE ANÁLISIS DETALLADO DE AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA

- **TOMO 5:** Análisis de amenaza por origen tecnológico.

Etapas: 8) ANÁLISIS DE AMENAZA POR ORIGEN TECNOLOGICO

- **TOMO 6:** Actualización de evaluación de Vulnerabilidad (Vulnerabilidad física, información levantada en campo, caracterización de elementos expuestos, inventario predial e información base para estudio de títulos, valoración y zonificación de vulnerabilidad para fenómenos de remoción en masa.

Etapas: 9) ACTUALIZACIÓN DE EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD

- **TOMO 7:** Análisis de Riesgo (Caracterización, cálculo, y zonificación del riesgo para fenómenos de remoción en masa, análisis de las medidas y planes de mitigación estructural y no estructural, definición de riesgo mitigable y no mitigable, zonificación del riesgo en escenarios con obras de mitigación, priorización y viabilidad de las obras propuestas).

Etapas: 10) ACTUALIZACIÓN DE EVALUACIÓN DEL RIESGO

- **TOMO 8:** Obras de mitigación (Identificación de obras de mitigación, propuesta urbanística y de medidas no estructurales, diseños a nivel de detalle de ingeniería de

obras de mitigación, presupuestos, especificaciones técnicas, programaciones de obra, lineamientos ambientales).

Etapas: 11) DISEÑO DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN; 12) CARTOGRAFÍA TEMÁTICA.
- Resumen ejecutivo
- Informes de presentación de resultados desglosado por asentamiento y/o barrio objeto de estudio.
- Se entregará en medio magnético la cartografía estructurada conforme está definido en el alcance, así como la planimetría, los productos de los análisis, y en general toda la información generada en el marco de la ejecución del presente estudio.

Etapas: 13) SOCIALIZACIÓN.

La información se entregará en dos copias físicas a la supervisión del contrato, con cada uno de los tomos y de los productos cartográficos debidamente firmados por los especialistas encargados de su elaboración, por el par del supervisor del contrato.

6. RECURSOS

Para la ejecución de la presente consultoría se destinarán los siguientes recursos; el grupo de profesionales y su idoneidad se establecen conforme a las recomendaciones establecidas en el capítulo 7 de la "Guía metodológica para estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa, 2015", la exploración geotécnica y los demás insumos de cartografía base se definen en función del área y de las recomendaciones de la Guía resumidas en "3.1.1.5 Exploración del subsuelo y ensayos de laboratorio – Exploración detallada".

A) PERSONAL:

ITEM	DESCRIPCION	TIEMPO DE DEDICACION	PLAZO (MESES)
1.1	**Profesional 1.**	70%	3
	Director de Proyecto		
1.2	**Profesional 2.**	70%	2,5
	Profesional experto en SIG		

1.3	**Profesional 3.**	60%	2,5
	Profesional experto en Geología		
1.4	**Profesional 4.**	50%	2,5
	Profesional experto en Coberturas y Uso del Suelo		
1.5	**Profesional 5.**	70%	3
	Profesional experto en Geotecnia		
1.6	**Profesional 6.**	40%	2,5
	Profesional experto en Hidrología e Hidráulica		
1.7	**Profesional 7.**	50%	2,5
	Profesional experto en Estructuras		
1.8	**Profesional 8.**	50%	2,5
	Profesional Social		
1.9	**Profesional 09.**	40%	2,5
	Abogado		
1.10	**Profesional 10.**	40%	2,5
	Arquitecto		

B) LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACION:

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD
2.1	Levantamiento topográfico detallado [Area aprox. 5,0 Ha]	m2	79700
2.2	Levantamiento en Dron [Area aprox. 7.97 Ha]	ha	7,97

C) EXPLORACION GEOTECNICA Y GEOFISICA

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD
3.1	Línea de refracción sismica hasta 115 m de longitud incluyendo MASW1D	Und	6
3.2	Línea de Exploración Geofísica mediante Tomografías Eléctricas 2D de hasta 550 m150	Und	5
3.3	Sondeos Mecánicos rotopercusión con recuperación continua de muestra	m	130
3.4	Apiques	Und	20
3.5	Ensayo de Ganulometría, Limites de Attemberg, humedades, Peso Especifico	Und	90
3.6	Ensayo de Corte Directo	Und	30
3.7	Ensayo de Compresión Simple	Und	25
3.8	Ensayo de permeabilidad	Und	25
3.9	Ensayo de peso unitario	Und	25

7. **PRESUPUESTO**

El valor total del contrato asciende a la suma de **QUINIENTOS SETENTA Y CUATRO MILLONES CUATROCIENTOS DESISEIS MIL SETECIENTOS SETENTA Y NUEVE PESOS M/CTE ($ 574.416.779)** Este valor incluye todos los costos directos e indirectos, impuestos, tasas, contribuciones, retenciones, demás gravámenes, tarifas y erogaciones tanto del orden municipal, departamental y nacional, que se causen por el hecho de su celebración, ejecución y liquidación, y sean aplicables al valor del contrato a celebrar.

