

Orientaciones técnicas para incorporación de la gestión de riesgo de desastres en la planificación del ordenamiento territorial

Decreto 1077 de 2015



La vivienda y el agua
son de todos

Minvivienda



Fuente: SGC- Universidad del Cauca 2021. Municipio de Rosas, Cauca



**MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO ©
SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO ©**

Carlos Alberto Ruiz Martínez

Viceministro de Vivienda (MVCT)

Oscar Paredes Zapata

Director General (SGC)

Supervisores del convenio

Edgar Orlando Picón

Director de Espacio Urbano y Territorial – MVCT

Marta Lucía Calvache Velasco

Directora Técnica Geoamenazas – SGC

Coordinadores técnicos

Mario Duque Carvajal

Subdirector de Asistencia Técnica y Operaciones Urbanas
Integrales – MVCT

Gloria Lucía Ruiz Peña

Coordinadora Grupo Evaluación de Amenaza por
Movimientos en Masa – SGC

Equipo técnico de apoyo

Milena Constanza Ordoñez Potes

Subdirección de Asistencia Técnica y Operaciones Urbanas
integrales

Sofía del Rosario Navarro Alarcón

Grupo Evaluación de Amenaza por Movimientos en Masa –
SGC

Autores MVCT

Milena Constanza Ordoñez Potes
Jessica Stephanie Luengas Fajardo
Andrés Felipe Castillo Ortégón
Rafael Antonio Bernal Vergara
Juan Camilo Martínez Rojas
David Alejandro Aponte Rojas
Juan Eliécer Guzmán Begambre
Oscar Enrique Forero Ospino
Rafael de Jesús Sierra Montealegre
Angie Stephania Ramírez Huerta
Mario Helberto Leal Noriega

Abril 2022.

Contenido

PARTE I	6
Orientaciones técnicas para la elaboración de estudios técnicos para la incorporación de la gestión del riesgo de desastres en el ordenamiento territorial	6
La incorporación de la gestión del riesgo en el proceso de planificación del ordenamiento territorial	7
Recomendaciones técnicas para la elaboración de estudios básicos	9
Recomendaciones técnicas para la elaboración de estudios detallados	37
Recomendaciones finales	48
Participación de comunidades y apropiación social del conocimiento	49
Factores a tener en cuenta en la estimación del costo de los estudios técnicos	49
PARTE II	53
Orientaciones técnicas para la incorporación de estudios técnicos de gestión del riesgo de desastres en el ordenamiento territorial.....	53
Generalidades	54
Metodología para la formulación de medidas de mitigación no estructurales	59
Lineamientos para la formulación medidas de intervención	60
Medidas de mitigación no estructurales	60
Medidas de mitigación no estructurales articuladas con el PMGRD y PDM	61
Medidas de intervención estructurales por tipo de amenaza	63
Medidas articuladas con el Plan Municipal de Gestión del Riesgo - PMGRD	64
Medidas de apropiación social del conocimiento	65
Articulación con el POMCA	65



INTRODUCCIÓN

Todos los años en el país ocurren emergencias asociadas a deslizamientos, inundaciones o avenidas torrenciales, que ponen en riesgo la vida de los colombianos y el desarrollo económico y social del territorio, tal como se evidencia a continuación: producto de las fuertes lluvias registradas en el transcurso del año 2022 (enero a marzo): 2.849 familias (11.733 personas) han resultado afectadas, incluyendo 27 personas que perdieron la vida, la mayor parte de ellos (16) por el movimiento en masa registrados entre los municipios de Pereira y Dosquebradas el 8 de febrero.

Cuando se analizan las razones del por qué el país continúa en la tendencia de atender las emergencias y no prevenirlas, encontramos que a la fecha, según cifras del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, el 88% de los municipios del país, es decir, 983 entidades territoriales no han realizado la revisión y ajuste de sus planes de ordenamiento territorial en los términos establecidos por la reglamentación vigente, ni cuentan con la localización de sus asentamientos en zonas de alto riesgo¹.

Es así como, en el marco del Convenio Interadministrativo MINISTERIO No. 719 de 2020 / SGC No. 010 de 2020, suscrito entre el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio y el Servicio Geológico Colombiano, se elaboraron dos guías: (1) Documento orientaciones técnicas para la elaboración de los estudios técnicos GRD en el marco del Decreto 1077 de 2015, (2) Documento orientaciones técnicas para la incorporación de ET –GRD en el POT en el marco del

Decreto 1077 de 2015, las cuales se consolidan en el presente documento con el fin de brindarles recomendaciones a las administraciones municipales para la incorporación de la gestión del riesgo de desastres en el proceso de la planificación del ordenamiento territorial, en los términos definidos en el Decreto 1077 de 2015.

El documento se estructura de la siguiente forma:

Parte I – Orientaciones técnicas para la elaboración de los Estudios Básicos y Estudios Detallados: se realizan recomendaciones para la elaboración de los estudios técnicos para la incorporación de la gestión del riesgo en la planificación territorial, tanto en el proceso de revisión de los contenidos de mediano y largo plazo de los planes de ordenamiento territorial o la expedición de nuevos planes (Estudios Básicos), como en la implementación del plan (Estudios Detallados).

En el **Capítulo 1**, se realizan recomendaciones para la elaboración de cartografía base, del análisis y zonificación de amenaza por movimientos en masa, inundaciones y avenidas torrenciales, tomando como referencia los documentos guías para la zonificación de amenaza por movimientos en masa y avenidas torrenciales liderados por el SGC, así como las guías metodológicas elaboradas por el IDEAM para el análisis y zonificación de la amenaza por inundación, entre otros documentos metodológicos.

Adicionalmente, se incluyen recomendaciones enfocadas al análisis de la dinámica fluvial para la identificación de las zonas críticas resultantes del proceso de socavación, para ser consideradas en la etapa de diagnóstico del plan de

¹ A corte del 30 abril de 2022.



ordenamiento territorial, tomando como base los insumos y metodologías definidos en el marco del Convenio Interadministrativo MINISTERIO No. 719 de 2020 / SGC No. 010 de 2020.

Igualmente, se incluyen en este documento recomendaciones técnicas enfocadas a la identificación de puntos críticos generados por efectos de la erosión costera, como resultado del trabajo interinstitucional realizado con la DIMAR, INVEMAR, MADS y la UNGRD, en cumplimiento del CONPES 3990 – COLOMBIA POTENCIA BIOCEÁNICA. Lo anterior, con el fin de dar conocer los resultados de este ejercicio a los municipios marino-costeros.

Por otra parte, en el **Capítulo 2**, se realizan recomendaciones técnicas para la elaboración de estudios detallados de riesgo por movimientos en masa e inundaciones, tomando como referencia la guía metodológica elaborada por el SGC para el análisis de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa a escala 1:2.000 (SGC, 2016) y la guía metodológica para la elaboración de mapas de inundación (IDEAM, 2017).

PARTE II – Orientaciones técnicas para la incorporación de la gestión del riesgo en el proceso de la planificación del ordenamiento territorial, se estructura en tres capítulos:

Capítulo 1 – Aspectos claves para la formulación de medidas de mitigación no estructurales en la etapa de formulación del POT, en esta sección se describen los pasos a seguir una vez se cuente con los estudios básicos en la etapa de diagnóstico para la formulación del POT.

Capítulo 2 - Formulación de medidas de intervención en la etapa de implementación del POT, sección enfocada en

brindar recomendaciones para incorporar los resultados de los estudios básicos en suelo urbano, de expansión urbana y suelo rural.

Capítulo 3 – Batería de medidas de intervención. En esta sección se relacionan una serie de medidas de intervención no estructurales identificadas por parte del equipo técnico que apoya los temas de incorporación de la gestión del riesgo en los POT desde la Dirección de Espacio Urbano y Territorial del MVCT, a partir de los resultados del Convenio Interadministrativo MINISTERIO No. 719 de 2020 / SGC No. 010 de 2020.

Con este documento, se pretende generar un insumo orientador que le permita a los Alcaldes con su equipo de trabajo, como responsable directo de la gestión de riesgo en su jurisdicción, logren avanzar en el proceso de incorporación de la gestión de riesgo de desastres en sus planes de ordenamiento territorial y garantizar una hoja de ruta de trabajo que incluyen acciones de conocimiento, reducción y manejo, que responda a los escenarios de riesgo actuales y futuros de manera gradual y sistemática, así como lograr la priorización de aquellas acciones tendientes a reducir la condición de riesgo de los asentamientos más vulnerables.



PARTE I

Orientaciones técnicas para la elaboración de estudios técnicos para la incorporación de la gestión del riesgo de desastres en el ordenamiento territorial



La incorporación de la gestión del riesgo en el proceso de planificación del ordenamiento territorial

La gestión de riesgo de desastres es un proceso dinámico y permanente, orientado a definir, ejecutar y evaluar acciones para avanzar en el conocimiento, la reducción del riesgo y el manejo de desastres, razón por la cual debe ir de la mano de los procesos de planificación para contribuir a la seguridad, el bienestar, la calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible de nuestros territorios².

En este orden de ideas, la Ley 388 de 1997 reconoce la prevención de amenazas y riesgos como un determinante para el ordenamiento del territorio, estableciendo los alcances jurídicos y técnicos para su incorporación en las decisiones que se planteen en los Planes de Ordenamiento Territorial, por tanto, su inclusión es obligatoria e inaplazable y debe ser verificada por la autoridad ambiental en el trámite de concertación de los asuntos ambientales.

Es así como, partiendo de lo dispuesto en la Ley 388 de 1997, el artículo 189 del Decreto Ley 019 de 2012 establece que sólo procede la revisión de los contenidos de mediano y largo plazo del plan de ordenamiento territorial o la expedición de uno nuevo, cuando se garantice:

- ✓ La delimitación y zonificación de las áreas de amenaza.
- ✓ La delimitación y zonificación de las áreas en condiciones de riesgo.

- ✓ La determinación de las medidas específicas para su mitigación, las cuales deben incluirse en la cartografía correspondiente.

En el Decreto 1807 de 2014, compilado en el Decreto 1077 de 2015, se reglamenta lo establecido en el artículo 189 del Decreto Ley 019 de 2012, en lo concerniente a las condiciones técnicas que deben contener los estudios técnicos para la incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenamiento territorial – POT (se hace referencia a los tres tipos de Planes de Ordenamiento Territorial: POT, PBOT, EOT), como requisito para abordar su revisión, modificación excepcional y ajuste, en los términos del artículo 9 de la Ley 388 de 1997.

En concordancia con lo anterior, para adelantar la revisión de los POT por vencimiento de las vigencias de mediano y largo plazo o la expedición de uno nuevo, se requiere contar con los resultados de los **Estudios Básicos** y, con base en esta información, definir las áreas con condición de amenaza y/o con condición de riesgo en donde se adelantarán **Estudios Detallados**, estableciendo las condiciones para el desarrollo de estos últimos, los cuales se ejecutarán en la fase de implementación del POT.

² Artículo 1. Ley 1523 de 2012.

A continuación, se señalan aspectos claves a tener en cuenta en cada una de las etapas del proceso de planificación territorial:

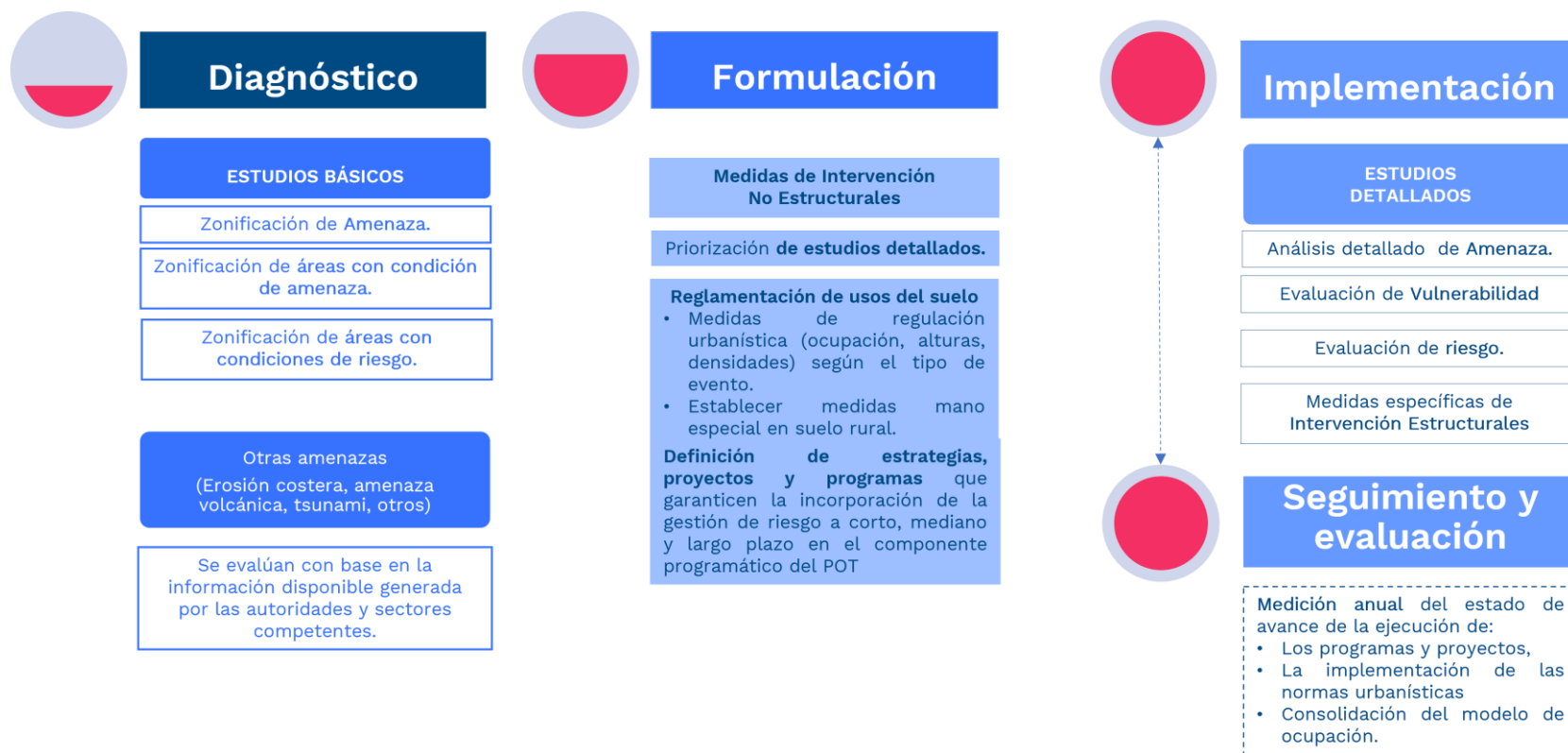


FIGURA 1. INCORPORACIÓN DE LA GESTIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES EN LAS ETAPAS DEL PROCESO DE LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL.

Fuente: Autores.



RECOMENDACIONES TÉCNICAS PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS BÁSICOS

1. Movimiento en masa en cercanías del río Guayuriba, agosto de 2018 – Fuente: Caracterización de eventos – POMCA río Guayuriba.
2. Movimiento en masa con posterior represamiento del cauce de la quebrada El Tigre aguas arriba del casco urbano del municipio de Dabeiba, Antioquia – Fuente: Consejo municipal de gestión del riesgo del municipio de Dabeiba.
3. Inundación en el municipio de Murindó, Antioquia por desbordamiento del cauce principal de Murindó, marzo de 2022 – Fuente: Consejo municipal de gestión del riesgo del municipio de Murindó.
4. Socavación del margen fluvial del río Apartadó, Antioquia con afectación en cultivos, mayo de 2022 – Fuente: Jessica Luengas.



Consolidación y generación de la cartografía base

La cartografía base que sea utilizada para desarrollar los estudios básicos debe contener según el Decreto 1077 de 2015: coordenadas, curvas de nivel, modelos digitales del terreno, drenajes, red vial, infraestructura y equipamientos, asentamientos humanos, en las siguientes escalas:

Deslizamientos – Inundaciones

CLASE DE SUELO	ESCALA
Urbano	1:5.000
Expansión Urbana	1:5.000
Rural	1:25.000

Avenidas torrenciales

CLASE DE SUELO	ESCALA
Urbano, Expansión Urbana, Rural (Quebradas con comportamiento torrencial en áreas con elementos expuestos).	1:2.000

FIGURA 2. ESCALA DE LA CARTOGRAFÍA BASE EN FUNCIÓN DEL TIPO DE SUELO Y AMENAZA PRIORIZADA. FUENTE: AUTORES.

Para suelo rural, se podrá utilizar cartografía base oficial escala 1:25.000 elaborada por la entidad generadora de la misma (Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC); en el caso en que el municipio no cuente con cartografía oficial para esta escala, dicha información se deberá elaborar siguiendo las disposiciones establecidas en la Resolución

471 de 2020 y Resolución 1421 de 2021 o las que la modifiquen o sustituyan.

Para el caso de suelos urbanos y áreas de expansión urbana, se utilizará cartografía base a escala 1:5.000 y para los cauces sobre los cuales se deban evaluar avenidas torrenciales escala 1:2.000, los productos entregados de igual manera deberán cumplir con las especificaciones técnicas para elaboración de cartografía base.

