
CAPITULO 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ✓ El estudio se realiza a nivel general debido a la escala.
- ✓ Sirve para fijar prioridades para estudios, planes y acciones posteriores a este trabajo.
- ✓ No son estudios determinísticos.
- ✓ La precisión del trabajo depende de la información cartográfica y actualización catastral.
- ✓ Es importante adaptar normativas para determinar los usos del suelo.
- ✓ En el proceso de planificación en áreas en desarrollo, se debe incluir medidas para reducir los riesgos por eventos naturales y por consiguiente evitar los desastres que causan sufrimiento humano y pérdidas económicas que podrían ser evitadas parcialmente.
- ✓ Los entes de control deben evaluar los peligros naturales que puedan presentarse desde las primeras fases de preparación de los proyectos de inversión, de tal forma que eviten o mitiguen el daño causado por fenómenos de remoción en masa, avenidas torrenciales y eventos volcánicos.
- ✓ Una planificación adecuada puede reducir significativamente el riesgo y los daños que producen estos eventos.

Consideraciones generales para estabilidad de taludes según el reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10.

De acuerdo al numeral A.2.4 Efectos Locales del código de construcción sismo resistente NSR-10, se recomienda en el momento de erigir construcciones en zonas de ladera realizar los estudios pertinentes a lo referente:

A.2.4.1.1 “Cuando existe la posibilidad de que el depósito de suelo no sea estable, especialmente ante la ocurrencia de un sismo, como puede ser en sitios de ladera o en sitios con suelos potencialmente licuables, no deben utilizarse las definiciones dadas y hay necesidad de realizar una investigación geotécnica que identifique la estabilidad del depósito, además de las medidas correctivas, si son posibles que se deban tomar para poder adelantar una construcción en el lugar: el estudio geotécnico debe indicar claramente las medidas correctivas y los coeficientes de sitio que se deben utilizar en el diseño, dado que si se llevan a cabo las medidas correctivas planteadas, la construcción de la edificaciones en el sitio no puede adelantarse sin tomar medidas correctivas, cuando estas sean necesarias.”

A.2.2.4 Estudio de estabilidad de laderas y taludes

“Deberá estar incluido en el estudio geotécnico preliminar o en el definitivo; se debe hacer de acuerdo con lo exigido en el capítulo H.5 de la NSR-10, y debe considerar las características geológicas, hidráulicas y de pendiente del terreno local y regionalmente,

por lo cual deberán analizarse los efectos de procesos de inestabilidad aledaños o regionalmente que puede tener incidencia en el terreno o objeto de estudio”.

En el numeral H.10.2.2.4 de la NSR-10, Las condiciones del subsuelo se deben definir con suficiente detalle para que se pueda evaluar el potencial de deslizamiento que pueda ocasionar movimiento diferencial de los suelos de cimentación. La estabilidad de las laderas se debe evaluar en los sitios cuando existe;

Taludes cuya pendiente excede aproximadamente 18 grados (32.5%), (3 horizontal: 1 vertical).

Historia de inestabilidad (rotacional, traslacional, o caída de rocas).

De acuerdo al numeral H.10.3.4 de la NSR-10, Deslizamientos, La efectividad de mitigar la amenaza por deslizamientos debe ser evaluada por el ingeniero estructural en el contexto del comportamiento global del sistema del edificio. Un número de esquemas son disponibles para reducir el potencial impacto de deslizamientos inducidos por sismo, incluyendo:

- (a)** Re-conformación topográfica
- (b)** Drenaje
- (c)** Defensas
- (d)** Mejoramiento estructural
 - _ Muros de gravedad
 - _ Muros anclados/pernados (“soil nailing”)
 - _ Muros de tierra mecánicamente estabilizada
 - _ Barreras para flujos de escombros o caída de rocas
 - _ Reforzamiento del edificio para resistir la deformación
 - _ Vigas de equilibrio en la cimentación
 - _ Muros o pantallas de cortante
- (e)** Modificación del suelo/reemplazo
 - _ Inyecciones
 - _ Densificación

La efectividad de algunos de estos esquemas se debe considerar con base en la cantidad del movimiento del terreno que el edificio puede tolerar.