8. **PLAZO DE EJECUCIÓN**

Para la ejecución de la presente consultoría y de las actividades que se deriven del presente proceso, acorde a la programación, se establece un plazo de Tres (03) meses a partir del acta de inicio.

9. **INFORMACION SOBRE EL PERSONAL PROFESIONAL**

ITEM	DESCRIPCION	CANT.	TIEMPO DE DEDICACION	PLAZO (MESES)	PROFESION	EXPERIENCIA GENERAL MINIMA	EXPERIENCIA ESPECIFICA MINIMA
1.1	**Profesional 1. Director del Proyecto**	1	70%	3	Título Profesional en alguno de los siguientes programas: - ingeniería Civil. - Geología. - ingeniería Geológica. Postgrado en alguna de las siguientes áreas: - Geotecnia. - Gerencia de proyectos. - Gestión del Riesgo. -Saneamiento y desarrollo ambiental. -Geotecnia ambiental. -Geología Ambiental.	Siete (7) años a partir de la expedición de la tarjeta profesional según los casos de Ley.	Tres (3) certificaciones en contratos relacionados con la realización de estudios básicos y/o estudios detallados de amenaza, vulnerabilidad y riesgo.

					- o afines a la Gestión del riesgo.		
1.2	**Profesional 2. Experto en SIG**	1	70%	2,5	Título Profesional en alguno de los siguientes programas: - Geología. - ingeniería civil. - Ingeniería Ambiental. - ingeniería Geológica. - ingeniería Catastral. Postgrado: - Sistemas de información geográfica- SIG	Cinco (5) años a partir de la expedición de la tarjeta profesional según los casos de Ley.	Dos (2) certificaciones en contratos relacionados con la realización de estudios básicos y/o estudios detallados de amenaza, vulnerabilidad y riesgo.
1.3	**Profesional 3. Experto en Geologia.**	1	60%	2,5	Título Profesional en alguno de los siguientes programas: - Geologia - Ingenieria Geológica. Postgrado en alguna de las siguientes áreas: - Geologia. - Geotecnia. -Geotecnia Ambiental -Geología Ambiental. - o afines a la Gestión del riesgo.	Cinco (5) años a partir de la expedición de la tarjeta profesional según los casos de Ley.	Dos (2) certificaciones en contratos relacionados con la realización de estudios básicos y/o estudios detallados de amenaza, vulnerabilidad y riesgo.
1.4	**Profesional 4. Profesional experto en Coberturas y Uso del Suelo**	1	50%	2.5	Título Profesional en alguno de los siguientes programas: - Ingeniería Forestal. - Ingeniería civil. - Ingeniería Ambiental. - geología. Postgrado en alguna de las siguientes áreas:	Cinco (5) años a partir de la expedición de la tarjeta profesional según los casos de Ley.	Dos (2) certificaciones en contratos relacionados con la realización de estudios básicos y/o estudios detallados de amenaza, vulnerabilidad y riesgo.