¿Cuál es la escala de análisis para los centros poblados?

Según el parágrafo 2º del artículo 2.2.2.1.3.1.5. del Decreto 1077 de 2015, “*Aquellos municipios o distritos con centros poblados rurales que por su alto grado de exposición a la ocurrencia de fenómenos naturales han sido afectados o tienen la posibilidad de ser afectados, deben adelantar los estudios básicos como mínimo a escala 1:5.000*”.

Teniendo en cuenta lo anterior, se realizan las siguientes recomendaciones para adelantar estudios básicos con mayor escala de detalle en centros poblados:

- Cuando los centros poblados **hayan sido afectados previamente** por la ocurrencia de fenómenos de inundación y movimientos en masa, es decir, que **existan registro de eventos antecedentes y/o históricos** sucedidos en el área de interés, documentados mediante fuentes de consulta o bases de datos municipales, regionales o nacionales.
- Cuando en el centro poblado se **identifiquen o existan indicios o evidencias geológicas** o geomorfológicas sobre la ocurrencia de eventos tipo

inundación o movimientos en masa en el pasado reciente.

- Cuando los análisis de inundación y movimientos en masa desarrollados en el suelo rural durante la etapa de

estudios básicos (escala 1:25.000), identifiquen zonas con niveles de amenaza alta en el área o proximidades a los centros poblados y cuyo potencial de materialización pueda generar condiciones de riesgo y/o afectaciones a la comunidad que allí habita

Ahora bien, a la hora de consolidar y generar la cartografía base para cada una de las escalas, tenga en cuenta las siguientes recomendaciones:

TABLA 1. RECOMENDACIONES Y LINEAMIENTOS PARA LA RECOPIACIÓN O ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA BASE.

Primero	Análisis y consolidación de cartografía básica existente: Inicialmente se deberá recopilar la información cartográfica base generada durante la fase implementación del POT vigente, por entidades oficiales y terceros, tanto por el municipio, gobernación, corporaciones y demás entidades que se considere pertinente (IGAC, INVEMAR, SGC, DIMAR, INVIAS, entre otros). Dentro de la recopilación inicial, se deberá analizar la pertinencia de la información cartográfica base a consolidar la cual debe cumplir con la Resolución No. 471 de 2020 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC o la que la modifique o sustituya, la cual establece las especificaciones técnicas mínimas que deben tener los productos de la cartografía básica oficial de Colombia. https://igac.gov.co/sites/igac.gov.co/files/normograma/resolucion_471_de_2020.pdf. A continuación, se presentan algunas fuentes de información a consultar para este ejercicio: • Planchas topográficas disponibles del IGAC (https://geoportal.igac.gov.co/contenido/consulta-catastral) en donde, se encuentra información cartográfica libre para el municipio, en las siguientes escalas: 1:500.000, 1:100.000, 1:25.000 y 1:10.000. • Imágenes satelitales PlanetScope y Rapideye que tengan cubrimiento en el municipio (https://geoportal.igac.gov.co/contenido/mapa-de-cubrimientos-planetscope-igac) • Modelos digitales de elevación Alaska Satellite Facility de la NASA con resolución de hasta 12.5m, los cuales pueden ser usados para análisis en escala rural. (https://search.asf.alaska.edu/#/). Si la cartografía de que dispone el municipio es de mayor detalle que la establecida en el Decreto 1077 de 2015, puede ser utilizada o incluso ajustada a los estándares y resolución de escala establecidos.
-----------------------	---



	La cartografía recopilada o generada debe tener en cuenta los estándares definidos por la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales – ICDE, según lo establece el Decreto 1232 de 2020. (https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=142020).
Segundo	Verificación y validación de la información cartográfica: Se deberá validar y actualizar la cartografía básica existente en el municipio, incluyendo la elaborada por el IGAC, con el fin de garantizar que se represente en las escalas adecuadas las variaciones en terreno del relieve y permita una evaluación real de los fenómenos amenazantes priorizados, esto con el fin de integrar los cambios producidos en el relieve por eventos de deslizamientos, inundaciones o avenidas torrenciales, así como las intervenciones generadas por la construcción de obras de infraestructura visibles a escala 1:25.000. Aquellos municipios que no cuenten con cartografía base a escala 1:25.000 para toda su extensión, deberán generarla cumpliendo lo dispuesto por el IGAC en cuanto a las especificaciones técnicas mínimas que deben tener dichos productos. En el caso de contar con cartografía a escala 1:5.000 para el suelo urbano, suelo de expansión o centros poblados, se recomienda igualmente realizar esta verificación, de lo contrario se deberá generar cumpliendo los requerimientos de cartografía base oficiales.
Tercero	Delimitación de áreas de estudio 1:5.000 para estudios básicos: Es importante verificar los límites municipales de perímetro urbano, zonas de expansión actuales y futuras y centros poblados, así como los siguientes aspectos: • Asentamientos humanos localizados en límite del perímetro urbano actual con proyección de ser incorporados al perímetro urbano. • Las zonas de expansión que serán propuestas en el modelo ocupación. • Zonas que serán objeto de reasentamiento en suelo urbano y suelo rural • Centros poblados donde se identifiquen elementos expuestos a eventos recurrentes de amenazas como movimientos en masa, inundaciones y avenidas torrenciales).
Cuarto	Criterios de proyección, origen cartográfico y especificaciones técnicas oficiales: Para procesar y trabajar la información espacial, se debe tener en cuenta como referente de proyección cartográfica, las especificaciones técnicas establecidas en la Resolución 471 de 2020 y Resolución 529 de 2020, en las cuales el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) simplifica y flexibiliza el proceso de producción cartográfica mediante el uso de nuevas tecnologías y la aplicación de un único origen cartográfico para el país.



Quinto	Estructura de almacenamiento de información cartográfica: La información cartográfica se recomienda sea consolidada en una Base de Datos Geográfica, de esta manera, el municipio podrá editar, consultar y evaluar dicha información de manera más adecuada; además, será más fácil su conservación para futuras modificaciones. Para la estructuración de la Base de Datos Geográfica, se recomienda tomar como referente el modelo por medio del cual se realizan los estudios ambientales según los términos de referencia de la ANLA³, sumada a la estructura de datos que realiza el IGAC para la presentación de cartografía base y los lineamientos o reglamentación que expida el MVCT.
Sexto	Cartografía base para zonificación de la amenaza por avenidas torrenciales: En el caso que el municipio requiera en el marco del Decreto 1077 de 2015, zonificar amenaza por avenidas torrenciales, se deberá levantar cartografía en las áreas en dónde se presentan elementos expuestos, entendiendo en este caso por elemento expuesto a asentamientos, equipamientos o construcciones para vivienda, dado que vías nacionales, ductos de conducción de hidrocarburos, redes eléctricas, etc., no estarían bajo la responsabilidad directa de la administración municipal, por lo que los responsables de esta infraestructura deberían ser los llamados a realizar este levantamiento, en concordancia con lo establecido en el Decreto 2157 de 2017. Por otra parte, la definición del área donde se levantaría la cartografía base en función de la morfología de la cuenca, se recomienda sea enfocada especialmente en la zona de depositación y aquellas donde se puedan generar los mayores daños; adicionalmente, la cartografía deberá expresar en la escala señalada (1:2.000) los cambios topobatimétricos de los cauces que sean identificados como morfométricamente torrenciales.
Séptimo	Consideraciones adicionales de cartografía base para la zonificación de la amenaza por inundación: Si bien, para los Estudios Básicos de inundación en el marco del Decreto 1077 de 2015, se exige como insumo mínimo la geomorfología y la identificación de las zonas inundables (esto a partir de los registros históricos y la información que reporte la comunidad), se recomienda en el caso que el municipio cuente con la información o tenga los recursos para avanzar en el levantamiento de batimetría a escala 1:5.000, tener en cuenta las siguientes recomendaciones: Delimitar el área de estudio a escala 1:5.000 teniendo en cuenta los resultados de los estudios básicos de amenaza por inundación rural 1:25.000, los cuales se construyen principalmente a partir de la identificación de geoformas propensas a eventos de inundación y de eventos ocurridos por este tipo de amenaza, esto con la intención de priorizar zonas a partir de un ejercicio de continuidad. Una vez se realice dicha delimitación, se recomienda realizar levantamientos topobatimétricos de estos sectores, para obtener un modelo digital del terreno a escala 1:5.000, el cual permita realizar un análisis hidráulico adecuado en las

³ Revisar la Resolución 2182 de 2016 “Por la cual se modifica y consolida el Modelo de Almacenamiento Geográfico contenido en la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales y en el Manual de Seguimiento Ambiental de Proyectos”.



secciones de los cauces sujetos a evaluación en escala urbana. A su vez, es de destacar que el espaciamiento de dichas secciones se define en función de las características geométricas del cauce a levantar, siendo importante generarlas con un espaciado menor en los tramos meándricos (5 secciones o más por meandro, dependiendo la longitud del mismo) y mayor en los tramos rectos. Finalmente, dichos levantamientos deben responder a los requerimientos vigentes establecidos por el IGAC.

Una vez recopilada, elaborada y validada la cartografía base, se procede a desarrollar la cartografía temática para las amenazas priorizadas: movimientos en masa, inundaciones y avenidas torrenciales. Como se verá a continuación, se ha de resaltar que dichos estudios deben elaborarse teniendo en cuenta los requisitos mínimos establecidos en el Decreto 1077 de 2015 y se recomienda tomar como términos de referencia las especificaciones plasmadas en las guías metodológicas nacionales vigentes.



Análisis y zonificación de amenaza por movimientos en masa

1. Movimiento en masa en cercanías del río Guayuriba, agosto de 2018 – Fuente: Caracterización de eventos - POMCA río Guayuriba.
2. Movimiento en masa en cercanías a la quebrada El Tunque municipio de Guayabetal, Cundinamarca, mayo de 2018 – Fuente: Jessica Luengas.
3. Movimiento en masa en el municipio de Guayabetal, Cundinamarca en cercanía al sector de Chirajara, agosto de 2018 – Fuente: Jessica Luengas.
4. Movimiento en masa en el sector del puente de Quetame municipio de Quetame, Cundinamarca con afectaciones sobre infraestructura, octubre de 2018 – Fuente: Jessica Luengas.



1. Delimitación del área de estudio

Se adelantará este tipo de estudios en todas las zonas de relieve escarpado, montañoso y ondulado, con pendientes iguales o superiores a 5 grados más los taludes marginales de cauces, así como las zonas planas que puedan recibir los efectos de los movimientos en masa.

Adicionalmente, se deberán verificar en campo aquellas áreas urbanas y de expansión urbana que teniendo una pendiente menor a 5 grados, hayan presentado problemas de inestabilidad, reptación y subsidencia debido a problemas geotécnicos o al desarrollo de actividades antrópicas, como por ejemplo, minería.

Dentro de las verificaciones, asociado a las características propias del terreno, se deberá soportar la delimitación teniendo cuenta reportes de eventos de emergencias, informes o estudios técnicos sobre la manifestación de eventos amenazantes, información de eventos registrados en el POT vigente y en el Plan Municipal de Gestión del Riesgo, escenarios nacionales de amenaza y/o riesgos generados por el Servicio Geológico Colombiano, entre otras entidades. Se recomienda que la información sea complementada con los reportes y/o relatos de la comunidad que habita los sectores en donde se han generado emergencias en el municipio, como parte de los ejercicios de apropiación social del conocimiento.

2. Alcance

La determinación de las condiciones de amenaza por movimientos en masa, deberá integrar las diferentes variables que inciden en la ocurrencia tanto actual como futura de estos fenómenos. Se deben considerar dentro de los agentes detonantes los siguientes factores: agua, sismo y procesos antrópicos (cortes, excavaciones, rellenos y construcciones en general).

3. Zonificación

La zonificación de la amenaza se categorizará en alta, media y baja independientemente del método empleado. En todo caso, las áreas con procesos **activos** se consideran en la categoría de amenaza alta.

4. Insumos

Si el municipio cuenta con estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo - AVR, estudios de amenaza puntuales o cualquier otro tipo de estudio de ordenación y manejo como un POMCA, se recomienda comparar la metodología implementada en el mencionado estudio, en su respectiva escala, frente a las disposiciones establecidas en el Decreto 1077 de 2015, así como los insumos usados para la elaboración de las respectivas zonificaciones, para determinar si pueden ser incorporados o utilizados como base de las evaluaciones.

A continuación, se describen los insumos mínimos que se deberán tener en cuenta:

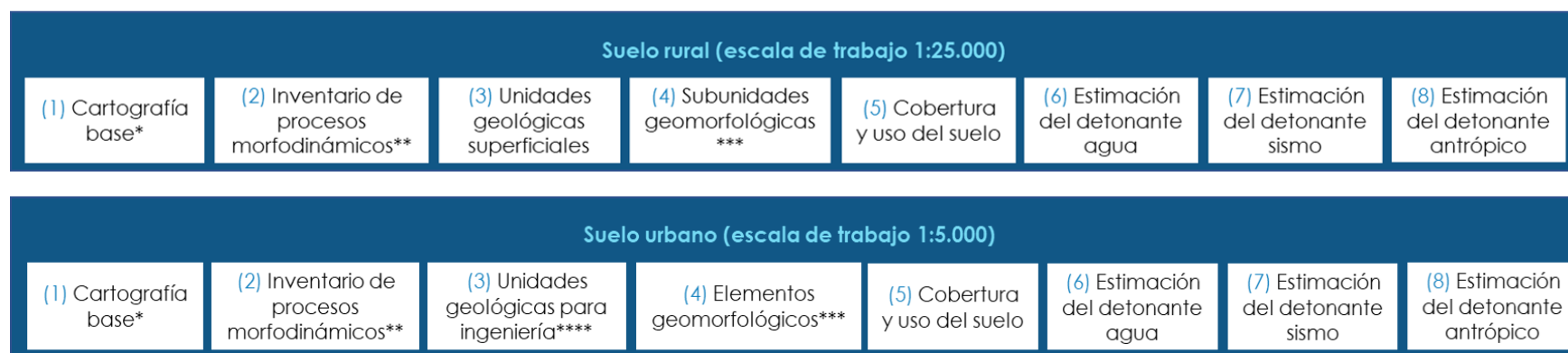


FIGURA 3. INSUMOS MÍNIMOS PARA LA ELABORACIÓN DE ZONIFICACIÓN DE AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA PARA ESCALAS DE TRABAJO 1:25.000 Y 1:5.000.

* Dentro de la cartografía base se deben tener en la escala solicitada, modelos de elevación que representen adecuadamente las variaciones del relieve.

** Este podrá ser retroalimentado con cartografía social en el marco de los procesos participativos con comunidades y con la información recolectada de plataformas como SIMMA, DesInventar y la UNGRD, Corporaciones autónomas regionales, así mismo, se aconseja buscar en el registro de noticias nacionales, regionales y locales, en los informes de alcaldías pasadas y en la información que tengan otras dependencias como la cruz roja, los bomberos y la defensa civil. Este debe ser cartografiado en la escala requerida con elementos cartográficos tipo polígono, en el caso que su extensión no cumpla el área mínima cartografiable se agregarán como elementos tipo punto.

*** La geomorfología debe tener énfasis en la identificación de rasgos denudativos en la zona de estudio.

**** Para generar las unidades geológicas para ingeniería UGI, además de caracterizar las unidades geológicas es necesario llevar a cabo exploración geotécnica que permita parametrizar las características intrínsecas de las unidades de suelo y roca, así como el levantamiento y análisis de características que permitan determinar la calidad de macizo rocoso.

- **Cartografía base:** la cartografía base debe cumplir con los mínimos establecidos normados por la entidad oficial generadora de este tipo de insumo, esto es, el Instituto Agustín Codazzi -IGAC. De igual manera, estas en las escalas solicitadas deben cumplir con una aproximación a la realidad física del territorio y ser depuradas, según corresponda, para asegurar que como insumo base no genere afectaciones en los mapas de zonificación de amenazas finales.
- **Inventario de proceso morfodinámicos:** es importante tener en cuenta que el inventario de procesos morfodinámicos puede ser generado a partir de la información disponible como se mencionó anteriormente; no obstante, si el municipio cuenta con información satelital con baja nubosidad y buena resolución, deberá adelantar un análisis multitemporal de imágenes satelitales y fotografías aéreas a diferentes escalas, con el fin de identificar con mayor precisión las



zonas que han sido susceptibles a movimientos en masa a lo largo del tiempo; de igual manera, este insumo permite rectificar y espacializar procesos morfodinámicos recopilados.

Así mismo, es importante incluir a la comunidad en estos procesos de zonificación de amenaza por medio de ejercicios de cartografía social, en coherencia con la Política Pública de Apropiación Social del Conocimiento⁴, ya que el ejercicio de conocimiento de un territorio de la mano de su comunidad permite no solo inclusión e intercambio de saberes, sino también la apropiación y ejecución de estrategias que generen en los municipios una adecuada gestión del riesgo.