✓ **COMPONENTE DE GESTION DEL RIESGO**

Dentro de la evaluación del componente de gestión del riesgo evaluado en el estudio y en relación con las normas urbanísticas y de carácter estructural, se recomienda que el municipio de Ibagué incorpore los resultados de los estudios técnicos descritos a continuación;

- a. Evaluación de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo por remoción en masa, avenidas torrenciales y eventos volcánicos en el municipio de Ibagué, elaborado por la Sociedad Tolimense de Ingenieros.
- b. Estudio de amenazas y riesgo sector urbano cuenca del rio combeima, elaborado por CI Ambiental.
- c. Estudio de amenazas naturales, vulnerabilidad y escenarios de riesgos en los centros poblados villarestrepo, llanitos, juntas, pastales, pico de oro, y las bocatomas combeima y cay por flujos torrenciales en las microcuencas de rio combeima, elaborado por Geotecgroup.
- d. Plan de manejo socio-ambiental de la microcuenca urbana hato de la virgen en Ibagué Tolima elaborado por la universidad del Tolima.
- e. Plan de ordenación y manejo de las microcuencas de las quebradas las panelas y la balsa elaborado por cortolima y la universidad Nacional de Colombia sede Manizales.
- f. Incorporar en la actualización del plan de Ordenamiento Territorial los lineamientos establecidos en el Decreto 926 del 19 de marzo de 2010, "Por el cual se establecen los requisitos de carácter técnico y científico para construcciones sismo resistentes NSR-10". La cual actualiza el Reglamento Técnico de Construcciones Sismo Resistentes NRS-98. Posteriormente, el decreto 2525 de 2010, modifica el decreto 926 de 2010.
- g. Implementar e incorporar la articulación de los aspectos territoriales de la gestión del riesgo, según lo establecido en la ley 1523 de 2012.
- h. Incorporar el Régimen de Microzonificación Sísmica de Ibagué establecido en el Decreto (1000-0346) del 17 de junio 2013.

Por lo cual se plantean las diferentes estrategias:

1. Reducción de la vulnerabilidad, amenazas naturales y antrópicas mediante la gestión del riesgo.

Con el fin de incorporar el componente de gestión del riesgo en el Plan de ordenamiento territorial del municipio de Ibagué, y ofrecer instrumentos, políticas, planes y acciones al concejo municipal de gestión del riesgo y a su vez, alimentar el plan municipal de gestión del riesgo el cual permitirá ajustar la programación y ejecución de las acciones, por lo tanto es necesario precisar los aspectos que se enmarcan dentro del alcance del Plan de Ordenamiento Territorial POT:

- a. Clasificar el territorio del municipio de Ibagué con los diferentes tipos de amenazas naturales en la zona urbana y rural, e incorporar las “Zonificación de restricciones por ocupación” por fenómenos de remoción en masa y avenidas torrenciales determinando las condiciones y acciones de ocupación con el fin de prevenir posibles riesgos naturales.
- b. Acoger de acuerdo a las determinaciones de los estudios técnicos de amenaza, vulnerabilidad y riesgo y determinar las zonas donde se deben realizar nuevos estudios.
- c. Definir las áreas y establecer su clasificación como suelos de protección, con base en los planos de amenaza contemplados en el artículo 1 y el componente ambiental. (Se recomienda zonas con pendientes mayores al 60% de inclinación en el área urbana).
- d. Formular y orientar la Inversión pública en materia de prevención, control y mitigación del riesgo desde las entidades pertinentes, escuelas, colegios y universidades.
- e. Articular y orientar de gestión ambiental en lo referente a la reducción del riesgo de desastres.
- f. Incorporar estudios detallados de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por amenazas naturales los cuales deben ejecutarse y ser realizados en áreas con nivel de amenaza alta o zonas prioritarias.
- g. Realizar las restricciones de uso del suelo, ocupación y aprovechamiento del suelo en las diferentes zonas del municipio.
- h. Definición de planes y acciones estratégicas en materia de gestión del riesgo.