					- Ambiental. - Recursos Hídricos. - Hidrología, hidráulica y afines. - Cartografía, sistemas de información Geográfica. - Coberturas uso de suelo, planeación del territorial y afines.		
1.5	**Profesional 5. Profesional experto en Geotecnia**	1	70%	3	Titulo Profesional en al alguno de los siguientes programas: - Geología. - Ingenieria Geológica. - Ingenieria civil. Postgrado en: - Geotecnia. -Geotecnia Ambiental.	Cinco (5) años a partir de la expedición de la tarjeta profesional según los casos de Ley.	Dos (2) certificaciones en contratos relacionados con la realización de estudios básicos y/o estudios detallados de amenaza, vulnerabilidad y riesgo.
1.6	**Profesional 6. Profesional experto en Hidrología e Hidráulica.**	1	40%	2.5	Título Profesional en alguno de los siguientes programas: - ingeniería Civil. - ingeniería Ambiental. Postgrado en: Hidrología, hidráulica, Recursos hídricos, O afines.	Cinco (5) años a partir de la expedición de la tarjeta profesional según los casos de Ley.	Dos (2) certificaciones en contratos relacionados con la realización de estudios básicos y/o estudios detallados de amenaza, vulnerabilidad y riesgo.
1.7	**Profesional 7. Profesional experto en Estructuras.**	1	50%	2.5	Título Profesional: - ingeniería Civil. Postgrado en: - Estructuras. -Diseño estructural -o afines	Cinco (5) años a partir de la expedición de la expedición de la tarjeta profesional según los casos de Ley.	Dos (2) certificaciones laborales en diseño de estructuras
1.8	**Profesional 8. Profesional Social**	1	50%	2.5	Título Profesional en alguno de los siguientes programas:	Tres (3) años a partir de la expedición de la tarjeta profesional según los casos de Ley.	Dos (2) certificaciones es Socialización de estudios y diseños.

					- Trabajo Social. - Psicología. - Sociología. O afines		
1.9	**Profesional 09. Abogado**	1	40%	2.5	Título Profesional: - Derecho.	Cinco (5) años a partir de la expedición de la tarjeta profesional según los casos de Ley.	Dos (2) Certificaciones laborales en estudio de Títulos y/o gestión predial.
1.10	**Profesional 10. arquitecto**	1	40%	2.5	Título profesional en: - Arquitectura	Cinco (5) años a partir de la expedición de la tarjeta profesional según los casos de Ley.	Dos (2) certificaciones laborales en estudios urbanísticos y/o de riesgo y/o de planificación Territorial.

10. **CLASIFICACION CODIGOS UNSPSC.**

El presente proceso de contratación se encuentra enmarcado dentro de los siguientes códigos del Clasificador **UNSPSC**:

Código	Nombre
70131700	Gestión del terreno y del suelo
77101600	Planeación ambiental
80101600	Gerencia de proyectos
81101514	Ingeniería geotécnica o geosísmica
81101516	Servicios de Consultoría o servicios Públicos.

11. **SEÑALIZACION**

La ley 769 del 6 de agosto de 2002, por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre y se dictan otras disposiciones, en su CAPITULO VIII, TRABAJOS EVENTUALES EN VIA PÚBLICA, en su Artículo 101, determina las normas para realizar trabajos en vía pública, en ese mismo sentido el Artículo 102 establece el procedimiento para el manejo de los escombros, así como en el CAPITULO XII de la misma ley, establece el alcance de la señalización que debe ser instalada.

También la Resolución 1885 de 2015, "Por la cual se adopta el Manual de Señalización Vial – Dispositivos para la Regulación del Tránsito en Calles, Carreteras y Ciclo rutas de Colombia, de conformidad con su Capítulo 4, el cual determina la señalización y medidas de seguridad para obras en la vía, igualmente el Capítulo 5, Otros dispositivos para la regulación del tránsito, en su numeral 6.1, establece los dispositivos utilizados para el tráfico peatonal.

11.1. SEÑALIZACION EXTERNA PARA PEATONES Y CONDUCTORES.

• La señalización será implementada de tal forma que tanto los peatones como conductores tengan la claridad necesaria para su desplazamiento en el eje del proyecto y su área de influencia.
• Se deben tomar medidas para aislar y direccionar el tráfico peatonal en los diferentes frentes de trabajo y segregarlos del tráfico vehicular en el caso que la intervención en las franjas de circulación peatonal (andenes), acompañe ejes viales.
• Los criterios de seguridad tanto de los peatones como de los vehículos que circulen por el área de influencia del proyecto, estarán presentes en todas las afectaciones a realizar, garantizando el normal desenvolvimiento de los habitantes y usuarios del área del proyecto.
• Las salidas o accesos importantes desde y hacia un corredor vial tales como conectantes, vías de acceso y vías que ofrecen permeabilidad al sistema vial, no podrán ser cerradas durante la intervención del tramo correspondiente.