- **Unidades geológicas superficiales (1:25.000):** la delimitación y caracterización de los materiales (suelo y roca) dispuestos en superficie, debe partir del análisis litológico de materiales geológicos llegando a la interpretación de las modificaciones que analizadas desde el punto de vista ingenieril se presentan en los metros más superficiales; cambios físicos y químicos representados en el grado de meteorización y fracturamiento de las rocas, así como variaciones en la estructura del suelo, entre otras características, permiten discriminar los materiales sobre los cuales podrían suceder movimientos en masa. Este análisis se debe generar a escala 1:25.000 para las áreas de estudio rurales y debe guardar coherencia con las

características geológicas regionales llevadas a la escala de análisis solicitada.

- **Unidades geológicas para ingeniería (1:5.000):** con relación a la exploración del subsuelo, la caracterización de las unidades del modelo geológico – geotécnico es indispensable tanto en el casco urbano del municipio, los centros poblados urbanos o expuestos a movimientos en masa y las zonas de posible expansión, definidas con previo análisis. Se recomienda ejecutar la exploración del subsuelo con las siguientes características y recomendaciones analizadas desde la guía metodológica del SGC (2016):
 - Realizar un apique de 1,5 m de profundidad o un sondeo de mínimo 3 m de profundidad por cada 5 ha de superficie. La exploración debe incluir cada una de las UGI identificadas; si no es posible con la densidad de exploración descrita, se deben hacer apiques o sondeos adicionales, con el fin de caracterizar todas las UGI.
 - Implementar un sondeo de 15 m de profundidad cada 50 ha y su localización será definida con base en las condiciones particulares del terreno y la estabilidad del sitio, identificadas por el equipo consultor.

⁴ Revisar la Resolución No. 643 de 2021 del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, “Por la cual se adopta la Política Pública de Apropiación Social del Conocimiento en el marco de la Ciencia, Tecnología e Innovación”.



- Cuando no sea posible determinar el espesor de las UGI con la exploración o no sea posible llegar hasta la probable superficie de deslizamiento, definida a partir de otros parámetros, se debe llevar la exploración hasta las profundidades requeridas (posible superficie de falla).
- Es importante que en lo posible el muestreo sea continuo (sistema wire line, diámetro HQ) y por lo menos tomar una muestra por cada metro de perforación y dos muestras por cada apique, minimizando la alteración de las muestras con adecuados manejos y utilización de técnicas de embalaje.
- Es fundamental determinar la posición del nivel de agua en las perforaciones y su variación durante el periodo que dura la exploración, siendo un parámetro básico para el análisis de los modelos de estabilidad.
- Todos los estudios directos pueden ser complementados con exploración indirecta, que permita identificar estratos y zonas geotécnicamente homogéneas que conformen en subsuelo en el área de estudio (ensayos de refracción sísmica y tomografías eléctricas).
- Verificar los puntos y el tipo de exploración geotécnica en función de los materiales probables a caracterizar, en este caso será útil usar criterios geológicos y geomorfológicos para determinar las

zonas geotécnicas susceptibles de exploración y con ellas orientar y priorizar la exploración en tipo y cantidad.

- **Geomorfología:** La identificación de geoformas en las áreas de estudio, debe partir de un análisis de los procesos genéticos que originaron el paisaje existente y de la información existente a menor escala; para el suelo rural deberán ser interpretadas estas geoformas a nivel de subunidad geomorfológica, utilizando como base cartográfica modelos y bases de datos a escala 1:25.000 e información temática geológica y geomorfológica existente a escala 1:100.000.

En zonas clasificadas como suelo urbano, la interpretación se deberá realizar a nivel de componentes o elementos geomorfológicos usando bases cartográficas a escala 1:5.000, adicionando en lo posible criterios morfológicos y morfométricos. Se sugiere consultar los glosarios oficiales de clasificación geomorfológica, como los elaborados por el SGC.

- **Cobertura y uso del suelo:** La correcta identificación de las coberturas de la tierra y uso del suelo, permitirán determinar la retención potencial e infiltración de los suelos y rocas en términos del número de curva CN para cada escala. En este caso, se recomienda seguir la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia, interpretando para cada escala las unidades de coberturas de la tierra en los niveles de clasificación perceptibles y cartografiables. Tomando como insumo



la clasificación de coberturas de la tierra, se realizará el respectivo análisis de uso del suelo.

- **Caracterización geotécnica de los materiales:** Se requiere de la presentación de un plan de ensayos de laboratorio, haciendo énfasis en la realización de pruebas para la obtención de los parámetros de resistencia en términos de esfuerzos efectivos: cortes directos y triaxiales. La obtención de estos parámetros mediante la prueba SPT, será válida únicamente para materiales granulares (arenas), para los restantes materiales es necesario la ejecución de ensayos de resistencia como los mencionados.
- **Detonante lluvia:** Se deberá espacializar el efecto contribuyente y detonante que tienen las condiciones hidrometeorológicas del municipio y microcuencas aferentes, partiendo del análisis de las precipitaciones ocurrentes, el cálculo de la porción de agua que escurre y la que se infiltra, para finalmente evaluar y estimar el nivel freático en las zonas de estudio.
- **Detonante sismo:** Es necesario identificar las fuentes sismogénicas que influyan en las zonas de estudio, con el fin de caracterizar el aporte que pueda tener un evento sísmico en la ocurrencia de uno o varios movimientos en masa. Actualmente, existen estudios en los que se analiza la aceleración sísmica en roca a nivel nacional, como el modelo nacional de amenaza sísmica (Arcila et. al, 2020); sin embargo, es recomendable usar este insumo y transformar la aceleración en roca a aceleración en superficie,

teniendo en cuenta efectos de sitio y topográficos que amplifican o deamplifican dicha aceleración.

En este punto es importante señalar que la Norma Sismo Resistente NSR-10 tiene como objetivo principal regular las condiciones estructurales que deben cumplir las edificaciones ante la ocurrencia de un sismo, por ende, esta no debe ser usada como insumo en el análisis del detonante sísmico, toda vez que el alcance y la metodología de la NSR-10 no contempla en su totalidad el análisis necesario para el cálculo del detonante sismo para la evaluación de amenaza por movimientos en masa.

- **Detonante factor antrópico:** es importante incluir dentro del análisis, la acción del hombre en la modificación del terreno natural a evaluar, casos como cortes, excavaciones, rellenos y construcciones en general, cambian las relaciones de materiales, pendientes y geoformas, entre otros, que podrían generar la activación de procesos morfodinámicos.
- 5. Metodologías de análisis:** En lo que respecta a las metodologías de análisis, se deben tener en cuenta las mínimas señaladas en el Decreto 1077 de 2015; si bien se sugieren diferentes caminos para zonificar amenaza por movimientos en masa, la elección del método a utilizar deberá tener en cuenta la disponibilidad y calidad de insumos, la dispersión y cantidad de procesos morfodinámicos encontrados, entre otros. La selección del método a usar deberá ser ampliamente justificada y deberá ser

adecuadamente correspondiente con las condiciones intrínsecas físicas de los municipios y áreas a evaluar.

TABLA 2. METODOLOGÍAS MÍNIMAS PARA LA ELABORACION DE ESTUDIOS BASICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA.

	Inventario	Heurístico	Estadístico	Determinístico	Probabilístico
Suelo rural 1:25.000	X	X	X		
Suelo urbano 1:5.000			X	X	X

Como instrumentos de referencia, se recomienda tener en cuenta las siguientes guías metodológicas y documentos:

- Guía metodológica para la zonificación de amenaza por movimientos en masa escala 1: 25.000 - (SGC, 2017).
- Clasificación de movimiento en masa y su distribución en terrenos geológicos de Colombia (SGC, 2017).
- Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa (SGC-UN, 2016).
- Propuesta de estandarización de la cartografía geomorfológica en Colombia - Henry Carvajal (2012).

- GEOPEDOLOGIA. Elementos de geomorfología para estudios de suelos y de riesgos naturales- Alfred Zinck (2012).
- Propuesta metodológica sistemática para la generación de mapas geomorfológicos analíticos aplicados a la zonificación de amenaza por movimientos en masa escala 1:100.000 (SGC, 2012).
- Caracterización de las condiciones de riesgo de desastres. Guía técnica actualizada para la formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas. Anexo B. MINAMBIENTE (2021).

6. Productos

Como resultado de los estudios, se elaborarán los mapas de zonificación de amenaza por movimientos en masa, según lo señalado anteriormente. La leyenda deberá incluir la descripción de las características físicas de las unidades según la categoría establecida, los tipos de procesos predominantes y los posibles daños que se puedan generar.

Adicionalmente, se deberá elaborar un documento técnico que contenga la metodología empleada y los resultados obtenidos. La entrega de la información final de la zonificación, así como de los insumos involucrados en la misma, se deberá realizar en formato digital y físico, sumado a un compilado de la información georreferenciada en geodatabases oficiales. Los resultados deben ser validados con las características intrínsecas de los territorios y guardar coherencia con la escala de análisis solicitada.



Análisis y zonificación de la amenaza por inundación

1. Inundación en el municipio de Murindó, Antioquia por desbordamiento del cauce principal de Murindó, marzo de 2022 – Fuente: Consejo municipal de gestión del riesgo del municipio de Murindó

2. Fotografía aérea de un sobrevuelo por el municipio de Puerto Nare (Antioquia), uno de los más afectados por el desbordamiento del río Magdalena en el 2011 - Foto: EFE – Tomado de Revista Semana

3. Inundación en el municipio de Santa Cruz de Lorica, Córdoba por desbordamiento por el río Sinú en 2017 – Fotografía tomada por Lorena Barreto



1. Delimitación del área de estudio

Se adelantará este tipo de estudios en las zonas en las cuales exista la posibilidad de presentarse una inundación sean aledañas o no a ríos, caños, quebradas, humedales y otros cuerpos de agua o aquellas que hagan parte de su área de influencia.

En el análisis se deben considerar los casos en los que existan precedentes de mecanismos generadores de inundaciones, tales como encharcamiento por lluvias intensas sobre áreas planas, encharcamiento por deficiencia de drenaje e inundaciones costeras, entre otros.

Los municipios o distritos con un suelo rural superior a 1.500 km², para los cuales no exista base cartográfica e insumos a 1:25.000, podrán realizar los estudios para esta clase de suelo a escala 1:100.000 o 1:50.000. En aquellas áreas rurales donde se presenten inundaciones recurrentes, con presencia de elementos expuestos, deben realizar los estudios básicos a escala 1:25.000.

Dentro de las verificaciones, asociado a las características propias del terreno, se deberá soportar la delimitación teniendo cuenta reportes de eventos de emergencias, informes o estudios técnicos sobre la manifestación de eventos amenazantes, información de eventos registrados en el POT vigente y en el Plan Municipal de Gestión del Riesgo, escenarios nacionales de amenaza y/o riesgos generados por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, entre otras entidades. Se recomienda que la información sea complementada con los reportes y/o relatos de la comunidad que habita los sectores en donde se han generado emergencias en el

municipio, como parte de los ejercicios de apropiación social del conocimiento.

2. Insumos

Se recomienda revisar las áreas zonificadas para amenaza por inundación identificadas en los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA), así como los insumos utilizados para su elaboración que tengan cobertura sobre el municipio y verificar que la metodología utilizada concuerde con las especificaciones mínimas del Decreto 1077 de 2015.

Para la elaboración de la zonificación de amenaza por inundación, se deben utilizar como mínimo los siguientes insumos:

- a. **Modelo de elevación digital del terreno.** Se requiere hacer uso de un modelo de elevación digital del terreno, el cual debe satisfacer los requerimientos de escala y representación coherente del relieve dependiendo el tipo de suelo (urbano o rural). Dicho modelo debe ser usado como referente para el ajuste y elaboración de insumos y modelos de zonificaciones de amenaza por inundaciones.
- b. **Geomorfología.** Se identificarán las diferentes subunidades geomorfológicas (1:25.000) y elementos geomorfológicos (1:5.000), asociados a la dinámica fluvial. Estos análisis deben realizarse con base en los requerimientos de escala para cada tipo de suelo (rural, urbano)
- c. **Identificación de las zonas inundables e inundadas (registro de eventos).** A partir de información de las diferentes entidades a nivel nacional, regional o



local, interrelacionada con la información de la comunidad, se deben identificar cuáles áreas han sufrido afectaciones por inundación y en qué fecha; de igual manera, se recomienda complementar esta información con características como altura de ascenso de la lámina de agua reportada y con dicha información se sugiere realizar análisis de recurrencia de este tipo de evento. En este sentido, se recomienda hacer una revisión en las bases de datos del DesInventar, la UNGRD, los registros propios de las alcaldías, bomberos, Defensa Civil, documentos relacionados en la prensa asociados a fenómenos de inundaciones en el área de estudio, entre otros.

Así mismo, entendiendo que el conocimiento de los habitantes del territorio es sumamente valioso para la identificación de las áreas en donde han sucedido este tipo de fenómenos, se sugiere sean desarrollados talleres participativos con la comunidad y demás entes aferentes al municipio, en los cuales se elaboren mapas de cartografía social localizando los sitios inundables y, si es posible, relacionar las épocas o fechas en los que tales eventos sucedieron en el territorio.

- d. Hidrología.** Caracterización del comportamiento del régimen hidrológico en la región a la cual pertenece el municipio, mediante un análisis de los eventos hidroclimáticos máximos identificando para cuáles períodos de retorno se están presentando las afectaciones y las áreas afectadas para los mismos.

En este punto se recomienda hacer una identificación de las estaciones meteorológicas aferentes al municipio (pueden estar bajo jurisdicción del IDEAM, corporaciones autónomas regionales o entes privados) y, a partir de la información histórica reportada en dichas estaciones, elaborar los análisis (espaciales y temporales) del comportamiento de la precipitación total anual y la precipitación máxima en 24 horas en el área municipal.

3. Alcance

Para la zonificación de la amenaza se emplean tres categorías: alta, media y baja, teniendo en cuenta el registro de eventos, la recurrencia de éstos y la intensidad (niveles alcanzados) de la inundación. Para el suelo urbano, de expansión urbana y suelo rural se utilizarán, como mínimo, análisis de tipo histórico y geomorfológico.

De acuerdo con la información disponible, se podrá complementar con análisis hidrológico-hidráulicos y métodos asistidos por sensores remotos y sistemas de información geográfica. En todo caso, los análisis se realizan en función de la magnitud de la amenaza, su intensidad, consecuencias y la disponibilidad de información.

4. Metodologías de análisis

Tal como se plantea en el alcance del artículo 2.2.2.1.3.2.1.2 del Decreto 1077 de 2015, se requiere como mínimo un análisis detallado del inventario de eventos (registro de eventos) y geomorfología. Acorde con el potencial de daño que puedan generar las inundaciones en áreas urbanas o con equipamientos de vital importancia, se recomienda la

implementación de modelos hidrológicos/hidráulicos, esto si el municipio cuenta con información disponible de topobatimetrías para las zonas a evaluar.

TABLA 3.METODOLOGÍAS MÍNIMAS PARA LA ELABORACION DE ESTUDIOS BASICOS PARA INUNDACIONES.

	Inventario /Histórico	Geomorfológico	Hidrológico /Hidráulico
Suelo rural 1:25.000	X	X	X*
Suelo urbano 1:5.000	X	X	X*

* Si se dispone de información topobatimétrica para estudios básicos.

En caso de que haya optado por la implementación de modelos hidrológicos e hidráulicos, para este propósito se requiere del levantamiento topobatimétrico para las zonas priorizadas de estudio, puesto que este es el insumo principal para esta actividad. El levantamiento topobatimétrico debe cumplir con las escalas señaladas en el artículo 2.2.2.1.3.1.5 del Decreto 1077 de 2015.

Con base en los resultados de modelos hidrológicos e hidráulicos, la categorización de amenaza tiene que involucrar criterios de altura de lámina de agua (h), velocidad de flujo (v) y la combinación de estos dos (h*v). Estos criterios pueden ser definidos para cada caso en particular, siempre y cuando estos representen de manera adecuada los procesos de inundaciones y su amenaza asociada.

Con base en la definición de rangos de estos criterios, pueden presentarse variaciones espaciales en la zonificación de amenaza (alta, media y baja).

Como instrumentos de referencia se recomienda tener en cuenta las siguientes guías metodológicas y documentos:

- Guía metodológica para la elaboración de mapas de inundación (IDEAM, 2017).
- Guía de prácticas hidrológicas (OMM, 2011).
- Zonificación de amenazas por inundaciones a escala 1:2.000 y 1:5.000 en áreas urbanas para diez municipios del territorio colombiano. Aplicación del algoritmo HAND (Height Above Nearest Drainage). (IDEAM, 2013).
- Propuesta de estandarización de la cartografía geomorfológica en Colombia - Henry Carvajal (2012).
- GEOPEDOLOGIA Elementos de geomorfología para estudios de suelos y de riesgos naturales- Alfred Zinck (2012).
- Memoria técnica: Evaluación técnica a las afectaciones por inundaciones asociadas al Fenómeno de la Niña 201-2011 (IDEAM, IGAC & DANE, 2012).

Caracterización de las condiciones de riesgo de desastres. Guía técnica actualizada para la formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas. Anexo B. MINAMBIENTE (2021).