✓ **GESTIÓN DEL RIESGO**

La gestión del riesgo de desastres en el municipio de Ibagué, orienta y articula los planes, políticas y acciones de gestión ambiental, uso y protección del suelo, los cuales contribuyen a la planificación y desarrollo de la ocupación del territorio, a partir de la reducción del riesgo de desastres por eventos naturales.

El municipio de Ibagué trabaja en los procesos de conocimiento del riesgo de acuerdo a los estudios existentes, con el fin de la oportuna intervención sobre el territorio, y el desarrollo hacia zonas y lugares seguros.

✓ **Priorización de los planes y acciones para la gestión de riesgo.**

De acuerdo con la ley 1523 de 2013, la incorporación del componente de gestión del riesgo en el municipio de Ibagué en la Inclusión del POT debe tener en cuenta las acciones priorizadas con el fin de articularlas en los programas, proyectos y financiación del Plan Municipal de Gestión del Riesgo el cual hará parte del plan de Inversión del plan de Desarrollo Municipal

- a. Acciones, planes para el conocimiento y reducción del riesgo.

Las acciones de trabajo de gestión del riesgo es necesario identificar, analizar, evaluar, monitorear y realizar el seguimiento del componente de tal forma que se regule y optimice los procesos de reducción del riesgo por lo cual es necesario en la incorporación del componente en el Plan de Ordenamiento territorial se establezcan los siguientes parámetros con el fin de tener zonas seguras en el territorio:

1. Reformular la zonificación de amenazas urbanas, con base en la elaboración de estudios detallados en las áreas de amenaza alta y riesgo alto donde se presenten recurrencia de eventos naturales por fenómenos de remoción en masa e inundaciones, los cuales permitan desarrollar los planes y acciones a corto plazo en la áreas descritas en el capítulo 7 Gestión del Riesgo nivel urbano numeral 7.4.
2. Las zonas de amenaza media por remoción en masa, avenidas torrenciales y que se encuentren en zonas de riesgo alto, las cuales pueden verse afectadas en la ocurrencia de un evento. Se recomienda ejecutar la elaboración de estudios detallados con el fin de evaluar la factibilidad para el diseño de las obras de mitigación, los cuales definirán y permitirán desarrollar los planes y acciones a mediano plazo.
3. Las zonas de amenaza media y riesgo medio por amenazas naturales se recomienda una inspección para determinar si existe o no la necesidad de hacer estudios detallados.
4. Realizar los estudios detallados del rio Alvarado sector urbano del municipio de Ibagué con el fin de determinar los niveles de la cota de Inundación y torrencialidad para evaluación el riesgo.
5. Evaluar la amenaza, vulnerabilidad y riesgo por fenómenos de remoción en masa, avenidas torrenciales, movimientos sísmicos y/o volcánicos por medio de estudios determinísticos del equipamiento municipal urbano y rural con el objeto de diseñar y construir las obras de mitigación, o en su defecto incluir dentro de los planes municipales la reubicación del equipamiento.
6. Realizar las perforaciones y los ensayos necesarios para integrar de manera más uniforme y precisa los efectos locales producidos por los sismo, con el objeto de elaborar los espectros de diseño de una manera más precisa para evitar posibles perjuicios a los constructores; y dotar las zonas de expansión de esta herramienta, así como también poder determinar de manera precisa las amplificaciones por efectos topográficos.
7. Realizar los estudios de vulnerabilidad y riesgo sísmico para la ciudad de Ibagué con el objeto de tomar las medidas necesarias que prevengan y mitiguen el riesgo de la vida y bienes de los habitantes del municipio de Ibagué.
8. Exigir a las entidades prestadoras de servicio público (Líneas Vitales), la presentación de los estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, así como los planes de contingencia en caso de desastres.
9. De acuerdo a las NSR-10 el municipio está en la obligación de poseer, operar y administrar la red de acelerógrafos para lo cual es necesario adquirir algunos de estos equipos para monitorear los efectos locales de sitio producido por los

sismo que afecten la ciudad, también es necesario instalar algunos acelerógrafos en roca, con el objeto de determinar de manera más precisa los factores de amplificación de onda para aplicarlos en la revisión periódica de la microzonificación sísmica de la ciudad.