11.2. SEÑALIZACION INTERNA PARA LOS TRABAJADORES Y VISITANTES.

Se señalizará adecuadamente las áreas que delimiten zonas tales como:

• Ingreso y Salida de Vehículos, Personal laboral y Visitantes.
• Campamento y Oficinas.
• Almacenamiento de materiales.
• Depósito temporal de escombros
• Áreas de Servicios Generales (baños, duchas, áreas de consumo de alimentos entre otros) (Resolución 2400 de 1979)
• Áreas de Atención Médica y de Bioseguridad (Para manejo de accidentes laborales, enfermos, entre otros) (Resolución 2400 de 1979)

NOTA: La seguridad del tránsito peatonal debe ser un elemento integral y de alta prioridad. La señalización dispuesta debe permitir su fácil identificación por parte de los peatones de los corredores provisionales dispuestos para su tránsito, con el fin de proteger a estos del tráfico vehicular, así como de las condiciones peligrosas generadas.

12. PERMISOS, LICENCIAS Y AUTORIZACIONES

12.1. LICENCIA AMBIENTAL

De conformidad con la ley 99 de 1993 y sus Decretos reglamentarios, para la ejecución de esta consultoría no se requiere la expedición de licencia ambiental. No obstante, durante la ejecución del contrato, el contratista está obligado a organizar los trabajos de tal forma que los procedimientos aplicados sean compatibles con los requerimientos técnicos necesarios y con las disposiciones contenidas en la Ley 99 de 1993, el Decreto 2041 de 2014, por el cual se reglamenta el Titulo VII de la ley mencionada, así como las normas especiales para el trámite y obtención de las autorizaciones y permisos específicos requeridos para el uso y aprovechamiento de los recursos. El contratista deberá tener presente para elaborar su programa de ejecución e inversiones las diferentes estrategias, programas, proyectos, acciones y obras de tipo preventivo, correctivo, de mitigación, de compensación y control en las áreas físico, biótico y social.
El contratista se obliga al cumplimiento de las normas ambientales vigentes, al desarrollo de buenas prácticas de ingeniería para la ejecución de la consultoría que respeten el entorno natural y social del área de influencia en el cual se desarrollan.

13.2. GESTION PREDIAL

La ejecución de la presente consultoría no requiere de gestión predial, sin embargo, es necesario que el contratista realice las respectivas actas de vecindad con los predios colindantes a la ejecución de trabajos.

13.3. LICENCIA DE CONSTRUCCIÓN

De conformidad con el alcance de la consultoría, ésta no corresponde a actividades de construcción, por lo tanto, no se requiere licencia de construcción de acuerdo con el Decreto 1077 de 2015.

13.4. EXISTENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS

La consultoría se realizará en una zona donde existen diferentes redes de servicios públicos. No se contemplan traslados ni reubicación de redes, razón por la cual el contratista debe evitar la afectación de dichas redes de servicios públicos, tales como gas, acueducto, alcantarillado, electrificación, TIC, entre otros, cuyos gastos de reparación en función de algún daño potencial correrán por cuenta y riesgo del contratista.

13.5. NOTAS TECNICAS ESPECÍFICAS PARA EL PROYECTO

El proyecto debe cumplir, además de los requisitos plasmados en el presente documento a saber:

- Guía Metodológica para Estudios De Amenaza, Vulnerabilidad Y Riesgo Por Movimientos En Masa. Escala detallada. (SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO)
- Guía metodológica para la elaboración de mapas de inundación IDEAM 2017
- Resolución 2182 de 2016 del Ministerios de Ambiente y Desarrollo Sostenible
- NTC 5204: 2003. Precisión de Redes Geodésicas
- NTC 5205: 2003. Precisión de Datos Espaciales
- NTC 4611: 2011. Información Geográfica. Metadato geográfico
- NTC 5043: 2010. Información Geográfica. Conceptos Básicos de la Calidad de los Datos Geográficos
- NTC 5660: 2010. Información Geográfica. Evaluación de la Calidad Procesos y Medidas.
- NTC 5661: 2010. Información Geográfica, Método para Catalogación de Objetos Geográficos
- NTC 5662: 2010. Información Geográfica. Especificaciones Técnicas de Productos Geográficos
- NTC 5798: 2011. Información Geográfica. Referencia Espacial por Coordenadas
- NTC 1495 – 01 Ensayo de Humedad Natural
- NTC 4630 – 99 Ensayo Limites Attemberg.

GUILLERMO LEON GUALTEROS ROCHA.
Secretario de Planeación

Proyecto: ing. Miguel Paez/ Profesional Universitario SP
Revisó y Aprobó: Ing. Guillermo L. Gualteros Rocha – Secretario de Planeación