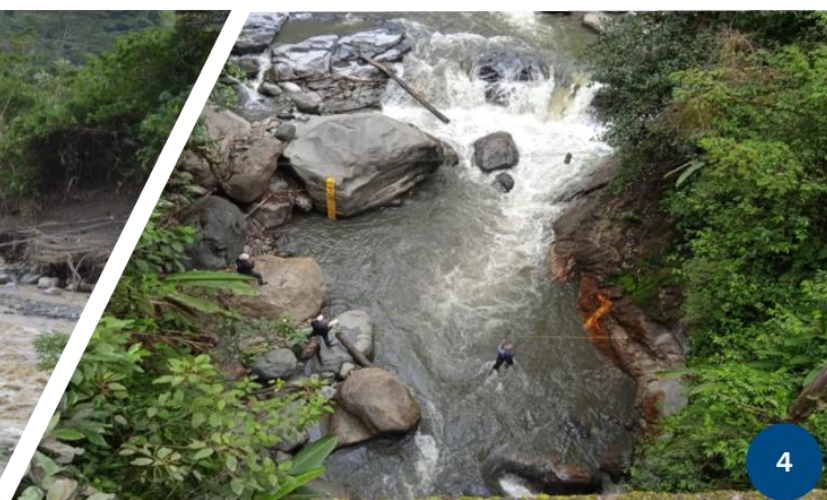
•



5. Productos

Como resultado de los estudios, se elaborarán los mapas de zonificación de amenaza por inundación, según lo dispuesto anteriormente. La leyenda de tales mapas deberá incluir la descripción de las características físicas de las unidades según la categoría establecida, los tipos de procesos predominantes y los posibles daños que se puedan generar.

Adicionalmente, se deberá elaborar un documento técnico que contenga la metodología empleada y los resultados obtenidos. La entrega de la información final de la zonificación, así como de los insumos involucrados en la misma, se deberá realizar en formato digital y físico, sumado a un compilado de la información georreferenciada en geodatabases oficiales. Los resultados deben ser validados con las características intrínsecas de los territorios y guardar coherencia con la escala de análisis solicitada.



Análisis y zonificación de la amenaza por avenidas torrenciales

1. Avenida torrencial de 2017 Mocoa, Putumayo - Fotografía tomada por Andrés Reyes
2. Movimiento en masa con posterior represamiento del cauce de la quebrada El Tigre aguas arriba del casco urbano del municipio de Dabeiba, Antioquia – Fuente: Consejo municipal de gestión del riesgo del municipio de Dabeiba.
3. Avenida torrencial en Salgar (Antioquia) mayo de 2015. Fuente UNGRD
4. Río Santa Bárbara - municipio de El Calvario, Meta 2022 – Fotografía tomada por Andrés Castillo



1. Delimitación del área de estudio

Se adelantará este tipo de estudios sobre los cauces y áreas de depósito presentes o con influencia en el municipio o distrito, que por sus condiciones topográficas e hidrológicas puedan tener un comportamiento torrencial.

Para delimitar estas áreas se deberá realizar un análisis regional a escala 1:25.000, que identifique cuencas con índices de torrencialidad, geoformas indicativas de áreas de inicio, tránsito y transporte de posibles eventos torrenciales y sectores donde existan procesos torrenciales activos, que puedan afectar infraestructura expuesta a este tipo de fenómeno.

Se recomienda revisar las áreas amenaza por avenidas torrenciales identificadas en los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA) con sus respectivos productos intermedios, con el fin de tomarlo como insumo para la elaboración de los estudios básicos.

Teniendo en cuenta lo anterior, se recomienda analizar las zonas que presenten como mínimo las siguientes características:

- Zonas en las que exista al menos un registro de eventos históricos.
- Cuencas o microcuencas que presenten características de torrencialidad en las que existan geoformas indicativas o índices torrenciales.
- Cuencas o microcuencas donde existan indicios morfométricos o de variabilidad de caudal.
- Zonas con comportamiento torrencial que puedan llegar a afectar elementos de vital importancia.

Dentro de las verificaciones, asociado a las características propias del terreno, se deberá soportar la delimitación teniendo cuenta reportes de eventos de emergencias, informes o estudios técnicos sobre la manifestación de eventos amenazantes, información de eventos registrados en el POT vigente y en el Plan Municipal de Gestión del Riesgo, escenarios nacionales de amenaza y/o riesgos generados por entidades oficiales. Se recomienda que la información sea complementada con los reportes y/o relatos de la comunidad que habita los sectores en donde se han generado emergencias en el municipio, como parte de los ejercicios de apropiación social del conocimiento.

2. Insumos

Se deberán elaborar como mínimo los siguientes insumos.

- a. Cartografía base:** en las zonas del municipio sujetas a análisis por este fenómeno, se levantará a escala 1:2.000 información cartográfica base que contenga modelos de elevación del terreno, que incluyan secciones de los cauces por donde se podría movilizar una avenida torrencial.
- b. Geomorfología:** con base en la información cartográfica base, se delimitarán elementos geomorfológicos a escala 1:2.000, orientados a la identificación de expresiones del territorio que muestren la acción de la dinámica fluvial y denudacional en relieves propensos a tener eventos torrenciales.
- c. Hidrología:** se requerirá un análisis hidrológico regional que permitan caracterizar físicamente los cauces y cuencas sujetas a flujos torrenciales. En



este punto se recomienda hacer una identificación de las estaciones meteorológicas aferentes al municipio (pueden estar bajo jurisdicción del IDEAM, corporaciones autónomas regionales o entes privados) y a partir de esta información elaborar los análisis (espaciales y temporales) del comportamiento hidrológico regional del área a estudiar.

Así mismo, se deberá realizar la delimitación y caracterización morfométrica de las cuencas aferentes al área de estudio, en donde se identifiquen índices torrenciales como el número de Melton, el Índice de Vulnerabilidad a Eventos Torrenciales - IVET, índice de Wilford, entre otros, con las cuales se pueda categorizar la susceptibilidad de estas cuencas a presentar eventos torrenciales.

- d. **Hidráulica:** se analizará la influencia de las condiciones hidroclimáticas y morfométricas de los cauces sujetos a análisis, teniendo en cuenta fases sólidas asociadas a aporte de material y fase líquida como mecanismo de transporte del mismo. En este caso, se recomienda tener en cuenta insumos y resultados de las zonificaciones de amenaza por movimientos en masa e inundación realizados dentro del Estudio Básico. Este análisis debe incluir no sólo la caracterización del área de aporte de la posible avenida torrencial, sino también su transporte y depositación.

3. Alcance

Para la zonificación de la amenaza, esta se categorizará en alta, media y baja, principalmente asociada a los cauces torrenciales y zonas de depositación, dependiendo de la frecuencia de presentación de los eventos y sus características: la profundidad de la lámina de agua, los materiales de arrastre y la velocidad del flujo.

4. Metodologías de análisis

Tal como se plantea en el alcance del artículo 2.2.2.1.3.2.1.3 del Decreto 1077 de 2015, se utilizarán como mínimo para la evaluación de la amenaza, métodos estadísticos, determinísticos o probabilísticos. En todo caso, los análisis se realizan en función de la magnitud de la amenaza, su intensidad, consecuencias y la disponibilidad de información. Los resultados deben ser validados con las características intrínsecas de los territorios y guardar coherencia con la escala de análisis solicitada.

A partir del planteamiento de la guía metodológica para la zonificación de amenaza por avenidas torrenciales propuesta por el SGC - PUJ (2021), se propone la integración de condiciones geológicas-geomorfológicas, geotécnicas e hidroclimatológicas del sitio.

TABLA 4. METODOLOGÍAS MÍNIMAS PARA LA ELABORACION DE ESTUDIOS BASICOS PARA AVENIDAS TORRENCIALES.

	Inventario	Heurístico	Estadístico	Determinístico	Probabilístico
Zona priorizada 1:2000			X	X	X



Como instrumentos de referencia, se recomienda tener en cuenta las siguientes guías metodológicas y documentos:

- Guía metodológica para zonificación de amenaza por avenidas torrenciales (SGC y Pontificia Universidad Javeriana, 2021)
- Landslide Detection with Himawari-8 Geostationary Satellite Data: A Case Study of a Torrential Rain Event in Kyushu, Japan (Miura, Nagai, 2020)
- MINAMBIENTE (2021). Anexo B. Caracterización de las condiciones de riesgo de desastres. Guía técnica actualizada para la formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas. Bogotá, Colombia.
- Propuesta de estandarización de la cartografía geomorfológica en Colombia - Henry Carvajal (2012).
- GEOPEDOLOGIA Elementos de geomorfología para estudios de suelos y de riesgos naturales- Alfred Zinck (2012).

5. Productos mínimos

Como resultado de los estudios, se elaborarán los mapas de zonificación de amenaza por avenidas torrenciales, según lo dispuesto anteriormente. La leyenda deberá incluir la descripción de las características físicas de las unidades según la categoría establecida, los tipos de procesos predominantes y los posibles daños que se puedan generar.

Adicionalmente, se deberá elaborar un documento técnico que contenga la metodología empleada y los resultados obtenidos. La información final de la zonificación, así como de los insumos involucrados en la misma, se deberá entregar en formato digital y físico, sumado a un compilado de la información georreferenciada en geodatabases oficiales. Los resultados deben ser validados con las características intrínsecas de los territorios y guardar coherencia con la escala de análisis solicitada



Análisis y zonificación de amenaza por otros fenómenos

- 1.Erosión Costera en el Cabo de la Vela, La Guajira – Fotografía tomada por Rafael Bernal, marzo de 2019.
- 2.Socavación lateral del margen fluvial del rio Sucio con afectación en infraestructura de vivienda, junio de 2021
– Fuente Consejo municipal de gestión del riesgo del municipio de Cañasgordas, Antioquia
- 3.Incendio forestal en zona de paramo – Repositorio del periódico El Espectador



Según el artículo **2.2.2.1.3.1.3. - PARÁGRAFO 2º** del Decreto 1077 de 2015, aquellos municipios o distritos que se encuentren expuestos a amenazas por otros fenómenos naturales (sísmicos, volcánicos, tsunami, entre otros) o de origen tecnológico, deben evaluarlas con base en la información disponible generada por las autoridades y sectores competentes y de acuerdo con la situación de cada municipio o distrito.

De esta manera, la normativa no exige una metodología mínima, ni escalas de trabajo específicas para el análisis o zonificación de las amenazas distintas a las priorizadas; no obstante, si resalta que se debe realizar con la mejor información técnica disponible.

Teniendo en cuenta lo mencionado, se recomienda realizar los siguientes pasos a la hora de incluir un fenómeno no priorizado dentro del POT:

1. Identificar los fenómenos que han afectado y afectarán al municipio, se recomienda tener en cuenta temáticas como el cambio climático, dado que territorios que hasta el día de hoy no tienen registros de afectación por amenazas meteorológicas o hidrometereológicas, podrían llegar a presentar emergencias en los próximos años.⁵
2. Identificar la entidad nacional o regional que se especialice en la generación de información técnica de la amenaza identificada.

⁵ Se recomienda revisar documentos como “Tercer comunicado de cambio climático” -

3. Consultar documentos técnicos que establezcan términos de referencia en metodología y escalas de trabajo.
4. Revisar las bases de datos y los visualizadores online de información elaborados por las entidades técnicas identificadas.
5. Consultar municipios referentes que hayan incorporado la amenaza no priorizada dentro de sus planes de ordenamiento actualizados (posteriores a 2015).
6. Evaluar la información adquirida y tomar decisiones referentes a ella.

A continuación, se describen algunas recomendaciones relacionadas con socavación lateral y erosión costera, teniendo en cuenta los resultados del Convenio Interadministrativo No. MVCT 719 de 2020/ No. SGC 010 de 2020 e implementación del CONPES 3990 – Colombia Potencia Bioceánica.



Socavación

En el marco del Convenio Interadministrativo No. 719 de 2020, se definió una metodología para realizar el análisis por socavación lateral. A continuación, se describen aspectos claves como referencia, que podrán ser considerados para su análisis por parte de los municipios, dentro de etapa de diagnóstico del POT:

1. Delimitación del área de estudio

Se adelantará este tipo de estudios en los ríos donde hayan sido identificados problemas de socavación lateral, y en donde sea posible contar con información cartográfica detallada (escala 1:5.000 o mayor).

2. Insumos

Se deberán elaborar como mínimo los siguientes insumos.

- a. **Modelo de elevación digital del terreno.** Se requiere hacer uso de un modelo de elevación digital del terreno, el cual debe satisfacer los requerimientos de escala (1:5.000), donde debe estar incluido un levantamiento topobatimétrico del cauce. Dicho modelo debe ser usado como insumo para el ajuste y elaboración de los modelos hidrodinámicos.
- b. **Identificación de las zonas afectadas por socavación lateral.** A partir de información de las diferentes entidades del nivel nacional, regional o local, interrelacionada con la información de la comunidad, identificar cuáles áreas han sufrido afectaciones por socavación lateral. Además, se

debe realizar una verificación en campo de las zonas que presentan este tipo de fenómeno.

- c. **Dinámica fluvial.** Se debe realizar un análisis de dinámica fluvial, el cual debe contener la determinación de índices morfométricos que permitan caracterizar la evolución del sistema fluvial, determinación de la sinuosidad del cauce y un análisis de divagación de las orillas. Lo anterior debe ser realizado a partir del modelo digital de terreno y un análisis multitemporal de fotografías aéreas e imágenes satelitales.
- d. **Hidrología.** Caracterización del comportamiento del régimen hidrológico en la región a la cual pertenece el municipio, mediante un análisis de los eventos hidroclimáticos máximos, identificando para cuáles períodos de retorno se están presentando las afectaciones y las áreas afectadas para los mismos.

En este punto se recomienda hacer una identificación de las estaciones meteorológicas aferentes al municipio (pueden estar bajo jurisdicción del IDEAM, corporaciones autónomas regionales o entes privados) y, a partir de la información histórica reportada en dichas estaciones, elaborar los análisis que permitan determinar el caudal asociado a un periodo de retorno de 2.33 años (TR 2.33) o caudal recurrente.

Para su determinación es necesario contar con instrumentación hidrométrica en el cauce de estudio



o, en su defecto, se deberán implementar modelos lluvia-escorrentía.

- e. **Geotecnia.** Para los tramos priorizados únicamente a escalas 1:5.000 o mayores, en donde sea posible contar con información cartográfica detallada para poder analizar la estabilidad de las riberas y zonas susceptibles a socavación, se requiere de exploración geotécnica que involucre como mínimo análisis de granulometría y corte directo, el ideal es contar como mínimo con tres (3) muestras por punto de análisis (obtención esfuerzos cortantes críticos de márgenes y /o jarillones). En dado caso de no poder realizar la exploración geotécnica, estos parámetros pueden ser obtenidos a partir de información secundaria de estudios previos que se hayan realizado en la zona, los cuales deben ser representativos del tramo de estudio.
- f. **Hidráulica.** Deben implementarse modelos hidrodinámicos bidimensionales en los tramos de estudio, que permitan determinar los campos de velocidades asociados al caudal con periodo de retorno de 2.33 años y, de esta forma, estimar los esfuerzos cortantes y velocidades críticas que permitan estimar el potencial de socavación lateral del cauce.

3. Alcance

Para el análisis de socavación lateral, esta propuesta metodológica permite identificar las zonas en las cuales la corriente tiene la capacidad de socavar las márgenes del cauce, a partir de los esfuerzos cortantes y velocidades críticas para un caudal con periodo de retorno de 2.33 años.

La propuesta metodológica descrita anteriormente debe ser aplicada únicamente a escalas 1:5.000 o mayores, en donde sea posible contar con información cartográfica detallada para poder analizar la estabilidad de las márgenes.

4. Productos mínimos

Como resultado de los estudios, se elaborarán los mapas de dinámica fluvial donde se presente la divagación de las márgenes de los cauces y la ubicación de las zonas donde se presente socavación lateral. La leyenda deberá incluir la descripción de las características físicas de las unidades geomorfológicas y el periodo de tiempo para el cual fue realizado el análisis de dinámica fluvial.

Adicionalmente, se deberá elaborar un documento técnico que contenga la metodología empleada y los resultados obtenidos. La información final del análisis por socavación lateral, así como de los insumos involucrados en la misma, se deberá entregar en formato digital y físico, sumado a un compilado de la información georreferenciada en geodatabases oficiales. Los resultados deben ser validados con las características intrínsecas de los territorios y guardar coherencia con la escala de análisis.



Erosión costera

Para el análisis de erosión costera, el MVCT en conjunto con la UNGRD, INVEMAR, DIMAR y el MADS, realizaron en el 2021 una serie de talleres de incorporación de la gestión de riesgo en el ordenamiento territorial enfocados en erosión costera, en el marco del cumplimiento del CONPES 3990 – Colombia Potencia Bioceánica.

Frente a lo anterior, y en función a los aportes generados por las entidades técnicas y la retroalimentación con los municipios marino-costeros participantes, se formula la siguiente ruta de análisis para abordar la erosión costera:

1. Entidades técnicas competentes

- Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés (**INVEMAR**)
- Dirección General Marítima (**DIMAR**)
 - Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas (**CIOH**)
 - Centro De Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico (**CCCP**)
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible (**MADS**).

2. Documentos técnicos de referencia:

- Amenaza y Vulnerabilidad por Erosión Costera en Colombia: Enfoque regional para la gestión del riesgo (INVEMAR, 2018).
- Diagnóstico de la Erosión en la zona costera del Caribe Colombiano (INVEMAR, 2008).