10. Coordinar y apoyar a las diferentes empresas públicas y privadas en la elaboración de los sistemas de gestión del riesgo.
 11. Expedir normativa mínima a cumplir para los estudios de estabilidad de taludes, cimentaciones, y en general los todos los estudios geotécnicos para que se conviertan en la herramienta más efectiva de prevención de las amenazas y riesgo por fenómenos de remoción en masa, útil para la planeación urbana y rural.
 12. Normatizar la construcción sobre escarpes y laderas a través de la reglamentación técnica y científica, la cual se denominara código de laderas en el municipio de Ibagué.
 13. Realizar los estudios necesarios para mitigar el riesgo en las zonas de amenaza alta y media en el área rural de Ibagué. Zonas delimitadas en el plano de amenaza por remoción en masa rural elaborado por la sociedad tolimense Ingenieros.
 14. Realizar los estudios geológicos, geomorfológicos y geotécnicos de los cerros tutelares de Ibagué con el fin de elaborar los planes de recuperación de la zona y mitigación del riesgo que ellos representan para la zona urbana.
 15. Realizar las instrumentación para el monitorio de los taludes más críticos de la ciudad de Ibagué, con el objeto de implementar alertas tempranas y tomar las medidas de prevención, mitigación y control necesarias.
- b.** Los estudios de Amenaza, vulnerabilidad y riesgo que se realicen deben incluir las formulación de los planes y acciones estratégicos de intervención para el mejoramiento integral de las zonas susceptibles, los cuales incluyan el enfoque programático en el corto, mediano y largo plazo de las zonas de estudio, con el fin de mejorar las condiciones de las comunidades más vulnerables y establecer zonas seguras para el desarrollo del municipio de Ibagué.
- c.** Los estudios para la evaluación sísmica que se realice al equipamiento urbano y rural deben estar bajo los parámetros establecidos por el reglamento de construcción sismo resistente vigente.

Amenaza y riesgo naturales por remoción en masa, inundación y flujos torrenciales en el área urbana del municipio de Ibagué.

En el siguiente punto se acogen las categorías de la amenaza existente en el área urbana de acuerdo al estudio presentado, los cuales concretan planos de amenaza por remoción en masa y avenidas torrenciales, el plano de riesgo por remoción en masa y avenidas torrenciales

Para la implementación y actualización de los estudios se quiere el cumplimiento y elaboración de “Actualización de las Amenazas Naturales y áreas de protección en el

AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR REMOCIONES EN MASA, AVENIDAS TORRENCIALES Y EVENTOS VOLCÁNICOS EN EL MUNICIPIO DE IBAGUÉ

municipio de Ibagué” incluido en la memoria justificativa la cual hace parte integral del presente acuerdo.

- La incorporación de los estudios técnicos de soporte se dividen en dos (2) tipos de amenaza:

a. Inundación y Avenidas Torrenciales

En el estudio realizado se declaran las zonas de influencia de los ríos Combeima y Chípalo, como áreas susceptibles a inundación ALTA, MEDIA y BAJA debido a la torrencialidad de las quebradas que vierten al río Combeima y Chipalo. Sin embargo existe la necesidad de realizar estudios detallados en zonas prioritarias con el fin de diseñar y construir las obras de mitigación del riesgo.

Los resultados se encuentran en los capítulos 5.1 y 5.2 el cual hace parte integral del presente documento.

b. Fenómenos de Remoción en masa en el Municipio de Ibagué

En los estudios adoptados se localizan las zonas de amenaza y riesgo por remoción en masa, la evaluación se realiza de acuerdo al nivel de peligrosidad ALTA, MEDIA y BAJA, los resultados se encuentran en el documento de soporte técnico del plan integral del presente acuerdo y en las memoria técnicas de los estudios adoptados.

La evaluación de la amenaza se realizo para identificar áreas afectadas por fenómenos naturales de remoción en masa y avenidas torrenciales, en cada uno de los niveles por peligrosidad en Alto, medio y bajo.