- Diagnóstico de la Erosión y sedimentación en la zona costera del pacífico colombiano (INVEMAR, 2009).
- Plan Maestro de Erosión Costera de Colombia (2018).
- Tercera comunicación nacional de Colombia a la convención marco de las Naciones Unidas sobre cambio climático (2017).
- Programa Nacional de Investigación para la Prevención, Mitigación y Control de la Erosión Costera en Colombia (INVEMAR, 2009).
- Atlas geomorfológico del Litoral Caribe colombiano. Escala 1:5000. (DIMAR, 2017).

3. Base de datos y visualización online

- Sistema de información para el seguimiento de la Erosión Costera para el Caribe Colombiano – COSTERO.
- Geoportal CLIMARES – INVEMAR.

4. Recomendaciones frente a la identificación de puntos críticos

- Aumentar a escala detallada (1:2.000), las zonas que previamente han sido definidas como amenaza alta en los análisis de amenaza de nivel regional.
- En el proceso de zonificación de amenaza se sugiere tener en cuenta variables como: ascenso del nivel del mar, altura del oleaje, rango mareal, geomorfología, granulometría, material aflorante de la línea de costa, morfodinámica, rasgos estructurales, pendiente, exposición y el tipo de costa (bajas o acantilados).

- Desarrollar sistemas de monitoreo marino - costero, para variables como tasas de pérdida/ganancia de línea de costa y variación de los perfiles de playa.
- Realizar análisis multitemporales de cambio de línea de costa y establecer proyecciones para diferentes temporalidades.
- Establecer un inventario de las zonas con procesos activos, las cuales deben considerarse como puntos críticos de erosión.

- Finalmente, la administración municipal puede buscar articularse con entidades técnicas del orden nacional, departamental o municipal, con el objetivo de solicitar asesoramiento e incluso celebrar convenios que busquen desarrollar programas o proyectos donde se identifiquen y zonifiquen áreas que requieran aumento de escala de detalle.



RECOMENDACIONES TÉCNICAS PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DETALLADOS

1. Cali, Valle del Cauca. Barrio Alto Jordán, Vista hacia la zona sur del barrio. Viviendas en zonas de alta pendiente. Fotografía tomada por David Aponte, 2022.
2. Cali, Valle del Cauca. Barrio Altos de los Chorros, zonas con niveles de amenaza alta por movimientos en masa. Fotografía tomada por David Aponte, 2022.
3. Desbordamiento en el embalse El Quimbo con posibles afectaciones hacia las quebradas Garzón, Gigante y Voltezuelas departamento del Huila, agosto de 2019 – Fuente Jessica Luengas.
4. Inundación fenómeno de la niña 2011, fallas en el sistema de alcantarillado de Bogotá localidad de Bosa y Kennedy IDIGER2011 – Fuente Nelson Perico 2011

Así como se desarrollan los **Estudios Básicos** en la etapa de Diagnóstico, los **Estudios Detallados** se desarrollarán en la etapa de Implementación, con un concepto similar a los primeros; su mayor diferencia radica en el aumento de la escala de trabajo, cuantificación y categorización de la probabilidad de amenaza; sin embargo, solo ese hecho genera la formulación de actividades más detalladas en el proceso de zonificación⁶.

Es así como los Estudios Detallados tienen como producto final, según el Decreto 1077 de 2015 en el artículo 2.2.2.1.3.2.2.1:

1. Análisis detallado de amenaza.
2. Evaluación de vulnerabilidad.
3. Evaluación del riesgo (Alto, Medio o Bajo).
4. Determinación de medidas de mitigación Estructurales y No estructurales.

En las zonas no ocupadas, como por ejemplo, zonas de expansión, áreas donde no existen elementos expuestos (viviendas y equipamiento), se deben considerar las alternativas de intervención teniendo en cuenta las condiciones biofísicas y socioeconómicas futuras proyectadas, buscando así la reducción de la amenaza y

mitigación del riesgo, siempre y cuando sean viables desde el punto de vista ambiental, técnico, financiero y urbanístico.

1. Escalas de análisis

Según el Decreto 1077 de 2015, las escalas detalladas para la evaluación y zonificación de movimientos en masa e inundaciones, son las siguientes:

TABLA 5. ESCALA DE TRABAJO PARA MOVIMIENTOS EN MASA, INUNDACIONES (LENTAS Y RÁPIDAS).

CLASE DE SUELO	ESCALA
Urbano	1:2.000
Expansión Urbana	1:2.000
Rural Suburbano	1:5.000

Nota: Dado que se aumentan las escalas de trabajo, también lo hace el nivel técnico de detalle para cada amenaza, las nuevas especificaciones mínimas a utilizar o elaborar para cada amenaza priorizada por el Decreto 1077 de 2015, se describen a continuación.

⁶ Para más información de los estudios detallados se recomienda revisar la subsección 3 nombrada “EL PROCESO DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL ETAPAS” dentro del Decreto 1077 de 2015.



Análisis detallado de amenaza por movimientos en masa.

1. Cali, Valle del Cauca. Barrio Alto Jordán, Vista hacia la zona sur del barrio. Viviendas en zonas de alta pendiente. Fotografía tomada por David Aponte, 2022.
2. Movimiento en masa obstaculizando un tramo de la Autopista Medellín-Bogotá. Fotos: Departamento Administrativo de Prevención de Desastres.
3. Floridablanca, Santander. Vista hacia el asentamiento urbano Asomiflor. Fotografía tomada por David Aponte, 2022.
4. Cali, Valle del Cauca. Barrio Alto Jordán, zonas con niveles de amenaza alta por movimientos en masa. Fotografía tomada por David Aponte, 2022.



Análisis detallado de amenaza por movimientos en masa.

1. Área de estudio

Se referirá a las áreas con condiciones de riesgo y amenaza urbanas y rurales por movimientos en masa, delimitadas en el plan de ordenamiento territorial, en los estudios básicos descritos en capítulos anteriores. Estas áreas podrán ser precisadas con base en la geoforma de la zona objeto de análisis.

2. Insumos

Se consideran como insumos mínimos que se elaboran y evalúan a la escala de trabajo, los siguientes:

Insumos mínimos para elaborar estudios detallados de movimientos en masa (escala de trabajo 1:2.000)

- (1) Geología para ingeniería, para lo cual es necesario llevar a cabo exploración geotécnica, levantamiento de calidad de macizo rocoso.
- (2) Geomorfología aplicada a movimientos en masa a nivel de elementos geomorfológicos.
- (3) Hidrogeología, con énfasis en comportamiento de los niveles freáticos.
- (4) Evaluación del drenaje superficial.
- (5) Sismología.
- (6) Cobertura y uso del suelo.
- (7) Exploración del subsuelo.

(8) Ensayos de laboratorio.

(9) Modelo geológico-geotécnico.

(10) Levantamiento topográfico, incluyendo la información predial o catastral. La anterior información podrá ser complementada con foto-restitución de la zona de estudio.

3. Alcance

El análisis de la amenaza a nivel detallado se realiza empleando por lo menos métodos determinísticos y probabilísticos, en función de la dinámica y tipo de movimiento en masa objeto de análisis.

Como parte del análisis de amenaza, se deben tener en cuenta las causas de la inestabilidad del terreno, considerando dentro de los agentes detonantes los siguientes factores: agua, sismo y procesos antrópicos (cortes, excavaciones, rellenos y construcciones en general).

4. Productos

Se debe elaborar un documento técnico que contenga la metodología empleada y los resultados obtenidos.

Adicional a los mapas de riesgo, amenaza y vulnerabilidad, se recomienda se entreguen los mapas de los insumos principales por medio de los cuales se llegó a la evaluación de riesgo:

- Mapa de elementos geomorfológicos
- Mapa de cobertura y uso de suelo
- Mapa de detonantes: sismo y agua
- Mapa de unidades de geología para ingeniería
- Mapa de procesos morfodinámicos

Los resultados obtenidos deberán ser entregados en formato digital y físico, además de un compilado de la información en GDB.



Análisis detallado de amenaza de inundación

1. Desbordamiento en el embalse El Quimbo con posibles afectaciones hacia las quebradas Garzón, Gigante y Voltezuelas departamento del Huila, agosto de 2019 – Fuente Jessica Luengas.
2. Inundación fenómeno de la niña 2011, fallas en el sistema de alcantarillado de Bogotá localidad de Bosa y Kennedy IDIGER2011 – Fuente Nelson Perico.
3. Inundación en el municipio de Murindó, Antioquia por desbordamiento del cauce principal de Murindó, marzo de 2022 – Fuente: Consejo municipal de gestión del riesgo del municipio de Murindó
4. Fotografía aérea de un sobrevuelo por el municipio de Puerto Nare (Antioquia), uno de los más afectados por el desbordamiento del río Magdalena en el 2011 – Foto: EFE – Tomado de Revista Semana



1. Área de estudio.

Se referirá a las áreas con condiciones de riesgo y amenaza por inundación, delimitadas en el plan de ordenamiento territorial.

2. Insumos

Se deben utilizar como mínimo los siguientes insumos:

- Información de hidrología e hidráulica.
- Información topográfica y batimétrica detallada de los tramos de cauce analizados, incluyendo aquellos elementos o tramos que estén asociados con el origen de la inundación

Respecto a la información topobatemétrica a levantar, se recomienda delimitar las zonas inundables con base en los resultados de los estudios básicos de amenaza por inundación rurales y urbanos, con medidas de intervención asociadas a estudios detallados.

A partir de dicha delimitación, se realizan los levantamientos topobatemétricos de estos sectores, puesto que corresponden con uno de los principales insumos para la realización de los estudios detallados de amenaza por inundación. Como resultado, se debe obtener un modelo digital del terreno a la escala correspondiente en función del tipo de suelo (1:2000 en suelos urbanos o de expansión urbana y 1:5.000 en suelos con vocación rural), en donde se evidencie la incorporación de las secciones batimétricas.

A su vez, es de destacar que el espaciamiento de dichas secciones se define en función de las características geométricas del cauce a levantar, siendo importante

generarlas con un espaciado menor en los tramos meándricos (se recomienda levantar 5 secciones o más por meandro, dependiendo la longitud del mismo) y mayor en los tramos rectos. Finalmente, dichos levantamientos deben verse reflejados en la construcción de un modelo digital del terreno, el cual debe responder a los requerimientos vigentes establecidos por el IGAC.

Por otro lado, en cuanto a la realización de los estudios hidrológicos e hidráulicos, se sugiere que estos cumplan con los requerimientos determinados en la Guía metodológica para la elaboración de mapas de inundación (IDEAM, 2017) y la Guía de prácticas hidrológicas (OMM, 2011).

Adicionalmente, se sugiere que los modelos hidráulicos que se realicen sean de tipo bidimensional, ya que estos arrojan resultados más precisos en términos de velocidades, profundidades y en la magnitud de las manchas de inundación, toda vez que con estos parámetros se define la zonificación de amenaza por inundación.

Para el desarrollo de este tipo de modelos se pueden utilizar los insumos topobatemétricos anteriormente citados, particularmente del modelo digital del terreno. En todo caso, la metodología para la definición de las áreas en amenaza alta, media o baja debe ser concertada con el municipio, partiendo de los resultados de las modelaciones hidrodinámicas ejecutadas.

3. Alcance

El análisis de la amenaza a nivel detallado se realizará teniendo en cuenta criterios históricos, geomorfológicos,



hidrológico-hidráulicos, empleando métodos asistidos por sensores remotos y sistemas de información geográfica.

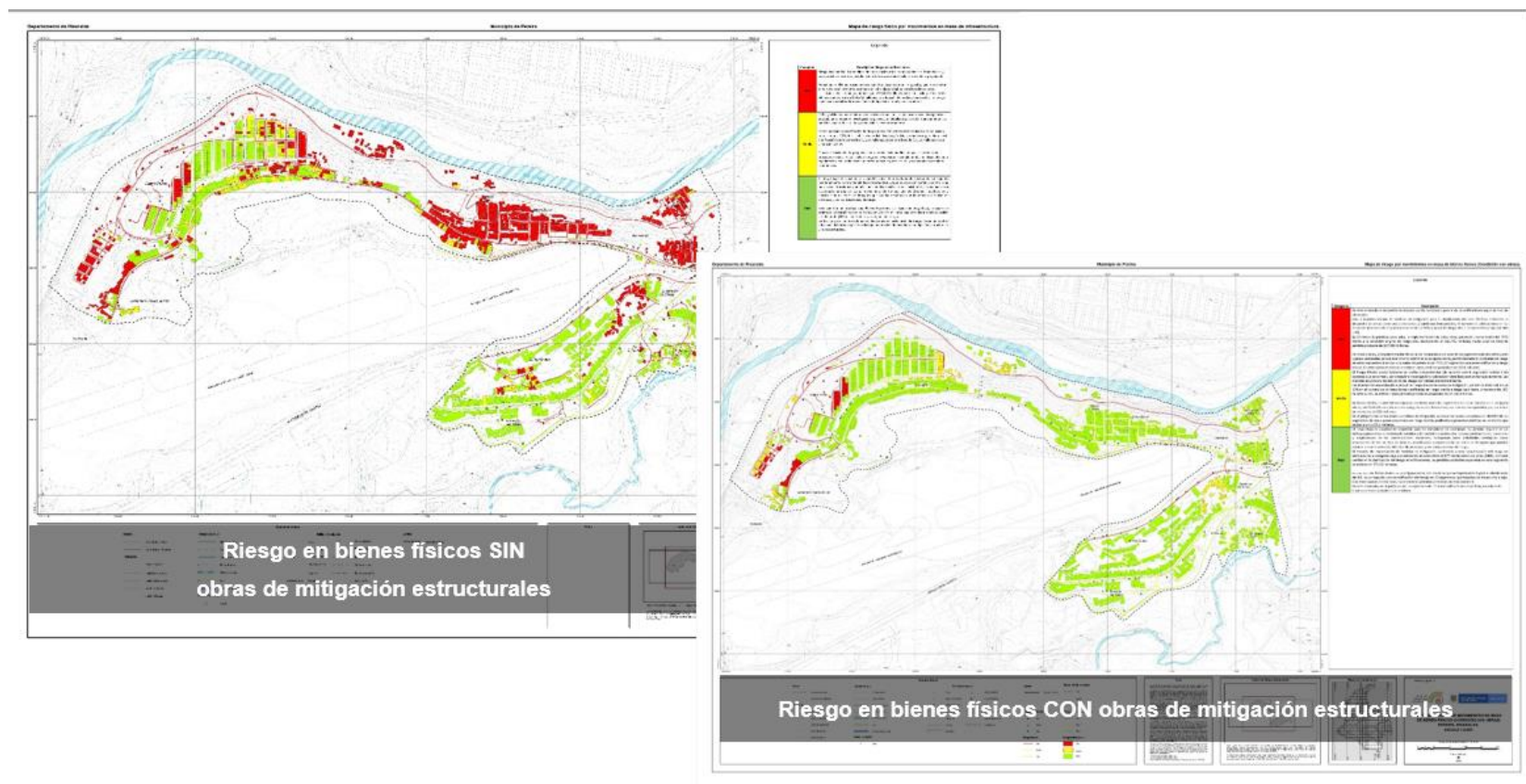
4. Productos

Se debe elaborar un documento técnico que contenga la metodología empleada y los resultados obtenidos.

Adicional a los mapas de riesgo, amenaza y vulnerabilidad, se recomienda se entreguen los mapas de los insumos principales por medio de los cuales se llegó a la evaluación de riesgo:

- Mapa de elementos geomorfológicos
- Mapa de cobertura y uso de suelo
- Mapa de unidades geológicas superficiales
- Caracterización climática de las cuencas aportadoras

Los resultados obtenidos deberán ser entregados en formato digital y físico, además de un compilado de la información en GDB.



Evaluación de vulnerabilidad y riesgo



Evaluación de la vulnerabilidad

Para evaluar la vulnerabilidad se consideran los siguientes aspectos:

- De acuerdo con los resultados del estudio detallado de amenazas para cada fenómeno analizado, se deben identificar y localizar en la cartografía correspondiente los elementos expuestos;
- Se deben establecer las características de los elementos expuestos a las amenazas identificadas, en cuanto al tipo de elemento, grado de exposición, resistencia que ofrece el elemento y distribución espacial;
- Se deben identificar los diferentes tipos de daño o efecto esperado sobre los elementos expuestos, que se pueden presentar como resultado del movimiento en masa;
- La información debe zonificarse en un mapa a la misma escala del mapa de amenazas detallados, estableciendo categorías de vulnerabilidad alta, media y baja, de acuerdo con las características de los elementos expuestos; una vez redefinidas las zonas de amenaza y las condiciones de vulnerabilidad, se procede a la evaluación del riesgo.
- Una vez definida la zonificación de amenaza y vulnerabilidad, se procede a determinar probabilísticamente el riesgo y daño en función de la magnitud e intensidad de la amenaza y de la

fragilidad del elemento expuesto a movimientos en masa.

Para el caso del análisis de vulnerabilidad ante la ocurrencia de movimientos en masa, como instrumento de referencia se recomienda tener en cuenta la *Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa* elaborada por el Servicio Geológico Colombiano y la Universidad Nacional de Colombia en el año 2015, reeditada en el año 2016.

Ahora bien, teniendo en cuenta que la Ley 1523 de 2012 define la vulnerabilidad en términos de susceptibilidad o fragilidad física, económica, social, ambiental o institucional que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un evento físico peligroso se presente, se recomienda tomar como referencia para el análisis de vulnerabilidad social, el documento: “LINEAMIENTOS PARA EL ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SOCIAL EN LOS ESTUDIOS DE LA GESTIÓN MUNICIPAL DEL RIESGO DE DESASTRES”, elaborado por la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (2017), especialmente para el desarrollo de estudios detallados de riesgo en asentamiento de origen informal y rurales.

Evaluación del riesgo (Alto, Medio o Bajo)

La evaluación de riesgo es el resultado de analizar las causas y fuentes del riesgo, sus consecuencias y la probabilidad de que estas ocurran por medio de la relación cuantitativa probabilística de la amenaza y la vulnerabilidad evaluada en elementos expuestos y personas.



Con base en ello, se categorizará el riesgo en alto, medio y bajo, en función del nivel de afectación esperada.

Para las zonas en alto riesgo, se definirá la mitigabilidad o no mitigabilidad, a partir de las alternativas de intervención física para reducir y evitar el incremento de la amenaza y/o vulnerabilidad. Para estas alternativas se deberá evaluar por parte de la administración municipal o distrital, su viabilidad de ejecución desde el punto de vista técnico, financiero, urbanístico y ambiental. Bajo estas evaluaciones se obtendrá la definición del riesgo alto mitigable o riesgo alto no mitigable.

Los resultados finales de la evaluación del riesgo se expresan en términos económicos como pérdidas anuales, con base en la valoración económica sobre los elementos expuestos.

Para el caso de movimientos en masa, la evaluación sobre edificaciones, obras lineales y personas se compone de dos etapas, la primera consiste en un análisis de riesgo (cuantificación de las pérdidas anuales potenciales por deslizamientos y deformaciones), y, en segundo lugar, la evaluación propia del riesgo, a través de la comparación de pérdidas potenciales con valores de aceptabilidad bajo criterios definidos, con esto el consultor puede proponer obras de mitigación y comparar los costos con las posibles pérdidas evaluadas en la categorización del riesgo, resaltando que las decisiones finales deben ser tomadas por la administración municipal o distrital.

Teniendo claro lo anterior, cada uno de los fenómenos deberá estar acompañado por los siguientes documentos:

1. Documento técnico que contenga metodología de evaluación empleada y los resultados.
2. Fichas de evaluación de vulnerabilidad (fragilidad).
3. Mapa de vulnerabilidad categorizada en alta, media y baja.
4. Mapa de riesgo, categorizado en alto, medio y bajo, señalando para el riesgo alto si es mitigable o no mitigable en función de medidas de intervención propuestas.
5. Mapas de localización y dimensionamiento de las medidas de intervención propuestas.
6. Presupuestos estimados de costos de las alternativas planteadas.
7. Inventario de viviendas en alto riesgo no mitigable.



RECOMENDACIONES FINALES

Participantes al Taller de Socialización y Validación de historicidad por inundación, municipio de Villa Rica, 2020.

Participantes al Taller de apropiación social del conocimiento, municipio de Yumbo, 2020.

Elaboración de árbol de problemas con la comunidad, municipio de Jamundí, 2021.



Participación de comunidades y apropiación social del conocimiento

En cuanto a los análisis asociados a la zonificación de amenazas en términos de estudios básicos, se recomienda se realicen talleres participativos con la comunidad, ya que estos permiten dimensionar la magnitud de las posibles emergencias que eventualmente sucedan en el territorio. De estos talleres se puede obtener la cartografía social, en donde se localizan los eventos sucedidos de forma espacial y en algunas ocasiones de forma temporal (si la comunidad así lo indica). Por otro lado, resulta importante correlacionar esta información con los análisis geomorfológicos para dar validez técnica a la identificación de las áreas susceptibles a presentar eventos.

Adicionalmente se debe tener en cuenta que en estos procesos de participación la comunidad es fuente de nuevo conocimiento y se debe contemplar la forma de cómo estos nuevos aportes se deben incorporar a los documentos finales de zonificación, nuevos eventos amenazantes, magnitud y frecuencia de eventos no registrados, son algunos de estos aportes que pueden complementar los estudios.

Factores a tener en cuenta en la estimación del costo de los estudios técnicos

Los costos asociados de los estudios básicos dependen principalmente de los siguientes factores:

- **Dimensión del área de estudio.**

En el caso de la zonificación de amenaza por movimientos en masa, la delimitación debe corresponder en principio a aquellas zonas dentro de los límites municipales que presenten relieves montañosos, ondulados y escarpados y que tengan pendientes mayores a 5°. Adicionalmente, en caso de no ser necesario un estudio básico para todo el municipio, debido a las condiciones propias del terreno no lo hacen susceptible a esta amenaza, se podrán priorizar las zonas que hayan presentado problemas de estabilidad según los registros disponibles, el inventario de procesos morfodinámicos generado y la cartografía social.

Por su parte, para inundaciones es necesario identificar las áreas susceptibles a presentar este tipo de fenómenos (diferenciadas entre suelos urbanos y rurales, ya que esto condiciona la escala de trabajo), las cuales por lo general corresponden con sectores aledaños a cuerpos hídricos (lénticos o lóticos), de pendientes menores al 25% (tanto longitudinales como en sus márgenes).

Adicionalmente, las áreas inundables son comúnmente identificadas por la comunidad, por lo cual es importante se realice un ejercicio participativo previamente con la población asentada en el territorio para localizar tales zonas.

Ahora bien, es posible que la realización del estudio básico de amenaza por inundaciones resulte improcedente para la totalidad del área municipal, debido a la baja o nula susceptibilidad a presentarse este fenómeno en particular, lo cual podría identificarse en la ausencia de registros históricos de este tipo de eventos y/o en los reportes que

la comunidad indique, por lo cual se podrán priorizar los sectores en donde se hayan presentado inundaciones.

Finalmente, para la delimitación del área de estudio para la zonificación de amenaza por avenidas torrenciales, se deben tener en cuenta:

- Las cuencas que en el análisis regional tengan características de torrencialidad.
- La disposición espacial de los elementos expuestos.
- Las cuencas con registro histórico de eventos.

Teniendo en cuenta los apartados mencionados, se define el área de estudio.

Como conclusión principal se tiene que, entre mayor extensión del área de estudio, mayor será el costo del mismo, por ende, la aplicación de criterio para definir el área a zonificar incide directamente en el valor final del estudio.

• Escala de trabajo

En función de la escala de trabajo se define el detalle técnico del estudio, por ejemplo, un estudio a escala 1:2.000 es más detallado que 1:25.0000, planteando que cubra la misma extensión de territorio, sería más costoso el estudio a escala 1:2.000 (Figura 4. Relación grafica de costos de estudio y escala de trabajo..



FIGURA 4. RELACIÓN GRAFICA DE COSTOS DE ESTUDIO Y ESCALA DE TRABAJO.

En este mismo sentido, la escala de trabajo también define los objetivos y el nivel de detalle que se deberá alcanzar en los estudios. Para el caso de estudios a escala 1: 25.000 por movimientos en masa, el producto final es el mapa de zonificación de amenaza por movimientos en masa. Para el caso de estudios 1:5.000 y 1:2000, los productos finales son los mapas de amenaza, los mapas de vulnerabilidad física y social, los estudios de riesgo y la determinación de las medidas de mitigación. Para estos dos últimos, las escalas son un indicador del nivel detalle y las metodologías requeridas.

• Generación de cartografía base

La cartografía básica se constituye en el insumo fundamental para la construcción de la cartografía temática, la cual es el soporte de los instrumentos de ordenamiento territorial, como los POT.



La principal recomendación en función de los costos de la cartografía base, es utilizar los insumos existentes del IGAC. Para más precisión sobre este aspecto, consultar el apartado **Consolidación y generación de la cartografía base** del presente documento.

- **Exploración geotécnica**

Para la caracterización de las Unidades Geológicas para Ingeniería (UGI), es necesario realizar un plan de exploración geotécnica que permita reconocer criterios en campo de los atributos del material (independientemente de si es suelo o roca), reconociendo datos estratigráficos y datos que inciden con el comportamiento mecánico del material, rasgos estructurales relacionados con diaclasas, fallas y cualquier otro semejante.

Para el caso de unidades de roca, se debe considerar el levantamiento de discontinuidades, definiendo familias y orientación con respecto al talud/ladera, espaciamientos, persistencia, abertura, entre otras. Estas propiedades son definidas a partir de los sistemas de clasificaciones geomecánicas, tales como el RMR propuesto por Bieniawski, SMR de Romana, el índice de resistencia geológica (GSI) de Hoek y Brown o el valor de Q de Barton et al. Estas clasificaciones son expuestas en la Guía Metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa del SGC 2016.

Por otro lado, las unidades de suelo se definen como esos materiales sueltos o no consolidados, compuestos por una

mezcla de materia orgánica, fragmentos de roca, arcilla y minerales, siendo este el producto de la descomposición in situ del material rocoso o de sedimentos transportados.

Dentro de la guía metodología del SGC 2016, se recomienda tener en cuenta los insumos básicos de geología y geomorfología para el desarrollo de la etapa de exploración y la definición de los parámetros mecánicos (ángulo de fricción, cohesión, peso específico y saturación (nivel freático) para el modelo geológico – geotécnico, a partir de los ensayos de laboratorio para los estudios básicos (escala 1:5.000) y para exploración detallada (1:2.000).

- **Número y dedicación de profesionales especializados**

Para la elaboración de los estudios básicos, se recomienda tener en cuenta los perfiles y experiencia específica del equipo de profesionales, que serán responsables de los resultados obtenidos⁷.

- **Realizar el estudio de mercado**

Teniendo en cuenta que los estudios básicos deben ser realizados por todos los municipios del país en su proceso de formulación/actualización de POT, a la fecha existen múltiples referencias de municipios que han financiado dichos estudios, por lo que se recomienda que la administración municipal en compañía de profesionales competentes, evalúen los proyectos que han sido publicados y celebrados en el Sistema Electrónico para la Contratación Pública (SECOP I y SECOP II), en el cual podrán

⁷ Se sugiere consultar las guías SGC (2015) y SGC-UNAL (2016) que proponen perfiles para el equipo técnico usado en la evaluación de la amenaza por movimientos en masa.



realizar consultas que les permitan dimensionar el valor de un estudio básico, tomando como referentes municipios que posean características espaciales similares al municipio de interés.

Se recomienda revisar ítems como:

- Cuantía (con valor ajustado al IPC más actualizado)
- Alcance del proyecto
- Tiempos de ejecución
- Productos entregados
- Área del municipio objeto de estudio, teniendo en cuenta su extensión de suelo urbano, expansión urbana y rural
- Normativa referente

Se debe tener en cuenta para el último ítem, que solo servirán como referentes válidos los estudios básicos desarrollados después de la expedición del Decreto 1807 de 2014, compilado en el Decreto 1077 del 2015.

Finalmente, se recomienda tener en cuenta los valores adicionales relacionados con impuestos, exploración geotécnica directa e indirecta, costos prestacionales de los profesionales, costos operacionales como transportes,

costo de oficina y generación de informes, costos de pólizas o garantías (si aplica).



PARTE II

Orientaciones técnicas para la incorporación de estudios técnicos de gestión del riesgo de desastres en el ordenamiento territorial.

Generalidades

La incorporación de la gestión del riesgo en la planificación del ordenamiento territorial se debe realizar en cada una de sus etapas, con el fin de garantizar que este sea un proceso integral, gradual, continuo y sistemático, para lo cual en la **etapa de formulación del POT** se deben definir las medidas de intervención⁸ en función de los objetivos, estrategias y prioridades adoptados para la concreción del modelo de ocupación territorial.

Para lo anterior, en suelo urbano, de expansión urbana, centros poblados y suburbano, se deben delimitar áreas con condición de riesgo y áreas con condición de amenaza, las cuales se definen según el artículo 2.2.2.1.3.1.3 del Decreto 1077 de 2015, como:

«**Áreas con condición de amenaza**, son las zonas o áreas del territorio municipal zonificadas como de amenaza alta y media en las que se establezca en la revisión o expedición de un nuevo POT la necesidad de clasificarlas como suelo urbano, de expansión urbana, rural suburbano o centros poblados rurales para permitir su desarrollo.

Áreas con condición de riesgo, corresponden a las zonas o áreas del territorio municipal clasificadas como de amenaza alta que estén urbanizadas, ocupadas o edificadas, así como en las que se encuentren elementos del sistema vial, equipamientos (salud, educación, otros) e infraestructura de servicios públicos».

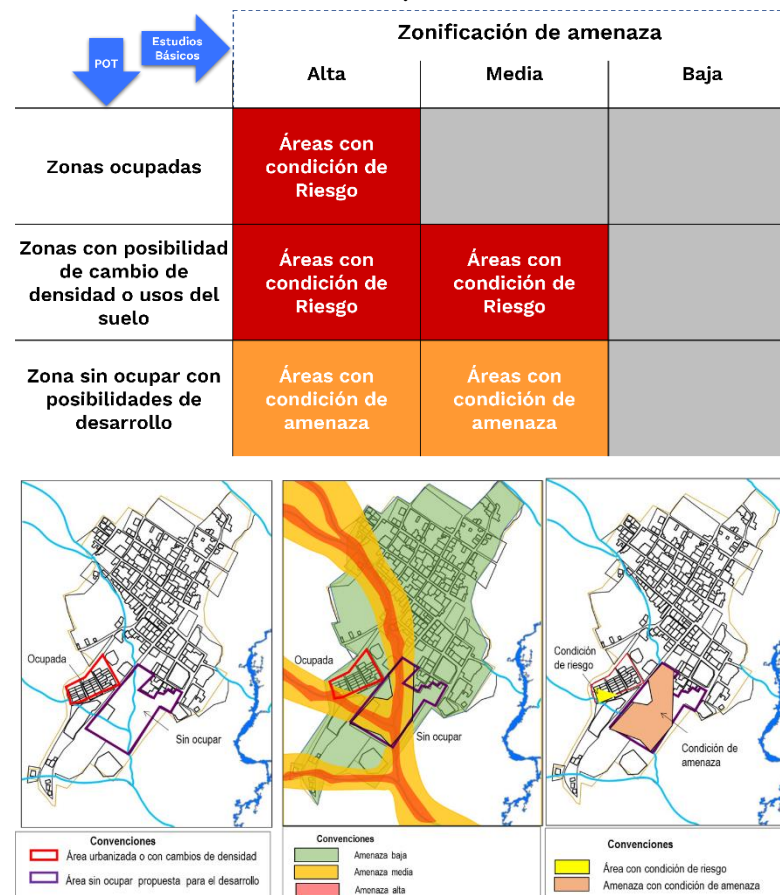


FIGURA 5._DECRETO 1077 DE 2015: DEFINICIÓN DE ÁREAS CON CONDICIÓN DE RIESGO Y ÁREAS CON CONDICIÓN DE AMENAZA.

⁸ Artículo 2.2.2.1.4.2.2.7 Decreto 1077 de 2015.



Así mismo, se debe hacer un énfasis especial en aquellas zonas con restricción por amenazas (alta y media), identificadas a partir de los estudios básicos.

Para el caso del suelo rural, se deberán enfocar los esfuerzos en definir medidas de manejo especial, como usos agroforestales o prácticas de conservación en aquellas zonas de amenaza de amenaza alta y media, según los resultados de los estudios básicos.

Por otra parte, si se cuenta con estudios detallados se deberá focalizar la definición de medidas intervención, en aquellas zonas consideradas como de riesgo no mitigable y alto riesgo mitigable para la localización de asentamientos humanos.

Es de recordar que, de acuerdo con lo establecido en el artículo 2.2.2.1.3.2.2.8 del Decreto 1077 de 2015, con base en los resultados obtenidos en los estudios detallados, el alcalde municipal o la dependencia que delegue, podrá realizar mediante acto administrativo las precisiones cartográficas y la definición de las normas urbanísticas a que haya lugar para el área objeto de interés; bajo el entendido que los estudios detallados se desarrollan para áreas específicas que cuentan con mejores insumos y escalas de trabajo (tal como se ha explicado en capítulos anteriores), lo que trae como consecuencia una mayor precisión frente a la definición de las áreas en amenaza y en riesgo, en comparación con los resultados que se obtienen en los estudios básicos.

Estas precisiones deberán consignarse y registrarse en todos los planos de la cartografía oficial que conformen el plan de ordenamiento territorial.

En cualquier caso, cuando los resultados de los estudios detallados por el fenómeno que se haya evaluado, generen como consecuencia de las acciones de gestión del riesgo, la modificación de los usos del suelo o de normas urbanísticas del Plan de Ordenamiento Territorial, se deberá emprender su revisión, ajuste o modificación, en los términos de la Ley 388 de 1997 y las normas que la adicionen, modifiquen o complementen.