EVALUACIÓN DE LA AMENAZA POR REMOCION EN MASA Y AVENIDAS TORRENCIALES		
GRADO	SIMBOLO	CARACTERISTICAS
ALTO	ARM	Laderas periféricas al casco urbano conformadas por suelos finos y granulares finos derivados de roca ígnea del batolito de Ibagué, alta a moderadamente meteorizada, y taludes bordeando las principales corrientes fluviales integrados por materiales fluvio-volcánicos, del abanico de Ibagué, compuestos por depósitos de gravas arenosas y arenas gravosas, con matriz intersticial fina. Las laderas y taludes presentan pendientes mayores del 59% (>30°), alturas entre 5 y 80 metros, en muchos sectores han sido objeto de cortes, rellenos y vertimientos, siendo la zona de más alta susceptibilidad a procesos morfo dinámicos con el mayor número de procesos de inestabilidad asociados.

AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR REMOCIONES EN MASA, AVENIDAS TORRENCIALES Y EVENTOS VOLCÁNICOS EN EL MUNICIPIO DE IBAGUÉ

MEDIO	MRM	Terreno con pendiente del 19 al 59% (11 - 30°) y alturas entre 5,0 y 25,0 m, conformado por suelos finos y granulares finos derivados de roca ígnea del batolito de Ibagué, alta a completamente meteorizada, como también por depósitos fluvio-volcánicos del abanico de Ibagué, derrubios de pendiente y suelos coluviales, compuestos de gravas arenosas y arenas gravosas, con matriz intersticial fina, moderadamente meteorizados. Moderadamente susceptible a remoción en masa, con algunos problemas de inestabilidad asociados a pérdida de soporte en taludes de corte.
BAJO	BRM	Área plana a suavemente ondulada, con pendiente hasta del 18% (10°), constituida en superficie por suelos finos y arenas limosas arcillosas de 1,0 a 15,0 m de profundidad, en donde se asienta la mayor parte de la población urbana, estable por procesos de remoción en masa.
ALTA POR INUNDACIÓN (CAUCE MAYOR)	Ai	Zona localizada a alturas entre 0,8 y 1,5 m respecto a niveles medios de las principales corrientes fluviales, correspondiente al cauce mayor, expuesta a inundación por crecientes ordinarias.
MEDIA POR INUNDACIÓN	Mi	Área plana a suavemente ondulada, con pendiente hasta del 18% (10°), con baja amenaza por remoción en masa, localizada a alturas entre 1,5 y 3,5 m respecto a niveles medios de las principales corrientes fluviales, expuesta a inundación por flujos torrenciales con periodo de retorno de 50 años.

La clasificación de la evaluación se encuentra en el plano base en un sistema de información geográfica.

- ✓ El análisis en la zona rural concluye que cada uno de cada uno de los centros poblados considerados como unidades de concentración de viviendas en zona rural del municipio de Ibagué, donde se señalan las zonas de amenaza por remociones en masa dentro del núcleo poblado aludiendo al estado en que se encuentra la amenaza natural como base para el análisis de la vulnerabilidad y el riesgo los cuales deben tener a futuro un enfoque más determinístico para obtener los escenarios de riesgo por avenidas torrenciales y fenómenos de remoción en masa.

De acuerdo con los resultados del estudio en la zona rural, capítulo dos (2) del presente documento se adopta para la identificación de la amenaza por fenómenos de remoción en masa en cada uno de los niveles por peligrosidad en Alto, medio y bajo.

EVALUACIÓN DE LA AMENAZA POR FENOMENOS DE REMOCIÓN EN MASA A NIVEL RURAL		
GRADO Y CLASE DE AMENAZA	SIMBOLO	CARACTERISTICAS
ALTA POR REMOCIÓN EN MASA	ARM	Terrenos conformados por suelos delgados blandos y rocas alteradas de calidad geo-mecánica regular, tipo metamórfico e ígneo, afectados por meteorización y tectónica, localizados en laderas montañosas y taludes con pendientes topográficas mayores al 60% de inclinación, a los que se asocian coberturas de suelo degradadas, abiertas y con poca vegetación, en ocasiones con presencia de bosque, pluviométricamente con precipitación relativamente alta, a los cuales se asocian los principales procesos morfo dinámicos dentro del territorio municipal.
MEDIA POR REMOCIÓN EN MASA	MRM	Áreas constituidas por suelos finos y granulares finos derivados de meteorización alta a moderada de rocas intrusivas y metamórficas, en terrenos de ladera montañosa con pendiente topográfica entre 31 y 59%, en ocasiones en taludes asociados a depósitos fluvio-volcánicos y fluvio-torrenciales, normalmente con coberturas de suelo de varios tipos de pastos y cultivos, en algunos casos con presencia de bosques, en franjas de precipitaciones medias, con procesos erosivos y fenómenos de remoción en masa
BAJA POR REMOCION EN MASA	BRM	Área plana a suavemente ondulada, con pendiente hasta del 18% (10°), constituida en superficie por suelos finos y arenas limosas arcillosas de 1,0 a 15,0 m de profundidad, en donde se asienta la mayor parte de la población urbana, estable por procesos de remoción en masa.

AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR REMOCIONES EN MASA, AVENIDAS TORRENCIALES Y EVENTOS VOLCÁNICOS EN EL MUNICIPIO DE IBAGUÉ

- ✓ El estudio arroja que en las comunas 1, 2, y 13 son donde más existe la recurrencia de eventos y se da la ocupación de zonas de riesgo alto con mayor índice de susceptibilidad a la ocurrencia de un evento por fenómenos de remoción en masa. No obstante existen zonas de la ciudad donde como menor ocupación de área donde se presentan eventos de tipo natural.

1. PREDIOS DE CUALQUIER TIPO EN ZONAS > 60% DE PENDIENTE	
1.1. RIESGO ALTO POR REMOCIONES EN MASA	
12	
1.1.1. RIESGO ALTO RM VULNERABILIDAD ALTA	2321
1.1.2. RIESGO ALTO RM VULNERABILIDAD MEDIA	571
1.1.3. RIESGO ALTO RM PREDIOS SIN CONSTRUCCION, ZONAS COMUNES	84
TOTAL	2976
1.2. RIESGO MEDIO POR REMOCIONES EN MASA	
12	
1.2.1. RIESGO MEDIO RM VULNERABILIDAD ALTA	2
1.2.2. RIESGO MEDIO RM VULNERABILIDAD MEDIA	3
1.2.3. RIESGO MEDIO RM VULNERABILIDAD BAJA	5
1.2.4. RIESGO MEDIO RM PREDIOS SIN CONSTRUCCION, ZONAS COMUNES	2
TOTAL	12
1.3. PREDIOS SIN CONSTRUCCION	
1.3.1. PREDIOS EN ZONAS > 60% DE PENDIENTE SIN CONSTRUCCION	471
TOTAL	471
TOTAL CANTIDAD DE PREDIOS	3459

Del mismo modo se realizó la identificación para los predios en riesgo alto por avenidas torrenciales y vulnerabilidad alta y media.

2. PREDIOS DE CUALQUIER TIPO EN ZONAS INUNDABLES	
2.1. RIESGO ALTO POR AVENIDAS TORRENCIALES	
288	
2.1.1. RIESGO ALTO AV TORRENCIALES VULNERABILIDAD ALTA	234
2.1.2. RIESGO ALTO AV TORRENCIALES VULNERABILIDAD MEDIA	52
2.1.3. RIESGO ALTO AV TORRENCIALES PREDIOS SIN CONSTR. ZONAS COMUNES	2
TOTAL	288
1.2. RIESGO MEDIO POR AVENIDAS TORRENCIALES	

AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR REMOCIONES EN MASA, AVENIDAS TORRENCIALES Y EVENTOS VOLCÁNICOS en EL MUNICIPIO DE IBAGUÉ

501	
2.2.1. RIESGO MEDIO AV TORRENCIALES VULNERABILIDAD ALTA	385
2.2.2. RIESGO MEDIO AV TORRENCIALES VULNERABILIDAD MEDIA	91
2.2.3. RIESGO MEDIO AV TORRENCIALES PREDIOS SIN CONSTR. ZONAS COMUNES	25
TOTAL	501
1.3. PREDIOS OTROS	
1.3.1. PREDIOS EN ZONAS INUNDABLES SIN CONSTRUCCION	72
TOTAL	72
TOTAL CANTIDAD DE PREDIOS	861