En este sentido, para los componentes general, urbano y rural de la etapa de formulación del POT, el Decreto 1077 de 2015 establece la necesidad de formular medidas de intervención, con el fin de establecer los objetivos y estrategias territoriales de mediano y largo plazo, así como las restricciones o condicionamientos para el uso del suelo cuando sea viable, mediante la determinación de normas urbanísticas, orientadas a regular el uso, la ocupación y el aprovechamiento del suelo, como se describe a continuación:

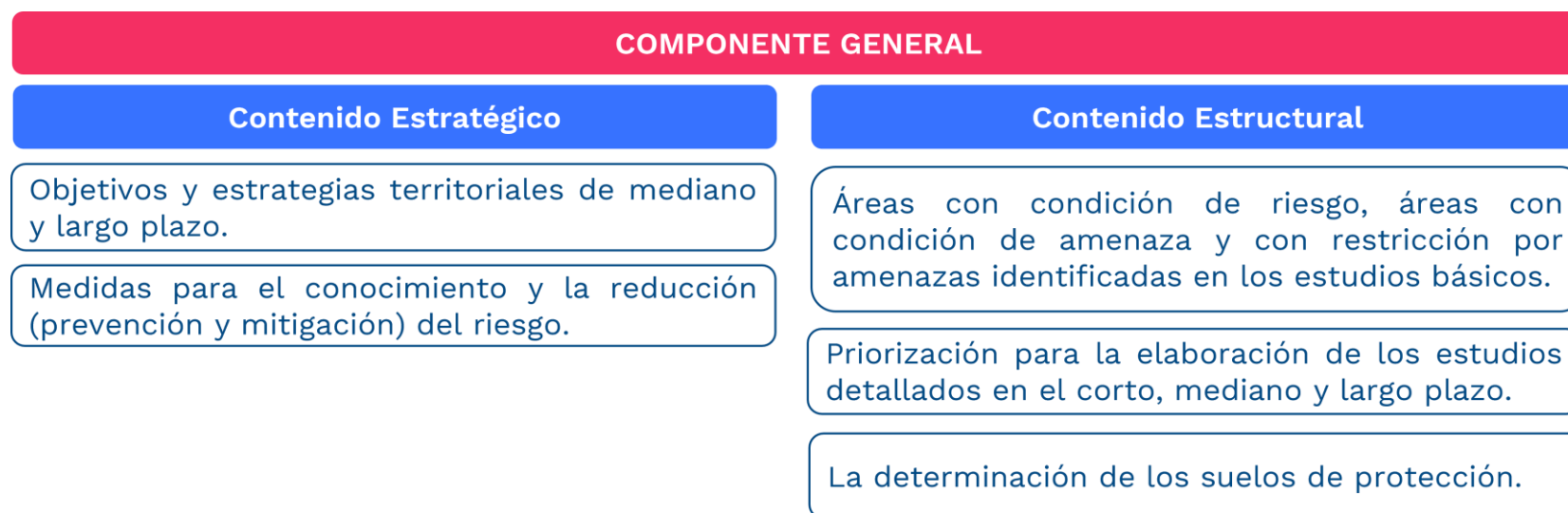


FIGURA 6. INCORPORACIÓN DE LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES EN EL COMPONENTE GENERAL - ETAPA DE FORMULACIÓN.

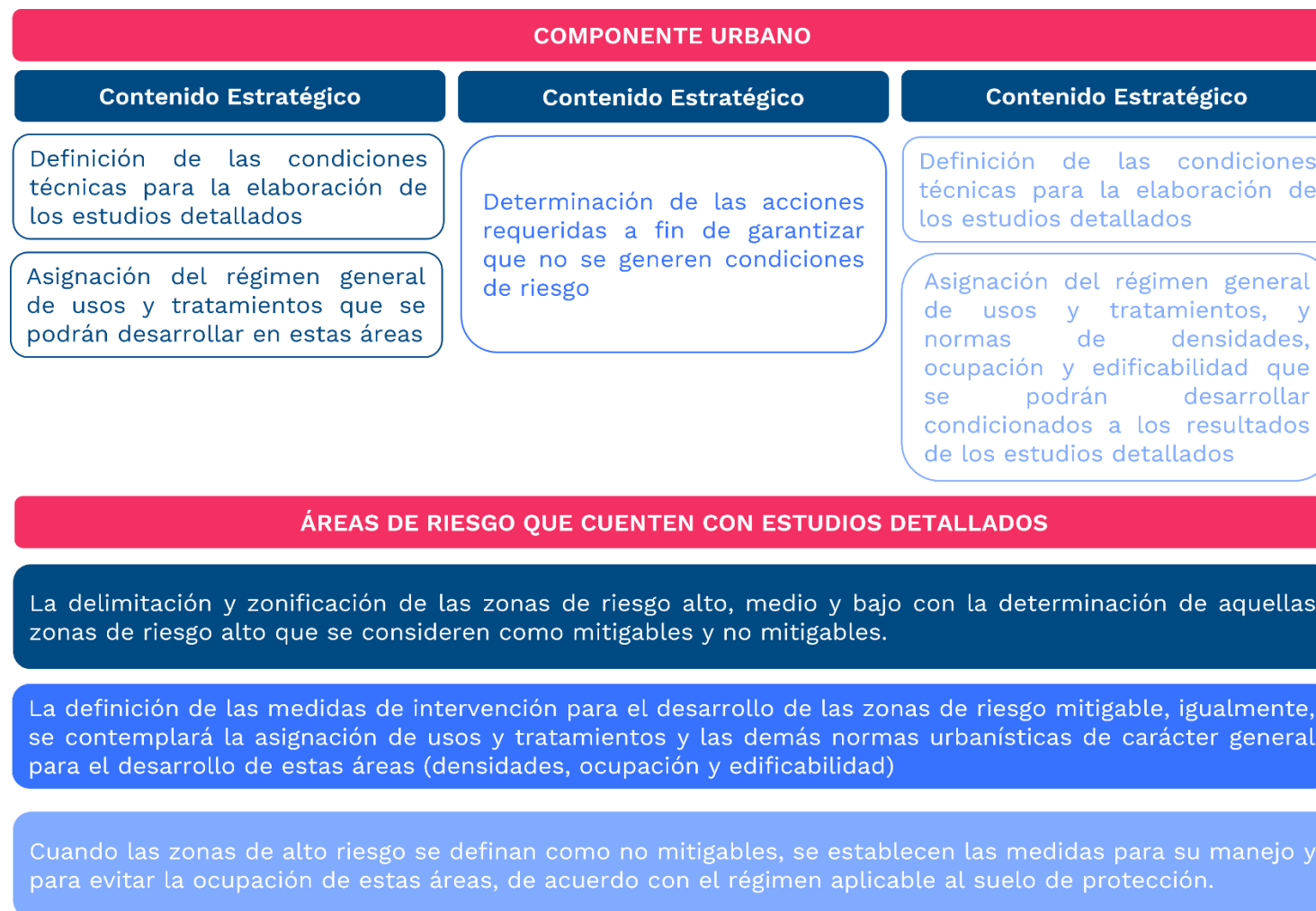


FIGURA 7. INCORPORACIÓN DE LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES EN EL COMPONENTE URBANO - ETAPA DE FORMULACIÓN.

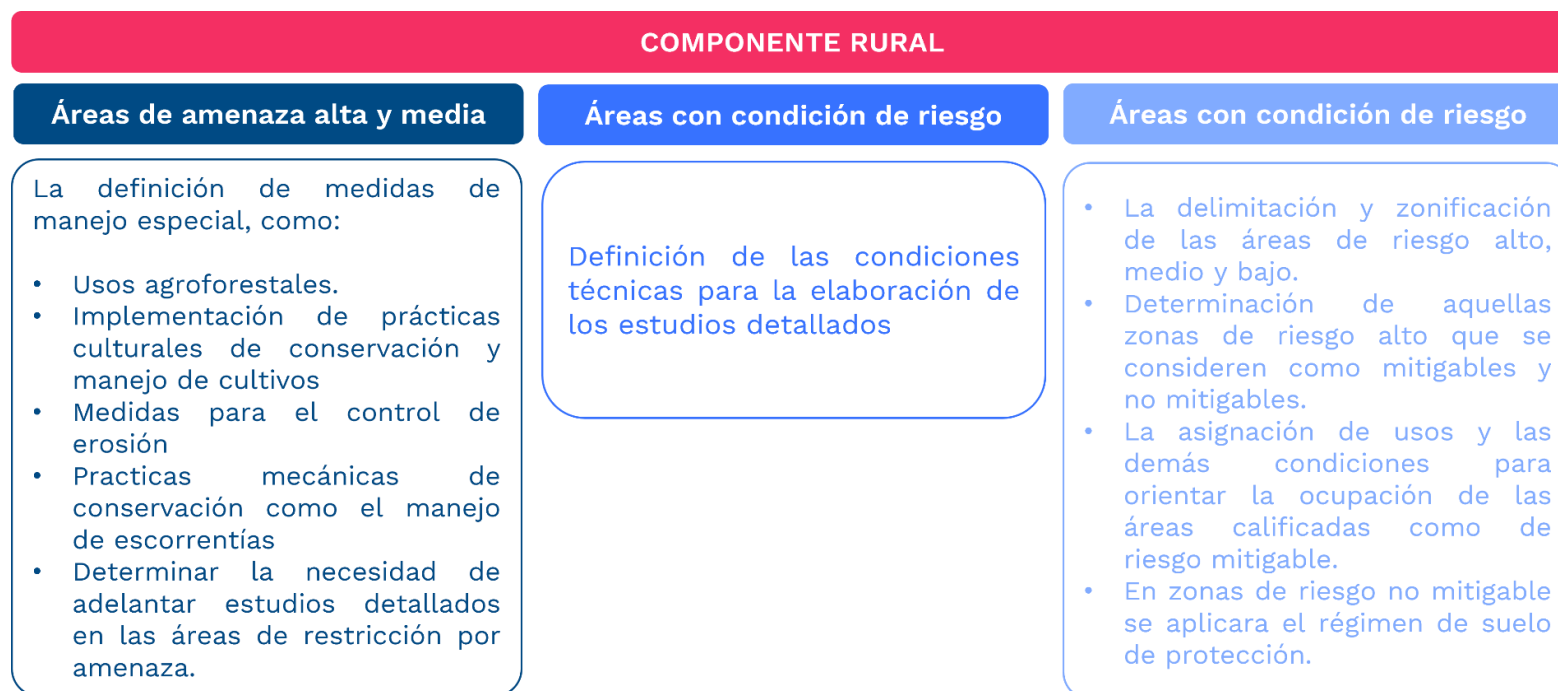


FIGURA 8. INCORPORACIÓN DE LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES EN EL COMPONENTE RURAL - ETAPA DE FORMULACIÓN.



Metodología para la formulación de medidas de mitigación no estructurales

Con base en los resultados de los estudios básicos, se deben determinar las **medidas de mitigación no estructurales**, orientadas a establecer el modelo de ocupación del territorio y las restricciones o condicionamientos para el uso del suelo cuando sea viable, mediante la determinación de normas urbanísticas⁹.

Para la formulación de estas medidas, se proponen los siguientes pasos:

Paso 1 - Elaborar los estudios básicos

Paso 2 - Definir las políticas, objetivos y estrategias territoriales de largo y mediano plazo para la incorporación de gestión de riesgo de desastres en el ordenamiento territorial, generando articulación con el Plan Municipal de Gestión de Riesgo de Desastres -PMGRD y el Plan de Desarrollo Municipal. Como resultado de la etapa de diagnóstico, el municipio podrá definir cuál es su objetivo en materia de gestión de riesgos de desastres, con el fin de avanzar en el conocimiento de sus amenazas, prevenir nuevos escenarios de riesgo y reducir las condiciones actuales.

Paso 3 - Definir el modelo de ocupación, el cual corresponde a la estructura urbano-rural e intraurbana definida para el mediano y largo plazo, que fija de manera

general la estrategia de localización y distribución espacial de las actividades (Ver Componente General).

En el caso en que se cuente con estudios detallados se podrán establecer, por ejemplo, los asentamientos humanos que serán objeto de reubicación localizados en zonas de alto riesgo no mitigable, así como las acciones para evitar que vuelvan a ser ocupadas.

Paso 4 - Formular las medidas de mitigación no estructurales, considerando las características de la amenaza y el modelo de ocupación, las cuales deberán quedar señaladas en el componente estructural, urbano y rural del POT.

Paso 5 - Definir los programas y proyectos que permitirán materializar las **medidas de mitigación no estructurales** formuladas en el paso anterior, lo cual incluye tiempo, presupuesto y responsables de su ejecución. Para tales efectos, se recomienda tener en cuenta:

1. Características de las amenazas en términos de magnitud, frecuencia y peligrosidad (acorde con la escala de análisis), ya que influyen el nivel de importancia de su intervención para el municipio. Ejemplo de lo anterior, un deslizamiento localizado en una zona rural sin afectación directa a viviendas vs. un asentamiento que

⁹ ARTÍCULO 2.2.2.1.3.2.1.6. Determinación de medidas de intervención, Decreto 1077 de 2015.



presenta en forma frecuente eventos de emergencia asociados a un deslizamiento activo.

2. Así mismo, existen amenazas de escala regional como los eventos de inundación generados por el río Cauca, Bogotá o Guatiquía, por citar algunos ejemplos, donde la gestión de riesgo se deberá tener en cuenta a escala supramunicipal, es preciso atender las disposiciones señaladas por entidades tales como corporaciones autónomas regionales, entidades municipales, entidades departamentales, los consejos distritales, municipales y departamentales para la gestión del riesgo, gobernaciones y demás entidades competentes en esta materia.
3. Capacidad técnica y financiera de cada municipio y Distrito para formular medidas de intervención no estructurales viables y sostenibles a corto, mediano y largo plazo.

Lineamientos para la formulación medidas de intervención

En esta sección se relacionan una serie de medidas de intervención no estructurales, identificadas por parte del equipo técnico que apoya los temas de incorporación de la gestión del riesgo en los POT en el MVCT, a partir de los resultados del Convenio Interadministrativo MINISTERIO No. 719 de 2020 / SGC No. 010 de 2020.

Medidas de mitigación no estructurales Generales

- Formular **normas urbanísticas** que permitan prevenir nuevos escenarios de riesgo, controlar la expansión de las áreas con condición de riesgo y con condición de amenaza.
- Asignar el régimen general de usos y tratamientos y normas de densidades, ocupación y edificabilidad que se podrán desarrollar, condicionados a los resultados de los estudios detallados en las zonas con condición de riesgo y con condición de amenaza.
- Priorizar la ejecución de estudios detallados en áreas con condición de riesgo y áreas con condición de amenaza.
- Definir de las condiciones técnicas que se estimen convenientes para la elaboración de los estudios detallados, que permitan establecer la categorización del riesgo.
- Realizar el Inventario de asentamientos en zonas de alto riesgo para su priorización y desarrollo de estudios detallados y de medidas de intervención estructurales.
- Articular las medidas de gestión del riesgo con actores públicos y privados, con el propósito de avanzar en el conocimiento de las amenazas naturales y socio-naturales a nivel municipal.



- Articular las medidas definidas en los POMCA adoptados dentro de la jurisdicción del municipio.
- Formular proyectos orientados al monitoreo de zonas de amenaza alta o zonas críticas identificadas en los estudios básicos, en articulación con corporaciones autónomas regionales, oficinas de gestión de riesgo y vivienda, universidades, centros de investigación, con el fin de generar umbrales que permitan alimentar los Sistemas de Alerta Temprana.
- Promover actividades como el ecoturismo y geoparques, recreación pasiva, según las condiciones de amenaza existentes.
- Promover el Pago por Servicios Ambientales (PSA).
- Incorporar la gestión de riesgo desastres contemplando la visión étnica y la apropiación de la gestión de riesgo desde los Planes de Vida de Comunidades Étnicas.
- Mejorar los procesos de producción agropecuaria, forestal o minera (control de erosión y cambio de cobertura), enfocados en la disminución de la pérdida de la capa vegetal, para evitar la capacidad de regulación de la escorrentía en las cuencas.
- Promover la protección de bosques, control de la deforestación e iniciativas de restauración.
- Implementar acciones de monitoreo y mantenimiento de obras de intervención.

- Declarar zonas de protección ambiental en donde los estudios den como resultado zonas de alto riesgo no mitigable.
- Promover la exigencia de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible -SUDS- (tanques de detención, cunetas verdes, techos verdes, entre otros), para desarrollo de proyectos de vivienda e infraestructura dentro de la reglamentación del POT.

Medidas de mitigación no estructurales articuladas con el PMGRD y PDM

Zonas localizadas en amenaza alta y media por movimientos en masa

- Desarrollar jornadas o programas de control urbano diseñadas para ejecutarse por todo el territorio municipal, con el fin de controlar los procesos de construcción no formal.
- Monitorear las tasas de deformación y avance de procesos morfodinámicos denudacionales.
- Dar a conocer a la comunidad las prácticas agropecuarias adecuadas para prevenir la generación de movimientos en masa. A su vez, explicar los cultivos que permiten el fortalecimiento y la capacidad de soporte del terreno que cuenten con desarrollo económico.



Zonas localizadas en amenaza alta y media por inundación

- Desarrollar redes de monitoreo de las variables hidrológicas que influyen en el fenómeno (especialmente precipitación, caudales y/o niveles), con el objetivo de mejorar el conocimiento acerca de cómo se presentan las inundaciones en la zona.
- Articularse con la autoridad ambiental competente para la declaración de zonas de ronda hídrica y demás elementos constituyentes, conforme lo estipulado en la Guía Técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia, adoptada mediante la Resolución No. 957 de 2018 (MADS).
- Promover planes de adaptación de infraestructura susceptible a inundaciones.
- Diseñar y construir proyectos estratégicos de espacio público, tales como parques lineales, senderos ecológicos que sirvan como límite para la expansión urbana de los municipios.
- Definir los usos para áreas en zonas de amenaza por inundaciones.

Zonas localizadas en amenaza alta y media por avenidas torrenciales

- Proteger los bosques e iniciativas de reforestación de las partes altas de las cuencas susceptibles a presentarse avenidas torrenciales, reglamentando el uso de estos suelos.
- Realizar la limpieza de las quebradas para evitar la acumulación de detritos, sedimentos, desmontes, entre otros, que pueden generar flujos hiperconcentrados.
- Promover la instalación de Sistemas Alertas Tempranas y Monitoreo comunitario, enfocados en identificar cambios en los niveles superficiales y acumulación notoria de sedimentos y material particulado en las zonas de depositación de las quebradas.

Zonas localizadas en amenaza alta y media por erosión costera

- Condicionar el modelo de ocupación del territorio en función de los resultados obtenidos por estudios técnicos de zonificación de amenaza por erosión costera.
- Restaurar las áreas con amenaza alta por medio basadas en la naturaleza.
- Definir como zonas de protección, las áreas que por medio de un análisis técnico establezcan la necesidad de proteger el desarrollo natural de las dunas, manglares y arrecifes en determinadas zonas de la línea de costa.



- Establecer franjas de protección que prohíban el desarrollo de asentamientos en puntos críticos de erosión costera.
- Articular los sistemas estructurantes del territorio (Espacio público. Infraestructura vial y de transporte, Equipamientos, Servicios públicos domiciliarios y de las TIC), con las áreas críticas identificadas teniendo en cuenta como mínimo los valores a corto, mediano y largo plazo.
- Definir actividades compatibles con la mitigación y protección de estas zonas.
- Restringir las actividades turísticas en zonas de susceptibilidad alta a la erosión costera.

Medidas de intervención estructurales por tipo de amenaza

Las medidas estructurales son medidas físicas encaminadas a la ejecución de acciones y obras para atender las condiciones de riesgo ya existentes; su definición dependerá de los estudios detallados.

A continuación, se dan algunos ejemplos de medidas de intervención estructurales para cada amenaza.

Movimientos en masa

Reptación

- Obras para el control del agua para el manejo de agua superficial y subsuperficial.

- Restringir cortes en laderas que no cuenten con análisis técnicos y diseños de medidas de intervención por parte de profesionales idóneos

Deslizamientos

- Obras para el control del agua para el manejo de agua superficial y subsuperficial.
- Implementación de obras de contención.
- Implementación de obras de bioingeniería.
- Procesos de descarga y perfilado de taludes.

Caída de rocas

- Implementación de procesos de falla controlada.
- Obras para el control del agua para el manejo de agua superficial.
- Implementación de obras de retención.

Inundaciones

Inundación de origen pluvial (colapso de sistema de alcantarillado)

- Construcción de canales y zonas de desagüe.
- Tanques de almacenamiento o de retención (SUDS).
- Cuencas secas de drenaje extendido (SUDS).
- Cunetas verdes (SUDS).
- Tanques de biorretención.

Inundación lenta

- Construcción de diques o jarillones para generar zonas de amortiguamiento y evitar desbordes laterales.



- Embalse de control de crecientes (embalses multipropósito).
- Adecuación de la sección hidráulica para aumentar la capacidad de transporte de las corrientes.
- Construcción de aliviaderos, en los cuales se transporte de manera controlada el caudal que supera la capacidad hidráulica del drenaje.

Inundación rápida

- Construcción de presas secas para control de avenidas para realizar la descarga del caudal controladamente aguas abajo.
- Encauzamiento o adecuaciones hidráulicas para aumentar la capacidad de transporte de las corrientes.
- Construcción de disipadores de energía en el cauce para disminuir la velocidad del flujo.
- Construcción de aliviaderos, en los cuales se transporte de manera controlada el caudal que supera la capacidad hidráulica del drenaje.

Avenidas torrenciales

- Construcción de disipadores de energía en la parte alta de la zona de estudio para prevenir el impacto del flujo sobre el fondo del cauce y la erosión aguas abajo.
- Construcción de protección lateral conformado por muro de concreto ciclópeo evitando el desbordamiento del agua y la afectación de elementos cercanos al cauce.
- La construcción de canales de drenaje de agua pluvial en las zonas residenciales y cercanas a las quebradas con capacidad de torrencialidad, permitiendo la evacuación del exceso de agua pluvial durante largos

eventos de lluvias y controlando la cantidad de agua que recarga el drenaje principal.

- Construcción de mallas dinámicas o de contención que atrapen el material sólido que se desplaza sobre la corriente.
- Construcción de presas abiertas sobre el cauce torrencial para retención del material sólido (incluyendo grandes bloques), evitando que se desplacen hacia zonas ocupadas.
- Encauzamiento o adecuaciones hidráulicas para aumentar la capacidad de transporte de las corrientes.

Medidas articuladas con el Plan Municipal de Gestión del Riesgo - PMGRD

- Diseñar planes de evacuación para que las comunidades que se encuentren cercanas al sitio de posible afectación, tengan presente las acciones o la manera de abordar la situación, en el caso en que se presente cualquier tipo de movimiento en masa.
- Elaborar cartillas y simulacros en conjunto con los diferentes actores de la comunidad, representantes de sectores productivos, entidades, academia, entre otros, sobre qué se debe hacer durante una emergencia por movimiento en masa y las rutas de evacuación más cortas a partir de la ubicación del desencadenamiento del movimiento.
- Señalar e identificar las rutas de evacuación en vías públicas principales y las zonas de refugio en caso de emergencia, como parte de un plan de evacuación ante emergencias y que debe ponerse en práctica a partir de simulacros programados.



- Realizar el mantenimiento y limpieza de los cauces para evitar su colmatación.
- Realizar el monitoreo de niveles y caudales para las corrientes priorizadas para esta amenaza, las cuales se pueden realizar mediante observadores hidrológicos, estaciones convencionales, estaciones automáticas.
- Implementar sistemas de alertas tempranas.
- Concientizar a la comunidad mediante actividades educativas, sobre el impacto de los cambios en la cobertura vegetal en la generación de movimientos en masa, diseñar espacios para la revegetación y la pérdida del suelo descubierto en sectores donde el agua pueda infiltrarse con facilidad.
- Fortalecimiento técnico ambiental, conceptual y territorial (articulación con instrumentos educativos como Planes de Gestión Integral de Sólidos -PGIR-, Planes Educativos Institucionales).
- Realizar diagnósticos de actividades productivas susceptibles y beneficiadas por inundaciones, enfocados al aprovechamiento de las inundaciones, tal como se puede apreciar en el sector agrícola con el cultivo de arroz, desarrollo de proyectos de hidroenergía, entre otros.
- Hacer el seguimiento de procesos agrícolas y ganaderos (relacionados con irrigación y saturación del terreno), para reconocer procedimientos, estándares y conseguir de esta manera, evitar la sobresaturación y la captación

de agua por encima del nivel controlable en sectores con presencia de registros de torrencialidad.

Medidas de apropiación social del conocimiento

- Realizar mesas de trabajo con las comunidades aledañas a los sectores de afectaciones por inundaciones para socializar el estado actual del territorio, la ubicación de las zonas afectadas y considerar los aportes que la comunidad puede ofrecer como principales actores/expuestos durante cualquier suceso.
- Elaborar guías y estrategias educativas, programa conocimiento del riesgo de desastres en colegios.
- Crear comités barriales de gestión del riesgo.
- Fomentar la gestión de riesgo desde la visión étnica, apropiación de la gestión de riesgo desde los Planes de Vida de Comunidades Étnicas.
- Capacitar a las comunidades en gestión del riesgo ante eventos amenazantes.

Articulación con el POMCA

Al momento de la revisión de los contenidos de mediano y largo plazo de los planes de ordenamiento territorial o la expedición de un nuevo POT, el municipio podrá utilizar como insumos para la elaboración de los estudios básicos



en suelo rural, la información temática recopilada por la CAR (de su respectiva jurisdicción) dentro de la formulación del Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas previamente aprobado.

Dentro de la información que la CAR podrá suministrar a los municipios, de acuerdo con su autonomía, se encuentran las siguientes temáticas en la escala de trabajo requerida para el suelo rural (1:25000): cartografía (modelo de elevación digital), unidades geológicas superficiales, subunidades geomorfológicas, inventario de procesos morfodinámicos, cobertura y uso del suelo, hidrología, entre otros.

Con estos insumos, el municipio contará con información de referencia que podrá analizar para tomar la decisión de emplear o ajustar con su equipo técnico; lo anterior, teniendo en cuenta que su uso soportará las evaluaciones y zonificaciones de amenaza respectivas, de acuerdo con las metodologías de trabajo que se definan.



Bibliografía

Arcila, M. García, J., Montejó, J., Eraso, J., Valcárcel, J., Mora, M., Viganó, D., Pagani, M. y Díaz, F. (2020). "Modelo nacional de amenaza sísmica para Colombia". Bogotá: Servicio Geológico Colombiano y Fundación Global Earthquake Model.

Ávila Álvarez, G. E., Cubillos Peña, C. E., Granados Becerra, A. E., Medina Bello, E., Rodríguez Castiblanco, Édgar A., Rodríguez Pineda, C. E., & Ruiz Peña, G. L. (Eds.). (2016). Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa. Libros del Servicio Geológico Colombiano. Recuperado a partir de <https://libros.sgc.gov.co/index.php/editorial/catalog/book/32>

Carvajal, Henry (2012) Propuesta de estandarización de la cartografía geomorfológica en Colombia. Bogotá D.C.

Castellanos Quiroz, Henry. (2010). Leyenda nacional de coberturas de la tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Escala 1:100.000. Bogotá D.C.

DIMAR. (2022). Repositorio. Dirección General Marítima y Portuaria. <https://cecoldo.dimar.mil.co/web/repositorio>.

El Espectador. (2022,). "16 muertos y 35 heridos deja deslizamiento en Dosquebradas, Risaralda."<https://www.elespectador.com/colombia/mas-regiones/dos-muertos-y-siete-heridos-deja-deslizamiento-en-dosquebradas-risaralda/>

IDEAM, IGAC & DANE. (2012). Memoria técnica: Evaluación técnica a las afectaciones por inundaciones asociadas al Fenómeno de la Niña 201-2011. Bogotá D.C.

IDEAM. (2013). Zonificación de amenazas por inundaciones a escala 1:2.000 y 1:5.000 en áreas urbanas para diez municipios del territorio colombiano. Aplicación del algoritmo HAND (Height Above Nearest Drainage). Bogotá D.C.

IDEAM. (2017). Guía metodológica para la elaboración de mapas de inundación. Bogotá D.C.

IDEAM. (2021). Consulta y descarga de datos hidrometeorológicos. Obtenido de IDEAM: <http://dhime.ideam.gov.co/atencionciudadano/>

INVEMAR. (2022). Repositorio. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés. <http://centrodocumentacion.invemar.org.co/>

MINAMBIENTE (2021). Anexo B. Caracterización de las condiciones de riesgo de desastres. Guía técnica actualizada para la formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas. Bogotá D.C.

Miura, Nagai (2020) Landslide Detection with Himawari-8 Geostationary Satellite Data: A Case Study of a Torrential Rain Event in Kyushu, Japan.

Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción de Riesgo de Desastres. (2021). Disaster Information Management



System. Obtenido de DESINVENTAR:
<https://www.desinventar.org/>

Organización Meteorológica Mundial. (2011). Guía de prácticas hidrológicas. Organización Meteorológica Mundial.

Ramos, A.; Reyes, A.; Munévar, M.; Ruiz, G.; Machuca, S.; Rangel, M.; Prada, L.; Cabrera, M.; Rodríguez, C.; Escobar, N.; Quintero, C.; Escobar, J.; Giraldo, J.; Medina, M.; Durán, L.; Trujillo, D.; Medina, D.; Capachero, C.; León, D.; ... Pérez, M. (2021). Guía metodológica para zonificación de amenaza por avenidas torrenciales. (Servicio Geológico Colombiano, & Pontificia Universidad Javeriana) Bogotá: Servicio Geológico Colombiano. doi:
<https://doi.org/10.32685/9789585313156>

Rodríguez Castiblanco, E. A., Sandoval Ramírez, J. H., Chaparro Córdón, J. L., Trejos González, G. A., Medina Bello, E., Ramírez Hernández, K. C., Castro Marín, E., Castro Guerra, J. A., & Ruiz Peña, G. L. (Eds.). (2017). Guía metodológica para la zonificación de amenaza por movimientos en masa escala 1: 25.000. Libros del Servicio Geológico Colombiano. Recuperado a partir de:
<https://libros.sgc.gov.co/index.php/editorial/catalog/book/34>

Servicio Geológico Colombiano. (2017). Guía Metodológica para la Zonificación de Amenaza por Movimientos en Masa Escala 1:25000. Bogotá: Servicio Geológico Colombiano.

Servicio Geológico Colombiano. (2021). Sistema de Información de Movimientos en Masa. Obtenido de SIMMA:
<http://simma.sgc.gov.co/#/>

SGC & UNIVALLE. (2021). Análisis de la posible socavación lateral de los cauces. En D. d. Zonificación de amenaza por inundación en la zona urbana y de expansión urbana a escala 1:5.000 en el municipio de Jamundí. Santiago de Cali.

SGC (2012) Propuesta metodológica sistemática para la generación de mapas geomorfológicos analíticos aplicados a la zonificación de amenaza por movimientos en masa escala 1:100.000. Bogotá D.C.

SGC (2017) Clasificación de movimiento en masa y su distribución en terrenos geológicos de Colombia. Bogotá D.C.

Sistema de Información Ambiental de Colombia. (2021). SIAC. Obtenido de <http://www.siac.gov.co/>

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (2017). Lineamientos para el análisis de la vulnerabilidad social en los estudios de la gestión municipal del riesgo de desastres.

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (2022). Repositorio. Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres.
<https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/>

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres. (2021). Consolidado Anual de Emergencia. Obtenido de UNGRD:
<http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Consolidado-Atencion-de-Emergencias.aspx>

Zinck, J.A. (2012). Geopedología. Elementos de geomorfología para estudios de suelos y de riesgos naturales.



Referencias normativas

Constitución Política de Colombia. 1991.

Preámbulo: Contempla la vida como uno de los valores que el ordenamiento constitucional debe propender.

Artículos 2º y 11 superiores, se establece que las *autoridades de la República están instituidas para proteger la vida de todas las personas residentes en Colombia y que el derecho a la vida es inviolable.*

Leyes

- **Ley 388 de 1997.**

Reconoce la prevención de amenazas y riesgos como un determinante para el ordenamiento del territorio, estableciendo los alcances jurídicos y técnicos para su incorporación en las decisiones que se planteen en los Planes de Ordenamiento Territorial.

- **Ley 1523 de 2012**, *“Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones”*

Decretos

- **Decreto 1077 de 2015**, *“Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio”, compila el Decreto 1807 de 2014 “Por el cual se reglamenta el artículo 189 del Decreto Ley 019 de 2012 en lo relativo a la incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenamiento territorial y se dictan otras disposiciones”*
- **Decreto 1232 de 2020**, *“Por medio del cual se adiciona y modifica el artículo 2.2. 1.1 del Título 1, se modifica la Sección 2 del Capítulo 1 del Título 2 y se adiciona al artículo 2.2.4.1.2.2 de la sección 2 del capítulo 1 del Título 4, de la Parte 2 del Libro 2 del Decreto 1077 de 2015 Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio, en lo relacionado con la planeación del ordenamiento territorial”.*



- **Decreto 2157 de 2017**, “*por medio del cual se adoptan directrices generales para la elaboración del plan de gestión del riesgo de desastres de las entidades públicas y privadas en el marco del artículo 42 de la ley 1523 de 2012*”

Resoluciones

- **Resolución No. 2182 de 2016** del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, “*Por la cual se modifica y consolida el Modelo de Almacenamiento Geográfico contenido en la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales y en el Manual de Seguimiento Ambiental de Proyectos*”.
- **Resolución No. 1421 de 2021** del Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC, “*Por la cual se establecen las condiciones de validación técnica y oficialización de productos cartográficos básicos y se dictan otras disposiciones*”.
- **Resolución No.471 de 2020 del** Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC, “*Por medio de la cual se establecen las especificaciones técnicas mínimas que deben tener los productos de la cartografía básica oficial de Colombia*».
- **Resolución No.529 de 2020** del Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC, “*Por medio de la cual se modifica la Resolución 471 de 2020 «Por medio de la cual se establecen las especificaciones técnicas mínimas que deben tener los productos de la cartografía básica oficial de Colombia»*”.
- **Resolución No.0957 de 2018** del Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC, “*Por la cual se adopta la Guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia y se dictan otras disposiciones*”.